This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (ITU) والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

LIVRE JAUNE

TOME III – FASCICULE III.2

SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS

CARACTÉRISTIQUES DES MOYENS DE TRANSMISSION

AVIS G.211 À G.651

VII^e ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE
GENÈVE, 10–21 NOVEMBRE 1980

Genève 1981

UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

LIVRE JAUNE

TOME III – FASCICULE III.2

SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS

CARACTÉRISTIQUES DES MOYENS DE TRANSMISSION

AVIS G.211 À G.651

VII^e ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE
GENÈVE, 10–21 NOVEMBRE 1980

Genève 1981

ISBN 92-61-00972-7

© U.I.T.

CONTENU DU LIVRE DU CCITT
EN VIGUEUR APRÈS LA SEPTIÈME ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE (1980)

LIVRE JAUNE

Tome I – Procès-verbaux et rapports de l'Assemblée plénière.

Vœux et résolutions.

Avis sur:
- l'organisation du travail du CCITT (série A);
- les moyens d'expression (série B);
- les statistiques générales des télécommunications (série C).

Liste des Commissions d'études et les Questions mises à l'étude.

Tome II

FASCICULE II.1 – Principes généraux de tarification – Taxation et comptabilité dans les services internationaux de télécommunications. Avis de la série D (Commission III).

FASCICULE II.2 – Service téléphonique international – Exploitation. Avis E.100 à E.323 (Commission II).

FASCICULE II.3 – Service téléphonique international – Gestion du réseau – Ingénierie du trafic. Avis E.401 à E.543 (Commission II).

FASCICULE II.4 – Exploitation et tarification des services de télégraphie et de «télématique».[1] Avis de la série F (Commission I).

Tome III

FASCICULE III.1 – Caractéristiques générales des communications et des circuits téléphoniques internationaux. Avis G.101 à G.171 (Commissions XV, XVI, CMBD).

FASCICULE III.2 – Systèmes internationaux analogiques à courants porteurs – Caractéristiques des moyens de transmission. Avis G.211 à G.651 (Commissions XV, CMBD).

FASCICULE III.3 – Réseaux numériques – Systèmes de transmission et équipement de multiplexage. Avis G.701 à G.941 (Commission XVIII).

FASCICULE III.4 – Utilisation des lignes pour la transmission des signaux autres que téléphoniques – Transmissions radiophoniques et télévisuelles. Avis des séries H et J (Commission XV).

Tome IV

FASCICULE IV.1 – Maintenance; principes généraux, systèmes internationaux à courants porteurs, circuits téléphoniques internationaux. Avis M.10 à M.761 (Commission IV).

FASCICULE IV.2 – Maintenance des circuits internationaux pour la transmission de télégraphie harmonique ou de fac-similé – Maintenance des circuits internationaux loués. Avis M.800 à M.1235 (Commission IV).

FASCICULE IV.3 – Maintenance des circuits radiophoniques internationaux et transmissions télévisuelles internationales. Avis de la série N (Commission IV).

FASCICULE IV.4 – Spécifications des appareils de mesure. Avis de la série O (Commission IV).

---

[1] Le terme «service de télématique» est provisoire.

Tome V – Qualité de la transmission téléphonique. Avis de la série P (Commission XII).

Tome VI

FASCICULE VI.1 – Avis généraux sur la commutation et la signalisation téléphoniques – Interface avec le service maritime. Avis Q.1 à Q.118 *bis* (Commission XI).

FASCICULE VI.2 – Spécifications des systèmes de signalisation N^{os} 4 et 5. Avis Q.120 à Q.180 (Commission XI).

FASCICULE VI.3 – Spécifications du système de signalisation N° 6. Avis Q.251 à Q.300 (Commission XI).

FASCICULE VI.4 – Spécifications des systèmes de signalisation R1 et R2. Avis Q.310 à Q.490 (Commission XI).

FASCICULE VI.5 – Centraux numériques de transit pour applications nationales et internationales – Interfonctionnement des systèmes de signalisation. Avis Q.501 à Q.685 (Commission XI).

FASCICULE VI.6 – Spécifications du système de signalisation N° 7. Avis Q.701 à Q.741 (Commission XI).

FASCICULE VI.7 – Langage de spécification et de description fonctionnelles (LDS) – Langage homme-machine (LHM). Avis Z.101 à Z.104 et Z.311 à Z.341 (Commission XI).

FASCICULE VI.8 – Langage évolué du CCITT (CHILL). Avis Z.200 (Commission XI).

Tome VII

FASCICULE VII.1 – Transmission et commutation télégraphiques. Avis des séries R et U (Commission IX).

FASCICULE VII.2 – Equipements terminaux pour les services de télégraphie et de «télématique».[1] Avis des séries S et T (Commission VIII).

Tome VIII

FASCICULE VIII.1 – Communication de données sur le réseau téléphonique. Avis de la série V (Commission XVII).

FASCICULE VIII.2 – Réseaux de communications de données; services et facilités, équipements terminaux et interfaces. Avis X.1 à X.29 (Commission VII).

FASCICULE VIII.3 – Réseaux de communications de données; transmission, signalisation et commutation, réseau, maintenance, dispositions administratives. Avis X.40 à X.180 (Commission VII).

Tome IX – Protection contre les perturbations. Avis de la série K (Commission V). Protection des enveloppes de câble et des poteaux. Avis de la série L (Commission VI).

Tome X

FASCICULE X.1 – Termes et définitions.

FASCICULE X.2 – Index du Livre jaune.

---

[1] Le terme «service de télématique» est provisoire.

TABLE DES MATIÈRES DU FASCICULE III.2 DU LIVRE JAUNE

Partie I – Avis G.211 à G.651

Transmission sur les lignes

Systèmes internationaux analogiques à courants porteurs Caractéristiques des moyens de transmission

N° de l'Avis — Page

SECTION 2 – *Caractéristiques générales communes à tous les systèmes analogiques à courants porteurs*

2.1 Définitions et considérations générales

G.211 Constitution d'une liaison à courants porteurs . . . 3
G.212 Circuits fictifs de référence . . . 10
G.213 Interconnexion de systèmes dans une station principale et répéteurs . . . 12
G.214 Stabilité en ligne de systèmes en câble . . . 16
G.215 Circuit fictif de référence de 5000 km . . . 17

2.2 Recommandations générales

G.221 Recommandations globales relatives aux systèmes à courants porteurs . . . 18
G.222 Objectifs de bruit pour les projets de construction des systèmes à courants porteurs de 2500 km . . . 19
G.223 Hypothèses pour le calcul du bruit sur les circuits fictifs de référence pour la téléphonie 23
G.224 Valeur maximale admissible pour le niveau absolu de puissance d'une impulsion de signalisation . . . 31
G.225 Recommandations relatives à la précision des fréquences porteuses . . . 32
G.226 Bruit sur une liaison réelle . . . 33
G.227 Signal téléphonique conventionnel . . . 34
G.228 Mesure du bruit de circuit sur les systèmes en câble avec un signal de charge constitué par un bruit erratique à spectre uniforme . . . 37
G.229 Modulation non désirée et gigue de phase . . . 48
G.230 Méthode de mesure du bruit produit par les équipements de modulation et les filtres de transfert . . . 49

2.3 Equipements de modulation communs aux divers systèmes à courants porteurs

G.231 Agencement des équipements de transmission . . . 53
G.232 Equipements terminaux à 12 voies . . . 54
G.233 Recommandations relatives aux équipements de modulation . . . 65
G.234 Equipements terminaux à 8 voies . . . 74
G.235 Equipements terminaux à 16 voies . . . 74

N° de l'Avis — Page

2.4 Emploi de groupes primaires, secondaires, etc.

G.241 Ondes pilotes de groupe primaire, de groupe secondaire, etc. 76
G.242 Transfert des groupes primaires, secondaires, etc. 82
G.243 Protection et suppression des ondes pilotes et des ondes additionnelles de mesure aux points de transfert 88

SECTION 3 — *Caractéristiques spécifiques des systèmes téléphoniques internationaux analogiques à courants porteurs sur lignes metalliques*

3.1 Systèmes procurant un groupe primaire sur une paire de fils aériens

G.311 Caractéristiques générales des systèmes procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur une paire de fils aériens 93
G.312 Répéteurs intermédiaires pour systèmes à courants porteurs sur lignes en fils aériens conformes à l'Avis G.311 98
G.313 Lignes en fils aériens utilisables avec des systèmes à courants porteurs à 12 voies 99
G.314 Caractéristiques générales des systèmes procurant huit circuits téléphoniques à courants porteurs sur une paire de fils aériens 101

3.2 Systèmes à courants porteurs sur paires symétriques non chargées en câble procurant des groupes primaires ou secondaires

G.322 Caractéristiques générales recommandées pour les systèmes sur paires symétriques en câble 102
G.323 Systèmes types sur paires symétriques en câble utilisant des transistors 109
G.324 Caractéristiques générales recommandées pour les systèmes sur paires symétriques en câble utilisant des tubes à vide 111
G.325 Caractéristiques générales recommandées pour les systèmes procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur une paire symétrique en câble [dits systèmes (12 + 12)] 111
G.326 Systèmes types sur une paire symétrique en câble [dits systèmes (12 + 12)] 115
G.327 Systèmes procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur une paire symétrique en câble [dits systèmes (12 + 12)] utilisant des tubes à vide 117

3.3 Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm en câble

G.332 Systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales normalisées 2,6/9,5 mm 117
G.333 Systèmes à 60 MHz sur paires coaxiales normalisées 2,6/9,5 mm 125
G.334 Systèmes à 18 MHz sur paires coaxiales normalisées de 2,6/9,5 mm 134
G.337 Caractéristiques générales des systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm 142
G.338 Système à 4 MHz sur paires coaxiales normalisées 2,6/9,5 mm utilisant des tubes à vide 142
G.339 Systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales normalisées 2,6/9,5 mm utilisant des tubes à vide 143

3.4 Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm en câble

G.341 Systèmes à 1,3 MHz sur paires coaxiales normalisées 1,2/4,4 mm 143
G.343 Systèmes à 4 MHz sur paires coaxiales normalisées 1,2/4,4 mm 147
G.344 Systèmes à 6 MHz sur paires coaxiales normalisées 1,2/4,4 mm 150
G.345 Systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales normalisées 1,2/4,4 mm 152
G.346 Systèmes à 18 MHz sur paires coaxiales normalisées de 1,2/4,4 mm 152

N° de l'Avis | Page

3.5 Autres systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales

G.352 Interconnexion de systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales de types différents . 153

G.356 Systèmes à (120 + 120) voies sur une paire coaxiale unique 156

3.6 Autres systèmes à courants porteurs en fils aériens

G.361 Systèmes procurant trois circuits téléphoniques à courants porteurs sur une paire de fils aériens 158

3.7 Systèmes téléphoniques internationaux à courants porteurs en câble sous-marin

G.371 Systèmes MRF à courants porteurs en câble sous-marin 162

SECTION 4 – *Caractéristiques générales des systèmes téléphoniques internationaux sur faisceaux hertziens ou à satellites et interconnexion avec les systèmes sur lignes métalliques. Coordination de la radiotéléphonie et de la téléphonie*

4.1 Recommandations générales

G.411 Emploi de faisceaux hertziens pour procurer des circuits téléphoniques internationaux . . 165

G.412 Equipements terminaux des systèmes sur faisceaux hertziens incorporés au réseau général de télécommunications 166

4.2 Interconnexion de faisceaux hertziens avec des systèmes à courants porteurs sur lignes métalliques

G.421 Méthodes d'interconnexion 166

G.422 Interconnexion aux fréquences vocales 167

G.423 Interconnexion dans la bande de base de faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence 168

4.3 Circuits fictifs de référence

G.431 Circuits fictifs de référence pour les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence 175

G.433 Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens transhorizon avec multiplexage par répartition en fréquence 176

G.434 Circuit fictif de référence pour systèmes de télécommunications par satellite 176

4.4 Bruits de circuit

G.441 Bruit de circuit admissible sur les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence 177

G.442 Objectifs de bruit pour les projets de construction des faisceaux hertziens à l'extrémité d'un circuit fictif de référence, au point de vue de la transmission télégraphique 178

G.444 Puissance de bruit admissible sur le circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens transhorizon avec multiplexage par répartition en fréquence 179

G.445 Objectifs de bruit pour les projets de construction des systèmes de télécommunication par satellite 179

N° de l'Avis | Page

4.5 Circuits radiotéléphoniques

G.451 Liaisons radiotéléphoniques dans les circuits téléphoniques internationaux 179
G.453 Système de transmission amélioré pour circuits radiotéléphoniques sur ondes décamétriques 181

4.6 Dispositifs associés aux circuits radiotéléphoniques

G.464 Principes des dispositifs employés pour assurer le secret des conversations radiotéléphoniques 181

4.7 Liaisons avec des stations mobiles

G.471 Conditions requises pour la connexion des stations radiotéléphoniques mobiles avec les lignes téléphoniques internationales 182
G.473 Interconnexion d'un système mobile maritime à satellites avec le service téléphonique international à commutation automatique; considérations relatives à la transmission . . . 182

SECTION 5 — *Circuits à fréquences vocales*

5.4 Spécifications recommandées par le CCITT pour les circuits en câble à fréquences vocales

G.541 Spécification des longueurs de fabrication des câbles de télécommunication chargés . . . 194
G.542 Spécification des bobines de charge pour câbles de télécommunication chargés 194
G.543 Spécification des sections d'amplification de câbles de télécommunication chargés 194
G.544 Spécification des installations terminales et des stations de répéteurs intermédiaires . . . 194

SECTION 6 — *Caractéristiques des moyens de transmission*

6.0 Considérations générales

G.601 Terminologie des câbles 195

6.1 Paires symétriques en câble

G.611 Caractéristiques des paires symétriques en câble pour transmission analogique 200

6.2 Câbles terrestres à paires coaxiales

G.612 Caractéristiques des paires symétriques en câble conçues pour la transmission de systèmes à débit binaire de l'ordre de 6 à 34 Mbit/s 204
G.621 Caractéristiques des paires coaxiales du type 0,7/2,9 mm en câble 209
G.622 Caractéristiques des paires coaxiales du type 1,2/4,4 mm en câble 212
G.623 Caractéristiques des paires coaxiales du type 2,6/9,5 mm en câble 218

6.3 Câbles sous-marins

G.631 Types de câbles sous-marins à utiliser pour des systèmes où les fréquences transmises en ligne ne dépassent pas environ 45 MHz 224

6.4 Guides d'ondes

G.641 Diamètres des guides d'ondes 225

N° de l'Avis — Page

6.5 Câbles à fibres optiques

G.651 Caractéristiques des câbles à fibres optiques à gradient d'indice (50/125 µm) 226

Partie II — Suppléments aux Avis des sections 2 à 6 de la série G

Supplément n° 5 Mesure de la charge des circuits téléphoniques dans des conditions réelles 243

Supplément n° 11 Renseignements sur les navires câbliers de divers pays 258

Supplément n° 17 Caractéristiques de la distorsion de temps de propagation de groupe d'un équipement terminal 261

Supplément n° 18 Renseignements sur les câbles sous-marins utilisés en eau profonde 263

Supplément n° 19 Mesure de la diaphonie en régime numérique (méthode utilisée par l'Administration française, l'Administration des Pays-Bas et l'Administration espagnole) 276

Supplément n° 22 Modèles mathématiques de signaux multiplex 276

Supplément n° 23 Notes explicatives à l'intention des ingénieurs qui ont à faire le projet d'un système mobile maritime à satellites 282

REMARQUES

1 Les questions confiées à chaque Commission d'études pour la période 1981-1984 figurent dans la contribution N° 1 de la Commission correspondante.

2 On a indiqué (après le titre des Avis ou Suppléments) s'il s'agissait de textes nouveaux approuvés par l'Assemblée plénière de Genève (1980) ou de textes modifiés. Les textes qui ne portent pas une telle indication remontent au moins à l'Assemblée plénière de New Delhi, 1960, où le tome III a été divisé en Avis numérotés; toutefois, certains de ces textes peuvent être encore plus anciens.

3 *Unités*

Les abréviations suivantes, qui sont employées en particulier dans des schémas et des tableaux, ont toujours le sens précis indiqué ci-après:

dBm niveau absolu de puissance exprimé en décibels;

dBm0 niveau absolu de puissance exprimé en décibels et rapporté au point de niveau relatif zéro;

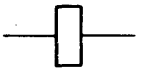
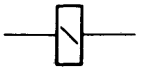
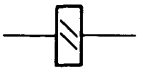
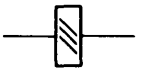
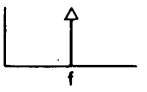
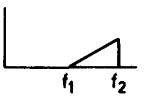
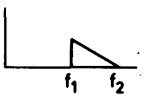
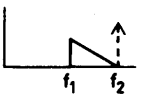
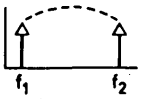
dBr niveau relatif de puissance exprimé en décibels;

dBm0p niveau absolu de puissance psophométrique exprimé en décibels et rapporté au point de niveau relatif zéro.

NOTE DU CCITT

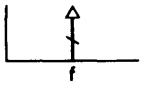
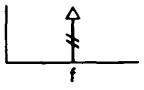
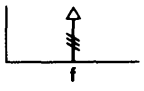
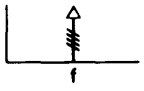
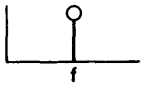
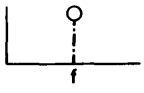
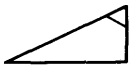
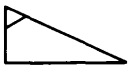
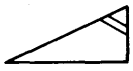
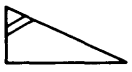
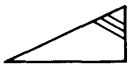
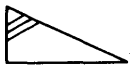
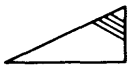
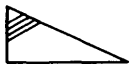
Dans ce fascicule, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation privée reconnue de télécommunications.

SYMBOLES GRAPHIQUES UTILISÉS FRÉQUEMMENT DANS CE TOME

Symbole	Nom
	Equipement de modulation de voie (translation de la bande des fréquences vocales dans le groupe primaire de base et inversement)
	Equipement de modulation de groupe primaire (translation du groupe primaire de base dans le groupe secondaire de base et inversement)
	Equipement de modulation de groupe secondaire (translation du groupe secondaire de base dans le groupe tertiaire de base et inversement)
	Equipement de modulation de groupe tertiaire (translation du groupe tertiaire de base dans la bande de fréquences transmises en ligne et inversement)
	Fréquence porteuse [a]
	Fréquence porteuse supprimée
	Fréquence pilote
	Bande latérale directe
	Bande latérale inversée
	Bande latérale unique et fréquence porteuse supprimée (exemple : cas de la transmission de la bande inférieure)
	Deux ondes pilotes dont l'une ou l'autre est transmise

CCITT - 45420

SYMBOLES GRAPHIQUES UTILISÉS FRÉQUEMMENT DANS CE TOME

Symbole	Nom
	Onde pilote de groupe primaire
	Onde pilote de groupe secondaire
	Onde pilote de groupe tertiaire
	Onde pilote de groupe quaternaire
	Onde additionnelle de mesure, symbole général
	Onde additionnelle de mesure qui est transmise ou mesurée sur demande [b]
	Groupe primaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre régulier sur les différentes voies téléphoniques
	Groupe primaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques
	Groupe secondaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre régulier sur les différentes voies téléphoniques
	Groupe secondaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques
	Groupe tertiaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques
	Groupe tertiaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques
	Groupe quaternaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre régulier sur les différentes voies téléphoniques
	Groupe quaternaire dans lequel les fréquences vocales sont dans l'ordre inversé sur les différentes voies téléphoniques

[a] Pour ce symbole et pour les suivants, les lettres f, f_1, f_2, ... désignent les fréquences.

[b] Dans le tome III, ce symbole désigne une onde additionnelle de mesure de la liste préférentielle ; pour toute autre onde additionnelle de mesure, on a employé le symbole général qui précède.

CCITT - 45425

PARTIE I

Avis G.211 à G.651

TRANSMISSION SUR LES LIGNES

SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS CARACTÉRISTIQUES DES MOYENS DE TRANSMISSION

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 2

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS

2.1 Définitions et considérations générales

Avis G.211

CONSTITUTION D'UNE LIAISON À COURANTS PORTEURS

(modifié à Genève, 1964, à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972)

On doit prévoir, dans le réseau téléphonique international, l'interconnexion de divers systèmes à courants porteurs, sur paires symétriques en câble, sur lignes aériennes, sur paires coaxiales ou sur faisceaux hertziens. Il est donc souhaitable que ceux des équipements à courants porteurs employés dans ces divers systèmes, qui ne sont pas spécifiques du type de ligne utilisé, satisfassent à des recommandations communes du CCITT.

Ces équipements comprennent essentiellement des équipements de modulation et des filtres de transfert.

1 Equipements de modulation

Ces équipements sont classifiés ci-dessous suivant le procédé qui est utilisé pour la constitution de systèmes de grande capacité à partir du groupe secondaire de base.

Deux procédés sont en usage:

1er procédé: dit «par groupes tertiaires et quaternaires»;

2e procédé: dit «par assemblages de 15 groupes secondaires»; leur usage est décrit dans les Avis relatifs aux divers systèmes de ligne.

Pour les liaisons internationales, le 2e procédé ne peut être utilisé au-dessus de 4 MHz que par accord entre les Administrations intéressées, y compris, le cas échéant, celui des Administrations du ou des pays de transit.

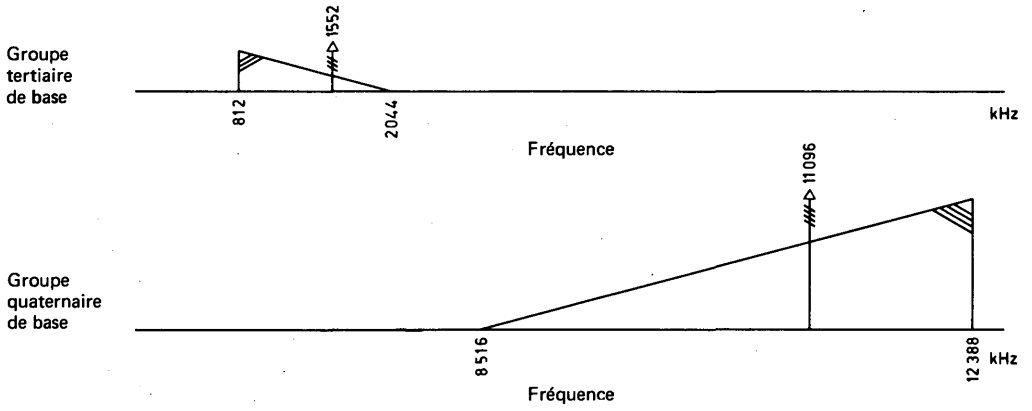
Dans les Avis, on emploie aussi les désignations des équipements définis ci-après pour les équipements qui effectuent la transposition d'un groupe (primaire, secondaire ou tertiaire) de base ou d'un assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires dans la bande des fréquences transmises en ligne et inversement.

Les équipements de modulation utilisés dans le 1er procédé sont:

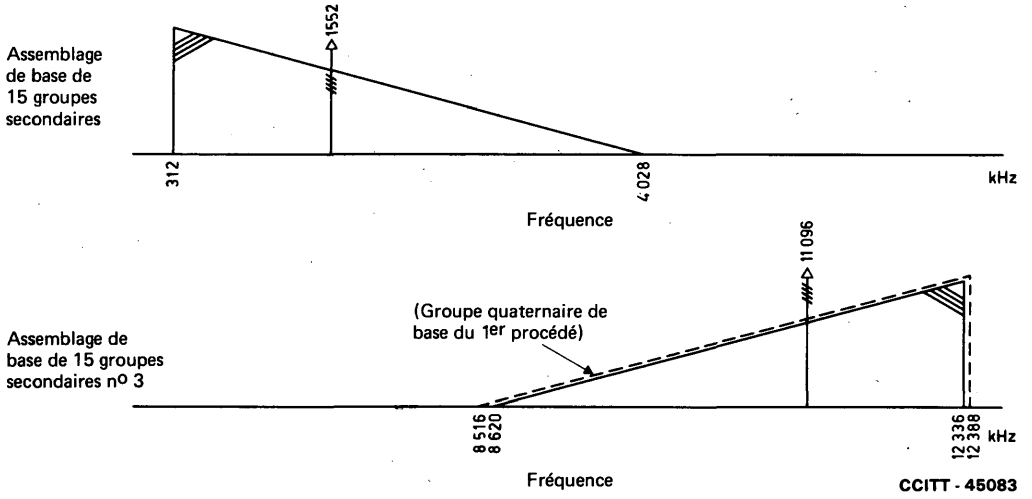
- les équipements de modulation de voie, qui effectuent la transposition de la bande des fréquences vocales dans le groupe primaire de base et inversement (voir les Avis G.232, G.234 [1] et G.235);
- les équipements de modulation de groupe primaire, qui effectuent la transposition de cinq groupes primaires de base B dans le groupe secondaire de base et inversement;
- les équipements de modulation de groupe secondaire, qui effectuent la transposition de cinq groupes secondaires de base dans le groupe tertiaire de base et inversement;
- les équipements de modulation de groupe tertiaire, qui effectuent la transposition de trois groupes tertiaires de base dans le groupe quaternaire de base et inversement;
- les équipements de modulation de groupe quaternaire, qui effectuent la transposition du groupe quaternaire de base dans la bande des fréquences transmises en ligne et inversement.

Remarque – La figure 1/G.211, *a)* et *b)*, récapitule les bandes de fréquences de base utilisées dans le 1er procédé dans lesquelles sont prévues les possibilités de transfert décrites dans l'Avis G.242.

a) Bandes de fréquences occupées par les groupes primaires et secondaires de base



b) Bandes de fréquences occupées par le groupe tertiaire de base et par le groupe quaternaire de base dans le 1er procédé (exploitation en groupes tertiaires)



c) Bandes de fréquences occupées par l'assemblage de base de 15 groupes secondaires et par l'assemblage nº 3 de 15 groupes secondaires

FIGURE 1/G.211

Bandes de fréquences occupées par les groupes primaires, secondaires, tertiaires et quaternaires de base et par l'assemblage de base de 15 groupes secondaires, et l'assemblage de 15 groupes secondaires nº 3, avec les ondes pilotes associées

Les équipements de modulation utilisés dans le 2e procédé sont:

- les équipements de modulation de voie et les équipements de modulation de groupe primaire, tels qu'ils sont définis pour le 1er procédé;
- les équipements de modulation de groupe secondaire, qui effectuent la transposition de 15 groupes secondaires de base dans l'assemblage de base (nº 1) de 15 groupes secondaires et inversement;
- les équipements de modulation d'assemblage de 15 groupes secondaires, qui effectuent la transposition de l'assemblage de base (nº 1) de 15 groupes secondaires dans la bande des fréquences de l'assemblage nº 3 de 15 groupes secondaires et inversement;
- les équipements de modulation de groupe quaternaire, qui effectuent la transposition de l'assemblage nº 3 de 15 groupes secondaires dans la bande des fréquences transmises en ligne et inversement.

Remarque 1 – Lorsqu'un assemblage de base de 15 groupes secondaires est transposé dans la bande de l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires, il se trouve compris dans la bande des fréquences du groupe quaternaire de base.

Remarque 2 – La figure 1/G.211, *a)* et *c)*, récapitule les bandes de fréquences de base utilisées dans le 2e procédé dans lesquelles sont prévues les possibilités de transfert décrites dans l'Avis G.242.

Remarque 3 – La bande de fréquences occupée par l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires (8620 à 12 336 kHz) se situe à l'intérieur de la bande de fréquences occupée par le groupe quaternaire de base (8516 à 12 388 kHz). Les équipements de modulation qui effectuent la transposition dans la bande des fréquences transmises en ligne et inversement peuvent donc être identiques.

Pour ce motif, ces équipements portent la même désignation d'équipements de modulation de groupe quaternaire.

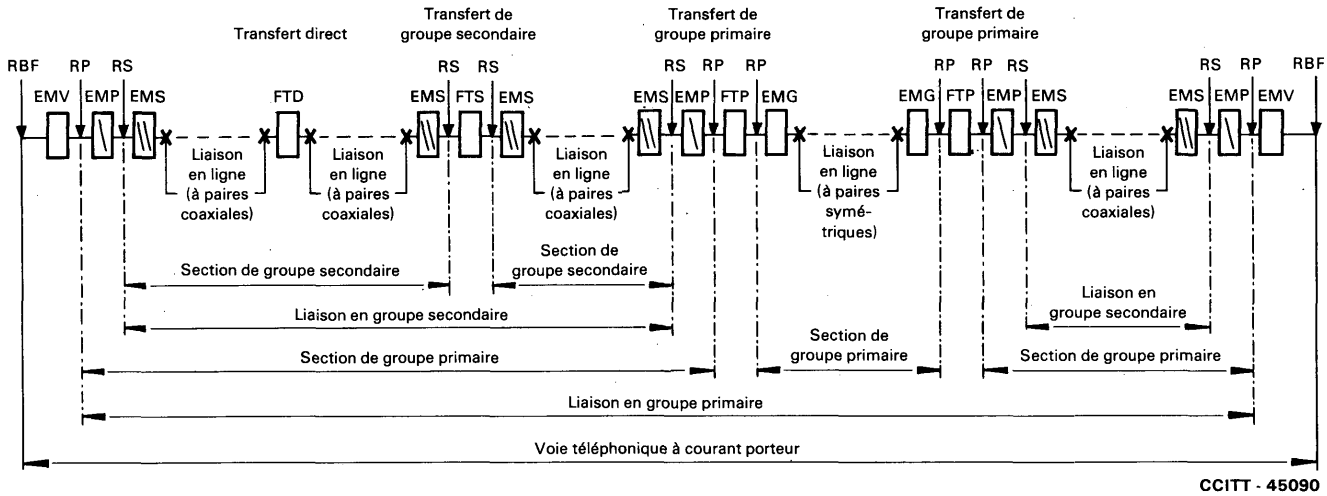
2 Filtres de transfert

Filtres de transfert de groupe primaire, secondaire, etc., et filtres de transfert direct (voir l'Avis G.242).

Les équipements énumérés au § 1 et à l'alinéa précédent peuvent être interconnectés de manière à établir des groupes primaires, secondaires, etc., de grande longueur, empruntant plusieurs systèmes à courants porteurs. La figure 2/G.211 donne un exemple d'une telle liaison et indique la façon dont les expressions suivantes, qu'il est recommandé d'utiliser dans un tel cas, s'appliquent aux parties constitutives d'un circuit établi sur ce groupe primaire, secondaire, etc.

En outre, la figure 3/G.211 se réfère aux définitions 3.2 à 3.11.

Celles des définitions suivantes qui ont pour objet des «liaisons», ou des «sections», s'appliquent, sauf mention contraire, à l'ensemble des deux sens de transmission. Une distinction entre les deux sens de transmission peut cependant être nécessaire lorsqu'il s'agit de «liaisons» ou «sections» unidirectionnelles à destinations multiples réalisées sur des systèmes de télécommunications par satellite à destinations multiples.



EMV = équipement de modulation de voie (translation de la bande des fréquences vocales dans le groupe primaire de base et inversement)
EMP = équipement de modulation de groupe primaire (translation du groupe primaire de base dans le groupe secondaire de base et inversement)
EMS = équipement de modulation de groupe secondaire (translation du groupe secondaire de base dans la bande des fréquences transmises sur la paire coaxiale et inversement)
EMG = équipement de modulation de groupe
FTD = filtre de transfert direct
FTS = filtre de transfert de groupe secondaire
FTP = filtre de transfert de groupe primaire
RBF = répartiteur basse fréquence
RP = répartiteur de groupes primaires
RS = répartiteur de groupes secondaires

Remarque – Cette figure ne représente qu'un sens de transmission.

FIGURE 2/G.211

3 Définitions

3.1 liaison en ligne (à paires symétriques, à paires coaxiales, etc.)

E: line link (using symmetric pairs, coaxial pairs, etc.)

S: enlace en línea (de pares simétricos, de pares coaxiales, etc.)

Ligne de transmission quelconque avec les équipements associés, mais telle que la largeur de bande disponible, sans que des limites précises lui soient assignées, reste la même sur toute sa longueur.

Il n'y a pas, à l'intérieur de cette liaison, de points de transfert par filtrage direct, ni de points de transfert de groupes primaires, secondaires, etc., et les extrémités de la liaison sont les points où la bande des fréquences transmises en ligne est modifiée d'une manière ou d'une autre.

3.2 liaison en groupe primaire

E: group link

S: enlace en grupo primario

Ensemble des moyens de transmission utilisant une bande de fréquences de largeur spécifiée (48 kHz) reliant deux équipements terminaux, par exemple, équipements de modulation de voies, appareils d'émission et de réception de signaux à large spectre (modems, etc.). Les extrémités de la liaison sont les points des répartiteurs de groupes primaires (ou deux points équivalents) auxquels les équipements terminaux seront connectés.

Elle peut comporter une ou plusieurs sections de groupe primaire.

3.3 liaison en groupe secondaire

E: supergroup link

S: enlace en grupo secundario

Ensemble des moyens de transmission utilisant une bande de fréquences de largeur spécifiée (240 kHz) reliant deux équipements terminaux, par exemple, équipements de modulation de groupe primaire, appareils d'émission et de réception de signaux à large spectre (modems, etc.). Les extrémités de la liaison sont les points des répartiteurs de groupes secondaires (ou deux points équivalents) auxquels les équipements terminaux sont connectés.

Elle peut comporter une ou plusieurs sections de groupe secondaire.

3.4 liaison en groupe tertiaire

E: mastergroup link

S: enlace en grupo terciario

Ensemble des moyens de transmission utilisant une bande de fréquences de largeur spécifiée (1232 kHz) reliant deux équipements terminaux, par exemple, équipements de modulation de groupe secondaire, appareils d'émission et de réception de signaux à large spectre (modems, etc.). Les extrémités de la liaison sont les points des répartiteurs de groupes tertiaires (ou deux points équivalents) auxquels les équipements terminaux sont connectés.

Elle peut comporter une ou plusieurs sections de groupe tertiaire.

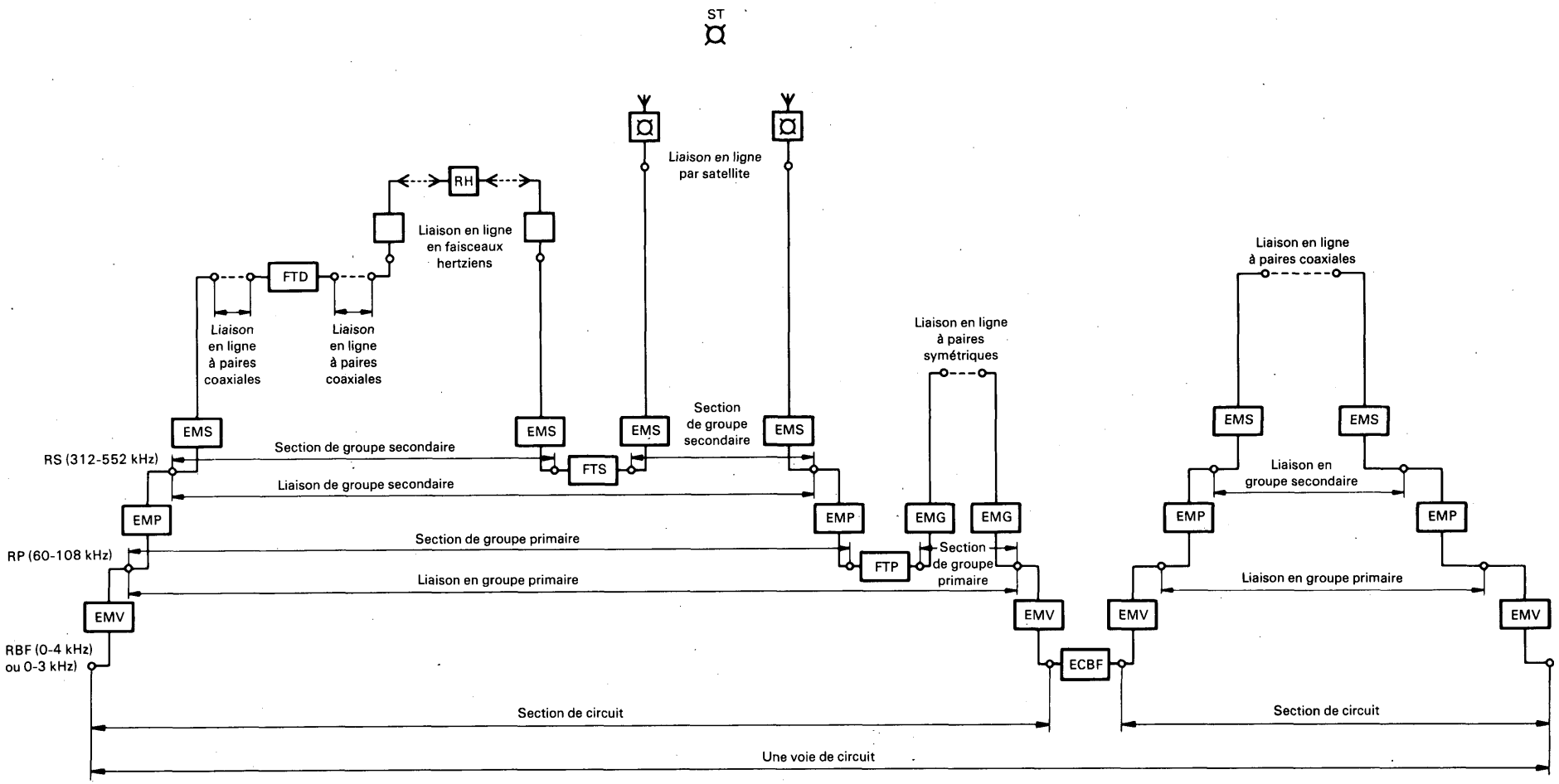
Remarque – Comme le 2^{e} procédé de modulation décrit au § 1 ne permet pas la constitution de groupes tertiaires, la notion de liaison en groupe tertiaire ne s'applique qu'au 1er procédé.

3.5 liaison en groupe quaternaire

E: supermastergroup link

S: enlace en grupo cuaternario

Ensemble des moyens de transmission utilisant une bande de fréquences de largeur spécifiée (3872 kHz) reliant deux équipements terminaux, par exemple, équipements de modulation de groupe tertiaire, appareils d'émission et de réception de signaux à large spectre (modems, etc.). Les extrémités de la liaison sont les points des répartiteurs de groupes quaternaires (ou deux points équivalents) auxquels les équipements terminaux sont connectés.



ECBF = équipement de connexion basse fréquence
EMV = équipement de modulation de voie (translation de la bande des fréquences vocales dans le groupe primaire de base ou inversement)
EMP = équipement de modulation de groupe primaire (translation du groupe primaire de base dans le groupe secondaire de base ou inversement)
EMS = équipement de modulation de groupe secondaire (translation du groupe secondaire de base dans la bande des fréquences transmises sur la paire coaxiale ou le faisceau hertzien ou inversement)
EMG = équipement de modulation de groupe

FTD = filtre de transfert direct
FTS = filtre de transfert de groupe secondaire
FTP = filtre de transfert de groupe primaire
RBF = répartiteur basse fréquence
RP = répartiteur de groupes primaires
RS = répartiteur de groupes secondaires
RH = relais hertzien
ST = satellite de télécommunications

FIGURE 3/G.211
Voie de transmission d'un groupe primaire établi sur plusieurs liaisons en ligne en cascade

Elle peut comporter une ou plusieurs sections de groupe quaternaire.

Remarque – Comme la bande de fréquences occupée par l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires (8620 à 12 336 kHz) se situe à l'intérieur de la bande de fréquences occupée par le groupe quaternaire de base (8516 à 12 388 kHz), la liaison en groupe quaternaire peut transmettre un groupe quaternaire ou un assemblage de 15 groupes secondaires.

3.6 **liaison en assemblage de 15 groupes secondaires**

E: 15 supergroup link

S: enlace en agregado de 15 grupos secundarios

Ensemble des moyens de transmission utilisant une bande de fréquences de largeur spécifiée (3716 kHz) reliant deux équipements terminaux (équipements de modulation de groupe secondaire permettant de réaliser un assemblage de 15 groupes secondaires). Les extrémités de la liaison sont les points des répartiteurs d'assemblage de 15 groupes secondaires (ou deux points équivalents) auxquels les équipements terminaux sont connectés.

Elle peut comporter une ou plusieurs sections d'assemblage de 15 groupes secondaires.

Remarque – La notion de liaison en assemblage de 15 groupes secondaires est relative au 2e procédé de modulation mentionné au § 1. Elle est équivalente à la notion de liaison en groupe quaternaire du 1er procédé de modulation (900 voies téléphoniques).

3.7 **section de groupe primaire**

E: group section

S: sección de grupo primario

Ensemble des moyens de transmission utilisant une bande de fréquences de largeur spécifiée (48 kHz) reliant deux répartiteurs de groupes primaires (ou deux points équivalents) consécutifs par l'intermédiaire d'au moins une liaison en ligne.

3.8 **section de groupe secondaire**

E: supergroup section

S: sección de grupo secundario

Ensemble de moyens de transmission utilisant une bande de fréquences de largeur spécifiée (240 kHz) reliant deux répartiteurs de groupes secondaires (ou deux points équivalents) consécutifs par l'intermédiaire d'au moins une liaison en ligne.

3.9 **section de groupe tertiaire**

E: mastergroup section

S: sección de grupo terciario

Ensemble des moyens de transmission utilisant une bande de fréquences de largeur spécifiée (1232 kHz) reliant deux répartiteurs de groupes tertiaires (ou deux points équivalents) consécutifs par l'intermédiaire d'au moins une liaison en ligne.

Remarque – Comme le 2e procédé de modulation décrit au § 1 ne permet pas la constitution de groupes tertiaires, la notion de section de groupe tertiaire ne s'applique qu'au 1er procédé.

3.10 **section de groupe quaternaire**

E: supermastergroup section

S: sección de grupo cuaternario

Ensemble des moyens de transmission utilisant une bande de fréquences de largeur spécifiée (3872 kHz) reliant deux répartiteurs de groupes quaternaires (ou deux points équivalents) consécutifs par l'intermédiaire d'au moins une liaison en ligne.

Remarque – Comme la bande de fréquences occupée par l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires (8620 à 12 336 kHz) se situe à l'intérieur de la bande de fréquences occupée par le groupe quaternaire de base (8516 à 12 388 kHz), la section de groupe quaternaire peut transmettre un groupe quaternaire ou un assemblage de 15 groupes secondaires.

3.11 **section d'assemblage de 15 groupes secondaires**

E: 15-supergroup assembly section

S: sección de agregado de 15 grupos secundarios

Ensemble des moyens de transmission utilisant une bande de fréquences de largeur spécifiée (3716 kHz) reliant deux répartiteurs d'assemblages de 15 groupes secondaires (ou deux points équivalents) consécutifs par l'intermédiaire d'au moins une liaison en ligne.

Remarque 1 – Même remarque que pour la définition 3.6 ci-dessus.

Remarque 2 – Dans un pays faisant usage du 1er procédé, un assemblage de 15 groupes secondaires peut être transféré au répartiteur de groupes quaternaires sans inconvénients. Dans ce cas, l'assemblage de 15 groupes secondaires est transféré dans la position *3* (8620 à 12 336 kHz) au lieu de la position *1* (312 à 4028 kHz) exigée par la définition du point de transfert d'un tel assemblage (voir le § 6 de l'Avis G.242). Par conséquent, ce point de transfert ne répond pas à cette définition et n'est pas l'extrémité d'une section d'assemblage de 15 groupes secondaires.

3.12 **point de transfert de groupe primaire**

E: through-group connection point

S: punto de transferencia de grupo primario

Quand une liaison en groupe primaire est composée de plusieurs sections de groupe primaire, ces sections sont reliées entre elles par l'intermédiaire de filtres de transfert de groupe primaire en des points dits points de transfert de groupe primaire.

3.13 **point de transfert de groupe secondaire**

E: through-supergroup connection point

S: punto de transferencia de grupo secundario

Quand une liaison en groupe secondaire est composée de plusieurs sections de groupe secondaire, ces sections sont reliées entre elles par l'intermédiaire de filtres de transfert de groupe secondaire en des points dits points de transfert de groupe secondaire.

3.14 **point de transfert de groupe tertiaire**

E: through-mastergroup connection point

S: punto de transferencia de grupo terciaro

Quand une liaison en groupe tertiaire est composée de plusieurs sections de groupe tertiaire, ces sections sont reliées entre elles par l'intermédiaire de filtres de transfert de groupe tertiaire en des points dits points de transfert de groupe tertiaire.

3.15 **point de transfert de groupe quaternaire**

E: through-supermastergroup connection point

S: punto de transferencia de grupo cuaternario

Quand une liaison en groupe quaternaire est composée de plusieurs sections de groupe quaternaire, ces sections sont reliées entre elles par l'intermédiaire de filtres de transfert de groupe quaternaire en des points dits points de transfert de groupe quaternaire.

3.16 **point de transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires**

E: through-15-supergroup assembly connection point

S: punto de transferencia de agregado de 15 grupos secundarios

Quand une liaison en assemblage de 15 groupes secondaires est composée de plusieurs sections d'assemblage de 15 groupes secondaires, ces sections sont reliées entre elles par l'intermédiaire de filtres de transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires en des points dits points de transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires.

A titre de variante, lorsque l'équipement d'assemblage de 15 groupes secondaires produit un filtrage suffisant (ce qui correspond à la définition des équipements de transfert – voir le § 6 de l'Avis G.242), on peut se passer de filtres de transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires.

Remarque – Lorsqu'on fait le transfert, au moyen de filtres de transfert de groupe quaternaire, d'un assemblage de 15 groupes secondaires, le point où s'effectue ce transfert constitue un point de transfert de groupe quaternaire et non un point de transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires.

3.17 **section de régulation de ligne (à paires symétriques ou coaxiales ou sur faisceau hertzien, etc.)**

E: regulated line section (symmetric pairs, coaxial pairs or radio-relay links, etc.)

S: sección de regulación de línea (de pares simétricos o coaxiales, o por radioenlaces, etc.)

Dans un système à courants porteurs, section de ligne sur laquelle la ou les ondes pilotes de régulation de ligne sont transmises de bout en bout sans subir, en des points intermédiaires, une régulation d'amplitude qui leur soit particulière.

3.18 **station principale de répéteurs**

E: main repeater station

S: estación principal de repetidores

Station, toujours située à l'extrémité d'une liaison en ligne (voir la définition 3.1), où peut avoir lieu, soit un filtrage direct en ligne, soit une démodulation, ou les deux à la fois; on dispose donc d'égaliseurs dans une telle station, et il est possible d'y trouver des points à niveau relatif uniforme (indépendant de la fréquence).

Une «station principale terminale» est une station où tous les groupes secondaires, par exemple, sont démodulés et amenés dans la position du groupe secondaire de base et qui se trouve donc nécessairement à l'extrémité d'une section de régulation de ligne; une «station principale intermédiaire» est une station située à l'intérieur d'une section de régulation de ligne, où a lieu un transfert direct.

Référence

[1] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 8 voies*, Livre orange, tome III.1, Avis G.234, UIT, Genève, 1977.

Avis G.212

CIRCUITS FICTIFS DE RÉFÉRENCE

DÉFINITIONS GÉNÉRALES

1 circuit fictif de référence

E: hypothetical reference circuit

S: circuito ficticio de referencia

C'est un circuit hypothétique de longueur définie et qui comporte un certain nombre d'équipements terminaux et intermédiaires, ce nombre étant assez grand mais non excessif. Il constitue un élément nécessaire pour l'étude de certaines caractéristiques de circuits à grande distance (bruit, par exemple).

2 circuit fictif de référence pour la téléphonie

E: hypothetical reference circuit for telephony

S: circuito ficticio de referencia para la telefonía

C'est un circuit téléphonique complet (entre bornes à fréquences vocales), établi sur un système hypothétique de téléphonie internationale à courants porteurs, qui a une longueur définie et comporte un nombre défini de modulations et démodulations de groupes primaires, groupes secondaires et groupes tertiaires, ces nombres étant raisonnablement grands mais n'ayant pas leurs valeurs extrêmes possibles. Le circuit fictif de référence doit refléter qu'il est généralement prévu pour être l'application pratique du système.

Divers circuits fictifs de référence pour la téléphonie ont été définis pour permettre de coordonner les différentes spécifications concernant les parties constitutives de systèmes de téléphonie multiple à courants porteurs, afin que les circuits téléphoniques complets établis sur ces systèmes satisfassent aux normes du CCITT.

Le CCITT a ainsi défini des circuits de référence pour la téléphonie:

- sur paires symétriques en câble (voir l'Avis G.322);
- sur paires coaxiales en câble pour systèmes à 4 MHz (voir l'Avis G.338 [1]) et pour systèmes à 12 MHz (voir l'Avis G.332);
- sur lignes en fils aériens (voir l'Avis G.311);
- sur divers types de systèmes à courants porteurs pour circuits de 5000 km (voir l'Avis G.215).

De même, le CCIR a défini les circuits fictifs de référence suivants pour la téléphonie:

1) sur faisceaux hertziens en visibilité directe: à répartition en fréquence, ayant une capacité de 12 à 60 voies téléphoniques ou de plus de 60 voies téléphoniques (voir l'Avis G.431 ou les Avis 391 [2] et 392 du CCIR [3]);
2) sur faisceaux hertziens transhorizon (voir l'Avis 396-1 du CCIR [4]);
3) pour systèmes à satellites (voir l'Avis 352-3 du CCIR [5]);

Ces divers circuits fictifs de référence correspondent à la même longueur totale [1] et aux mêmes conditions d'exploitation. Ils constituent seulement un guide pour les projets de construction des systèmes à courants porteurs.

En outre, du fait de l'introduction de trois couples de modulation de voie, ces circuits fictifs de référence pour la téléphonie peuvent servir à étudier non seulement le cas d'un circuit de 2500 km établi sur un système ou des systèmes à courants porteurs, mais aussi celui d'une liaison internationale ayant au total cette longueur et formée de trois circuits, établis sur des voies de systèmes à courants porteurs différents et interconnectés dans deux centres de transit international.

3 section homogène

E: homogeneous section

S: sección homogénea

C'est une section sans dérivation ni modulation d'aucun groupe tertiaire, groupe secondaire, groupe primaire ou voie établi sur le système considéré, à l'exception des modulations ou démodulations définies à l'extrémité de la section.

Tous les circuits fictifs de référence définis ci-dessus sont composés de sections homogènes d'égale longueur (6, 9 ou 12 sections [2] suivant le cas).

On admet qu'à l'extrémité de chaque section homogène l'interconnexion des voies, des groupes primaires, des groupes secondaires ou des groupes tertiaires, selon le cas, s'effectue au hasard.

4 puissance psophométrique

E: psophometric power

S: potencia sofométrica

Dans le cas où l'on peut admettre que les bruits s'ajoutent suivant la loi quadratique (addition des puissances), on a trouvé commode, pour le calcul et les projets de construction des circuits internationaux, d'employer la notion de puissance psophométrique définie par les formules:

$$\text{puissance psophométrique} = \frac{(\text{tension psophométrique})^2}{600}$$

ou

$$\text{puissance psophométrique} = \frac{(\text{force électromotrice psophométrique})^2}{4 \times 600}$$

---

[1] A l'exception du circuit fictif de référence pour systèmes à satellites et pour circuits de 5000 km.

[2] Le nombre n'est pas spécifié pour les faisceaux hertziens transhorizon.

Une unité commode est le micro-microwatt ou picowatt (pW), et cette relation peut donc se mettre sous la forme suivante:

$$\text{puissance psophométrique} = \frac{(\text{force électromotrice psophométrique en mV})^2}{0{,}0024} \text{ (pW)}.$$

Références

[1] Avis du CCITT *Systèmes à 4 MHz sur paires coaxiales normalisées 2,6/9,5 mm utilisant des tubes à vide*, Livre orange, tome III.1, Avis G.338, UIT, Genève, 1977.

[2] Avis du CCIR *Circuit fictif de référence pour les faisceaux hertziens de téléphonie à mutliplexage par répartition en fréquence ayant une capacité de 12 à 60 voies téléphoniques*, volume IX, Avis 391, UIT, Genève, 1978.

[3] Avis du CCIR *Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens de téléphonie à mutliplexage par répartition en fréquence ayant une capacité supérieure à 60 voies téléphoniques*, volume IX, Avis 392, UIT, Genève, 1978.

[4] Avis du CCIR *Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens transhorizon de téléphonie à mutliplexage par répartition en fréquence*, volume IX, Avis 396-1, UIT, Genève, 1978.

[5] Avis du CCIR *Circuit fictif de référence pour la téléphonie et la télévision dans le service fixe par satellite*, volume IV, Avis 352-3, UIT, Genève, 1978.

Avis G.213

INTERCONNEXION DE SYSTÈMES DANS UNE STATION PRINCIPALE DE RÉPÉTEURS

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972)

Le CCITT juge nécessaire de définir des points de séparation entre divers types d'équipements, à la fois dans les systèmes en câble et dans les faisceaux hertziens. Ces points de séparation sont définis dans les paragraphes qui suivent, et le CCIR a adopté les mêmes définitions dans son Avis 380-3 [1] (voir aussi l'Avis G.423).

1 Définition des points d'entrée et de sortie, pour la téléphonie, d'une liaison en ligne [1)]

Ce sont des points (marqués T et T' sur la figure 1/G.213) situés, en principe, dans une station principale de répéteurs [1)], points d'entrée et de sortie d'une liaison en ligne constituée par un faisceau hertzien ou un système en câble, où les conditions normales ci-dessous se rencontrent. Ces conditions normales permettent l'interconnexion avec une autre liaison en ligne ou avec des équipements téléphoniques comprenant, selon le cas, des filtres de transfert direct ou des équipements de modulation, ou les deux.

Au point T, côté réception, s'appliquent les conditions suivantes:

1) On trouve tous les groupes téléphoniques (primaires, secondaires, tertiaires, etc.) assemblés, dans le spectre de fréquences, dans la position qu'ils occupent en ligne.

2) Toutes les ondes pilotes de régulation, de surveillance ou de comparaison de fréquences transmises en ligne sont, ou peuvent être, supprimées (les affaiblissements de suppression recommandés figurent dans les Avis G.242 et G.243) selon que la station est à l'extrémité ou non d'une section de régulation de ligne [2)].

---

1) Voir les définitions de l'Avis G.211.

2) Le point d'interconnexion entre un faisceau hertzien et un long système en câble est toujours l'extrémité d'une section de régulation de ligne (Avis 381-2 du CCIR [2]), et par conséquent toutes ces ondes pilotes y sont supprimées. Pour faire la distinction entre un système en câble «court» et un système en câble «long», voir le point 2) du § 1 de l'Avis G.423.

3) Toutes les voies téléphoniques ont un niveau relatif indépendant de la fréquence, c'est-à-dire que le réseau de désaccentuation éventuel est compris dans les équipements de ligne.

4) Il n'est pas prévu de supprimer les ondes additionnelles de mesure (Avis G.423 du CCITT pour les systèmes en câble. Avis 381-2 du CCIR [2] pour les faisceaux hertziens).

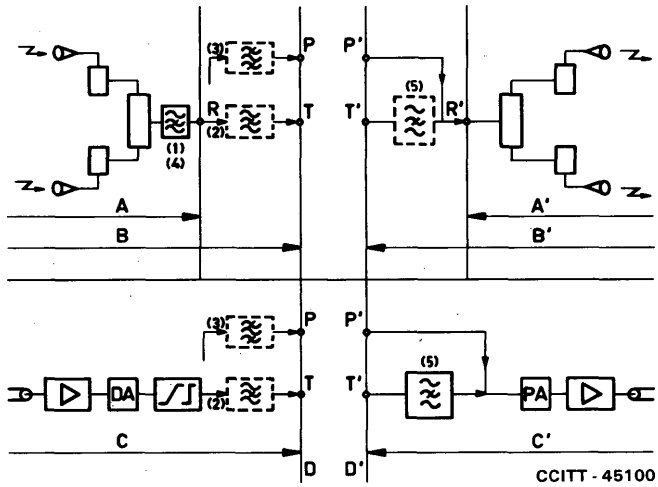
On définit un point T', côté émission, où sont remplies les conditions suivantes:

a) On trouve tous les groupes téléphoniques (primaires, secondaires, tertiaires, etc.) assemblés, dans le spectre de fréquences, dans la position qu'ils occupent en ligne, sauf lorsque des filtres de transfert direct ont été prévus dans l'équipement de ligne.

b) [Résulte de la situation en T, selon la condition 2 b) ci-dessus.]

c) Toutes les voies téléphoniques ont un niveau relatif indépendant de la fréquence, c'est-à-dire que le réseau de préaccentuation éventuel est compris dans les équipements de ligne.

d) Les ondes additionnelles de mesure sont transmises.



A, A' = faisceau hertzien
B, B' = liaison en ligne par faisceau hertzien
C, C' = liaison en ligne sur câble
D, D' = frontières des équipements de lignes à haute fréquence
R = sortie du faisceau hertzien
R' = entrée du faisceau hertzien
Point *P'* = prévu pour injection éventuelle des pilotes de régulation
Entre *T* et *T'* = équipements téléphoniques de modulation et/ou de transfert direct
DA = réseau de désaccentuation
PA = réseau de préaccentuation

(1) blocage des ondes de continuité, etc. et des ondes pilotes de régulation (éventuellement)
(2) blocage des ondes pilotes de régulation (éventuellement) et des autres ondes pilotes non autorisées à sortir de la liaison en ligne
(3) filtre de transfert des ondes pilotes de régulation (éventuel); un filtre de transfert direct pour des groupes téléphoniques (éventuel) peut être inséré
(4) blocage des ondes pilotes non spécifiées ou de signaux de surveillance
(5) filtre pour le blocage de toute onde parasite avant injection d'une onde pilote, assurant avec (2) la protection requise contre une onde pilote (ou autre) provenant d'une autre section de régulation de ligne (*B* ou *C* suivant le cas).

FIGURE 1/G.213

Remarques générales

Remarque 1 – La figure 1/G.213 est donnée seulement à titre d'exemple.

Remarque 2 – Si la station est à l'intérieur d'une section de régulation de ligne, on doit prévoir le passage des ondes pilotes de régulation de ligne, soit à travers le filtre de transfert direct, soit à travers des filtres spéciaux de transfert d'onde pilote. Pour ce dernier cas, ainsi que pour le cas où la station est une frontière entre deux sections de régulation de ligne, des points d'entrée et de sortie de la liaison en ligne pour les ondes pilotes, différents des points d'entrée et de sortie de la liaison en ligne pour la téléphonie (T et T'), doivent avoir été prévus; ce sont les points P et P' de la figure 1/G.213.

Remarque 3 – (Applicable à tous les systèmes, quel que soit le nombre de voies):

Lorsque le transfert direct d'une partie des groupes secondaires ou tertiaires est pratiqué à l'aide de filtres de transfert direct prévus à cet effet dans les équipements de ligne, il appartient à chaque Administration de fixer les valeurs de niveaux relatifs aux accès de ces filtres (accès différents des points T et T' mentionnés ci-dessus).

Remarque 4 – Les niveaux aux points T et T' ont été choisis de façon à permettre d'insérer divers équipements de transfert direct et de modulation qui peuvent être nécessaires dans la station principale de répéteurs. La différence de niveau entre les points R et T, ainsi qu'entre les points T' et R', permet d'insérer les câblages reliant ces points, qui peuvent se trouver à une certaine distance l'un de l'autre et, dans des circonstances favorables, un filtre de blocage n'ayant qu'un petit affaiblissement dans la bande passante.

2 Définition des points d'interconnexion internationale dans la bande de base d'un faisceau hertzien

Les points d'interconnexion internationale aux fréquences de la bande de base, appelés R' et R, représentent l'entrée et la sortie d'un faisceau hertzien établi conformément à l'Avis G.423 du CCITT et à l'Avis 380-3 du CCIR [1].

A la sortie du faisceau hertzien (point R), les conditions suivantes se rencontrent dans la bande de base:

1) Tous les groupes téléphoniques (primaires, secondaires, tertiaires, etc.) et les ondes pilotes de régulation, de comparaison de fréquence, de surveillance, inclus dans la «bande de base», se trouvent, dans le spectre de fréquences, dans la position dans laquelle ils sont transmis, d'après les Avis du CCITT et du CCIR mentionnés ci-dessus.

2) Les ondes pilotes de continuité et les ondes pilotes de commutation, ainsi que les autres signaux propres aux équipements radioélectriques qui sont transmis hors de la bande téléphonique sont tous supprimés, conformément à l'Avis 381-2 du CCIR [2].

3) Toute commutation sur faisceau hertzien de secours doit être considérée comme faisant partie du faisceau hertzien. Dans le cas de la réception en diversité, la sortie combinée des récepteurs utilisés correspond au point R.

4) Les réseaux de désaccentuation font partie des équipements radioélectriques, de sorte que les niveaux relatifs des voies téléphoniques sont indépendants de la fréquence dans la limite des tolérances ($\pm$ 2 dB par rapport à la valeur nominale) indiquées dans la note 7 de l'Avis 380-3 du CCIR [1].

On définit un point R' d'entrée du faisceau hertzien en bande de base, où sont remplies des conditions similaires.

3 Niveaux relatifs recommandés par le CCITT aux points d'entrée et de sortie pour la téléphonie (points T et T' de la figure 1/G.213)

Le tableau 1/G.213 indique les niveaux relatifs recommandés aux points T et T' pour la téléphonie, pour les systèmes en câble, définis par le nombre maximal de voies téléphoniques que chacun de ces systèmes peut procurer. Des niveaux identiques sont recommandés par le CCITT et le CCIR pour les faisceaux hertziens de même capacité (voir l'Avis G.423 et l'Avis 380-3 du CCIR [1]).

Les systèmes en câble auxquels cet Avis s'applique sont des systèmes modernes dont les équipements sont munis de transistors, et les versions nouvelles d'autres systèmes déjà définis par le CCITT.

Les niveaux recommandés en T et T' permettent d'insérer tous les équipements de modulation ou de transfert direct qui peuvent être nécessaires; cela ne définit pas les niveaux relatifs dans les équipements de modulation et de transfert direct, qui dépendent d'autres considérations.

TABLEAU 1/G.213

Niveaux relatifs recommandés pour l'interconnexion de divers systèmes en câbles

Nombre maximal de voies téléphoniques	Impédance (ohms)	Niveau relatif de puissance par voie dans une station principale		Observations
		Réception (point *T*) (dBr)	Emission (point *T'*) (dBr)	
24, 36, 48	150 (symétrique)	– 23	– 36	
60 120	150 (symétrique) ou 75 (dissymétrique)	– 23	– 36	
300	75 (dissymétrique)	– 23	– 36	
600, 960, 1 200, 1 260	75 (dissymétrique)	– 23 ou – 33	– 36 ou – 33	Remarque
2 700	75 (dissymétrique)	– 33	– 33	Voir aussi les Avis G.333 et J.73 [3]
3 600	75 (dissymétrique)	– 33	– 33	Voir aussi les Avis G.334 et J.77 [4]
10 800	75 (dissymétrique)	– 33	– 33	A titre provisoire

Remarque – Pour les systèmes à 600, 960, 1200 et 1260 voies, les Administrations ont le choix entre les couples de valeurs de niveau indiquées à titre de variantes aux points *T* et *T'* et qui s'appliquent dans les circonstances suivantes:

1) – 23 dBr au point *T*,
– 36 dBr au point *T'*,
lorsqu'il est nécessaire de se conformer aux niveaux analogues déjà employés par des équipements dont l'usage est bien établi;
2) — 33 dBr en chacun des points *T* et *T'*,
dans les autres cas, par exemple à de nouvelles stations entièrement munies d'équipements transistorisés.

Références

[1] Avis du CCIR *Interconnexion aux fréquences de la bande de base des faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence,* volume IX, Avis 380-3, UIT, Genève, 1978.

[2] Avis du CCIR *Conditions relatives aux ondes pilotes de régulation de ligne et aux autres ondes pilotes, et à la limitation des résidus de signaux à l'extérieur de la bande de base, dans l'interconnexion des faisceaux hertziens et des systèmes sur fil pour la téléphonie,* volume IX, Avis 381-2, UIT, Genève, 1978.

[3] Avis du CCITT *Emploi d'un système à 12 MHz pour la transmission simultanée de téléphonie et de télévision,* tome III, fascicule III.4, Avis J.73.

[4] Avis du CCITT *Caractéristiques des signaux de télévision transmis sur les systèmes à 18 MHz et à 60 MHz,* tome III, fascicule III.4, Avis J.77.

STABILITÉ EN LIGNE DE SYSTÈMES EN CÂBLE

(Mar del Plata, 1968)

L'objet de la régulation de ligne est triple:

1) maintenir les niveaux relatifs réels en ligne entre des limites telles que les bruits d'agitation thermique ou d'intermodulation n'atteignent jamais des valeurs inadmissibles;

2) maintenir les niveaux à l'extrémité de chaque section de régulation de ligne dans des limites permettant le fonctionnement des régulateurs de groupe primaire;

3) obtenir une régulation assez précise pour qu'il ne soit généralement pas nécessaire de munir d'un régulateur automatique de groupe primaire et/ou secondaire les liaisons en groupe primaire, secondaire, etc. établies sur une seule section de régulation de ligne.

Il semble que ces trois objectifs seront atteints si l'on est assuré, à l'extrémité de la section de régulation la plus longue que l'on envisage, d'une stabilité des niveaux, à toute fréquence de la bande transmise, de ± 1 dB.

Compte tenu de ces considérations, le CCITT *émet, à l'unanimité, l'avis:*

Les ingénieurs chargés de concevoir les systèmes de régulation en ligne doivent tenir compte des variations journalières et saisonnières de température auxquelles le câble et les répéteurs sont susceptibles d'être soumis, du vieillissement prévisible des éléments composants, ainsi que de la gamme nominale de variation des tensions d'alimentation, dans l'hypothèse où toutes les précautions voulues sont prises pour la pose du câble, la construction des bâtiments et la régulation des sources d'alimentation.

A titre d'objectif pour les effets résiduels des variations de l'alimentation, de la température et du vieillissement prévisible des éléments composants dans les intervalles de variation auxquels il y a lieu de s'attendre pendant une période quelconque séparant deux réglages manuels successifs, la variation du gain d'insertion d'une section de régulation de ligne à une fréquence quelconque de la bande transmise ne devrait pas dépasser 1 dB.

Pour l'application de cet Avis, il est admis que la longueur d'une section de régulation de ligne ne dépassera pas celle d'une section homogène du circuit fictif de référence applicable au type de système considéré et qu'il doit s'écouler au moins 15 jours entre deux réglages manuels successifs.

Les variations du gain d'une section de régulation de ligne en service sont également affectées par les opérations de maintenance et les réglages. L'objectif pour les projets exclut ces effets.

De plus, la stabilité dynamique du système de régulation devrait être telle que toute oscillation du gain s'amortisse à un rythme convenable à la suite d'une variation brusque du niveau de l'onde pilote. Si, par exemple, on augmente brusquement de 2 dB le niveau d'une onde pilote à l'origine de la section de régulation de ligne, le niveau de cette onde pilote ne doit pas augmenter ou diminuer de plus de 2 dB à l'extrémité de la section de régulation de ligne. Les fluctuations résultant du niveau de l'onde pilote doivent diminuer progressivement.

Remarque 1 – Il peut être désirable de spécifier la protection du système de régulation contre les perturbations provenant des signaux de télévision, lorsque ces derniers sont transmis.

Remarque 2 – La stabilité dynamique d'un système de régulation est à l'étude au CCITT (Question 15/XV [1]).

Référence

[1] CCITT – Question 15/XV, contribution COM XV-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE DE 5000 km [1)]

(Genève, 1980)

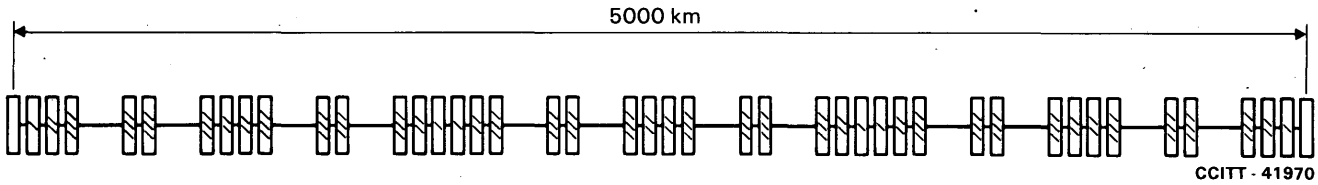
Ce circuit fictif de référence a une longueur de 5000 km et s'applique à divers types de systèmes à courants porteurs sur câble à paires coaxiales et de systèmes de faisceaux hertziens. Il se compose, dans chaque sens de transmission:

- d'une paire de modulateurs de voie assurant la translation de la bande des fréquences vocales à celle du groupe primaire de base et vice-versa;
- trois paires de modulateurs de groupe primaire, assurant chacune la translation du groupe primaire de base au groupe secondaire de base, et vice-versa;
- six paires de modulateurs de groupe secondaire, assurant chacune la translation du groupe secondaire de base à un modulateur-démodulateur d'ordre supérieur et vice-versa;
- douze paires de modulateurs d'ordre supérieur, fournissant chacune un étage de modulation nécessaire des signaux, vers et en provenance des fréquences de ligne.

La figure 1/G.215 montre le principe du circuit fictif de référence.

Ce circuit fictif de référence se compose de 12 sections homogènes d'égale longueur (voir l'Avis G.212). Deux sections homogènes peuvent être connectées en tandem sans équipement de modulation à la jonction, si le système de transmission est en mesure d'assurer une régulation de ligne appropriée et s'il n'introduit pas un bruit et une diaphonie préjudiciables dans une voie téléphonique quelconque.

L'objectif pour les projets relatif au bruit de circuit applicable à ce circuit fictif de référence est à l'étude.



Remarque – Chaque section homogène a une longueur d'environ 420 km.

FIGURE 1/G.215
Diagramme d'un circuit fictif de référence de 5000 km

Référence

[1] CCITT – Question 7/CMBD, contribution COM CMBD-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

1) Un autre circuit fictif de référence de plus grande longueur est à l'étude (voir la Question 7/CMBD [1]).

2.2 Recommandations générales

Avis G.221

RECOMMANDATIONS GLOBALES RELATIVES AUX SYSTÈMES À COURANTS PORTEURS

(modifié à Genève, 1972 et 1980)

1 Caractéristiques des circuits complets

Les caractéristiques des circuits complets pris entre bornes à fréquences vocales (équivalents en service terminal et en service de transit, bande des fréquences effectivement transmises et distorsion d'affaiblissement, variation d'équivalent en fonction du temps, distorsion de phase, stabilité, diaphonie, etc.) doivent satisfaire aux conditions générales pour les circuits téléphoniques à quatre fils indiquées dans la section 1 des Avis de la série G.

2 Diaphonie linéaire

2.1 *Conditions globales*

Les conditions requises en matière d'écart diaphonique entre circuits, dans le cas de la téléphonie, font l'objet de l'Avis G.134 [1] et de l'Avis cité en [2]; pour la diaphonie entre voies d'aller et de retour, c'est l'Avis cité en [3] qui s'applique.

Les systèmes de transmission à courants porteurs étant utilisés aussi pour l'établissement de circuits pour transmissions radiophoniques, il convient de prendre également en considération les conditions pertinentes données dans les Avis de la série J. L'Avis J.18 [4] fournit des directives générales sur la manière dont on obtient les écarts diaphoniques plus élevés qui conviennent aux transmissions radiophoniques effectuées sur un réseau téléphonique.

En tout état de cause, l'écart paradiaphonique entre les deux sens de transmission, à toutes les fréquences utilisées pour les ondes pilotes de régulation et de mesure des systèmes à courants porteurs, ne doit pas être inférieur à 40 dB.

2.2 *Diaphonie intelligible due à l'intermodulation avec un signal dont la fréquence est un multiple de 4 kHz*

Une diaphonie intelligible peut prendre naissance entre des circuits, du fait de l'intermodulation avec un signal dont la fréquence est un multiple de 4 kHz, par exemple une onde pilote de régulation de ligne. On peut adopter l'objectif suivant pour les projets de construction: minimum de 74 dB pour l'écart de diaphonie intelligible se produisant dans une seule section homogène du circuit fictif de référence approprié.

3 Bruit transmis entre les systèmes interconnectés

Un mauvais fonctionnement ou une défaillance quelconque dans une chaîne de répéteurs peut engendrer une quantité anormale de bruit dans une ou plusieurs des voies transmises par cette chaîne. Il est reconnu que ces niveaux excessifs de bruit sont généralement causés par l'action de certains types particuliers de régulateurs automatiques de ligne. Etant donné que ce bruit excessivement élevé peut être transmis aux autres maillons de la chaîne, ce qui peut alors avoir pour effet de surcharger ceux avec lesquels le système est interconnecté, il est souhaitable et recommandé que dans l'avenir des précautions soient prises afin d'empêcher une telle répercussion.

Certaines méthodes possibles pour résoudre ce problème sont décrites dans le supplément n° 4 [5].

Il sera du ressort du CCIR de définir les précautions à prendre en ce qui a trait aux liaisons hertziennes.

4 Brouillage par fréquence unique

L'Avis cité en [6] indique une limite pour le niveau du brouillage par fréquence unique dans les circuits téléphoniques. Selon l'origine de ces brouillages, les services à large bande et les services autres que les services téléphoniques (par exemple les circuits radiophoniques, etc.) peuvent aussi être perturbés. Il convient d'en tenir compte pour définir les limites des systèmes de transmission.

Références

[1] Avis du CCITT *Diaphonie linéaire*, tome III, fascicule III.1, Avis G.134.

[2] Avis du CCITT *Objectifs généraux de qualité de fonctionnement applicables à tous les circuits internationaux et nationaux de prolongement modernes*, tome III, fascicule III.1, Avis G.151, § 4.1.

[3] *Ibid.* § 4.2.

[4] Avis du CCITT *Diaphonie sur les circuits pour transmissions radiophoniques établis sur des systèmes à courants porteurs*, tome III, fascicule III.4, Avis J.18.

[5] *Certaines méthodes utilisées pour éviter la transmission de bruit excessif entre les systèmes interconnectés*, Livre vert, tome III.2, supplément n° 4, UIT, Genève, 1973.

[6] Avis du CCITT *Objectifs généraux de qualité de fonctionnement applicables à tous les circuits internationaux et nationaux de prolongement modernes*, tome III, fascicule III.1, Avis G.151, § 8.

Avis G.222

OBJECTIFS DE BRUIT POUR LES PROJETS DE CONSTRUCTION DES SYSTÈMES À COURANTS PORTEURS DE 2500 km

(modifié à Genève, 1964, à Mar del Plata, 1968, à Genève, 1976 et 1980)

1 Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne les bruits produits par la ligne et par l'équipement de modulation par répartition en fréquence, sur les circuits fictifs de référence pour la téléphonie de 2500 km

Afin que les systèmes à courants porteurs à nombreuses voies établis sur câbles ou sur faisceaux hertziens aient la même qualité de transmission en ce qui concerne le bruit, on devrait adopter dans les projets de construction les objectifs suivants pour le bruit *en un point de niveau relatif zéro*, sur toute voie téléphonique ayant la constitution du circuit fictif de référence sur le système considéré.

1.1 Pour obtenir une qualité satisfaisante en ce qui concerne la transmission téléphonique et la signalisation:

1.1.1 la puissance psophométrique moyenne ne doit pas dépasser 10 000 pW0p au cours d'une heure quelconque [1];

1.1.2 la puissance psophométrique moyenne sur une minute ne doit pas dépasser 10 000 pW0p pendant plus de 20% d'un mois quelconque;

1.1.3 la puissance psophométrique moyenne sur une minute ne doit pas dépasser 50 000 pW0p pendant plus de 0,1% d'un mois quelconque;

1.1.4 la puissance non pondérée du bruit, mesurée ou calculée avec une durée d'intégration de 5 ms, ne doit pas dépasser 1 000 000 pW0 (10^6 pW0) pendant plus de 0,01% (10^{-4}) d'un mois quelconque.

Remarque – Le CCITT se propose de supprimer la clause du § 1.1.1 et d'ajouter une nouvelle clause après avoir étudié les répercussions sur le texte d'autres Avis. Par souci de clarté et afin d'éviter toute ambiguïté, le texte complet des quatre nouvelles clauses proposées est le suivant:

1.1.1 La puissance psophométrique moyenne sur une minute ne doit pas dépasser 10 000 pW0p pendant plus de 20% d'un mois quelconque;

1.1.2 la puissance psophométrique moyenne sur une minute ne doit pas dépasser 20 000 pW0p pendant plus de 3% d'un mois quelconque;

1.1.3 la puissance psophométrique moyenne sur une minute ne doit pas dépasser 50 000 pW0p pendant plus de 0,1% d'un mois quelconque;

---

[1] Cette spécification qui n'indique aucune répartition statistique au cours du temps s'applique bien aux systèmes en câble, mais il se présente des difficultés pour l'appliquer aux faisceaux hertziens. Pour cette raison, un certain nombre d'Administrations n'ont pas tenu compte de cette spécification jusqu'à présent dans les projets de construction de faisceaux hertziens. En conséquence, son interprétation et son application pratique aux faisceaux hertziens sont à l'étude.

1.1.4 la puissance non pondérée du bruit, mesurée ou calculée avec une durée d'intégration de 5 ms, ne doit pas dépasser 1 000 000 pW0p (10^6 pW0) pendant plus de 0,01% (10^{-4}) d'un mois quelconque.

La clause du § 1.1.2 est nouvelle.

Les clauses des § 1.1.1 à 1.1.3 de la présente remarque sont destinées à inclure les effets de l'évanouissement probable dans les systèmes radioélectriques. S'agissant de systèmes en câble, la puissance psophométrique moyenne sur une minute est probablement la même pour une minute quelconque et seule la clause du § 1.1.1 est nécessaire.

Compte tenu de la proposition indiquée ci-dessus, les Commissions d'études compétentes du CCITT et du CCIR (Commissions d'études IV, XV et XVI du CCITT, 4 et 9 du CCIR) sont invitées à examiner les conséquences de cette modification sur les Avis relevant de leur compétence et à éliminer les contradictions avec les clauses de bruit au cours de la prochaine période d'études sous l'égide de la Commission mixte CMBD.

1.2 Mais, s'il est prévu d'utiliser des équipements de télégraphie harmonique à modulation d'amplitude pour 50 bauds conformes aux Avis de la série R en vue d'obtenir des communications télégraphiques de la qualité indiquée dans l'Avis F.10 [1], la puissance moyenne non pondérée du bruit sur 5 ms ne devrait pas dépasser 10^6 pW0 pendant plus de 0,001% (10^{-5}) d'un mois quelconque, ni pendant plus de 0,1% d'une heure quelconque.

Si l'on utilise des équipements de télégraphie harmonique à modulation de fréquence fonctionnant à 50 bauds, on s'attend que la qualité spécifiée au § 1.1 soit satisfaisante en ce qui concerne la transmission télégraphique.

On trouvera au § 2 les conditions dans lesquelles s'appliquent ces objectifs pour les projets de construction.

2 Conditions d'application des objectifs pour les projets de construction relatifs aux circuits fictifs de référence

2.1 Les valeurs mentionnées au § 1 sont des objectifs pour les projets de construction et ne sont pas destinées à être citées dans des spécifications pour les équipements, ni utilisées pour des essais de réception. La question du bruit sur une section homogène d'un système à courants porteurs réel fait l'objet de l'Avis G.226.

On trouvera dans les Avis suivants les conditions d'application de ces objectifs généraux aux différents types de systèmes, compte tenu des caractéristiques particulières de chacun de ces systèmes:

- systèmes sur paires symétriques en câble (Avis G.322);
- systèmes sur paires symétriques en câble du type «12 + 12» (Avis G.326);
- systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm, à 4 MHz (Avis G.338 [2]) et à 12 MHz (Avis G.332) et à 60 MHz (Avis G.333);
- systèmes sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm (Avis G.341, G.343, G.344 et G.345);
- faisceaux hertziens en visibilité directe à répartition en fréquence (Avis 393-3 du CCIR [3]).

En particulier, l'Avis G.442 indique les objectifs pour l'emploi de la télégraphie harmonique à modulation d'amplitude sur les faisceaux hertziens en visibilité directe.

Les faisceaux hertziens transhorizon doivent satisfaire soit aux objectifs du présent Avis, soit à d'autres objectifs, selon les conditions d'exploitation (voir l'Avis 397-3 du CCIR [4]).

Des objectifs différents sont recommandés pour les systèmes procurant 12 circuits à courants porteurs sur une paire de fils aériens (voir l'Avis G.311).

2.2 On s'attend que les ingénieurs qui font les projets de construction adaptent les courbes de distribution qu'ils utiliseront de façon à les faire passer au-dessous des deux points correspondant aux § 1.1.2 et § 1.1.3.

2.3 En ce qui concerne le § 1.1.3, le CCITT aurait préféré indiquer une valeur de 100 000 pW0p (puissance psophométrique moyenne sur une minute au point de niveau relatif zéro) qui n'aurait pas dû être dépassée pendant plus de 0,01% d'un mois quelconque. En raison des difficultés de mesure, on a indiqué une valeur de 50 000 pW0p pour 0,1% d'un mois quelconque.

2.4 A l'intérieur de chaque section homogène d'un circuit fictif de référence, les voies téléphoniques occupent la même position relative les unes par rapport aux autres. Si, à l'intérieur de ces sections, certains produits d'intermodulation (ceux d'ordre impair) tendent à se composer suivant une loi d'addition linéaire des tensions, on peut par contre considérer qu'entre sections intervient uniquement pour le bruit une loi d'addition en puissance.

Dans une partie d'un circuit fictif de référence comprenant une ou plusieurs sections homogènes égales, la puissance moyenne du bruit sur une heure quelconque [2] et la puissance moyenne du bruit sur une minute qui n'est pas dépassée pendant plus de 20% d'un mois quelconque seront considérées comme proportionnelles au nombre de sections homogènes considérées.

2.5 Dans les parties d'un circuit fictif de référence comprenant une ou plusieurs sections homogènes égales, les faibles pourcentages d'un mois quelconque pendant lesquels la puissance de bruit moyenne sur une minute pourra dépasser l'objectif fixé pour 0,1% du temps ou moins seront considérés comme proportionnels au nombre de sections homogènes considérées. Le même principe s'applique à l'objectif fixé au § 1.1.4.

2.6 Bien qu'en principe les objectifs généraux de bruit doivent tenir compte de tous les facteurs, on peut se trouver en présence de bruit supplémentaire dû à des sources extérieures de bruit. Le niveau de ce bruit restera souvent dans la marge prévue lors de l'étude du système. Dans d'autres cas, on pourra le négliger, tant que sa contribution au bruit total prévu dans les objectifs généraux de bruit reste faible (par exemple, moins de 10% en puissance ou en pourcentage de temps, selon la clause intéressée).

Dans tous les cas, toutes les précautions doivent être prises, pendant l'installation et la mise en service des systèmes, pour être assuré que l'apport de bruit d'origine externe est réduit à une valeur négligeable, par exemple inférieure à 10% des limites autorisées par les objectifs généraux.

2.7 L'Avis G.223 indique les autres hypothèses qu'il est recommandé de faire pour le calcul du bruit sur les circuits fictifs de référence pour la téléphonie.

3 Circuits de plus de 2500 km de longueur

3.1 Le CCITT reconnaît que, afin de satisfaire aux objectifs de fonctionnement nationaux et internationaux en matière de bruit, certains grands pays ont estimé nécessaire d'introduire des systèmes terrestres de transmission par courants porteurs MRF fondés sur le circuit fictif de référence décrit dans l'Avis G.215 [3]. Pour ces systèmes, l'objectif de qualité en matière de bruit correspond à environ 5000 pW0p sur le circuit fictif de référence de 2500 km, au lieu de 10 000 pW0p mentionnés aux § 1.1.1 et 1.1.2. Ces valeurs tiennent compte de l'apport de bruit dû à l'équipement de multiplexage.

3.2 Le circuit fictif de référence de base pour systèmes par satellite est défini et les objectifs provisoires de bruit correspondants sont recommandés dans les Avis du CCIR 352-3 [5] et 353-3 [6].

4 Objectif pour les projets de construction, en ce qui concerne le bruit produit par les équipements de modulation et autres équipements

Dans les objectifs généraux mentionnés au § 1 est inclus le bruit produit par les équipements de modulation et autres équipements. La puissance psophométrique moyenne, correspondant au bruit produit par tous les équipements de modulation et par les autres équipements mentionnés dans la définition du circuit de référence considéré, ne doit pas dépasser 2500 picowatts au point de niveau relatif zéro. Cette puissance psophométrique correspond à l'ensemble des bruits provenant de différentes sources (bruit thermique, intermodulation, diaphonies, alimentation, etc.). Sa répartition entre les différents équipements peut être laissée dans une certaine mesure à la discrétion des ingénieurs chargés des projets. Cependant, pour assurer une certaine harmonie entre les répartitions adoptées par les différentes Administrations, les valeurs maximales indiquées au tableau 1/G.222 sont recommandées pour les équipements de modulation.

L'affectation d'une partie importante du bruit aux équipements de modulation de voie se justifie parce que ces équipements sont les plus nombreux dans un réseau, et qu'il y a intérêt à les rendre aussi économiques que possible.

Pour les filtres de transfert, un objectif de bruit de 10 pW0p au maximum est recommandé. Cette valeur se rapporte à la bande nominale des transferts de groupe primaire; le bruit produit à l'extérieur de cette bande doit être très inférieur si l'on veut éviter de produire un bruit important sur les voies situées dans des bandes de fréquences adjacentes.

---

[2] Lorsque la puissance moyenne horaire du bruit varie, par exemple dans les faisceaux hertziens, la subdivision de cet objectif de bruit entre les sections sur la base de leur longueur n'est pas appropriée, car les heures les plus défavorables de toutes les sections ne présentent pas de corrélation. Des bases plus appropriées pour opérer cette subdivision sont à l'étude.

[3] Un autre circuit fictif de référence plus long est à l'étude (voir la Question 7/CMBD [7]).

Pour d'autres éléments de l'équipement supplémentaire (équipement de régulation, égaliseurs, équipement de commutation de réserve, etc.) une valeur d'environ 15 pW0p est donnée, à titre indicatif, à l'intention du concepteur.

Les indications ci-dessus ne s'appliquent pas à l'équipement de commutation de réserve dont le bruit doit être considéré en même temps que celui de la ligne.

La charge admise par hypothèse pour les filtres de transfert et les équipements supplémentaires doit être conforme aux Avis G.223, G.228 et G.230. Il convient de tenir compte de la présence possible de signaux additionnels en dehors de la bande de fréquences nominale et provenant de voies adjacentes.

TABLEAU 1/G.222

Equipement	Valeur maximale (ensembles des extrémités d'émission et de réception)	Hypothèses concernant la charge
Equipement de modulation de voie	200 pW0p [a]	Charge dans les voies adjacentes: – 15 dBm0 Charge dans les autres voies: – 6,4 dBm0 (Signal correspondant à celui de l'Avis G.227)
Equipement de modulation de groupe primaire	80 pW0p	Charge dans le groupe primaire à mesurer: + 3,3 dBm0 Charge dans les autres groupes primaires: – 3,1 dBm0 (chacun)
Equipement de modulation de groupe secondaire	60 pW0p	Charge dans le groupe secondaire à mesurer: + 6,1 dBm0 Charge dans les autres groupes secondaires: + 2,3 dBm0 (chacun)
Equipement de modulation de groupe tertiaire	60 pW0p	Charge dans chaque groupe tertiaire: + 9,8 dBm0
Equipement de modulation de groupe quaternaire [b]	60 pW0p	Charge dans chaque groupe quaternaire: + 14,5 dBm0
Equipement de modulation d'assemblage de base de 15 groupes secondaires [c]	60 pW0p	Charge dans chaque assemblage de 15 groupes secondaires: + 14,5 dBm0

[a] Il n'est pas tenu compte des valeurs attribuables aux résidus de fréquences pilotes et de courants porteurs.

[b] Valable également pour un équipement de modulation d'assemblage de 15 groupes secondaires du système à 60 MHz (Avis G.333), pour une modulation faisant passer de la position n° 3 à la position des fréquences de ligne, et inversement.

[c] Dans le cas d'un système à 60 MHz (Avis G.333), valable pour le premier étage de modulation qui fait passer l'assemblage de base de 15 groupes secondaires dans la bande de fréquences du groupe quaternaire de base, et inversement.

Remarque – L'Avis G.230 décrit des méthodes de mesure du bruit produit par les équipements de modulation.

Références

[1] Avis du CCITT *Objectifs de taux d'erreur sur les caractères pour les communications télégraphiques exploitées par appareils arythmiques à cinq moments*, tome II, fascicule II.4, Avis F.10.

[2] Avis du CCITT *Systèmes à 4 MHz sur paires coaxiales normalisées 2,6/9,5 mm utilisant des tubes à vide*, Livre orange, tome III.1, Avis G.338, UIT, Genève, 1977.

[3] Avis du CCIR *Puissance de bruit admissible sur le circuit fictif de référence, pour les faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, volume IX, Avis 393-3, UIT, Genève, 1978.

[4] Avis du CCIR *Puissance de bruit admissible sur le circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens transhorizon de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, volume IX, Avis 397-3, UIT, Genève, 1978.

[5] Avis du CCIR *Circuit fictif de référence pour la téléphonie et la télévision dans le service fixe par satellite*, volume IV, Avis 352-3, UIT, Genève, 1978.

[6] Avis du CCIR *Puissance de bruit admissible dans le circuit fictif de référence pour la téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence dans le service fixe par satellite*, volume IV, Avis 353-3, UIT, Genève, 1978.

[7] CCITT – Question 7/CMBD, contribution COM CMBD-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

HYPOTHÈSES POUR LE CALCUL DU BRUIT SUR LES CIRCUITS FICTIFS DE RÉFÉRENCE POUR LA TÉLÉPHONIE

(remarque de l'Avis G.222 du tome III du Livre rouge, *modifiée à Genève, 1964, à Mar del Plata, 1968, à Genève, 1972, 1976 et 1980)*

1 Puissance moyenne nominale des signaux à l'heure chargée

Afin de faciliter les calculs lors des projets d'établissement de systèmes à courants porteurs en câble ou sur faisceaux hertziens, le CCITT a fixé une valeur *conventionnelle* représentative du *niveau absolu de puissance moyenne* (en un point de niveau relatif zéro) des signaux (courants vocaux + courants de signalisation, etc.) transmis sur une voie téléphonique (dans un seul sens de transmission) au cours de l'heure chargée.

La valeur fixée pour ce niveau absolu de puissance moyenne, rapporté au point de niveau relatif zéro, est de −15 dBm0 (puissance moyenne = 31,6 microwatts); il s'agit à la fois d'une moyenne au cours du temps et d'une moyenne pour un large ensemble de circuits.

Remarque 1 – Cette valeur conventionnelle a été adoptée par le CCIF en 1956 à la suite d'une série de mesures et de calculs effectués entre 1953 et 1955 par diverses Administrations. La documentation recueillie à cette époque est indiquée en [1]. La valeur adoptée, correspondant à environ 32 microwatts, tenait compte des hypothèses suivantes:

i) puissance moyenne de 10 microwatts pour l'ensemble des signaux électriques et tonalités (l'Avis Q.15 [2] donne des renseignements sur l'allocation en énergie attribuée aux signaux et aux tonalités);

ii) puissance moyenne de 22 microwatts pour les autres courants:

- courants vocaux, échos inclus, en supposant un coefficient d'activité moyen de 0,25 pour une voie téléphonique dans un sens de transmission;
- résidus de courants porteurs (voir les Avis G.232, § 5; G.233, § 11; G.235, § 5; [3] et [4]);
- signaux télégraphiques, en supposant que peu de voies sont utilisées pour les systèmes de télégraphie harmonique (puissance des signaux à la sortie: 135 microwatts [5]) ou la phototélégraphie (signal modulé en amplitude, la puissance maximale du signal étant égale à environ 1 milliwatt [6]).

On a, par contre, estimé négligeable la puissance des ondes pilotes dans la charge des systèmes à courants porteurs modernes.

La référence à l'heure chargée figurant au § 1 a pour but d'indiquer que la limite (de −15 dBm0) s'applique au moment où les systèmes de transmission et les centraux téléphoniques sont le plus chargés, de sorte que les divers coefficients concernant l'occupation et l'activité des différents services et signaux doivent être ceux qui sont appropriés à ces conditions d'occupation.

Il n'est pas question de proposer que la période d'intégration d'une d'heure puisse être utilisée dans la spécification des signaux émis par chaque dispositif connecté aux systèmes de transmission. En effet, cela pourrait impliquer la tolérance de niveaux de puissance de courte durée insupportablement élevés qui engendreraient des perturbations, pendant des durées significatives, dans les services téléphoniques et autres.

Remarque 2 – La question s'est posée en 1968 d'une révision des hypothèses qui conduisent à cette valeur conventionnelle, pour les raisons suivantes:

- modification de la puissance effective des signaux vocaux, provenant de l'utilisation de postes téléphoniques plus modernes, d'un plan de transmission différent et également peut-être d'un certain changement dans les habitudes des abonnés;
- modification du coefficient d'activité moyen d'une voie téléphonique, due entre autres à un changement des méthodes d'exploitation;
- augmentation du nombre de circuits supports de télégraphie harmonique et de circuits pour transmissions radiophoniques;
- apparition de circuits utilisés pour la transmission de données et augmentation rapide de leur nombre.

Ces points sont à l'étude depuis plusieurs période d'études et plusieurs Administrations ont effectué des mesures de la puissance du signal vocal et de la charge des systèmes à courants porteurs. Les résultats font l'objet du supplément n° 5. Ils indiquent qu'on ne dispose pas, à l'heure actuelle, de renseignements suffisamment précis pour pouvoir modifier le niveau moyen conventionnel de −15 dBm0 (32 μW0) pour la puissance moyenne à long terme par voie.

Il est vrai que les dispositions prévues par les Administrations, afin de contrôler et de réduire le niveau des signaux non vocaux montrent une tendance à limiter l'effet du développement des services non téléphoniques.

Les aspects économiques qui découleraient d'un changement (notamment d'une augmentation) de la valeur moyenne de la charge conventionnelle par voie devraient faire l'objet d'un examen approfondi avant qu'un tel changement puisse être recommandé.

En tout cas, tout concourt à montrer que l'étude des facteurs pertinents doit se poursuivre. En conséquence, la Question a été maintenue dans sa forme révisée (Question 1 et 5/CMBD [7], [8], période d'études 1981-1984).

En ce qui concerne la répartition des 32 µW en 10 µW pour la signalisation et les tonalités et 22 µW pour les courants vocaux, échos, résidus de courants porteurs et signaux télégraphiques, on ne dispose pas davantage de preuves qui justifieraient des propositions tendant à modifier cette répartition.

En règle générale, les Administrations devraient toujours avoir pour objectif de faire en sorte que la charge *réelle* des systèmes de transmission ne diffère pas d'une manière significative de la valeur *conventionnelle* admise dans les projets de construction de ces systèmes.

Remarque 3 – En attendant les conclusions de l'étude évoquée à la fin de la remarque 2 ci-dessus, le CCITT a, en ce qui concerne le nombre maximal admissible de circuits supports de télégraphie harmonique, admis les règles suivantes:

1) *Pour un système à 12 voies*, la capacité de charge et les conditions d'intermodulation sont toutes deux déterminées d'après des statistiques sur la parole. Il n'y a donc aucune raison de limiter le nombre des voies d'un système à 12 voies qui peuvent être utilisées comme supports de télégraphie harmonique.

2) *Pour un système à 60 voies*, la capacité de charge est déterminée d'après des statistiques sur la parole, mais les conditions d'intermodulation pour une charge mixte (télégraphie harmonique et parole) deviennent prédominantes lorsque le nombre des circuits supports de télégraphie harmonique dépasse environ 30% du total. On peut donc, sans modifier les spécifications, admettre un maximum de 20 voies d'un tel système comme support de télégraphie harmonique.

3) *Pour un système à 120 voies*, on peut admettre environ 12% du total comme support de télégraphie harmonique. Tant pour les systèmes à 60 voies que pour les systèmes à 120 voies, le nombre des circuits de réserve pour la télégraphie harmonique est exclu de ces limites. Les nombres de voies admis pour ces systèmes doivent être répartis à peu près uniformément dans toute la bande transmise en ligne.

4) *Pour les systèmes à 300 voies et davantage*, le CCITT n'a pas pu définir pour le moment de limite précise, car il faut tenir compte d'un grand nombre de facteurs compliqués, tels que puissance moyenne, puissance de crête, capacité de surcharge, intermodulation, conditions de bruit, préaccentuation, etc.

5) *Pour les groupes primaires et secondaires*, on n'est arrivé à aucune conclusion. D'après les renseignements dont on dispose, il ne serait pas prudent de dépasser, sans précaution spéciale, deux systèmes de télégraphie harmonique par groupe secondaire dans un système à large bande.

6) *Dans le cas des systèmes de transmission dont la longueur ne dépasse pas 1000 km*, le nombre de systèmes de télégraphie admissibles peut être augmenté, dans la mesure où la puissance par voie télégraphique est réduite conformément aux indications données dans le tableau 1/G.223.

   Il n'est pas actuellement possible d'élaborer un tableau analogue pour les systèmes de transmission de longueur supérieure à 1000 km. Certaines indications laissent à penser que, dans le cas de systèmes de longueur considérablement plus grande, une réduction de la puissance du signal télégraphique donne naissance à des niveaux de distorsion télégraphique et à des taux d'erreur sur les caractères qui sont inacceptables.

TABLEAU 1/G.223

Nombre total de circuits fournis par le système de transmission (N)	Nombre approximatif de circuits pouvant être utilisés pour des systèmes de télégraphie harmonique à 24 voies à modulation de fréquence avec le niveau de puissance indiqué par voie télégraphique (dBm0)			
	– 22,5	– 25,5	– 27,0	– 28,5
12 60 120 300 ou plus	12 20 14 N/30	12 60 42 N/10	12 60 84 N/5	12 60 120 N

2 Charge pour le calcul du bruit d'intermodulation

2.1 On admettra, pour le calcul du bruit d'intermodulation au-dessous du point de saturation, que le signal multiplex, au cours de l'heure chargée, peut être représenté par un signal constitué par un bruit erratique à spectre uniforme dont le niveau absolu de puissance moyenne, en un point de niveau relatif zéro uniforme est donné par les formules suivantes:

$$10 \log_{10} \bar{P}(n) = (-15 + 10 \log_{10} n) \text{ dBm0 pour } n \geqslant 240$$

et

$$10 \log_{10} \bar{P}(n) = (-1 + 4 \log_{10} n) \text{ dBm0 pour } 12 \leqslant n < 240,$$

n étant le nombre total des voies téléphoniques du système et $\bar{P}(n)$ la puissance du signal de bruit erratique en milliwatts.

A titre d'exemple, pour quelques valeurs typiques de n, ces formules donnent les résultats indiqués dans le tableau 2/G.223.

TABLEAU 2/G.223

n	$10 \log_{10} \bar{P}(n)$ (dBm0)	n	$10 \log_{10} \bar{P}(n)$ (dBm0)
12	3,3	240	8,8
24	4,5	300	9,8
36	5,2	600	12,8
48	5,7	960	14,8
60	6,1	1 800	17,6
120	7,3	2 700	19,3
		10 800	25,3

Ces valeurs ne sont applicables qu'aux systèmes fonctionnant sans préaccentuation et où l'on emploie des amplificateurs différents pour les deux sens de transmission.

2.2 Dans le cas de systèmes à deux fils ayant des amplificateurs communs aux deux sens de transmission (systèmes $n + n$), il est nécessaire d'admettre une charge conventionnelle différente. Lorsque les niveaux relatifs sont les mêmes pour les deux sens de transmission, la charge conventionnelle est donnée par les formules suivantes:

$$10 \log_{10} \bar{P}(n) = (-15 + 10 \log_{10} 2n) \text{ dBm0 pour } n \geqslant 120$$

et

$$10 \log_{10} \bar{P}(n) = (-1 + 4 \log_{10} 2n) \text{ dBm0 pour } 12 \leqslant n < 120$$

où

$\bar{P}(n)$ est défini comme au § 2.1, et n est le nombre de voies dans chaque sens de transmission.

2.3 Lorsqu'on utilise un concentrateur ayant pour effet de multiplier par un coefficient a le nombre de circuits établis dans un système, il convient, pour déterminer la charge conventionnelle, de multiplier le nombre de voies par le coefficient a, le coefficient d'activité restant inchangé (voir aussi la remarque 5). Les formules suivantes remplacent, en pareil cas, celles du § 2.2:

$$10 \log_{10} \bar{P}(n) = (-15 + 10 \log_{10} an) \text{ dBm0 pour } an \geqslant 240$$

et

$$10 \log_{10} \bar{P}(n) = (-1 + 4 \log_{10} an) \text{ dBm0 pour } 12 \leqslant an < 240,$$

n étant le nombre total de voies téléphoniques du système et $\bar{P}(n)$ la puissance du signal de bruit erratique en milliwatts.

Remarque 1 – La valeur du niveau absolu de puissance moyenne d'un signal de mesure constitué par un bruit erratique à spectre uniforme, déduite de ces formules, est utilisable pour le calcul du bruit sur un circuit fictif de référence en l'absence de saturation. On estime que ces formules fournissent une bonne approximation pour le

calcul du bruit d'intermodulation quand $n \geqslant 60$. Toutefois, pour des systèmes à petit nombre de voies, les résultats de mesures effectuées avec un bruit erratique à spectre uniforme sont plus éloignés de la réalité, en raison de la grande différence qui existe alors entre la nature du signal réel et celle du signal de mesure.

Remarque 2 – Compte tenu du caractère conventionnel de ces calculs, on n'a pas jugé utile de tenir compte de la puissance transmise pour les transmissions radiophoniques sur le système à courants porteurs. En outre, on a admis la valeur moyenne de 0,25 pour le coefficient d'activité d'une voie téléphonique, et l'on n'a pas jugé utile d'étudier les écarts possibles par rapport à cette valeur moyenne.

Remarque 3 – Il faut interpréter avec précaution les résultats de mesures effectuées avec un signal constitué par un bruit erratique à spectre uniforme, particulièrement pour les systèmes dans lesquels la principale source de bruit, sur certaines voies téléphoniques, est constituée par un produit d'intermodulation de type particulier (par exemple A – B). Dans de tels cas, il faut déterminer avec soin le facteur de pondération employé pour établir une relation entre le bruit mesuré sur une voie et celui qui serait observé dans les conditions réelles d'exploitation. La courbe donnée par la fonction de transfert du réseau utilisé pour définir le signal téléphonique conventionnel (voir l'Avis G.227) peut être utilisée en ce cas pour déterminer le facteur de pondération du signal à large bande.

Remarque 4 – Les formules du § 2.2 ci-dessus pour les systèmes à 12 voies du type $(n + n)$ sont les mêmes que celles du § 2.1 (systèmes à quatre fils) en supposant que le nombre de voies est doublé, mais qu'il n'y a aucune corrélation entre les activités des voies dans chaque sens de transmission. En faisant cette hypothèse, on néglige le fait que dans un système du type $(n + n)$ les deux sens de transmission d'un même circuit téléphonique ne sont pas actifs au même moment. Des calculs ont montré que l'erreur ainsi commise est négligeable et en tout cas dans le sens de la sécurité.

Remarque 5 – Les formules indiquées au § 2.3 sont valables seulement dans le cas où toutes les voies sont équipées de concentrateurs. Elles ne sont pas applicables quand certaines voies seulement en sont équipées, du fait que la répartition de ces voies n'est en général pas uniforme dans la bande de fréquences du signal multiplex.

3 Caractéristiques des éléments et niveaux

On emploiera dans les calculs les valeurs nominales des caractéristiques des éléments de circuit et les valeurs nominales des niveaux.

Remarque – Quand il s'agira de spécifier des équipements, on devra introduire une marge raisonnable pour tenir compte du vieillissement des éléments et des tolérances sur les niveaux, les tensions d'alimentation, la température, etc.

4 Poids psophométriques et facteur de pondération

Pour le calcul de la puissance psophométrique, on doit utiliser le *tableau des poids du psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux* qui est reproduit au tableau 4/G.223.

Si un bruit erratique à spectre uniforme est mesuré dans une bande de 3,1 kHz à caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence plate, le niveau de ce bruit doit être diminué de 2,5 dB pour obtenir le niveau de puissance psophométrique. Pour une autre largeur de bande B, le facteur de pondération sera égal à:

$$\left(2{,}5 + 10 \log_{10} \frac{B}{3{,}1 \text{ kHz}}\right) \quad \text{dB}$$

par exemple, pour $B = 4$ kHz, cette formule donne un facteur de pondération de 3,6 dB.

5 Calcul du bruit dans les équipements de modulation

(Voir également l'Avis G.230.)

5.1 Dans les *équipements de modulation de groupe* on prendra, pour le calcul du *bruit d'intermodulation* (au-dessous du point de saturation), les valeurs conventionnelles de charge suivantes, déjà admises, en un point de niveau relatif zéro:

- pour les modulateurs de groupe primaire (12 voies): 3,3 dBm0;
- pour les modulateurs de groupe secondaire (60 voies): 6,1 dBm0;
- pour les modulateurs de groupe tertiaire (300 voies): 9,8 dBm0.

5.2 Pour calculer le bruit de diaphonie, dans les équipements de modulation de voie, dû aux voies adjacentes à la voie perturbée, on appliquera la méthode suivante. Dans l'ensemble des équipements terminaux faisant partie du circuit fictif de référence, une voie téléphonique est exposée six fois à des perturbations provenant de voies adjacentes. On admettra que cinq de ces voies perturbatrices transmettent des signaux correspondant à une charge analogue à celle des courants vocaux, avec une puissance moyenne de 32 μW, soit un niveau absolu de puissance de −15 dBm0 sur chaque voie au point de niveau relatif zéro; on admettra d'autre part que la sixième voie perturbatrice sert de support pour la télégraphie, la phototélégraphie ou la transmission de données, avec une charge conventionnelle de 135 μW au point de niveau relatif zéro, soit un niveau absolu de puissance de −8,7 dBm0, l'énergie étant uniformément répartie dans toute la bande de fréquences de 380 à 3220 Hz.

Pour simuler les signaux vocaux transmis dans les voies perturbatrices, on emploiera le signal téléphonique conventionnel défini dans l'Avis G.227.

Remarque – La diaphonie produite par les voies adjacentes à la voie perturbée est limitée par une clause supplémentaire qui figure dans la spécification des équipements de voie (voir le § 9.2 de l'Avis G.232). D'autre part, la puissance des impulsions de signalisation est limitée par l'Avis G.224.

5.3 Dans tous les cas, il faut naturellement tenir compte du bruit thermique.

6 Niveau de saturation des amplificateurs, puissance équivalente de crête du signal multiplex et marge contre la saturation

6.1 niveau de saturation

Le niveau de saturation d'un amplificateur (ou niveau de puissance utilisable) est le niveau absolu de puissance à la sortie pour lequel le niveau absolu de puissance du troisième harmonique augmente de 20 dB quand le niveau du signal appliqué à l'entrée de cet amplificateur augmente de 1 dB.

Cette définition n'est plus applicable quand la fréquence de mesure est si élevée que le troisième harmonique tombe hors de la bande transmise par l'amplificateur. On peut alors appliquer la définition suivante:

Seconde définition – Le niveau de saturation (ou niveau de puissance utilisable) d'un amplificateur est supérieur de 6 dB à la valeur commune, à la sortie de l'amplificateur, des niveaux absolus de puissance de deux ondes sinusoïdales de même amplitude et de fréquences respectives A et B quand on les règle de telle sorte que, si l'on augmentait de 1 dB le niveau de chacune à l'entrée de l'amplificateur, le niveau de sortie du produit d'intermodulation de fréquence (2A − B) augmenterait de 20 dB.

La révision de ces définitions est à l'étude (voir la Question 3/CMBD [9]).

6.2 puissance équivalente de crête d'un signal téléphonique multiplex

C'est la puissance d'un signal sinusoïdal ayant comme amplitude la valeur de la tension de crête du signal multiplex. La figure 1/G.223 représente le niveau de puissance équivalente de crête en fonction d'un nombre de voies. Jusqu'à 1000 voies, elle est établie en partant de la courbe B, figure 7 de la référence [10], et en tenant compte de la valeur conventionnelle que le CCITT a admise (−15 dBm0 pour la puissance moyenne) au lieu de −16 dBm0, soit un accroissement de 1 dB. Le tableau 3/G.223 donne les valeurs numériques pour un nombre typique de voies.

TABLEAU 3/G.223

Nombre de voies, n	12	24	36	48	60	120	300	600	960
Niveau de puissance équivalente de crête (dBm0)	19	19,5	20	20,5	20,8	21,2	23	25	27

Pour les systèmes d'une capacité supérieure à 1000 voies, le niveau de puissance équivalente peut être calculé, provisoirement, à l'aide de la formule suivante:

$$10 \log_{10} P_{eq} = \left[-5 + 10 \log_{10} n + 10 \log_{10} \left(1 + \frac{15}{\sqrt{n}}\right)\right] \text{ dBm0}$$

où

P_{eq} est la puissance équivalente de crête en milliwatts et

n le nombre de voies.

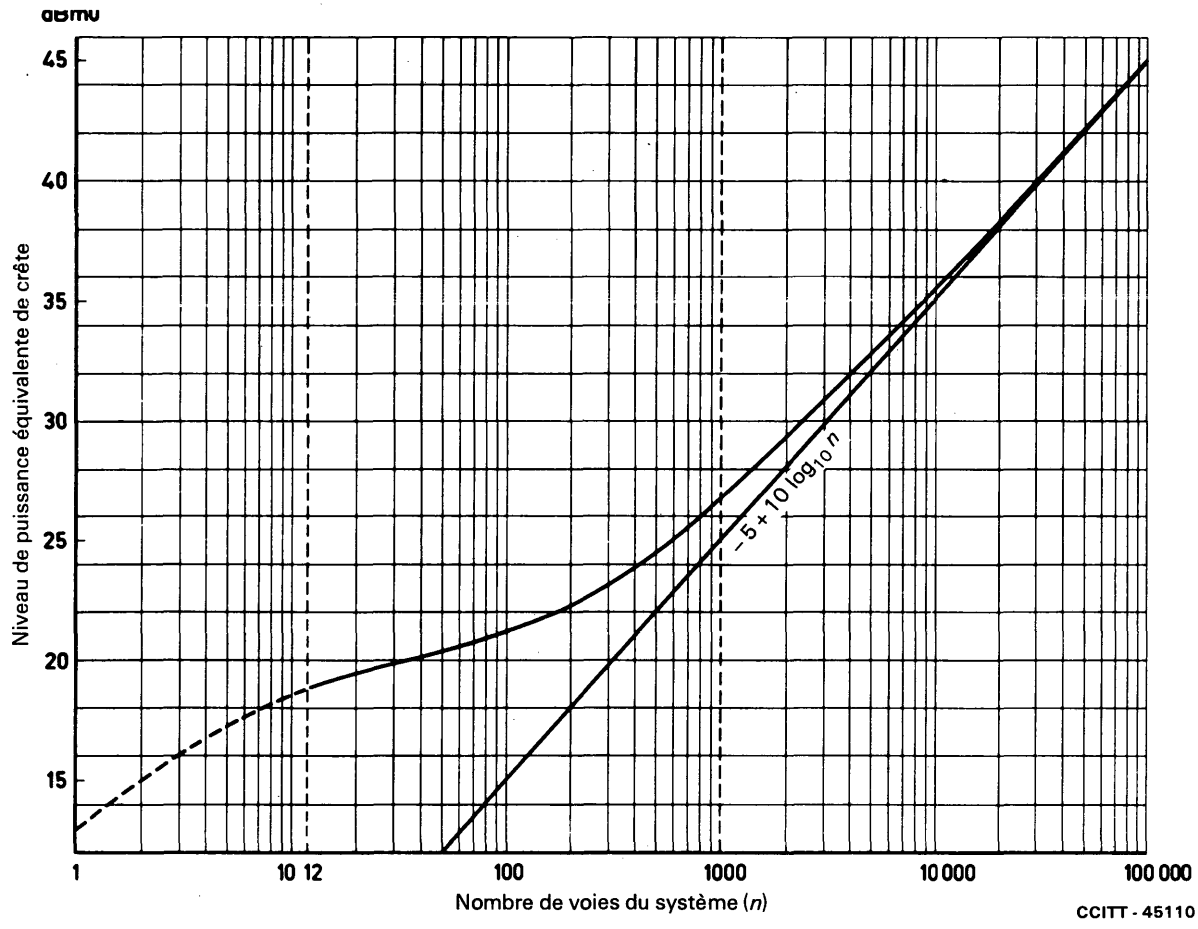


FIGURE 1/G.223

Niveau absolu de puissance équivalente de crête d'un signal multiplex en un point de niveau relatif zéro, en fonction du nombre de voies téléphoniques du sytème, sans préaccentuation ni limitation d'amplitude dans l'hypothèse d'un niveau de puissance moyenne par voie de – 15 dBm0, avec un écart type de 5,8 dB

Le tableau 3a/G.223 donne les valeurs numériques correspondantes provisoires pour un nombre type de voies.

TABLEAU 3a/G.223

Nombre de voies, *n*	1260	1800	2700	3600	10 800
Niveau de puissance équivalente de crête (dBm0)	27,5	29	30,5	31,5	36

La courbe de la figure 1/G.223 et la formule à utiliser pour les systèmes de plus de 1000 voies sont établies pour le cas où il n'y a pas de limiteur d'amplitude à l'entrée de la voie et dans le cas où il n'y a pas de préaccentuation dans la bande totale du signal multiplex; les autres cas sont à l'étude.

Remarque – Des modèles mathématiques permettant de calculer le niveau de puissance équivalente de crête des signaux téléphoniques multiplex sont décrits dans le supplément n° 22 à la fin du présent fascicule.

6.3 marge contre la saturation

Dans les projets, on devrait conserver une marge de quelques décibels entre le niveau absolu de puissance équivalente de crête du signal multiplex et le niveau de saturation des amplificateurs, pour tenir compte des variations de niveau, du vieillissement des organes, etc.

Signaux multiplex autres que les signaux téléphoniques – On appelle l'attention sur le fait que le § 6.2 ci-dessus concerne les systèmes conçus pour la téléphonie uniquement, c'est-à-dire pour une charge par voie telle qu'elle est définie dans le § 1. Il faut bien comprendre que lorsque les caractéristiques du signal multiplex diffèrent notablement de celles qui sont admises dans le § 1, des marges supplémentaires contre la saturation peuvent être nécessaires. Ces marges sont étudiées dans le cadre de la Question 1/CMBD [11].

TABLEAU 4/G.223

Tableau des poids du psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux

Fréquences Hz	Poids		
	Valeurs numériques	Carré des valeurs numériques	Valeurs en décibels
16,66	0,056	0,003136	– 85,0
50	0,71	0,5041	– 63,0
100	8,91	79,3881	– 41,0
150	35,5	1 260,25	– 29,0
200	89,1	7 938,81	– 21,0
250	178	31 684	– 15,0
300	295	87 025	– 10,6
350	376	141 376	– 8,5
400	484	234 256	– 6,3
450	582	338 724	– 4,7
500	661	436 921	– 3,6
550	733	537 289	– 2,7
600	794	630 436	– 2,0
650	851	724 201	– 1,4
700	902	813 604	– 0,9
750	955	912 025	– 0,4
800	1 000	1 000 000	0,0
850	1 035	1 071 225	+ 0,3
900	1 072	1 149 184	+ 0,6
950	1 109	1 229 881	+ 0,9
1 000	1 122	1 258 884	+ 1,0
1 050	1 109	1 229 881	+ 0,9
1 100	1 072	1 149 184	+ 0,6
1 150	1 035	1 071 225	+ 0,3
1 200	1 000	1 000 000	0,0
1 250	977	954 529	– 0,20
1 300	955	912 025	– 0,40
1 350	928	861 184	– 0,65
1 400	905	819 025	– 0,87
1 450	881	776 161	– 1,10
1 500	861	741 321	– 1,30
1 550	842	708 964	– 1,49
1 600	824	678 976	– 1,68
1 650	807	651 249	– 1,86
1 700	791	625 681	– 2,04
1 750	775	600 625	– 2,22
1 800	760	577 600	– 2,39
1 850	745	555 025	– 2,56
1 900	732	535 824	– 2,71
1 950	720	518 400	– 2,86
2 000	708	501 264	– 3,00
2 050	698	487 204	– 3,12
2 100	689	474 721	– 3,24
2 150	679	461 041	– 3,36
2 200	670	448 900	– 3,48
2 250	661	436 921	– 3,60
2 300	652	425 104	– 3,72
2 350	643	413 449	– 3,84
2 400	634	401 956	– 3,96
2 450	626	390 625	– 4,08
2 500	617	380 689	– 4,20
2 550	607	368 449	– 4,33
2 600	598	357 604	– 4,46
2 650	590	348 100	– 4,59
2 700	580	336 400	– 4,73
2 750	571	326 041	– 4,87
2 800	562	315 844	– 5,01

TABLEAU 4/G.223 *(fin)*

Tableau des poids du psophomètre pour circuits téléphoniques commerciaux

Fréquences Hz	Poids		
	Valeurs numériques	Carré des valeurs numériques	Valeurs en décibels
2 850	553	305 809	– 5,15
2 900	543	294 849	– 5,30
2 950	534	285 156	– 5,45
3 000	525	275 625	– 5,60
3 100	501	251 001	– 6,00
3 200	473	223 729	– 6,50
3 300	444	197 136	– 7,05
3 400	412	169 744	– 7,70
3 500	376	141 376	– 8,5
3 600	335	112 225	– 9,5
3 700	292	85 264	– 10,7
3 800	251	63 001	– 12,0
3 900	214	45 796	– 13,4
4 000	178	31 684	– 15,0
4 100	144,5	20 880,25	– 16,8
4 200	116,0	13 456	– 18,7
4 300	92,3	8 519,29	– 20,7
4 400	72,4	5 241,76	– 22,8
4 500	56,2	3 158,44	– 25,0
4 600	43,7	1 909,69	– 27,2
4 700	33,9	1 149,21	– 29,4
4 800	26,3	691,69	– 31,6
4 900	20,4	416,16	– 33,8
5 000	15,9	252,81	– 36,0
>5 000	<15,9	<252,81	<– 36,0

Remarque – Si, pour l'établissement de certains systèmes de transmission téléphonique, on doit faire des calculs à partir des valeurs des poids psophométriques et qu'il paraisse alors utile d'adopter pour les fréquences supérieures à 5000 Hz des valeurs plus précises que celles données ci-dessus, on pourra adopter les valeurs suivantes:

5 000 à 6 000	<15,9	< 252,81	<– 36,0
>6 000	< 7,1	< 50,41	<– 43,0

Références

[1] *Documentation recueillie par le CCITT au sujet du volume et de la puissance des courants vocaux transmis sur les circuits téléphoniques internationaux*, Livre bleu, tome III, 4e partie, annexe 6, UIT, Genève, 1965.

[2] Avis du CCITT *Puissance moyenne nominale des signaux à l'heure chargée*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.15.

[3] Avis du CCITT *Caractéristiques des liaisons en groupe primaire pour la transmission de signaux à large spectre*, tome III, fascicule III.4, Avis H.14, § 2.3.

[4] Avis du CCITT *Caractéristiques des liaisons en groupe secondaire pour la transmission de signaux à large spectre*, tome III, fascicule III.4, Avis H.15, § 2.3.

[5] Avis du CCITT *Caractéristiques essentielles des équipements de télégraphie utilisés dans les systèmes internationaux de télégraphie harmonique*, tome III, fascicule III.4, Avis H.23, § 1.2.

[6] Avis du CCITT *Transmissions phototélégraphiques sur les circuits du type téléphonique*, tome III, fascicule III.4, Avis H.41, § 2.3.

[7] CCITT – Question 1/CMBD, contribution COM CMBD-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

[8] CCITT – Question 5/CMBD, contribution COM CMBD-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

[9] CCITT – Question 3/CMBD, contribution COM CMBD-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

[10] HOLBROOK (B. D.) et DIXON (J. T.): Load Rating Theory for Multichannel Amplifiers, *Bell System Technical Journal*, **18**, n° 4, pp. 624 à 644, octobre, 1939.

[11] CCITT – Question 1/CMBD, § d), contribution COM CMBD-N° 1, de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

Avis G.224

VALEUR MAXIMALE ADMISSIBLE POUR LE NIVEAU ABSOLU DE PUISSANCE D'UNE IMPULSION DE SIGNALISATION [1)]

Le CCITT recommande que, pour des raisons de diaphonie, le niveau absolu de puissance de chaque composante d'un signal de courte durée ne dépasse pas les valeurs définies dans le tableau 1/G.224.

TABLEAU 1/G.224

Valeurs de niveau absolu de puissance, en un point de niveau relatif zéro

Fréquence de signalisation (Hz)	Puissance maximale admissible pour le signal au point de niveau relatif zéro (microwatts)	Niveau absolu de puissance correspondant (décibels par rapport à 1 mW) (dBm0)
800	750	– 1
1200	500	– 3
1600	400	– 4
2000	300	– 5
2400	250	– 6
2800	150	– 8
3200	150	– 8

Remarque 1 – Si les signaux sont constitués par deux ondes de fréquences différentes transmises simultanément, les valeurs maximales admissibles pour les niveaux absolus de puissance sont 3 dB au-dessous des nombres ci-dessus.

Remarque 2 – Les valeurs qui figurent dans ce tableau résultent d'un compromis entre les caractéristiques de divers filtres de voie existants.

Référence

[1] Avis du CCITT *Valeur maximale admissible pour le niveau absolu de puissance d'une impulsion de signalisation*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.16.

1) Cet Avis est identique à l'Avis Q.16 [1]; il s'applique à la fois aux systèmes nationaux et internationaux de signalisation.

RECOMMANDATIONS RELATIVES À LA PRÉCISION DES FRÉQUENCES PORTEUSES

(modifié à Genève, 1964 et à Mar del Plata, 1968)

1 Précision des fréquences porteuses virtuelles sur un circuit international ou sur une chaîne de circuits

Etant donné que les voies de n'importe quel circuit téléphonique international devraient pouvoir être utilisées pour la télégraphie harmonique, la précision des fréquences porteuses virtuelles devrait être telle que, entre une fréquence vocale appliquée à l'origine d'un circuit et celle qui lui correspond à l'autre extrémité, on ait un écart maximal de 2 Hz, quelle que soit la constitution de ce circuit, c'est-à-dire que l'on ait ou non des modulations et démodulations intermédiaires.

A partir de cet objectif, le CCITT recommande que les fréquences porteuses des voies et des groupes de divers rangs aient les précisions suivantes:

Fréquences porteuses virtuelles des voies dans un groupe primaire . . . . . $\pm 10^{-6}$

Fréquences porteuses des groupes primaires et secondaires . . . . . $\pm 10^{-7}$

Fréquences porteuses des groupes tertiaires et quaternaires:

- pour le système à 12 MHz . . . . . $\pm 5 \cdot 10^{-8}$
- pour le système à 60 MHz (dans la bande au-dessus de 12 MHz) . . . . . $\pm 10^{-8}$

L'expérience montre que si des oscillateurs conçus d'après ces clauses sont soumis en exploitation à des contrôles appropriés, l'écart entre la fréquence appliquée à l'origine d'une voie téléphonique et la fréquence restituée à l'autre extrémité ne dépasse pratiquement jamais 2 Hz si cette voie a la constitution du circuit fictif de référence de 2500 km pour le système considéré.

Des calculs indiquent que si ces clauses sont respectées dans le cas de la chaîne à quatre fils faisant partie de la communication fictive de référence définie par la figure 1/G.103 [1)] [1], il y a une probabilité d'environ 1% pour que l'écart de fréquence entre l'origine et l'extrémité de cette chaîne dépasse 3 Hz et une probabilité inférieure à 0,1% pour qu'il dépasse 4 Hz.

Remarque 1 – Dans les petites stations, c'est-à-dire dans des stations qui n'ont pas besoin de fréquences porteuses de groupe secondaire, la précision des fréquences porteuses de groupe primaire peut être de $\pm 10^{-6}$, c'est-à-dire la même que pour les fréquences porteuses des voies.

Remarque 2 – Les fréquences de transposition propres aux systèmes ($n + n$) doivent avoir les stabilités recommandées dans les Avis relatifs à ces systèmes:

Avis G.311 pour les systèmes à 12 voies sur fils aériens;
Avis G.361 pour les systèmes à 3 voies sur fils aériens;
Avis G.326 et G.327 [3] pour les systèmes à (12 + 12) voies en câble.

2 Coordination des oscillateurs de base

La recommandation du § 1 ne peut être satisfaite dans la pratique sans une certaine coordination des oscillateurs de base situés dans les différentes stations où l'on effectue des modulations.

Les systèmes à courants porteurs sont groupés en réseaux partiels qui s'étendent sur l'ensemble du territoire d'un pays ou sur une partie de ce territoire. La coordination des oscillateurs de base d'un réseau partiel s'effectue normalement par des comparaisons nationales de fréquences; on peut avoir recours, si cela est nécessaire, à des comparaisons internationales.

---

1) En fait, la chaîne considérée pour ces calculs comprenait 16 couples d'équipements de modulation et démodulation de voie (au lieu de 12) pour tenir compte de la présence de câbles sous-marins avec des des équipements conformes à l'Avis G.235. Toutefois, on n'a pas tenu compte de la dérive de fréquence par effet Doppler qui serait due à la présence d'un satellite non stationnaire; des valeurs de cette dérive sont indiquées dans le Rapport 214-3 du CCIR [2].

2.1 *Comparaisons nationales de fréquences*

Il est nécessaire qu'à l'intérieur d'un réseau partiel de câbles à paires coaxiales les oscillateurs de base, dans les stations où l'on engendre des fréquences, soient coordonnés. Cette coordination peut être un asservissement d'un oscillateur à un autre avec trois modalités:

1) synchronisation, c'est-à-dire égalité des fréquences et concordance des phases;

2) isochronisation, c'est-à-dire seulement égalité des fréquences;

3) commande différentielle en vue de rattraper de temps en temps les écarts entre les fréquences.

On peut aussi avoir recours à un dispositif différentiel de surveillance automatique permanente, qui donne une alarme si la différence entre la fréquence de l'onde pilote de contrôle des fréquences et la fréquence d'un oscillateur local dépasse une certaine valeur fixée.

Le CCITT n'a pas recommandé une méthode d'asservissement des oscillateurs de base des différentes stations à l'un d'eux, et l'on peut se contenter du contrôle périodique des fréquences des oscillateurs de base, ce contrôle étant suivi ultérieurement d'un réglage manuel ou automatique, étant entendu que, dans chaque réseau partiel, les oscillateurs de base seront comparés périodiquement à un étalon national de fréquence si cela est possible.

La comparaison périodique des fréquences engendrées par les oscillateurs de base s'effectue au moyen d'une onde pilote de contrôle des fréquences transmises en ligne à cet effet. Il n'est pas nécessaire de procéder à des comparaisons des phases.

2.2 *Comparaisons internationales de fréquences*

Le cas peut se présenter soit d'un pays qui dispose d'un étalon national de fréquence sans pouvoir distribuer cette fréquence-étalon dans toute l'étendue du pays, et notamment dans une région où l'on doit établir un système à courants porteurs sur paires coaxiales, soit d'un pays qui ne possède pas d'étalon national de fréquence. L'Avis M.540 [4] décrit des méthodes qui permettent à ce pays de recevoir d'un autre pays une fréquence-étalon, par voie radioélectrique, ou une fréquence stabilisée transmise sur un circuit téléphonique.

Références

[1] Avis du CCITT *Communications fictives de référence*, tome III, fascicule III.1, Avis G.103, figure 1/G.103.

[2] Rapport du CCIR *Influence de l'effet Doppler et des discontinuités dues à la commutation dans le service fixe par satellite*, volume IV, Avis 214-3, UIT, Genève, 1978.

[3] Avis du CCITT *Systèmes procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur une paire symétrique en câble dits systèmes (12 + 12) utilisant des tubes à vide*, Livre orange, tome III.1, Avis G.327, UIT, Genève, 1977.

[4] Avis du CCITT *Maintenance périodique des générateurs de courants porteurs et d'ondes pilotes*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.540.

Avis G.226

BRUIT SUR UNE LIAISON RÉELLE

1 Cas des systèmes en câble

Il convient d'observer qu'en général les ingénieurs chargés des projets de construction ont à se préoccuper, non pas de certains circuits ou de liaisons particulières, mais du matériel qui servira à établir de nombreuses liaisons. Il n'est pas commode pour le CCITT de spécifier quelle doit être la qualité de chaque liaison réelle qui peut être établie, ni pour l'ingénieur d'envisager d'avoir à modifier ses projets selon les diverses longueurs ou toutes autres conditions à remplir sur les diverses liaisons réelles. C'est pour cette raison que le CCITT a défini des circuits fictifs de référence; son but était que les ingénieurs puissent s'assurer que, si le matériel dont ils ont conçu le projet est utilisé dans toutes les parties d'un circuit réel ayant la constitution du circuit fictif de référence, la qualité spécifiée par le CCITT pour le circuit fictif de référence sera obtenue sur ce circuit réel.

Les liaisons internationales réelles ont généralement une constitution différente de celle du circuit fictif de référence et comprennent souvent des équipements de conceptions différentes; pour chacune de ces raisons, on ne peut pas se fonder uniquement sur les Avis relatifs aux circuits fictifs de référence pour en déduire la qualité que l'on peut espérer obtenir d'une liaison réelle.

Cependant, sur une section homogène réelle, on doit s'attendre que la puissance du bruit, mesurée lors de la mise en service et en appliquant la charge conventionnelle définie au § 2 de l'Avis G.223, soit du même ordre de grandeur que la puissance de bruit calculée, compte tenu de la constitution particulière de la section homogène réelle et des valeurs réelles des paramètres ainsi que des implications du § 2.6 de l'Avis G.222; il n'y a lieu de s'inquiéter que si la valeur mesurée dépasse notablement la valeur calculée, ce qui indiquerait un défaut probable dans une partie des équipements. Dans ce cas, on doit s'efforcer d'obtenir une puissance de bruit mesurée du même ordre de grandeur que la valeur calculée.

2 Cas des faisceaux hertziens

Voir l'Avis 395-2 du CCIR [1].

Référence

[1] Avis du CCIR *Bruit dans la partie radioélectrique de circuit à établir sur des liaisons réelles utilisant des faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, volume IX, Avis 395-2, UIT, Genève, 1978.

Avis G.227

SIGNAL TÉLÉPHONIQUE CONVENTIONNEL

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968)

1 Principe

Pour les calculs ou les mesures de bruit, de diaphonie entre voies adjacentes et d'une façon plus générale lorsqu'il s'agit de simuler les courants vocaux transmis par une voie téléphonique [1)], le CCITT recommande l'emploi d'un signal téléphonique conventionnel caractérisé essentiellement par un réseau de pondération en fonction de la fréquence.

Ce réseau est défini par le coefficient suivant en fonction de la fréquence:

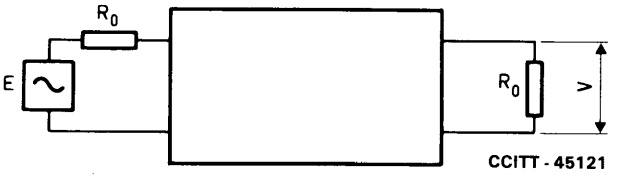


FIGURE 1/G.227

$$\frac{E}{2V} = \frac{18400 + 91238\,p^2 + 11638\,p^4 + p\,(67280 + 54050\,p^2)}{400 + 4001\,p^2 + p^4 + p\,(36040 + 130\,p^2)}$$

où $p = \mathrm{j}\frac{f(\mathrm{Hz})}{1000\ \mathrm{Hz}}$, E et V sont définies par la figure 1/G.227.

La courbe de réponse d'un tel réseau est représentée sur la figure 2/G.227, et un exemple de réalisation est donné par la figure 3/G.227 avec les valeurs correspondantes.

---

1) Il convient d'accorder une attention particulière à l'emploi de ce signal conventionnel pour la simulation de charge des courants vocaux, compte tenu de la différence entre les données statistiques d'un signal de bruit gaussien et celles correspondant à la parole réelle. On trouvera dans le document cité en [1] la description d'un générateur de bruit simulant la parole.

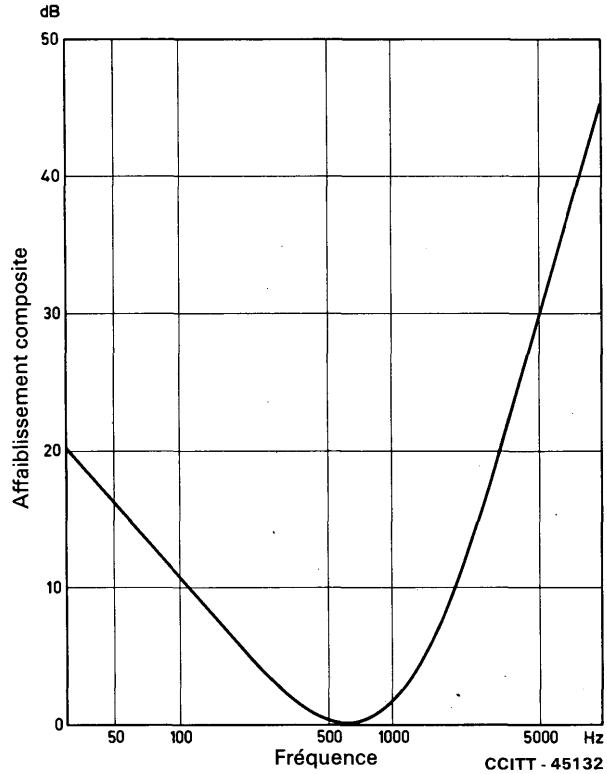
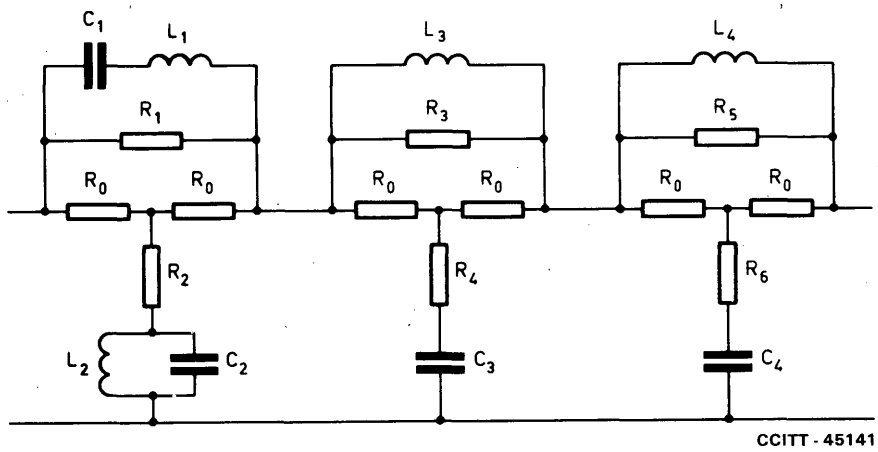


FIGURE 2/G.227

Courbe de réponse relative du réseau pondérateur du générateur de signal téléphonique conventionnel



Cellule 1	Cellule 2	Cellule 3
$\frac{R_1}{R_0} = 45$	$\frac{L_1\ \omega_0}{R_0} = 0{,}5$	$R_0 C_1\ \omega_0 = 2$
$\frac{R_2}{R_0} = 0{,}0222$	$\frac{L_2\ \omega_0}{R_0} = 2$	$R_0 C_2\ \omega_0 = 0{,}5$
$\frac{R_3}{R_0} = 10$	$\frac{L_3\ \omega_0}{R_0} = 0{,}5$	$R_0 C_3\ \omega_0 = 0{,}5$
$\frac{R_4}{R_0} = 0{,}1$	$\frac{L_4\ \omega_0}{R_0} = 1{,}11$	$R_0 C_4\ \omega_0 = 1{,}11$
$\frac{R_5}{R_0} = 22$		
$\frac{R_6}{R_0} = 0{,}0455$	avec $\omega_0 = 2\pi \times 10^3 \times \text{seconde}^{-1}$	

FIGURE 3/G.227

Réseau pondérateur du générateur de signal téléphonique conventionnel

2 Exemple de réalisation du réseau

Le réseau est constitué de trois sections en T ponté d'impédance caractéristique constante et égale à R_0 ohms.

La figure 3/G.227 représente le réseau et indique les valeurs normées à R_0 des différents éléments.

Une tolérance de ± 1% peut être admise sur la valeur de chacun des éléments.

Remarque – Si θ_1, θ_2, θ_3 sont respectivement les exposants composites de transfert des cellules 1, 2 et 3, on a:

$$\frac{E}{2V} = e^{\theta} = e^{\theta_1 + \theta_2 + \theta_3}$$

avec
$$e^{\theta_1} = \frac{46 + 90p + 46p^2}{1 + 90p + p^2}$$

$$e^{\theta_2} = \frac{20 + 11p}{20 + p}$$

$$e^{\theta_3} = \frac{20 + 23p}{20 + p}$$

avec
$$p = \mathrm{j}\frac{f(\mathrm{Hz})}{1000\ \mathrm{Hz}}$$

L'affaiblissement composite [2] minimal du réseau complet se situe vers 600 Hz et vaut $a_0 \simeq 2{,}9$ dB dans le cas de cet exemple.

La courbe de la figure 2/G.227 représente, en fonction de la fréquence, l'affaiblissement composite [2] du réseau de la figure 3/G.227 rapporté à l'affaiblissement minimal a_0.

3 Signal appliqué à l'entrée du réseau

Ce réseau peut être excité soit par un signal de bruit erratique de spectre uniforme, soit par une série d'harmoniques rapprochées. Dans ce dernier cas, il faut prendre les précautions suivantes:

1) l'espacement des harmoniques ne doit pas dépasser 50 Hz;

2) l'appareil de mesure doit avoir un temps d'intégration suffisant par rapport à la période fondamentale de la série d'harmoniques. On estime que les types d'appareils couramment utilisés par le CCITT (tels que le psophomètre) doivent donner satisfaction à cet égard;

3) le rapport valeur de crête/valeur efficace du signal ne doit pas dépasser 3,5. Dans le cas d'un générateur donné, il est possible de respecter cette condition au moyen d'un réseau modificateur de phase associé;

4) ces deux signaux d'excitation (bruit erratique de spectre uniforme et série d'harmoniques) pourraient donner des résultats différents si l'on faisait des mesures subjectives (par exemple, évaluation à l'oreille à l'extrémité de réception), et de telles mesures doivent en conséquence éviter l'emploi du générateur de signal téléphonique conventionnel. Cet appareil sera utilisé uniquement pour des mesures objectives utilisant un psophomètre comme appareil de mesure.

Référence

[1] CCITT – Question 5/C, annexe 2, Livre vert, tome III, UIT, Genève, 1973.

[2] L'affaiblissement composite est ici identique à l'affaiblissement d'insertion, puisque l'impédance de charge est égale à l'impédance interne du générateur.

MESURE DU BRUIT DE CIRCUIT SUR LES SYSTÈMES EN CÂBLE AVEC UN SIGNAL DE CHARGE CONSTITUÉ PAR UN BRUIT ERRATIQUE À SPECTRE UNIFORME

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1976)

Le CCITT,

considérant que

(a) sur les systèmes en câble pour téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence, il est désirable de mesurer la qualité de fonctionnement dans des conditions très voisines de celles de l'exploitation réelle;

(b) un signal à spectre uniforme continu (bruit blanc) possède des propriétés statistiques semblables à celles d'un signal multiplex quand le nombre de voies n'est pas trop faible;

(c) pour mesurer la qualité de fonctionnement de tels systèmes en câble, l'utilisation d'un signal présentant un spectre uniforme continu est déjà répandue;

(d) il est nécessaire de normaliser les fréquences et largeurs de bande des voies de mesure à utiliser pour de telles mesures;

(e) pour des raisons de compatibilité internationale, il est nécessaire de normaliser l'affaiblissement minimal et la largeur de bande des filtres à élimination de bande que l'on peut être amené à utiliser dans le générateur de bruit blanc;

(f) en vue de la planification des circuits téléphoniques, le CCITT a indiqué, pour la puissance du signal dans la bande de base d'un système téléphonique à multiplexage, une valeur moyenne à considérer au cours de l'heure chargée (voir l'Avis G.223),

émet l'avis que

1 La qualité de fonctionnement de systèmes en câble à multiplexage par répartition en fréquence doit être mesurée au moyen d'un signal présentant un spectre uniforme continu dans la bande de fréquences utilisée pour les voies téléphoniques.

2 Le niveau nominal de puissance du signal d'essai à spectre uniforme doit correspondre à la charge conventionnelle spécifiée dans l'Avis G.223 du CCITT. Si on l'applique au point d'interconnexion correspondant à T' de l'Avis G.213 du CCITT, les niveaux absolus de puissance présentant de l'intérêt sont indiqués dans la colonne 4 du tableau 1/G.228.

2.1 L'équipement d'émission doit être capable de fournir, à la sortie d'un filtre à élimination de bande inséré, un niveau de charge atteignant au moins +10 dB par rapport au niveau nominal de puissance défini ci-dessus;

2.2 A l'intérieur de la bande correspondant à la bande de base du système soumis à l'essai, la tension efficace du spectre de bruit blanc mesurée dans une bande d'environ 2 kHz ne doit pas varier de plus de ± 0,5 dB. Ce degré d'uniformité de spectre doit être respecté dans le domaine des niveaux atteignant +6 dB par rapport au niveau nominal de puissance indiqué dans le tableau 1/G.228, colonne 4;

2.3 A la sortie de l'équipement d'émission, on doit disposer du signal d'essai à bruit blanc avec un coefficient de crête d'environ 12 dB par rapport à la valeur efficace;

3 Les fréquences nominales de coupure effective (fréquences de coupure de filtres fictifs ayant des caractéristiques idéales à coupure brusque et transmettant la même puissance que les filtres réels) et aussi les tolérances concernant les filtres passe-bande proposés pour les diverses largeurs de bande des systèmes à essayer devraient satisfaire aux spécifications définies par le tableau 2/G.228. Afin de réduire le nombre de filtres nécessaires, on a eu recours, dans certains cas, à des compromis entre la fréquence de coupure effective nominale et la fréquence limitant la largeur de bande du système. Les tolérances permettent d'être assuré que les erreurs d'étalonnage ainsi entraînées ne dépassent pas ± 0,1 dB, et que les erreurs affectant la mesure du bruit d'intermodulation ne dépassent pas ± 0,2 dB, en admettant pour le système une préaccentuation d'environ 10 dB.

TABLEAU 1/G.228

1	2	3	4
Nombre de voies téléphoniques	Niveau relatif de puissance au point *T'* (dBr)	Niveau de la charge conventionnelle (dBm0)	Niveau nominal de puissance du signal d'essai au point *T'* (dBm)
60	– 36	6,1	– 29,9
120	– 36	7,3	– 28,7
300	– 36	9,8	– 26,2
600	– 36 – 33	12,8	– 23,2 – 20,2
960	– 36 – 33	14,8	– 21,2 – 18,2
1 260	– 33	16,0	– 17,0
1 800	– 33	17,5	– 15,5
2 700	– 33	19,3	– 13,7
10 800	– 33	25,3	– 7,7

TABLEAU 2/G.228

Capacité du système (nombre de voies)	Limites de la bande occupée par les voies téléphoniques (kHz)	Fréquences effectives de coupure des filtres passe-bande (kHz)		Fréquences des voies de mesure recommandées (kHz)
		Passe-haut	Passe-bas	
60	60 à 300	60 ± 1	300 ± 2	70 270
120	60 à 552	60 ± 1	552 ± 4	70 270 534
300	60 à 1 300 64 à 1 296	60 ± 1	1 296 ± 8	70 270 534 1 248
600	60 à 2 540 64 à 2 660	60 ± 1	2 600 ± 20	70 270 534 1 248 2 438
960	60 à 4 028 64 à 4 024	60 ± 1	4 100 ± 30	70 270 534 1 248 2 438 3 886
900	316 à 4 188	316 ± 5	4 100 ± 30	534 1 248 2 438 3 886
1 260	60 à 5 636 60 à 5 564	60 ± 1	5 600 ± 50	70 270 534 1 248 2 438 3 886 5 340
1 200	316 à 5 564	316 ± 5	5 600 ± 50	534 1 248 2 438 3 886 5 340
1 800	312 à 8 120 312 à 8 204 316 à 8 204	316 ± 5	8 160 ± 75	534 1 248 2 438 3 886 5 340 7 600
2 700	312 à 12 336 316 à 12 388 312 à 12 388	316 ± 5	12 360 ± 100	534 1 248 2 438 3 886 5 340 7 600 11 700
10 800	4 332 à 59 684 4 404 à 59 580	4 370 ± 70	59 600 ± 600	5 340 11 700 26 948 35 748 55 548

3.1 La discrimination d'un filtre passe-bas doit être au moins égale à 20 dB pour une fréquence dépassant de 10% la fréquence nominale de coupure et au moins égale à 25 dB pour des fréquences dépassant de 20% la fréquence nominale de coupure. La discrimination d'un filtre passe-haut doit être au moins égale à 25 dB pour des fréquences situées à 20% au-dessous de la fréquence nominale de coupure.

3.2 Pour limiter la discrimination à l'égard des voies de mesure, la dispersion des valeurs de l'affaiblissement introduit par un couple quelconque de filtres passe-haut et passe-bas ne doit pas dépasser 0,2 dB dans une gamme de fréquences englobant les voies de mesure extrêmes.

4 Les valeurs des caractéristiques concernant la discrimination dans chaque bande éliminée à la sortie d'un équipement d'émission sont données dans le tableau 3/G.228, ces valeurs devant s'appliquer dans le domaine de températures qui s'étend de 10 °C à 40 °C.

5 Dans le cas où l'équipement de réception est relié directement à un équipement d'émission muni de filtres à élimination de bande répondant juste aux conditions du § 4, si on considère le rapport entre, d'une part, la puissance de bruit indiquée par l'équipement de réception lorsque le filtre d'élimination de bande n'est pas en circuit et, d'autre part, celle qui est indiquée lorsque ce filtre est en circuit, ce rapport doit avoir une valeur au moins égale à 67 dB; cette condition est valable quand on applique une charge conventionnelle. Le récepteur doit avoir une largeur de bande effective minimale d'au moins 1,7 kHz; le niveau maximal de la puissance de bruit absolue, découlant d'une fuite occasionnée par un récepteur d'une largeur de bande effective de 1,74 kHz et correspondant à la valeur de fuite requise, est de −85,6 dBm0p.

6 Des voies de mesure supplémentaires puissent être établies par accord entre les Administrations intéressées.

Remarque – Aux annexes A et B, on fournit quelques renseignements généraux sur les procédés de mesure, le choix des caractéristiques des filtres, les méthodes de correction et les objectifs concernant la précision.

TABLEAU 3/G.228

Caractéristiques des filtres à élimination de bande

Fréquence centrale f_0 (kHz)	Largeur de bande (kHz), par rapport à f_0, pour laquelle la discrimination devrait être au moins égale à:				Largeur de bande (kHz), par rapport à f_0, en dehors de laquelle la discrimination ne devrait pas dépasser:	
	70 dB	55 dB	30 dB	3 dB	3 dB	0,5 dB
70	± 1,5	± 2,2	± 3,5	—	± 12	± 18
270	± 1,5	± 2,3	± 2,9	—	± 8	± 24
534	± 1,5	± 3,5	± 7,0	—	± 15	± 48
1 248	± 1,5	± 4,0	± 11,0	—	± 35	± 110
2 438	± 1,5	± 4,5	± 19,0	—	± 60	± 220
		± 15,0	± 30,0	—	± 110	± 350
3 886	± 1,5					
		± 1,8	± 3,5	± 8,0	± 12	± 100
5 340	± 1,5	± 2,2	± 4,0	± 8,5	± 14	± 150
7 600	± 1,5	± 2,4	± 4,6	± 9,5	± 16	± 200
11 700	± 1,5	± 3,0	± 7,0	± 11,0	± 20	± 300
26 948				Encore à l'étude		
35 748	± 1,8	± 2,2	± 3,5	± 5,0	± 20	± 150
55 548	± 2,5	± 3,5	± 6,0	± 9,5	± 30	± 200

Remarque 1 – Les caractéristiques recommandées pour les filtres de 70 kHz à 2438 kHz supposent l'emploi de filtres du type à inductance et capacité. Les caractéristiques recommandées pour les filtres à 5340 kHz et au-dessus supposent l'emploi de filtres à quartz. Pour le filtre à 3886 kHz, on recommande deux variantes permettant de choisir soit un filtre du type à inductance et capacité, soit un filtre à quartz. On suppose que les filtres à quartz à 35 748 et 55 548 kHz fonctionnent selon un mode harmonique supérieur à celui des résonateurs à quartz. C'est la raison pour laquelle les largeurs de bande relatives de ces filtres accusent une certaine discontinuité par rapport aux filtres à quartz jusqu'à 11 700 kHz.

Remarque 2 – Les valeurs de discrimination indiquées sont des valeurs relatives rapportées à l'affaiblissement minimal des filtres à élimination de bande à l'intérieur de la bande de fréquences de base définie par les filtres passe-haut et passe-bas dans le tableau 2/G.228. Cela implique qu'un filtre éliminateur de bande qui convient pour les mesures sur un système ne convient pas nécessairement aux mesures sur un autre système à largeur de bande supérieure.

Remarque 3 – La sélectivité du récepteur à 3886 kHz doit être déterminée en fonction des caractéristiques du filtre à élimination de bande à quartz.

Remarque 4 – Par suite de résonances parasites, des pointes d'affaiblissements étroites peuvent se produire dans la bande passante supérieure des filtres à élimination de bande à quartz. Quand des résonateurs fonctionnent selon un mode harmonique supérieur, des pointes étroites peuvent aussi apparaître dans la bande passante inférieure. Ces pointes présentant un affaiblissement de crête d'environ 10 dB dans la bande de 1 à 5 kHz sont admissibles car elles n'affectent pas la précision des mesures.

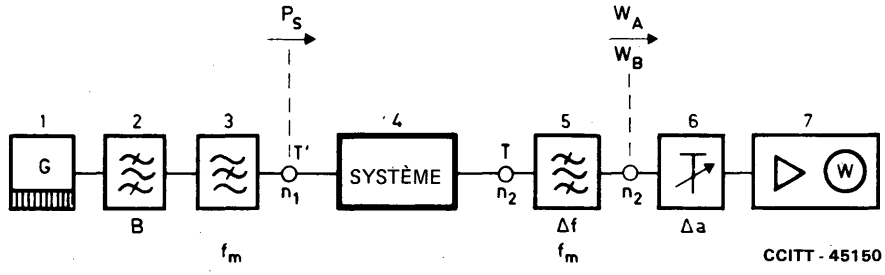
ANNEXE A

(à l'Avis G.228)

Aperçu de la méthode de mesure au moyen de bruit blanc

A.1 *Principe général*

Les principaux éléments du montage destiné aux mesures sont représentés par la figure A-1/G.228.



1 = générateur de bruit fournissant une puissance variable P_S pour le signal d'essai
2 = filtre passe-bande ; largeur de bande effective B
3 = filtre à élimination de bande ; fréquence centrale f_m
4 = système soumis aux mesures
5 = filtre passe-bande de réception ; fréquence centrale f_m ; largeur de bande Δf: environ 2 kHz
6 = ligne d'affaiblissement variable, à la réception ; $\Delta a = 10 \log \frac{W_A}{W_B}$ dB
7 = appareil de mesure de niveau en valeur quadratique moyenne
W_A = puissance du bruit quand le filtre à élimination de bande n'est pas en circuit
W_B = puissance du bruit quand le filtre à élimination de bande est mis en circuit
n_1 = niveau relatif du système à l'entrée T'
n_2 = niveau relatif du système à la sortie T } (voir l'Avis G.213)

FIGURE A-1/G.228
Principe du montage de mesure

A.2 *Méthodes de mesure*

Pour évaluer, du point de vue du bruit, la qualité de fonctionnement d'un système, deux méthodes sont très largement utilisées:

A.2.1 *Mesure du rapport de puissance signal à bruit (RPB)*

Le rapport de puissance de bruit:

$$\text{RPB} = 10 \log \frac{W_A}{W_B} \text{ dB} = \Delta a \qquad \text{(A-1)}$$

est mesuré pour divers niveaux de P_s. L'appareil de mesure de niveau sert uniquement d'indicateur. W_A est la valeur de la puissance de bruit dans la voie de mesure calculée sans tenir compte de l'effet des intervalles de fréquence entre les groupes de voies effectivement utilisées.

Dans un système à N voies, on introduit les définitions suivantes:

P_s = $N \cdot P_{CH}$

P_{CH} = puissance de signal variable par voie

p_{CH} = -15 dBm0 + Δp = niveau de charge par voie
-15 dBm0 est la charge conventionnelle par voie, conformément à l'Avis G.223, pour les systèmes où $N \geqslant 240 \cdot \Delta p$ (dB) est le supplément de charge par rapport à -15 dBm0

P_n = niveau de puissance pondérée du bruit (dBm0p), mesuré au point T dans une voie téléphonique de 3,1 kHz.

Les valeurs mesurées de ce rapport de puissance de bruit (RPB) sont habituellement représentées, comme le montre la figure A-2/G.228, en fonction du supplément de charge, Δp, par voie.

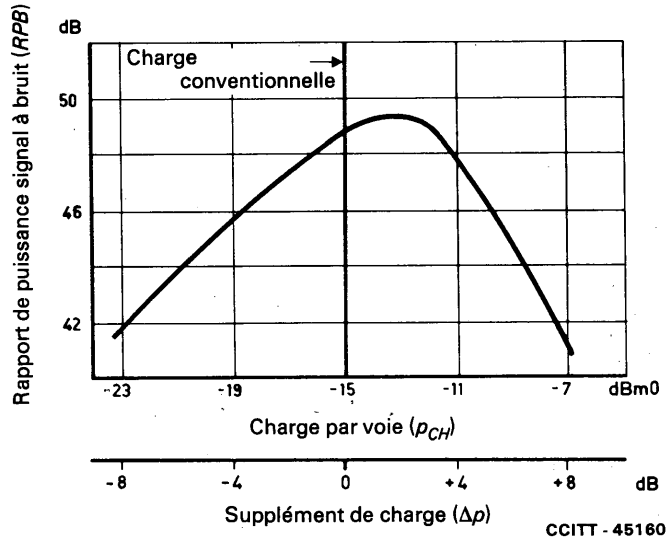


FIGURE A-2/G.228
Courbe représentant le rapport RPB en fonction de la charge par voie

On a la relation suivante entre les valeurs du RPB mesurées sur une voie et le niveau de puissance pondérée du bruit rapporté à un point de niveau relatif zéro:

P_n = $(-\text{RPB} - 18{,}6 - 10 \log k + \Delta p)$ dBm0p; (A-2)

k = $B/4N$ (B exprimé en kHz) est un coefficient correcteur qui tient compte de l'effet dû aux intervalles de fréquences entre les groupes de voies dans le système de transmission.

Le tableau A-1/G.228 donne des exemples de correction pour quelques systèmes à N voies:

TABLEAU A-1/G.228

N	300	960	2 700	10 800
10 log k (dB)	0,14	0,22	0,46	1,08

A.2.2 *Mesure directe du niveau de puissance pondérée du bruit*

Avec le choix particulier de la largeur de bande effective du récepteur

$\Delta f = 1{,}74$ kHz$(= 3{,}1$ kHz $\cdot\ 10^{-0{,}25})$,

la puissance pondérée du bruit P_n dans une voie téléphonique est:

$P_n = W_B$ (voir la figure A-1/G.228)

et le niveau de bruit pondéré P_n rapporté à un point de niveau relatif zéro devient:

$$p_n = \left[10 \log \frac{W_B}{1\ \text{mW}} + n_2\ (\text{dBr}) \right] \text{dBm0p} \qquad (3)$$

Dans ce cas, le récepteur (élément n° 7 de la figure A-1/G.228) doit être un appareil étalonné de mesure de la puissance.

A.3 *Exemples de mesures effectuées au moyen de la méthode de mesure avec bruit blanc*

On peut faire deux sortes de mesures sur un système (de longueur L) entre points T' et T à niveau relatif plat. La première [cas *a)*] porte sur l'effet produit sur la caractéristique de bruit par un écart de charge à l'entrée du système et la seconde [cas *b)*] permet de déterminer l'influence produite par des défauts dans l'alignement des niveaux le long de la ligne de transmission.

a) On fait varier la puissance P_s du signal de mesure de bruit et on mesure le niveau de bruit pondéré p_n en dBm0p. On représente le résultat sous forme de courbe, comme l'indique la figure A-3/G.228.

Une autre façon d'indiquer le niveau de bruit pour un système de longueur L aurait pu consister à l'exprimer non pas en dBm0p mais en pW0p/km.

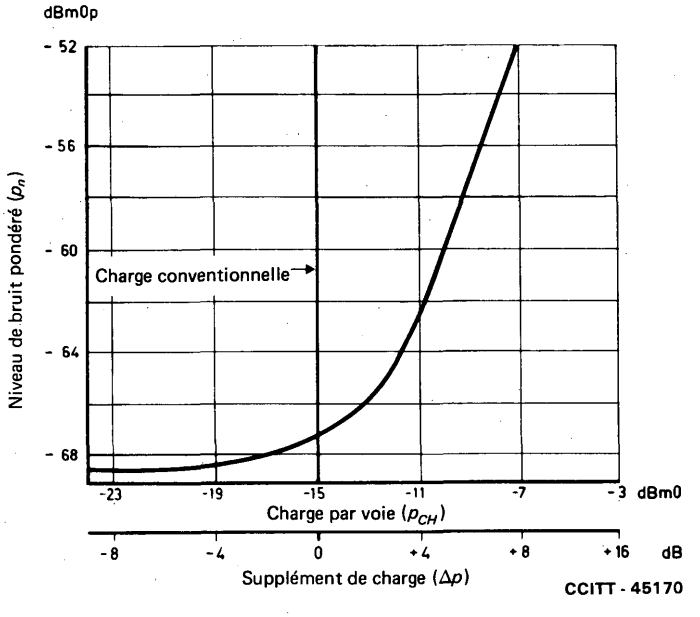


FIGURE A-3/G.228

Niveau de puissance du bruit pondéré en fonction de la charge du système (niveaux relatifs du système fixés conformément au plan)

b) On fait varier les niveaux relatifs du système sur la ligne de transmission en insérant les lignes d'affaiblissement $(-\Delta n)$ et $(+\Delta n)$ à l'entrée et à la sortie du système comme le montre la figure A-4/G.228, qui est un extrait de la figure A-1/G.228.

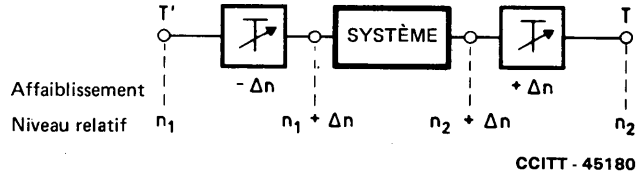


FIGURE A-4/G.228
Variation des niveaux relatifs internes du système

On fixe la puissance de bruit P_s du signal de mesure à la valeur conventionnelle -15 dBm0 par bande de 4 kHz au point T' et on la maintient constante. On mesure la puissance (ou niveau) du bruit dans la voie de mesure, au point T, en fonction du niveau relatif à la sortie du répéteur, par exemple. On représente le résultat comme l'indique la figure A-5/G.228.

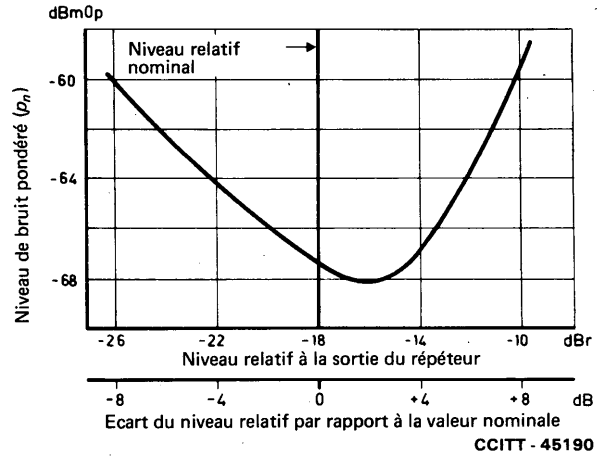


FIGURE A-5/G.228
Niveau du bruit pondéré dans la voie de mesure en fonction du niveau relatif établi à la sortie du récepteur

ANNEXE B

(à l'Avis G.228)

Considérations concernant la précision des mesures et conséquences pour la réalisation des appareils de mesure

B.1 *Introduction*

Les Avis concernant les équipements utilisés pour mesurer le bruit de circuit avec un signal de charge artificielle constitué par un bruit erratique à spectre uniforme simulant les signaux de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence ont été émis à la suite d'études soigneusement coordonnées accomplies par les trois commissions compétentes des CCI. Ces Avis portent sur l'application de la méthode de mesure du bruit blanc aux systèmes en câble (Avis G.228), aux faisceaux hertziens (Avis 399-3 du CCIR [1]), aux systèmes à satellites (Avis 482-1 du CCIR [2]) et aux équipements de modulation (Avis G.230). Le but de la coordination consistait à faire en sorte que les équipements de mesure recommandés séparément satisfassent aux objectifs communs de précision dans la mesure et, autant que possible, soient compatibles et interchangeables.

L'objectif pour la précision globale de l'équipement de mesure utilisé pour la maintenance courante est de ± 2 dB. Il est souhaitable d'avoir une plus grande précision, d'environ ± 1 dB, si l'on désire évaluer la qualité de fonctionnement d'un système au point de vue du bruit, par rapport à la qualité requise. On peut obtenir ce résultat en procédant suivant certaines méthodes et en appliquant des corrections comme l'indiquent les § B.4 et B.5.

La présente annexe montre de quelle façon certaines caractéristiques des équipements de mesure étaient liées aux objectifs de précision dans la mesure; toute extension future des Avis en vue de permettre des mesures sur de nouveaux systèmes de transmission, non encore normalisés, devrait tenir compte de ces relations.

B.2 *Filtres à élimination de bande*

B.2.1 *Choix des fréquences centrales*

Dans tous les cas, le choix de la fréquence centrale nominale des filtres à élimination de bande (c'est-à-dire des voies de mesure) devrait prendre en considération la nécessité de réduire au minimum la discrimination combinée du couple de filtres passe-bande utilisés quand le filtre à élimination de bande fournit une voie de mesure inférieure ou supérieure. En conséquence, en règle générale, la fréquence centrale d'une voie de mesure inférieure devrait se trouver au moins à 15% environ au-dessus de la fréquence de coupure effective du filtre passe-haut et la fréquence centrale d'une voie de mesure supérieure devrait se trouver approximativement à 5% au-dessous de la fréquence de coupure du filtre passe-bas mis en jeu. Le § 3.2 du présent Avis prescrit que «la dispersion des valeurs de l'affaiblissement introduit par un couple quelconque de filtres passe-haut et passe-bas ne devrait pas dépasser 0,2 dB dans une gamme de fréquences englobant les voies de mesure extrêmes».

B.2.2 *Fuites*

Jointe à la sélectivité du récepteur, la discrimination d'un filtre à élimination de bande fonctionnant au voisinage de la fréquence centrale détermine la valeur minimale du rapport bruit/signal qui peut être mesuré avec précision, c'est-à-dire l'effet de «fuites». Avec une discrimination de 70 dB pour le filtre à élimination de bande (tableau 3/G.228), on mesure un rapport de l'ordre de −67 dB lorsque le bruit est en fait négligeable. On obtient une limitation efficace de cet effet de fuites en prescrivant (voir le § 5 du présent Avis) que le rapport de puissance du bruit soit au moins égal à 67 dB en cas de connexion directe à un appareil émetteur pourvu de filtres à élimination de bande qui satisfont tout juste aux exigences de discrimination spécifiées dans le tableau 3/G.228 et quand on applique une charge conventionnelle de −15 dBm0 par bande de 4 kHz.

Remarque – D'après la relation (A-2) de l'annexe A, cette valeur du rapport de puissance du bruit de 67 dB correspond à un niveau de bruit résiduel de −85,6 dBm0p (c'est-à-dire 2,8 pW0p) au maximum.

B.2.3 *Largeur de bande effective*

L'exigence fondamentale pour la bande éliminée est représentée par la condition selon laquelle la discrimination doit être au moins égale à 70 dB dans une largeur de bande d'au moins 3 kHz. On a constaté que les largeurs de bande effectives (soit approximativement les points à 3 dB) recommandées par le tableau 3/G.228 sont techniquement réalisables et correspondent à environ 5% ou moins des largeurs de bande du système dans le cas de filtres du type à inductance et capacité, et à moins de 0,5% dans le cas de filtres du type à quartz. On éprouverait des difficultés d'ordre économique si l'on cherchait à réduire la largeur relative de bande des filtres du type à inductance ou à augmenter la largeur relative de bande des filtres du type à quartz.

B.2.3.1 *Produits de non-linéarité du troisième ordre*

L'affaiblissement du signal de bruit (représentant la charge du système) au voisinage de la voie de mesure, introduit par un filtre à élimination de bande, est à l'origine d'une mesure par défaut due aux produits de non-linéarité du troisième ordre dans la voie de mesure en question. Cette lecture par défaut est proportionnelle à la largeur de bande effective du filtre à élimination de bande.

Si l'on applique les méthodes décrites aux § B.4.3 et B.4.4, la mesure par défaut, dans un système sans préaccentuation, est de l'ordre de 0,05 dB pour un filtre placé dans la voie de mesure supérieure, la largeur de bande effective de ce filtre représentant 1% de la largeur de bande du système. L'erreur introduite par un filtre est maximale lorsque ce filtre fournit la voie de mesure supérieure d'un système. Si le filtre est utilisé dans un système à largeur de bande plus grande (ce qui correspond à une voie de mesure intermédiaire dans le système), sa largeur de bande représente un pourcentage plus petit de celle du système, et l'erreur correspondante est plus petite.

En présence d'une préaccentuation, mais si la puissance totale du signal reste sans changement, l'erreur se trouve accrue dans le rapport de la densité du signal au voisinage de la voie de mesure du système avec préaccentuation à la densité du signal dans le système sans préaccentuation.

Les filtres à élimination de bande du type à quartz ont une largeur de bande effective si étroite que leur influence sur les erreurs de mesure est négligeable.

Pour des filtres à élimination de bande du type self-capacité (tableau 3/G.228), les valeurs recommandées de la largeur de bande effective sont telles que les mesures par défaut des puissances de bruit non linéaires du troisième ordre sont comprises entre 0,25 et 0,30 dB lorsque les filtres fournissent les voies de mesure supérieures des systèmes sans préaccentuation. Cette gamme d'erreur devient de 0,60 à 0,90 dB pour des systèmes avec préaccentuation de 8 à 10 dB, comme dans le cas de faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence (Avis 275-2 du CCIR [3]) ou de systèmes à large bande sur paires coaxiales.

B.2.3.2 *Produits de non-linéarité du second ordre*

Dans les systèmes de transmission de grande longueur, les produits de non-linéarité du troisième ordre représentent un pourcentage plus important du bruit total du système que les produits du second ordre. C'est la raison pour laquelle les valeurs recommandées des largeurs de bande maximales des filtres à élimination de bande ont été déterminées sur la base des objectifs de précision pour la mesure des produits du troisième ordre.

Il n'en reste pas moins que l'on peut être encore amené à utiliser l'appareil de mesure pour étudier des cas dans lesquels il y a prédominance des produits du second ordre. Les corrections à appliquer pour tenir compte des largeurs de bande connues des filtres peuvent être faites sur la base suivante:

a) si l'on admet, ici encore, l'application des méthodes indiquées aux § B.4.3 et B.4.4, l'erreur dans la mesure des produits de non-linéarité du second ordre introduite par le filtre à élimination de bande correspond à une mesure par excès, et non plus à une mesure par défaut comme dans le cas du produit du troisième ordre;

b) la mesure par excès est proportionnelle à la largeur de bande effective du filtre à élimination de bande, exprimée comme un pourcentage de la largeur de bande du système. En première approximation, et en supposant que le système fonctionne sans préaccentuation, la proportionnalité se définit à peu près comme suit:

   - pour les voies de mesure se trouvant au voisinage de la limite inférieure de la largeur de bande du système: une largeur de bande effective correspondant à 1% de la largeur de bande du système entraîne une mesure par excès de 0,05 dB pour la puissance du bruit d'intermodulation du second ordre;

   - pour les voies de mesure se trouvant au centre ou au voisinage de la limite supérieure de la bande du système, une largeur de bande effective correspondant à 1% de la largeur de bande du système donne une mesure par excès de 0,1 dB;

c) si le filtre à élimination fonctionne au voisinage de la limite inférieure de la bande du système, c'est-à-dire si la densité des produits du second ordre a tendance à être maximale, une préaccentuation dans le système a pour effet de réduire l'erreur imputable à une valeur donnée de la largeur de bande du filtre dans la même proportion que la densité du signal à cette fréquence est réduite par la préaccentuation.

B.3 *Filtres passe-bande*

Dans le but de réduire le nombre de filtres différents, on a dans certains cas fait des compromis entre la valeur nominale de la fréquence de coupure effective et la fréquence limite de la largeur de bande du système (voir le § 3 du présent Avis).

Pour les systèmes de grande capacité, il peut aussi y avoir une différence importante entre la largeur de bande $4N$ kHz (N étant la capacité du système en voies téléphoniques) et la largeur de bande du système (tableau 2/G.228).

Il faut tenir compte de ces deux circonstances au moyen du coefficient correcteur k introduit par la relation (A-2) de l'annexe A et par le tableau A-1/G.228.

Les tolérances recommandées sur les valeurs nominales des fréquences de coupure sont telles que les largeurs de spectre effective et nominale du signal de charge ne peuvent pas différer de plus de 1%. Cela étant, les erreurs d'étalonnage (dans les mesures de RPB) imputables à cette imperfection ne dépassent pas environ 0,05 dB.

Dans tous les cas, les tolérances sur les fréquences de coupure effectives des filtres passe-bas sont inférieures à 1% de la largeur de bande nominale du système; dans la plupart des cas, elles sont inférieures à 0,8% de cette largeur de bande. Une différence de 0,8% entraîne une erreur de 0,1 dB dans la mesure du bruit de non-linéarité du troisième ordre, dans le cas où l'on a une préaccentuation de 8 dB. Même si l'on prévoit des degrés de préaccentuation plus grands, l'erreur maximale imputable à cette cause ne devrait pas dépasser 0,15 dB.

B.4 *Méthodes de mesure de grande précision*

Les méthodes de mesure suivantes sont recommandées pour les mesures qui doivent fournir une grande précision, par exemple quand il s'agit de vérifier que sont bien atteints les objectifs de fonctionnement d'un système de transmission, du point de vue du bruit.

B.4.1 *Réglage du signal de charge*

La puissance de charge doit être réglée à la valeur nominale au moyen d'un appareil de mesure du niveau efficace vrai. L'erreur maximale, y compris l'erreur de lecture, ne doit pas dépasser ± 0,15 dB.

B.4.2 *Etalonnage du récepteur*

B.4.2.1 Si on emploie la méthode du rapport de puissance signal à bruit (voir le § A.2.1), il convient de régler le récepteur par rapport au signal reçu immédiatement avant l'insertion d'un filtre à élimination de bande.

B.4.2.2 Si on emploie la méthode de mesure directe de la puissance du bruit (voir le § A.2.2), on pourrait diminuer jusqu'à ± 0,15 dB l'erreur d'étalonnage du récepteur à l'intervalle de mesure particulier en effectuant une lecture au moyen d'un signal de bruit blanc et d'un appareil de mesure du niveau efficace, étalonné en courant continu.

Remarque – La précision des mesures rapportées au point de niveau relatif zéro (dBm0p ou pW0p) dépend également de la précision avec laquelle on connaît le niveau relatif au point de mesure (n_2 de la figure A-1/G.228.

B.4.3 *Insertion de filtres à élimination de bande*

Il convient de n'insérer, à la fois, qu'un seul filtre à élimination de bande. On limite ainsi les erreurs dans la mesure du bruit d'intermodulation.

B.4.4 *Nouveau réglage du signal de charge*

Normalement, il convient de régler de nouveau le signal de charge à sa valeur nominale après l'insertion d'un filtre à élimination de bande. Lorsque les mesures consistent spécialement à étudier l'intermodulation du second ordre, ou lorsqu'on sait que celle-ci domine, on obtient une plus grande précision en faisant le nouveau réglage auquel donne lieu, non pas l'affaiblissement de l'énergie du spectre dans l'intervalle correspondant à la mesure, mais uniquement l'affaiblissement d'insertion spécifié dans les bandes passantes dû au filtre à élimination de bande.

Remarque – L'effet de la largeur de bande de l'intervalle correspondant à la mesure est négligeable avec les filtres à élimination de bande du type à quartz.

B.4.5 *Mesure au récepteur*

B.4.5.1 Si l'on emploie la méthode du rapport de puissance signal à bruit, on mesure maintenant ce rapport comme étant la variation nécessaire dans le réglage d'une ligne d'affaiblissement (Δa dans la figure A-1/G.228 pour ramener l'aiguille de l'appareil indicateur à sa valeur initiale.

B.4.5.2 Si on emploie la méthode de mesure directe, on peut lire sur l'appareil, en dBmp (ou pWp), le niveau pondéré du bruit. On peut, à titre de variantes, disposer d'autres procédés, consistant, par exemple, à déplacer la valeur d'étalonnage en amenant un commutateur sur la valeur du niveau relatif (n_2) du point d'accès T pour la mesure, de façon que les valeurs en dBm0p ou pW0p soient indiquées directement.

B.5 *Corrections à apporter pour atteindre une grande précision de mesure*

On peut atténuer les effets des sources d'erreurs suivantes en appliquant des corrections aux valeurs mesurées:

B.5.1 *Etalonnage du récepteur pour la méthode de mesure du rapport de puissance signal à bruit (RPB)*

B.5.1.1 *Irrégularité de la source de bruit*

La tolérance pour la régularité du spectre est ± 0,5 dB. Un tableau (ou courbe) d'étalonnage devrait exister pour chaque générateur de bruit.

B.5.1.2 *Erreurs sur la largeur de bande effective du système*

Dans la conversion des valeurs du RPB en niveaux de bruit (en dBm0p), une correction obtenue grâce au coefficient correcteur k dans la relation (A-2) de l'annexe A tient compte: premièrement, de la différence existant entre la largeur de bande occupée nominale du système soumis à la mesure et la largeur de bande effective *B* située entre les fréquences de coupure effectives des filtres passe-bande; deuxièmement, de la différence existant entre la largeur de bande occupée nominale et la largeur de bande totale effectivement occupée par les voies téléphoniques (à savoir, 4 *N* kHz).

B.5.1.3 *Distorsion d'affaiblissement dans la bande passante, à la fréquence de mesure, des filtres passe-bande*

Les corrections des § B.5.1.1 et B.5.1.2 devraient assurer un étalonnage avec une précision de ± 0,2 dB.

B.5.2 *Effets des filtres à élimination de bande*

Si on utilise des filtres à élimination de bande à inductance et capacité, il peut y avoir intérêt à évaluer l'erreur sur le bruit d'intermodulation mesuré, due à la largeur de bande effective de ces filtres. A cet effet, il convient d'appliquer les règles citées dans les § B.2.3.1 et B.2.3.2.

Cette erreur est ainsi susceptible de corrections approchées quand on a déterminé la proportion de bruit d'intermodulation du troisième ordre et du second ordre.

B.6 *Restrictions inhérentes à la méthode de mesure à l'aide d'un bruit de charge*

B.6.1 Pour des niveaux de bruit très bas, inférieurs à environ −83 dBm0p (environ 5 pW0p), on ne saurait envisager une mesure comportant une erreur inférieure à 2 dB, où la valeur de fuite du bruit de charge inhérente à l'appareil de mesure au moyen de bruit blanc correspond à la valeur limite du RPB ⩾ 67 dB, suivant l'explication donnée au § B.2.2.

B.6.2 Bien que les mesures faites aux fréquences spécifiées aient pu confirmer que les objectifs de réalisation sont respectés, on ne saurait toujours tirer de ces mesures une appréciation exacte sur la qualité d'un système, en matière de bruit, entre les fréquences considérées. Cette interpolation est-elle justifiée ou non, c'est ce qu'il faut établir pour le système considéré. On peut obtenir une indication approximative de l'influence de la fréquence en examinant la caractéristique en fréquence du bruit propre (sans charge), laquelle peut être mesurée au moyen d'un décibelmètre sélectif, en faisant varier la fréquence de façon continue. On peut, quand c'est nécessaire, évaluer la qualité globale d'un système du point de vue du bruit en exécutant des mesures et en faisant varier la fréquence de façon continue grâce à l'utilisation d'appareils de mesure supplémentaires.

Bibliographie relative à la précision des méthodes de mesures au moyen de bruit blanc

MUELLER, (M.): «Noise Loading Test Errors Due to Finite Slot Width», *Data and Communications Design*, pp. 20 à 24, mars-avril 1973.

SPINDLER, (W.): «Noise Loading Measuring Procedures and Error Sources», *Telecommunications*, pp. 32C à 32F, juillet 1974.

Références

[1] Avis du CCIR *Mesure du bruit à l'aide d'un signal à spectre continu uniforme sur les faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, volume IX, Avis 399-3, UIT, Genève, 1978.

[2] Avis du CCIR *Mesure de la qualité à l'aide d'un signal à spectre continu uniforme, pour les systèmes qui utilisent la téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence dans le service fixe par satellite*, volume IV, Avis 482-1, UIT, Genève, 1978.

[3] Avis du CCIR *Caractéristique de préaccentuation pour les faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence et modulation de fréquence* (MRF-MF), volume IX, Avis 275-2, UIT, Genève, 1978.

MODULATION NON DÉSIRÉE ET GIGUE DE PHASE

(Genève, 1972; modifié à Genève, 1976 et 1980)

1 Modulation non désirée due à des fréquences harmoniques du secteur d'alimentation et à d'autres fréquences peu élevées

1.1 *Conditions relatives aux systèmes de transmission à courants porteurs*

Pour permettre de respecter la limite indiquée dans l'Avis cité en [1], on recommande de faire en sorte que l'affaiblissement minimal des composantes latérales soit de 45 dB lorsque le signal est transmis sur une voie de constitution analogue à celle du circuit fictif de référence de 2500 km pour le système considéré.

Ainsi qu'on le verra dans les § 1.2 et 1.3 ci-après, cette limite est répartie entre les équipements terminaux et les équipements de ligne.

1.2 *Effet combiné dû à tous les équipements terminaux de modulation*

L'effet combiné dû à tous les équipements terminaux de modulation sur le circuit fictif de référence doit correspondre à un affaiblissement minimal des composantes latérales de 48 dB.

Pour chaque équipement de modulation (côté émission et côté réception pris séparément et la mesure étant faite à la sortie), on doit obtenir un affaiblissement des composantes latérales d'au moins 63 dB dans des conditions normales d'exploitation. Dans des conditions d'alimentation en énergie défavorables, la limite minimale de cet affaiblissement doit être de 60 dB. Dans ce cas, on prévoit que la valeur globale de 48 dB mentionnée plus haut ne sera que rarement dépassée.

Remarque – Les conditions précédentes sont établies à partir des circuits fictifs de référence pour les systèmes à 4 MHz, 12 MHz et 60 MHz. Les mêmes valeurs peuvent s'appliquer à d'autres systèmes pourvu que leur circuit fictif de référence ne diffère pas sensiblement de ceux auxquels on se réfère ci-dessus.

1.3 *Effets combinés de tous les équipements de ligne*

Les effets combinés de tous les équipements de ligne sur le circuit fictif de référence doivent correspondre à un affaiblissement minimal des composantes latérales de 48 dB.

Les équipements de ligne peuvent subir des perturbations de deux sortes, qui donnent naissance à des composantes latérales sur le signal transmis:

- effets dus à l'alimentation en énergie (par exemple, une ondulation résiduelle provenant du secteur d'alimentation peut se superposer au courant continu d'alimentation). Ces effets peuvent apparaître systématiquement sur toute la longueur du circuit;
- effets dus aux tensions induites (par exemple, induction par les courants de traction électrique). Il est peu probable que ces effets aient un caractère aussi systématique que ceux dus à l'alimentation en énergie.

La perturbation due à une *ondulation résiduelle provenant du secteur d'alimentation* doit être telle que l'on puisse observer un affaiblissement minimal des composantes latérales de 51 dB, en ce qui concerne les effets combinés de tous les équipements de ligne sur le circuit fictif de référence. Il est recommandé que, sur une seule section d'alimentation, l'affaiblissement des composantes latérales ne soit pas inférieur à $51 + 10 \log k$ (en dB), k représentant le nombre de sections d'alimentation sur le circuit fictif de référence.

Remarque – En admettant que certaines sections d'alimentation fassent appel à des batteries et qu'un effet cumulatif défavorable sur toute la longueur du circuit fictif de référence soit peu probable, on peut espérer que la limite de 51 dB aura de grandes chances d'être respectée.

La perturbation due aux *tensions induites* doit être telle que l'on puisse observer un affaiblissement minimal des composantes latérales de 51 dB, en ce qui concerne les effets combinés de tous les équipements de ligne sur le circuit fictif de référence. Toutefois, les tensions dues à l'induction varient considérablement dans le temps. L'effet d'une source d'induction se limite très fréquemment à une seule section d'alimentation. Il semble très peu probable que la tension induite atteigne sa valeur maximale dans plus d'une section au même moment.

On recommande que la tension longitudinale maximale causée par l'induction dans des conditions normales d'exploitation (à l'exclusion des courts-circuits et des effet d'arc sur les rails, etc.) ait une valeur efficace de 150 volts. Cette valeur, recommandée pour des raisons de sécurité, figure dans le document cité en [2]. Il est, semble-t-il, raisonnable d'adopter cette même valeur dans le cas envisagé ici.

Les calculs permettent de constater qu'une marge de 6 dB pour tenir compte de l'effet combiné de plusieurs sections subissant l'influence de l'induction couvre une grande partie des cas probables. On recommande, en conséquence, d'observer un affaiblissement minimal des composantes latérales de 57 dB sur une section d'alimentation soumise à l'effet de la tension induite maximale admissible. On estime que la valeur de 51 dB sur un circuit de 2500 km ne serait alors dépassée que dans des cas isolés et peu fréquents, et cela, particulièrement en raison du fait que seule une fraction de la longueur totale serait exposée à une perturbation par induction.

2 Gigue de phase due aux équipements de modulation

Pour chaque équipement de modulation (côté réception pris séparément), la gigue de phase affectant un signal ne doit pas dépasser 1° crête à crête (valeur provisoire, voir la remarque 5) lorsqu'elle est mesurée à la sortie de l'équipement. La mesure doit porter sur toutes les composantes de la gigue de phase comprises dans la bande de 20 à 300 Hz de part et d'autre du signal, ce qui équivaut à la bande de fréquences indiquée dans l'Avis O.91 [3].

Remarque 1 – La condition ci-dessus découle d'une étude des signaux de données transmis sur un circuit de type téléphonique conforme au circuit fictif de référence de 2500 km. Si l'on respecte cette condition, il est très probable que la gigue de phase totale provenant de cette source ne dépassera pas 6° crête à crête. Cette condition garantit, avec une forte probabilité, que la gigue de phase sera inférieure, pour les transmissions téléphoniques, au seuil de détection pour la majorité des personnes qui écoutent.

Remarque 2 – Dans la pratique, on prévoit qu'une gigue de phase de cet ordre n'apparaîtra que sur des équipements de modulation utilisant des courants porteurs de fréquence élevée et que, en conséquence, une gigue de phase inférieure sera observée sur des équipements de modulation utilisant des courants porteurs de fréquence peu élevée.

Remarque 3 – Lorsque la gigue de phase est causée principalement par du bruit aléatoire, il faut admettre que le rapport de la valeur crête à crête à la valeur quadratique moyenne est de 10.

Remarque 4 – Les méthodes d'essai sont toujours à l'étude. Des exemples des méthodes d'essai utilisées par certaines administrations sont donnés dans une annexe à la Question 11/XV [4].

Remarque 5 – Les caractéristiques de la modulation par le bruit, des signaux provenant d'autres services (circuits de données dans la bande du groupe primaire, télégraphie, transmissions radiophoniques, etc.) sont à l'étude. Ces services pourront nécessiter la spécification d'une caractéristique de gigue de phase plus stricte que celle qui est indiquée ci-dessus.

Références

[1] Avis du CCITT *Objectifs généraux de qualité de fonctionnement applicables à tous les circuits internationaux et nationaux de prolongement modernes*, tome III, fascicule III.1, Avis G.151, § 7.

[2] Manuel du CCITT *Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques*, chapitre IV, § 6, 7 et 71, UIT, Genève, 1963, 1965, 1974, 1978.

[3] Avis du CCITT *Clauses essentielles de la spécification d'un appareil pour la mesure de la gigue de phase sur des circuits téléphoniques*, tome IV, fascicule IV.4, Avis O.91.

[4] CCITT – Question 11/XV, contribution COM XV-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

Avis G.230

MÉTHODE DE MESURE DU BRUIT PRODUIT PAR LES ÉQUIPEMENTS DE MODULATION ET LES FILTRES DE TRANSFERT

(Genève, 1976 et 1980)

Compte tenu des dispositions du § 4 de l'Avis G.222 et des hypothèses relatives au calcul du bruit contenues dans l'Avis G.223, les méthodes recommandées pour mesurer le bruit produit par les équipements de modulation sont les suivantes:

1 Equipements de modulation pour 12 voies

Pour la mesure du bruit produit par les équipements de modulation pour 12 voies, il convient d'utiliser onze signaux de bruit aléatoire incohérents présentant une distribution de niveau normale (gaussienne) et une

distribution de puissance conforme à l'Avis G.227. Une valeur admise provisoirement pour le rapport «valeur de crête/valeur efficace» de chaque signal de bruit est 12 dB environ. La répartition de la charge conventionnelle de 2140 µW0 (+3,3 dBm0) entre les 12 entrées devrait être la suivante:

1 voie à mesurer	0 µW0
2 voies adjacentes à 32 µW0 (−15 dBm0) chacune	64 µW0
9 autres voies à 230 µW0 (−6,4 dBm0) chacune	2070 µW0
	2134 µW0

2 Equipements de modulation d'ordre supérieur

2.1 *Attribution de la charge*

Pour la mesure du bruit produit par les équipements de modulation d'ordre supérieur (équipements de modulation de groupe primaire, secondaire, etc.), l'attribution de la charge conventionnelle aux divers équipements de modulation devrait être faite selon les indications du tableau 1/G.222.

On admet que le nombre des signaux incohérents de bruit blanc à largeur de bande limitée est égal à celui des accès d'entrée aux équipements de modulation soumis aux mesures. Toutefois, dans certaines circonstances, le nombre des signaux de bruit peut être inférieur à celui des accès d'entrée.

2.2 *Fréquences de mesure*

Les fréquences de mesure indiquées dans le tableau 1/G.230 ci-après sont recommandées.

TABLEAU 1/G.230

Groupe de base sur lequel portent les mesures	Gamme de fréquences (kHz)	Fréquences de mesure (kHz)
Primaire	de 60 à 108	70 98
Secondaire	de 312 à 552	331 534
Tertiaire	de 812 à 2044	1 002 1 248 1 730
Assemblage de 15 groupes secondaires	de 312 à 4028	534 1 248 3 886
Quaternaire	de 8516 à 12388	9073 11 700

2.3 *Caractéristiques des filtres*

Les caractéristiques de filtres suivantes sont recommandées:

2.3.1 filtres passe-bande (voir le tableau 2/G.230);

2.3.2 filtres à élimination de bande (voir le tableau 3/G.230).

Remarque – Sauf pour ce qui est du filtre à 70 kHz, les fréquences de mesure du tableau 1/G.230 et les caractéristiques de filtre indiquées dans les tableaux 2/G.230 et 3/G.230 sont les mêmes que celles que spécifient les Avis 399-3 [1] et 482-1 du CCIR [2] et l'Avis G.228 pour les systèmes de transmission en ligne. L'annexe B à l'Avis G.228 a trait aux corrections qu'il convient, le cas échéant, d'apporter aux mesures pour tenir compte des effets des filtres utilisés.

TABLEAU 2/G.230

Filtres passe-bande

	Capacité (en voies)	Limites de la bande occupée par les voies téléphoniques (kHz)	Fréquences effectives de coupure des filtres passe-bande (kHz)		Bandes de fréquences (kHz) dans lesquelles la discrimination doit dépasser 75 dB	
			Passe-haut	Passe-bas	En dessous de la bande passante	Au-dessus de la bande passante
Groupe primaire de base B	12	60 et 108	61 ± 2	107 ± 2	6 à 52	116 à 1 200
Groupe secondaire de base	60	312 et 552	320 ± 8	546 ± 10	6 à 288	577 à 8 500
Groupe tertiaire de base	300	812 et 2 044	840 ± 16	2 004 ± 30	6 à 412	2 318 à 26 000
Assemblage de 15 groupes secondaires de base	900	312 et 4 028	320 ± 8	4 070 ± 60	6 à 288	4 544 à 30 000
Groupe quaternaire de base (assemblage n° 3 de 15 goupes secondaires)	900	8 516 et 12 388	8 560 ± 200	12 250 ± 180	6 à 7 686	13 085 à 135 000
	900	8 620 et 12 336				
					Au-dessus et en dessous de ces bandes la discrimination peut décroître selon une pente 6 dB/octave.	

TABLEAU 3/G.230

Filtres à élimination de bande

Fréquence centrale f_c (kHz)	Largeur de bande (kHz), par rapport à f_c, pour laquelle la discrimination devrait être au moins égale à:			Largeur de bande (kHz), par rapport à f_c, en dehors de laquelle la discrimination ne devrait pas dépasser:		Remarques
	70 dB	55 dB	30 dB	3 dB	0,5 dB	
70	±1,5	± 1,7	± 2,0	± 5	± 10	a)
98	±1,5	± 1,8	± 2,1	± 4	± 9	b)
331	±1,5	± 2,7	± 4,0	± 17	± 30	a)
534	±1,5	± 3,5	± 7,0	± 15	± 48	c)
1 002	±1,5	± 4,0	± 9,0	± 27	± 90	b)
1 248	±1,5	± 4,0	±11,0	± 35	±110	c)
1 730	±1,5	± 4,2	±14,0	± 48	±155	b)
3 886	±1,5	± 1,8	± 3,5	± 12	±100	c)
3 886	—	±15,0	±30,0	±110	±350	
9 073	±1,5	± 2,7	± 5,8	± 18	±250	a)
11 700	±1,5	± 3,0	± 7,0	± 20	±300	c)

a) Valeurs provisoires.
b) Avis 482-1 du CCIR [2].
c) Avis 399-3 du CCIR [1].

2.4 *Mode opératoire*

Le mode opératoire devrait être conforme aux dispositions de l'Avis G.228. On doit effectuer les mesures sans inclure des régulateurs éventuels et en veillant à ce que les niveaux correspondent à la valeur nominale.

Remarque – Certaines Administrations ont choisi, pour les groupes primaires et secondaires non soumis aux essais conformes au tableau 1/G.230, des valeurs de charge plus élevées, mais avec des équipements d'essai présentant une certaine marge pour tenir compte d'applications dans lesquelles il y a lieu de s'attendre à une activité plus élevée que l'activité nominale.

En pareil cas, il faut donc admettre des limites de bruit plus élevées que celles spécifiées dans le § 4 de l'Avis G.222.

3 Filtres de transfert

3.1 *Attribution de la charge*

Pour mesurer le bruit produit par les filtres de transfert, le tableau 4/G.230 donne les valeurs d'attribution de la charge conventionnelle aux différents filtres conformément au tableau 2/G.223.

TABLEAU 4/G.230

Filtres pour groupe de base	Bande de fréquences du spectre de bruit (kHz)	Niveau de puissance de bruit (dBm0)
Primaire	12 à 252 60 à 108	+ 6,1 (≙ 60 voies) + 3,3 (≙ 12 voies)
Secondaire	60 à 1 296 316 à 552	+ 9,8 (≙ 300 voies) + 6,1 (≙ 60 voies)
Tertiaire	316 à 2 600	+ 12,3 (≙ 530 voies)
Quaternaire	4370 à 17 300	+ 17,6 (≙1800 voies)
Assemblage de 15 groupes secondaires	316 à 8 160	+ 17,6 (≙1800 voies)

Remarque 1 – Les filtres de transfert de groupe primaire et de groupe secondaire nécessitent deux mesures, l'une avec «charge à large bande» dont les composantes sont situées en dehors de la bande passante, l'autre, supplémentaire, avec la charge seulement dans la bande passante. Comme, en pareils cas, le nombre de voies transmises est inférieur à 240 (gamme dans laquelle le niveau de puissance de la charge conventionnelle n'est pas proportionnel à 10 $\log_{10} n$, voir le § 2.1 de l'Avis G.223), la partie proportionnelle de la charge à large bande transmise dans la bande passante donne une charge inférieure à la charge conventionnelle pour 12 ou 60 voies, respectivement.

Remarque 2

a) Le filtre passe-bas pour la mesure du filtre de transfert de groupe quaternaire est à l'étude (voir la Question 11/CMBD [3]).

b) Le choix de la charge adéquate pour mesurer le bruit produit par le filtre de transfert de groupe quaternaire nécessite un complément d'étude, compte tenu du fait que des filtres à limitation de bande pour une largeur de bande correspondant à la charge effective ne sont pas disponibles.

3.2 *Fréquences de mesure*

Voir le § 2.2.

3.3 *Caractéristiques du filtre*

On peut utiliser les filtres passe-haut et des filtres passe-bas conformes au tableau 2/G.228 et à l'Avis du CCIR cité en [4] pour limiter la fréquence du spectre de bruit. Les filtres à élimination de bande sont indiqués au tableau 3/G.230.

3.4 *Méthodes de mesure*

La méthode de mesure doit être conforme aux dispositions de l'Avis G.228. Pour les filtres de transfert de groupe primaire et pour les filtres de transfert de groupe secondaire, il y a lieu de faire deux mesures dans les intervalles de mesure appropriés de la bande passante.

Références

[1] Avis du CCIR *Mesure du bruit à l'aide d'un signal à spectre continu uniforme sur les faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, volume IX, Avis 399-3, UIT, Genève, 1978.

[2] Avis du CCIR *Mesure de la qualité à l'aide d'un signal à spectre continu uniforme, pour les systèmes qui utilisent la téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence dans le service fixe par satellite*, volume IV, Avis 482-1, UIT, Genève, 1978.

[3] CCITT – Question 11/CMBD, contribution COM CMBD-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

[4] Avis du CCIR *Mesure de la qualité à l'aide d'un signal à spectre continu uniforme, pour les systèmes qui utilisent la téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence dans le service fixe par satellite*, volume IV, Avis 482-1, UIT, Genève, 1978.

2.3 Equipements de modulation communs aux divers systèmes à courants porteurs

Avis G.231

AGENCEMENT DES ÉQUIPEMENTS DE TRANSMISSION

(modifié à Genève, 1964, à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972)

1 Bâtis des systèmes à courants porteurs (anciennement partie A)

Le CCITT,

considérant

que les pays qui n'ont pas d'industrie nationale de construction de systèmes à courants porteurs sont obligés de se fournir dans des usines différentes et que la variation des dimensions des bâtis d'un type de fabrication à l'autre ne permet pas une pose simple et économique des câblages et l'utilisation efficace des locaux,

émet, à l'unanimité, l'avis

qu'à l'avenir les dimensions des bâtis des systèmes à courants porteurs satisfassent pour un tel usage aux conditions suivantes:

1) *Espacement entre les travées* – L'espacement minimal entre les travées doit être tel que l'on puisse déplacer (entre deux travées) des appareils portatifs de mesure sur chariot et aussi qu'un opérateur puisse travailler commodément entre deux travées. Il semble que, comme ordre de grandeur, on puisse recommander 75 cm au moins.

2) *Hauteur totale* – La hauteur totale d'une baie au-dessus du plancher (non compris l'espace destiné au chemin des câbles supérieurs) ne doit pas dépasser 320 cm.

   Il faut prévoir, en principe, 30 cm pour la hauteur du chemin des câbles supérieurs et en outre environ 30 cm pour accéder à ces câbles, ce qui ferait au maximum 60 cm entre le sommet de la baie et le plafond; toutefois, certaines Administrations estiment qu'une hauteur totale de 40 cm entre le sommet de la baie et le plafond est suffisante dans certains cas. Dans les stations de répéteurs (ou d'équipements terminaux) importantes, où l'on doit prévoir, en plus des câbles reliant une baie à l'autre, des câbles généraux de distribution, il est recommandé que la hauteur du bâtiment entre le plancher et le plafond soit d'au moins 4 m afin de faciliter l'accès aux divers câbles.

3) *Epaisseur* – L'épaisseur d'un bâti ne doit pas dépasser 45 cm. Dans le cas des bâtis pouvant être placés dos à dos, l'épaisseur totale de la travée peut aller jusqu'à 52 cm, y compris tous les organes de commande de la maintenance, les ailettes de refroidissement, etc., qui peuvent dépasser du plan nominal de la face avant de l'équipement.

2 Emploi d'éléments normalisés dans les installations de transmission [1] (anciennement partie B)

Tout en reconnaissant que la Commission électrotechnique internationale (CEI) est compétente pour préparer des normes relatives aux éléments ou aux dispositifs employés d'une façon générale en électrotechnique, le CCITT se réserve néanmoins le droit d'émettre des recommandations relatives à des équipements et à des systèmes de transmission qu'il n'est peut-être pas possible de réaliser en employant des éléments normalisés par la CEI.

D'autre part, les constructeurs et les Administrations qui désirent utiliser des éléments spécifiés par la CEI ou par une autre organisation conservent la responsabilité de s'assurer que l'on peut ainsi satisfaire aux recommandations du CCITT.

En conséquence, le CCITT *émet l'avis:*

Les Administrations et les constructeurs devraient s'assurer que tous les éléments utilisés dans les équipements et les systèmes de transmission, même si ces éléments ont été normalisés par un autre organisme national ou international, permettront de remplir les clauses des Avis du CCITT dans les conditions d'emploi envisagées et pendant toute la durée de vie admise pour les équipements ou pour le système, par exemple 20 ans ou davantage.

---

[1] Cet Avis s'applique à la fois aux systèmes à courants porteurs et aux équipements à fréquences vocales.

3 **Alimentation en énergie** (anciennement partie C)

Le supplément n° 13 [1] donne des renseignements sur le bruit aux bornes du système d'alimentation par batteries.

Pour les équipements des systèmes à courants porteurs, il est recommandé que les équipements d'alimentation en énergie fournissent une alimentation sans coupure lorsque le secteur de distribution d'énergie électrique présente des interruptions.

Remarque – Beaucoup d'équipements existants ont été conçus d'après l'ancienne recommandation du tome III du *Livre bleu*, qui est reproduite ci-après:

«Dans les pays où l'on peut redouter une assez grande fréquence des interruptions de la distribution industrielle d'énergie électrique et où le secteur de distribution d'électricité est la source normale d'alimentation des répéteurs en énergie électrique, il est recommandable de disposer, dans chaque station de répéteurs auto-alimentée, d'un équipement permettant de passer de la source normale d'énergie à la source de secours, ou vice versa, de telle manière qu'il n'en résulte pas, sur les voies de télégraphie harmonique ou sur des circuits téléphoniques à l'exploitation automatique empruntant le système à courants porteurs sur paires coaxiales, des perturbations ayant une durée supérieure à 150 millisecondes environ.»

4 **Câblage des stations de répéteurs** [1] (anciennement partie D)

Les Administrations dont la liste est déposée au secrétariat du CCITT sont disposées à fournir, aux autres Administrations et aux experts de l'Assistance technique qui reçoivent leurs directives de l'UIT, des renseignements sur les normes nationales qu'elles appliquent aux câblages des stations de répéteurs. Elles attirent toutefois l'attention des utilisateurs sur le fait que les spécifications de câbles et les diagrammes de câblage ne sont pas toujours le meilleur moyen de leur fournir les renseignements qu'ils désirent. La documentation disponible est très volumineuse, et il est souhaitable que les demandes de renseignements soient suffisamment précises, la forme de la réponse à donner à une demande de renseignements ne pouvant être fixée qu'après examen du point précis sur lequel elle porte.

En ce qui concerne les méthodes d'installation des câblages dans les stations de répéteurs, la fourniture d'une documentation ne suffit pas, et il est souhaitable que les intéressés prennent contact avec les Administrations citées afin de voir la mise en œuvre pratique de ces méthodes.

Les Administrations sont invitées à fournir des renseignements pour que cette liste, déposée au secrétariat du CCITT, soit toujours mise à jour.

Référence

[1] *Bruit aux bornes de l'installation d'alimentation par batterie*, Livre orange, tome III.3, supplément n° 13, UIT, Genève, 1977.

Avis G.232

ÉQUIPEMENTS TERMINAUX À 12 VOIES

(modifié à Genève, 1964, à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972, 1976 et 1980)

Le CCITT *recommande* que,

sauf dans les cas particuliers cités dans les Avis G.234 et G.235, les équipements de modulation de voie procurent dans un groupe primaire avec fréquences porteuses espacées de 4 kHz, 12 voies téléphoniques conformes aux spécifications du présent Avis.

1 **Distorsion d'affaiblissement** (anciennement partie A)

Les trois conditions suivantes doivent être satisfaites simultanément:

1) La variation en fonction de la fréquence de la moyenne des équivalents des 12 couples d'équipements d'émission et de réception de voie d'un même équipement terminal ne devrait pas dépasser les limites du graphique A de la figure 1/G.232.

---

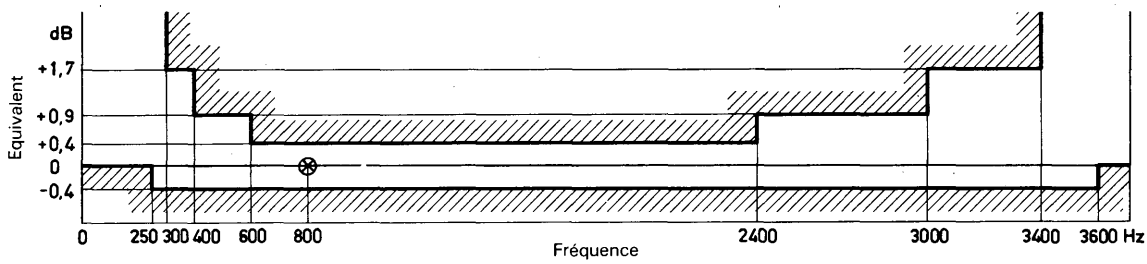
[1] Cet Avis s'applique à la fois aux systèmes à courants porteurs et aux équipements à fréquences vocales.

2) Pour chaque couple d'équipements d'émission et de réception de voie d'un même équipement terminal, la variation d'équivalent en fonction de la fréquence ne devrait pas dépasser les limites du graphique B de la figure 1/G.232.

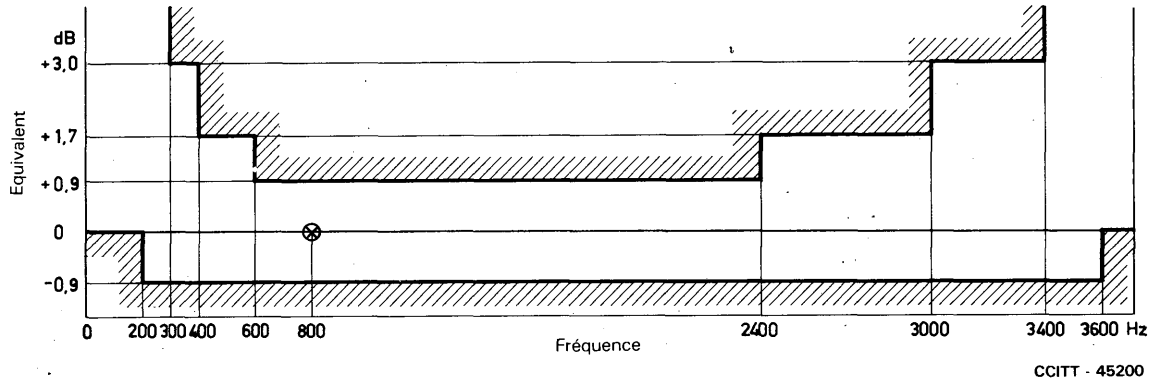
3) Pour l'équipement d'émission d'une voie quelconque, la distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence ne devrait pas dépasser les limites du graphique C de la figure 2/G.232, où:

   – les fréquences portées en abscisses sont les fréquences vocales avant modulation;

   – les ordonnées donnent les limites du niveau relatif de puissance mesuré en haute fréquence.



Graphique A – **Limites pour la variation moyenne d'équivalent des 12 couples d'équipements de voie d'un même équipement terminal**



Graphique B – **Limites pour un couple quelconque d'équipements d'émission et de réception de voie**

FIGURE 1/G.232

Limites admissibles pour la variation, en fonction de la fréquence, de l'équivalent des équipements d'émission et de réception de voie d'un même équipement terminal à 12 voies

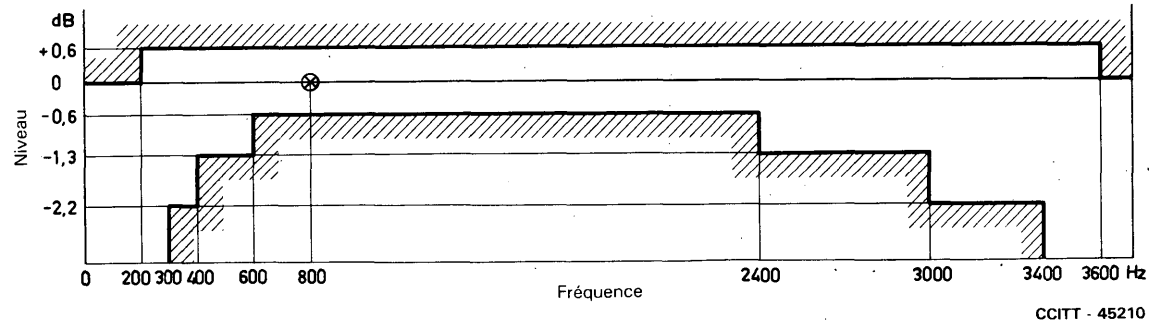


FIGURE 2/G.232

Graphique C – **Limites admissibles pour la variation, en fonction de la fréquence, du niveau relatif de puissance mesuré à la sortie de l'équipement d'émission d'une voie quelconque ou de l'équipement de réception d'une voie quelconque dans un équipement terminal à 12 voies**

Pour l'équipement de réception d'une voie quelconque, la distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence ne devrait pas dépasser les limites du même graphique C, où cette fois:

- les fréquences portées en abscisses sont les fréquences vocales après démodulation;
- les ordonnées donnent les limites du niveau relatif de puissance mesuré, à chacune de ces fréquences, aux bornes de sortie à fréquences vocales.

Cette dernière recommandation [voir 3) du présent § 1] est faite dans l'hypothèse que les équipements d'émission et de réception seraient calculés sur la même base, avec répartition égale des tolérances globales entre l'émission et la réception.

Remarque – Quelques Administrations emploient, pour constituer des circuits reliant des centres internationaux du rang le plus élevé, c'est-à-dire des CT1 et des CT2 (centres de transit international), des équipements de modulation et de démodulation de voie qui présentent une caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence améliorée par rapport aux équipements conformes à la recommandation précédente [1]. De tels équipements ne permettent pas d'utiliser la signalisation hors bande.

2 Limites de l'équivalent en dehors de la bande de 300 à 3400 Hz (anciennement partie B)

Dans le but de garantir les valeurs indiquées dans le tableau 1/G.122 [2], le CCITT recommande que les équipements terminaux présentent un affaiblissement (et non un gain), par rapport à la valeur pour 800 Hz, à toutes les fréquences inférieures à une valeur f ainsi qu'à toutes les fréquences supérieures à une valeur F.

En ce qui concerne le graphique B de la figure 1/G.232, les valeurs recommandées sont les suivantes:

$$f = 200 \text{ Hz et } F = 3600 \text{ Hz.}$$

Les valeurs recommandées pour les graphiques A et C sont:

graphique A: $f = 250$ Hz et $F = 3600$ Hz;

graphique C: $f = 200$ Hz et $F = 3600$ Hz.

3 Distorsion de temps de propagation de groupe (anciennement partie C)

La distorsion de temps de propagation de groupe due à tous les types d'équipements terminaux de voies à 4 kHz est normalement tout à fait acceptable en sorte qu'il n'est pas nécessaire de prévoir de compensation particulière. Si l'on veut que cette situation se perpétue, il est recommandé que la distorsion de temps de propagation de groupe (exprimée par rapport au temps de propagation minimal) ne se situe pas en dehors des limites du tableau 1/G.232 (dans le cas d'un couple d'équipements d'émission et de réception d'un équipement terminal à 12 voies).

Les valeurs de la distorsion de temps de propagation de groupe que l'on rencontre dans la pratique et qui sont peu susceptibles d'être dépassées sont 5 ms à 300 Hz et 2,5 ms à 3300 Hz (cette indication peut être utile aux concepteurs de réseaux).

TABLEAU 1/G.232

Bande de fréquences	Distorsion de temps de propagation de groupe
de 400 à 500 Hz	5 ms
de 500 à 600 Hz	3 ms
de 600 à 1000 Hz	1,5 ms
de 1000 à 2600 Hz	0,5 ms
de 2600 à 3000 Hz	2,5 ms

4 Stabilité des fréquences porteuses virtuelles (anciennement partie D)

Voir l'Avis G.225.

5 **Résidus de courants porteurs** (anciennement partie E)

5.1 *Résidus de courants porteurs dans la bande correspondant au groupe primaire (60 à 108 kHz)*

Les résidus de courants porteurs sont mesurés au répartiteur de groupes primaires (ou en un point équivalent).

Le niveau absolu de puissance de ces résidus, rapporté à un point de niveau relatif zéro, doit être inférieur aux valeurs indiquées ci-dessous:

- résidu du courant porteur mesuré sur une voie: −26 dBm0;
- somme des puissances des résidus des courants porteurs des diverses voies, mesurés à l'intérieur d'un groupe primaire: −20 dBm0.

Toutefois, si le groupe primaire est transmis (sur tout ou partie de son parcours) sur une ligne en fils aériens, et dans le cas où on veut se prémunir contre le risque de captation des conversations échangées sur la ligne aérienne par un poste radiorécepteur de type usuel, il faut réduire davantage le résidu de courant porteur.

L'endroit où l'on doit effectuer la réduction supplémentaire du résidu de courant porteur, dans le cas du transfert d'un groupe primaire d'un câble à ligne en fils aériens, et la méthode à employer pour réaliser cette réduction supplémentaire doivent faire l'objet d'un accord entre les Administrations intéressées.

5.2 *Résidu du courant porteur à l'extérieur de la bande correspondant au groupe primaire (60 à 108 kHz)*

Les résidus du courant porteur résultant de l'application de diverses méthodes de modulation (prémodulation, modulation en prégroupe, etc.) peuvent se situer à l'extérieur de la bande de fréquences de 60 à 108 kHz et d'autres modulations de groupes primaires et secondaires peuvent affecter des groupes adjacents et gêner des services à large bande. Afin de limiter ces perturbations, il convient que le niveau de puissance de ces résidus soit inférieur à −50 dBm0 (niveau mesuré au répartiteur de groupe primaire ou en un point équivalent).

Remarque – Cette valeur est suffisante pour un grand nombre d'applications (services de données à large bande, par exemple). Dans le cas de transmissions radiophoniques et de voies espacées de 3 kHz, etc., situées dans le groupe primaire adjacent, il faut appliquer des limites plus rigoureuses (voir le § 11 de l'Avis G.233 et le § 5 de l'Avis G.235).

6 **Protection contre les tensions impulsives nuisibles, clics, etc.** (anciennement partie F)

L'expérience a montré qu'il pouvait être nécessaire de protéger les équipements à courants porteurs contre les tensions impulsives nuisibles dues par exemple à des clics provenant des équipements de commutation ou à des courants d'appel à fréquence basse.

Une certaine protection contre ces tensions impulsives nuisibles résulte du fait que diverses Administrations emploient des termineurs dont les enroulements produisent un effet de filtre passe-haut en introduisant un affaiblissement élevé pour les fréquences inférieures à 300 Hz, ou bien emploient des dispositifs limiteurs d'amplitude existant normalement dans leurs systèmes à courants porteurs ou pouvant être insérés dans le termineur. D'autres dispositions peuvent être également utilisées.

7 **Linéarité** (anciennement partie G)

La courbe représentant la variation (en fonction de la puissance) de l'équivalent de l'ensemble des équipements d'émission et de réception de chaque voie doit être contenue dans les limites du graphique n° 3 de la figure 3/G.232, la mesure du niveau de puissance à la sortie étant effectuée au moyen d'un appareil à loi quadratique.

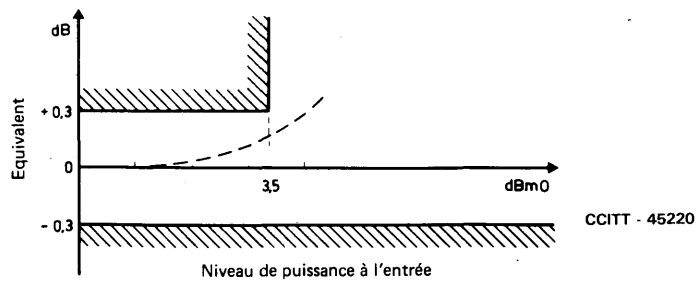


FIGURE 3/G.232

Graphique n° 3 – **Limites admissibles pour la variation, en fonction du niveau absolu de puissance (par rapport au niveau relatif zéro) mesuré aux bornes basse fréquence d'entrée d'une voie, de l'équivalent de l'ensemble des équipements d'émission et de réception de voie d'un équipement terminal à 12 voies**

8 **Limitation d'amplitude** (anciennement partie H)

L'équipement d'émission d'une voie, complété s'il est nécessaire par un limiteur, doit produire l'effet de limitation ainsi défini: pour tout signal sinusoïdal, à une fréquence quelconque comprise entre 300 et 3400 Hz, appliqué à l'entrée avec un niveau quelconque mais inférieur ou égal à 20 dBm0, le niveau du signal mesuré à la sortie en haute fréquence, à l'aide d'un appareil apériodique à loi quadratique et rapporté au point de niveau relatif zéro, ne doit pas dépasser 12 dBm0.

9 **Diaphonie** (anciennement partie J)

9.1 *Diaphonie intelligible entre circuits différents*

L'écart diaphonique (correspondant seulement à la diaphonie intelligible) mesuré entre deux voies à courant porteur d'un même groupe primaire ne doit pas être inférieur à 65 dB.

Pour vérifier que cette limite est respectée, on peut se borner à effectuer des mesures avec une onde sinusoïdale, de fréquence égale à 800 Hz, dont la puissance doit être 1 milliwatt au point qui serait au niveau relatif zéro dans les conditions normales de fonctionnement du système. La mesure peut aussi se faire au moyen d'un récepteur sélectif (analyseur d'onde).

9.2 *Diaphonie inintelligible entre voies adjacentes*

La diaphonie produite dans la voie voisine par une bande latérale non désirée, du fait de l'imperfection des caractéristiques de suppression du filtre de voie, est inversée et de ce fait inintelligible. Cependant, cette diaphonie peut se produire au rythme de la parole et il y a lieu de réduire la gêne ainsi provoquée par une personne qui parle fort.

On emploiera la méthode décrite ci-après pour vérifier que la suppression de cette diaphonie est suffisante. On ferme le circuit perturbé du côté émission, et on applique à la voie perturbatrice un signal à spectre uniforme, mis en forme conformément à la courbe de densité de puissance du signal téléphonique conventionnel (voir l'Avis G.227).

La puissance appliquée à cette voie ne doit pas dépasser 1 mW au point de niveau relatif zéro, afin d'éviter tout effet de limitation de niveau dans la voie.

On compare alors au psophomètre le bruit produit dans la voie perturbée au signal appliqué à la voie perturbatrice et on exprime le résultat sous la forme d'un écart diaphonique de puissance. La valeur ainsi obtenue (compte tenu, le cas échéant, du bruit de fond ou d'autres bruits présents dans la voie perturbée en plus de la diaphonie mesurée) ne doit pas être inférieure à 60 dB.

9.3 *Diaphonie inteiligible entre les deux sens de transmission d'une voie de communication quelconque dans un groupe primaire*

Cette recommandation se rapporte seulement à la diaphonie intelligible, mesurée entre répartiteur à fréquences vocales et répartiteur de groupes primaires, y compris les câblages de station (bien que l'on pense que la diaphonie considérée provient principalement des équipements terminaux de voie).

L'écart paradiaphonique, mesuré entre le point d'entrée à fréquences vocales sur chaque voie de transmission et le point de sortie à fréquences vocales portant le même numéro (voir la figure 4/G.232), doit être au moins égal à X dB lorsque les points d'accès à haute fréquence sont terminés d'une façon appropriée.

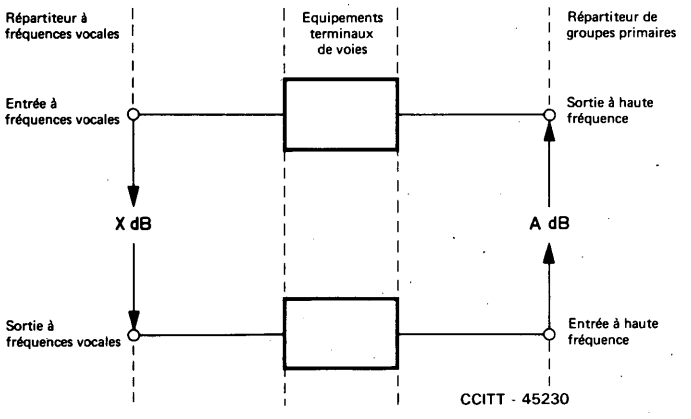


FIGURE 4/G.232

En outre, l'écart paradiaphonique mesuré entre l'entrée à haute fréquence et la sortie à haute fréquence doit être d'au moins A dB lorsque les points d'entrée et de sortie à fréquences vocales sont terminés d'une façon appropriée.

Le CCITT recommande les valeurs suivantes, qui sont des valeurs minimales à faire figurer dans des spécifications (et non des objectifs):

Pour toutes les voies, $X = 53$ dB, $A = 47$ dB. La méthode de mesure est indiquée dans l'Avis cité en [3].

Pour les voies de circuits qui peuvent être utilisées avec des suppresseurs d'écho ou avec des concentrateurs de communications, $X = 68$ dB, $A = 62$ dB. La méthode de mesure à appliquer est celle que décrit l'Avis cité en [4].

9.4 *Câblage dans les stations*

La contribution du câblage des stations à la diaphonie entre les deux sens de transmission qui prend naissance dans les équipements de modulation de voie, mesurée à basse fréquence ou aux répartiteurs de groupes primaires, devrait être de faible valeur, c'est-à-dire d'un ordre de grandeur inférieur à celui des équipements eux-mêmes. Il ne paraît pas justifié de proposer des subdivisions plus précises des limites proposées dans les § 9.1, 9.2 et 9.3.

Méthodes de calcul

On trouvera dans l'Avis J.18 [5] la liste des diverses sources de diaphonie entre les deux sens de transmission, dont il est raisonnable de supposer l'existence pour les cas proches des conditions limites qui devraient servir de base aux spécifications d'équipements.

L'Avis cité en [6] contient des considérations générales sur les méthodes de calcul établies dans l'hypothèse que les différentes contributions à la diaphonie s'ajoutent les unes aux autres en puissance.

10 **Bruit** (anciennement partie K)

L'Avis G.222 indique une recommandation relative au bruit produit dans les équipements de voie.

11 **Niveaux, impédance et affaiblissement d'adaptation aux bornes à fréquences vocales** (anciennement parties L et M)

11.1 Compte tenu, des diverses manières dont il est possible d'appliquer l'Avis G.121 [7] et, des équipements modernes actuellement disponibles, il est recommandé que de nouveaux types d'équipements de modulation de voie soient construits de façon à satisfaire aux conditions suivantes (voir la figure 5/G.232, où les compléments de ligne réglables A_R et A_S permettent l'ajustement des niveaux relatifs sur une certaine étendue). Lorsque ces compléments de ligne sont réglés à 0 dB, le niveau relatif aux bornes S et R de l'équipement doit prendre l'un des deux ensembles des valeurs indiquées dans le tableau 2/G.232.

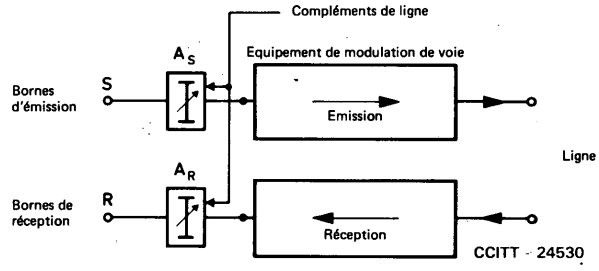


FIGURE 5/G.232

TABLEAU 2/G.232

	Niveau maximal à la réception en R	Niveau minimal à l'émission en S
Solution 1	+4 dBr	−14 dBr
Solution 2	+7 dBr	−16 dBr

On n'a pas jugé nécessaire de recommander une valeur pour l'étendue de réglage, qui peut être éventuellement réduite à zéro. Le choix entre ces deux solutions et la détermination de l'étendue du réglage sont laissés à chaque Administration, qui se fondera sur des considérations économiques, sur la configuration de son propre réseau, sur son plan de transmission et sur tout autre facteur pertinent.

11.2 La valeur nominale de l'impédance des circuits interurbains (vue du jack du commutateur manuel ou vue du sélecteur) doit être la même pour tous les circuits aboutissant à un même central interurbain. Il est recommandé que les équipements terminaux des systèmes à courants porteurs soient prévus pour avoir une valeur nominale de 600 ohms pour l'impédance des circuits interurbains nationaux ou internationaux.

11.3 L'affaiblissement d'adaptation aux bornes d'émission et de réception par rapport à 600 ohms, les compléments de ligne étant réglés à l'affaiblissement zéro, devrait être supérieur à 15 dB dans toute la gamme de 300 à 600 Hz, et à 20 dB dans toute la gamme de 600 à 3400 Hz.

Remarque – En règle générale, lorsque les affaiblissements des compléments de ligne A_S et A_R (figure 5/G.232) sont réglés à une valeur différente de zéro, on obtient des valeurs supérieures pour l'affaiblissement d'adaptation.

12 **Protection et suppression des ondes pilotes** (anciennement partie N)

L'emploi d'ondes pilotes de groupes primaire et secondaire crée certains problèmes d'interférence de ces ondes pilotes entre elles et avec les signaux téléphoniques.

Les cas des ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire ont été traités séparément dans ces paragraphes, où des recommandations concernent les diverses perturbations, à l'exclusion de la signalisation hors bande.

Des recommandations précises n'ont pu être formulées pour la signalisation hors bande [1)], toutefois certains principes généraux et leur application à des systèmes particuliers de signalisation hors bande ont été indiqués, comme exemple.

Remarque – Dans l'ensemble du texte du présent § 12, ainsi que de celui des annexes A et B du présent Avis, il est supposé que les ondes pilotes utilisées sont aux fréquences 84,080 et 84,140 kHz d'une part, 411,920 et 411,860 kHz d'autre part. Dans le cas où les ondes pilotes à 104,080 kHz et 547,920 kHz sont utilisées, les mêmes dispositions s'appliquent, mais avec les transpositions suivantes:

A l'onde pilote de groupe primaire à 104,080 kHz sont associées les voies 1 et 2 (comme à l'onde pilote à 84,080 kHz sont associées les voies 6 et 7).

A l'onde pilote de groupe secondaire à 547,920 kHz sont associées la fréquence perturbatrice à 64,080 kHz dans le groupe primaire 5 et les voies 11 et 12 (comme à l'onde pilote à 411,920 kHz sont associées la fréquence perturbatrice à 104,080 kHz dans le groupe primaire 3 et les voies 1 et 2).

12.1 *Protection et suppression de l'onde pilote de groupe primaire*

Compte tenu des diverses possibilités de perturbations indiquées dans l'annexe A à cet Avis, il est recommandé que les équipements terminaux de groupes primaires de 12 voies procurent au minimum les affaiblissements relatifs suivants, aux fréquences indiquées dans le tableau 3/G.232.

TABLEAU 3/G.232

Onde pilote (kHz)	Voie n°	Fréquence perturbatrice dans la voie par rapport au porteur virtuel (Hz)	Affaiblissement minimal (par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz)	
			Emission (dB)	Réception (dB)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
84,080	6	3920	20	40
	7	−80	20	20
84,140	6	3860	20	35
	7	−140	30	20

1) *Remarque du Secrétariat* – Voir les Avis Q.21 [8] et Q.414 [9].

L'affaiblissement requis aux fréquences équivalentes de −80 Hz et 3920 Hz ou −140 Hz et 3860 Hz peut être obtenu par la combinaison de filtres pour fréquences vocales, de filtres situés du côté haute fréquence des voies et de filtres coupe-fréquence, au choix de l'Administration intéressée. On doit cependant noter que, lorsqu'il existe entre les filtres pour fréquences vocales et les filtres en haute fréquence un dispositif non linéaire (par exemple un modulateur fonctionnant en limiteur) (voir le § 8), les filtres aux fréquences vocales peuvent avoir un effet négligeable sur les signaux perturbateurs en basse fréquence à niveau élevé. Les affaiblissements indiqués dans les colonnes (4) et (5) du tableau 3/G.232 sont les affaiblissements effectivement nécessaires, compte tenu de l'effet du limiteur.

Toutes les valeurs d'affaiblissement indiquées ci-dessus doivent être obtenues dans une bande de ± 3 Hz (pour l'onde pilote à 84,080 kHz) ou de ± 5 Hz (pour l'onde pilote à 84,140 kHz) par rapport à chacune des fréquences nominales à l'émission et à la réception. Cette largeur de bande tient compte des tolérances sur les fréquences des ondes pilotes de groupe primaire (voir le § 3 de l'Avis G.241) et de la variation de fréquence possible sur un circuit téléphonique international (voir le § 1 de l'Avis G.225).

De plus, du côté émission, l'affaiblissement dans une bande de ± 25 Hz par rapport à la fréquence nominale de l'onde pilote doit être tel que l'énergie totale d'un signal erratique à spectre uniforme dans cette bande soit affaiblie d'au moins 20 dB (voir l'annexe A). Tout signal parasite compris dans cette bande passe en effet à travers la bande passante du filtre de mesure de l'onde pilote et produit des perturbations dans le fonctionnement des régulateurs, des appareils de mesure, etc.

12.2 *Protection et suppression de l'onde pilote de groupe secondaire*

Des considérations analogues à celles évoquées dans le paragraphe précédent conduisent à recommander des valeurs identiques, mais s'appliquant cette fois aux voies 1 et 2 des équipements terminaux (au lieu des voies 6 et 7, respectivement). Toutefois l'affaiblissement total requis peut être obtenu, au choix de l'Administration intéressée, soit dans l'équipement de modulation de voie, soit dans l'équipement de modulation de groupe primaire (en utilisant des filtres coupe-fréquence, soit sur 104,140 kHz ou 104,080 kHz dans l'équipement de modulation du groupe primaire 3, soit sur 411,860 kHz ou 411,920 kHz), soit concurremment dans les deux équipements. Il s'ensuit que les mesures à prendre dans les équipements de modulation de voie dépendent de celles qui sont prises dans les équipements de modulation de groupe primaire (voir le § 9 de l'Avis G.233). L'affaiblissement total requis est indiqué dans le tableau 4/G.232.

TABLEAU 4/G.232

Onde pilote	Fréquence perturbatrice dans le groupe primaire 3	Voie n°	Fréquence perturbatrice dans la voie par rapport au porteur virtuel	Affaiblissement minimal (par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz)	
				Emission	Réception
(kHz)	(kHz)		(Hz)	(dB)	(dB)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
411,920	104,080	1 2	3920 −80	20 20	40 20
411,860	104,140	1 2	3860 −140	20 30	35 20

Les mêmes remarques qu'au § 12.1, relatives aux bandes de fréquences dans lesquelles ces affaiblissements sont nécessaires, restent valables dans le cas présent. Toutefois, l'affaiblissement à l'émission, dans une bande de ± 25 Hz par rapport à la fréquence nominale de l'onde pilote de groupe secondaire, est difficile à obtenir ailleurs qu'aux fréquences vocales.

12.3 *Interférences mutuelles entre ondes pilotes et signalisation hors bande*

Il y a lieu de tenir compte, dans la spécification d'équipements destinés à être utilisés avec signalisation hors bande, des perturbations mutuelles entre cette signalisation et les ondes pilotes, et de calculer dans chaque cas les protections nécessaires, en fonction des paramètres propres au système de signalisation, selon les principes suivants:

12.3.1 *Protection des ondes pilotes*

Lorsque le courant de signalisation est découpé aux différentes vitesses prévues par le code de signalisation, le niveau de puissance du signal perturbateur qui en résulte dans une bande de fréquences de ± 25 Hz de part et d'autre de la fréquence de l'onde pilote doit rester inférieur d'au moins 20 dB au niveau de l'onde pilote.

Si l'émission du courant de signalisation est de très courte durée, par rapport à la constante de temps du régulateur, un niveau de perturbation plus élevé pourrait être toléré; il convient cependant de prévoir la protection de l'onde pilote pour le cas où, par suite d'un dérangement, l'émission de courant découpé serait permanente.

12.3.2 *Protection de la signalisation*

On doit s'assurer que le fonctionnement de la signalisation reste correct (en ce qui concerne la distorsion, etc.) pour toutes les voies de signalisation hors bande, même pour celles qui sont contiguës à une onde pilote de groupe.

Remarque – Lorsqu'on utilise un système de signalisation hors bande, on doit également tenir compte des perturbations mutuelles entre signalisation et parole. En général, les affaiblissements nécessaires de ce fait assurent *ipso facto* les protections relatives aux ondes pilotes.

Un exemple d'application de ces règles à différents systèmes de signalisation hors bande où l'on suppose que le niveau du résidu d'onde pilote doit être ramené à 10 dB au-dessous du seuil de sensibilité du récepteur de signaux est donné dans l'annexe B.

13 Protection contre les interruptions

Si on estime la chose souhaitable, par exemple pour l'identification et la mise hors service automatiques des circuits d'un groupe primaire défectueux, on peut prévoir, associé à l'équipement de modulation de voie, un récepteur d'onde pilote pour la protection contre les interruptions.

Ce récepteur, dont la spécification figure à l'Avis Q.416 [10], peut s'avérer approprié à cet effet si l'on utilise comme pilotes les fréquences de 84,08 ou de 104,08 kHz.

ANNEXE A

(à l'Avis G.232)

Calcul des affaiblissements nécessaires pour la protection ou la suppression des ondes pilotes

A.1 *Interférences à l'extrémité d'une liaison en groupe primaire liées à l'utilisation de l'onde pilote de groupe primaire*

A.1.1 *Perturbation des voies téléphoniques par les ondes pilotes de groupe primaire*

On admet que le niveau maximal de perturbation admissible dans une voie téléphonique, provenant de l'onde pilote de groupe primaire, est −73 dBm0p. Les voies perturbées sont les voies 6 et 7.

Le tableau A-1/G.232 donne l'affaiblissement total minimal supplémentaire nécessaire dans les équipements de modulation de voie à la réception, entre l'entrée en haute fréquence et la sortie aux fréquences vocales, par rapport à l'affaiblissement nominal pour le signal téléphonique.

TABLEAU A-1/G.232

Onde pilote (kHz)	Niveau de l'onde pilote (dBm0)	Voie n°	Fréquence perturbatrice dans la voie par rapport au porteur virtuel (Hz)	Poids psophométrique à la fréquence perturbatrice (dB)	Affaiblissement minimal (dB)
84,080	−20	6	3920	13	40
		7	−80	48	5
84,140	−25	6	3860	13	35
		7	−140	31	17

Remarque – On a arrondi les poids psophométriques en tenant compte des tolérances admises dans l'Avis P.53 [11].

A.1.2 *Perturbation des ondes pilotes de groupe primaire par les voies téléphoniques*

Les perturbations apportées aux ondes pilotes de groupe primaire peuvent provenir de signaux de fréquences voisines de 80 Hz (pilote à 84,080 kHz) ou de 140 Hz (pilote à 84,140 kHz) dans la voie 7 et de 3920 Hz ou 3860 Hz dans la voie 6. Ici la difficulté consiste à définir le caractère du signal perturbateur et la nature de l'instrument qui subit les perturbations. Certains essais ont montré que la plupart des perturbations ont des causes sporadiques (clics dus aux clés, dérangements d'ordre mécanique dans un microphone, etc.) se produisant à de basses fréquences dans la voie 7.

On a montré qu'un affaiblissement de 20 dB à 80 Hz produit par un filtre passe-haut pour fréquences vocales est suffisant lorsqu'on tient compte des effets sur un régulateur automatique ayant les caractéristiques suivantes:

Filtre sélectif 84,080 kHz ± 25 Hz (points à 3 dB).

Fonctionnement de la commande automatique de gain (d'après la valeur efficace): une variation brusque de 4 dB du niveau de l'onde pilote se traduit au bout de 45 secondes par une variation finale de 0,2 dB.

Si l'on considère les perturbations sur le diagramme d'un enregistreur, on trouve qu'un affaiblissement de 20 dB est tout à fait insuffisant, et qu'avec un certain enregistreur il faut 64 dB à 80 Hz pour être certain que les pointes de perturbations soient inférieures à 0,02 dB (objectif à long terme – voir le § 5 de l'Avis G.241). Cependant, on estime que la valeur de 20 dB convient en tant que recommandation d'ordre général en ce qui concerne l'onde pilote à 84,080 kHz. Cette valeur n'a également causé aucune difficulté avec les perturbations à 3920 Hz dans la voie 6 et, s'il est vrai qu'une valeur plus faible serait probablement suffisante au point de vue des perturbations des régulateurs, on recommande néanmoins 20 dB en tant qu'affaiblissement aisément obtenu dans l'équipement terminal de voie.

Des valeurs correspondantes pour la protection de l'onde pilote à 84,140 kHz ont été établies. On a supposé que la distribution spectrale de l'énergie du signal perturbateur téléphonique était conforme à la courbe indiquée dans l'Avis G.227. La bande passante du filtre sélectif est ± 25 Hz autour de la fréquence de l'onde pilote, et la perturbation admissible est supposée la même qu'indiqué précédemment.

Le tableau A-2/G.232 donne l'affaiblissement total minimal supplémentaire nécessaire dans les équipements de modulation de voie à l'émission, entre l'entrée aux fréquences vocales et la sortie en haute fréquence, par rapport à l'affaiblissement nominal pour le signal téléphonique.

TABLEAU A-2/G.232

Onde pilote (kHz)	Niveau de l'onde pilote (dBm0)	Voie n°	Fréquence perturbatrice dans la voie par rapport au porteur virtuel (Hz)	Affaiblissement minimal (dB)
84,080	−20	6	3920	20
		7	−80	20
84,140	−25	6	3860	20
		7	−140	30

A.1.3 *Interférence entre deux ondes pilotes de groupe primaire*

A.1.3.1 A l'extrémité réception d'une liaison en groupe primaire, où la bande de 60 à 108 kHz se trouve décomposée en 12 voies téléphoniques, l'onde pilote de groupe primaire reçue produit un signal à fréquence audible dans les voies 6 et 7, comme il est indiqué au § A.1.2. Si l'une de ces voies est utilisée dans la même position sur une autre liaison en groupe primaire en tandem, le signal perturbateur sera transposé à l'émission à la fréquence de l'onde pilote et causera une interférence avec l'onde pilote émise sur la seconde liaison en groupe primaire.

Un affaiblissement total de 40 dB est nécessaire pour ramener cette interférence à un niveau acceptable. On peut le réaliser dans les voies 6 et 7. Sous certains rapports, il est préférable de l'assurer entièrement à la réception, et, sous d'autres rapports, entièrement à l'émission.

Une règle généralement acceptable est d'assurer au moins 20 dB à la fois à l'émission et à la réception.

A.1.3.2 Une autre source possible d'interférence entre deux ondes pilotes de groupe primaire réside dans un couplage entre le côté émission et le côté réception de la voie 6 ou de la voie 7, ce dernier cas étant toutefois le seul à prendre pratiquement en considération. Si l'affaiblissement d'équilibrage dans le termineur de la voie 7 à 80 Hz ou à 140 Hz et les affaiblissements des circuits à cette fréquence sont faibles, le signal à 80 Hz ou à 140 Hz venant de l'onde pilote reçue est transposé à l'émission à la fréquence de l'onde pilote émise (84,08 ou 84,14 kHz) et produit donc une interférence avec cette dernière. L'affaiblissement total sur la demi-boucle réception + émission à 80 Hz et à 140 Hz doit donc dépasser 40 dB.

A.2 *Perturbation à l'extrémité d'une liaison en groupe secondaire ou d'une liaison en groupe primaire liées à l'utilisation de l'onde pilote de groupe secondaire*

Des considérations analogues au cas des ondes pilotes de groupe primaire, développées dans le § A.1, s'appliquent au cas des ondes pilotes de groupe secondaire, les voies téléphoniques dont il s'agit étant maintenant les voies 1 et 2 du groupe primaire 3. Les fréquences perturbatrices dans ces voies sont 3920 Hz et −80 Hz pour l'onde pilote à 411,920 kHz, et 3860 Hz et −140 Hz pour l'onde pilote à 414,860 kHz.

A.2.1 *Perturbation des voies téléphoniques par les ondes pilotes de groupe secondaire*

Selon le calcul du § A.1.1, les affaiblissements minimaux nécessaires sont, selon l'onde pilote utilisée:

Voie n° 1 (réception):	40 dB à	3920 Hz
	35 dB à	3860 Hz
Voie n° 2 (réception):	5 dB à	−80 Hz
	17 dB à	−140 Hz

A.2.2 *Perturbations des ondes pilotes de groupe secondaire par les voies téléphoniques*

Selon les calculs du § A.1.2, les affaiblissements minimaux nécessaires sont, selon l'onde pilote utilisée:

Voie n° 1 (émission):	20 dB à	3920 Hz
	20 dB à	3860 Hz
Voie n° 2 (émission):	20 dB à	−80 Hz
	30 dB à	−140 Hz

A.2.3 *Interférence entre deux ondes pilotes de groupe secondaire*

Selon les considérations du § A.1.3, un affaiblissement total d'au moins 40 dB est nécessaire à la fréquence de tout signal qui, provenant d'une onde pilote de groupe secondaire reçue, se retrouverait après modulation transposée à la fréquence de l'onde pilote de groupe secondaire émise à l'origine d'une section en groupe secondaire.

Cet affaiblissement total (émission plus réception) s'applique aux voies 1 et 2.

De plus, en cas de mise en tandem de deux groupes primaires occupant chacun la position 3 dans deux groupes secondaires, une interférence peut se produire entre les ondes pilotes de ces deux groupes secondaires, et un affaiblissement total d'au moins 40 dB est nécessaire dans les équipements de modulation de groupe primaire 3 (émission plus réception).

ANNEXE B

(à l'Avis G.232)

Exemple de protection réciproque des ondes pilotes et de la signalisation hors bande

On considère les trois cas suivants (voir l'Avis Q.21 [8]):

- appel à la fréquence porteuse virtuelle au niveau: −3 dBm0;
- appel à 3825 Hz, niveau élevé: −5 dBm0;
- appel à 3825 Hz, niveau faible: −20 dBm0.

On associe l'onde pilote à 84,140 kHz (au niveau −25 dBm0) à la signalisation à la fréquence porteuse virtuelle et l'onde pilote à 84,080 kHz (au niveau −20 dBm0) à la signalisation à 3825 Hz.

B.1 *Protection des ondes pilotes*

En supposant que le signal de signalisation est découpé à 10 Hz (50/50 ms), on trouve que les affaiblissements nécessaires à l'émission, dans les équipements de signalisation (ou de voie) de la voie 6, sont:

- appel à la fréquence porteuse virtuelle: 21 dB à 3860 ± 25 Hz;
- appel à 3825 Hz, niveau élevé: 17 dB à 3920 ± 25 Hz;
- appel à 3825 Hz, niveau faible: 2 dB à 3920 ± 25 Hz.

B.2 *Protection de la signalisation*

En supposant que le seuil de sensibilité du récepteur est 11 dB au-dessous du niveau nominal de signalisation, on trouve que les affaiblissements nécessaires à la réception dans les équipements de signalisation (ou de voie) de la voie 6 sont:

- appel à la fréquence porteuse virtuelle: néant;
- appel à 3825 Hz, niveau fort: 6 dB à 3920 ± 3 Hz;
- appel à 3825 Hz, niveau faible: 21 dB à 3920 ± 3 Hz.

Références

[1] *Caractéristiques affaiblissement – fréquence d'équipements de modulation et démodulation de voie utilisés dans certains pays pour des circuits internationaux*, Livre vert, tome III.2, supplément n° 7, UIT, Genève, 1973.

[2] Avis du CCITT *Influence des réseaux nationaux sur la stabilité et les affaiblissements de l'écho dans les systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.122, tableau 1/G.122.

[3] Avis du CCITT *Diaphonie linéaire*, tome III, fascicule III.1, Avis G.134, annexe A.

[4] *Ibid.*, annexe A, § A.2.

[5] Avis du CCITT *Diaphonie sur les circuits pour transmissions radiophoniques établis sur des systèmes à courants porteurs*, tome III, fascicule III.4, Avis J.18.

[6] *Ibid.*, annexe A.

[7] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) des systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.121.

[8] Avis du CCITT *Systèmes recommandés pour la signalisation «hors bande»*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.21.

[9] Avis du CCITT *Emetteur de signalisation*, tome VI, fascicule VI.4, Avis Q.414.

[10] Avis du CCITT *Protection contre les interruptions*, tome VI, fascicule VI.4, Avis Q.416.

[11] Avis du CCITT *Psophomètres (appareils pour la mesure objective des bruits de circuit)*, tome V, Avis P.53.

Avis G.233

RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX ÉQUIPEMENTS DE MODULATION

(modifié à Genève, 1964, à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972, 1976 et 1980)

Le présent Avis donne les recommandations relatives aux équipements de modulation, à l'exclusion:

- des équipements de modulation de voie, pour lesquels il y a lieu de consulter les Avis G.232, G.234 [1] et G.235;
- des équipements de modulation qui effectuent la transposition dans la bande des fréquences transmises en ligne, pour lesquels il y a lieu de consulter les Avis relatifs aux différents systèmes de ligne.

1 Méthodes de transposition

Les procédés par lesquels les équipements de modulation définis dans l'Avis G.211 effectuent la transposition des groupes (primaire, secondaire et tertiaire) de base ou d'un assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires sont représentés par les figures suivantes:

1) pour les équipements de modulation de groupe primaire (1er et 2e procédés): figure 1/G.233;

2) pour les équipements de modulation de groupe secondaire (1er procédé): figure 2/G.233;

3) pour les équipements de modulation de groupe tertiaire (1er procédé): figure 3/G.233;

4) pour les équipements de modulation de groupe secondaire (2e procédé): figure 4/G.233;

5) pour les équipements de modulation de l'assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires (2e procédé): figure 5/G.233.

Remarque – Les équipements indiqués aux § 4) et 5) ci-dessus sont particuliers au 2e procédé décrit dans l'Avis G.211. Les conditions d'utilisation de ce procédé sont indiquées dans cet Avis.

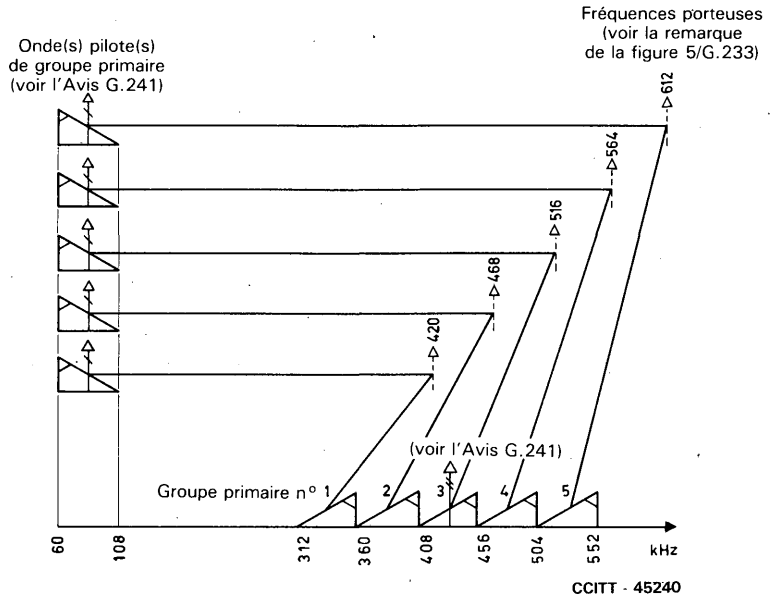


FIGURE 1/G.233

Constitution du groupe secondaire de base

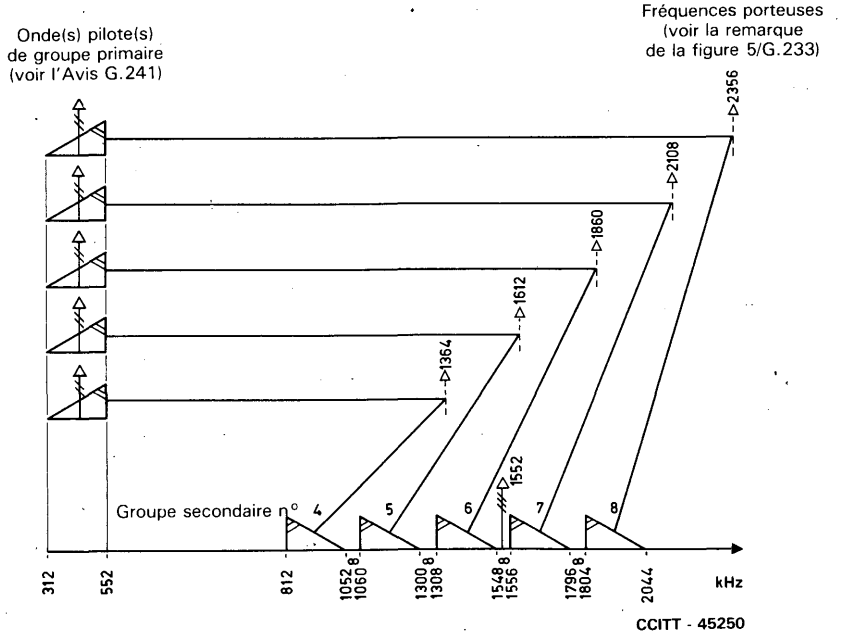


FIGURE 2/G.233

Constitution du groupe tertiaire de base

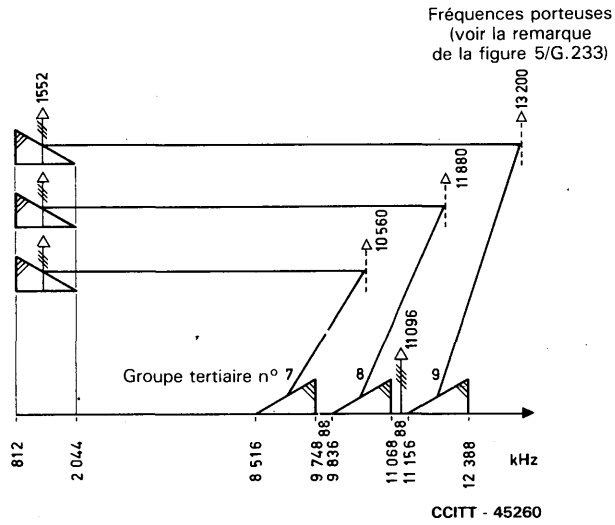


FIGURE 3/G.233

Constitution du groupe quaternaire de base

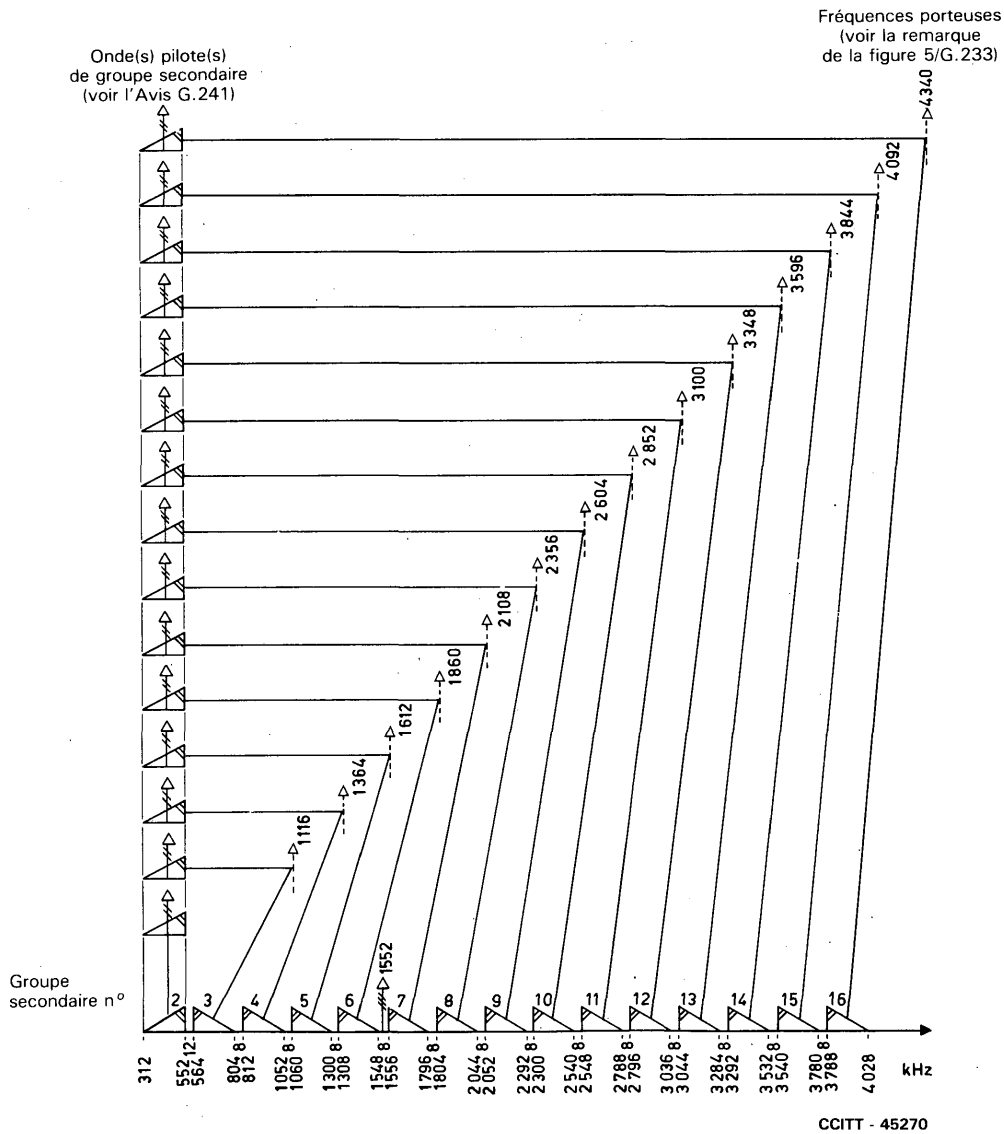


FIGURE 4/G.233

Constitution de l'assemblage de base de 15 groupes secondaires

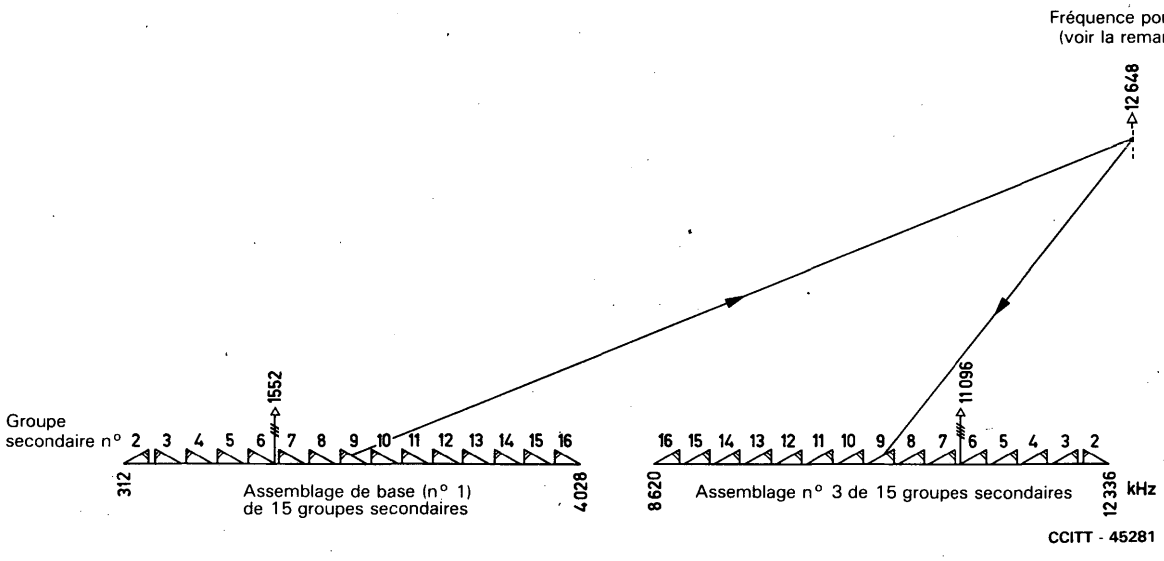


FIGURE 5/G.233

Constitution de l'assemblage de 15 groupes secondaires n° 3

Remarque commune aux figures 1/G.233 à 5/G.233 – Les fréquences porteuses virtuelles représentées sur les figures 1/G.233 à 5/G.233 seront d'habitude les fréquences réellement employées. Toutefois, on les a toutes représentées comme des fréquences virtuelles pour laisser la possibilité d'utiliser dans l'avenir des moyens plus économiques de constitution du groupe primaire, secondaire, etc., de base.

2 Réglage du niveau en un point de passage par le groupe primaire de base

Lorsqu'un groupe primaire emprunte sur son itinéraire différents systèmes à courants porteurs, il faut prévoir la possibilité de modifier le niveau, par exemple entre les limites d'environ ± 4 dB, en tout point où l'on repasse par le groupe primaire de base.

3 Niveaux relatifs de puissance aux répartiteurs de groupes primaires et de groupes secondaires

Bien que la normalisation des niveaux relatifs de puissance aux répartiteurs de groupes primaires ou de groupes secondaires soit avantageuse pour faciliter l'établissement et la maintenance des systèmes internationaux à courants porteurs et pour faciliter les modifications d'acheminement de groupes primaires ou de groupes secondaires d'un système à un autre, jusqu'à l'Assemblée plénière de 1972 il n'a pas été possible de recommander une telle normalisation sur le plan international, étant donné la diversité des systèmes à courants porteurs déjà en service. Le tableau 1/G.233 indique, à titre d'information, les valeurs utilisées par différentes Administrations.

Le CCITT s'est uniquement préoccupé de recommander des valeurs préférées à l'intention des pays qui n'ont pas encore fixé ces valeurs dans leur réseau national. Dans cet esprit:

- on recommande un niveau relatif d'émission de −36 dBr aux répartiteurs de groupes primaires et de groupes secondaires;
- à la réception, on recommande de choisir entre les valeurs de −23 et −30 dBr;
- pour l'impédance, on recommande les valeurs suivantes:
  150 ohms, symétrique pour les répartiteurs de groupes primaires;
  75 ohms, non symétrique pour les répartiteurs de groupes secondaires.

TABLEAU 1/G.233

Niveaux relatifs de puissance aux répartiteurs de groupes primaires et de groupes secondaires, dans les systèmes à courants porteurs de diverses Administrations

Pays		Niveaux relatifs de puissance aux répartiteurs de groupes primaires		Groupe primaire de base apparaissant sur ces répartiteurs	Impédance aux répartiteurs de groupes primaires	Niveaux relatifs de puissance aux répartiteurs de groupes secondaires		Impédance aux répartiteurs de groupes secondaires
		Emission (dBr)	Réception (dBr)			Emission (dBr)	Réception (dBr)	
Allemagne (République fédérale)		—36	—30	B	150 ohms, symétrique	—35	—30	75 ohms, non symétrique
Australie, Danemark [b]	Système 1	—36,5	—30,5	B	150 ohms, symétrique	—35	—30,5	id.
	Système 2	—42	—5	B	135 ohms, symétrique	—35	—30	id.
Autriche		—37 —36[a]	—8 —30[a]	B	75 ohms, non symétrique 150 ohms, symétrique[a]	—35	—30	id.
Belgique		—37	—8	B	150 ohms, symétrique	—35	—30	id.
Bulgarie (République populaire de)		—36[a]	—23[a]	B	150 ohms, symétrique[a]	—36[a]	—23[a]	id.
Espagne, Irlande, Nouvelle-Zélande, Norvège, Royaume-Uni		—37	—8	B	75 ohms, non symétrique	—35	—30	id.
Etats-Unis d'Amérique (American Telephone and Telegraph Company)		—42	—5	B	135 ohms, symétrique	—25	—28	id.
France		—52 —33[a]	—17 —15[a]	B	150 ohms, symétrique	—45	—35	id.
Hongrie, Italie, Pays-Bas		—37	—30	B	150 ohms, symétrique	—35	—30	id.
Inde		—36,5	—30,4	B	150 ohms, symétrique	—34,8	—30,4	id.
Japon (Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation)		—36	—18	B	75 ohms, symétrique	—29	—29	id.
Mexique (Teléfonos de México)		—47	—10	B	150 ohms, symétrique	—47	—24	id.
Pologne (République Populaire de)		—36	—23[a] —30	B	150 ohms, symétrique	—36	—23	id.
République Démocratique Allemande		—36 —36	—30 —23[a]	B	150 ohms, symétrique	—35 —36[a]	—30 —23[a]	id.
Suède						—35	—30	id.
Suisse		—41 —36,5[a]	—7,8 —30,5[a]	A ou B	75 ohms, non symétrique	—35	—26	id.
U.R.S.S.		—36	—23	B	150 ohms, symétrique	—36	—23	id.

[a] Valeurs envisagées pour les équipements nouveaux.

[b] Seulement pour le système 1.

4 Niveaux relatifs au répartiteur de groupes tertiaires

Les niveaux relatifs de puissance au répartiteur de groupes tertiaires (voir la figure 6/G.233) doivent être réglés aux valeurs suivantes:

- à l'émission: −36 dBr,
- à la réception: −23 dBr,

aux bornes d'une impédance de 75 ohms, non symétrique par rapport à la terre.

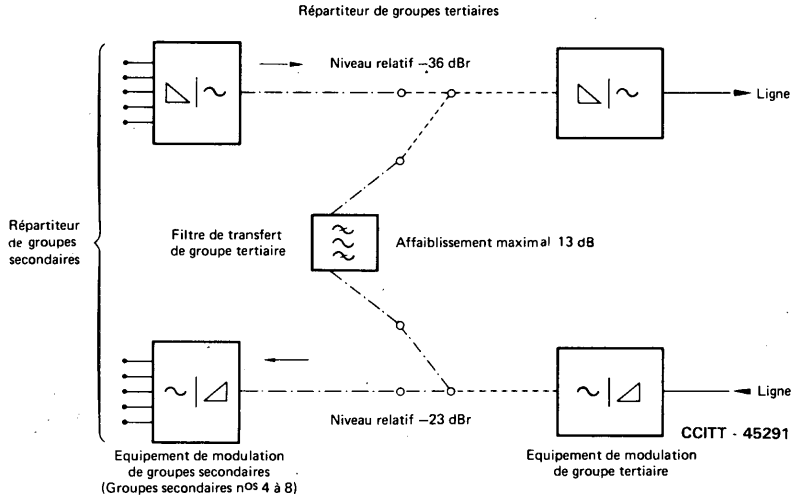


FIGURE 6/G.233

Niveaux relatifs au répartiteur de groupes tertiaires

5 Niveaux relatifs au répartiteur de groupes quaternaires

Les niveaux relatifs de puissance au répartiteur de groupes quaternaires doivent être réglés aux valeurs suivantes:

- à l'émission: −33 dBr,
- à la réception: −25 dBr,

aux bornes d'une impédance de 75 ohms, non symétrique par rapport à la terre.

6 Niveaux relatifs au répartiteur d'assemblage (n° 1) de 15 groupes secondaires

Les niveaux relatifs de puissance au répartiteur d'assemblage de 15 groupes secondaires doivent être réglés aux valeurs suivantes:

- à l'émission: −33 dBr,
- à la réception: −25 dBr,

aux bornes d'une impédance de 75 ohms, non symétrique par rapport à la terre.

7 Affaiblissement d'adaptation

L'affaiblissement d'adaptation, par rapport à 75 ohms, des accès (entrée et sortie) des modulateurs de groupes tertiaire et quaternaire et des modulateurs d'assemblage de base de 15 groupes secondaires ne doit pas être inférieur à 20 dB.

8 Bruits

Le § 4 de l'Avis G.222 donne des indications relatives aux bruits produits par les équipements de modulation de groupes primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire et d'assemblage de 15 groupes secondaires.

9 Perturbations relatives aux ondes pilotes de groupe secondaire

Les perturbations, produites ou subies par les ondes pilotes de groupe secondaire, peuvent être évitées par des précautions convenables prises dans les équipements de modulation de voie ou de groupe primaire (voir le § 12.2 de l'Avis G.232 et l'Avis cité en [2]).

9.1 *Ondes pilotes à 411,860 et 411,920 kHz*

9.1.1 En ce qui concerne la protection des ondes pilotes en un point de transfert (voir l'Avis G.243), lorsque le groupe primaire 3 à l'extrémité de réception d'une liaison en groupe secondaire doit être transféré sans démodulation, par exemple sur une autre liaison en groupe secondaire, l'équipement de démodulation de groupe primaire 3 doit présenter un affaiblissement d'au moins 20 dB à la fréquence de l'onde pilote de groupe secondaire.

9.1.2 Si de plus une Administration désire acheminer un groupe primaire de 12 ou 8 voies téléphoniques d'une liaison en groupe secondaire à une autre, sans restriction sur l'emploi du groupe primaire 3, les équipements de modulation et de démodulation du groupe primaire 3 doivent présenter chacun un affaiblissement d'au moins 20 dB à la fréquence de l'onde pilote de groupe secondaire.

9.2 *Onde pilote à 547,920 kHz*

Si cette onde pilote est utilisée dans un groupe secondaire transmettant non pas un signal à large spectre (données, etc.) qui occupe la plus grande partie de la bande de fréquences, mais cinq groupes primaires (quelle que soit l'utilisation de ces groupes primaires), il convient de prendre dans les équipements de modulation et de démodulation du groupe primaire 5 les mêmes dispositions que celles citées au § 9.1 pour les équipements de groupe primaire 3.

10 Stabilité des fréquences porteuses

Voir le § 1 de l'Avis G.225.

11 Résidus de courants porteurs

11.1 Pour le côté émission d'un étage de modulation, les résidus de courant porteur ne doivent pas excéder:

- −47 dBm0 pour la modulation en groupe primaire,
- −50 dBm0 pour la modulation en groupe secondaire,
- −45 dBm0 pour la modulation en groupe tertiaire,
- −50 dBm0 pour la modulation en groupe quaternaire et pour la modulation en ensembles de 15 groupes secondaires,
- −30 dBm0 pour les ensembles n^{os} 2 et 3 de 15 groupes secondaires dans le cas de systèmes à 12 et 60 MHz et pour le premier étage de modulation de 15 groupes secondaires dans le cas de systèmes à 60 MHz, puisque les résidus de courant porteur tombent dans ce cas dans des bandes de fréquences qui ne sont pas utilisées pour le trafic.

11.2 On peut tolérer un niveau plus élevé pour les résidus de courants porteurs à la sortie du côté réception d'un étage de modulation pourvu qu'il n'occasionne pas de perturbation avec les groupes primaires, etc., adjacents (par la voie d'un résidu vers l'arrière, etc., par exemple).

11.3 Selon l'Avis cité en [3], certains résidus de courants porteurs de voie ou de prégroupe, etc., qui tombent dans des groupes primaires adjacents peuvent causer des perturbations excessives dans le cas des transmissions radiophoniques. Pour respecter les dispositions de l'Avis cité en [4], le niveau de ces résidus mesuré au répartiteur de groupe secondaire ou en un point équivalent ne devrait pas dépasser les valeurs ci-après indiquées:

- −75 dBm0 dans les gammes de fréquences de 73 à 82 kHz et de 86 à 95 kHz,
- −55 dBm0 aux fréquences correspondant à 67 kHz et à 101 kHz.

Pour les bandes de fréquences de 67 à 73 kHz et de 95 à 101 kHz, les conditions sont basées sur des droites (échelles linéaires de fréquences et de niveaux en dBm0) reliant les limites sus-indiquées.

Remarque 1 – Il est certain qu'il y a plusieurs manières de respecter cette limite recommandée, par exemple on peut attribuer, en totalité ou en partie, l'affaiblissement nécessaire à l'équipement de modulation de voie ou de groupe primaire respectivement, en insérant des filtres spéciaux dans le répartiteur de groupe primaire ou en choisissant les groupes primaires.

Remarque 2 – Cette limite ne s'applique que sur le côté émission.

Remarque 3 – La marge de 7 dB qui existe entre les dispositions de l'Avis cité en [4] et celles du présent § 11.3, tient compte de l'effet cumulatif sur les liaisons en groupe primaire intéressées.

11.4 Dans le cas de voies espacées de 3 kHz, il convient d'appliquer les recommandations suivantes:

Lorsqu'une bande de base achemine des voies de 3 kHz ou un mélange de voies de 3 et 4 kHz, le niveau de chaque résidu de courant porteur ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau 2/G.233 (ces limites s'appliquent uniquement au trajet d'émission).

TABLEAU 2/G.233

Résidus de courants porteurs de:	Groupe primaire et groupe secondaire acheminant des voies de 3 kHz	Limite recommandée (dBm0)
Groupes primaires 1, 2 et 3 d'un groupe secondaire quelconque	Le même groupe secondaire	—60[a)]
Groupes primaires 4 et 5 des groupes secondaires de 4 à 16	Respectivement, les groupes primaires 1 et 2 du groupe secondaire inférieur adjacent (c'est-à-dire les groupes secondaires de 3 à 15)	—73[a), b)]
Groupe secondaire 1	Groupe secondaire 3	—60[a), b)]
Groupes secondaires de 3 à 14	Groupe primaire 4 des groupes secondaires de 5 à 16 respectivement	—73[a)]

a) Ces valeurs sont fondées sur l'Avis G.235 relatif aux résidus de courants porteurs de sous-groupe.
b) Ces valeurs sont fondées sur l'hypothèse d'une limite de perturbation par fréquence unique de —73 dBm0p.

Les filtres de l'équipement de modulation de groupe secondaire peuvent contribuer à la suppression des résidus des courants porteurs des groupes primaires 4 et 5.

Il faut aussi spécialement veiller à éviter la formation de résidus de courants porteurs vers l'arrière dans l'étage de démodulation car il peut en résulter des produits tombant dans une voie de 3 kHz dans l'étage de démodulation du groupe primaire ou du groupe secondaire.

Remarque – Aucune tolérance n'est spécifiée pour les effets cumulatifs qui sont au moins partiellement effacés par l'effet de masque exercé par le bruit sur les sections interconnectées de grande longueur qui correspondent normalement à l'emploi d'équipement de voies de 3 kHz.

12 Diaphonie entre les deux sens de transmission

Les limites suivantes sont recommandées pour les écarts diaphoniques (mesurés à une seule fréquence) des équipements de modulation de groupe primaire et d'ordre supérieur; elles s'appliquent aussi bien à la partie inférieure qu'à la partie supérieure de la bande de fréquences:

- étages de modulation de groupe primaire: 80 dB;
- étages de modulation supérieure: 85 dB.

Remarque – Au seul plan de la technique téléphonique, on aurait proposé une limite de 80 dB pour tous les étages de modulation; ce minimum aurait suffi aussi pour respecter la limite recommandée pour la diaphonie intelligible entre circuits pour transmissions radiophoniques (74 dB dans l'Avis J.21 [5]) dans les réseaux où les circuits de ce genre sont systématiquement munis de compresseurs-extenseurs. Toutefois, on attachait de l'importance à l'adoption, pour chaque étage de modulation, d'une seule limite qui suffirait à satisfaire aux exigences les plus strictes qui se posent dans les réseaux.

13 Distorsion de temps de propagation de groupe

13.1 *Equipement de modulation de groupe primaire*

Il est recommandé que les limites indiquées à la figure 7/G.233 pour la distorsion de temps de propagation de groupe (par rapport à la valeur à 84 kHz) ne soient pas dépassées par un équipement de modulation de groupe primaire composé d'un couple d'équipements pour l'émission et la réception du groupe primaire. Les valeurs indiquées sont applicables aux groupes primaires 2, 3 et 4 (sans adjonction de filtres d'arrêt d'onde pilote). Les groupes primaires 1 et 5 sont exclus, en raison de distorsions supplémentaires de différentes origines (filtres d'arrêt d'onde pilote, position à l'extrémité de la bande d'un groupe secondaire, etc.); le groupe primaire 3 peut être exclu quand est utilisée l'onde pilote de groupe secondaire à 411,92 kHz ou à 411,86 kHz.

Remarque – La gamme des valeurs mesurées sur des équipements modernes est indiquée dans le supplément n° 17 à la fin du présent fascicule.

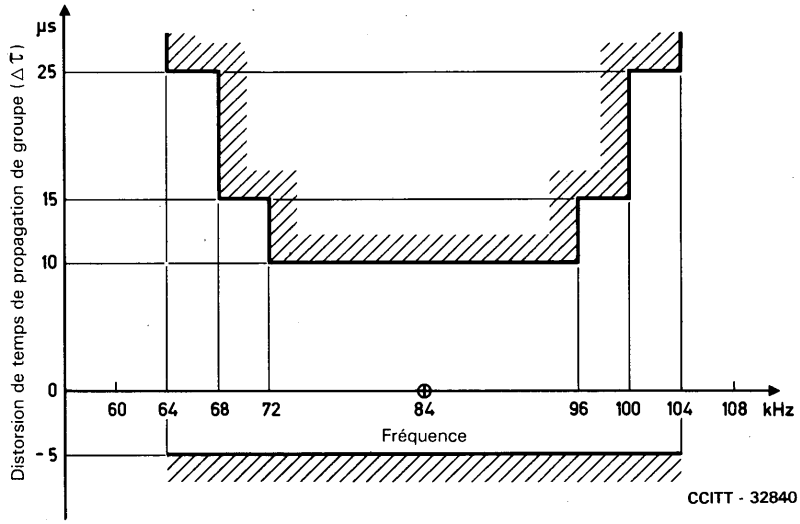


FIGURE 7/G.233

13.2 *Equipement de modulation de groupe secondaire*

Il est recommandé que, pour la distorsion de temps de propagation de groupe (par rapport à la valeur à 412 kHz), un équipement de modulation de groupe secondaire composé d'un couple d'équipements pour l'émission et la réception du groupe secondaire ne dépasse pas les limites indiquées à la figure 8/G.233. Les valeurs indiquées ne sont pas applicables aux groupes secondaires 1 et 3. Selon la construction de l'équipement de modulation de groupe secondaire, cette restriction peut s'étendre aux groupes secondaires 6 et 7 (en raison du filtre de protection de l'onde pilote).

Remarque – La gamme des valeurs mesurées sur des équipements modernes est indiquée dans le supplément n° 17 à la fin du présent fascicule.

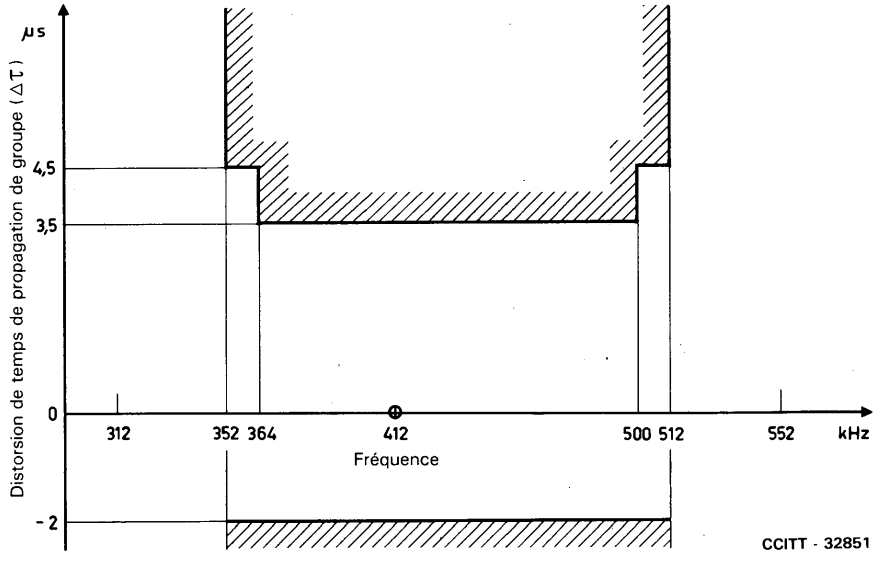


FIGURE 8/G.233

Références

[1] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 8 voies*, Livre orange, tome III-1, Avis G.234, UIT, Genève, 1977.

[2] *Ibid.*, § f) 2).

[3] Avis du CCITT *Caractéristiques des équipements et des lignes utilisés pour établir des circuits pour transmissions radiophoniques à 15 kHz*, tome III, fascicule III.4, Avis J.31, § 1.

[4] *Ibid.*, § 2.

[5] Avis du CCITT *Caractéristiques de fonctionnement des circuits pour transmissions radiophoniques du type à 15 kHz*, tome III, fascicule III.4, Avis J.21.

Avis G.234

ÉQUIPEMENTS TERMINAUX À 8 VOIES

(Genève, 1964, modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972)

(Pour le texte de cet Avis, voir le tome III du *Livre orange*, Genève, 1976)

Avis G.235

ÉQUIPEMENTS TERMINAUX À 16 VOIES

(Genève, 1964, modifié à Genève, 1976 et 1980)

Dans les cas exceptionnels où cela présente un avantage très important au point de vue économique, par exemple dans des systèmes en câble sous-marin où les équipements de ligne sont très coûteux en comparaison des équipements terminaux, le CCITT admet l'utilisation d'équipements de modulation de voie procurant dans un groupe primaire à 16 voies téléphoniques, avec voies espacées de 3 kHz conformes aux spécifications particulières du présent Avis, ainsi qu'aux spécifications de l'Avis G.232 lorsqu'elles ne sont pas incompatibles avec celles-ci. Cette utilisation ne garantit pas que l'objectif global de l'Avis G.132 [1] soit atteint.

Il convient de remarquer que les systèmes à courants porteurs sur lignes terrestres qui ont déjà fait l'objet d'Avis du CCITT ont été conçus en supposant qu'ils seraient employés avec des équipements terminaux à espacement de 4 kHz; il n'est pas toujours possible de les employer avec des équipements terminaux à espacement de 3 kHz. L'utilisation de ces équipements a pour effet d'accroître la charge du système (voir le § 3 de l'Avis G.371).

1 Répartition des fréquences dans un groupe primaire

On place 16 voies dans la bande du groupe primaire de base B (60 à 108 kHz), les voies étant numérotées de 1 à 16 dans le sens des fréquences décroissantes. Les positions des voies et les fréquences porteuses virtuelles sont les suivantes:

– bandes latérales inférieures de

  105,15 99,15 93,15 87,15 81,15 75,15 69,15 63,15 kHz;

– bandes latérales supérieures de

  104,85 98,85 92,85 86,85 80,85 74,85 68,85 62,85 kHz.

Remarque 1 – Il convient de noter que cette répartition de fréquences ne permet pas la transmission du groupe de 16 voies dans les équipements de transfert de groupe primaire habituel sans apporter une coupure dans les fréquences élevées des voies extrêmes.

Remarque 2 – La transmission d'un tel groupe primaire à l'intérieur d'un groupe secondaire, et dans un système à large bande, nécessite une élimination spéciale des résidus de certains courants porteurs de groupes (primaires et secondaires) voisins qui, ayant des fréquences multiples de 4 kHz, tombent à l'intérieur de certaines voies.

2 Distorsion d'affaiblissement

La caractéristique de la figure 1/G.235 doit être respectée à la fois par les équipements d'émission et de réception, avec une fréquence de référence de 800 Hz ou de 1000 Hz.

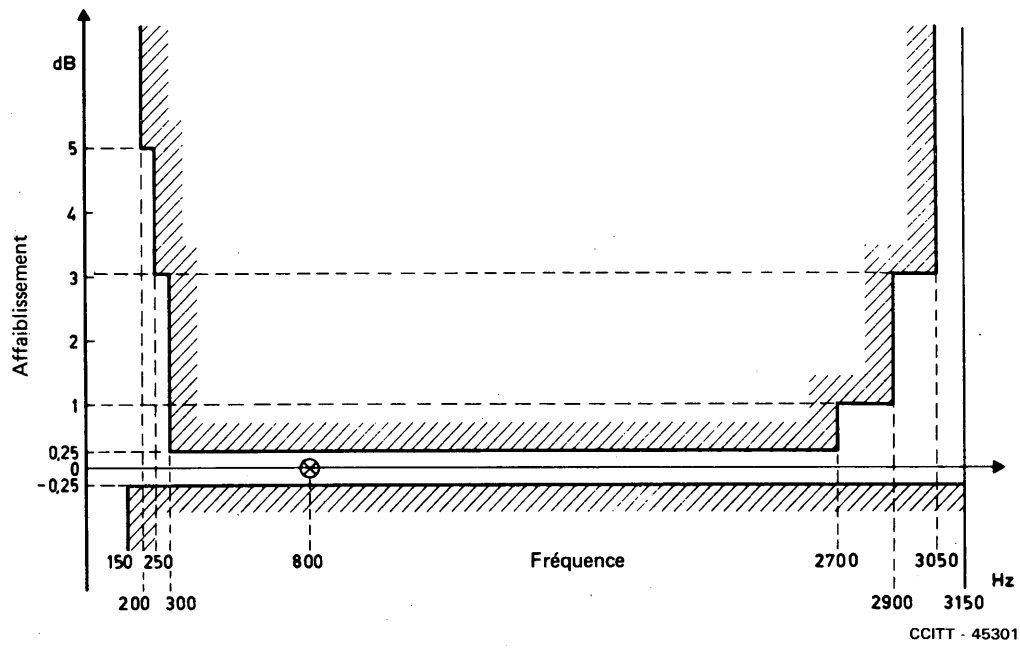


FIGURE 1/G.235

Graphique D – **Limites admissibles pour la variation, en fonction de la fréquence, de l'affaiblissement composite de l'équipement d'émission d'une voie quelconque, ou de l'équipement de réception d'une voie quelconque dans un équipement terminal à 16 voies**

3 Temps de propagation de groupe

Les conditions suivantes doivent être respectées à la fois par les équipements d'émission et de réception:

- temps de propagation de groupe à 1000, $\leqslant$ 1 ms;
- dans la bande de fréquences de 565 à 2550 Hz, l'écart entre la valeur maximale et la valeur minimale du temps de propagation de groupe ne doit pas dépasser 0,75 ms;
- dans les bandes de fréquences de 300 à 565 Hz d'une part, et de 2550 à 3000 Hz d'autre part, le temps de propagation de groupe ne doit pas dépasser la valeur qu'il prend à 1000 Hz de plus de 2 ms.

4 Stabilité des fréquences porteuses virtuelles

La fréquence des oscillateurs pour fréquences porteuses de voie doit se maintenir à $\pm$ 0,1 Hz de sa valeur nominale. Les fréquences porteuses des sous-groupes (le cas échéant) doivent être des multiples de 4 kHz formés par les générateurs centraux de fréquences porteuses et présentant, en conséquence, la même stabilité que ces derniers.

5 Résidu de courant porteur

Le niveau de chaque résidu de courant porteur ne doit pas dépasser:

– 70 dBm0 pour chaque courant porteur de voie,

– 60 dBm0 pour tout courant porteur de deuxième étage de modulation si sa fréquence est comprise entre 52 et 116 kHz,

– 73 dBm0 pour toute fréquence de courant porteur de deuxième étage de modulation tombant en dehors de la bande de 52 à 116 kHz,

– 73 dBm0 pour chaque harmonique des résidus des courants porteurs de voie et de sous-groupes.

6 Linéarité et limitation

Si un signal à 1000 Hz est appliqué à une voie, la variation du gain de l'équipement d'émission en fonction de la variation du niveau du signal doit se maintenir dans les limites ci-après, le gain de référence étant égal à 0 avec un signal d'entrée au niveau 0 dBm0:

Niveau d'entrée: -60 à $+4$ dBm0; gain: $0 \pm 0{,}1$ dB,
$+15$ dBm0; gain: entre -3 et -5 dB.

7 Diaphonie

7.1 L'écart diaphonique (correspondant seulement à la diaphonie intelligible) entre les deux sens de transmission de chaque voie ne doit pas être inférieur à 65 dB.

7.2 Si un bruit erratique d'un niveau de 0 dBm0, pondéré conformément à la figure 2/G.227, est appliqué à une voie à l'émission, la perturbation qui en résulte sur les autres voies ne doit pas dépasser -60 dBm0p.

8 Bruit

Dans chaque voie, à l'émission et à la réception, le bruit de fond ne doit pas dépasser -73 dBm0p avec pondération psophométrique.

9 Ondes pilotes

9.1 L'emploi des ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire, tel qu'envisagé dans l'Avis G.241, n'est pas possible. On utilise normalement une onde pilote de groupe primaire à 84 kHz et une onde pilote de groupe secondaire à 444 kHz. Il est recommandé que les niveaux de l'harmonique du deuxième ordre des ondes pilotes à 444 kHz ne dépassent pas -73 dBm0 et que le niveau de tout autre harmonique de ces ondes pilotes ne dépasse pas -57 dBm0. Le point où ces limites doivent être respectées est le répartiteur (ou un point équivalent) à la sortie de l'étage de modulation immédiatement supérieur, par exemple, le répartiteur de groupe secondaire dans le cas de l'onde pilote de groupe primaire. Il convient aussi de tenir compte du changement de fréquence.

9.2 L'Avis G.241 spécifie des limites plus strictes à appliquer aux harmoniques des ondes pilotes des assemblages de voies espacées de 4 kHz, lorsqu'elles sont utilisées dans des systèmes qui contiennent aussi des assemblages de voies espacées de 3 kHz.

9.3 Lorsque les ondes pilotes à 300 kHz ou 308 kHz sont utilisées sur des systèmes en ligne, il est recommandé que le niveau d'un harmonique quelconque ne dépasse pas -73 dBm0, sauf pour l'harmonique du deuxième ordre de 300 kHz, dont le niveau ne doit pas dépasser -57 dBm0.

Référence

[1] Avis du CCITT *Distorsion d'affaiblissement*, tome III, fascicule III.1, Avis G.132.

2.4 Emploi de groupes primaires, secondaires, etc.

Avis G.241

ONDES PILOTES DE GROUPE PRIMAIRE, DE GROUPE SECONDAIRE, ETC.

(modifié à Genève, 1964, à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972, 1976 et 1980)

1 Emploi des ondes pilotes

L'expérience a montré qu'en dépit du soin apporté à la maintenance de chacun des systèmes à courants porteurs individuels, on ne peut pas garantir une stabilité satisfaisante pour les voies téléphoniques d'un groupe primaire qui emprunte différents systèmes à courants porteurs, si l'on n'utilise pas une onde pilote de groupe primaire transmise de bout en bout de la liaison en groupe primaire.

En premier lieu, il peut être en effet nécessaire de placer un régulateur automatique, commandé par cette onde pilote, à l'extrémité de certaines des sections de groupe primaire constituant la liaison, de manière à compenser les variations inévitables d'affaiblissement de chacune de ces sections. Bien entendu, ce régulateur n'a pas pour but de remédier automatiquement à des défauts caractérisés des équipements.

Il est désirable que ce régulateur présente un intervalle de régulation de ± 4 dB. Un signal d'alarme devrait être donné lorsque l'amplitude de l'onde pilote à l'entrée du régulateur s'écarte de sa valeur nominale de plus de ± 4 dB. Les conditions d'emploi de ces régulateurs sont fixées dans l'Avis M.160 [1].

De plus, à l'extrémité des sections de groupe primaire où un régulateur n'est pas envisagé, il est nécessaire de prévoir la possibilité de mesurer le niveau de l'onde pilote de groupe primaire. Dans ce cas également, une alarme devrait être donnée lorsque le niveau de l'onde pilote s'écarte de ± 4 dB de sa valeur nominale.

Des considérations tout à fait analogues s'appliquent à l'emploi d'ondes pilotes de groupes secondaire, tertiaire et quaternaire et à l'emploi d'ondes pilotes d'assemblage de 15 groupes secondaires.

Remarque – Lorsqu'un groupe primaire est transféré d'une section en câble (à paires coaxiales ou à paires symétriques) vers une section de ligne en fils aériens, la propagation sur la ligne en fils aériens de l'onde pilote de groupe primaire, qui est favorable au point de vue de la maintenance de l'ensemble de la communication, peut, dans une certaine mesure, faciliter l'écoute indiscrète des conversations téléphoniques, au moyen de radiorécepteurs de construction spéciale, sur le territoire traversé par la ligne en fils aériens. Toutefois, ce risque d'écoute indiscrète est moins grave que le risque semblable résultant du fait que le courant porteur ne serait pas suffisamment supprimé en ligne, puisque la fréquence de l'onde pilote de groupe primaire est décalée par rapport à la fréquence porteuse virtuelle voisine, de sorte que la qualité de la conversation captée serait forcément altérée.

2 Caractéristiques nominales des ondes pilotes de groupes primaire, secondaire, etc.

Dans le cas où l'on jugera nécessaire de disposer d'ondes pilotes de groupes primaire, secondaire, etc., ces ondes devront être transmises en permanence.

La fréquence et le niveau de ces ondes pilotes sont indiqués dans le tableau 1/G.241.

3 Tolérances à l'émission des ondes pilotes

Les valeurs suivantes sont recommandées pour la stabilité de fréquence des diverses ondes pilotes considérées:

Ondes pilotes à 84,080 kHz et 411,920 kHz	± 1 Hz
Ondes pilotes à 84,140 kHz et 411,860 kHz	± 3 Hz
Ondes pilotes à 104,080 kHz et 547,920 kHz	± 1 Hz
Onde pilote à 1552 kHz [1]	± 2 Hz
Onde pilote à 11 096 kHz	± 10 Hz

Remarque – Ces tolérances peuvent servir de base à la spécification des filtres récepteurs d'onde pilote et des filtres à élimination de bande correspondants, en tenant compte, par ailleurs, des recommandations concernant la stabilité des maîtres-oscillateurs.

En ce qui concerne le niveau à l'émission, les recommandations suivantes doivent être respectées:

1) Les équipements doivent être conçus de façon à permettre de maintenir entre des limites de ± 0,1 dB la somme des erreurs sur le niveau d'émission de n'importe quelle onde pilote de groupe primaire, etc., due à la valeur finie des échelons de réglage du niveau, aux variations du nombre de groupes alimentés et à l'absence éventuelle de possibilités de réglage sur les groupes individuels.

2) La variation du niveau de sortie du générateur d'onde pilote en fonction du temps (qui constitue une caractéristique de spécification des équipements) ne doit pas dépasser ± 0,3 dB au cours de la période qui s'écoule entre deux réglages de maintenance, par exemple un mois.

3) Afin de limiter effectivement la variation en fonction du temps du niveau de l'onde pilote, il est désirable qu'un dispositif donne une alarme si la variation à la sortie du générateur dépasse ± 0,5 dB, le zéro du dispositif d'alarme ayant été aligné aussi exactement que possible sur le réglage initial du niveau de l'onde pilote émise.

---

[1] Cette onde pilote, après modulation de l'assemblage de 15 groupes secondaires pour le placer en position n° 3 (voir le 2e procédé du § 1 de l'Avis G.211), devient une onde de fréquence 11 096 kHz, laquelle a la même fréquence que l'onde pilote de groupe quaternaire de base.

TABLEAU 1/G.241

Fréquences et niveaux des ondes pilotes

Ondes pilotes	Fréquence (kHz)	Niveau absolu de puissance en un point de niveau relatif zéro (dBm0)
Groupe primaire de base B	84,080[a)] 84,140[a)] 104,080[a),b),c)]	—20 —25 —20
Groupe secondaire de base	411,860[a)] 411,920[a),c)] 547,920[a),b)]	—25 —20 —20
Groupe tertiaire de base	1 552	—20
Groupe quaternaire de base	11 096	—20
Assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires	1 552[d)]	—20

a) Les ondes pilotes de groupe primaire 84,080 et 84,140 kHz et les ondes pilotes de groupe secondaire 411,860 et 411,920 kHz sont utilisées lorsque les groupes primaires et secondaires transmettent des voies téléphoniques et, dans certains cas, des signaux à large spectre (données, fac-similé, etc.). Pour chaque groupe primaire (ou secondaire) les deux ondes pilotes à 84,080 et 84,140 kHz (ou 411,860 et 411,920 kHz) doivent être émises simultanément. Toutefois, par accord entre les Administrations intéressées (y compris les Administrations des pays de transit), l'une seulement de ces deux ondes pilotes pourra être utilisée.
Il apparaît actuellement que la transmission de signaux à large spectre (données, fac-similé, etc.) peut nécessiter l'emploi des ondes pilotes 104,080 kHz et 547,920 kHz en remplacement de celles qui ont été utilisées auparavant. Ces deux nouvelles ondes pilotes sont aussi utilisables lorsque les groupes primaires et secondaires ne transmettent que des voies téléphoniques. Le choix des ondes pilotes à utiliser se fait par accord entre les Administrations intéressées (y compris les Administrations des pays de transit).

b) Il convient de noter que l'emploi des ondes pilotes à 104,080 et 547,920 kHz peut conduire aux difficultés suivantes:

1) L'onde pilote de groupe primaire à 104,080 kHz est incompatible avec les ondes pilotes de ligne qui se trouvent à 4 kHz d'une extrémité d'un groupe primaire et que l'on rencontre dans les systèmes suivants:
   — systèmes sur lignes en fils aériens appliquant le schéma I de la figure 1/G.311;
   — systèmes sur paires symétriques appliquant la variante B de la figure 5/G.322, en particulier le système à transistors décrit dans l'Avis G.323.
2) Lorsque la répartition des fréquences à l'intérieur du groupe secondaire comprend les groupes primaires A à E suivant les figures 2c/G.322 et 3/G.322, une onde pilote de groupe secondaire à 547,92 kHz apparaîtra à la fréquence 103,92 kHz dans le groupe primaire A. Cette fréquence est susceptible de causer des difficultés lorsque le groupe primaire A est utilisé pour la téléphonie. Par exemple, pour éviter les perturbations, il pourrait être nécessaire de fixer de nouvelles restrictions aux acheminements.
3) Il y aurait des difficultés à employer ces ondes pilotes sur des groupes primaires utilisant des équipements terminaux à fréquences porteuses espacées de 6 kHz conformes à l'Avis G.234 [2], à moins d'abandonner encore une voie dans certains groupes primaires.
   Remarque – Ces difficultés se produisent déjà dans certains cas avec les ondes pilotes recommandées actuellement.
4) Le choix de ces fréquences rendrait très difficile l'utilisation de la signalisation à la fréquence porteuse virtuelle d'une voie téléphonique conforme à l'Avis Q.21 [3]. Toutefois, on peut considérer ce point (ainsi que le précédent) comme d'intérêt surtout national.

c) L'onde pilote de groupe secondaire à 411,920 kHz est utilisable lorsque le groupe secondaire contient des groupes primaires utilisés pour la téléphonie et un ou plusieurs groupes primaires transmettant des signaux à large spectre. Toutefois, il est impossible d'acheminer un groupe primaire muni de l'onde pilote à 104,080 kHz en position de groupe 3 dans un groupe secondaire muni d'une onde pilote à 411,920 kHz.

d) Cette onde pilote après modulation de l'assemblage de 15 groupes secondaires pour le placer en position n° 3 (voir le 2e procédé du § 1 de l'Avis G.211), devient une onde de fréquence 11 096 kHz, laquelle a la même fréquence que l'onde pilote de groupe quaternaire de base.

Par ailleurs, l'attention des Administrations est attirée sur l'inconvénient qui pourrait résulter d'une diminution importante du niveau absolu de puissance de l'onde pilote appliquée à la ligne; une diminution importante risque en effet de provoquer, par le jeu correspondant des régulateurs de niveau, un amorçage d'oscillations sur les circuits. Il serait souhaitable de prévoir des dispositifs qui permettraient de remédier éventuellement à cet inconvénient.

4 Harmoniques des ondes pilotes

4.1 Il est recommandé que les niveaux des harmoniques des ondes pilotes de groupes primaire et secondaire ne dépassent pas les valeurs indiquées au tableau 2/G.241. Le point où doivent être respectées ces limites est le répartiteur (ou un point équivalent) à la sortie de l'étage de modulation immédiatement supérieur (par exemple, le répartiteur de groupe secondaire dans le cas d'une onde pilote du groupe primaire). Il convient aussi de tenir compte du changement de fréquence.

TABLEAU 2/G.241
Niveau maximal des harmoniques d'ondes pilotes

Onde pilote	Fréquence nominale de l'onde pilote (kHz)	Niveau maximal des harmoniques		
		Harmonique du deuxième ordre (dBm0)	Harmonique du troisième ordre (dBm0)	Chaque harmonique d'ordre plus élevé (dBm0)
Groupe primaire	84,080 ou 84,140	—73	—67	—75
Groupe primaire	104,080	—67 (voir la remarque)	—67	—75
Groupe secondaire	411,920 ou 411,860	—75	—73	—75
Groupe secondaire	547,920	—67	—67 (voir la remarque)	—75

Remarque – Si le système comprend des voies espacées de 3 kHz, on recommande un niveau maximal de —73 dBm0.

4.2 Dans le cas de l'onde pilote (1552 kHz) d'un groupe tertiaire, il est recommandé que le niveau de l'harmonique du deuxième ordre de l'onde pilote ne dépasse pas −50 dBm0 et que le niveau de chaque harmonique d'ordre plus élevé ne dépasse pas −75 dBm0 quand on les mesure à la sortie de l'étage de modulation immédiatement supérieur.

4.3 Dans le cas de l'onde pilote (11 096 kHz) d'un groupe quaternaire, il est recommandé que le niveau d'un harmonique quelconque, mesuré à la sortie de l'étage de modulation immédiatement supérieur, ne dépasse pas −75 dBm0.

4.4 Dans le cas de l'onde pilote (1552 kHz) pour des assemblages de 15 groupes secondaires, il est recommandé que le niveau de l'harmonique du deuxième ordre, mesuré à la sortie de l'équipement de modulation du groupe secondaire, ne dépasse pas −50 dBm0.

Lorsque l'assemblage de 15 groupes secondaires n'est pas combiné avec d'autres assemblages, aucune condition particulière n'est imposée au niveau de l'harmonique du troisième ordre et des harmoniques d'ordre plus élevé.

Lorsque l'assemblage de 15 groupes secondaires est combiné avec d'autres assemblages, le niveau de l'harmonique du troisième ordre et celui des harmoniques d'ordre plus élevé, mesurés à la sortie des assemblages combinés, ne doivent pas dépasser −75 dBm0.

5 Protection des ondes pilotes de groupe primaire, de groupe secondaire, etc., contre des perturbations provoquées par le bruit

Les régulateurs automatiques actionnés par les ondes pilotes de groupes primaire, secondaire, etc., devraient être conçus de telle manière que l'effet perturbateur du bruit ne dépasse pas 0,02 dB pour toute période appréciable. Par exemple, si le régulateur est commandé par la tension moyenne du signal, cette condition correspond à un signal perturbateur ayant un niveau (sur une longue période) inférieur de 20 dB au niveau de l'onde pilote. Si la perturbation est de courte durée par rapport à la constante de temps du régulateur, des perturbations à des niveaux plus élevés peuvent se rencontrer sans provoquer d'erreurs de régulation dépassant 0,02 dB.

5.1 *Ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire*

Si le filtre de sélection de l'onde pilote a une largeur de bande de 50 Hz (25 Hz de chaque côté de la fréquence nominale de cette onde pilote), l'écart entre les niveaux de l'onde pilote et du bruit est toujours largement supérieur à 20 dB dans le cas des systèmes à courants porteurs sur lignes terrestres. Cet écart est encore atteint même si la puissance non pondérée du bruit sur une voie téléphonique atteint 10^6 pW au point de niveau relatif zéro (niveau de −30 dBm0), ce qui se produit très rarement sur des faisceaux hertziens respectant les conditions de l'Avis G.441.

Dans le cas de très longues liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire établies sur de tels faisceaux hertziens, l'écart entre les niveaux de l'onde pilote et du bruit ne sera inférieur à 20 dB que pendant une durée inférieure à quelques dix-millièmes d'un mois quelconque. En ce cas, l'erreur de régulation qui en résultera sera négligeable, étant donné que la durée du bruit à un niveau très élevé sera courte par rapport à la constante de temps nécessairement longue du régulateur. De toute manière, des pointes de bruit aussi élevées ne devraient pas se produire avec une fréquence appréciable, en sorte que l'élément principal de réduction des perturbations causées par le bruit à une onde pilote est la largeur de bande effective du filtre passe-bande sélectif.

5.2 *Autres ondes pilotes*

Des considérations analogues s'appliquent également aux ondes pilotes de groupes tertiaire et quaternaire et aux ondes pilotes d'assemblage de 15 groupes secondaires. Néanmoins, la largeur de bande du filtre de sélection sera alors certainement supérieure à 50 Hz, et il conviendra de se fier davantage à la constante de temps relativement grande du régulateur pour diminuer les effets des bruits de niveau élevé et de courte durée.

Remarque 1 – Les recommandations à respecter concernant la protection ou la suppression des ondes pilotes en certains points figurent dans l'Avis G.243.

Remarque 2 – Lorsqu'il est fait usage du 1er procédé décrit dans l'Avis G.211, l'intervalle de fréquence entre l'onde pilote de groupe quaternaire à 11 096 kHz et les fréquences vocales transposées dans les voies adjacentes est de 28 kHz et 60 kHz.

Ce même intervalle est de 4 kHz seulement dans le 2e procédé de l'Avis G.211.

Dans ces conditions, un régulateur de groupe quaternaire ne s'accommode pas nécessairement de la transmission d'un assemblage de 15 groupes secondaires sur une liaison en groupe quaternaire.

6 Protection des ondes pilotes de groupe primaire ou de groupe secondaire contre les signaux transmis dans les voies téléphoniques

Cette protection est assurée dans les équipements de modulation de voie et de modulation de groupe primaire, selon les dispositions du § 12 de l'Avis G.232 et de l'Avis cité en [4].

7 Protection des ondes pilotes de liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire transmettant des signaux à large spectre

7.1 Pour protéger les ondes pilotes de liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire (utilisées pour établir des circuits à large bande) contre les signaux à large spectre (données, télécopie, etc.), il est recommandé d'imposer aux équipements d'émission de ces signaux une limitation du spectre d'énergie émis autour de la fréquence de l'onde pilote.

Pour les signaux à spectre continu, la densité spectrale dans la bande $f_0 \pm 25$ Hz ne doit pas dépasser -70 dBm0/Hz.

Cette limitation est calculée de façon que les régulateurs de groupe primaire ou de groupe secondaire placés sur la liaison ne subissent pas de perturbations supérieures à 0,1 dB, et les valeurs à spécifier dépendent donc des caractéristiques des régulateurs (bande passante des filtres d'ondes pilotes, constante de temps de fonctionnement de la régulation).

La limitation à imposer est fixée par la figure 1/G.241, qui tient compte des caractéristiques actuelles des régulateurs actionnés par les ondes pilotes aux fréquences (f_0) de 84,08 ou 104,08 kHz sur les liaisons en groupe primaire et de 411,92 ou 547,92 kHz sur les liaisons en groupe secondaire.

Une telle limitation du spectre à l'émission, obtenue par un choix convenable des caractéristiques de modulation, permet d'éviter l'insertion d'un filtre à élimination de bande de protection de pilote, filtre qui apporterait une distorsion de temps de propagation de groupe nuisible. Si toutefois il n'est pas possible d'imposer par cette méthode une telle limitation au spectre émis, ou si aucune garantie ne peut être obtenue sur le respect de cette limitation, les Administrations qui exploitent les réseaux de transmission devront, pour protéger les régulateurs de groupe contre des perturbations provoquées par les signaux à large spectre, insérer à l'entrée des liaisons en groupe primaire ou en groupe secondaire considérées des filtres à élimination de bande permettant d'obtenir la limitation indiquée par la figure 1/G.241, et dont la distorsion de temps de propagation de groupe sera aussi réduite que possible. Les caractéristiques de ces filtres font l'objet de la Question 2/XV [5] à l'étude.

Remarque – Le problème général de protéger les ondes pilotes de groupe primaire ou de groupe secondaire contre des perturbations, lorsqu'on emploie un groupe primaire ou un groupe secondaire pour la transmission de données à large spectre, se pose parce que ces ondes pilotes ne sont pas toujours protégées par un filtre nettoyant la bande requise et placé immédiatement avant le point d'injection de l'onde pilote. Dans l'emploi normal pour la téléphonie, une telle protection peut dépendre de l'existence de filtres placés sur la voie téléphonique ou dans l'équipement de modulation de groupe primaire; toutefois, il peut arriver que ces filtres ne se trouvent pas en circuit quand on établit un circuit à large bande.

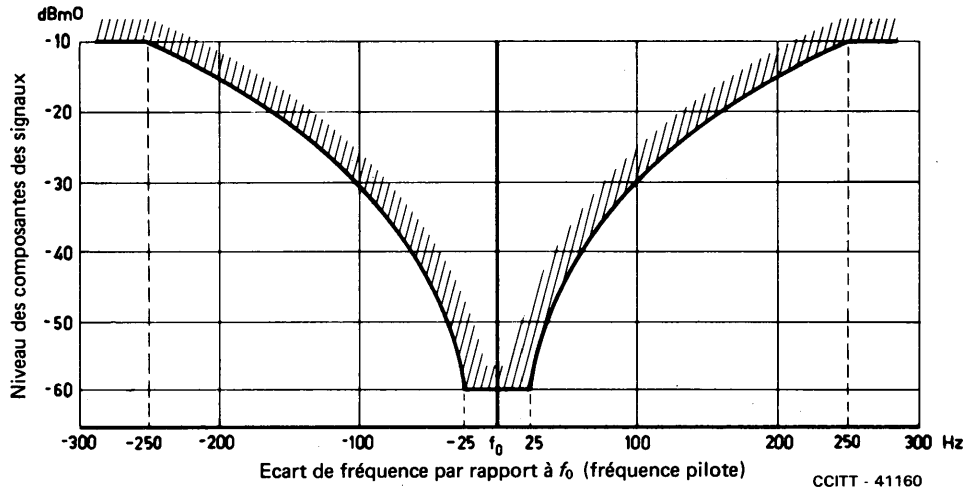


FIGURE 1/G.241

Niveau maximal admissible des composantes discrètes des signaux à large spectre (signaux en groupe primaire et en groupe secondaire) au voisinage des fréquences des ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire

Il faut toujours éviter d'employer un groupe primaire qui contient l'onde pilote de groupe secondaire (voir l'Avis H.14 [6]). Il s'ensuit qu'il n'y a pas à prévoir une disposition particulière pour supprimer le signal à large spectre dans le groupe primaire eu égard à l'onde pilote de groupe secondaire.

7.2 *«Transfert différé»*

On peut imaginer que certains dispositifs de traitement de données enregistrent le signal à large bande tel qu'il leur parvient du réseau, et réémettent ultérieurement dans le réseau ce signal enregistré sur une liaison en groupe primaire ou en groupe secondaire. Dans cette hypothèse, l'onde pilote se trouvera enregistrée en même temps que le signal, et par conséquent réémise avec lui, venant alors interférer avec l'onde pilote injectée sur la nouvelle liaison. Il conviendra dans ce cas d'équiper le dispositif d'enregistrement ou de réémission du signal d'un filtre coupe-fréquence présentant à la fréquence de l'onde pilote considérée un affaiblissement d'au moins 40 dB, et dont la distorsion de temps de propagation de groupe sera aussi réduite que possible. Les caractéristiques de ce filtre font l'objet de la Question 2/XV [5] qui est à l'étude. Toutefois, dans le cas où les Administrations auront inséré à l'entrée des liaisons à large bande le filtre à élimination de bande de protection de pilote mentionné au § 7.1, le but recherché dans le cas du présent § 7.2 sera atteint et le filtre coupe-fréquence sera inutile.

7.3 *Liaisons multipoints*

Dans le cas de liaisons multipoints sur des réseaux en forme d'arbres, il conviendra, en chaque point de confluence, de bloquer, sur toutes les liaisons confluentes sauf une, l'onde pilote à l'aide d'un filtre conforme à celui mentionné au § 7.2, de façon à ne conserver qu'une onde pilote protégée contre les interférences des autres ondes pilotes. On pourra aussi bloquer les ondes pilotes sur toutes les liaisons confluentes et émettre sur la liaison en aval une onde pilote produite localement.

Références

[1] Avis du CCITT *Stabilité de la transmission*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.160.

[2] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 8 voies*, Livre orange, tome III-1, Avis G.234, UIT, Genève, 1977.

[3] Avis du CCITT *Systèmes recommandés pour la signalisation «hors bande»*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.21.

[4] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 8 voies*, Livre orange, tome III-1, Avis G.234, § f), UIT, Genève, 1977.

[5] CCITT – Question 2/XV, contribution COM XV-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

[6] Avis du CCITT *Caractéristiques des liaisons en groupe primaire pour la transmission de signaux à large spectre*, tome III, fascicule III.4, Avis H.14.

TRANSFERT DES GROUPES PRIMAIRES, SECONDAIRES, ETC.

(modifié à Genève, 1964, à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972, 1976 et 1980)

1 Considérations générales [1)]

On peut trouver désirable, au double point de vue technique et économique, de prévoir à l'extrémité de certaines sections de ligne les moyens nécessaires pour que toutes les voies transmises sur une section de ligne ne soient pas transmises en bloc sur une autre section, ni toutes démodulées dans la bande des fréquences vocales, mais que certains ensembles de voies soient acheminés vers des sections de ligne différentes.

En de tels points, extrémités des *liaisons en ligne* correspondantes, il doit être ainsi possible de transférer, d'une liaison en ligne à une autre, des ensembles de voies téléphoniques. Cela peut être fait des deux manières suivantes, essentiellement différentes et qui peuvent d'ailleurs être utilisées l'une et l'autre conjointement en un même point, respectivement pour des ensembles de voies différents; dans les deux cas, il est nécessaire de prendre des dispositions pour que la bande de fréquences transférée soit transmise «pure», c'est-à-dire que l'on doit supprimer autant qu'il est possible les voies placées de chaque côté de l'ensemble de voies à transférer, en faisant passer cet ensemble de voies à travers un filtre de transfert.

1.1 *Transfert de groupes primaire, secondaire, tertiaire ou quaternaire ou d'un assemblage de 15 groupes secondaires*

On suppose que l'ensemble des voies à transférer occupe la bande de fréquences d'un groupe primaire, secondaire, tertiaire ou quaternaire ou d'un assemblage de 15 groupes secondaires, ou peut être décomposé en un certain nombre de telles bandes. On ramène alors chacun des groupes primaires, secondaires, tertiaires ou quaternaires ou des assemblages de 15 groupes secondaires à transférer dans sa position de base, et le filtrage est opéré, dans la bande de fréquences correspondante, à l'aide d'un filtre de transfert de groupes primaire, secondaire, tertiaire, quaternaire ou d'assemblage de 15 groupes secondaires.

Remarque – La bande de fréquences occupée par l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires (8620 à 12 336 kHz) se situe à l'intérieur de la bande de fréquences occupée par le groupe quaternaire de base (8516 à 12 388 kHz). En conséquence, lorsqu'il est fait usage d'assemblage de 15 groupes secondaires dans les conditions indiquées dans l'Avis G.211 (2e procédé), il est possible d'assurer le transfert de l'assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires en faisant usage de filtres de transfert de groupe quaternaire.

1.2 *Transfert par filtrage direct*

Il est également possible de transférer un groupe primaire, secondaire, tertiaire ou quaternaire, ou un assemblage de 15 groupes secondaires, ou une combinaison de tels groupes ou assemblages, par simple filtrage direct en ligne, sans démodulation ni passage par la position de base. On doit disposer alors de filtres de transfert direct, connectés directement aux équipements de ligne pour opérer la séparation nécessaire. Certaines facilités offertes à cet égard par les systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales à 4 MHz, à 12 MHz et à 40/60 MHz sont indiquées dans les Avis G.332, G.333 et G.337.

Pour déterminer les affaiblissements à imposer aux composantes indésirables, il est commode d'utiliser les définitions suivantes:

composantes de diaphonie intelligible

E: intelligible crosstalk components

S: componentes de diafonía inteligible

Ce sont les courants transférés, issus de courants vocaux, qui peuvent s'introduire dans certaines voies au point considéré en y provoquant une diaphonie intelligible.

[1)] Cet Avis ne traite pas de certaines conditions à respecter pour la protection des diverses ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure. Ces conditions sont données dans l'Avis G.243.

composantes de diaphonie inintelligible

E: unintelligible crosstalk components

S: componentes de diafonía ininteligible

Ce sont les courants transférés, issus de courants vocaux, qui peuvent s'introduire dans certaines voies au point considéré en y provoquant une diaphonie inintelligible.

composantes possibles de diaphonie

E: possible crosstalk components

S: componentes posibles de diafonía

Ce sont les courants transférés, issus de courants vocaux, qui, au point considéré, ne s'introduisent pas dans des voies d'autres systèmes, mais qui pourraient s'y introduire en d'autres points.

composantes extra-bandes nuisibles

E: harmful out-of-band components

S: componentes fuera de banda perjudiciales

Ce sont les courants transférés, issus de courants vocaux ou d'ondes pilotes ou d'ondes additionnelles de mesure, dont les fréquences seront toujours en dehors des bandes de fréquences utiles (correspondant à des fréquences vocales) des systèmes à courants porteurs, mais qui risquent de perturber des ondes pilotes ou des ondes additionnelles de mesure.

composantes extra-bandes neutres

E: harmless out-of-band components

S: componentes fuera de banda neutras

Ce sont les courants transférés, issus de courants vocaux ou pilotes, dont les fréquences seront toujours, en tout point de transfert, en dehors des bandes de fréquences utiles correspondant à des fréquences vocales ou à des fréquences pilotes.

On convient d'appeler ci-après «composante désirable», pour les courants vocaux, l'onde sinusoïdale de mesure à 800 Hz appliquée au point de niveau relatif zéro avec une puissance de 1 milliwatt et pour les ondes pilotes, ou pour les ondes additionnelles de mesure, l'onde ayant la fréquence spécifiée et le niveau spécifié au point où elle est injectée normalement.

2 Transfert de groupe primaire

2.1 *Rapport entre les composantes désirables et indésirables*

Dans le cas du transfert d'un groupe primaire, l'écart entre les composantes désirables et les différentes composantes indésirables définies ci-dessus devrait être:

1) composantes de diaphonie intelligible: 70 dB;
2) composantes de diaphonie inintelligible: 70 dB;
3) composantes possibles de diaphonie: 35 dB à l'émission des composantes possibles;
4) composantes extra-bandes nuisibles: 40 dB;
5) composantes extra-bandes neutres: 17 dB.

Toutes ces valeurs d'écart doivent être assurées par le filtre de transfert proprement dit; elles se réfèrent à la valeur nominale du niveau à 84 kHz, qui est la fréquence de référence (voisine des fréquences des ondes pilotes de groupe primaire) à laquelle on fixe l'affaiblissement du filtre de transfert de groupe primaire; aux autres fréquences, on doit tenir compte de la tolérance admise pour la distorsion d'affaiblissement de ce filtre.

A une température quelconque, comprise entre 10 et 40 °C, l'affaiblissement d'insertion de l'ensemble des équipements de transfert de groupe primaire [2)] à une fréquence quelconque de la bande passante [60,6 à 107,7 kHz [3)]] ne doit pas s'écarter de plus de ± 1 dB de l'affaiblissement à 84 kHz [4)].

---

2) Cet ensemble comprend un équipement de démodulation de groupe primaire, le filtre de transfert de groupe primaire proprement dit et un équipement de modulation de groupe primaire.

3) Si l'on emploie des groupes primaires de 16 voies, on doit étendre la bande passante de 60,1 à 107,9 kHz – ou bien, par accord entre Administrations intéressées, conserver la bande de fréquences indiquée dans le présent Avis, mais tenir compte alors de la remarque 1 de l'Avis G.235.

4) Des limites d'affaiblissement quelque peu différentes s'appliquent hors de la bande occupée par les voies téléphoniques lorsqu'on emploie la signalisation hors bande; ce point peut être réglé sur le plan national ou par accord entre les Administrations intéressées.

L'affaiblissement entre 10 et 40 °C à 84 kHz ne doit pas s'écarter de plus de ± 1 dB de l'affaiblissement à 25 °C.

Remarque 1 – Il semble techniquement difficile pour le CCITT de recommander une répartition de ces limites globales entre les équipements mentionnés dans la note 2 au bas de la page précédente.

Remarque 2 – La valeur d'écart de 70 dB donnée aux points 1) et 2) du présent § 2.1, pour les composantes de diaphonie intelligible ou inintelligible, est une valeur minimale normale pour la téléphonie. Une valeur d'écart de 80 dB est recommandée pour les équipements qui seront construits à l'avenir, dans la bande de chacun des groupes primaires adjacents au groupe primaire transféré qui correspond à la bande de 84 à 96 kHz dans le groupe primaire de base B et qui peut être utilisée pour des transmissions radiophoniques dont la largeur de bande ne dépasse pas 10 kHz.

Cette condition doit être remplie, que le groupe primaire adjacent soit en position directe ou en position inversée.

Remarque 3 – Il résulte de la disposition de la remarque 2 que, dans chaque groupe primaire transféré, la valeur d'écart recommandée sera également atteinte dans la bande qui correspond à la bande de 72 à 84 kHz dans le groupe primaire de base B.

Remarque 4 – Les valeurs recommandées ci-dessus pour les composantes de diaphonie intelligible ou inintelligible sont également compatibles avec l'utilisation de circuits pour transmissions radiophoniques à 15 kHz selon l'Avis J.21 [1]. Ceci tient compte du fait que les équipements utilisés pour établir ces circuits (Avis J.31 [2] et annexes) sont des systèmes à bande latérale unique munis de compresseurs-extenseurs ou des systèmes à double bande latérale. Il a également été tenu compte de la bande de fréquences occupée par les voies radiophoniques des divers équipements dans le groupe primaire de base et de la caractéristique de fréquence du réseau de pondération considéré dans l'Avis J.16 [3].

2.2 *Distorsion de temps de propagation de groupe du filtre de transfert de groupe primaire*

Dans le cas du transfert d'un groupe primaire dans la bande des fréquences de base de 60 à 108 kHz, il est recommandé que, pour la distorsion de temps de propagation de groupe (par rapport à la valeur à 84 kHz), le filtre de transfert de groupe primaire ne dépasse pas les limites indiquées dans la figure 1/G.242.

Remarque – La gamme des valeurs mesurées sur des équipements modernes est indiquée dans le supplément n° 17 à la fin du présent fascicule.

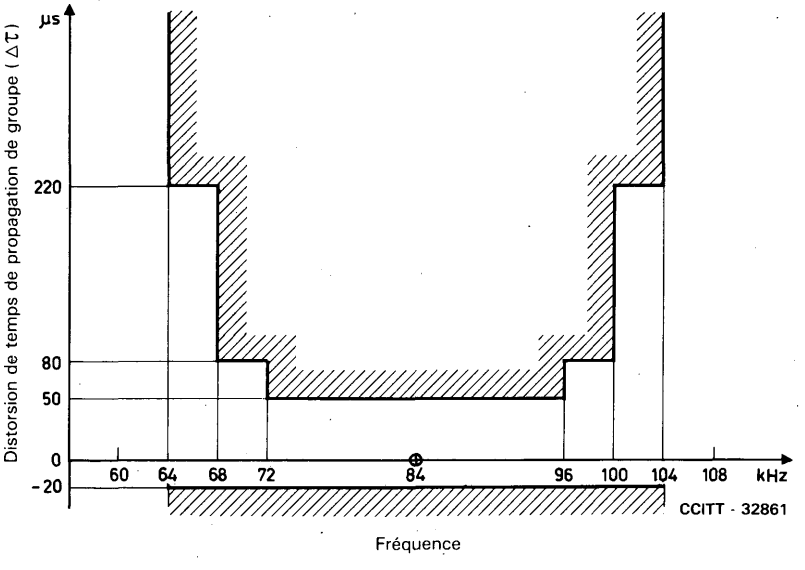


FIGURE 1/G.242

3 Transfert de groupe secondaire

3.1 *Rapport entre les composantes désirables et indésirables*

Dans le cas du transfert d'un groupe secondaire, l'écart entre les composantes désirables et les différentes composantes indésirables définies ci-dessus devrait être:

1) composantes de diaphonie intelligible: 70 dB;
2) composantes de diaphonie inintelligible: 70 dB;

3) composantes possibles de diaphonie: 35 dB, à l'émission des composantes possibles;
4) composantes extra-bandes nuisibles: 40 dB [5];.
5) composantes extra-bandes neutres: 17 dB.

Toutes ces valeurs d'écart doivent être assurées par le filtre de transfert proprement dit; elles se réfèrent à la valeur nominale du niveau à 412 kHz qui est la fréquence de référence (voisine des fréquences des ondes pilotes de groupe secondaire) à laquelle on fixe l'affaiblissement du filtre de transfert de groupe secondaire. Aux autres fréquences, on doit tenir compte de la tolérance admise pour la distorsion d'affaiblissement de ce filtre.

A une température quelconque, comprise entre 10 et 40 °C, l'affaiblissement d'insertion de l'ensemble des équipements de transfert de groupe secondaire [6] à une fréquence quelconque de la bande passante [312,3 à 551,4 kHz [7]] ne doit pas s'écarter de plus de ± 1 dB de l'affaiblissement à 412 kHz [8].

L'affaiblissement entre 10 et 40 °C à 412 kHz ne doit pas s'écarter de ± 1 dB de l'affaiblissement à 25 °C.

Remarque 1 – Il semble techniquement difficile pour le CCITT de recommander une répartition de ces limites globales entre les équipements mentionnés dans la note 6 au bas de cette page.

Remarque 2 – La valeur d'écart de 70 dB donnée aux points 1) et 2) du présent § 3.1 pour les composantes de diaphonie intelligible ou inintelligible est une valeur minimale normale pour la téléphonie. Pour les équipements qui seront construits à l'avenir, une valeur d'écart de 80 dB est recommandée pour les bandes qui peuvent être utilisées pour des transmissions radiophoniques dans chacun des groupes secondaires adjacents au groupe secondaire transféré.

Remarque 3 – Dans le cas du groupe secondaire 1 ou 3, la variation de l'affaiblissement d'insertion de l'ensemble des équipements de transfert de groupe secondaire peut atteindre 3 dB au voisinage de la fréquence 312 kHz ou 552 kHz dans la bande passante du filtre.

3.2 *Distorsion de temps de propagation de groupe du filtre de transfert de groupe secondaire*

Dans le cas de transfert d'un groupe secondaire dans la bande de fréquences de base de 312 à 552 kHz, il est recommandé que la distorsion de temps de propagation de groupe du filtre de transfert de groupe secondaire (par rapport à la valeur à 412 kHz) ne dépasse pas les limites indiquées dans la figure 2/G.242.

Remarque – La gamme des valeurs mesurées sur des équipements modernes est indiquée dans le supplément n° 17 à la fin du présent fascicule.

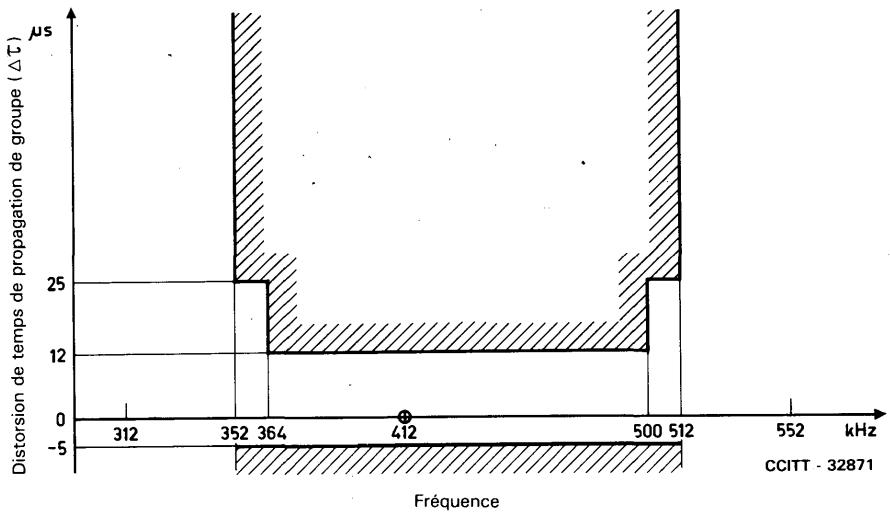


FIGURE 2/G.242

5) L'affaiblissement spécifié doit être tenu aux fréquences nominales des ondes pilotes ou des ondes additionnelles de mesure (ramenées à la fréquence 308 ou 556 kHz) qui sont à considérer conformément à la définition des composantes extra-bandes nuisibles.

6) Cet ensemble comprend un équipement de démodulation de groupe secondaire, le filtre de transfert de groupe secondaire proprement dit et un équipement de modulation de groupe secondaire.

7) Lorsque des groupes secondaires contiennent le groupe primaire A avec l'orientation inverse de celle des groupes primaires B à E (voir la figure 2/G.322), les limites de la bande passante sont: 312,3 et 551,7 kHz.

8) Des limites d'affaiblissement quelque peu différentes s'appliquent hors de la bande occupée par les voies téléphoniques lorsqu'on emploie la signalisation hors bande; ce point peut être réglé sur le plan national ou par accord entre les Administrations intéressées.

4 Transfert de groupe tertiaire

Dans le cas du transfert d'un groupe tertiaire, l'écart entre les composantes désirables et les différentes composantes indésirables définies ci-dessus devrait être:

1) composantes de diaphonie intelligible: 70 dB;
2) composantes de diaphonie inintelligible: 70 dB;
3) composantes possibles de diaphonie: 35 dB à l'émission des composantes possibles;
4) composantes extra-bandes nuisibles: 40 dB [9];
5) composantes extra-bandes neutres: 17 dB.

Toutes ces valeurs d'écart doivent être assurées par le filtre de transfert de groupe tertiaire proprement dit; elles se réfèrent à la valeur nominale du niveau à 1552 kHz qui est la fréquence de référence (fréquence de l'onde pilote de groupe tertiaire) à laquelle on fixe l'affaiblissement du filtre de transfert de groupe tertiaire. Aux autres fréquences, on doit tenir compte de la tolérance admise pour la distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence de ce filtre.

A une température quelconque comprise entre 10 et 40 °C, l'affaiblissement de l'ensemble des équipements de transfert [10] à une fréquence quelconque de la bande passante (812 à 2044 kHz) ne doit pas s'écarter de plus de ± 1 dB de l'affaiblissement à 1552 kHz.

L'affaiblissement, entre 10 et 40 °C, à 1552 kHz, ne doit pas s'écarter de plus de ± 1 dB de l'affaiblissement à 25 °C.

Dans chaque groupe secondaire, la variation totale de l'affaiblissement d'insertion ne devrait pas dépasser ± 1 dB par rapport à l'affaiblissement à la fréquence de l'onde pilote de groupe secondaire.

Remarque – La valeur d'écart de 70 dB donnée aux points 1) et 2) du présent § 4, pour les composantes de diaphonie intelligible ou inintelligible, est une valeur minimale normale pour la téléphonie. Pour les équipements qui seront construits à l'avenir, une valeur d'écart de 80 dB est recommandée pour les bandes qui peuvent être utilisées pour des transmissions radiophoniques dans chacun des groupes tertiaires adjacents au groupe tertiaire transféré.

5 Transfert de groupe quaternaire

Dans le cas du transfert d'un groupe quaternaire, l'écart entre les composantes désirables et les différentes composantes indésirables définies ci-dessus devrait être:

1) composantes de diaphonie intelligible: 70 dB;
2) composantes de diaphonie inintelligible: 70 dB;
3) composantes possibles de diaphonie: 35 dB à l'émission des composantes possibles;
4) composantes extra-bandes nuisibles: 40 dB [11];
5) composantes extra-bandes neutres: 17 dB.

Toutes ces valeurs d'écart doivent être assurées par le filtre de transfert de groupe quaternaire proprement dit; elles se réfèrent à la valeur nominale du niveau à 11 096 kHz qui est la fréquence de référence (fréquence de l'onde pilote de groupe quaternaire) à laquelle on fixe l'affaiblissement de l'ensemble des équipements de transfert de groupe quaternaire [12]; aux autres fréquences, on doit tenir compte de la tolérance admise pour la distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence de ce filtre.

A une température quelconque comprise entre 10 et 40 °C, l'affaiblissement d'insertion de l'ensemble des équipements de transfert de groupe quaternaire à une fréquence quelconque de la bande passante (8516 à 12 388 kHz) ne doit pas s'écarter de plus de ± 1,5 dB de l'affaiblissement à 11 096 kHz. A l'intérieur de chacun des groupes tertiaires, la variation totale de l'affaiblissement d'insertion ne doit pas dépasser ± 1 dB par rapport à la fréquence de l'onde pilote de groupe tertiaire.

---

9) L'affaiblissement spécifié doit être tenu dans une bande correspondant à la stabilité recommandée pour les fréquences nominales des ondes pilotes ou pour les ondes additionnelles de mesure (après transposition à la fréquence 768 kHz ou 2088 kHz) qui sont à considérer conformément à la définition des composantes extra-bandes préjudiciables.

10) Cet ensemble comprend un équipement de démodulation de groupe tertiaire, le filtre de transfert de groupe tertiaire proprement dit, et un équipement de modulation de groupe tertiaire.

11) L'affaiblissement spécifié doit être tenu dans une bande correspondant à la stabilité recommandée pour les fréquences nominales des ondes pilotes ou des ondes additionnelles de mesure (après la transposition de fréquence qui amène le groupe quaternaire dans la bande de base de 8516 à 12 388 kHz) qui sont à considérer conformément à la définition des composantes extra-bandes nuisibles.

12) Cet ensemble comprend un équipement de démodulation de groupe quaternaire, le filtre de transfert de groupe quaternaire proprement dit et un équipement de modulation de groupe quaternaire.

L'affaiblissement, entre 10 et 40 °C, à 11 096 kHz, ne doit pas s'écarter de plus de ± 1 dB de l'affaiblissement à 25 °C.

Remarque – La valeur d'écart de 70 dB donnée aux points 1) et 2) du présent § 5, pour les composantes de diaphonie intelligible ou inintelligible, est une valeur minimale normale pour la téléphonie. Pour les équipements qui seront construits à l'avenir, une valeur d'écart de 80 dB est recommandée pour les bandes qui peuvent être utilisées pour des transmissions radiophoniques dans chacun des groupes tertiaires adjacents au groupe tertiaire transféré.

6 Transfert d'assemblage de 15 groupes secondaires

Dans le cas du transfert d'un assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires, l'écart entre les composantes désirables et les différentes composantes indésirables définies ci-dessus devrait être:

1) composantes de diaphonie intelligible: 70 dB;
2) composantes de diaphonie inintelligible: 70 dB;
3) composantes possibles de diaphonie: 35 dB à l'émission des composantes possibles;
4) composantes extra-bandes nuisibles: 40 dB [13];
5) composantes extra-bandes neutres: 17 dB.

Toutes ces valeurs d'écart doivent être assurées par le filtre de transfert de 15 groupes secondaires proprement dit; elles se réfèrent à la valeur nominale du niveau à 1552 kHz qui est la fréquence de référence (fréquence de l'onde pilote d'assemblage de 15 groupes secondaires) à laquelle on fixe l'affaiblissement du filtre de transfert de l'assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires; aux autres fréquences, on doit tenir compte de la tolérance admise pour la distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence de ce filtre.

A titre de variante, cette valeur d'écart peut être assurée par un ensemble d'équipements de transfert [14] dans lequel le filtrage nécessaire est produit à l'intérieur du démodulateur d'assemblage de 15 groupes secondaires et du modulateur de cet assemblage.

A une température quelconque comprise entre 10 et 40 °C, l'affaiblissement de l'ensemble des équipements de transfert de 15 groupes secondaires [14] à une fréquence quelconque de la bande passante (312 à 4028 kHz) ne doit pas s'écarter de plus de ± 1,5 dB de l'affaiblissement à 1552 kHz.

L'affaiblissement, entre 10 et 40 °C, à 1552 kHz, ne doit pas s'écarter de plus de ± 1 dB de l'affaiblissement à 25 °C.

Dans chaque groupe secondaire, la variation totale de l'affaiblissement d'insertion ne doit pas dépasser ± 1 dB par rapport à l'affaiblissement à la fréquence de l'onde pilote de groupe secondaire.

Remarque – La valeur d'écart de 70 dB donnée aux points 1) et 2) du présent § 6, pour les composantes de diaphonie intelligible et inintelligible, est une valeur minimale normale pour la téléphonie. Pour les équipements qui seront construits à l'avenir, une valeur d'écart de 80 dB est recommandée pour les bandes qui peuvent être utilisées pour des transmissions radiophoniques dans chacun des assemblages de 15 groupes secondaires adjacents à l'assemblage de 15 groupes secondaires transféré.

7 Transfert par filtrage direct

Les valeurs recommandées pour l'affaiblissement des diverses composantes de diaphonie sont les mêmes que celles qui sont indiquées aux § 2 à 6 pour le cas de transfert de groupes primaire, secondaire, etc., dans la mesure où elles ne sont pas en contradiction avec celles recommandées dans le § 5 de l'Avis G.243.

Références

[1] Avis du CCITT *Caractéristiques de fonctionnement des circuits pour transmissions radiophoniques du type à 15 kHz*, tome III, fascicule III.4, Avis J.21.

[2] Avis du CCITT *Caractéristiques des équipements et des lignes utilisés pour établir des circuits pour transmissions radiophoniques à 15 kHz*, tome III, fascicule III.4, Avis J.31.

[3] Avis du CCITT *Mesure du bruit pondéré sur les circuits pour transmissions radiophoniques*, tome III, fascicule III.4, Avis J.16.

---

[13] L'affaiblissement spécifié doit être tenu dans une bande correspondant à la stabilité recommandée pour les fréquences nominales des ondes pilotes ou des ondes additionnelles de mesure (après la transposition de fréquence qui amène l'assemblage de 15 groupes secondaires dans la bande de base de 312 à 4028 kHz) qui sont à considérer conformément à la définition des composantes extra-bandes nuisibles.

[14] Cet ensemble comprend l'équipement de démodulation d'assemblage de 15 groupes secondaires, le filtre de transfert (s'il existe) de cet assemblage et l'équipement de modulation d'assemblage de 15 groupes secondaires.

PROTECTION ET SUPPRESSION DES ONDES PILOTES ET DES ONDES ADDITIONNELLES DE MESURE AUX POINTS DE TRANSFERT

(modifié à Genève, 1964, à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972)

1 Interconnexion des circuits téléphoniques aux fréquences vocales (anciennement partie A)

Il est nécessaire de pouvoir interconnecter les circuits téléphoniques sans restriction et sans causer d'interférence entre les ondes pilotes de groupe primaire et de groupe secondaire reçues et émises. On doit alors respecter les recommandations du § 12 de l'Avis G.232 et de l'Avis G.234 [1] prescrivant un affaiblissement d'au moins 20 dB dans les équipements de modulation et de démodulation aux fréquences des résidus des ondes pilotes de groupe primaire (voies 6 et 7 ou 1 et 2) et des ondes pilotes de groupe secondaire (voies 1 et 2 ou 11 et 12).

2 Transfert de groupe primaire (anciennement partie B)

2.1 *Groupe primaire acheminé sur un groupe secondaire muni des ondes pilotes à 411,860 et 411,920 kHz*

Pour pouvoir interconnecter par transfert les groupes primaires sans restriction et sans causer d'interférence entre les ondes pilotes de groupe secondaire reçues et émises, il faut respecter les recommandations du § 9.1.2 de l'Avis G.233. Sinon, il convient de respecter au moins les recommandations du § 9.1.1 de l'Avis G.233 et, de plus, d'éviter d'acheminer le même groupe primaire en position 3 sur deux liaisons en groupe secondaire différentes.

2.2 *Groupe primaire acheminé sur un groupe secondaire muni de l'onde pilote à 547,920 kHz*

Les mêmes dispositions qu'au § 2.1 s'appliquent, mais au groupe primaire en position 5 et non pas en position 3 (selon le § 9.1.2 de l'Avis G.233).

3 Transfert de groupe secondaire (anciennement partie C)

3.1 *Protection d'une onde pilote de régulation de ligne contre les ondes additionnelles de mesure*

Pour éviter toute interférence avec une onde pilote de régulation de ligne dont la fréquence est voisine de la bande de fréquences d'un groupe secondaire qui a fait l'objet d'un transfert de groupe secondaire, par une onde additionnelle de mesure transmise sur une liaison en ligne adjacente, il est recommandé que les équipements de transfert de groupe secondaire, complétés éventuellement par des filtres additionnels de blocage (associés par exemple aux équipements de transfert de groupe secondaire ou prévus sous la forme d'un filtre de suppression d'onde pilote inséré immédiatement avant le point où l'onde pilote de régulation est injectée en ligne), assurent un affaiblissement supérieur à l'affaiblissement à 412 kHz de:

- au moins 40 dB dans la bande de fréquences 308 kHz ± 8 Hz;
- au moins 20 dB dans les bandes de fréquences 308 kHz ± 40 Hz et 556 kHz ± 40 Hz.

Remarque 1 – En faisant cette recommandation, il a été admis que l'addition des composantes à diverses fréquences, dans les régulateurs commandés par les ondes pilotes de ligne, suivrait une loi d'addition quadratique ou une loi d'addition des valeurs moyennes.

Remarque 2 – Si des Administrations utilisent par accord mutuel une onde pilote auxiliaire de régulation de ligne, il y aura aussi lieu de prévoir un affaiblissement supplémentaire supérieur à l'affaiblissement à 412 kHz d'au moins 40 dB dans une bande de fréquences convenable autour de 556 kHz et en particulier dans la bande 556 kHz ± 10 Hz dans le cas de l'onde pilote à 2792 kHz, pour laquelle le CCITT a recommandé que la variation de fréquence ne dépasse pas ± 5 Hz.

Remarque 3 – Lorsque l'onde pilote de synchronisation ou de contrôle des fréquences sert en même temps d'onde pilote de régulation de ligne (onde pilote à fonctions multiples), il faut, au passage d'une section de régulation à une autre, bloquer l'onde pilote à la fin de la section de régulation, la filtrer, régler à nouveau son amplitude et la réintroduire à l'origine de la nouvelle section de régulation.

3.2 *Protection des ondes additionnelles de mesure*

Pour diminuer les interférences entre ondes additionnelles de mesure transmises sur des liaisons en ligne adjacentes et pour empêcher toute interférence entre des ondes additionnelles de mesure transmises sur des liaisons en ligne non adjacentes, il est recommandé que les équipements de transfert de groupe secondaire assurent un affaiblissement supérieur à l'affaiblissement à 412 kHz de:

- au moins 15 dB dans les bandes de fréquences 308 kHz ± 50 Hz et 556 kHz ± 50 Hz;
- au moins 20 dB dans les bandes de fréquences 308 kHz ± 20 Hz et 556 kHz ± 20 Hz;
- au moins 40 dB aux fréquences 308 kHz et 556 kHz.

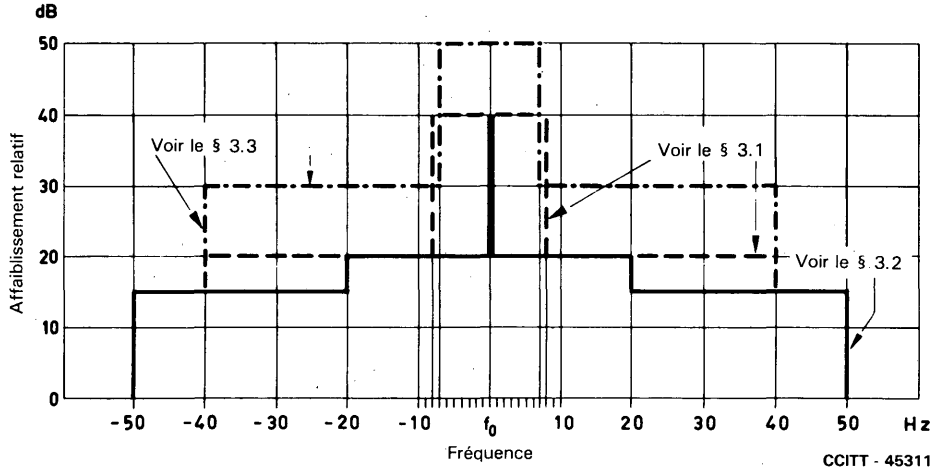
3.3 *Protection de l'onde pilote de groupe tertiaire ou de l'onde pilote d'assemblage de 15 groupes secondaires contre les ondes additionnelles de mesure*

Afin d'éviter que l'onde pilote de groupe tertiaire ou d'assemblage de 15 groupes secondaires ne soit perturbée par des ondes additionnelles de mesure, il est recommandé que les équipements de transfert de groupe secondaire, complétés éventuellement par des filtres additionnels de blocage, assurent un affaiblissement supérieur à l'affaiblissement à 412 kHz de:

- 50 dB dans les bandes de fréquences 308 kHz ± 7 Hz et 556 kHz ± 7 Hz;
- 30 dB dans les bandes de fréquences 308 kHz ± 40 Hz et 556 kHz ± 40 Hz.

Tout filtre de blocage additionnel qui serait nécessaire devrait être associé à l'équipement où l'onde pilote à 1552 kHz est injectée, c'est-à-dire qu'il devrait se trouver dans l'équipement de modulation de groupe secondaire du côté «émission», à l'endroit où l'on constitue le groupe tertiaire ou l'assemblage de 15 groupes secondaires.

La figure 1/G.243 récapitule toutes les valeurs d'affaiblissement recommandées autour de 308 kHz et de 556 kHz.



Remarque 1 — Les ordonnées de ce graphique représentent l'affaiblissement relatif minimal (par rapport à l'affaiblissement à 412 kHz) recommandé:
— pour les équipements de transferts seuls dans tous les cas ——————
— pour les équipements de transfert (complétés s'il y a lieu par des filtres additionnels) quand on doit protéger:
une onde pilote de régulation de ligne — — — —
une onde pilote de groupe tertiaire —•—•—•—

Remarque 2 — Ce graphique est valable à la fois pour f_0 = 308 kHz et pour f_0 = 556 kHz.

FIGURE 1/G.243

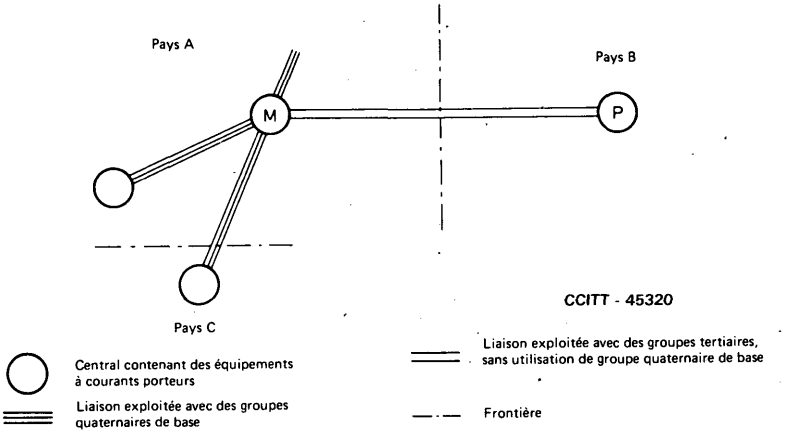
Affaiblissement relatif minimal autour de 308 kHz et de 556 kHz recommandé dans divers cas de transfert d'un groupe secondaire

4 **Extrémité d'une liaison en groupe quaternaire** (anciennement partie D)

L'onde pilote de groupe quaternaire doit être bloquée aux extrémités d'une liaison en groupe quaternaire, sauf accord entre Administrations. On doit considérer comme extrémité d'une liaison en groupe quaternaire tout point où l'on cesse d'utiliser la méthode d'exploitation avec un groupe quaternaire de base, même si en un tel point le groupe quaternaire n'est pas décomposé en groupes tertiaires.

Par exemple, dans le cas représenté sur la figure 2/G.243, le point M est l'extrémité d'une liaison en groupe quaternaire, et, en ce point, l'onde pilote de groupe quaternaire ne doit pas être émise vers le pays B (bien que les groupes quaternaires continuent à être transmis en ligne sans démodulation), à moins que l'Administration du pays B n'accepte une dérogation à cette règle. En outre, il n'est pas demandé au pays B, qui n'utilise pas l'exploitation au moyen du groupe quaternaire de base, d'émettre cette onde pilote de groupe quaternaire sur la liaison PM.

Dans tous les cas, l'onde pilote de groupe quaternaire est considérée comme bloquée si elle subit un affaiblissement supplémentaire de 40 dB.



Remarque – On suppose que les pays A et C utilisent le groupe quaternaire de base et que le pays B ne l'utilise pas.

FIGURE 2/G.243

Définition d'une liaison en groupe quaternaire

5 **Transfert par filtrage direct** (anciennement partie E)

Soit B une station de répéteurs, où un ou plusieurs groupes secondaires, tertiaires ou quaternaires ou assemblages de 15 groupes secondaires sont transférés, par filtrage direct [1], d'une section de ligne AB vers une autre section de ligne BC (voir la figure 3/G.243): au point B, des précautions particulières doivent être prises vis-à-vis des ondes pilotes et des ondes additionnelles de mesure, afin que ces ondes pilotes soient transmises vers certaines sections de ligne où l'on désire qu'elles soient acheminées et que, au contraire, elles ne viennent pas interférer sur les autres sections avec des ondes de même type transmises sur ces sections.

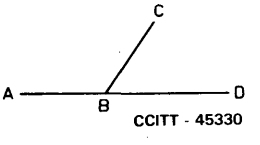


FIGURE 3/G.243

[1] Si les groupes secondaires étaient transférés dans la bande de fréquences du groupe secondaire de base, on retomberait dans le cas traité dans le § 3.

5.1 *Précautions à prendre, en un point de transfert par filtrage direct, situé à l'intérieur d'une section de régulation de ligne, pour l'emploi des ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure*

5.1.1 *Cas des ondes pilotes de régulation de ligne*

Lorsqu'on désire lier la régulation de ligne de la section BD à celle de la section AB (et à celle-là seulement), la section de régulation de ligne s'étend de A à D et le point B n'est pas l'extrémité de section de régulation de ligne pour la section AB. Si une (ou des) onde(s) pilote(s) de régulation de ligne se trouve(nt) alors hors de la bande des fréquences des groupes secondaires, tertiaires ou quaternaires transférés vers BD ou à la limite de cette bande, il est nécessaire de prendre des précautions particulières au point B pour que ces ondes soient transférées au-delà de B sur la section BD (voir la remarque 2 du § 1 de l'Avis G.213).

Par contre, vers C, les ondes pilotes de régulation de ligne de la section AB doivent être supprimées dans les mêmes conditions qu'à l'extrémité d'une section de régulation de ligne pour ne pas être transmises sur la section BC.

5.1.2 *Cas des ondes additionnelles de mesure*

Dans une station de transfert par filtrage direct, située à l'intérieur d'une section de régulation de ligne (station B pour la section AD dans l'exemple précédent), les ondes additionnelles de mesure intérieures à l'ensemble des groupes secondaires, tertiaires ou quaternaires transférés en bloc sont transférées avec cet ensemble.

D'autre part, il peut arriver que l'on ne puisse pas utiliser pour des mesures des ondes additionnelles qui se trouvent sur les bords de la bande des fréquences utiles transférées, parce que les amplitudes de ces ondes sont affectées par les filtres de transfert direct. Il peut donc être recommandable, dans certains cas, de fixer des «sections de mesure» pour l'utilisation de ces ondes additionnelles. La fixation de telles sections de mesure est laissée à la discrétion des Administrations intéressées.

5.1.3 *Autres ondes pilotes*

Les Administrations intéressées doivent, dans chaque cas concret, fixer les points où l'onde pilote de synchronisation ou de contrôle des fréquences (et éventuellement l'onde pilote de commutation), transmises sur une partie donnée, doivent être bloquées afin de ne pas troubler le fonctionnement des autres parties. Toutefois, si l'une de ces ondes pilotes est également onde pilote de régulation de ligne (onde pilote à fonctions multiples), les règles définies ci-dessus pour les ondes pilotes de régulation de ligne doivent lui être appliquées.

5.2 *Précautions à prendre en un point de transfert par filtrage direct, situé à l'extrémité d'une section de régulation de ligne*

5.2.1 *Cas des ondes pilotes de régulation de ligne*

Si l'on ne désire pas lier la régulation de ligne de la section AB à celle des autres sections, le point B se trouve être par définition l'extrémité d'une section de régulation de ligne AB et, à ce titre, les ondes pilotes de régulation de ligne de cette section AB doivent être arrêtées de manière que, sur toute section qui lui est interconnectée (ici BC et BD), leur niveau soit inférieur d'au moins 40 dB à celui des ondes pilotes utilisées sur ces sections.

Lorsque certaines (ou les) ondes pilotes utilisées sur la section de régulation de ligne AB ne sont pas à la même fréquence que celles utilisées sur une section de régulation de ligne qui lui est connectée, on peut tolérer, pour ces ondes pilotes, au point de transfert direct B, un affaiblissement de 20 dB seulement (ce qui signifie un résidu au plus égal à -30 dBm0 sur la section de régulation de ligne connectée), à condition d'affaiblir encore ce résidu de 20 dB avant d'atteindre le point d'injection d'une onde pilote de régulation de ligne ayant la même fréquence sur une nouvelle section de régulation de ligne qui serait connectée à son tour en un point éloigné (par exemple en D). Toutefois, l'onde pilote de régulation de ligne devra être affaiblie de 40 dB toutes les fois où elle sera appliquée à une section de régulation de ligne internationale, c'est-à-dire traversant au moins une frontière. En conséquence, l'onde pilote de régulation de ligne devra être affaiblie de 40 dB si la section suivante est une section internationale, même avec une onde pilote de régulation de ligne à une fréquence différente. De même, si une onde pilote de regulation de ligne est affaiblie seulement de 20 dB, à l'extrémité de la section de régulation de ligne correspondante, on devra introduire un affaiblissement supplémentaire de 20 dB à la fréquence de cette onde pilote avant que ce résidu d'onde pilote n'atteigne une section internationale éloignée.

En se référant à l'exemple donné par la figure 1/G.213, la somme des affaiblissements de (2) et de (5) (voir la légende de cette figure) à la fréquence des ondes pilotes de régulation de ligne reçues doit donc être au moins égale à 40 dB lorsque les fréquences de ces ondes pilotes sont les mêmes sur les deux sections de régulation de ligne interconnectées. La répartition de cet affaiblissement entre les filtres (2) et (5) peut être faite de diverses manières. Les deux filtres étant dans la même station, il ne s'agit pas d'interconnexion internationale mais de normalisation industrielle pour les pays qui commandent des systèmes à différents constructeurs.

Si l'on juge nécessaire d'avoir toujours un filtre (5) avant le point d'injection d'une onde pilote de régulation de ligne à l'émission, pour supprimer les signaux parasites provenant d'autres équipements, et si les ondes pilotes de régulation de ligne des deux sections de régulation de ligne interconnectées sont à la même fréquence, on peut répartir l'affaiblissement de la façon suivante:

filtre (2) = 20 dB filtre (5) = 20 dB.

De cette manière, si les fréquences des ondes pilotes ne coïncident pas et que l'interconnexion n'a pas lieu avec une section internationale, il reste l'affaiblissement de 20 dB recommandé ci-dessus. Toutefois, cette disposition peut nécessiter qu'un affaiblissement supplémentaire à la fréquence convenable soit ajouté quelque part avant d'atteindre une section internationale.

Pour éviter cette dernière difficulté, on peut préférer, afin de faciliter les dispositions à prendre dans le réseau, adopter pour (2) la valeur de 40 dB. Si les fréquences des ondes pilotes se trouvent être les mêmes sur les deux sections de régulation de ligne interconnectées et qu'on a jugé souhaitable de disposer toujours un filtre (5) avant le point d'injection de l'onde pilote de régulation de ligne à l'émission, l'affaiblissement apporté à l'onde pilote de régulation de ligne reçue sera alors bien plus élevé que la valeur recommandée de 40 dB. Cela ne présente pas d'inconvénient technique.

5.2.2 *Cas des ondes additionnelles de mesure*

Les ondes additionnelles de mesure situées à l'intérieur de la bande de fréquences occupée par l'ensemble de groupes secondaires (etc.) transférés en bloc sont normalement transmises sans blocage spécial [2)]. Le niveau des ondes additionnelles de mesure situées aux limites de cette bande peut être affecté par les filtres de transfert.

Il n'est pas nécessaire de prévoir systématiquement, dans les équipements, des filtres de blocage pour protéger, en pareil cas, les ondes pilotes de régulation de ligne contre des ondes additionnelles de mesure transmises sur une section précédente. Les dispositions à prendre par le personnel de maintenance, lorsque les équipements ne comprennent pas de tels filtres, sont indiquées dans l'Avis M.500 [2].

Références

[1] Avis du CCITT *Equipements terminaux à 8 voies*, Livre orange, tome III-1, Avis G.234, UIT, Genève, 1977.

[2] Avis du CCITT *Maintenance périodique des sections de régulation de ligne*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.500.

2) Un tel blocage spécial serait d'ailleurs coûteux et, du point de vue de la pratique, très difficile à réaliser.

SECTION 3

CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIQUES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES

3.1 Systèmes procurant un groupe primaire sur une paire de fils aériens

Avis G.311

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES PROCURANT 12 CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES À COURANTS PORTEURS SUR UNE PAIRE DE FILS AÉRIENS

(modifié à Genève, 1964 et à Mar del Plata, 1968)

Le CCITT,

considérant

qu'il est extrêmement désirable de normaliser autant que possible, dans le service téléphonique international, les systèmes téléphoniques à 12 circuits à courants porteurs sur lignes en fils aériens utilisant un des groupes primaires de base déjà employés dans les systèmes à courants porteurs sur paires symétriques ou sur paires coaxiales en câble (système dont la normalisation est déjà beaucoup plus avancée),

émet, à l'unanimité, l'avis

que les systèmes à courants porteurs à grand nombre de voies téléphoniques sur lignes en fils aériens, construits dans l'avenir en vue de fournir des circuits téléphoniques internationaux, devront satisfaire aux conditions suivantes:

1 Bande des fréquences effectivement transmises par chaque circuit téléphonique

La bande des fréquences vocales effectivement transmises par chaque circuit téléphonique sera la bande des fréquences de 300 Hz à 3400 Hz.

2 Groupe primaire de base

Le groupe primaire de base sera le groupe primaire de base normalisé pour les systèmes à courants porteurs sur paires symétriques non chargées en câble et sur paires coaxiales en câble, à savoir:

Groupe B: Dans chaque sens de transmission, 12 voies comprises entre 60 et 108 kHz transmettant la bande latérale inférieure pour chaque voie individuelle.

3 Niveaux relatifs

Le niveau relatif de puissance à la sortie des équipements terminaux et des répéteurs intermédiaires sera, sur chaque voie et pour la fréquence de cette voie qui correspond à la fréquence vocale de 800 Hz, égal au niveau nominal relatif avec les tolérances suivantes:

- équipement terminal: ± 1 dB;
- répéteurs intermédiaires: ± 2 dB pour une ligne de longueur comparable à une section homogène typique, c'est-à-dire d'environ 450 km ou comprenant environ quatre sections élémentaires de ligne.

La valeur maximale du niveau nominal relatif sera + 17 dBr à l'entrée de la ligne en fils aériens.

Les caractéristiques physiques propres aux lignes en fils aériens entraînent d'importants écarts par rapport à une caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence normale et les variations relativement grandes et diverses de l'affaiblissement en ligne avec les conditions météorologiques peuvent ne pas toujours permettre d'observer les tolérances recommandées ci-dessus pour la sortie des stations de répéteurs intermédiaires, soit lorsque la ligne vient d'être mise en service, soit au cours des opérations de maintenance ultérieure.

Si l'on veut respecter les tolérances recommandées à la sortie des répéteurs intermédiaires tout en conservant des normes de construction et de maintenance raisonnables, il faut que la ligne en fils aériens et l'équipement de répéteur satisfassent aux normes de qualité et aux tolérances suivantes:

1) La caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence d'une section élémentaire de ligne en fils aériens doit être aussi proche que possible d'une courbe à allure régulière qui, pour chaque bande de 48 kHz correspondant à un sens de transmission, sera sensiblement une droite, c'est-à-dire une caractéristique de fréquence linéaire. Les écarts par rapport à cette droite ne devraient pas dépasser 0,5 dB pour une section élémentaire de ligne quelconque (voir l'Avis G.313).

2) Dans chaque sens de transmission et par temps sec, la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence d'une section élémentaire de ligne quelconque, comprenant une ligne en fils aériens et un répéteur à l'extrémité d'arrivée, devrait se situer à ± 0,3 dB par rapport à la droite correspondant à la meilleure approximation de la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence mesurée de la ligne. Ces tolérances imposent des normes élevées pour l'établissement des projets, la construction et la maintenance de la ligne en fils aériens et peuvent également imposer l'égalisation de la distorsion d'affaiblissement résiduelle de la section élémentaire de ligne.

3) La caractéristique de régulation du gain du répéteur doit être telle que la modification du gain qui doit compenser le changement des conditions météorologiques soit une fonction linéaire de la fréquence et corrige une caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence linéaire avec des tolérances qui ne dépassent pas:

   - une tolérance de ± 0,5 dB pour toutes les conditions météorologiques comprises entre un temps sec et un temps raisonnablement humide, c'est-à-dire pour les cas où l'Avis G.312 recommande que la valeur maximale du gain des répéteurs soit d'environ 43 dB;
   - une tolérance de ± 1 dB lorsque le givrage des lignes doit être sérieusement pris en considération, c'est-à-dire pour les cas où l'Avis G.312 indique que les répéteurs peuvent avoir un gain maximal d'environ 64 dB.

4 Fréquences transmises en ligne

Le système comportera 12 circuits téléphoniques à courants porteurs.

Le système utilisera une paire de fils aériens. La fréquence la plus basse transmise sur la ligne doit être assez élevée pour permettre l'emploi d'un système procurant trois circuits téléphoniques à courants porteurs en même temps que le système procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs.

A titre d'information, les figures 1/G.311 et 2/G.311 représentent deux systèmes de répartition des fréquences transmises en ligne et de choix correspondant des fréquences pilotes (schémas I et II). Afin d'assurer une certaine uniformité dans le réseau téléphonique international, il est recommandé que les Administrations intéressées à une liaison internationale à courants porteurs sur ligne en fils aériens choisissent toujours (si possible) soit l'un, soit l'autre de ces systèmes et n'utilisent pas un système différent.

Le CCITT ne recommande pas spécialement le schéma I ou le schéma II. Les Administrations intéressées à l'établissement d'un système procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur ligne internationale en fils aériens auront à examiner dans chaque cas particulier lequel de ces deux schémas convient le mieux au double point de vue technique et économique.

En outre, l'emploi sur une même nappe de plusieurs systèmes procurant 12 circuits à courants porteurs (correspondant à diverses paires de fils aériens) nécessite la coordination judicieuse de la position (après modulation) des groupes primaires correspondants dans le spectre des fréquences. A titre indicatif, les figures 3/G.311 et 4/G.311 montrent deux procédés utilisés dans certains pays. Le tableau 1/G.311 montre la répartition des fréquences porteuses pour la méthode indiquée à la figure 3/G.311.

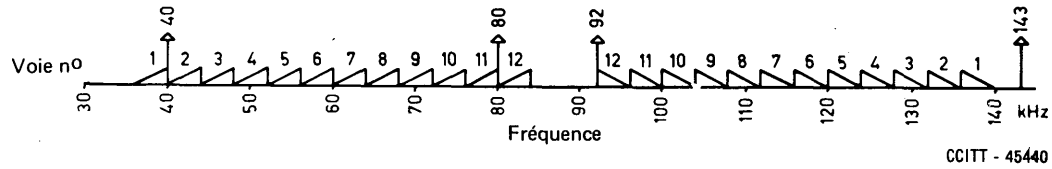


FIGURE 1/G.311

Schéma I de répartition des fréquences transmises en ligne dans un système procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur fils aériens

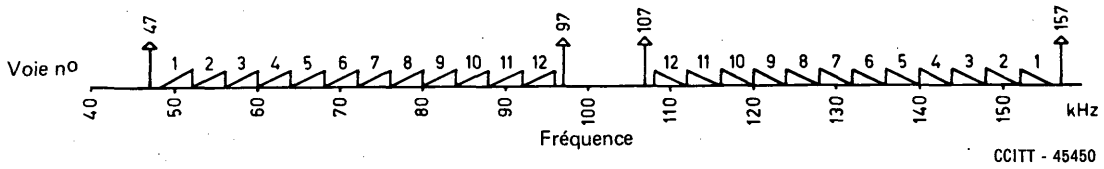


FIGURE 2/G.311

Schéma II de répartition des fréquences transmises en ligne dans un système procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur fils aériens

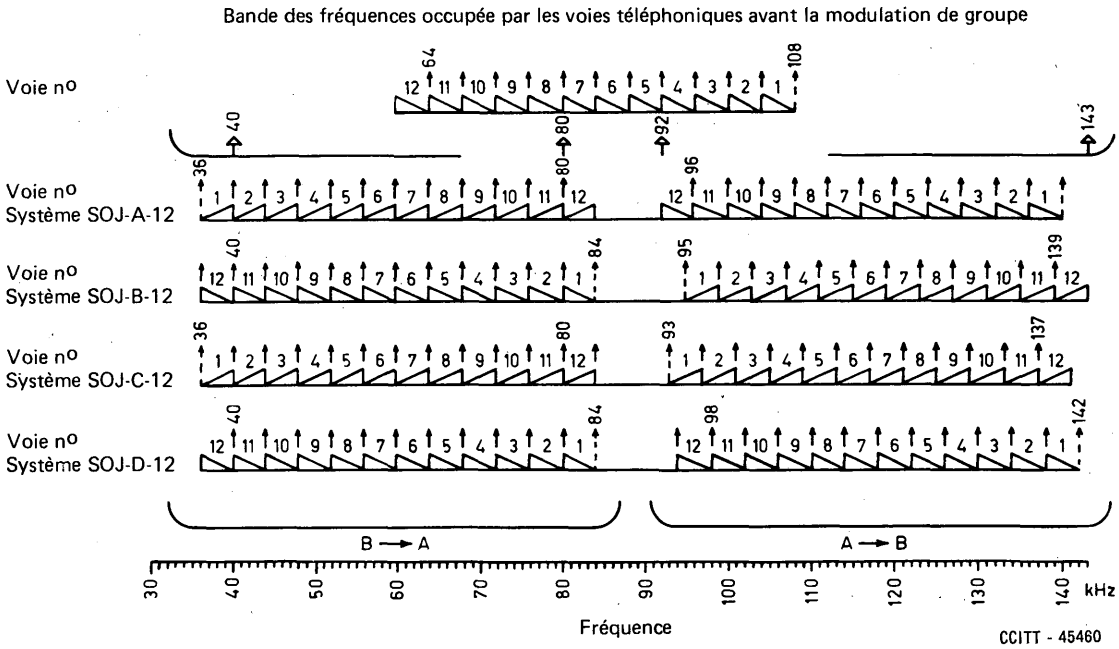


FIGURE 3/G.311

Schéma de répartition des fréquences dans un système procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur fils aériens et utilisant le procédé I
(voir le tableau 1/G.311 pour la répartition des fréquences porteuses)

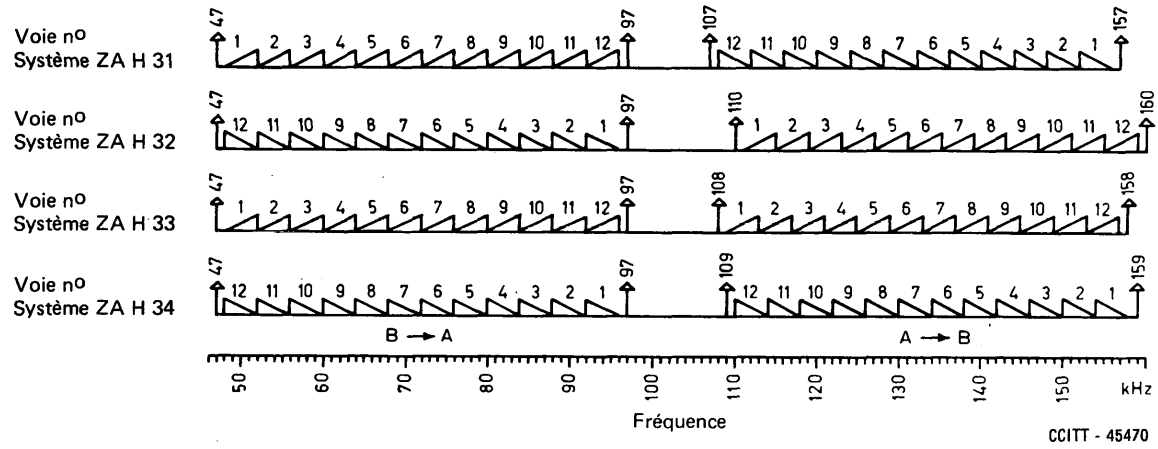


FIGURE 4/G.311

Schéma de répartition des fréquences
dans un système procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur fils aériens et utilisant le procédé II

TABLEAU 1/G.311

Tableau de répartition des fréquences porteuses

Système	B → A fréquence porteuse de		A → B fréquence porteuse de	
	1re modulation de groupe	2e modulation de groupe	1re modulation de groupe	2e modulation de groupe
	(kHz)	(kHz)	(kHz)	(kHz)
SOJ-A-12	340	484	340	308
SOJ-B-12	340	364	340	543
SOJ-C-12	340	484	340	541
SOJ-D-12	340	364	340	306

5 Fréquences pilotes

Chaque système comportera un dispositif automatique pour la régulation du gain, commandé par deux ondes pilotes de fréquences différentes pour chacun des deux sens de transmission. Il n'est pas possible de normaliser pour l'ensemble du service téléphonique international les valeurs des fréquences pilotes à utiliser sur une ligne internationale en fils aériens, exploitée au moyen de courants porteurs, parce qu'un accord n'a pas pu intervenir sur le choix exclusif d'un système de répartition des fréquences transmises en ligne. Il appartient aux Administrations intéressées à une telle liaison internationale de prendre une décision à cet égard. *Il est extrêmement désirable* que l'entente se fasse entre elles pour employer le *même* système de répartition des fréquences transmises en ligne et les mêmes fréquences pilotes (c'est-à-dire, soit le schéma I de la figure 1/G.311, soit le schéma II de la figure 2/G.311) afin d'éviter à la station de répéteurs frontière, la présence d'équipements de modulation et de démodulation intermédiaire, ou de tout autre équipement permettant de passer d'un système à un système différent. Si cet accord ne peut pas être obtenu, on peut envisager deux procédés:

1) considérer la station de répéteurs frontière, où deux systèmes différents sont interconnectés, comme l'extrémité d'une section de régulation de ligne, c'est-à-dire arrêter l'onde pilote de chaque pays à la frontière et y engendrer l'onde pilote adoptée par l'autre pays, qui doit être réintroduite en ligne au-delà de la frontière;

2) choisir des ondes pilotes qui, dans les deux systèmes, aient exactement les mêmes positions relatives par rapport au centre du groupe de voies téléphoniques transmises en ligne et les mêmes niveaux relatifs, car alors on peut opérer le transfert des ondes pilotes par le même procédé qui assure le transfert des groupes primaires.

La puissance nominale de chaque onde pilote devrait être aussi réduite que possible, eu égard au type de système employé. En tout cas, à titre provisoire, il est recommandé que cette puissance ne dépasse pas -20 dBm0. La stabilité des ondes pilotes doit être telle que leur fréquence soit toujours exacte à moins de 5×10^{-6} près.

6 Stabilité des générateurs de courants porteurs

Pour que l'effet des modulations ou des démodulations ne produise jamais un écart supérieur à 2 Hz entre la fréquence vocale appliquée à l'origine d'une voie et celle qui est reçue à l'extrémité correspondante (dans le cas où il n'y a pas de démodulation et remodulation intermédiaire), la stabilité des générateurs de courants porteurs doit être telle que la fréquence en soit toujours exacte à moins de 5×10^{-6} près.

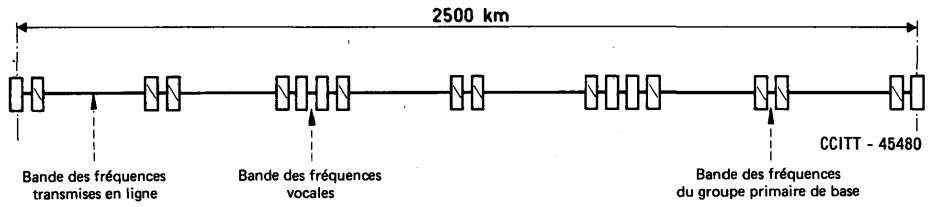
7 Circuit fictif de référence sur la ligne en fils aériens

Ce circuit fictif de référence a une longueur de 2500 km, et il est établi sur un système à courants porteurs procurant 12 circuits sur des paires de fils aériens.

Ce circuit fictif de référence comporte au total, pour chaque sens de transmission:

- 3 couples de modulations de voie;
- 6 couples de modulations de groupe primaire.

La figure 5/G.311 donne le schéma de principe de ce circuit fictif de référence. On voit qu'il y a au total 9 modulations et 9 démodulations pour chaque sens de transmission, en admettant que chaque modulation est effectuée en un seul étage [1].



Remarque – Pour ce système l'étage de modulation de groupe primaire peut comporter une double modulation; en pareil cas, les limites du tableau 1/G.222 ne peuvent pas être appliquées strictement.

FIGURE 5/G.311

Schéma de principe du circuit fictif de référence sur lignes en fils aériens

Les hypothèses concernant le nombre de paires dans les diverses sections homogènes du circuit fictif de référence, la longueur des sections homogènes, l'interconnexion des voies et des groupes primaires aux extrémités des sections et la loi d'addition du bruit produit dans diverses sections qui s'appliquent au circuit fictif de référence sur paires symétriques (voir le § 1.1 de l'Avis G.322) sont aussi applicables au circuit fictif de référence sur lignes en fils aériens.

En outre, les répartitions recommandées au § 4 pour les fréquences en ligne (avec indication des «décalages» et/ou des «inversions» de voies) sont appliquées en nombre égal à chaque section de la paire.

8 Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne le bruit de circuit

Pour l'établissement des projets de construction de systèmes à courants porteurs à 12 circuits sur lignes en fils aériens, on suivra l'objectif suivant:

Chaque voie téléphonique ayant une constitution conforme à celle définie par le circuit fictif de référence sur lignes en fils aériens doit être prévue de manière que la puissance psophométrique moyenne à l'extrémité du circuit fictif de référence, rapportée à un point de niveau relatif zéro, ne dépasse pas 20 000 pW0p au cours d'une heure quelconque.

---

[1] Il n'est pas possible de constituer, sur un seul système procurant 12 circuits à courants porteurs sur une paire de fils aériens, un circuit téléphonique ayant la constitution du circuit fictif de référence, puisqu'en un point de dérivation de groupe primaire toutes les voies téléphoniques transmises en ligne sont extraites *en bloc* du système considéré. Toutefois, le circuit fictif de référence défini ci-dessus, avec un certain nombre de modulations, est utile pour établir les projets de construction des équipements de telle sorte que les circuits établis sur ces systèmes satisfassent aux Avis correspondants.

Les hypothèses pour le calcul du bruit indiquées dans l'Avis G.223 sont applicables, compte tenu de la constitution du circuit fictif de référence sur ligne en fils aériens.

Remarque – La valeur de puissance psophométrique de 20 000 pW0p correspond à un temps pluvieux normal; cette valeur ne peut être dépassée que dans des conditions climatiques extrêmement défavorables.

Il est recommandé de répartir cette limite globale entre les composantes principales du bruit total de la façon suivante:

- bruit de ligne: 17 500 pW0p;
- bruit dû aux équipements terminaux: 2 500 pW0p.

La répartition du bruit total entre:

- bruit de fond,
- bruit d'intermodulation,
- bruit dû à la diaphonie

est laissée entièrement à la discrétion de celui qui établit le projet de construction du système à courants porteurs, jusqu'à concurrence de 2500 pW0p pour l'équipement terminal et de 17 500 pW0p pour la ligne.

Remarque – A titre de simple exemple, une répartition détaillée, entre les diverses composantes du bruit total de ligne, est indiquée dans le supplément n° 6 [1].

9 Caractéristiques d'un circuit réel de 2500 km

Si les lignes sont construites avec soin (en tenant compte notamment des renseignements qui sont fournis dans la remarque du § 2 de l'Avis G.313) et si le projet de construction du système est établi conformément aux Avis correspondants, il est probable que des circuits dont la constitution est comparable à celle du circuit fictif de référence satisferont à ces Avis pendant la plus grande partie du temps.

Remarque – On s'attend que, si des conditions climatiques très défavorables se rencontrent sur une grande partie de l'itinéraire du circuit considéré, certaines conditions (relatives par exemple à la diaphonie, aux niveaux relatifs en ligne et au bruit) ne soient pas satisfaites.

Référence

[1] *Exemple de répartition, entre ses diverses composantes, du bruit total de ligne fixé comme objectif pour le circuit fictif de référence sur lignes en fils aériens*, Livre vert, tome III-2, supplément n° 6, UIT, Genève, 1973.

Avis G.312

RÉPÉTEURS INTERMÉDIAIRES POUR SYSTÈMES À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES EN FILS AÉRIENS CONFORMES À L'AVIS G.311

1 Gain maximal

Dans le cas où le givrage des lignes est exceptionnel, les répéteurs, dans le sens où l'on transmet les fréquences les plus élevées, doivent avoir un gain d'au moins 43 dB, pour la fréquence supérieure transmise en ligne, ce gain étant mesuré entre les bornes de ligne de l'équipement de la station de répéteurs (qui comporte notamment les filtres d'aiguillage, les correcteurs de distorsion d'affaiblissement, etc.), les régulateurs de niveaux étant dans la position de gain maximal.

A titre d'information, dans les pays où le givrage des lignes doit être pris sérieusement en considération, il est possible d'avoir des répéteurs procurant un gain maximal de 64 dB, à la fréquence supérieure transmise en ligne, ces répéteurs tenant compte également de la plus forte pente de la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence que l'on rencontre quand il y a du givre sur la ligne.

2 Impédance

L'expérience montre que les valeurs nominales de l'impédance de la ligne en fils aériens varient à cause des différents modes de construction de ces lignes. Ces valeurs peuvent s'échelonner par exemple de 530 à 630 ohms.

L'impédance de l'équipement de la station de répéteurs, vue des bornes de raccordement à la ligne, doit être réglée pour la fréquence maximale transmise en ligne de telle sorte que le module du coefficient d'adaptation à la jonction entre cet équipement et la ligne soit au plus égal à 0,05 dans la partie supérieure de la bande des fréquences transmises en ligne et au plus égal à 0,075 dans la partie inférieure de cette bande.

3 Valeur minimale de l'affaiblissement de distorsion harmonique

La distorsion harmonique d'un répéteur ne doit pas dépasser la valeur correspondant aux limites ci-après:

Quand on applique un signal d'essai sinusoïdal d'une puissance de 0 dBm0 à l'origine d'une voie téléphonique, l'affaiblissement de distorsion harmonique d'ordre 2 (écart logarithmique entre le deuxième harmonique et le fondamental) doit être au moins égal à 70 dB; l'affaiblissement de distorsion harmonique d'ordre 3 (écart logarithmique entre le troisième harmonique et le fondamental) doit être au moins égal à 80 dB.

4 Niveau de saturation

Le niveau de saturation (ou niveau de puissance utilisable) d'un récepteur ne doit pas être inférieur à +33 dBm. Ce niveau correspond à la puissance totale à la sortie pour laquelle un accroissement ultérieur de 1 dB correspondrait à un accroissement de 20 dB du niveau absolu de puissance du troisième harmonique.

5 Stabilité

Les bornes de ligne étant bouclées de chaque côté sur une impédance quelconque comprise entre une valeur très faible et une valeur très grande d'angle quelconque, il ne doit pas se produire d'amorçage d'oscillations.

6 Valeur minimale de l'écart diaphonique entre répéteurs dans une même station

Si l'on applique la tension perturbatrice à l'entrée de l'équipement total correspondant à un répéteur dans une station, l'entrée de l'équipement total correspondant à un autre répéteur de la même station étant fermée sur une impédance égale à l'impédance nominale de la ligne, et si l'on compare les tensions obtenues respectivement à la sortie de ces deux équipements correspondant aux deux répéteurs, on doit obtenir un écart diaphonique au moins égal à 74 dB, les deux répéteurs étant dans leurs conditions normales de fonctionnement.

Avis G.313

LIGNES EN FILS AÉRIENS UTILISABLES AVEC DES SYSTÈMES À COURANTS PORTEURS À 12 VOIES

1 Affaiblissement d'une section élémentaire de ligne

Le niveau relatif maximal transmis à l'entrée d'une section élémentaire de ligne a été fixé à +17 dBr. Le niveau le plus bas sur la ligne aérienne ne doit pas descendre au-dessous de −17 dBr dans les conditions normales de temps humide.

Ces prescriptions sont suffisantes si l'on veut exploiter sur une nappe aérienne un seul système procurant 12 circuits à courants porteurs (voir aussi l'annexe A).

Dans le cas où l'on désire exploiter plusieurs systèmes, il faut observer des conditions supplémentaires. La caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence doit être aussi proche que possible d'une courbe à allure régulière. A titre d'information, sur une ligne neuve établie pour l'exploitation avec 12 circuits à courants porteurs, on peut obtenir que les écarts à partir de la courbe à allure régulière ne dépassent pas 0,5 dB dans une section élémentaire de ligne quelconque et dans toute la bande des fréquences effectivement transmises en ligne.

2 Diaphonie

L'écart télédiaphonique entre les deux paires de conducteurs attribuées à des systèmes à courants porteurs employant des fréquences transmises en lignes identiques ne doit pas être inférieur à 65 dB, dans une section élémentaire de ligne quelconque (dont on admet que la longueur est de l'ordre de 100 kilomètres) à une fréquence quelconque de la bande des fréquences effectivement transmises.

L'affaiblissement paradiaphonique, mesuré aux équipements terminaux ou dans les stations de répéteurs, ne doit pas être inférieur à 42 dB à une fréquence quelconque dans les bandes de fréquences effectivement transmises en ligne.

Remarque – On estime que les conditions indiquées ci-dessus peuvent être satisfaites si l'on apporte un soin convenable à la construction de la ligne. Les artères en fils aériens sur lesquelles on désire exploiter plusieurs systèmes procurant 12 circuits téléphoniques doivent être transposées d'après la pratique normale pour la transmission de la bande de fréquences de ces systèmes à 12 circuits.

On trouvera des renseignements relatifs à l'affaiblissement diaphonique entre circuits établis sur des lignes en fils aériens, ainsi que sur l'application des transpositions à des artères destinées à être exploitées avec plusieurs systèmes à 12 circuits, dans les publications suivantes:

1) «Methods for increasing crosstalk attenuation between open-wires lines», par M. Vos et C. G. Aurell, *Ericsson Technics*, n° 6, 1936. (La traduction en français de cet article a fait l'objet du document polycopié «CCIF – 1947-1948 – 3e C.E. – Document n° 10».)

2) «Crosstalk on open-wire lines» (monographie 2520 du Bell Telephone System).

3) Réponse à la Question n° 40 de la 3e C.E. du CCIF dans les documents suivants:

CCIF – 1955-1956 – 3e C.E. – Document n° 13 (Cuban Telephone Company),
CCIF – 1955-1956 – 3e C.E. – Document n° 33 (Administration d'Italie),
CCIF – 1955-1956 – 3e C.E. – Document n° 71 (Administration de l'U.R.S.S.),
CCIF – 1955-1956 – 3e C.E. – Document n° 73 (Administration de l'Australie).

Les Administrations qui désirent exploiter un seul système à 12 circuits sur une artère existante trouveront des indications dans l'annexe A.

3 Sections de câble souterrain

Quand il est nécessaire d'employer des sections de câble souterrain, soit aux stations de répéteurs extrêmes, soit sous forme d'une section de câble intercalée sur la ligne en fils aériens, on doit examiner s'il y a lieu d'adapter l'impédance des paires de la ligne en fils aériens à celle des paires en câble, au moyen:

1) d'un câble à faible capacité chargé de façon à adapter son impédance à celle de la ligne en fils aériens, ou

2) de transformateurs adaptateurs d'impédance et/ou de filtres de séparation, placés sur les appuis de jonction ou à leur pied.

4 Précautions à prendre pour diminuer la diaphonie dans les stations de répéteurs

Il est recommandé de prévoir une interruption de la ligne en fils aériens de l'ordre de 25 mètres et d'établir des câbles d'entrée séparés. En outre, il peut être nécessaire d'insérer sur d'autres paires des bobines d'inductance placées dans le circuit longitudinal, avec ou sans filtres de suppression de la diaphonie.

5 Protection contre les surtensions extérieures en ligne

A titre d'information, l'Administration française applique la méthode de protection suivante:

Les filtres de ligne doivent être protégés du côté de la ligne par des fusibles et des parafoudres.

Dans les cas où le circuit à fréquences vocales repart directement en fils aériens, la sortie du filtre pour fréquences vocales est à protéger de la même façon.

Les filtres pour fréquences vocales doivent être symétriques et construits pour pouvoir subir une tension d'essai de 3000 volts continus par rapport à la masse.

Les filtres pour hautes fréquences peuvent être construits avec une première demi-cellule symétrique reliée aux autres cellules du filtre par un transformateur. La première demi-cellule doit avoir une rigidité diélectrique lui permettant de supporter une tension d'essai de 3000 volts par rapport à la masse. Le restant du filtre peut être dissymétrique s'il précède immédiatement l'équipement terminal. Si un câble est interposé, il doit être encadré par deux translateurs pour rétablir la symétrie et permettre éventuellement une adaptation d'impédance.

A titre d'information également, la Cuban Telephone Company a indiqué qu'elle employait la méthode de protection suivante:

1) Des parafoudres à charbon sont placés:

   i) sur le poteau terminal, avec une tension d'amorçage de 750 volts;
   ii) entre le câble d'amorce et l'équipement, avec une tension d'amorçage de 350 volts.

   Dans des conditions très défavorables, ces parafoudres fondent et relient la ligne à la terre.

2) Des parafoudres à thyrite sont placés dans les filtres de ligne afin de fournir une protection contre des tensions qui ne sont pas assez élevées pour que les parafoudres à charbon y remédient.

3) Une protection par des bobines pour la décharge de la ligne est aussi établie quand c'est nécessaire dans des zones sujettes à d'importantes perturbations dues à la foudre.

ANNEXE A

(à l'Avis G.313)

Cas particulier où l'on désire exploiter un seul système procurant 12 circuits sur une artère en fils aériens existante

Quand une Administration se propose d'exploiter un seul système procurant 12 circuits à courants porteurs sur une artère en fils aériens existante, elle aura intérêt à tenir compte des considérations suivantes:

Il est nécessaire d'effectuer des mesures de la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence sur la paire que l'on se propose d'employer normalement et sur la paire que l'on se propose d'employer comme paire de secours. Les facteurs qui ont de l'effet sur l'affaiblissement d'une paire particulière sont:

- la distance entre les conducteurs,
- le diamètre des conducteurs et leur type,
- le mode d'isolation, et
- les schémas de transposition de la ligne.

Si la distance entre les fils est constante, si la paire se compose de conducteurs uniformes sur toute sa longueur et si l'on emploie un schéma de transposition qui conduit à des transpositions rapprochées et régulièrement espacées, la paire considérée devrait permettre l'exploitation d'un système à 12 circuits téléphoniques.

Quand des artères sont transposées pour permettre l'exploitation dans la bande de fréquences qui s'étend jusqu'à 30 kHz, on ne rencontrera en général pas de difficulté à exploiter un seul système à 12 circuits, si l'on tient dûment compte de l'adaptation entre l'impédance des lignes en fils aériens et celle des sections de câble souterrain ou des câbles d'entrée (emploi de transformateur ou de câble chargé).

Quand une artère n'est transposée que pour l'exploitation aux fréquences vocales, il est possible de construire deux paires supplémentaires, destinées à être exploitées avec un système à 12 circuits à courants porteurs, en fixant une traverse sur un prolongement de l'appui en son sommet et en adoptant un schéma de transposition approprié pour ces paires supplémentaires. Cette traverse supplémentaire devrait être éloignée d'au moins 61 cm de la traverse supérieure existante. A titre d'alternative, si l'on n'a pas besoin de poser de nouveaux conducteurs, on peut appliquer un schéma de transposition convenant pour l'exploitation à des fréquences atteignant 30 kHz, ce qui devrait aussi permettre d'exploiter un seul système à 12 circuits. Toutefois, c'est le taux d'accroissement du trafic qui déterminera dans quelle mesure une artère devrait être reconstruite et il peut être plus économique d'appliquer, dès le début, un schéma de transposition permettant d'exploiter dans l'avenir plusieurs systèmes à 12 circuits; dans ce dernier cas, la durée de la vie résiduelle de l'artère est un facteur important.

Les observations figurant dans les § 3, 4 et 5 du texte de l'Avis s'appliquent aussi à ce cas particulier.

Avis G.314

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES PROCURANT HUIT CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES À COURANTS PORTEURS SUR UNE PAIRE DE FILS AÉRIENS

(Genève, 1964)

(Pour le texte de cet Avis, voir le tome III
du *Livre orange*, Genève 1976)

3.2 Systèmes à courants porteurs sur paires symétriques non chargées en câble procurant des groupes primaires ou secondaires

Les Avis de cette sous-section sont relatifs à des systèmes procurant des groupes de 12 circuits téléphoniques à grande distance au moyen de paires symétriques situées dans deux câbles différents et utilisées respectivement pour procurer des groupes de 12 voies téléphoniques à courants porteurs utilisées pour les deux sens de transmission de ces circuits – à l'exception des Avis G.325, G.326 et G.327 (ce dernier figure dans le *Livre orange*), qui s'appliquent aux systèmes (12 + 12) en câble.

La VI[e] Assemblée plénière (Genève, 1976) a transféré à la section 6, réservée aux supports de transmission, l'ancien Avis G.321 (nouvelle référence: Avis G.611).

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES RECOMMANDÉES POUR LES SYSTÈMES SUR PAIRES SYMÉTRIQUES EN CÂBLE

Le présent Avis s'applique aux systèmes utilisant les types de câble actuellement recommandés par le CCITT (voir l'Avis G.611) et procurant un, deux, trois, quatre ou cinq groupes primaires, ou deux groupes secondaires.

1 **Recommandations générales** (anciennement partie A)

1.1 *Circuits fictifs de référence*

1.1.1 Le circuit fictif de référence sur paires symétriques a une longueur de 2500 km et il est établi sur un système à courants porteurs sur paires symétriques. Il comporte au total, pour chaque sens de transmission:

- trois couples de modulation de voie,
- six couples de modulation de groupe primaire,
- six couples de modulation de groupe secondaire [1].

La figure 1/G.322 donne le schéma de principe du circuit fictif de référence sur paires symétriques. On voit qu'il y a au total 15 modulations et 15 démodulations pour chaque sens de transmission, en admettant que chaque opération est effectuée en un seul étage [1].

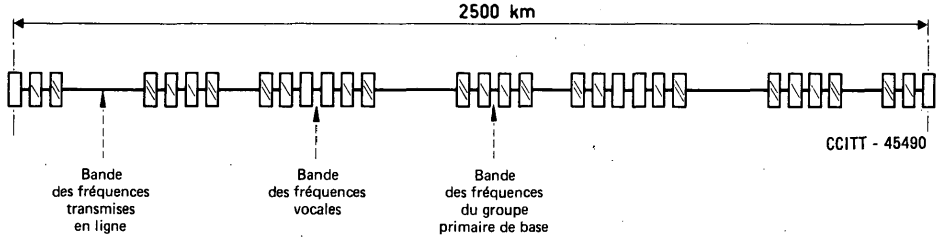


FIGURE 1/G.322

Schéma de principe du circuit fictif de référence sur paires symétriques en câble

Ce circuit fictif de référence est composé de six sections homogènes d'égale longueur (voir l'Avis G.212).

Le nombre de paires du câble est supposé le même dans toutes les sections.

Le circuit fictif de référence sur paires symétriques ainsi défini est utilisé pour les systèmes procurant un, deux, trois, quatre ou cinq groupes primaires.

1.1.2 La constitution du circuit fictif de référence pour le système à courants porteurs à 10 groupes primaires (deux groupes secondaires) doit être la même que celle du circuit fictif de référence pour le système à 16 groupes secondaires pour paires coaxiales [1].

1.2 *Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne le bruit de circuit*

Les objectifs fixés dans l'Avis G.222 sont applicables aux circuits fictifs de référence dans les conditions indiquées par l'Avis G.223.

En pratique, il suffit de vérifier par le calcul, pour chaque voie téléphonique ayant une constitution conforme à celle définie par le circuit fictif de référence sur paires symétriques, que la puissance psophométrique moyenne à l'extrémité de cette voie, rapportée à un point de niveau relatif zéro, ne dépasse pas 10 000 pW0p, au cours d'une heure quelconque.

---

[1] Dans le cas de systèmes procurant un, deux, trois ou quatre groupes primaires, il peut y avoir en pratique un moins grand nombre de modulations, mais cela ne diminue pas l'utilité de la notion de circuit fictif de référence sur paires symétriques.

La répartition du bruit total entre:

- bruit de fond,
- bruit d'intermodulation,
- bruit dû à la diaphonie,

est laissée entièrement à la discrétion de celui qui établit le projet de construction du système à courants porteurs, jusqu'à concurrence de 2500 pW0p pour l'équipement terminal et de 7500 pW0p pour la ligne.

Remarque – Lors de l'établissement d'un projet de système à courants porteurs sur paires symétriques, on pourra déterminer le bruit dû à la diaphonie sur les circuits en s'inspirant des méthodes décrites en [2], [3] et [4].

1.3 *Répartition des fréquences transmises en ligne*

1.3.1 *Systèmes procurant un, deux ou trois groupes primaires*

La répartition des fréquences transmises en ligne doit être conforme au schéma de la figure 2 *a)*/G.322.

1.3.2 *Systèmes procurant quatre groupes primaires*

La répartition des fréquences transmises en ligne doit être conforme au schéma 1 de la figure 2 *b)*/G.322.

Remarque – Par accord entre les Administrations intéressées, il est possible de supprimer un groupe primaire du groupe secondaire 1* défini par le schéma 2 de la figure 2 *c)*/G.322, pour des systèmes à cinq groupes primaires; on obtient ainsi le schéma 1 *bis* de la figure 2 *b)*/G.322.

1.3.3 *Système procurant cinq groupes primaires*

La répartition des fréquences transmises en ligne doit être conforme au schéma 2 de la figure 2 *c)*/G.322.

Remarque 1 – Dans le cas de l'interconnexion directe entre un système procurant cinq groupes primaires sur paires symétriques et des systèmes procurant un moins grand nombre de groupes primaires, on pourra, par accord entre les Administrations intéressées, utiliser pour le système à cinq groupes primaires le schéma 2 *bis* de la figure 2 *c)*/G.322.

Remarque 2 – Quand on désire interconnecter, dans la bande des fréquences du groupe secondaire de base (312 à 552 kHz), un système à courants porteurs sur paires coaxiales, soit avec un système procurant cinq groupes primaires sur paires symétriques et employant le schéma 2 *bis* de la figure 2 *c)*/G.322, soit avec un système à quatre groupes primaires employant le schéma 1 de la figure 2 *b)*/G.322, on pourra, par accord entre les Administrations intéressées, utiliser pour la transmission du groupe secondaire correspondant le schéma de la figure 3/G.322.

Le supplément n° 8 [5] indique une méthode simple permettant de réaliser, à partir de groupes primaires de base B, un groupe secondaire conforme à l'un ou l'autre des schémas de la figure 3/G.322 et de la figure 1/G.338 [6], et inversement.

1.3.4 *Systèmes procurant deux groupes secondaires*

La répartition des fréquences transmises en ligne doit être conforme, au choix des Administrations, au schéma 3 ou au schéma 4 de la figure 4/G.322.

Les groupes secondaires 1 et 2 sont identiques à ceux des systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales. Le groupe secondaire 1* est identique à celui qui est normalement recommandé pour les systèmes à cinq groupes primaires sur paires symétriques en câble.

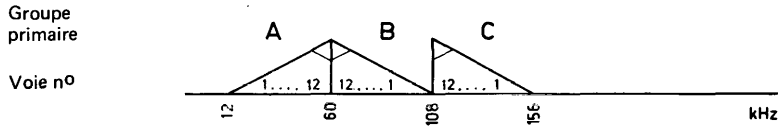
Remarque – Par accord entre les Administrations intéressées, on peut aussi utiliser, au lieu du groupe secondaire 1*, le groupe secondaire 1*′ correspondant au schéma 2 *bis* de la figure 2 *c)*/G.322 pour les systèmes sur paires symétriques en câble procurant cinq groupes primaires, ce qui donne le schéma 3 *bis* de la figure 4/G.322.

1.4 *Ondes pilotes de régulation de ligne*

1.4.1 *Systèmes procurant un, deux, trois, quatre ou cinq groupes primaires*

On peut employer l'une ou l'autre des méthodes suivantes (voir la figure 5/G.322).

L'utilisation de l'une ou l'autre méthode au choix des Administrations intéressées ne donne pas lieu à de grandes difficultés, étant donné que l'on doit supprimer efficacement les ondes pilotes à la fin d'une section de régulation de ligne.



a) Système procurant un, deux ou trois groupes primaires

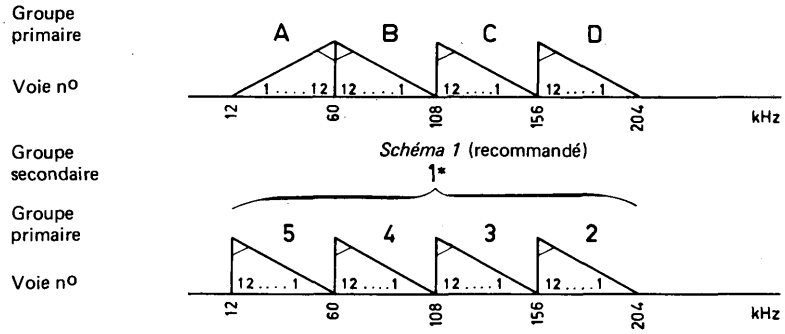


Schéma 1 bis (pouvant être utilisé par accord entre Administrations)

b) Systèmes procurant quatre groupes primaires

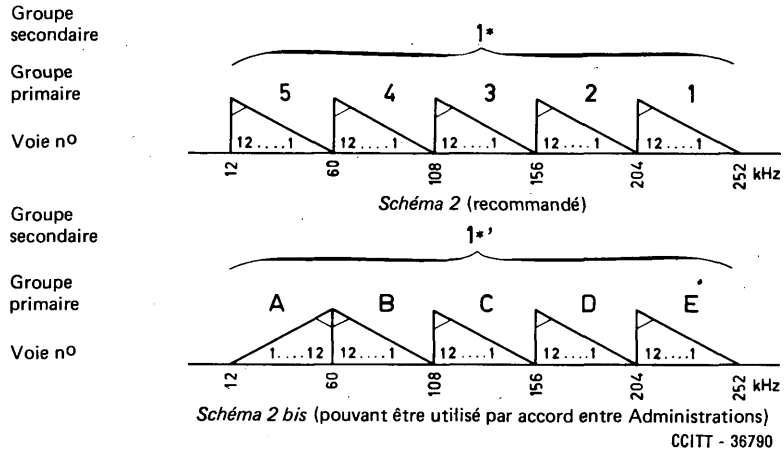


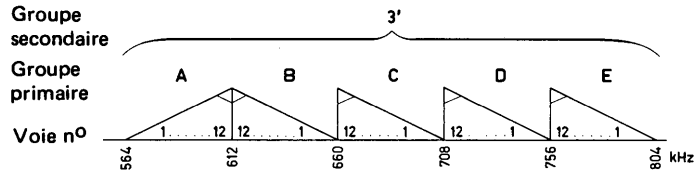
Schéma 2 bis (pouvant être utilisé par accord entre Administrations)

CCITT - 36790

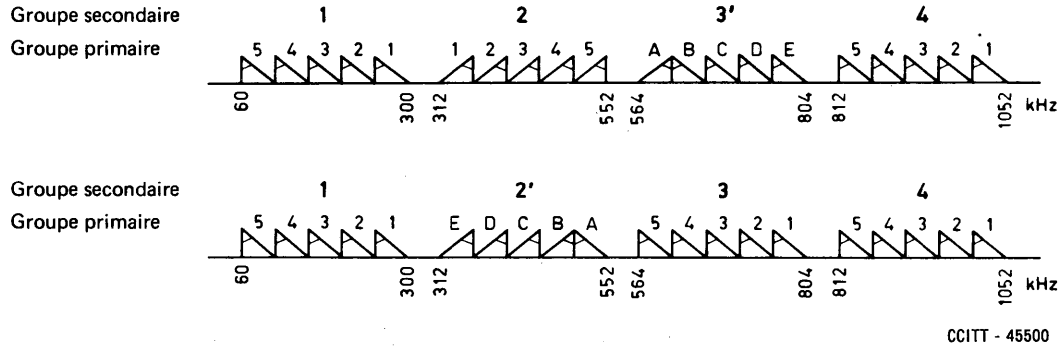
c) Systèmes procurant cinq groupes primaires

FIGURE 2/G.322

Répartition des fréquences transmises en ligne sur les systèmes internationaux à courants porteurs sur paires symétriques en câble



a) Disposition des groupes primaires et des voies (on a représenté, à titre d'exemple, le groupe secondaire dans la position 3')



b) Exemple de positions possibles, dans la bande des fréquences transmises sur la paire coaxiale, du groupe secondaire conforme au schéma 2 *bis* de la figure 2*c)*/G.322

FIGURE 3/G.322

Disposition des groupes primaires, dans un groupe secondaire, qui peut être utilisée sur des systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales interconnectés avec des systèmes sur paires symétriques

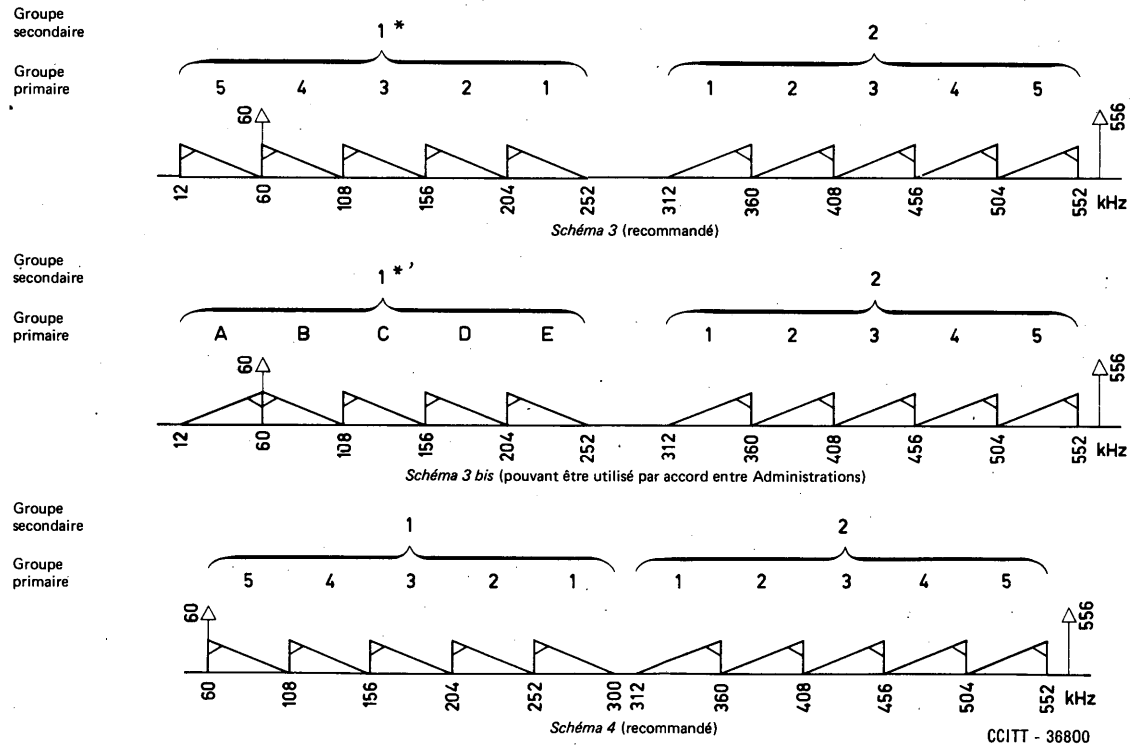
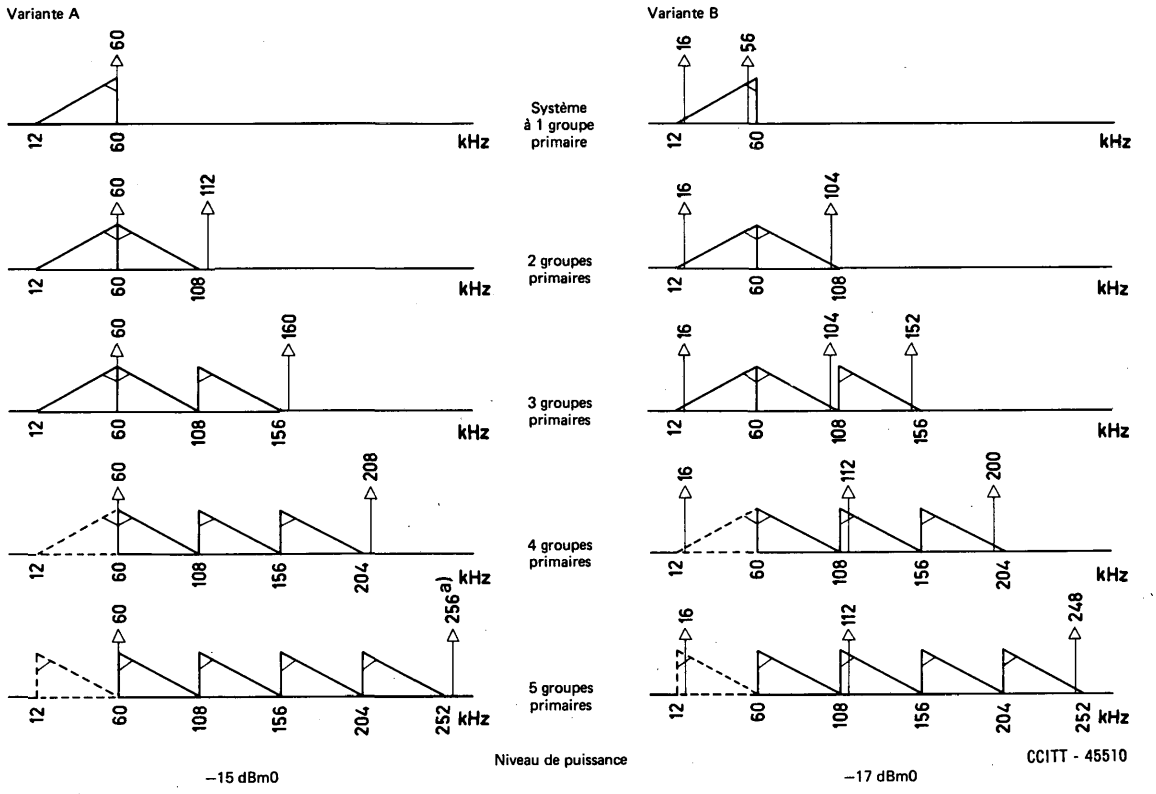


FIGURE 4/G.322

Répartition des fréquences transmises en ligne sur les systèmes internationaux à courants porteurs procurant deux groupes secondaires sur paires symétriques en câble



a) Fréquence recommandée ; il existe des systèmes utilisant 253 kHz.

Remarque – Le groupe primaire en pointillé peut être inversé sans que cela change les fréquences recommandées pour les ondes pilotes.

FIGURE 5/G.322

Ondes pilotes de régulation de ligne dans les systèmes à courants porteurs sur paires symétriques

Méthode A

1) Une onde pilote à 60 kHz, avec un niveau de puissance de −15 dBm0, étant donné que cette fréquence se trouve à la jonction entre les groupes primaires A et B, et étant entendu que cette onde pilote serait utilisée pour la régulation de ligne sur toutes les sections de régulation de ligne, quelle que soit leur longueur, et aussi pour la synchronisation ou le contrôle périodique des fréquences.

2) Quand c'est désirable, et surtout pour les longues sections de régulation de ligne, on utilisera une onde pilote de régulation de ligne supplémentaire, placée à 4 kHz au-dessus de la fréquence maximale transmise en ligne et dont le niveau de puissance serait de −15 dBm0.

Remarque – Toutefois, il existe actuellement des systèmes à cinq groupes primaires pour lesquels cette onde pilote n'est qu'à 1 kHz au-dessus de la fréquence maximale transmise.

Cette recommandation (§ 2) de la méthode A) ne s'applique pas aux systèmes à un seul groupe primaire.

La stabilité recommandée pour les fréquences de ces ondes pilotes est de:

± 1 Hz pour la fréquence pilote 60 kHz;
± 3 Hz pour la fréquence pilote auxiliaire située à 4 kHz au-dessus de la fréquence maximale du groupe de voies considéré.

Méthode B

Deux ondes pilotes situées dans le groupe primaire de base B à 64 kHz et à 104 kHz, transmises avec un niveau de puissance de -17 dBm0.

Sur la ligne haute fréquence, on pourrait avoir deux ondes pilotes par 48 kHz de bande transmise et on choisit parmi ces ondes pilotes 16 kHz et la fréquence maximale transmise moins 4 kHz.

Pour les systèmes à deux groupes primaires ou plus, on utilise une troisième onde pilote de ligne située entre les deux ondes pilotes extrêmes. Dans le cas des systèmes à deux groupes primaires, on prendra la fréquence de 64 kHz, et dans le cas des systèmes à cinq groupes primaires, on prendra la fréquence de 112 kHz.

1.4.2 *Système procurant deux groupes secondaires*

Les fréquences et niveaux suivants (qui correspondent à la méthode A du § 1.4.1) sont recommandés:

- onde pilote inférieure: 60 kHz, avec un niveau de puissance de -15 dBm0;
- onde pilote supérieure: supérieure de 4 kHz à la plus haute fréquence transmise, c'est-à-dire 556 kHz avec un niveau de puissance de -15 dBm0.

La stabilité recommandée pour les fréquences de ces ondes pilotes est de:

$\pm$ 1 Hz pour la fréquence 60 kHz;
$\pm$ 3 Hz pour la fréquence 556 kHz.

Remarque – Si un groupe secondaire est transféré d'un système sur paires coaxiales de manière à occuper la position du groupe secondaire supérieur dans la bande des fréquences transmises en ligne, il peut exister un résidu d'une onde pilote de régulation de ligne ou d'une onde additionnelle de mesure. Les recommandations relatives aux équipements de transfert de groupe secondaire (Avis G.243) garantissent un affaiblissement de ce résidu, suffisant pour qu'il ne perturbe pas des ondes pilotes de régulation de ligne ou des ondes additionnelles de mesure d'un autre système sur paires coaxiales qui sont émises à un niveau de puissance de -10 dBm0. Afin qu'il n'y ait pas de perturbations avec l'onde pilote de régulation de ligne du système à 120 voies émise à un niveau de puissance de -15 dBm0, il convient que ce système possède sa propre protection supplémentaire de 5 dB à la fréquence de 556 kHz pour un groupe secondaire transféré.

1.5 *Adaptation des impédances du répéteur à celle de la ligne*

Il convient de limiter les coefficients d'adaptation aux extrémités d'une section élémentaire de câble de telle sorte que l'effet de paradiaphonie réfléchie ne contribue pas d'une manière excessive à la télédiaphonie totale.

A titre indicatif, dans un câble où la valeur de l'écart paradiaphonique est 56,5 dB et qui satisfait à la condition de l'écart télédiaphonique (télédiaphonie primaire) égal à 69,5 dB (le câble étant considéré entre impédances terminales égales à son impédance caractéristique), l'effet perturbateur de la paradiaphonie réfléchie restera peu important, comparé à l'effet de télédiaphonie à la fréquence maximale transmise, si les coefficients d'adaptation entre répéteurs et ligne ont les valeurs ci-après.

Le module du coefficient d'adaptation entre l'impédance d'entrée (ou l'impédance de sortie) du répéteur (dans ses conditions normales de service), mesurée à la fréquence f à partir de l'extrémité de la ligne (en comprenant dans le répéteur les transformateurs de ligne et les correcteurs de distorsion, s'il en existe) d'une part, et la valeur nominale de l'impédance de la ligne en câble connectée à l'entrée (ou la sortie) du répéteur pour la fréquence f considérée d'autre part, doit être inférieur ou égal à la valeur donnée par la formule:

$0{,}15\sqrt{\frac{f_{max.}}{f}}$ ou 0,25 pour les systèmes procurant un, deux ou trois groupes primaires;

$0{,}08\sqrt{\frac{f_{max.}}{f}}$ ou 0,10 pour les systèmes à quatre ou cinq groupes primaires ou à deux groupes secondaires établis sur des câbles isolés au papier (types II et III de l'Avis G.611);

$0{,}10\sqrt{\frac{f_{max.}}{f}}$ ou 0,17 pour les systèmes à cinq groupes primaires ou deux groupes secondaires établis sur des câbles isolés au polyéthylène ou au styroflex (types II *bis* et III *bis* de l'Avis G.611).

Remarque – Les valeurs de coefficient d'adaptation recommandées pour les systèmes procurant un, deux ou trois groupes primaires ne seraient, en général, pas satisfaisantes si elles étaient tolérées sur toutes les sections d'une liaison en ligne, mais elles ont été acceptées comme valeurs limites pour une section frontière en tenant compte, d'une part, qu'une liaison internationale ne comportera, en général, qu'une telle interconnexion aux frontières et, d'autre part, que les conditions d'adaptation peuvent y être plus difficiles du fait que l'un des répéteurs de cette section peut ne pas avoir été spécifié pour le type exact de câble auquel il est connecté.

2 **Recommandations particulières** (anciennement partie B)

2.1 *Systèmes devant être utilisés simultanément avec des systèmes équipés de tubes électroniques dans les mêmes câbles*

Dans le cas exceptionnel où certaines paires d'une section élémentaire de câble sont déjà équipées de systèmes à tubes à vide, et où l'on désire équiper les paires libres avec de nouveaux systèmes à transistors sans modifier les installations déjà existantes, le nouveau système utilisant des transistors doit satisfaire à l'ensemble des recommandations du § 1 et aussi de l'Avis G.324 [7] relatif aux systèmes utilisant des tubes à vide. Toutefois, il pourrait ne pas satisfaire à celle fixant les valeurs admissibles pour les distorsions harmoniques et le niveau de saturation des répéteurs [8].

Remarque – On trouvera dans l'Avis G.323 un exemple de système à transistors à gain élevé à 60 voies.

2.2 *Systèmes à gain faible*

2.2.1 *Niveau relatif à la sortie des répéteurs*

Le niveau relatif par voie, à toute fréquence, à la sortie de chaque répéteur, doit être:

- 11 dBr pour les systèmes procurant un, deux ou trois groupes primaires;
- 14 dBr pour les systèmes procurant quatre ou cinq groupes primaires, ou deux groupes secondaires.

2.2.2 *Ondes de surveillance*

Si une onde de surveillance (ou de localisation des défauts) est émise sur un système en fonctionnement normal, elle peut se trouver, par exemple, dans la bande de 560 à 600 kHz pour un système à deux groupes secondaires.

Remarque – Les fréquences d'ondes qui ne seraient émises que sur un système déjà retiré de l'exploitation par suite d'un défaut peuvent être fixées par chaque Administration sur le plan national.

2.2.3 *Distorsion harmonique*

La distorsion harmonique des répéteurs ne doit pas dépasser la valeur correspondant aux limites du tableau 1/G.322.

TABLEAU 1/G.322

Limites pour l'affaiblissement de distorsion harmonique	Systèmes procurant		
	1, 2 ou 3 groupes primaires	4 ou 5 groupes primaires	2 groupes secondaires
D'ordre 2[a)]	79 dB	82 dB	85 dB
D'ordre 3[a)]	92 dB	98 dB	104 dB

a) Voir la définition de l'expression "affaiblissement de distorsion harmonique d'ordre n" [9].

Remarque – Ces valeurs sont mesurées en appliquant une puissance de 1 mW au point de niveau relatif zéro de n'importe quelle voie.

2.2.4 *Facteur de bruit*

Le facteur de bruit d'un répéteur complet (tenant compte du bruit dû aux transistors, au réseau d'entrée et au réseau d'adaptation à la ligne) ne doit pas dépasser 10 dB.

2.2.5 *Niveau de saturation*

Le niveau de saturation, défini au § 6.1 de l'Avis G.223, doit être au moins égal à 14 dBm pour les répéteurs intermédiaires.

Remarque – Pour la détermination de ces niveaux de saturation, il a été tenu compte d'une marge de quelques décibels pour les variations de niveau dues à des écarts géographiques par rapport à l'emplacement théorique d'un répéteur, à des variations de température du câble, à des imprécisions de la contredistorsion, etc. Dans les stations où cette marge n'est pas nécessaire, on peut choisir en conséquence un niveau de saturation du répéteur un peu moins élevé.

2.2.6 *Ecart diaphonique entre répéteurs dans une même station*

Une valeur typique pour l'écart diaphonique entre répéteurs dans une même station est 87 dB. Cette valeur permet d'utiliser les stations de répéteurs quelle que soit la méthode utilisée pour l'équilibre du câble.

Remarque – Toutefois, si le câble est équilibré par sections élémentaires selon la méthode classique, une valeur de 80 dB est suffisante.

Les valeurs indiquées ci-dessus s'appliquent à l'ensemble de l'équipement de la station de répéteurs, depuis le translateur d'entrée jusqu'au translateur de sortie.

2.2.7 *Alimentation en énergie électrique*

Si un accord spécial n'est pas intervenu entre les Administrations intéressées dans une section d'alimentation en énergie électrique chevauchant une frontière, il est recommandé que chaque Administration se borne à alimenter en énergie électrique les stations de répéteurs situées sur son territoire.

Références

[1] Avis du CCITT *Systèmes à 4 MHz sur paires coaxiales normalisées 2,6/9,5 mm utilisant des tubes à vide*, Livre orange, tome III-1, Avis G.338, § c), UIT, Genève, 1977.

[2] *Méthode employée par l'Administration française pour l'utilisation du circuit fictif de référence sur paires symétriques*, Livre bleu, tome III, 4e partie, annexe 14, UIT, Genève, 1965.

[3] *Contribution de l'Administration de la République fédérale d'Allemagne à l'étude des bruits dans les systèmes à courants porteurs sur paires symétriques en câble*, Livre bleu, tome III, 4e partie, annexe 15, UIT, Genève, 1965.

[4] *Calcul du bruit de diaphonie dans les systèmes sur paires symétriques*, Livre bleu, tome III, 4e partie, annexe 16, UIT, Genève, 1965.

[5] *Méthode proposée par la Régie belge des téléphones pour le passage d'un câble à paires coaxiales à un câble à paires symétriques*, Livre vert, tome III-2, supplément no 8, UIT, Genève, 1973.

[6] Avis du CCITT *Systèmes à 4 MHz sur paires coaxiales normalisées 2,6/9,5 mm utilisant des tubes à vide*, Livre orange, tome III-1, Avis G.338, figure 1/G.338, UIT, Genève, 1977.

[7] Avis du CCITT *Caractéristiques générales recommandées pour les systèmes sur paires symétriques en câble utilisant des tubes à vide*, Livre orange, tome III-1, Avis G.324, UIT, Genève, 1977.

[8] *Ibid.*, § B.c) et B.d).

[9] Définition du CCITT: *Affaiblissement de distorsion harmonique d'ordre n*, tome X, fascicule X.1 (Termes et définitions).

Avis G.323

SYSTÈMES TYPES SUR PAIRES SYMÉTRIQUES EN CÂBLE UTILISANT DES TRANSISTORS

Le présent Avis définit des systèmes types établis sur des paires symétriques en câble conformes à l'Avis G.611 (différentes pour les deux sens de transmission) et utilisant des amplificateurs à transistors. Ces systèmes doivent satisfaire aux recommandations de l'Avis G.322; ils ont été définis à l'intention des Administrations qui n'étudient pas elles-mêmes des cahiers des charges pour la fourniture de câbles et d'équipements. On ne doit pas les considérer comme recommandés par le CCITT de préférence à d'autres systèmes qui satisferaient également à l'Avis G.322. Il est demandé aux Administrations ou constructeurs qui décideraient d'étudier la réalisation d'un tel système de se conformer, dans toute la mesure possible, aux caractéristiques d'un des systèmes types définis ci-après; ceci permettra d'orienter les études ultérieures au sein du CCITT de manière à limiter le nombre de systèmes différents, à faciliter les interconnexions entre équipements de fabrications diverses et à préparer éventuellement, pour l'avenir, la possibilité d'une normalisation.

On trouvera ci-après la description d'un système à gain élevé.

1 Paramètres principaux d'un système à 60 voies utilisant des transistors (système à gain élevé)

Ce système a été spécifié pour pouvoir être utilisé simultanément avec des systèmes à 60 voies équipés de tubes à vide dans les mêmes câbles.

1.1 Fréquences transmises en ligne: 12 à 252 kHz.

1.2 Niveau de transmission:

– sans préaccentuation		−0,55 Np
– avec préaccentuation	à 12 kHz	−1,30 Np
	à 252 kHz	−0,10 Np

1.3 Fréquences des ondes pilotes de ligne:

– pour la régulation d'amplification indépendante de la fréquence	248 kHz
– pour la régulation linéaire en fonction de la fréquence	16 kHz
– pour la régulation complémentaire (curviligne)	112 kHz

1.4 Amplification des stations de répéteurs (pour la position moyenne des régulateurs de régulation automatique d'amplification) 5,75 ± 0,60 Np

1.5 Limites de régulation automatique d'amplification:

a) aux stations non surveillées selon la température du sol	à 12 kHz,	± 0,13 Np
	à 252 kHz,	± 0,24 Np
b) aux stations régulées par les ondes pilotes:		
– pour la régulation d'amplification indépendante de la fréquence	248 kHz,	± 0,50 Np
– pour la régulation linéaire en fonction de la fréquence	16 kHz,	± 0,40 Np
– pour la régulation complémentaire (curviligne)	112 kHz,	± 0,35 Np

1.6 Niveau absolu de bruit thermique à l'entrée du répéteur dans le spectre de 248 à 252 kHz −15,20 Np

1.7 Affaiblissement de non-linéarité des répéteurs à un niveau absolu de sortie zéro selon la puissance sur la fréquence principale:

– pour le deuxième harmonique	10,0 Np
– pour le troisième harmonique	12,5 Np

1.8 Coefficient de réflexion, à l'entrée et à la sortie de la station par rapport à la résistance d'entrée du câble $P \leqslant 0{,}1\sqrt{\frac{f_{max.}}{f}}$ et inférieur à 0,2 Np

1.9 Niveau absolu de saturation des amplificateurs supérieur à 2,65 Np

1.10 Ecart diaphonique entre les deux sens de transmission dans la station, avec gain de 6,0 népers à la fréquence 252 kHz:

– pour les 25% combinaisons	supérieures à 10,0 Np
– pour les 75% combinaisons	supérieures à 11,0 Np

1.11 *Téléalimentation*

On place entre les stations de répéteurs surveillées jusqu'à 12 stations de répéteurs non surveillées. Ces stations sont téléalimentées en courant continu à raison de six stations de chaque côté de la station de répéteurs surveillée d'après le schéma avec un fil et retour par la terre, en insérant en série les circuits d'alimentation des répéteurs d'un système dans la section de téléalimentation.

Si les tensions extérieures induites dépassent 75 volts, l'alimentation s'effectue entre deux fils, sans retour par la terre.

Le nombre de stations de répéteurs non surveillées sur la section entre les deux stations de répéteurs surveillées ne dépasse pas six. La tension maximale de téléalimentation est 500 volts.

L'étude de l'influence des tensions induites, de l'élévation du potentiel de la terre au voisinage des installations électriques, et des surtensions dues à la foudre, doit être effectuée par le CCITT (Question 21/V [1]).

1.12 *Télésurveillance des répéteurs*

Dans ce système, on surveille le bon état des répéteurs d'après la valeur de l'amplification et de l'affaiblissement de non-linéarité dans la combinaison du type $2f_1 - f_2$.

Référence

[1] CCITT – Question 21/V, contribution COM V-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

Avis G.324

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES RECOMMANDÉES POUR LES SYSTÈMES SUR PAIRES SYMÉTRIQUES EN CÂBLE UTILISANT DES TUBES À VIDE

(Pour le texte de cet Avis, voir le tome III du *Livre orange*, Genève 1976)

Avis G.325

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES RECOMMANDÉES POUR LES SYSTÈMES PROCURANT 12 CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES À COURANTS PORTEURS SUR UNE PAIRE SYMÉTRIQUE EN CÂBLE [DITS SYSTÈMES (12 + 12)]

Les systèmes du type (12 + 12) sur paire symétrique en câble sont utilisés pour exploiter avec des courants porteurs (sans être obligé de poser un second câble), soit des câbles anciens dépupinisés, soit des câbles construits spécialement à cet effet. Ces systèmes peuvent être utilisés, soit dans des relations locales ou régionales, soit dans des relations à grande distance, interurbaines ou internationales.

Le présent Avis s'applique aux systèmes employés dans des relations à grande distance et utilisant les types de câble actuellement recommandés par le CCITT (voir l'Avis G.611), ainsi que des câbles à quartes combinables à conducteurs de 0,9 mm de diamètre, avec une capacité effective de 35 à 40 nF/km, ou d'autres types de câbles dépupinisés, de qualité équivalente. Pour les systèmes employés dans des relations locales ou régionales, on peut assouplir certaines clauses du présent Avis.

1 Répartition des fréquences transmises en ligne

Le CCITT recommande que la répartition des fréquences transmises en ligne soit conforme aux schémas 1 ou 2 de la figure 1/G.325.

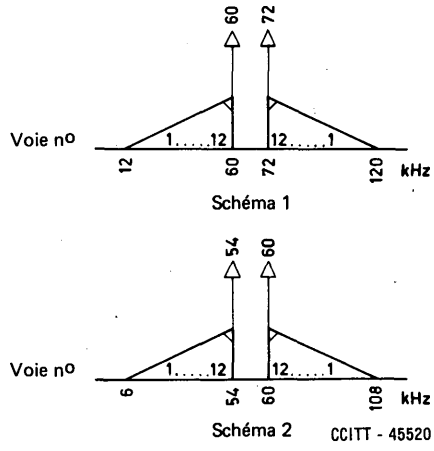


FIGURE 1/G.325

Répartition des fréquences transmises en ligne pour les systèmes internationaux du type (12 + 12) en câble

Les Administrations intéressées à l'établissement d'un tel système international s'entendront pour utiliser, soit l'un, soit l'autre des deux schémas.

2 Ondes pilotes de régulation de ligne

Les fréquences suivantes sont recommandées:

- dans le cas du schéma 1: 60 et 72 kHz;
- dans le cas du schéma 2: 54 et 60 kHz.

La stabilité recommandée est de ± 1 Hz pour la fréquence pilote 60 kHz; les tolérances sur la stabilité des autres fréquences pilotes seront fixées par accord entre les Administrations intéressées.

Toutes ces ondes pilotes doivent être transmises au niveau de puissance de −15 dBm0.

3 Circuit fictif de référence pour système (12 + 12) sur paire symétrique

Ce circuit fictif de référence a une longueur de 2500 km. Il comporte au total, pour chaque sens de transmission:

- trois couples de modulation de voie;
- neuf couples de modulation spéciaux transportant un groupe primaire de base dans la bande de fréquences transmises en ligne et inversement.

Ce circuit est établi sur un système (12 + 12) sur paire symétrique en câble; on supposera qu'il s'agit de paires de conducteurs ayant un diamètre de 0,9 mm, avec une capacité effective de 35 à 40 nF/km.

La figure 2/G.325 donne le schéma de principe d'une des trois parties identiques dont se compose ce circuit fictif de référence, qui comprend au total 18 sections homogènes, de 140 km chacune.

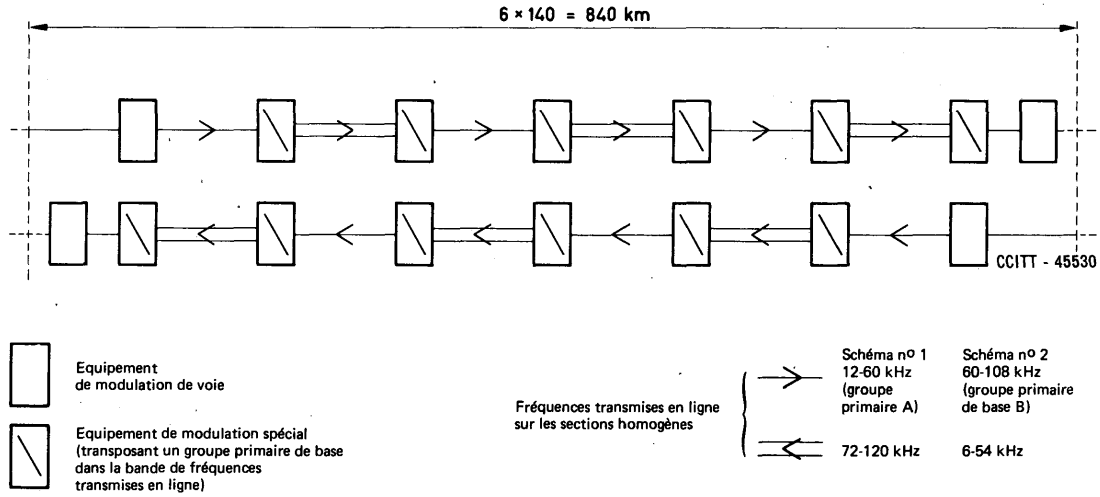


FIGURE 2/G.325

Schéma de principe d'un tiers du circuit fictif de référence pour systèmes (12 + 12) sur paire symétrique

Remarque 1 – Il y a deux fois moins de couples de modulation spéciaux que de sections homogènes, parce qu'une des deux bandes de fréquences transmises en ligne correspond à un groupe primaire de base (voir la figure 2/G.325).

Remarque 2 – Dans le cas de systèmes utilisant une transposition de fréquence *(frequency-frogging)* aux répéteurs, les modulateurs correspondants font partie de la ligne à haute fréquence.

4 Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne le bruit de circuit

Les objectifs fixés dans l'Avis G.222 sont applicables au circuit fictif de référence pour systèmes (12 + 12) sur paire symétrique, dans les conditions indiquées par l'Avis G.223.

En pratique, il suffit de vérifier par le calcul, pour chaque voie téléphonique ayant une constitution conforme à celle définie par le circuit fictif de référence, que la puissance psophométrique moyenne à l'extrémité de cette voie, rapportée à un point de niveau relatif zéro, ne dépasse pas 10 000 pW0p, au cours d'une heure quelconque.

Il est recommandé provisoirement de répartir cette limite globale entre les composantes du bruit total de la façon suivante:

- bruit de ligne (y compris le bruit dû aux équipements de modulation spéciaux) 9000 pW0p
- bruit dû aux équipements de modulation de voie 1000 pW0p

La répartition du bruit total propre au système entre:

- bruit de fond,
- bruit d'intermodulation,
- bruit dû à la diaphonie,

est laissée entièrement à la discrétion de celui qui établit le projet de construction du système à courants porteurs jusqu'à concurrence de 1000 pW0p pour les équipements de modulation de voie et de 9000 pW0p pour la ligne.

Remarque – Suivant la pratique habituelle pour les recommandations relatives aux systèmes en câble, dans les Avis de la série G, la puissance de bruit prise comme objectif pour les projets de construction ne tient pas compte des bruits d'origine externe; on a supposé que ceux-ci seraient négligeables devant la valeur de 10 000 pW0p.

En ce qui concerne les circuits réels, il appartient aux Administrations de prendre toutes dispositions utiles, dans chaque cas particulier, pour que des bruits impulsifs, produits sur des paires exploitées aux fréquences vocales dans le même câble qu'un système (12 + 12) et transmis par diaphonie, ne provoquent pas de bruits excessifs sur les circuits établis sur un tel système et qui peuvent faire partie de communications internationales.

5 Erreur sur la restitution des fréquences

L'écart entre une fréquence émise à l'origine d'une section homogène de 140 km (voir le § 3 et la figure 2/G.325) et la fréquence reçue à l'extrémité de cette section ne doit pas dépasser une valeur fixée provisoirement à 0,3 Hz; cette valeur est la même qu'il y ait transposition de fréquence dans les répéteurs intermédiaires ou non.

6 Interconnexion directe en ligne

Lorsque les Administrations intéressées désirent interconnecter directement en ligne deux systèmes (utilisant, bien entendu, la même répartition des fréquences transmises en ligne), il est recommandé que, sauf accord entre ces Administrations, chacun de ces systèmes satisfasse, sur la section d'interconnexion, aux spécifications suivantes:

1) niveau relatif par voie, à toutes fréquences, à la sortie des répéteurs frontières: -15 dBr [1];

2) affaiblissement de la section élémentaire de câble frontière, à la fréquence supérieure transmise en ligne: 25 dB [1];

   Remarque – Dans le cas de câbles composites, un accord doit intervenir entre les deux Administrations intéressées pour fixer l'affaiblissement de la section frontière, de telle sorte que les répéteurs des paires symétriques et ceux des paires coaxiales puissent être logés dans les mêmes stations frontières.

3) adaptation entre les impédances des répéteurs frontières et celle de la ligne. Le module du coefficient d'adaptation entre l'impédance d'entrée (ou de sortie) d'un répéteur et l'impédance caractéristique de la ligne ne sera pas supérieur à la plus petite des deux valeurs:

$$0{,}15 \sqrt{\frac{f_{max.}}{f}} \text{ ou } 0{,}25$$

[1] Ces valeurs s'appliquent aux systèmes à gain faible. Les systèmes à gain élevé (c'est-à-dire substantiellement supérieurs à 30 dB) sont encore à l'étude.

7 Interconnexion dans une station principale

Si une telle interconnexion est nécessaire, soit pour des raisons d'exploitation, soit parce que les deux systèmes à interconnecter utilisent des répartitions différentes des fréquences transmises en ligne, on peut avoir recours à l'un des procédés suivants:

1) interconnexion sur un répartiteur de groupes primaires, avec emploi du groupe primaire de base, des niveaux et de l'impédance appliqués normalement par l'Administration à laquelle appartient ce répartiteur;

2) interconnexion directe entre les deux systèmes. Si ces deux systèmes utilisent des répartitions différentes des fréquences transmises en ligne, les deux Administrations intéressées se mettront d'accord pour décider laquelle mettra en place les démodulateurs nécessaires (la ligne de séparation entre les deux types d'équipements sera alors CC′ ou DD′ sur la figure 3/G.325).

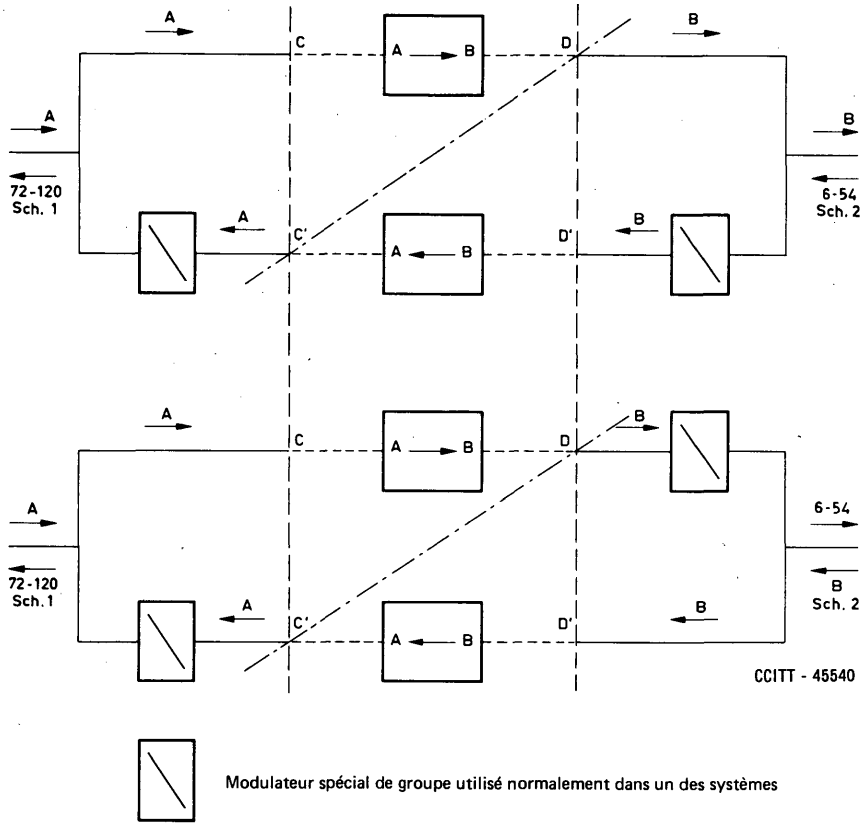


FIGURE 3/G.325

Interconnexion directe de deux systèmes (12 + 12) utilisant des répartitions différentes des fréquences transmises en ligne

Faute d'un tel accord, chaque système entrant devra comporter les équipements nécessaires au système sortant, dans chaque sens de transmission (la ligne de séparation sur la figure 3/G.325 sera alors l'oblique DC′).

Sauf accord spécial, le niveau relatif de puissance sera de −36 dBr à l'émission (entrée de chaque système – points C′ et D dans le cas de la figure 3/G.325). Les points considérés ne correspondent pas aux points *T* et *T′* définis dans l'Avis G.213. En particulier, on ne peut y relier sans précaution n'importe quel type d'équipement de modulation (voir les niveaux indiqués dans le tableau 1/G.233).

Par accord entre Administrations, on peut réaliser l'interconnexion de la façon indiquée sur la figure 4/G.325, ce qui permet de remplacer trois modulateurs par un seul.

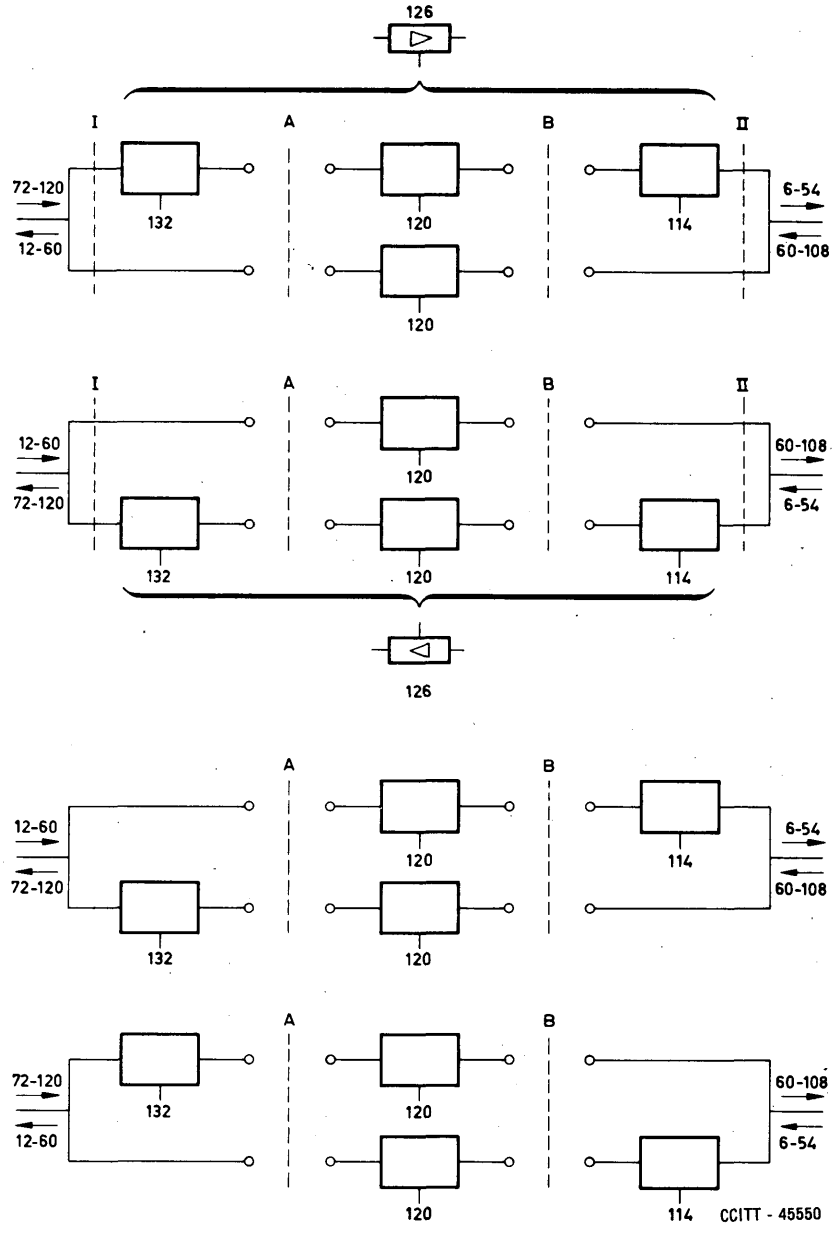


FIGURE 4/G.325

Méthode d'interconnexion qui peut être employée par accord entre Administrations (les nombres qui apparaissent sur cette figure sont des fréquences en kHz; A ou B indique le groupe primaire de base correspondant)

8 Clauses essentielles d'un cahier des charges types

Voir l'Avis G.326.

Avis G.326

SYSTÈMES TYPES SUR UNE PAIRE SYMÉTRIQUE EN CÂBLE [DITS SYSTÈMES (12 + 12)]

Le présent Avis définit des systèmes types utilisant une seule paire symétrique en câble pour les deux sens de transmission. Ces systèmes doivent satisfaire aux recommandations de l'Avis G.325; ils ont été définis à l'intention des Administrations qui n'étudient pas elles-mêmes des cahiers des charges pour la fourniture de câbles

et d'équipements. On ne doit pas les considérer comme recommandés par le CCITT de préférence à d'autres systèmes qui satisferaient également à l'Avis G.325. Il est demandé aux Administrations ou constructeurs qui décideraient d'étudier la réalisation d'un tel système de se conformer, dans toute la mesure possible, aux caractéristiques d'un des systèmes types définis ci-après. Cela permettra d'orienter les études ultérieures au sein du CCITT de manière à limiter le nombre de systèmes différents, à faciliter les interconnexions entre équipements de fabrications diverses et à préparer éventuellement, pour l'avenir, la possibilité d'une normalisation.

On désignera par:

- A: les systèmes à faible gain;
- B: les systèmes à gain élevé sans transposition de fréquence;
- C: les systèmes à gain élevé avec transposition *(frequency-frogging)* à chaque répéteur de ligne.

1 **Caractéristiques générales** (anciennement partie A)

1.1 *Niveaux relatifs*

Des considérations de diaphonie conduisent à limiter à environ 30 dB le gain des systèmes à faible gain. D'autre part, la longueur exacte d'une section élémentaire de câble est souvent déterminée par rapport à un pas de pupinisation. On arrive à un affaiblissement maximal d'environ 27 à 30 dB, pour une section élémentaire de câble et à un niveau à la sortie des répéteurs de -10 à -13 dBr, tout au moins dans la bande supérieure de fréquences transmises en ligne.

Dans les systèmes à gain élevé, on utilise généralement une transposition de fréquence *(frequency-frogging)*, avec ou sans préaccentuation; dans ce cas, l'implantation des stations de répéteurs n'est pas liée à l'emplacement de bobines de charge. On peut citer par exemple des valeurs de 56 à 60 dB, pour l'affaiblissement d'une section élémentaire de câble et, soit de 0 dBr, soit de $+7$ dBr, pour le niveau à la sortie des répéteurs, pour des systèmes sans transposition de fréquence ou avec transposition de fréquence, mais sans préaccentuation. D'autres valeurs sont applicables aux systèmes avec transposition de fréquence et avec préaccentuation.

1.2 *Adaptation des impédances du répéteur et de la ligne*

On applique dans une section normale les mêmes valeurs que celles qui sont recommandées pour une section frontière dans le § 6 de l'Avis G.325.

2 **Caractéristiques des répéteurs** (anciennement partie B)

2.1 *Distorsion de non-linéarité*

Les affaiblissements de distorsion harmonique et de distorsion d'intermodulation sont au moins égaux aux valeurs du tableau 1/G.326.

TABLEAU 1/G.326

Système	Affaiblissement de distorsion harmonique [a]		Affaiblissement de distorsion d'intermodulation du 3e ordre
	2e ordre	3e ordre	
Faible gain sans transposition de fréquence (A)	78 dB	92 dB	
Gain élevé:			
Sans transposition de fréquence (B)	74 dB	78 dB	
Avec transposition de fréquence (C)			
(1)	70 dB	90 dB	
(2)			75 dB

[a] Voir la définition de l'expression "affaiblissement de distorsion harmonique d'ordre n" [1].

(1) Amplificateurs pour la bande inférieure (12 à 60 kHz ou 6 à 54 kHz).
(2) Amplificateurs pour la bande supérieure (72 à 120 kHz ou 60 à 108 kHz).

Remarque – Les valeurs indiquées dans ce tableau sont des valeurs typiques. Dans tous les cas, les systèmes doivent satisfaire au § 4 de l'Avis G.325.

2.2 *Facteur de bruit*

Le facteur de bruit d'un répéteur complet (y compris les correcteurs de distorsion ou autres réseaux passifs, s'il en existe), ne devrait pas dépasser 10 dB aux fréquences transmises les plus élevées.

Remarque – Pour les systèmes à faible gain, cette valeur n'est pas critique et peut être dépassée.

2.3 *Niveau de saturation*

Quand on ajoute au niveau relatif le facteur de crête extrait du tableau 3/G.223, il faut encore prévoir une marge de quelques décibels, comme pour les systèmes à quatre fils.

2.4 *Ecart diaphonique entre répéteurs dans une même station*

L'écart diaphonique entre répéteurs dans une même station ne devrait pas être inférieur à:

a) 82 dB pour les systèmes du type A;
b) 80 dB pour les systèmes des types B et C.

Ces valeurs s'appliquent à l'ensemble de l'équipement de la station de répéteurs, depuis le translateur d'entrée jusqu'au translateur de sortie.

3 Types de câbles utilisés (anciennement partie C)

Des systèmes (12 + 12) peuvent être établis:

1) sur des câbles anciens dépupinisés, ou

2) sur des câbles neufs, comportant des quartes réservées à l'exploitation en haute fréquence.

Les équipements définis dans le présent Avis peuvent être utilisés sur ces deux types de câbles. Toutefois, si on les utilise sur des câbles anciens dépupinisés, on doit aussi satisfaire à des conditions qui ne sont pas indiquées dans le présent Avis. En particulier, si les perturbations provenant d'autres paires du même câble sont trop importantes, on ne peut pas atteindre les objectifs de bruit du § 4 de l'Avis G.325.

Référence

[1] Définition du CCITT: *Affaiblissement de distorsion harmonique d'ordre n*, tome X, fascicule X.1 (Termes et définitions).

Avis G.327

SYSTÈMES PROCURANT 12 CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES À COURANTS PORTEURS SUR UNE PAIRE SYMÉTRIQUE EN CÂBLE [DITS SYSTÈMES (12 + 12)] UTILISANT DES TUBES À VIDE

(Pour le texte de cet Avis, voir le tome III du *Livre orange*, Genève, 1976)

3.3 Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm en câble

La VI[e] Assemblée plénière (Genève, 1976) a transféré dans la section 6, réservée aux supports de transmission, l'ancien Avis G.331 (nouvelle référence G.623).

Avis G.332

SYSTÈMES À 12 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES 2,6/9,5 mm

(Mar del Plata, 1968; modifié à Genève, 1980)

Le présent Avis définit un système sur paires coaxiales en câble fournissant 2700 voies téléphoniques dans la bande des fréquences de 0,3 à environ 12,4 MHz; ce système, conformément aux dispositions de l'Avis J.73 [1], peut, autrement, être utilisé pour fournir 1200 voies téléphoniques dans la bande des fréquences de 0,3 à environ

5,6 MHz et un canal de télévision dans la bande des fréquences de 6 à 12,3 MHz pour la transmission d'un signal de télévision à bande latérale résiduelle avec une bande de vidéofréquences effectivement transmises de 5,5 MHz au maximum.

1 Répartition des fréquences transmises en ligne pour la téléphonie

Dans les systèmes transmettant une bande de fréquences d'environ 12 MHz sur la paire coaxiale 2,6/9,5 mm normalisée par le CCITT (voir l'Avis G.623), avec un espacement nominal des stations de répéteurs d'environ 4,5 kilomètres, la répartition des fréquences transmises en ligne pour la téléphonie sera conforme à un des plans n^{os} 1A, 1B et 2 décrits ci-dessous.

Il semble que pour l'avenir le plan n° 1A est à préférer au plan n° 1B. Cependant, dans les relations internationales entre pays qui emploient des procédés de modulation différents (voir l'Avis G.211) et en l'absence de tout arrangement particulier entre les Administrations intéressées, y compris, le cas échéant, les Administrations des pays de transit, les plans n° 1 sont à préférer au plan n° 2.

1.1 *Plan de répartition de fréquences n° 1A*

Ce plan fait usage du premier procédé de modulation décrit dans l'Avis G.211.

On doit d'abord assembler les voies téléphoniques en groupes quaternaires de base. Trois groupes quaternaires sont transmis en ligne suivant le schéma de répartition de fréquences de la figure 1/G.332.

Dans cette figure, les fréquences porteuses virtuelles des deux groupes quaternaires inférieurs sont indiquées.

1.2 *Plan de répartition de fréquences n° 1B*

Fréquences inférieures à 4287 kHz

Aux fréquences inférieures à 4287 kHz, le plan n° 1B fait usage du deuxième procédé de modulation décrit dans l'Avis G.211.

On doit d'abord assembler les voies téléphoniques en groupes secondaires. Quinze groupes secondaires sont transmis en ligne suivant le schéma de la figure 2/G.332 (fréquences inférieures à 4287 kHz). Ces 15 groupes secondaires forment l'assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires décrit dans l'Avis G.233; les fréquences porteuses sont indiquées dans cet Avis. La figure 3/G.332 donne plus de détails sur la répartition de fréquences au-dessous de 4287 kHz.

Fréquences supérieures à 4287 kHz

Aux fréquences supérieures à 4287 kHz, le plan n° 1B fait usage du premier procédé de modulation décrit dans l'Avis G.211.

Aux fréquences supérieures à 4287 kHz, le plan de répartition de fréquences de la figure 2/G.332 est identique à celui de la figure 1/G.332.

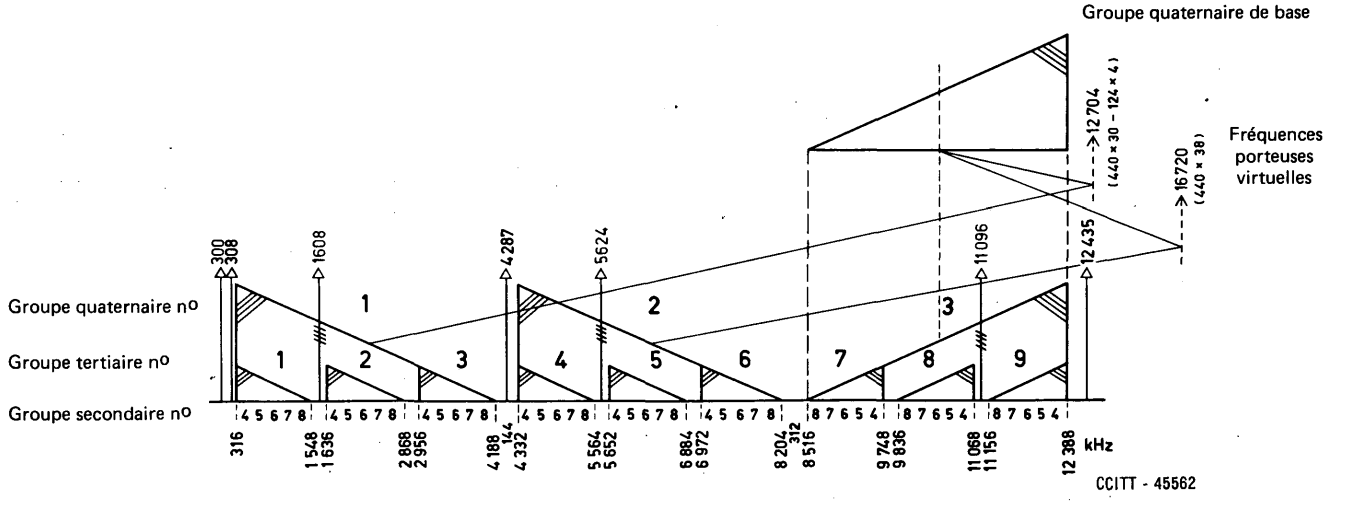


FIGURE 1/G.332

Plan de répartition de fréquences n° 1A pour systèmes à 12 MHz

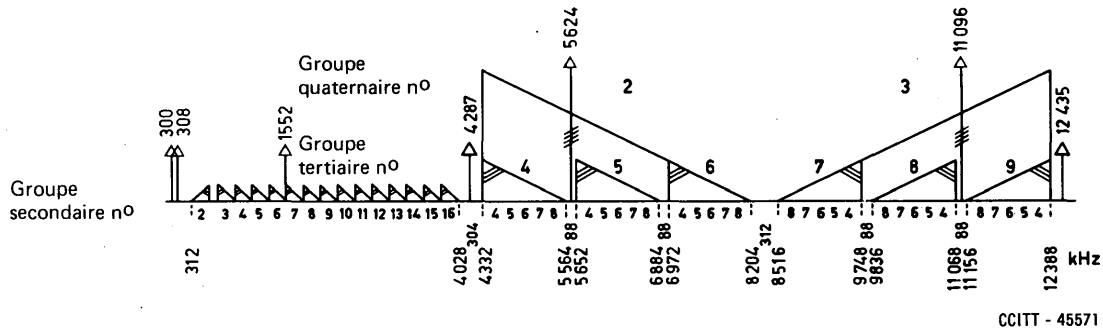


FIGURE 2/G.332

Plan de répartition de fréquences nº 1B pour systèmes à 12 MHz

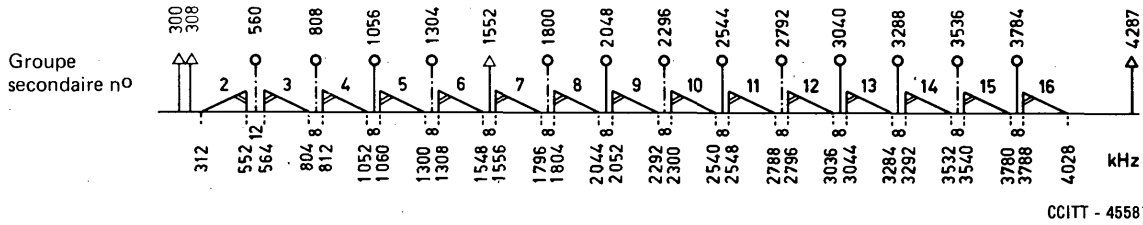


FIGURE 3/G.332

Plan de répartition de fréquences nº 1B pour systèmes à 12 MHz: fréquences inférieures à 4287 kHz

1.3 *Plan de répartition de fréquences nº 2*

Ce plan fait usage du 2e procédé de modulation décrit dans l'Avis G.211.

On doit d'abord assembler les voies téléphoniques dans l'assemblage de base (nº 1) de 15 groupes secondaires. Trois assemblages de 15 groupes secondaires sont transmis en ligne suivant le schéma de répartition de fréquences de la figure 4/G.332. Dans cette figure, les fréquences porteuses virtuelles des assemblages de 15 groupes secondaires nº 2 et nº 3 sont indiquées.

2 Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure

2.1 *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Le CCITT recommande d'utiliser la fréquence 12 435 kHz pour l'onde pilote principale de régulation de ligne.

Dans toute section de régulation de ligne qui traverse une frontière, il est recommandé que, dans chaque sens de transmission, l'Administration située du côté émission émette en permanence une ou deux ondes pilotes auxiliaires de régulation de ligne à 308 et/ou 4287 kHz, à la demande et au choix de l'Administration située du côté réception, pour servir, par exemple, à une régulation complémentaire.

La stabilité de fréquence recommandée pour les ondes pilotes est de $\pm 1 \times 10^{-5}$.

Le niveau de puissance de l'onde pilote principale de régulation de ligne et des ondes pilotes auxiliaires de régulation de ligne doit être réglé, au point où cette onde pilote est appliquée, à une valeur nominale de -10 dBm0. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes pilotes à 308 kHz et 4287 kHz ne doit pas être supérieur à -70 dBm0.

La construction des équipements doit donner la possibilité de bloquer ces ondes pilotes à l'extrémité d'une section de régulation de ligne de telle sorte que leur niveau soit inférieur d'au moins 40 dB à celui des ondes pilotes utilisées sur les autres sections.

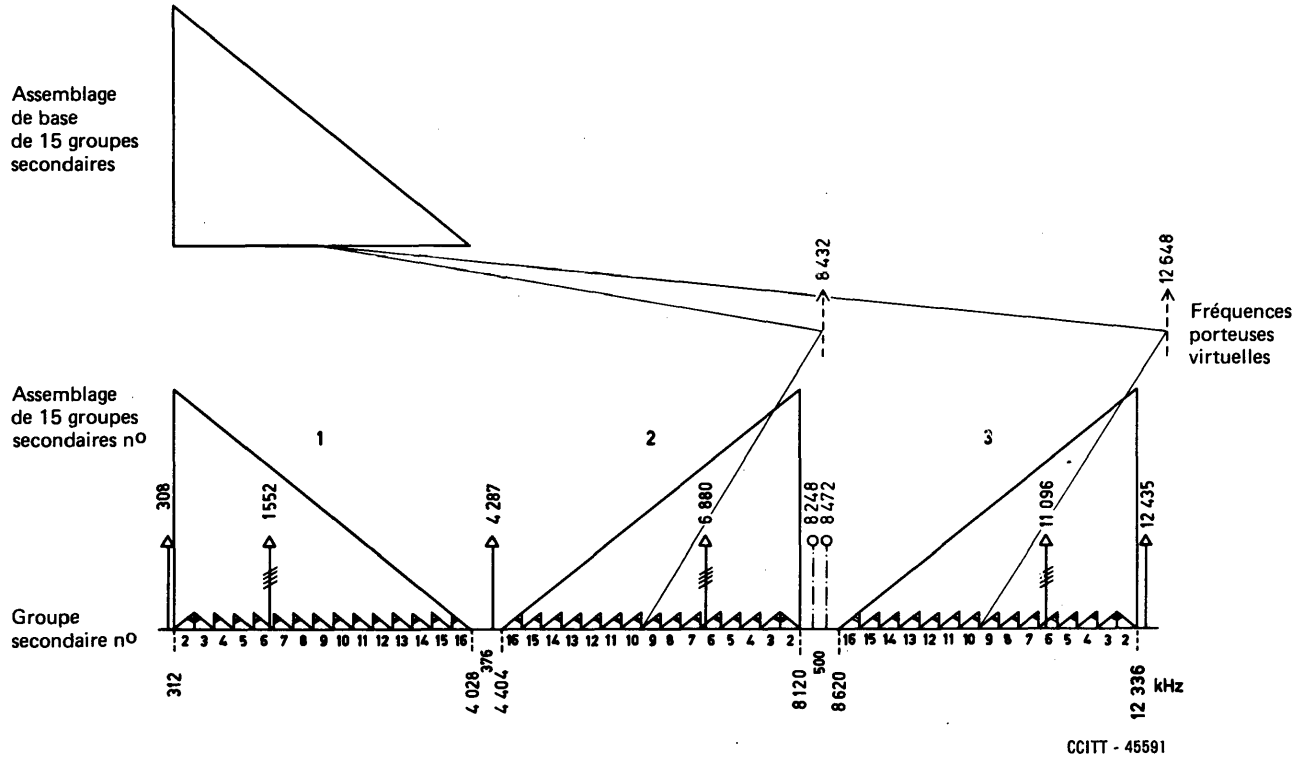


FIGURE 4/G.332

Plan de répartition de fréqences nº 2 pour systèmes à 12 MHz

Les tolérances suivantes sont recommandées sur le niveau de ces ondes pilotes:

1) Les équipements doivent être conçus de façon à permettre de maintenir entre des limites de ± 0,1 dB l'erreur sur le niveau d'émission de n'importe quelle onde pilote due à la valeur finie des échelons de réglage du niveau.

2) La variation du niveau de sortie du générateur d'onde pilote en fonction du temps (qui constitue une caractéristique de spécification des équipements) ne doit pas dépasser ± 0,3 dB au cours de la période qui s'écoule entre deux réglages de maintenance, par exemple un mois.

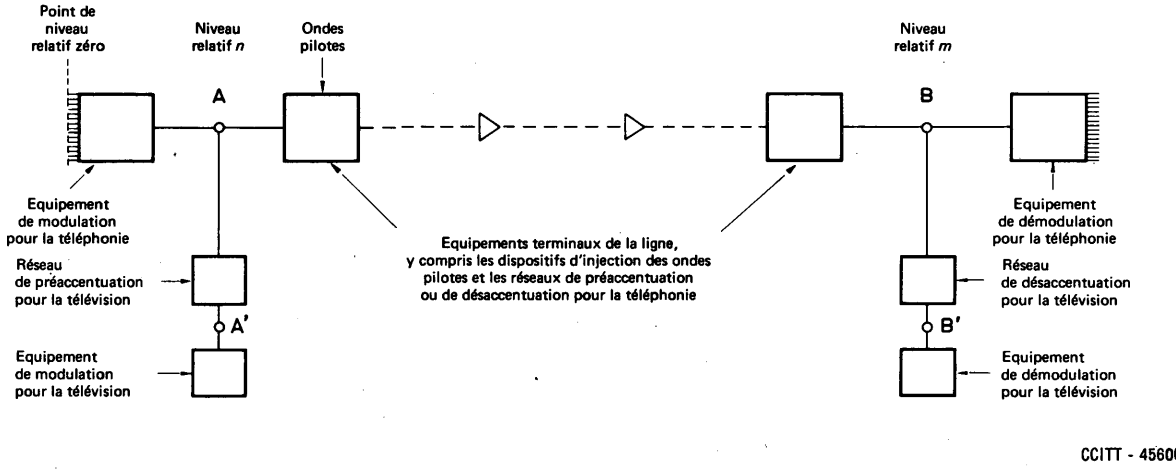
3) Afin de limiter effectivement la variation en fonction du temps du niveau de l'onde pilote, il est désirable qu'un dispositif donne une alarme si la variation à la sortie du générateur dépasse ± 0,5 dB, le zéro du dispositif d'alarme ayant été aligné aussi exactement que possible sur le réglage initial du niveau de l'onde pilote émise.

Par ailleurs, l'attention des Administrations est attirée sur l'inconvénient qui pourrait résulter d'une diminution importante du niveau absolu de puissance de l'onde pilote appliquée à la ligne; une diminution importante risque en effet de provoquer, par le jeu correspondant des régulateurs de niveau, un amorçage d'oscillations sur les circuits. Il serait souhaitable de prévoir des dispositifs qui permettraient de remédier éventuellement à cet inconvénient.

Remarque – Quand une préaccentuation est appliquée à la ligne et suivie de désaccentuation, il est nécessaire de définir le niveau des ondes pilotes de régulation de ligne en se référant à un point (qui peut être fictif) situé à l'entrée ou à la sortie de la ligne et où les niveaux relatifs de toutes les voies téléphoniques sont égaux dans toute la bande des fréquences transmises en ligne. Quand on doit utiliser une partie de la bande de fréquences transmises en ligne pour procurer un circuit de télévision, des réseaux de préaccentuation et de désaccentuation différents peuvent être nécessaires, mais cela ne change pas la définition du niveau des ondes pilotes de régulation de ligne. Les figures 5/G.332 et 6/G.332 représentent deux systèmes hypothétiques, imaginés pour donner des exemples d'application de cette définition.

2.2 *Ondes pilotes de comparaison de fréquences*

Les Administrations qui désirent procéder à une comparaison internationale de fréquences choisiront à cet effet une des fréquences 300, 808 ou 1552 kHz, lorsqu'elles ne pourront pas utiliser les fréquences 308 ou 1800 kHz. La comparaison internationale d'étalons nationaux est d'ailleurs une opération assez rare. Il sera toujours possible d'utiliser pour cette comparaison, pendant une période de temps donnée, une des fréquences indiquées ci-dessus, même si elle est habituellement utilisée comme onde additionnelle de mesure.



Remarque – Entre les points A et B, la ligne haute fréquence présente une caractéristique de gain en fonction de la fréquence uniforme pour la téléphonie; en ces points, toutes les voies téléphoniques sont au même niveau relatif. Entre les points A′ et B′, la ligne haute fréquence présente une caractéristique de gain en fonction de la fréquence uniforme pour la télévision.

FIGURE 5/G.332

Exemple d'application, à une ligne utilisable pour la transmission simultanée de téléphonie et de télévision, de la définition du niveau des ondes pilotes de régulation de ligne

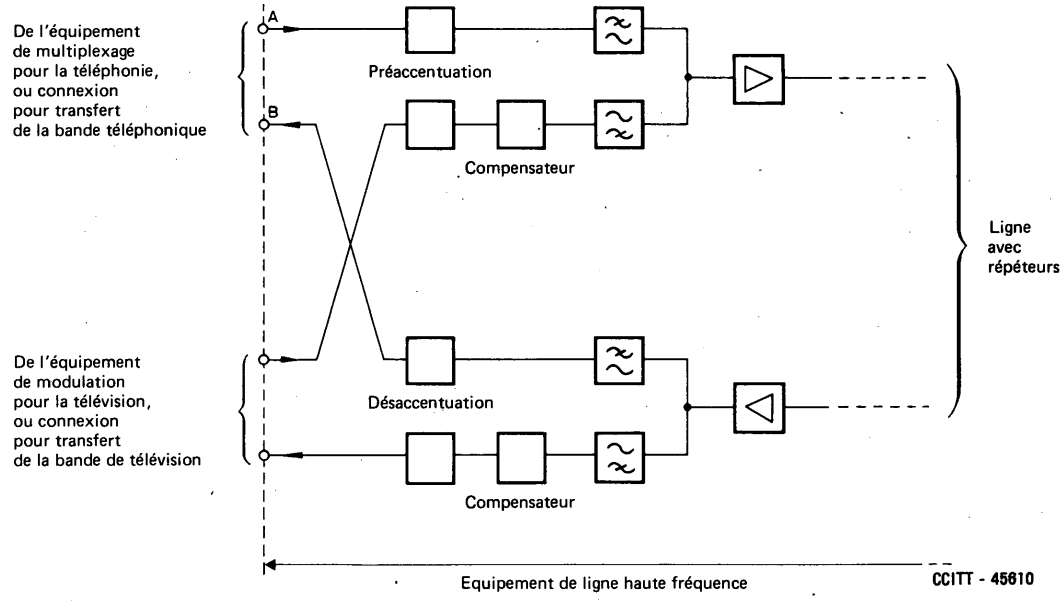


FIGURE 6/G.332

Exemple d'équipement de ligne haute fréquence pour un système "mixte" à 12 MHz (transmission simultanée de la téléphonie et de la télévision). Les niveaux relatifs pour la téléphonie seraient définis aux points A et B

La fréquence 300 kHz peut être employée à des comparaisons nationales de fréquences par les Administrations qui ne veulent pas utiliser à cette fin l'onde pilote à 308 kHz. Dans ce cas, il est recommandé que l'onde à 300 kHz soit transmise avec un niveau de puissance de −10 dBm0. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes pilotes de comparaison de fréquences ne doit pas être supérieur à −70 dBm0.

2.3 *Ondes additionnelles de mesure*

Si l'on utilise la répartition de fréquences sans groupes tertiaires aux fréquences inférieures à 4 MHz (figures 3/G.332 et 4/G.332), les fréquences qui *peuvent* être employées pour des ondes additionnelles de mesure sont les suivantes:

560, 808, 1056, 1304, 1552, 1800, 2048, 2296,
2544, 2792, 3040, 3288, 3536 et 3784 kHz.

Toute Administration qui exploite une ligne à 12 MHz traversant une frontière doit émettre, ou mesurer, à la demande de toute autre Administration intéressée, les ondes de mesure dont les fréquences figurent dans la liste préférentielle suivante:

560, 808, 1304, 1800, 2296, 2792 et 3536 kHz.

Les Administrations doivent également émettre, ou mesurer, à la demande des Administrations correspondantes, toutes les ondes de mesure qui peuvent être utilisées dans les autres cas, à savoir:

– aux fréquences inférieures à 4 MHz, si l'on utilise la répartition de fréquences avec groupes tertiaires du plan n° 1A (figure 1/G.332):

560, 808, 1304, 1592 et 2912 kHz;

– aux fréquences supérieures à 4 MHz, si l'on emploie le plan n° 1A (figure 1/G.332) ou n° 1B (figure 2/G.332):

5608, 6928, 8248 [1], 8472, 9792 et 11 112 kHz.

Si l'on emploie le plan n° 2 (figure 4/G.332), dans les conditions prévues par l'Avis G.211 pour l'application du 2e procédé de modulation, les ondes additionnelles utilisées aux fréquences supérieures à 4 MHz sont:

5392, 7128, 8248, 8472, 8864, 9608 et 11 344 kHz.

Toutes ces fréquences sont récapitulées dans le tableau 1/G.332.

TABLEAU 1/G.332

Fréquences utilisables pour les ondes additionnelles de mesure des systèmes à 12 MHz

Bande de fréquence	Répartition de fréquences	Onde additionnelle de mesure qui doit être émise, ou mesurée, à la demande	Autres ondes additionnelles de mesure qui peuvent être émises
< 4 MHz	en groupes secondaires (figures 3/G.332 et 4/G.332)	560, 808, 1304, 1800, 2296, 2792 et 3536 kHz	1056, 1552, 2048, 2544, 3040, 3288 et 3784 kHz
	tout en groupes tertiaires (figure 1/G.332)	560, 808, 1304, 1592 et 2912 kHz	
> 4 MHz	en groupes tertiaires (figures 1/G.332 et 2/G.332)	5608, 6928, 8248a), 8472, 9792 et 11 112 kHz	
	en assemblages de 15 gr. secondaires (figure 4/G.332)	5392, 7128, 8248, 8472, 8864, 9608 et 11 344 kHz	

a) La fréquence 8248 kHz peut être utilisée comme onde pilote de régulation de ligne d'un faisceau hertzien. En pareil cas, il convient de prendre les précautions indiquées dans l'Avis G.423.

[1] La fréquence 8248 kHz peut être utilisée comme onde pilote de régulation de ligne d'un faisceau hertzien. En pareil cas, il convient de prendre les précautions indiquées dans l'Avis G.423.

La variation absolue de fréquence des ondes additionnelles de mesure situées au-dessous de 4 MHz ne doit jamais sortir des limites de ± 40 Hz par rapport à leur valeur nominale. Pour les ondes de fréquences supérieures à 4 MHz, la variation relative de fréquence, par rapport à la valeur nominale, ne doit jamais dépasser $\pm 1 \times 10^{-5}$.

Le niveau de puissance [2] de ces ondes additionnelles de mesure doit être réglé, au point où cette onde est appliquée, à une valeur nominale de −10 dBm0. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes additionnnelles de mesure situées au-dessous de 6 MHz ne doit pas, en ce point, être supérieur à −70 dBm0.

Ces ondes additionnelles de mesure ne doivent pas être transmises en permanence. Elles ne seront transmises que pendant la durée nécessaire pour effectuer réellement des mesures.

Des dispositions doivent être prises dans les équipements du système à 12 MHz pour protéger l'onde pilote de régulation de ligne à 308 kHz contre des perturbations dues à une onde pilote ou onde additionnelle de mesure à la même fréquence provenant d'un système à 4 MHz, si cette protection n'est pas déjà assurée par les équipements du système à 4 MHz.

Remarque – Certaines Administrations appliquent de nouvelles méthodes de compensation manuelle ou automatique de la distorsion d'affaiblissement, par exemple à l'aide de correcteurs basés sur la fonction cosinus, utilisant des fréquences qui ne figurent pas dans la liste des ondes additionnelles de mesure recommandées par le CCITT.

Il est bien entendu qu'on ne devrait émettre aucune onde additionnelle de mesure, qui puisse sortir d'un réseau national, à la même fréquence qu'une des ondes pilotes recommandées par le CCITT.

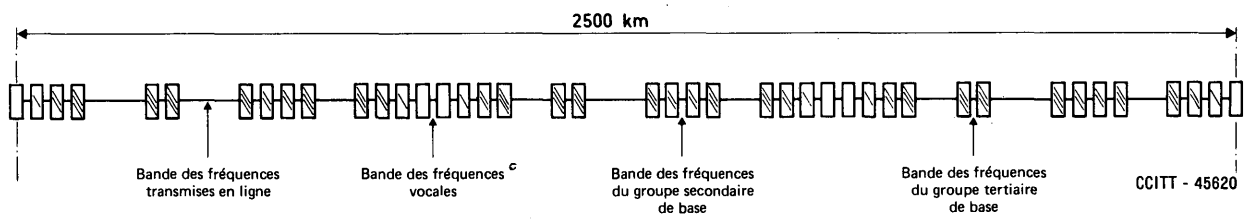
3 Circuit fictif de référence pour système à 12 MHz [3] sur paires coaxiales

Ce circuit fictif de référence a une longueur de 2500 km et il est établi sur un système à courants porteurs à 12 MHz sur paires coaxiales. Il comporte au total, pour chaque sens de transmission:

- trois couples de modulation de voie, chaque couple comprenant une translation de la bande des fréquences vocales à la bande du groupe primaire de base et vice versa;
- trois couples de modulation de groupe primaire, chaque couple comprenant une transposition de la bande du groupe primaire de base à la bande du groupe secondaire de base et vice versa;
- six couples de modulation de groupe secondaire, chaque couple comprenant une transposition de la bande du groupe secondaire de base à la bande du groupe tertiaire de base et vice versa;
- neuf couples de modulation de groupe tertiaire, chaque couple comprenant une transposition de la bande du groupe tertiaire de base à la bande des fréquences transmises sur la paire coaxiale et vice versa.

La figure 7/G.332 donne le schéma de principe du circuit fictif de référence pour systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales.

Ce circuit fictif de référence est composé de neuf sections homogènes d'égale longueur (voir l'Avis G.212).



Remarque – **Pour ce système, l'étage de modulation de groupe tertiaire peut réaliser une double modulation. Lorsqu'il en est ainsi, il n'est plus possible d'appliquer rigoureusement les limites spécifiées dans le tableau 1/G.222.**

FIGURE 7/G.332

Schéma de principe du circuit fictif de référence pour systèmes à 12 MHz sur paire coaxiale

4 Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne le bruit de circuit

Les objectifs fixés dans l'Avis G.222 sont applicables au circuit fictif de référence pour systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales, dans les conditions indiquées par l'Avis G.223.

---

[2] La remarque du § 2.1 est encore applicable.

[3] Ce circuit fictif de référence est aussi utilisé pour les systèmes transmettant des groupes tertiaires sur une paire coaxiale 1,2/4,4 mm.

En pratique, il suffit de vérifier, pour chaque voie téléphonique ayant une constitution conforme à celle définie par ce circuit de référence, que la puissance psophométrique moyenne à l'extrémité de cette voie, rapportée à un point de niveau relatif zéro, ne dépasse pas 10 000 pW0p au cours d'une heure quelconque.

La répartition du bruit total entre bruit de fond et bruit d'intermodulation est laissée entièrement à la discrétion de celui qui établit le projet de construction du système à courants porteurs, jusqu'à concurrence de 2500 pW0p pour l'équipement terminal et de 7500 pW0p pour la ligne.

5 Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs

Soit:

Z_L l'impédance caractéristique de la ligne (pour une fréquence quelconque effectivement transmise, f), cette impédance étant donnée par l'ordonnée pour la fréquence f d'une courbe à allure régulière que les Administrations intéressées auront considérée d'un commun accord comme représentative de la caractéristique moyenne d'impédance en fonction de la fréquence du type de paire coaxiale considéré;

Z_R la valeur la plus défavorable rencontrée en pratique de l'impédance d'entrée (pour la fréquence f) de l'équipement d'une station de répéteurs, vu de la ligne (voir la figure 8/G.332);

Z_E la valeur la plus défavorable rencontrée en pratique de l'impédance de sortie (pour la fréquence f) de l'équipement d'une station de répéteurs, vu de la ligne;

$A = al$ l'affaiblissement total sur images (à la fréquence f) des conducteurs de la ligne entre deux stations de répéteurs adjacentes, a étant l'affaiblissement linéique moyen de la paire coaxiale et l la distance moyenne entre deux stations de répéteurs adjacentes.

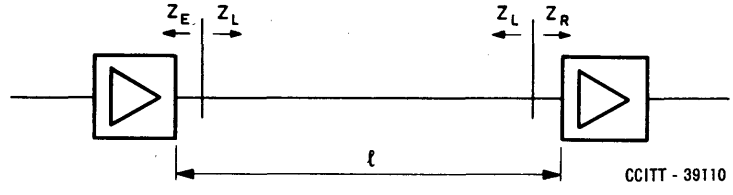


FIGURE 8/G.332

Section élémentaire de câble coaxial

On considère le nombre N défini par la formule:

$$N = 2A + 20\log_{10}\left|\frac{Z_E + Z_L}{Z_E - Z_L}\right| + 20\log_{10}\left|\frac{Z_L + Z_R}{Z_L - Z_R}\right| \qquad \text{(dB)}$$

Dans le présent Avis, il s'agit toujours de systèmes à 12 MHz sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm ayant des répéteurs à espacement nominal d'environ 4,5 à 4,8 km (Avis G.337 [2]).

La somme N des trois termes définis ci-dessus doit alors être au moins égale à 48 dB à 300 kHz et au moins égale à 55 dB à toutes les fréquences supérieures à 800 kHz. Entre 300 et 800 kHz, la limite admissible, exprimée en dB, varie linéairement en fonction de la fréquence.

Remarque – Le CCITT a seulement défini des limites admissibles pour la somme N de trois termes (voir la formule ci-dessus). Il est recommandé que les Administrations intéressées dans une section de paire coaxiale traversant une frontière s'entendent pour fixer dans ce cas particulier les valeurs admissibles pour chacun de ces trois termes, en respectant la condition précitée, c'est-à-dire s'entendent sur l'emploi d'une adaptation aussi bonne que possible ou d'une désadaptation systématique aux extrémités de la section élémentaire de câble.

6 Niveaux relatifs et interconnexion dans une section frontière

6.1 *Interconnexion dans une section frontière*

Dans une section élémentaire de câble qui traverse une frontière, le niveau relatif à l'entrée de la section de câble (sortie de l'équipement de répéteur) doit être égal à -13 dBr à 12 435 kHz.

Remarque 1 – Cette recommandation suppose que l'affaiblissement de la section frontière est d'environ 37 à 38 dB. Il convient d'en tenir compte pour déterminer la longueur réelle de la section frontière.

Remarque 2 – Lorsque les courbes de préaccentuation des deux systèmes sont différentes, il y a lieu d'appliquer l'Avis G.352.

6.2 *Niveau relatif dans une section élémentaire de câble quelconque*

Il n'a pas été possible de normaliser une valeur unique.

6.3 *Préaccentuation*

Les renseignements fournis par diverses Administrations indiquent que la valeur du taux de préaccentuation est généralement comprise entre 9 et 12 dB.

7 Systèmes de téléalimentation et d'alarme

7.1 *Alimentation en énergie électrique à la traversée d'une frontière*

7.2 *Constitution des systèmes de téléalimentation*

Le texte des § 7.1 et 7.2 de l'Avis G.341, applicable à tous les systèmes sur paires 1,2/4,4 mm, est encore valable pour les systèmes transistorisés à 12 MHz sur paires 2,6/9,5 mm.

7.3 *Surveillance et transmission des alarmes dans une section frontière* (voir l'annexe A)

ANNEXE A

(à l'Avis G.332)

Fréquences utilisées pour la surveillance ou la localisation des défauts

Les fréquences ou bandes de fréquences utilisées pour la surveillance ou la localisation des défauts dans divers pays sont indiquées dans le tableau A-1/G.332 à titre d'information.

TABLEAU A-1/G.332

Pays	Bande utilisée (kHz)
Belgique	280 et 12 700 et 170 à 210 pour la régulation
Japon	13 000 à 13 180
France	12 700 à 12 800
Pays-Bas	280 et 170 à 210 pour la régulation
République fédérale d'Allemagne	269 et (13 300 ± 75)
Royaume-Uni	13 500 + 12,5
Suède	12 700 à 13 000

Remarque – La Chile Telephone Company utilisait un système de localisation des dérangements, au moyen de courants continus transmis sur des paires interstitielles du câble, qui n'occasionnait aucun risque de perturbation avec les systèmes mentionnés ci-dessus.

Références

[1] Avis du CCITT *Emploi d'un système à 12 MHz pour la transmission simultanée de téléphonie et de télévision*, tome III, fascicule III.4, Avis J.73.

[2] Avis du CCITT *Caractéristiques générales des systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm*, Livre orange, tome III-1, Avis G.337, UIT, Genève, 1977.

Avis G.333

SYSTÈMES À 60 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES 2,6/9,5 mm

(Mar del Plata, 1968, modifié à Genève, 1972, 1976 et 1980)

Introduction

La technique employée actuellement pour la construction des amplificateurs permettra de transmettre des fréquences allant jusqu'à 60 MHz sur une paire coaxiale du type 2,6/9,5 mm.

L'expérience de certaines Administrations montre que l'on peut actuellement fabriquer, sans difficulté majeure, des câbles dont l'exploitation sera possible jusqu'à des fréquences de l'ordre de 60 MHz. Toutefois, pour les câbles déjà exploités jusqu'à 4 ou 12 MHz, certaines difficultés, notamment d'égalisation des variations de l'affaiblissement en fonction de la fréquence, pourraient se présenter, dues en particulier:

- à la dispersion des valeurs de l'affaiblissement linéique;
- aux anomalies d'affaiblissement sur de grandes longueurs, si le câble montrait d'importantes irrégularités d'impédance; de telles irrégularités, que l'on rencontre surtout aux points d'épissure, peuvent être mises en évidence en utilisant des impulsions de plus courte durée, fonction de la largeur de la bande de fréquences à transmettre.

Le CCITT a donc défini un système à 60 MHz, qui peut être obtenu par exemple en partageant en trois la section élémentaire de câble d'un système à 12 MHz.

1 Fréquences transmises en ligne

Le schéma de répartition des fréquences transmises en ligne doit s'étendre jusqu'à environ 60 MHz, étant entendu que certains systèmes réalisés en pratique pourront n'utiliser qu'une partie de cette bande de fréquences.

D'autre part, il est souhaitable de faciliter l'interconnexion de ces systèmes avec les autres systèmes sur paires coaxiales.

Compte tenu de ces considérations, le CCITT *recommande ce qui suit:*

1.1 *Plan n° 1 de répartition des fréquences et de modulation pour systèmes à 60 MHz* (figure 1/G.333)

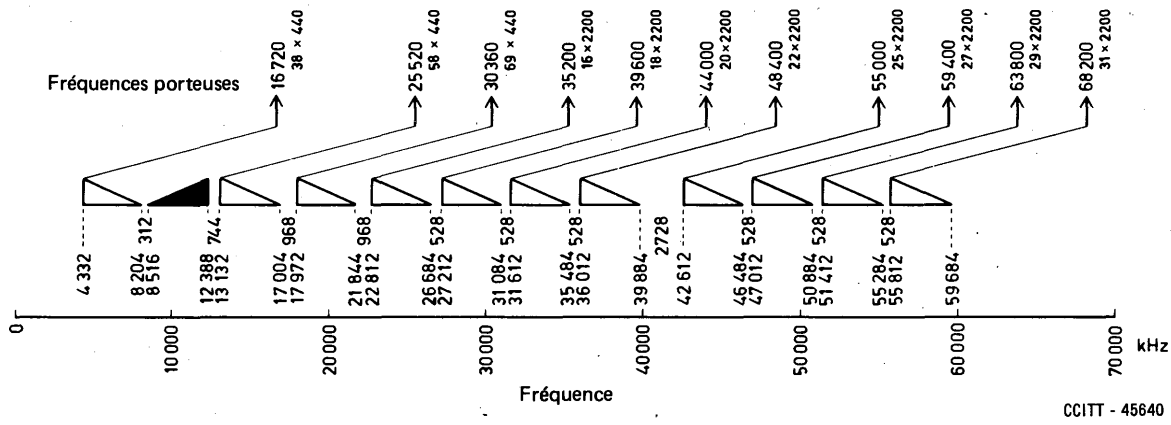


FIGURE 1/G.333

Répartition des fréquences transmises en ligne recommandée pour des systèmes à 60 MHz sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm en câble, suivant le plan n° 1

Dans ce plan, le bloc de base pour l'interconnexion est le groupe quaternaire de 8516 à 12 388 kHz recommandé par le CCITT dans l'Avis G.211. Il contient donc les trois groupes tertiaires qui constituent le groupe quaternaire de base, mais la même bande de fréquences pourrait contenir un assemblage de 15 groupes secondaires (voir le plan n° 2).

Toutes les opérations de modulation et de démodulation entre le groupe quaternaire de base et la bande de fréquences transmises en ligne s'effectuent dans un seul étage de modulation. Les fréquences porteuses à employer pour cette modulation sont indiquées sur la figure 1/G.333. Toutes sont obtenues à partir de fréquences multiples de 440 kHz, ou multiples de 2200 kHz. Ces deux fréquences fondamentales présentent des rapports simples avec les fréquences normalement employées dans les systèmes à 12 MHz.

Les quatre groupes quaternaires inférieurs peuvent être extraits individuellement par filtrage dans la bande de fréquences transmises en ligne. On ne peut extraire des groupes quaternaires supérieurs que sous la forme d'un assemblage de quatre groupes quaternaires. Cette méthode a été choisie pour économiser la bande de fréquences utilisée.

Les deux groupes quaternaires transmis en ligne aux fréquences les plus basses sont identiques aux groupes quaternaires n^{os} 2 et 3 de la figure 1/G.332.

1.2 *Plan n° 2 de répartition des fréquences et de modulation pour systèmes à 60 MHz* (figure 2/G.333)

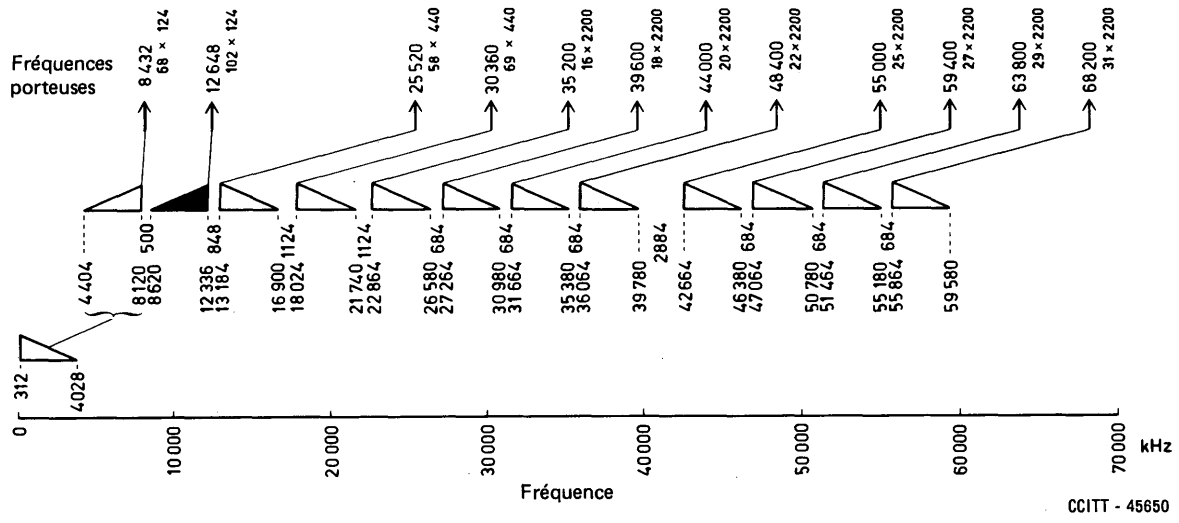


FIGURE 2/G.333

Répartition des fréquences transmises en ligne recommandée pour des systèmes à 60 MHz sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm en câble, suivant le plan n° 2

Dans ce plan, 11 assemblages de 15 groupes secondaires sont modulés dans la bande de fréquences de 8620 à 12 336 kHz qui se situe à l'intérieur du groupe quaternaire de base.

Les assemblages de 15 groupes secondaires en ligne numérotés 3 à 13 sont obtenus de la même manière que les groupes quaternaires correspondants du plan n° 1 ci-dessus. L'assemblage de 15 groupes secondaires en ligne n° 2 est obtenu par la modulation d'un assemblage de 15 groupes secondaires dans la bande de 312 à 4028 kHz, la porteuse étant 68 × 124 = 8432 kHz.

Les possibilités d'extraction par filtrage dans la bande de fréquences transmises en ligne sont identiques à celles du plan n° 1.

Les assemblages de 15 groupes secondaires transmis en ligne aux fréquences les plus basses sont identiques au deuxième et au troisième assemblage de 15 groupes secondaires de la figure 4/G.332.

Remarque – Il est entendu que le premier plan serait adopté dans les pays où l'on désire pouvoir employer des groupes tertiaires et quaternaires de base dans le réseau national, tandis que le plan n° 2 pourrait être adopté dans les pays où l'on ne prévoit que l'emploi d'assemblages de groupes secondaires dans le réseau national.

Bien entendu, dans les relations internationales entre pays employant le même plan dans le réseau national, c'est-à-dire employant tous deux le plan n° 1, ou tous deux le plan n° 2, on emploierait le plan commun à ces deux pays.

Toutefois, dans les relations internationales entre pays qui emploient des plans différents dans leurs réseaux nationaux et en l'absence de tout arrangement particulier pris en accord avec les Administrations intéressées, y compris les Administrations des pays de transit, il est recommandé d'employer le plan n° 1.

2 Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure

2.1 *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Le CCITT recommande d'utiliser la fréquence 61 160 kHz pour l'onde pilote principale de régulation de ligne, dans toute section de régulation de ligne traversant une frontière. Cette onde pilote principale de régulation de ligne sert à compenser automatiquement la variation de l'affaiblissement du câble en fonction de la température.

Dans toute section de régulation de ligne qui traverse une frontière, il est recommandé que dans chaque sens de transmission l'Administration située du côté émission émette en permanence, pour servir par exemple à une régulation complémentaire, une ou plusieurs ondes pilotes auxiliaires de régulation de ligne prises selon le choix de l'Administration située du côté réception, dans la liste suivante:

4287 kHz, 12 435 kHz, 22 372 kHz et 40 920 kHz.

Le niveau de puissance de ces ondes pilotes doit être réglé, à la sortie de l'amplificateur d'émission, à la valeur nominale de -10 dBm0. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes pilotes de 4287, 12 435 et 22 372 kHz ne doit pas être supérieur à -70 dBm0.

La stabilité de fréquence recommandée pour les ondes pilotes est meilleure que $\pm 1 \times 10^{-5}$.

Les tolérances sur ce niveau sont les mêmes que celles qui sont indiquées au § 2.1 de l'Avis G.332.

2.2 *Ondes pilotes de comparaison des fréquences*

Etant donné que la comparaison internationale de fréquences est une opération qui est effectuée rarement, le CCITT recommande que les Administrations choisissent l'une ou l'autre des deux fréquences suivantes:

- 4200 kHz, qui est un multiple de 300 kHz et une valeur voisine de 4400 kHz;
- 8316 kHz (27×308 kHz) qui peut facilement prendre place dans les intervalles libres des deux répartitions de fréquences envisagées (figures 1/G.333 et 2/G.333).

Il est recommandé que cette onde soit transmise avec un niveau de puissance de -10 dBm0. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes pilotes de comparaison des fréquences ne doit pas être supérieur à -70 dBm0.

2.3 *Ondes additionnelles de mesure*

Les fréquences qui peuvent être employées pour des ondes additionnelles de mesure figurent dans le tableau 1/G.333.

Le niveau de puissance de ces ondes additionnelles de mesure doit être réglé, à la sortie de l'amplificateur d'émission, de telle sorte que la valeur nominale de l'onde pilote de ligne soit de -10 dBm0. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes additionnelles de mesure situées au-dessous de 30 MHz ne doit pas, en ce point, être supérieur à -70 dBm0.

La stabilité de fréquence recommandée est meilleure que $\pm 1 \times 10^{-5}$.

Les ondes additionnelles de mesure ne doivent pas être émises en permanence, mais seulement aussi longtemps que les mesures à exécuter le nécessitent. Cette disposition n'est pas applicable lorsque la fréquence est utilisée comme onde pilote de ligne.

2.4 *Bande réservée pour les ondes de surveillance et de localisation des défauts*

Ces ondes devraient être placées au-dessous de l'onde pilote de comparaison des fréquences à 4200 kHz.

3 Circuit fictif de référence

3.1 *Considérations générales*

Le circuit fictif de référence doit fournir une indication sur ce que l'on peut attendre du système en utilisation réelle. On pense que l'espacement des stations principales sera sensiblement le même que dans les systèmes plus anciens, par exemple le système à 12 MHz. C'est pourquoi on a adopté une longueur de 2500 km, divisée en 9 sections de 280 km, avec au total 10 stations principales. Eu égard à la grande largeur de bande dont on dispose et au prix de revient modique par kHz de largeur de bande, il est apparu que l'on peut s'attendre à un plus petit nombre de démodulations jusqu'aux bandes de base d'ordre inférieur.

3.2 *Modulation*

Avec l'une ou l'autre des répartitions de fréquences en ligne recommandées au § 1, il faudra en général prévoir cinq étages de modulation pour placer une voie donnée dans la position qui lui revient à l'intérieur de la bande des fréquences transmises en ligne.

Compte tenu de ce qui précède, le CCITT recommande le circuit fictif de référence représenté sur la figure 3/G.333.

3.3 *Transfert direct aux fréquences transmises en ligne*

On a reconnu que ce transfert ne saurait être envisagé en des points intermédiaires entre les stations principales définies plus haut, mais plutôt dans ces stations elles-mêmes, ce qui éviterait d'introduire des démodulations. Cela réduirait le nombre d'équipements de modulation à mettre en œuvre, mais en contrepartie des exigences plus sévères seraient imposées à l'équipement de ligne.

TABLEAU 1/G.333

Fréquence (voir la remarque 1) kHz (1)	Fréquence (voir la remarque 2) kHz (2)
	4200 (voir la remarque 3) ou 4287 (voir la remarque 4)
	8316 (voir la remarque 3)
8472	
12678	
17488	
	22302 (voir la remarque 5)
	22372 (voir la remarque 4)
26922	
31322	
35722	
40122 (voir la remarque 6)	40920 (voir la remarque 4)
42322	
46722	
51122	
55522	
	59922

Remarque 1 – (Concerne toutes les fréquences de la colonne 1.) L'utilisation de ces fréquences permettra d'éviter de perturber la section de régulation de ligne suivante. Ces fréquences peuvent donc être émises en tout temps.

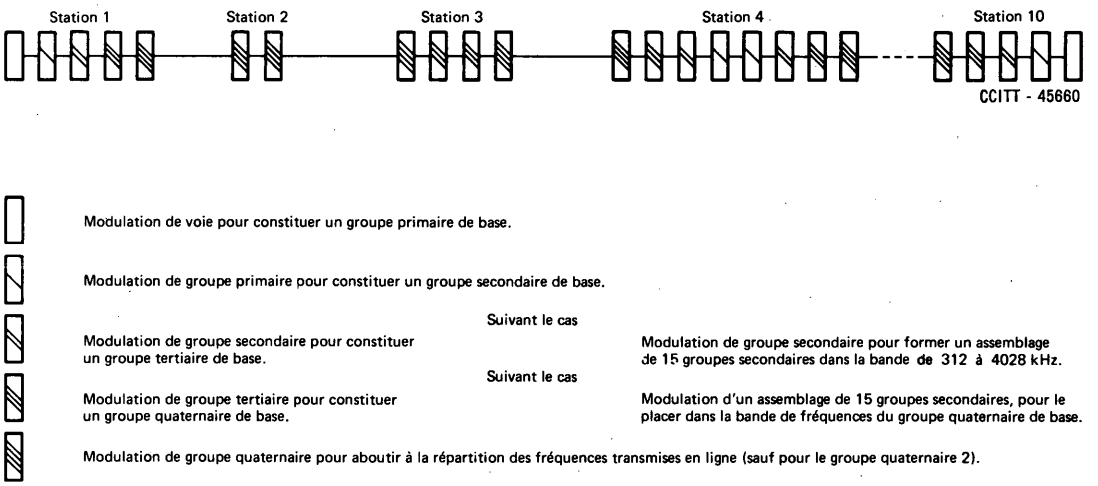
Remarque 2 – (Concerne toutes les fréquences de la colonne 2.) Ces fréquences seront fournies sur la demande de l'Administration dont dépend l'extrémité de réception. Elles ne peuvent être émises sans l'accord de cette Administration.

Remarque 3 – Ces fréquences peuvent également être utilisées comme ondes pilotes de comparaison des fréquences.

Remarque 4 – Aux termes de l'Avis M.500 [1] les Administrations qui décident d'utiliser ces fréquences doivent s'assurer qu'elles ne perturbent pas une section de régulation de ligne en amont sur laquelle lesdites fréquences peuvent servir d'ondes pilotes de ligne.

Remarque 5 – Si la fréquence 22 372 kHz est utilisée comme onde pilote auxiliaire de régulation de ligne, il convient de s'assurer qu'aucune perturbation n'est causée à cette onde pilote.

Remarque 6 – Le recours à cette fréquence peut être inutile si on emploie pour la régulation de ligne une onde pilote de ligne auxiliaire adjacente.



Pour certains groupes tertiaires du système à 12 MHz, il faut d'ores et déjà recourir à une double modulation pour placer ces groupes dans la position qui leur revient à l'intérieur de la bande des fréquences à transmettre en ligne. Cela étant, il est probable que les caractéristiques de bruit des équipements de modulation existants se révéleront satisfaisantes; il est bien évident que c'est là une condition éminemment souhaitable.

Remarque – Les stations 5 à 8 sont identiques à la station 2. – Les stations 6 et 9 sont identiques à la station 3. – La station 7 est identique à la station 4.

FIGURE 3/G.333

Schéma de principe du circuit fictif de référence pour systèmes à 60 MHz sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm

Cependant, on a estimé possible d'appliquer un transfert direct, limité aux stations principales de répéteurs dont l'équipement est conçu pour satisfaire aux objectifs normaux pour le bruit définis en liaison avec le circuit fictif de référence pour système à 60 MHz sur paires coaxiales (voir la figure 3/G.333), sans aggravation du bruit.

Les restrictions nécessaires sont les suivantes:

1) La bande de fréquences contenant les groupes quaternaires 6 à 9 compris peut être directement transférée sur une longueur totale ne dépassant pas 830 km, mais les bandes de fréquences adjacentes dans les sections intéressées doivent être transmises sur des sections homogènes n'ayant pas une longueur anormale.

2) En principe, il est également possible d'appliquer le transfert direct à la bande de fréquences qui contient les groupes quaternaires 2 à 5 compris, à condition que les bandes de fréquences adjacentes qui contiennent les groupes quaternaires 6 à 9 et 10 à 13 soient transmises sur des sections homogènes de longueur normale. Dans la pratique, il peut être nécessaire de limiter le transfert aux groupes quaternaires qui ont un effet de désadaptation d'impédance suffisamment faible (§ 7) pour permettre l'extension sans accumulation excessive de l'effet d'ondulation de l'affaiblissement.

4 Bruit de circuit

Il est recommandé d'établir le projet de construction du système sur la base de l'Avis G.222, c'est-à-dire de façon à obtenir une puissance psophométrique moyenne d'environ 3 pW par km de ligne, sur la voie téléphonique la plus défavorisée ayant la constitution du circuit fictif de référence de 2500 km.

5 Adaptation de l'impédance des répéteurs à celle de la ligne

Une valeur de 65 dB est recommandée pour la grandeur N définie au § 5 de l'Avis G.332.

6 Interconnexion

Niveaux dans une station principale (voir l'Avis G.213)

Dans le cas où une partie de la bande de fréquences est transmise sans démodulation, la même valeur de -33 dBr est recommandée à la sortie du filtre de transfert direct.

Le niveau à la sortie du répéteur sur la voie la plus élevée doit être de -19 ± 1 dBr.

Remarque – Des valeurs de préaccentuation de 7 à 10 dB sont couramment utilisées.

7 Systèmes de téléalimentation et d'alarme

7.1 *Alimentation en énergie électrique à la traversée d'une frontière*

Si un accord spécial n'est pas intervenu entre les Administrations intéressées dans une section d'alimentation en énergie électrique chevauchant une frontière, il est recommandé que chaque Administration se borne à alimenter en énergie électrique les stations de répéteurs situées sur son territoire. Beaucoup d'Administrations emploient la téléalimentation en boucle de part et d'autre d'une station d'alimentation, sur la moitié de chacune des sections qui s'étendent entre cette station et les stations d'alimentation adjacentes, et pourront fermer cette boucle dans leurs stations frontières. Des accords seront nécessaires, par exemple si la frontière est très loin du milieu de la distance entre les deux stations d'alimentation les plus proches, ou si les Administrations intéressées emploient la téléalimentation en boucle sur toute la section qui s'étend entre deux stations d'alimentation.

Si des stations de répéteurs situées dans un pays sont alimentées à partir d'un autre pays, il convient de prendre des précautions spéciales pour la protection du personnel appelé à travailler sur les câbles.

7.2 *Systèmes de téléalimentation*

Bien que le CCITT ne recommande pas l'emploi d'un système de téléalimentation particulier pour le système sur paires coaxiales à 60 MHz, le seul système appliqué en pratique est le système d'alimentation à courant continu constant par les conducteurs intérieurs des deux paires coaxiales.

Le système sur paires coaxiales à 60 MHz risque d'être soumis à des tensions et des courants induits qui peuvent être provoqués par la foudre, les lignes électriques, les chemins de fer, etc.

Il faut prendre des précautions afin de protéger le personnel de tout danger provenant des tensions normales de fonctionnement et des courants de téléalimentation ainsi que des tensions et courants induits.

De nombreuses Administrations ont publié des dispositions réglementaires détaillées en vue de la protection des personnes. Leur respect est dans la plupart des cas obligatoire. D'autre part, les Directives du CCITT [2] donnent des indications à ce sujet.

Il faut également protéger les installations contre les tensions et les courants induits; elles doivent donc être conçues de telle manière qu'elles satisfassent aux essais indiqués dans l'Avis K.17 [3].

7.3 *Surveillance et transmission des alarmes dans une section frontière*

Ce point doit faire l'objet d'un accord entre les Administrations intéressées. En particulier, aux points d'interconnexion entre deux systèmes, il est nécessaire que, si des ondes sont utilisées pour la surveillance ou la localisation des défauts, elles soient affaiblies jusqu'à un niveau de -50 dBm0 du côté réception, pour éviter toute perturbation des ondes analogues utilisées sur le système situé en aval.

Remarque – Les fréquences d'ondes qui ne seraient émises que sur un système déjà retiré de l'exploitation par suite d'un défaut peuvent être fixées par chaque Administration sur le plan national.

8 Utilisation des systèmes à 60 MHz pour la transmission de télévision

8.1 *Remarques générales*

Dans le présent § 8 sont résumées toutes les conditions supplémentaires qui sont recommandées pour la transmission de télévision sur un système à 60 MHz. Les caractéristiques du signal de télévision dans l'allocation de la première fréquence intermédiaire (conditions côté émission) sont traitées dans l'Avis J.77 [4].

8.2 *Bruit de circuit*

Lorsqu'un système à 60 MHz est utilisé pour une transmission de télévision sur la base d'un circuit fictif de référence (cfr) de 2500 km de longueur, la valeur moyenne du bruit thermique de la ligne ne devrait pas dépasser 1 pW0p/km. L'expérience a montré qu'une valeur moyenne de 1,5 pW0p/km pour le bruit total de la ligne est suffisante lorsque la mesure est effectuée dans les conditions normales de la téléphonie. En faisant le transfert entre sections homogènes d'un cfr, on peut utiliser des bandes de transmission différentes. Ces bandes de transmission différentes donnent lieu à une distribution différente du bruit de base et du bruit d'intermodulation, en sorte qu'il apparaît justifié d'assigner des limites de bruit qui sont des valeurs moyennes pour toute la bande de transmission, c'est-à-dire pour les 5 voies de mesure spécifiées dans l'Avis G.228.

8.3 *Adaptation des impédances des répéteurs et de la ligne*

Pour la transmission d'un programme de télévision, il a été convenu que le nombre N défini dans le § 5 de l'Avis G.332 devrait être d'au moins 72 dB dans la bande occupée par les signaux de télévision.

8.4 *Répartition des fréquences des canaux de télévision transmises en ligne*

Le système à 60 MHz permet d'obtenir 6 canaux de télévision, répartis en 3 paires dont chacune couvre la largeur de bande de quatre groupes quaternaires. La répartition des fréquences transmises en ligne est représentée sur la figure 4/G.333. Dans le cas d'une transmission mixte de téléphonie et de télévision, les canaux de télévision recommandés sont les canaux 3 et 4. Les canaux de télévision sont capables de transmettre les signaux de tous les systèmes de télévision définis par le CCIR et dont la largeur de bande vidéo ne dépasse pas 6 MHz.

Remarque 1 – Si un seul canal de télévision et dix groupes quaternaires doivent être transmis, on peut utiliser le canal de télévision 3 ou 4. La question de savoir si le canal 1 pourrait être utilisé à cette fin (voir la Question 20/XV [5]) est toujours à l'étude.

Remarque 2 – Deux méthodes de modulation recommandées sont indiquées dans l'annexe A.

Remarque 3 – Une onde pilote de paire de canaux de télévision peut être obtenue sur la moyenne des fréquences porteuses de chaque paire, à savoir 12 760 kHz (4 × 3190), 31 900 kHz (10 × 3190) et 51 040 kHz (16 × 3190).

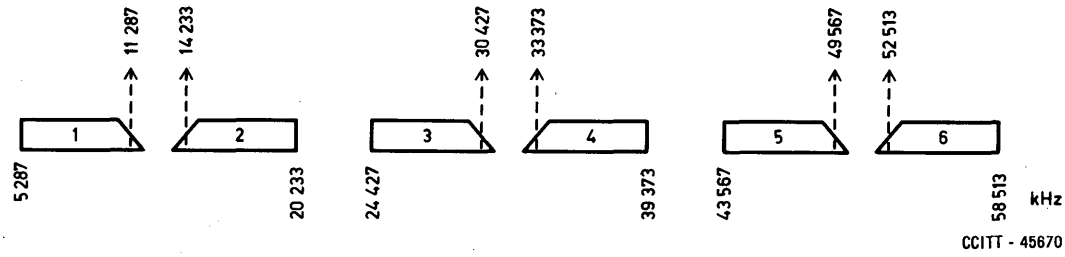


FIGURE 4/G.333

Répartition des fréquences transmises en ligne pour six canaux de télévision sur le système à 60 MHz

8.5 *Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure*

On peut utiliser les ondes pilotes et les ondes additionnelles de mesure indiquées au § 2 et qui tombent dans les intervalles libres entre les canaux de télévision.

ANNEXE A

(à l'Avis G.333)

Méthodes de modulation recommandées pour la transmission de télévision sur le système à 60 MHz

Deux méthodes de modulation recommandées sont représentées, respectivement, sur les figures A-1/G.333 et A-2/G.333. Ces méthodes sont compatibles avec celles spécifiées pour le système à 18 MHz (voir l'annexe A à l'Avis G.334).

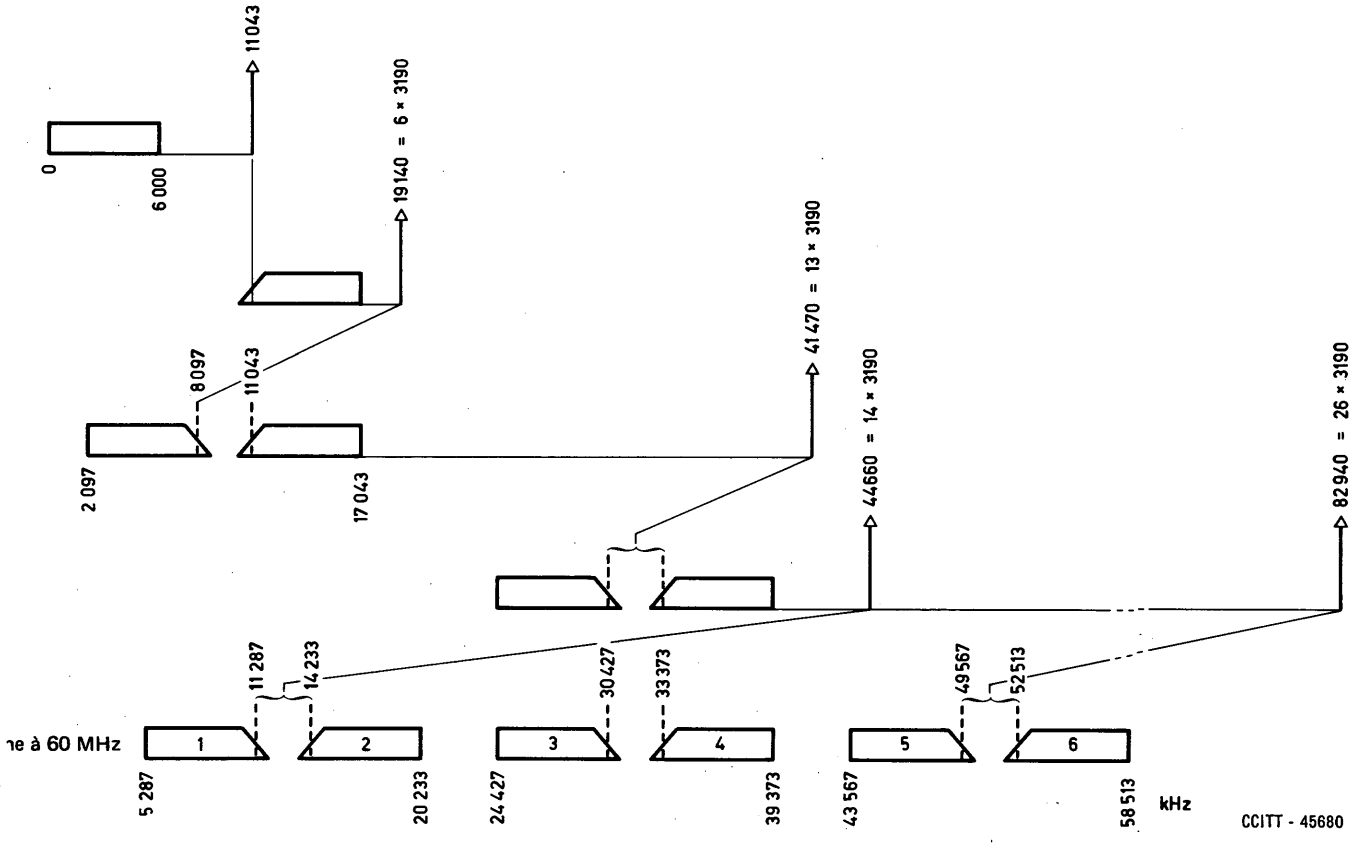


FIGURE A-1/G.333

Méthode de modulation pour la transmission de télévision sur le système à 60 MHz. Méthode n° 1

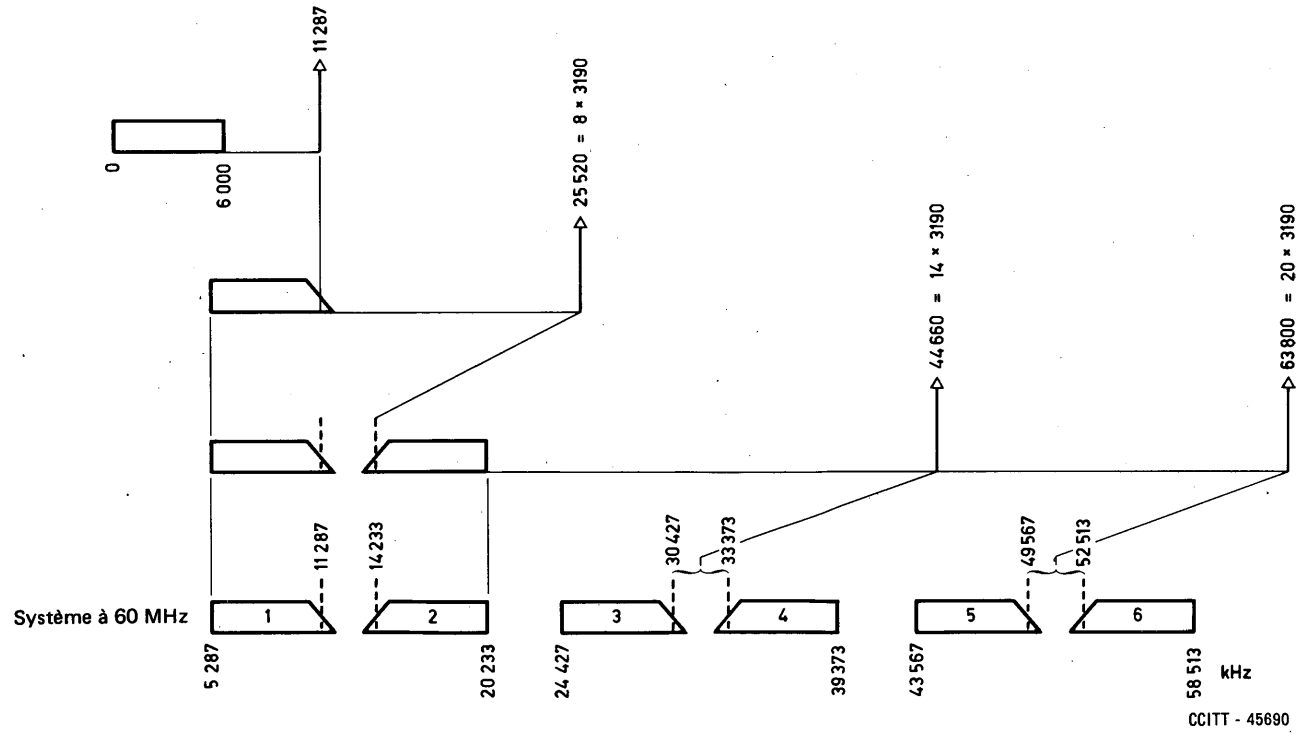


FIGURE A-2/G.333

Méthode de modulation pour la transmission de télévision sur le système à 60 MHz. Méthode n° 2

Références

[1] Avis du CCITT *Maintenance périodique des sections de régulation de ligne*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.500.

[2] Manuel du CCITT *Directives concernant la protection des lignes de télécommunication contre les actions nuisibles des lignes électriques*, UIT, Genève, 1963, 1965, 1974 et 1978.

[3] Avis du CCITT *Essais à exécuter sur des répéteurs téléalimentés à composants à état solide pour vérifier l'efficacité des mesures de protection contre les perturbations extérieures*, tome IX, Avis K.17.

[4] Avis du CCITT *Caractéristiques des signaux de télévision transmis sur les systèmes à 18 MHz et à 60 MHz*, tome III, fascicule III.4, Avis J.77.

[5] CCITT – Question 20/XV, contribution COM XV-N° 1 de la période d'études 1981-1984, Genève, 1981.

Avis G.334

SYSTÈMES À 18 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES DE 2,6/9,5 mm

(Genève, 1980)

Introduction

La technique employée actuellement pour la construction des amplificateurs permet de disposer d'une bande utilisable d'environ 18 MHz tout en maintenant l'espacement de 4,5 km environ entre répéteurs, spécifié dans l'Avis G.332.

Le CCITT entreprend donc de définir un système à 18 MHz offrant une capacité de transmission de 3600 voies téléphoniques lorsqu'il est exclusivement appliqué à la téléphonie. Par ailleurs, ce système peut être utilisé pour la transmission de deux signaux de télévision au maximum, ou d'un signal de télévision plus 1800 voies téléphoniques. Une autre possibilité consiste à utiliser la largeur de bande située au-dessus de 12 435 MHz pour la constitution d'un conduit numérique à 8448 kbit/s. Les groupes primaires, secondaires, etc., peuvent être utilisés pour la transmission de données à grande vitesse, conformément aux Avis pertinents du CCITT.

1 Répartition des fréquences transmises en ligne pour la téléphonie

La répartition des fréquences transmises en ligne qui convient le mieux au réseau d'une Administration donnée dépend en grande partie de l'organisation de ce réseau, notamment en ce qui concerne l'interconnexion avec d'autres systèmes existant sur ce réseau. En outre, il est très souhaitable de limiter le nombre des différents plans de fréquences applicables au système à 18 MHz.

Le CCITT recommande par conséquent l'application de l'un des trois plans suivants. Cependant, dans les relations internationales entre pays qui emploient des procédés de modulation différents (voir l'Avis G.211) et en l'absence de tout arrangement particulier entre les Administrations intéressées, y compris, le cas échéant, les Administrations des pays de transit, le plan n° 1 est à préférer.

1.1 *Plan de répartition de fréquences n° 1*

Ce plan fait usage du premier procédé de modulation décrit dans l'Avis G.211.

On doit d'abord assembler les voies téléphoniques en groupes quaternaires de base. Quatre groupes quaternaires sont transmis en ligne suivant le schéma de répartition des fréquences de la figure 1/G.334.

Remarque – La répartition des groupes quaternaires n^{os} 1, 2 et 3 est la même que dans le plan n° 1A du système à 12 MHz (voir l'Avis G.332) et la répartition du groupe quaternaire n° 4 * correspond à celle du plan n° 1 du système à 60 MHz (voir l'Avis G.333).

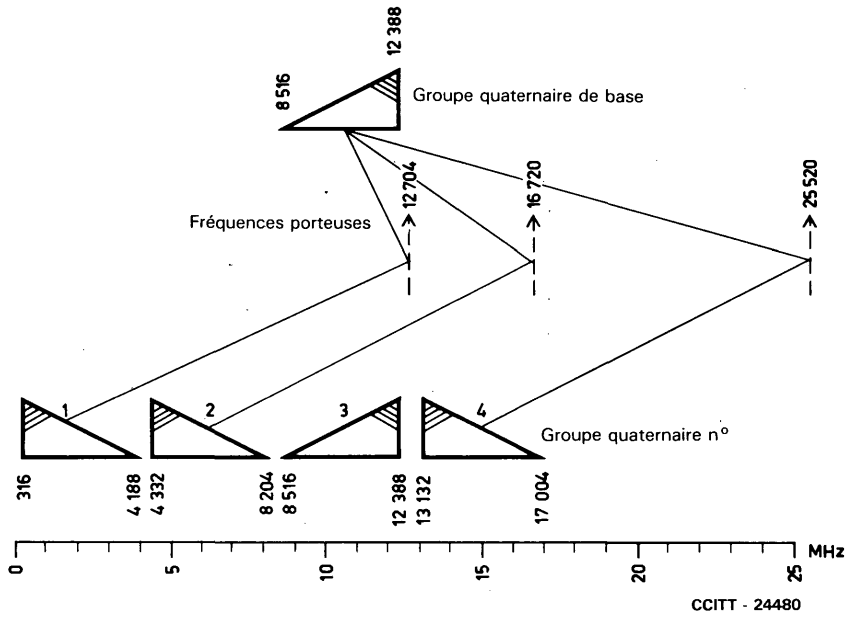


FIGURE 1/G.334

Plan de répartition des fréquences n° 1 pour systèmes à 18 MHz

1.2 *Plan de répartition de fréquences n° 2*

Ce plan fait usage du deuxième procédé de modulation décrit dans l'Avis G.211.

On doit d'abord assembler les voies téléphoniques dans l'assemblage de base (n° 1) de 15 groupes secondaires. Quatre assemblages de 15 groupes secondaires sont transmis en ligne suivant le schéma de répartition des fréquences de la figure 2/G.334.

Remarque – La répartition des assemblages de 15 groupes secondaires n^{os} 1, 2 et 3 est identique à celle du plan n° 2 du système à 12 MHz (voir l'Avis G.332).

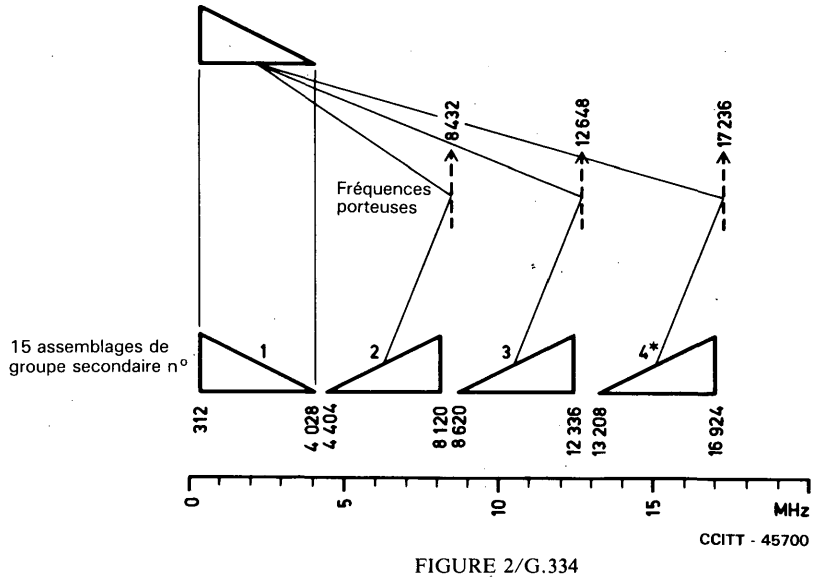


FIGURE 2/G.334

Plan de répartition des fréquences n° 2 pour systèmes à 18 MHz

1.3 *Plan de répartition de fréquences n° 3*

Ce plan fait usage du premier procédé de modulation décrit dans l'Avis G.211, mais il comporte une position «fréquence intermédiaire» supplémentaire.

On doit d'abord assembler les voies téléphoniques en groupes quaternaires de base. Les quatre groupes quaternaires sont ensuite modulés dans la position des groupes quaternaires n^{os} 6 à 9, conformément au plan n° 1 du système à 60 MHz (voir l'Avis G.333).

Grâce à une modulation supplémentaire, ces groupes quaternaires sont transmis en ligne suivant le schéma de répartition des fréquences de la figure 3/G.334.

Remarque 1 – Cette répartition convient le mieux aux réseaux nécessitant des transferts directs fréquents entre système à 18 MHz et système à 60 MHz. Ce plan fait donc usage, pour le transfert, d'une bande de fréquences plus large que celle du groupe quaternaire de base. La répartition convient également à l'interconnexion des systèmes à 18 MHz et à l'interconnexion entre systèmes à 18 MHz et systèmes à 60 MHz via le groupe quaternaire de base de 8516 à 12 388 kHz, car l'espacement en fréquence relativement grand entre les groupes quaternaires permet l'emploi de filtres de transfert de groupe quaternaire plus simples.

Remarque 2 – Cette répartition peut également comporter des assemblages de 15 groupes secondaires, lesquels doivent être d'abord modulés dans la bande de fréquences du groupe quaternaire de base (assemblage n° 3 de 15 groupes secondaires).

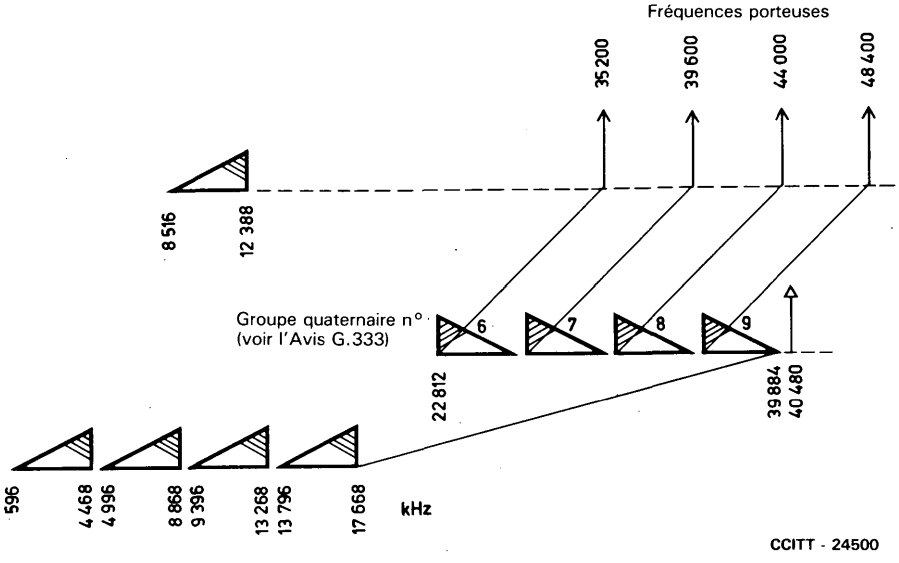


FIGURE 3/G.334

Plan de répartition des fréquences n° 3 pour systèmes à 18 MHz

2 Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure

2.1 *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Il est recommandé d'utiliser la fréquence de 18 480 kHz pour l'onde pilote principale de régulation de ligne [1].

Dans toute section de régulation de ligne qui traverse une frontière, il est recommandé que, dans chaque sens de transmission, l'Administration située du côté émission émette en permanence, si on le lui demande, une onde pilote auxiliaire de régulation de ligne à 308 kHz pour servir, par exemple, à une régulation complémentaire.

Pour les plans de fréquences n° 1 et n° 2 définis au § 1, on peut utiliser les fréquences de 4287 kHz et/ou de 12 435 kHz comme ondes pilotes auxiliaires de régulation de ligne, à la demande de l'Administration située du côté réception.

---

[1] 18 480 kHz est un multiple de 308 kHz (60 × 308) et de 440 kHz (42 × 440).

La stabilité de fréquence recommandée pour les ondes pilotes est de $\pm 1 \times 10^{-5}$.

Le niveau de puissance de l'onde pilote principale de régulation de ligne et des ondes pilotes auxiliaires de régulation de ligne doit être réglé, au point où ces ondes pilotes sont appliquées, à une valeur nominale de -10 dBm0. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes pilotes 308 kHz et 4287 kHz ne doit pas être supérieur à -70 dBm0.

La construction des équipements doit donner la possibilité de bloquer ces ondes pilotes à l'extrémité d'une section de régulation de ligne de telle sorte que leur niveau soit inférieur d'au moins 40 dB à celui des ondes pilotes utilisées sur les autres sections.

Les tolérances suivantes sont recommandées sur le niveau de ces ondes pilotes:

2.1.1 Les équipements doivent être conçus de façon à permettre de maintenir entre des limites de $\pm$ 0,1 dB l'erreur sur le niveau d'émission de n'importe quelle onde pilote due à la valeur finie des échelons de réglage du niveau.

2.1.2 La variation du niveau de sortie du générateur d'onde pilote en fonction du temps (qui constitue une caractéristique de spécification des équipements) ne doit pas dépasser $\pm$ 0,3 dB au cours de la période qui s'écoule entre deux réglages de maintenance, par exemple un mois.

2.1.3 Afin de limiter effectivement la variation en fonction du temps du niveau de l'onde pilote, il est désirable qu'un dispositif donne une alarme si la variation à la sortie du générateur dépasse $\pm$ 0,5 dB, le zéro du dispositif d'alarme ayant été aligné aussi exactement que possible sur le réglage initial du niveau de l'onde pilote émise.

2.2 *Ondes pilotes de comparaison des fréquences*

Les Administrations qui désirent procéder à une comparaison internationale de fréquences choisiront à cet effet une des fréquences 300, 308 ou (pour les plans n° 1 et n° 2 seulement) 4200 kHz. La comparaison internationale d'étalons nationaux est une opération assez rare. Il sera toujours possible d'utiliser pour ces comparaisons, pendant une période de temps donnée, une des fréquences indiquées ci-dessus, même si elle est habituellement utilisée à d'autres fins.

Il est recommandé que l'onde pilote de comparaison des fréquences soit transmise avec un niveau de puissance de -10 dBm0. Le niveau de chaque harmonique des ondes pilotes de comparaison des fréquences ne doit pas être supérieur à -70 dBm0.

2.3 *Ondes additionnelles de mesure*

Les fréquences que l'on peut utiliser comme ondes additionnelles de mesure sont indiquées au tableau 1/G.334.

La variation absolue de fréquence des ondes additionnelles de mesure situées au-dessous de 4 MHz ne doit jamais sortir des limites de $\pm$ 40 Hz par rapport à leur valeur nominale. Pour les ondes de fréquence supérieure à 4 MHz, la variation relative de fréquence, par rapport à la valeur nominale, ne doit jamais dépasser $\pm 1 \times 10^{-5}$.

Le niveau de puissance des ondes additionnelles de mesure doit être réglé, au point où ces ondes sont appliquées, à une valeur nominale de -10 dBm0. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes additionnelles de mesure au-dessous de 9 MHz ne doit pas être supérieur à -70 dBm0. Ces ondes additionnelles de mesure, transmises sur la ligne, ne doivent pas l'être en permanence. Elles ne seront transmises que pendant la durée nécessaire pour effectuer réellement des mesures.

Des dispositions doivent être prises dans les équipements du système à 12 MHz pour protéger l'onde pilote de régulation de ligne à 308 kHz contre les perturbations dues à une onde pilote ou onde additionnelle de mesure de même fréquence provenant d'un système à 4 MHz, si cette protection n'est pas déjà assurée par les équipements du système à 4 MHz.

Remarque – Certaines Administrations appliquent de nouvelles méthodes manuelle ou automatique de compensation de la distorsion d'affaiblissement, par exemple à l'aide d'égaliseurs basés sur la fonction cosinus, utilisant des fréquences qui ne figurent pas dans la liste des ondes additionnelles de mesure recommandées par le CCITT.

Il est bien entendu qu'on ne doit émettre aucune onde additionnelle de mesure qui puisse sortir d'un réseau national, à la même fréquence qu'une des ondes pilotes recommandées par le CCITT.

TABLEAU 1/G.334

Plan de fréquences n° 1 (kHz)	Plan de fréquences n° 2		Plan de fréquences n° 3 (kHz)
	(voir la remarque 1) (kHz)	(voir la remarque 2) (kHz)	
	560		552
	808	1 056	
	1 304	1 552	
1 592	1 800	2 048	1 872
	2 296	2 544	
2 912	2 792	3 040	
		3 288	3 192
	3 536	3 784	4 758
5 608	5 392		6 272
6 928	7 128		7 592
8 248 (voir remarque 3)	8 248		
8 472	8 472		
	8 864		9 158
9 792	9 608		10 672
11 112	11 344		
	12 776		11 992
12 678	13 452		13 558
14 408	14 940		15 072
15 728	16 676		16 392

Remarque 1 – Ondes additionnelles de mesure devant être émises ou mesurées sur demande.

Remarque 2 – Autres ondes additionnelles de mesure pouvant être émises.

Remarque 3 – La fréquence 8248 kHz peut être utilisée comme onde pilote de régulation de ligne d'un faisceau hertzien. En pareil cas, il convient de prendre les précautions indiquées dans l'Avis G.423.

3 Circuit fictif de référence

3.1 *Considérations générales*

Le circuit fictif de référence doit correspondre aux circuits qu'on s'attend à rencontrer dans l'application pratique du système. L'intervalle entre les stations principales sera vraisemblablement du même ordre de grandeur que dans les systèmes antérieurs, par exemple, le système à 12 MHz. On a donc adopté une longueur de 2500 km, divisée en neuf sections de 280 km, avec dix stations principales au total.

3.2 *Modulation*

Les trois répartitions de fréquences en ligne recommandées au § 1 nécessitent des étages de modulation en nombres différents pour amener un signal à fréquences vocales dans la position des fréquences en ligne. Cela doit se répercuter dans la constitution du circuit fictif de référence.

Dans ces conditions, le CCITT recommande les circuits fictifs de référence représentés aux figures 4/G.334 et 5/G.334.

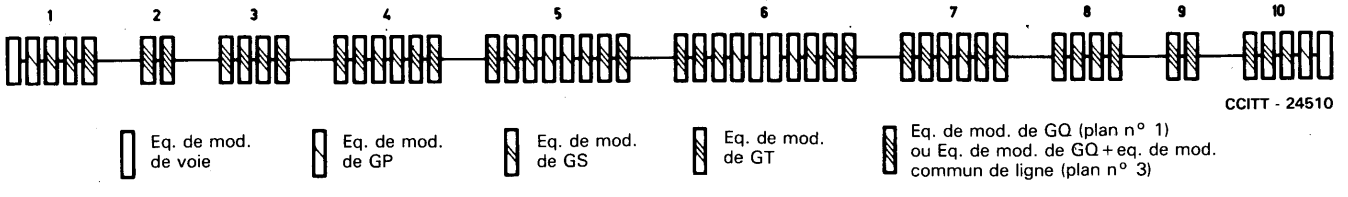


FIGURE 4/G.334

Schéma d'un circuit fictif de référence pour systèmes à 18 MHz (plan n° 1 et plan n° 3)

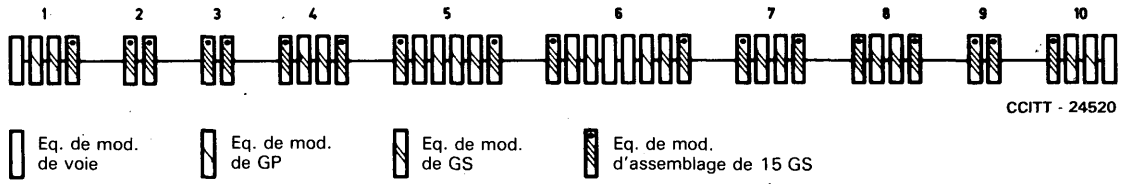


FIGURE 5/G.334

Schéma d'un circuit fictif de référence pour systèmes à 18 MHz (plan n° 2)

3.2.1 *Circuit fictif de référence pour le plan de répartition de fréquences n° 1*

Ce circuit fictif de référence est représenté à la figure 4/G.334. Dans chaque sens de transmission, il comprend au total:

- deux paires d'équipements de modulation de voie, dont chacun effectue la transposition de la bande des fréquences vocales vers le groupe primaire de base, et inversement;
- trois paires d'équipements de modulation de groupe primaire, dont chacun effectue la transposition du groupe primaire de base vers le groupe secondaire de base, et inversement;
- cinq paires d'équipements de modulation de groupe secondaire, dont chacun effectue la transposition du groupe secondaire de base vers le groupe tertiaire de base, et inversement;
- sept paires d'équipements de modulation de groupe tertiaire, dont chacun effectue la transposition du groupe tertiaire de base vers le groupe quaternaire de base, et inversement;
- neuf paires d'équipements de modulation de groupe quaternaire, dont chacun effectue la transposition du groupe quaternaire de base vers la bande des fréquences transmises sur le câble à paires coaxiales, et inversement.

3.2.2 *Circuit fictif de référence pour le plan de répartition de fréquences n° 2*

Ce circuit fictif de référence est représenté à la figure 5/G.334. Dans chaque sens de transmission, il comprend au total:

- deux paires d'équipements de modulation de voie, dont chacun effectue la transposition de la bande des fréquences vocales vers le groupe primaire de base, et inversement;
- trois paires d'équipements de modulation de groupe primaire, dont chacun effectue la transposition du groupe primaire de base vers le groupe secondaire de base, et inversement;
- six paires d'équipements de modulation de groupe secondaire, dont chacun effectue la transposition du groupe secondaire de base vers l'assemblage de base de 15 groupes secondaires, et inversement;
- neuf paires d'équipements de modulation d'assemblage de 15 groupes secondaires, dont chacun effectue la transposition de l'assemblage de base de 15 groupes secondaires de base vers la bande des fréquences transmises sur le câble à paires coaxiales, et inversement.

3.2.3 *Circuit fictif de référence pour le plan de répartition de fréquences n° 3*

Ce circuit fictif de référence est représenté à la figure 4/G.334. La seule différence qu'il présente par rapport à celui relatif au plan n° 1 est que les équipements de modulation de groupe quaternaire comprennent deux étages de modulation.

4 Bruit de circuit

Conformément aux dispositions de l'Avis G.222, le système doit être conçu avec, comme objectif nominal, une puissance moyenne de bruit psophométrique d'au plus 3 pW0p par kilomètre de ligne pour la voie téléphonique la plus défavorisée du circuit fictif de référence de 2500 km, tel qu'il est défini au § 3.

5 Adaptation des impédances des répéteurs et de celle de la ligne

Dans le présent Avis, il s'agit uniquement de systèmes à 18 MHz sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm ayant des répéteurs dont l'espacement nominal est d'environ 4,5 à 4,8 km.

La somme N des trois termes définis au § 5 de l'Avis G.332 doit alors être au moins égale à 48 dB à 300 kHz et au moins égale à 55 dB à toutes les fréquences supérieures à 800 kHz. Entre 300 et 800 kHz, la limite admissible, exprimée en dB, varie linéairement en fonction de la fréquence.

6 Niveaux relatifs

Ce sont les niveaux à la station principale (voir l'Avis G.213).

Quand une partie de la bande de fréquences est transmise sans démodulation, il est recommandé d'avoir le même niveau, soit −33 dBr, à la sortie du filtre de transfert direct.

7 Téléalimentation

(Texte identique à celui des § 7.1 et 7.2 de l'Avis G.341.)

8 Bandes de fréquences pour la surveillance et la localisation des défauts

Les bandes de fréquences destinées aux signaux de surveillance et de localisation des défauts doivent être situées au-dessous de 300 kHz et/ou au-dessus de 18 480 kHz, de manière à ne pas perturber la bande de fréquences réservée aux signaux de trafic.

9 Utilisation des systèmes à 18 MHz pour la transmission de télévision

9.1 *Remarques générales*

Dans le présent § 9 sont résumées toutes les conditions supplémentaires qui sont recommandées pour la transmission de télévision sur le système à 18 MHz. Les caractéristiques du signal de télévision dans l'allocation de la première fréquence intermédiaire (conditions côté émission) sont traitées dans l'Avis J.77 [1].

9.2 *Bruit de circuit*

Lorsqu'un système à 18 MHz est utilisé pour une transmission de télévision sur la base d'un circuit fictif de référence de 2500 km de longueur, la valeur moyenne du bruit thermique de la ligne ne devrait pas dépasser 1 pW0p/km. L'expérience a montré qu'une valeur moyenne de 1,5 pW0p/km pour le bruit total de la ligne est suffisante lorsque la mesure est effectuée dans les conditions normales de la téléphonie.

9.3 *Adaptation des impédances des répéteurs et de celle de la ligne*

Pour la transmission d'un programme de télévision, il est recommandé que le nombre N défini dans le § 5 de l'Avis G.332 soit d'au moins 70 dB dans la bande occupée par les signaux de télévision.

9.4 *Répartition des fréquences transmises en ligne pour des canaux de télévision*

9.4.1 *Transmission de télévision seulement*

Le système à 18 MHz permet d'obtenir 2 canaux de télévision. La répartition des fréquences transmises en ligne est représentée sur la figure 6/G.334. Les canaux de télévision sont capables de transmettre les signaux de tous les systèmes de télévision définis par le CCIR et dont la largeur de bande vidéo ne dépasse pas 6 MHz.

Remarque 1 – Deux méthodes de modulation recommandées sont indiquées dans l'annexe A.

Remarque 2 – Une onde pilote de paires de canaux de télévision peut être obtenue sur la moyenne des deux fréquences porteuses, à savoir 9570 kHz (3 × 3190).

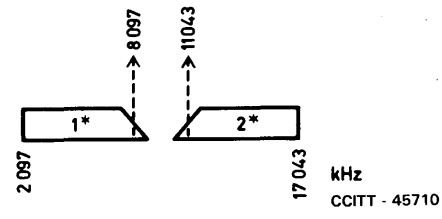


FIGURE 6/G.334

Répartition des fréquences transmises en ligne pour deux canaux de télévision sur le système à 18 MHz

9.4.2 *Transmission mixte de téléphonie et de télévision*

Un canal de télévision et deux groupes de 900 voies au maximum peuvent être transmis. Deux répartitions des fréquences transmises en ligne sont possibles:

a) canal de télévision supérieur n° 2 * de la figure 6/G.334;

b) canal de télévision inférieur (canal de télévision n° 1) du plan de répartition des fréquences transmises en ligne du système à 60 MHz (voir la figure 4/G.333).

Remarque – Les méthodes de modulation pour a) et b) sont conformes aux premiers échelons de modulation des figures A-1/G.334 et A-2/G.334 que l'on trouve dans l'annexe A.

9.5 *Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure*

On peut utiliser les ondes pilotes et les ondes additionnelles de mesure indiquées au § 2, qui sont extérieures aux canaux de télévision.

ANNEXE A

(à l'Avis G.334)

Méthodes de modulation recommandées pour la transmission de télévision sur le système à 18 MHz

Deux méthodes de modulation recommandées sont représentées respectivement sur les figures A-1/G.334 et A-2/G.334. Ces méthodes de modulation sont compatibles avec celles relatives au système à 60 MHz (voir l'annexe A à l'Avis G.333).

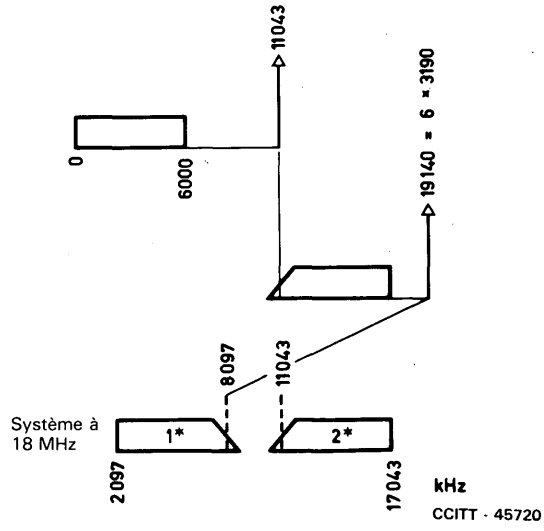
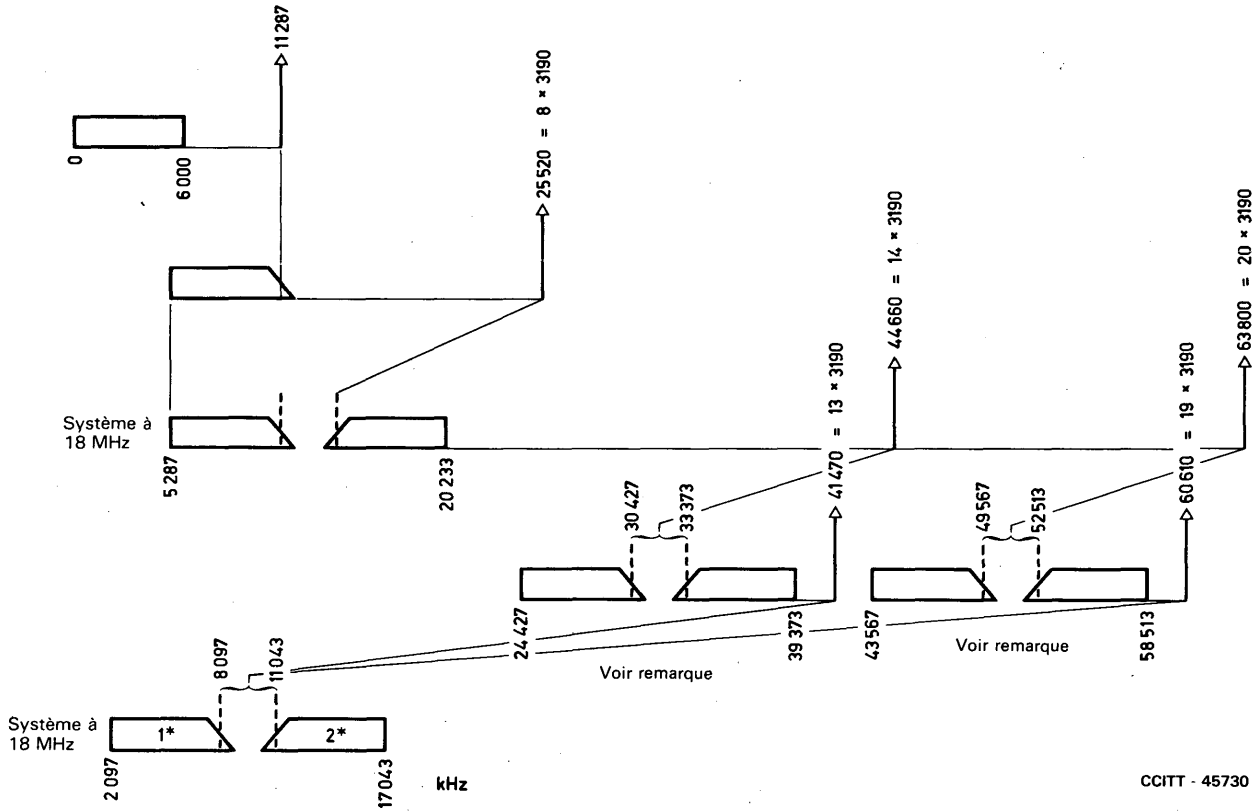


FIGURE A-1/G.334

Méthode de modulation pour la transmission de télévision sur le système à 18 MHz. Méthode de modulation n° 1



Remarque – L'une ou l'autre de ces paires de canaux de télévision peut être modulée de manière à pouvoir emprunter le système à 18 MHz.

FIGURE A-2/G.334

Méthode de modulation pour la transmission de télévision sur le système à 18 MHz. Méthode de modulation n° 2

Référence

[1] Avis du CCITT *Caractéristiques des signaux de télévision transmis sur les systèmes à 18 MHz et à 60 MHz*, tome III, fascicule III.4, Avis J.77.

Avis G.337

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES SUR PAIRES COAXIALES 2,6/9,5 mm

(Pour le texte de cet Avis, voir le tome III du *Livre orange*, Genève, 1976)

Avis G.338

SYSTÈME À 4 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES 2,6/9,5 mm UTILISANT DES TUBES À VIDE

(Pour le texte de cet Avis, voir le tome III du *Livre orange*, Genève, 1976)

Avis G.339

SYSTÈMES À 12 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES 2,6/9,5 mm UTILISANT DES TUBES À VIDE

(Pour le texte de cet Avis, voir le tome III du *Livre orange*, Genève, 1976)

3.4 Systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm en câble

La VI[e] Assemblée plénière (Genève, 1976) a transféré dans la section 6, réservée aux supports de transmission, l'ancien Avis G.342 (nouvelle référence G.622).

Avis G.341

SYSTÈMES À 1,3 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES 1,2/4,4 mm

(modifié à Genève, 1964, Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1980)

Remarque préliminaire

Le CCITT recommande aux Administrations qui posent des câbles à paires coaxiales 1,2/4,4 mm d'avoir en vue l'exploitation finale de ces paires avec des systèmes à 4 MHz (voir l'Avis G.343) ou à 6 MHz (voir l'Avis G.344).

Si des Administrations désirent équiper la ligne à paires coaxiales avec un nombre de voies plus faible avant l'installation complète, il leur est recommandé d'utiliser conformément au présent Avis:

- un système à sections élémentaires de câble de 6 km, si elles désirent passer ultérieurement à l'exploitation avec 1200 ou 1260 voies téléphoniques,
- un système à sections élémentaires de câble de 8 km, si elles désirent passer ultérieurement à l'exploitation avec 900 ou 960 voies téléphoniques.

1 Fréquences transmises en ligne

Le système doit comporter 300 voies téléphoniques, transmises en ligne:

- soit de 60 à 1300 kHz, sous forme des groupes secondaires n[os] 1 à 5 du système à 4 MHz [voir la figure 1 *a)*/G.341];
- soit de 64 à 1296 kHz, en un groupe tertiaire où les fréquences vocales de chaque voie sont placées dans un ordre direct [voir la figure 1 *b)*/G.341].

2 Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure

2.1 *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Le CCITT recommande d'utiliser la fréquence 1364 kHz pour l'onde pilote principale de régulation de ligne, dans toute section de régulation de ligne traversant une frontière. Cette onde pilote principale de régulation de ligne sert à compenser automatiquement la variation de l'affaiblissement du câble en fonction de la température.

Dans toute section de régulation de ligne qui traverse une frontière, il est recommandé que dans chaque sens de transmission l'Administration située du côté émission émette en permanence une onde pilote auxiliaire de régulation de ligne à 60 ou 308 kHz, au choix de l'Administration située du côté réception, pour servir, par exemple, à une régulation complémentaire.

La stabilité de fréquence recommandée pour les ondes pilotes est de $\pm 1 \times 10^{-5}$.

Le niveau de puissance de ces ondes pilotes doit être réglé, à la sortie de l'amplificateur d'émission, à la valeur nominale de -10 dBm0. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes pilotes ne doit pas être supérieur à -70 dBm0.

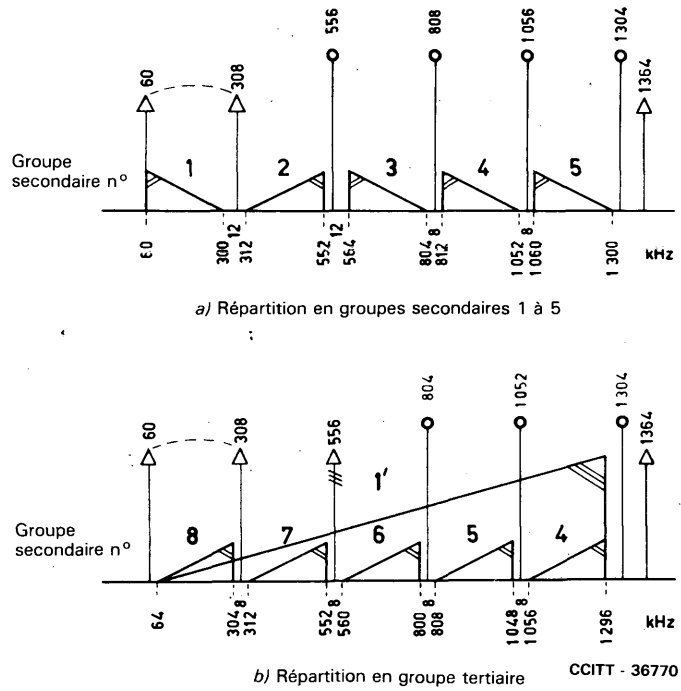


FIGURE 1/G.341

Répartition des fréquences transmises en ligne sur les systèmes internationaux à courants porteurs à 1,3 MHz sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm

Les tolérances sur ce niveau sont les mêmes que celles qui sont indiquées au § 2.1 de l'Avis G.332.

Remarque – Certains systèmes en service utilisent une onde pilote à – 1,2 Nm0.

2.2 *Ondes pilotes de comparaison des fréquences*

Pour des comparaisons nationales de fréquences, il est recommandé d'utiliser une onde pilote à 60 ou 308 kHz. Si une comparaison internationale de fréquences apparaît désirable, les Administrations intéressées se mettront d'accord sur l'emploi de l'une ou l'autre de ces deux fréquences.

Le niveau de puissance de l'onde pilote de comparaison doit être réglé, à la sortie de l'amplificateur d'émission, à la valeur nominale de – 10 dBm0. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes pilotes de comparaison des fréquences ne doit pas être supérieur à – 70 dBm0.

2.3 *Ondes additionnelles de mesure*

Les fréquences qui peuvent être employées pour des ondes additionnelles de mesure sont les suivantes:

– avec la répartition de fréquences en groupes secondaires n^{os} 1 à 5: (60), (308), 556, 808, 1056, 1304 kHz;

– avec la répartition des fréquences en groupe tertiaire: (60), (308), 804, 1052, 1304 kHz.

Remarque – L'une ou l'autre des fréquences entre parenthèses est prise pour l'onde pilote auxiliaire de régulation de ligne.

Le niveau de puissance de ces ondes additionnelles de mesure doit être réglé, à la sortie de l'amplificateur d'émission, à une valeur nominale de – 10 dBm0. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes additionnelles de mesure situées au-dessous de 650 kHz ne doit pas, en ce point, être supérieur à – 70 dBm0.

Remarque – Certains systèmes en service utilisent des ondes additionnelles de mesure à – 1,2 Nm0.

Ces ondes additionnelles de mesure ne doivent pas être transmises en permanence. Elles ne seront transmises que pendant la durée nécessaire pour effectuer réellement des mesures.

3 Circuit fictif de référence

Pour les besoins du calcul, on utilisera deux circuits fictifs de référence.

3.1 *Circuit fictif de référence pour la répartition en groupes secondaires 1 à 5*

Ce circuit fictif de référence a une longueur de 2500 km et il est établi sur un système à courants porteurs à 1,3 MHz [1] sur paires coaxiales. Il comporte au total, pour chaque sens de transmission:

- trois couples d'équipements de modulation de voie, chaque couple comprenant une transposition de la bande des fréquences vocales à la bande du groupe primaire de base et vice versa;
- six couples d'équipements de modulation de groupe primaire, chaque couple comprenant une transposition de la bande du groupe primaire de base à la bande du groupe secondaire de base et vice versa;
- neuf couples d'équipements de modulation de groupe secondaire, chaque couple comprenant une transposition du groupe secondaire de base à la bande des fréquences transmises sur la paire coaxiale et vice versa.

La figure 2/G.341 donne le schéma de principe du circuit fictif de référence pour systèmes à 1,3 MHz sur paires coaxiales. On voit qu'il y a au total 18 modulations et 18 démodulations pour chaque sens de transmission, en admettant que chaque opération soit effectuée en un seul étage.

Ce circuit fictif de référence est composé de neuf sections homogènes d'égale longueur (voir l'Avis G.212).

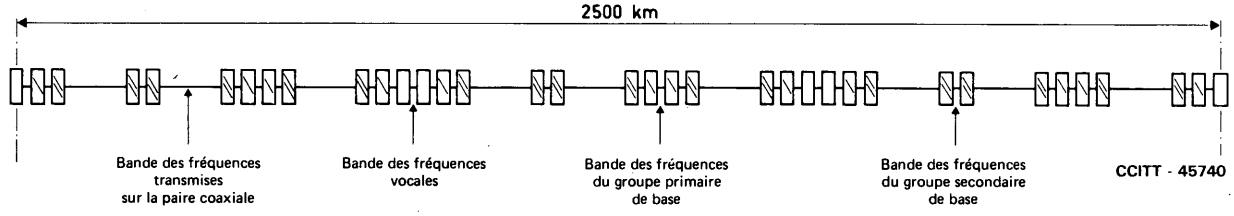


FIGURE 2/G.341

Schéma de principe du circuit fictif de référence pour systèmes à 1,3 MHz sur paires coaxiales

3.2 Pour la répartition en groupes tertiaires, le circuit fictif de référence est celui que spécifie le § 3 de l'Avis G.332 pour les systèmes à 12 MHz.

4 Bruit de circuit

Les objectifs généraux de bruit pour les systèmes en câble (voir l'Avis G.222) sont applicables aux systèmes sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm, dans les conditions indiquées par l'Avis G.223.

En pratique, il suffit de vérifier par le calcul, pour chaque voie téléphonique ayant une constitution conforme à celle définie par le circuit fictif de référence utilisé, que la puissance psophométrique moyenne à l'extrémité de cette voie, rapportée à un point de niveau relatif zéro, ne dépasse pas 10 000 pW0p au cours d'une heure quelconque.

5 Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs

La somme N de trois termes définie au § 5 de l'Avis G.332 doit être au moins égale à:

- 54 dB pour une section élémentaire de câble de 6 km;
- 52 dB pour une section élémentaire de câble de 8 km.

Cette valeur a été calculée de façon à obtenir à l'extrémité d'une section homogène de 280 km une ondulation de la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence dont l'amplitude ne dépasse pas 0,09 Np (environ 0,8 dB). On a supposé que les courants réfléchis s'ajoutent en phase dans toutes les sections élémentaires de câble de cette section homogène (l'espacement des répéteurs enterrés, placés sur une petite paire coaxiale, étant généralement très régulier); on a d'autre part considéré comme très improbable qu'une voie téléphonique se trouve sur plus d'une section homogène du circuit fictif de référence dans la partie inférieure de la bande des fréquences transmises en ligne; or, à des fréquences plus élevées, on doit avoir des valeurs de N largement supérieures à la limite.

---

[1] Ce circuit fictif de référence est aussi utilisé pour les systèmes à 2,6 MHz, 4 MHz et 6 MHz transmettant des groupes secondaires sur une paire coaxiale 1,2/4,4 mm et pour les systèmes procurant deux groupes secondaires sur paires symétriques.

6 Niveaux relatifs et interconnexion

6.1 *Niveaux relatifs et affaiblissement du câble pour une section élémentaire de câble quelconque*

6.1.1 L'affaiblissement d'une section élémentaire de câble quelconque de 6 km doit être égal à 35 dB à 1300 kHz. A l'entrée de la section de câble (sortie de l'équipement de répéteur), le niveau relatif de puissance doit être égal à −13 dBr à 1300 kHz. La caractéristique de préaccentuation pourra être choisie par chaque Administration de telle sorte que le niveau en ce point à la fréquence 60 kHz soit compris dans l'intervalle de −18 à −28 dBr.

6.1.2 La valeur nominale de l'affaiblissement d'une section élémentaire de câble quelconque de 8 km doit être égale à 49 dB à 1300 kHz. Les niveaux relatifs à l'entrée d'une section de câble quelconque ne sont pas strictement normalisés, les valeurs de −3,5 dBr et de −4,3 dBr pour la voie supérieure étant utilisées en liaison avec des valeurs de préaccentuation respectivement égales à 9 dB et à 10 dB.

6.2 *Cas d'une section frontière*

Dans le cas d'interconnexion entre deux systèmes qui utilisent des caractéristiques de préaccentuation différentes, et sauf accord particulier entre les Administrations intéressées, on appliquera la recommandation suivante:

6.2.1 Dans une section élémentaire de câble de 6 km qui traverse une frontière, le niveau relatif à l'extrémité de la section de câble (entrée de l'équipement de répéteur) doit être égal à −48 dB à 1300 kHz.

Etant donné qu'il peut être nécessaire d'insérer à la traversée de la frontière un équipement spécial pour supprimer les ondes de surveillance ou de localisation des défauts utilisées dans chaque pays ou pour terminer la section de téléalimentation, il est possible que le niveau relatif de puissance d'émission à 1300 kHz soit inférieur à −13 dBr. Cela oblige à adopter pour la section frontière une longueur inférieure à 6 km. Si la différence entre les caractéristiques de préaccentuation utilisées dans les deux pays conformément au § 6.1 est petite, on peut la compenser du fait que la section frontière est plus courte qu'une section élémentaire de câble normale. Si la différence entre les caractéristiques de préaccentuation utilisées dans les deux pays est trop grande pour être compensée de cette façon, une des deux Administrations intéressées, choisie par accord mutuel, devra compenser cette différence dans la station de répéteurs surveillée la plus proche de la frontière sur son territoire.

6.2.2 En ce qui concerne l'interconnexion entre deux systèmes différents à sections élémentaires de câble de 8 km, le niveau relatif à la fréquence de 1300 kHz doit être égal à −4 dBr à l'entrée de la section frontière en câble. Conformément à l'Avis G.352, l'une des Administrations intéressées – choisie par accord mutuel – doit compenser la légère différence de niveau relatif et de préaccentuation dans la station de répéteurs surveillée la plus proche de la frontière.

6.3 *Niveaux relatifs dans une station terminale; interconnexion avec d'autres systèmes*

L'Avis G.213 expose les principes généraux à adopter pour faciliter l'interconnexion entre différents systèmes dans une station principale terminale.

7 Systèmes de téléalimentation et d'alarme

7.1 *Alimentation en énergie électrique à la traversée d'une frontière*

Si un accord spécial n'est pas intervenu entre les Administrations intéressées dans une section d'alimentation en énergie électrique chevauchant une frontière, il est recommandé que chaque Administration se borne à alimenter en énergie électrique les stations de répéteurs situées sur son territoire. Beaucoup d'Administrations emploient la téléalimentation en boucle de part et d'autre d'une station d'alimentation, sur la moitié de chacune des sections qui s'étendent entre cette station et les stations d'alimentation adjacentes, et pourront fermer cette boucle dans leurs stations frontières. Des accords seront nécessaires, par exemple si la frontière est très loin du milieu de la distance entre les deux stations d'alimentation les plus proches, ou si les Administrations intéressées emploient la téléalimentation en boucle sur toute la section qui s'étend entre deux stations d'alimentation.

Si des stations de répéteurs situées dans un pays sont alimentées à partir d'un autre pays, il convient de prendre des précautions spéciales pour la protection du personnel appelé à travailler sur les câbles.

7.2 *Constitution des systèmes de téléalimentation*

Le CCITT étudie ces systèmes aux points de vue suivants:

– précautions à prendre pour la protection du personnel contre les tensions et les courants de téléalimentation en régime normal, ou emploi de tensions et courants inoffensifs pour le personnel appelé à travailler dans les stations de répéteurs ou sur les lignes;

– protection du personnel et du matériel contre les tensions et courants induits;

– troubles apportés au fonctionnement de la téléalimentation par les tensions et courants induits.

7.3 *Surveillance et transmission des alarmes dans une section frontière*

Ce point doit faire l'objet d'un accord entre les Administrations intéressées. En particulier, aux points d'interconnexion entre deux systèmes, il est nécessaire que, si des ondes sont utilisées pour la surveillance ou la localisation des défauts, elles soient affaiblies jusqu'à un niveau de –50 dBm0 du côté réception, pour éviter toute perturbation des ondes analogues utilisées sur le système situé en aval.

Remarque – Les fréquences d'ondes qui ne seraient émises que sur un système déjà retiré de l'exploitation par suite d'un défaut peuvent être fixées par chaque Administration sur le plan national.

Avis G.343

SYSTÈMES À 4 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES 1,2/4,4 mm

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1980)

Remarque préliminaire

Le présent Avis décrit un système destiné à transmettre au maximum 960 voies téléphoniques sur une paire coaxiale du type normalisé 1,2/4,4 mm (voir l'Avis G.622).

Un tel système est réalisé en divisant par deux la longueur de la section d'amplification d'un système à 1,3 MHz, conforme à l'Avis G.341, si cette longueur est de 8 km, ce qui correspond à un espacement nominal des répéteurs de 4 km pour le système à 4 MHz.

1 Fréquences transmises en ligne

Le CCITT recommande les deux plans de la figure 1/G.343. Le plan n° 1 montre la répartition en groupes secondaires, le plan n° 2 la répartition en groupes tertiaires.

Il peut être souhaitable de prévoir la possibilité de transférer sur ce système des groupes tertiaires entiers ou un groupe quaternaire. Cette possibilité peut être donnée selon le plan n° 2 de la figure 1/G.343.

Le plan n° 2 utilise les trois premiers groupes tertiaires du système à 12 MHz sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm. Il permet en particulier de procéder à une interconnexion directe avec un système à 12 MHz sur paires coaxiales, exploité selon la répartition de fréquences du plan n° 1A (voir la figure 1/G.332) et avec un faisceau hertzien à 900 voies ou 1800 voies exploité conformément à l'Avis G.423 (voir les figures 4/G.423 et 8/G.423).

2 Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure

2.1 *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Les fréquences recommandées dans les divers cas indiqués au § 1 et représentés sur la figure 1/G.343 sont les suivantes:

Plan n° 1 – Le CCITT recommande d'employer les fréquences suivantes:

i) 60 kHz ou 308 kHz pour l'onde pilote inférieure de régulation de ligne;

ii) 4092 kHz ou 4287 kHz pour l'onde pilote supérieure de régulation de ligne.

Néanmoins, lorsqu'une autre Administration le lui demande, une Administration doit émettre en permanence une onde pilote de régulation de ligne à 4287 kHz.

Plan n° 2 – Les ondes pilotes de régulation de ligne sont celles qui sont recommandées pour le système à 12 MHz dans la même bande de fréquences (Avis G.332).

Dans tous les cas, la stabilité de fréquence recommandée est de $\pm 1 \times 10^{-5}$. Egalement dans tous les cas, le niveau de puissance recommandé est de –10 dBm0; les tolérances sur ce niveau sont les mêmes que celles qui figurent au § 2.1 de l'Avis G.332. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes pilotes à 60 et à 308 kHz ne doit pas être supérieur à –70 dBm0.

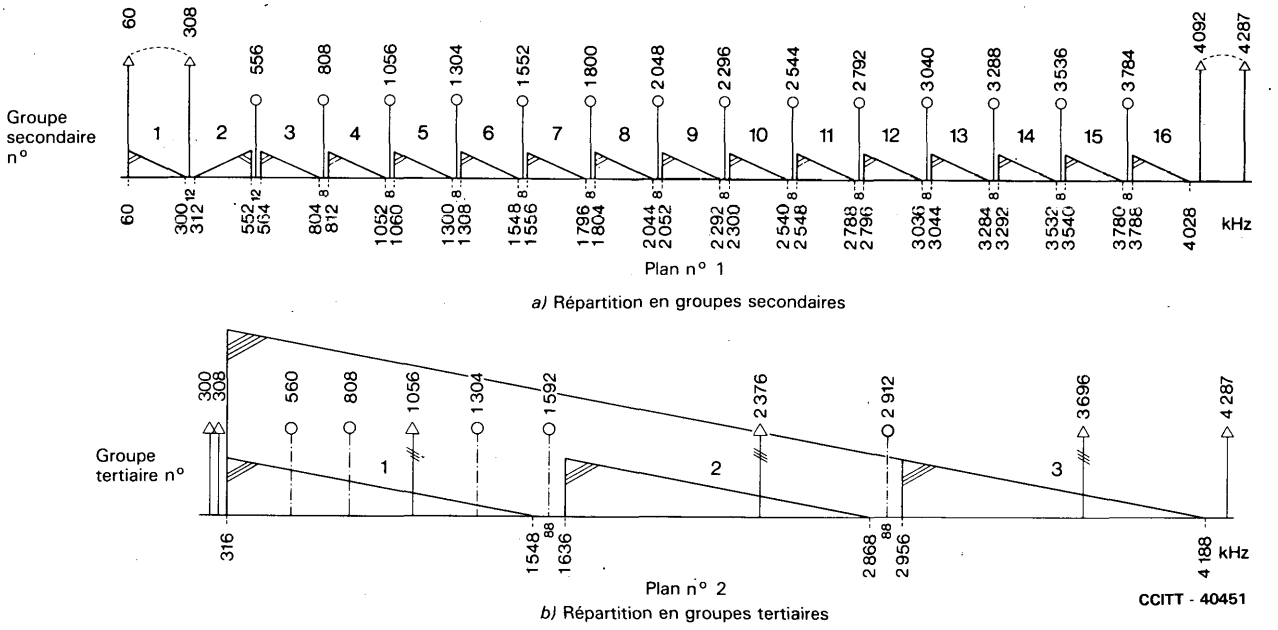


FIGURE 1/G.343

Répartition des fréquences transmises en ligne sur les systèmes internationaux à courants porteurs à 4 MHz sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm

2.2 *Ondes pilotes de comparaison des fréquences*

Plan n° 1 – Pour une comparaison nationale périodique des fréquences comme celle que décrit l'Avis G.225, on peut utiliser une fréquence de 60 kHz ou de 308 kHz pour l'onde pilote de comparaison des fréquences.

Le niveau de puissance de l'onde pilote de comparaison des fréquences doit être réglé, à la sortie de l'amplificateur d'émission, à la valeur nominale de -10 dBm0. Le niveau de chacun des harmoniques des ondes pilotes de comparaison des fréquences ne doit pas être supérieur à -70 dBm0.

La fréquence 1800 kHz a été provisoirement réservée pour permettre éventuellement des comparaisons internationales de fréquences. Toutefois, si les Administrations intéressées le désirent, cette fréquence peut être utilisée pour l'onde pilote de contrôle des fréquences.

Les Administrations intéressées à un système international à courants porteurs sur paires coaxiales peuvent s'entendre pour employer (si elles le jugent utile) une des ondes pilotes inférieures de régulation de ligne (soit 60, soit 308 kHz) à la fois pour la régulation des niveaux et pour le contrôle périodique des fréquences.

En tout cas, il est recommandable que l'une des deux solutions suivantes soit toujours adoptée en ce qui concerne la ou les ondes pilotes de régulation de ligne, en vue de leur utilisation simultanée pour le contrôle périodique des fréquences:

- ou bien il y a, dans chaque section de régulation de ligne, un oscillateur de base qui est régulièrement comparé, directement ou indirectement, à un étalon national de fréquence;
- ou bien, s'il n'y a pas d'oscillateur de base dans une section de régulation de ligne, l'onde pilote inférieure de régulation de ligne venant de la section adjacente en amont est réintroduite, avec un niveau stabilisé, au-delà du point de jonction entre les deux sections de régulation de ligne considérées.

D'une façon générale, il est possible qu'une même onde pilote remplisse deux ou plusieurs fonctions, si les Administrations intéressées en décident ainsi.

Plan n° 2 – Même recommandation que pour le système à 12 MHz (voir le § 2.2 de l'Avis G.332).

2.3 *Ondes additionnelles de mesure*

Plan n° 1 – Les fréquences suivantes peuvent être utilisées:

60, 308, 556, 808, 1056, 1304, 1552, 1800, 2048,
2296, 2544, 2792, 3040, 3288, 3536 et 3784 kHz.

La précision recommandée pour la fréquence de ces signaux est de ± 40 Hz. Le niveau de puissance de ces ondes additionnelles de mesure doit être réglé, à la sortie de l'amplificateur d'émission, à une valeur nominale de −10 dBm0.

Le niveau de chacun des harmoniques des ondes additionnelles situées au-dessous de 2,1 MHz ne doit pas être, en ce point, supérieur à −70 dBm0.

Plan n° 2 – On devrait utiliser les ondes additionnelles de mesure recommandées pour le système à 12 MHz dans la même bande de fréquences (voir l'Avis G.332).

3 Circuits fictifs de référence

Même recommandation que pour le système à 1,3 MHz (voir le § 3 de l'Avis G.341).

4 Bruit

Même recommandation que pour le système à 1,3 MHz (voir le § 4 de l'Avis G.341).

5 Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs

Pour une section élémentaire de câble d'environ 4 km, la somme N de trois termes définie au § 5 de l'Avis G.332 doit être au moins égale aux valeurs suivantes:

- 50 dB à 60 kHz,
- 57 dB au-dessus de 300 kHz

avec variation linéaire de 50 dB à 57 dB dans la bande de 60 à 300 kHz, avec une échelle linéaire des fréquences.

Remarque – Ces valeurs sont basées sur l'hypothèse que la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence ne présente, à l'extrémité d'une section homogène de 280 km de longueur, aucune ondulation de plus de ± 1 dNp (environ ± 1 dB). Pour 60 kHz, on a pris pour base une condition réduite parce qu'il pourrait être difficile d'obtenir à de basses fréquences un facteur de réflexion des impédances d'entrée et de sortie des répéteurs suffisamment petit par rapport à l'impédance du câble.

6 Niveaux relatifs et interconnexion

6.1 *Niveau relatif à la sortie des amplificateurs*

- à 4028 kHz: −9 dBr, ou
- à 4287 kHz: −8,5 dBr.

6.2 *Caractéristique de préaccentuation*

Elle est définie par la formule:

$$A = 10 \log_{10} \left[1 + \frac{a}{1 + \frac{b}{\left(\frac{f}{f_r} - \frac{f_r}{f} \right)^2}} \right] \text{(dB)}$$

dont les constantes sont choisies de manière à donner une préaccentuation comprise entre 9 et 11 dB.

Les deux séries de valeurs suivantes répondent à cette condition:

1. $a = 10$ $\quad b = 3$ $\quad f_r = 4{,}7$ MHz
2. $a = 11{,}25$ $\quad b = 1{,}56$ $\quad f_r = 4{,}4$ MHz

6.3 *Interconnexion dans une section frontière de deux systèmes ayant des sections élémentaires de câble de même longueur nominale* (c'est le cas de deux systèmes à 4 MHz et aussi de deux systèmes à 6 MHz)

Dans ce cas, les niveaux relatifs en ligne et la caractéristique de préaccentuation ayant fait l'objet de recommandations, l'interconnexion de deux systèmes dans une section frontière ne présentera pas de grosses difficultés, et l'Administration située du côté réception peut accepter les niveaux en ligne provenant de l'autre Administration, quitte à effectuer dans la première station principale de répéteurs les petites corrections nécessaires (pour plus de détails, voir l'Avis G.352).

6.4 *Interconnexion dans une section frontière entre un système à 4 MHz et un système à 6 MHz*

Dans ce cas, sauf accord particulier entre Administrations, il y a lieu d'appliquer la méthode décrite dans l'Avis G.352.

6.5 *Interconnexion dans une station principale*

Voir l'Avis G.213.

7 Systèmes de téléalimentation et d'alarme

Le texte du § 7 de l'Avis G.341 s'applique également aux systèmes conformes au présent Avis.

Avis G.344

SYSTÈMES À 6 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES 1,2/4,4 mm

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1980)

Remarque préliminaire

Le présent Avis décrit un système à 6 MHz.

Il peut être utilisé pour la transmission de 1260 voies téléphoniques au maximum, ou de signaux de télévision présentant une largeur de bande vidéo d'environ 5 MHz.

Un tel système est réalisé en divisant par deux la longueur de la section élémentaire de câble d'un système à 1,3 MHz conforme à l'Avis G.341 si cette longueur est de 6 km, ce qui correspond à un espacement nominal des répéteurs de 3 km pour le système à 6 MHz.

1 Fréquences transmises en ligne

1.1 *Transmission téléphonique*

Le CCITT recommande les trois plans de répartition des fréquences de la figure 1/G.344, chacun de ces plans formant un tout dans la bande de fréquences transmises en ligne.

Les plans n° 1 et n° 2 sont des répartitions en groupes secondaires, le plan n° 3 en groupes tertiaires.

Dans le *plan n° 1*, la mise en place des groupes est faite au moyen d'ondes porteuses produites à partir d'une fréquence unique de 124 kHz.

Les groupes secondaires dans la bande de 4404 à 5636 kHz sont mis en place à l'aide des ondes porteuses des groupes secondaires de rang 15 à 19, en conservant la bande supérieure de modulation. Ils peuvent également être mis en place en transposant l'ensemble des groupes secondaires 4 à 8 à l'aide de la fréquence 6448 kHz, qui est obtenue en multipliant par 4 l'onde porteuse à 1612 kHz du groupe secondaire n° 5.

Dans le *plan n° 2*, les cinq groupes secondaires inversés dans la bande de 4332 à 5564 kHz correspondent au groupe tertiaire 4 de la répartition en ligne à 12 MHz, mais ils représentent également un plan que l'on obtient commodément avec des fréquences porteuses de groupes secondaires et primaires.

Le *plan n° 3* est formé des groupes tertiaires 1 à 4 du système à 12 MHz (voir le § 1 de l'Avis G.332).

1.2 *Transmission de signaux de télévision*

Les Administrations qui envisagent une telle transmission se réfèreront provisoirement aux dispositions de l'Avis J.72 [1].

2 Ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure

2.1 *Ondes pilotes de régulation de ligne*

Les fréquences recommandées sont d'une part 308 kHz, d'autre part 4287 kHz ou 6200 kHz.

Remarque – L'onde pilote à 4287 kHz ne peut pas être employée dans le cas de transmissions télévisuelles.

Dans tous les cas, la stabilité de fréquence recommandée est de $\pm 1 \times 10^{-5}$. Egalement dans tous les cas, le niveau de puissance recommandé est de -10 dBm0; les tolérances sur ce niveau sont les mêmes que celles qui figurent au § 2.1 de l'Avis G.332. Le niveau de chacun des harmoniques de l'onde pilote à 308 kHz ne doit pas être supérieur à -70 dBm0.

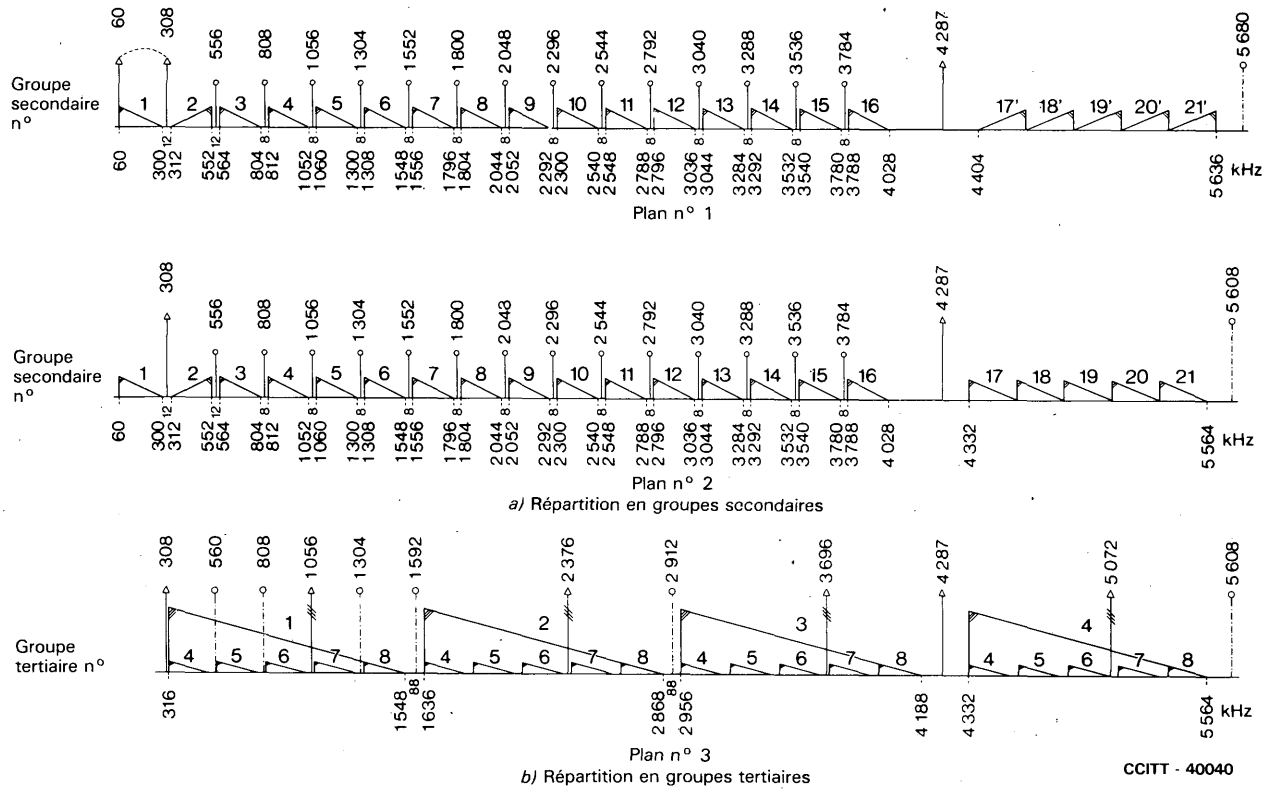


FIGURE 1/G.344

Répartition des fréquences transmises en ligne sur les systèmes internationaux à courants porteurs à 6 MHz sur paires coaxiales 1,2/4,4 mm

2.2 *Ondes pilotes de comparaison des fréquences*

Plans n° 1 et n° 2 – Même recommandation que pour le système à 4 MHz (voir le § 2.2 de l'Avis G.343).

Plan n° 3 – Même recommandation que pour le système à 12 MHz (voir le § 2.2 de l'Avis G.332).

2.3 *Ondes additionnelles de mesure*

Plans n° 1 et n° 2 – On devrait utiliser toutes les ondes additionnelles de mesure données dans l'Avis G.343 (groupes secondaires). En outre, dans la bande de fréquences au-delà de 4287 kHz, les fréquences additionnelles de mesure suivantes sont recommandées:

- plan n° 1: 5680 kHz;
- plan n° 2: 5608 kHz.

Toutefois, les harmoniques des ondes additionnelles de mesure inférieures à 2,8 MHz doivent satisfaire aux conditions pertinentes de l'Avis G.343.

Plan n° 3 – On devrait utiliser les ondes additionnelles de mesure recommandées pour le système à 12 MHz dans la même bande de fréquences (voir l'Avis G.332).

3 Circuits fictifs de référence

Même recommandation que pour le système à 1,3 MHz (voir le § 3 de l'Avis G.341).

4 Bruit

Même recommandation que pour le système à 1,3 MHz (voir le § 4 de l'Avis G.341).

5 Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs

Pour une section élémentaire de câble d'environ 3 km, la somme N de trois termes définie au § 5 de l'Avis G.332 doit être au moins égale à 60 dB à toutes les fréquences supérieures à 300 kHz.

Une valeur de 50 dB est recommandée à 60 kHz. Entre 60 et 300 kHz, la limite admissible varie progressivement.

6 Niveaux relatifs et interconnexion

6.1 *Niveau relatif à la sortie des amplificateurs à 4287 kHz:*

– 17 dBr à titre provisoire.

6.2 *Caractéristiques de préaccentuation pour la téléphonie*

Les valeurs envisagées pour les constantes a, b, f_r dans la formule

$$A = 10 \log_{10} \left[1 + \frac{a}{1 + \frac{b}{\left(\frac{f}{f_r} - \frac{f_r}{f} \right)^2}} \right] \text{(dB)}$$

sont:

1) $a = 10$ $\quad b = 2{,}20$ $\quad f_r = 5{,}75$ MHz
2) $a = 24$ $\quad b = 8{,}50$ $\quad f_r = 6{,}40$ MHz

7 Interconnexion

Tous les cas possibles sont indiqués dans les § 6.3 à 6.5 de l'Avis G.343.

8 Systèmes de téléalimentation et d'alarme

Le texte de l'Avis G.341 s'applique également aux systèmes conformes au présent Avis.

Référence

[1] Avis du CCITT *Système à 6 MHz pour transmissions télévisuelles*, Livre orange, tome III-2, Avis J.72, UIT, Genève, 1977.

Avis G.345

SYSTÈMES À 12 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES 1,2/4,4 mm

(Mar del Plata, 1968; modifié à Genève, 1972 et 1980)

Les clauses de cet Avis sont celles qui figurent dans l'Avis G.332 pour les systèmes sur paires coaxiales 2,6/9,5 mm, à l'exception de la clause suivante:

5 Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs

Pour une section élémentaire de câble d'environ 2 km, le CCITT recommande une valeur de N égale à 63 dB dans toute la bande des fréquences transmises, N étant la grandeur définie au § 5 de l'Avis G.332.

Avis G.346

SYSTÈMES À 18 MHz SUR PAIRES COAXIALES NORMALISÉES DE 1,2/4,4 mm

(Genève, 1980)

Les dispositions du présent Avis sont les mêmes que celles de l'Avis G.334 relatif aux systèmes à 18 MHz sur paires coaxiales de 2,6/9,5 mm, à l'exception de ce qui suit:

5 Adaptation des impédances des répéteurs et de celle de la ligne

Pour une section élémentaire de câble d'environ 2 km, il est recommandé que la valeur de la grandeur N définie au § 5 de l'Avis G.332 soit égale à 63 dB dans toute la bande des fréquences transmises.

3.5 Autres systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales

Avis G.352

INTERCONNEXION DE SYSTÈMES À COURANTS PORTEURS SUR PAIRES COAXIALES DE TYPES DIFFÉRENTS [1), 2)]

(modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1980)

Dans tous les cas d'interconnexion à une frontière entre systèmes à courants porteurs sur paires coaxiales de types différents, il est nécessaire de prendre certaines dispositions particulières pour que les systèmes puissent fonctionner correctement en coopération.

Les points suivants demandent à être examinés plus spécialement:

1 Ondes pilotes

Chaque onde pilote de régulation de ligne doit être transmise, sur les deux systèmes à interconnecter, au même niveau absolu de puissance (rapporté au point de niveau relatif zéro). Si les deux systèmes n'emploient pas les mêmes fréquences pour les ondes pilotes, chacune des stations situées aux extrémités de la section de régulation de ligne qui traverse la frontière doit être équipée de manière à émettre toutes les ondes pilotes nécessaires à l'un et l'autre système.

2 Conditions de transmission

Pour l'interconnexion aux frontières de systèmes fonctionnant avec des valeurs différentes de préaccentuation et de niveau de sortie, les Administrations peuvent décider d'un commun accord de corriger les différences de niveau en diminuant la longueur de la section de câble frontière et en ajoutant des réseaux correcteurs passifs appropriés, comme il est indiqué dans l'annexe A.

Dans certains cas, il demeurera une légère différence résiduelle de niveau, même si la longueur de la section de câble est ramenée à zéro. Il est alors recommandé de corriger cette légère différence à la station de répéteurs principale suivante.

Il arrivera, dans certains autres cas, qu'on puisse conserver l'espacement normal des répéteurs sur la section de câble frontière et tolérer certaines différences de niveau dans quelques répéteurs intermédiaires au voisinage de la frontière, des réseaux auxiliaires d'amplification et de correction étant alors prévus dans la station principale la plus proche (voir l'annexe B).

3 Alimentation en énergie

Si un accord spécial n'est pas intervenu entre les Administrations intéressées à une section d'alimentation en énergie électrique traversant une frontière, il est recommandé que chaque Administration n'alimente en énergie que les stations de répéteurs situées dans son propre pays.

4 Surveillance et dispositifs d'alarme

Dans chaque cas particulier, ce point doit faire l'objet d'un accord entre les Administrations intéressées.

5 Conditions relatives à la section élémentaire de câble

Le CCITT a normalisé les dimensions des paires coaxiales à utiliser dans le réseau téléphonique international européen (voir les Avis G.622 et G.623). Néanmoins, cette normalisation permet certaines variations, de sorte que les paires coaxiales fabriquées par différents constructeurs dans différents pays peuvent ne pas avoir exactement les mêmes caractéristiques. Pour assurer l'uniformité dans toute la section frontière, il est instamment recommandé que les deux Administrations intéressées se mettent d'accord pour confier à un même fournisseur la construction de toute la section. Si la totalité de celle-ci n'est pas construite par le même fournisseur, les deux Administrations intéressées doivent coordonner *très soigneusement* leurs spécifications détaillées et leurs méthodes de pose et de confection des épissures, afin que soient remplies les conditions recommandées par le CCITT pour l'ensemble de la section élémentaire de câble.

---

1) Cet Avis s'applique aux systèmes à 1,3 MHz, 2,6 MHz, 4 MHz, 6 MHz, 12 MHz, 18 MHz et 60 MHz.

2) L'Avis G.351 [1] a été supprimé.

En ce qui concerne l'adaptation de l'impédance de cette section élémentaire de câble aux impédances des deux amplificateurs adjacents, dans le cas général d'une section de paire coaxiale en câble comprise entre deux répéteurs adjacents et utilisée seulement pour la téléphonie, le CCITT n'a défini que les limites admissibles de la somme *N* de trois termes définie au § 5 de l'Avis G.332.

Il est recommandé que les Administrations intéressées par une section en paire coaxiale traversant une frontière se mettent d'accord sur des valeurs admissibles pour chacun de ces trois termes de manière à satisfaire à la condition ci-dessus, c'est-à-dire s'entendent sur l'emploi d'une adaptation aussi bonne que possible. Il est d'ailleurs très souhaitable que les Administrations intéressées s'entendent pour utiliser toujours les mêmes méthodes, tout le long d'un système sur paires coaxiales, en particulier pour l'adaptation des impédances, de manière à simplifier la maintenance du système.

ANNEXE A

(à l'Avis G.352)

L'interconnexion aux frontières de systèmes fonctionnant avec des valeurs différentes de préaccentuation et de niveau de sortie peut se réaliser au moyen de la méthode représentée à la figure A-1/G.352. Les emplacements des répéteurs sont désignés par les chiffres I à IV, et les systèmes différents utilisés dans les deux pays sont indiqués par les types de répéteurs A et B; les lignes tiretées w, x, y et z représentent les positions de la frontière possibles en réalité. Les réseaux correcteurs figurés entre les emplacements de répéteurs II et III sont étudiés en fonction de la longueur de câble comprise entre II et III, pour compenser les différences de niveau et de préaccentuation des systèmes A et B. Les réseaux correcteurs peuvent être montés dans l'un des boîtiers de répéteur en II ou en III ou peuvent l'être dans chacun de ces deux boîtiers, ou encore dans un boîtier distinct situé entre II et III. La distance entre II et III est normalement inférieure à l'espacement des répéteurs dans le système A ou dans le système B et peut, à la limite, s'annuler, les boîtiers de répéteur II et III étant alors adjacents et la frontière se trouvant en w ou en z.

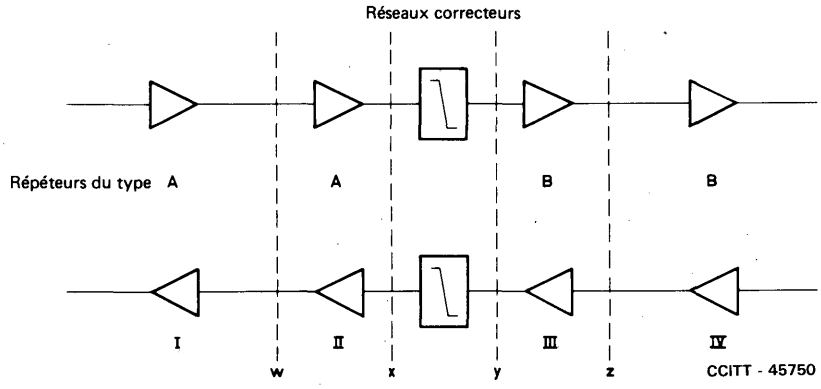


FIGURE A-1/G.352

Cette méthode permet de réaliser l'interconnexion entre deux systèmes en n'utilisant que des réseaux d'interconnexion passifs, pourvu que la condition suivante soit remplie: à toute fréquence, le niveau à l'entrée du répéteur de l'un des systèmes doit être inférieur d'une petite quantité (par exemple 1 dB) au niveau de sortie de l'autre système pour la même fréquence, pour tenir compte de l'affaiblissement du circuit d'interconnexion.

Les répéteurs du type A peuvent être téléalimentés et télésurveillés à partir de la station d'alimentation la plus proche située dans le pays A, et une situation analogue existe pour les répéteurs de type B. Si la frontière était située en x ou en y, aucun des deux systèmes d'alimentation en énergie et de surveillance n'aurait besoin de traverser la frontière.

Par cette méthode, il serait possible d'adopter des types normalisés pour tous les répéteurs, et les niveaux de sortie et des ondes pilotes pourraient être normaux. Elle exigerait l'utilisation de réseaux correcteurs spéciaux.

ANNEXE B

(à l'Avis G.352)

La figure B-1/G.352 représente une autre méthode, suivant laquelle on maintient dans la section de câble frontière la longueur ordinaire de l'espacement entre répéteurs, avec l'affaiblissement nominal *a*. Le niveau relatif nominal d'émission du système I est n_I et celui du système II est n_{II}. La différence des niveaux relatifs se définit comme étant la préaccentuation différentielle

$$\Delta_{pré} = n_I - n_{II}$$

On doit supposer que $\Delta_{pré}$ est positif dans toute la bande transmise et qu'à la fréquence maximale transmise les niveaux d'émission des deux systèmes sont presque égaux. Pour adapter les niveaux relatifs entre les systèmes I et II, il est nécessaire d'introduire un réseau correcteur passif supplémentaire $\Delta_{pré}$ dans le sens I ⟶ II et un réseau correcteur actif supplémentaire $-\Delta_{pré}$ dans le sens II ⟶ I.

Pour des raisons relatives aux dimensions du boîtier de répéteur et à l'alimentation en énergie, il pourrait être souhaitable d'éviter une amplification supplémentaire dans la section frontière, qui comprend généralement des répéteurs souterrains avec téléalimentation. Il n'y a pas grand inconvénient à utiliser la préaccentuation du système étranger à son entrée dans le pays, jusqu'à la prochaine station de répéteurs surveillée, et à introduire uniquement dans cette station le gain requis pour la transformation de la préaccentuation. Dans la station de répéteurs surveillée, il n'y aura pas de difficulté particulière à obtenir la place et le courant nécessaires à l'équipement supplémentaire. Le gain requis dans le sens II ⟶ I (pour $\Delta_{pré}$) et dans le sens I ⟶ II (en raison d'un éventuel affaiblissement minimal dans le réseau $\Delta_{pré}$) est fourni par des amplificateurs supplémentaires, généralement installés dans les stations surveillées, afin de compenser l'affaiblissement minimal des réseaux correcteurs de précision.

Comme l'indique la figure B-1/G.352, il pourrait être judicieux d'utiliser une préaccentuation différentielle pour les deux sens dans la même station de répéteurs, par exemple du côté de la frontière où se trouve le système utilisant la préaccentuation la plus petite (niveau relatif d'émission le plus élevé). Si l'on suppose, comme dans la figure B-1/G.352, qu'il s'agit du système I, les quelques répéteurs souterrains de ce système qui sont situés entre la frontière et la station de répéteurs surveillée fonctionneront (dans les voies inférieures) au niveau du système II, qui est le plus bas; ils affecteront les caractéristiques de bruit global de l'ensemble du système de façon moins critique que dans le cas inverse, c'est-à-dire celui où le système II fonctionnerait à un niveau plus élevé.

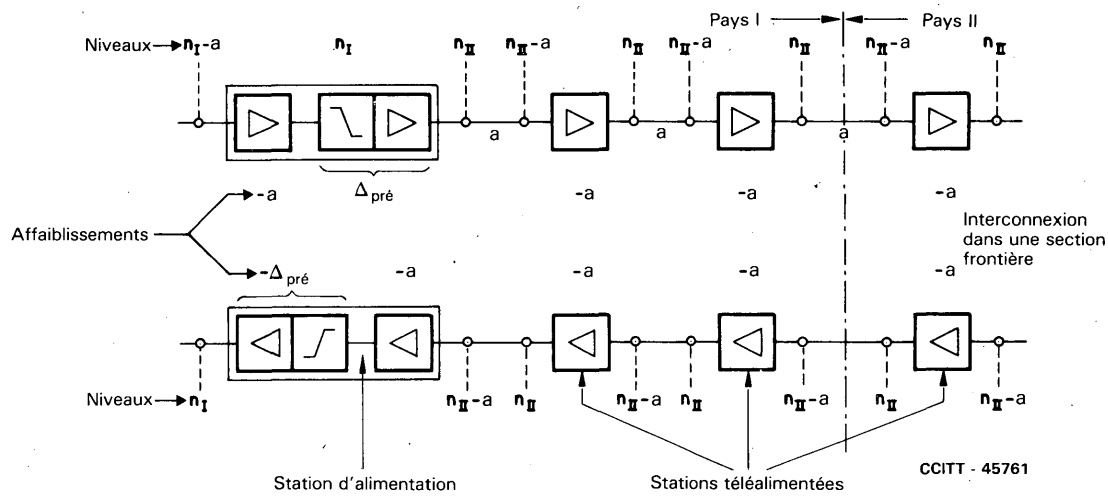


FIGURE B-1/G.352

Référence

[1] Avis du CCITT *Constitution, surveillance et alimentation en énergie d'un système à courants porteurs sur paires coaxiales*, Livre blanc, tome III, Avis G.351, UIT, Genève, 1969.

SYSTÈMES À (120 + 120) VOIES SUR UNE PAIRE COAXIALE UNIQUE

(Mar del Plata, 1968)

1 Principales caractéristiques des systèmes (anciennement partie A)

Les systèmes dont il s'agit procurent (120 + 120) voies sur une paire coaxiale unique, avec des répéteurs bidirectionnels téléalimentés par le câble.

Ces systèmes appartiennent à deux catégories; l'une à deux groupes secondaires (120 voies), l'autre à deux groupes secondaires plus un groupe primaire (120 + 12 voies).

Le choix entre ces systèmes dépend des conditions d'utilisation.

1.1 *Fréquences transmises en ligne*

Dans les systèmes de la 1re catégorie, les deux groupes secondaires sont transmis en ligne dans la position des groupes secondaires nos 1 et 2 pour un sens de transmission et dans une bande de fréquences comprise entre 812 et 1304 kHz pour l'autre sens. Dans les systèmes de la 2e catégorie, les deux groupes secondaires sont transmis en ligne dans la position des groupes secondaires nos 4 et 5 pour un sens de transmission et dans la bande de 188 à 676 kHz pour l'autre sens de transmission; le groupe primaire est transmis dans la position du groupe primaire de base (de 60 à 108 kHz) pour un sens de transmission et dans la bande de 1380 à 1428 kHz pour l'autre sens de transmission.

Les deux plans de fréquences correspondants sont représentés sur la figure 1/G.356 (plans n° 1A et n° 1B pour la 1re catégorie, plan n° 2 pour la 2e catégorie).

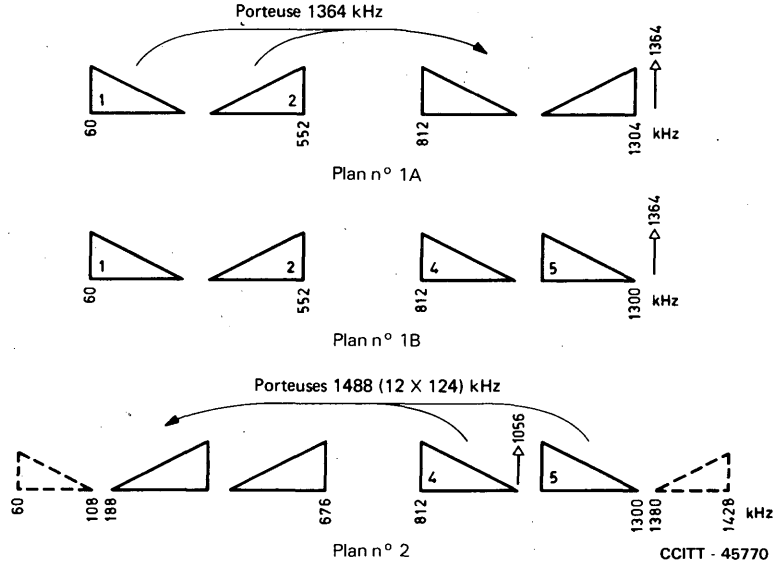


FIGURE 1/G.356

Plans de répartition des fréquences

Tous ces systèmes permettent l'interconnexion aux fréquences du groupe secondaire de base.

Le système utilisant le plan n° 1A nécessite moins de fréquences porteuses que les autres systèmes; il permet l'interconnexion simple dans la bande de 60 à 552 kHz.

Le système utilisant le plan n° 1B fait appel à des fréquences de transposition normalisées pour d'autres systèmes (par exemple, systèmes à 300 circuits à quatre fils) et à des équipements largement répandus.

Le système utilisant le plan n° 2 permet de constituer en plus 12 circuits le long de l'artère principale et indépendamment des 120 voies à grande distance; en outre, dans les régions où des bruits induits importants sont à craindre, il permet une meilleure protection.

Dans le cas d'une interconnexion à la traversée d'une frontière de systèmes utilisant des plans de fréquences différents, les Administrations intéressées s'entendront sur les dispositions à adopter. En cas de difficultés, le CCITT recommande que le plan n° 1A soit adopté pour relier les deux stations situées de part et d'autre de la frontière.

	1re catégorie 120 voies plans n° 1A et n° 1B	2e catégorie (120 + 12) voies plan n° 2
1.2 *Ondes pilotes*		
de régulation	1364 kHz	432 et 1056 kHz
de comparaison	52 ou 60 kHz	
Ondes additionnelles de mesure		
(éventuellement) bande inférieure	60 et 308 kHz	124 et 677 kHz
bande supérieure	808, 1056 et 1304 kHz	811 et 1364 kHz
Niveau et stabilité de fréquence des ondes pilotes et additionnelles	Avis G.341	Avis G.341
1.3 *Circuit fictif de référence*	Avis G.338 [1]	Avis G.338 [1]
1.4 *Charge conventionnelle* (recommandation provisoire)	Avis G.223 pour un système à quatre fils et à 240 voies	Avis G.223 pour un système à quatre fils et à (240 + 24) voies

1.5 *Adaptation entre l'impédance de la paire coaxiale et les impédances des répéteurs*

L'effet d'ondulation des caractéristiques le plus important provenant des réflexions le long du câble est dû à l'interaction desdites réflexions avec les défauts d'adaptation aux extrémités d'une section élémentaire de câble. Pour minimiser les effets des réflexions internes, il faut que les défauts d'adaptation ci-dessus soient tels que l'effet d'ondulation dû seulement à l'interaction entre ces défauts ne soit égal qu'à la moitié de l'objectif autorisé, à savoir une amplitude d'ondulation de 0,5 dNp (environ 0,5 dB) pour une section de 280 km. Pour un système à 120 voies, cela est tout à fait réalisable.

1.6 *Niveaux relatifs et interconnexion*

1.6.1 Interconnexion: dans les stations principales [1] en groupes secondaires 1 et 2 ou 4 et 5 (par exemple: plans n° 1A et n° 1B, ou plan n° 2).

- entrée émission: −36 dBr;
- sortie réception: −23 dBr.

1.6.2 Interconnexion en ligne: Avis G.352.

1.7 *Régulation*

Comme pour les autres systèmes normalisés par le CCITT, les constructeurs d'équipements de régulation de ligne doivent tenir compte des variations quotidiennes et saisonnières de température auxquelles les câbles et les répéteurs sont susceptibles d'être soumis. Dans le cas de câbles aériens, on peut rencontrer des écarts particulièrement importants par rapport à la température moyenne, par exemple ± 35 °C.

2 **Câbles** (anciennement partie B)

La ligne est constituée par une paire coaxiale unique, dont la spécification est adaptée au milieu extérieur, aux conditions d'emploi en souterrain ou en aérien, aux contraintes occasionnées par les coups de foudre ou le voisinage des lignes d'énergie, au mode de pose, etc.

---

[1] Correspondant aux points *T* et *T'* définis dans l'Avis G.213.

Le conducteur intérieur peut, ou bien être isolé suivant les techniques habituelles des paires coaxiales normalisées par le CCITT, ou bien, en vue d'accroître la rigidité diélectrique ou la résistance mécanique, comporter une isolation en polyéthylène massif ou en polyéthylène aéré (disques entourés d'un tube en polyéthylène, polyéthylène cellulaire, cylindre en polyéthylène avec canaux longitudinaux, etc.).

Le conducteur extérieur peut être en cuivre ou en aluminium.

Le raccordement des longueurs de câble peut être effectué soit par épissure soit par connecteur.

L'impédance caractéristique à 1 MHz est en principe de 75 ohms, sauf dans les cas où le prix d'un câble ayant cette impédance serait beaucoup plus élevé dans l'application envisagée.

Les spécifications de régularité d'impédance doivent tenir compte de la capacité finale de tout système pouvant utiliser le câble.

Les paires coaxiales normalisées de 4,4 mm et de 9,5 mm sont soumises à d'étroites limites en ce qui concerne l'impédance et les réflexions internes, notamment pour en permettre l'emploi éventuel pour les transmissions télévisuelles. Dans le cas d'un système à 120 voies, l'objectif fixé par le CCITT pour la variation du niveau en fonction de la fréquence à l'extrémité d'une section de régulation de ligne (amplitude maximale des ondulations: 1 dNp, soit environ 1 dB, suivant l'objectif utilisé dans le § 5 de l'Avis G.332), peut être satisfait même si l'on emploie des câbles dont la régularité d'impédance est moindre. Si la condition indiquée au § 1.5 est remplie, les irrégularités internes du câble peuvent être plus mauvaises que dans le cas des paires de 4,4 mm, et cela jusqu'à 10 dB en plus (voir l'Avis G.622).

Référence

[1] Avis du CCITT *Systèmes à 4 MHz sur paires coaxiales normalisées 2,6/9,5 mm utilisant des tubes à vide*, Livre orange, tome III-1, Avis G.338, UIT, Genève, 1977.

3.6 Autres systèmes à courants porteurs en fils aériens

Bien que les systèmes décrits dans la présente sous-section soient des systèmes modernes, en particulier parce que la bande des fréquences vocales effectivement transmises par chaque voie téléphonique s'étend de 300 à 3400 Hz, les recommandations générales de la section 2 ne peuvent pas leur être appliquées intégralement, eu égard à certaines particularités de leur constitution. C'est pourquoi les dispositions spéciales ci-après ont été fixées.

Avis G.361

SYSTÈMES PROCURANT TROIS CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES À COURANTS PORTEURS SUR UNE PAIRE DE FILS AÉRIENS

1 Système normalisé (anciennement partie A)

Le système particulier décrit ci-après procure trois circuits téléphoniques de bonne qualité dans des bandes de fréquences situées au-dessus du circuit à fréquences vocales existant. Ce système peut être placé au-dessous de la bande de fréquences indiquée par le schéma I de la figure 1/G.311 pour un système procurant 12 circuits téléphoniques.

On a spécifié la répartition des fréquences transmises en ligne dans ce système de telle sorte que, quand un tel système traverse une frontière (le point où l'on traverse cette frontière pouvant se trouver dans une région complètement inhabitée), il ne soit pas nécessaire d'employer des démodulateurs et des modulateurs.

En outre, avec cette répartition de fréquences, il est possible de procurer, en plus du circuit téléphonique à fréquences vocales, soit un circuit téléphonique à courants porteurs et un circuit duplex pour transmissions radiophoniques à 6,4 kHz, soit un circuit duplex pour transmissions radiophoniques à 10 kHz (voir les Avis J.22 [1], J.23 [2], J.32 [3] et J.33 [4]).

Ce système peut comporter comme partie intégrante un certain nombre de voies télégraphiques, sans affecter la largeur de la bande des fréquences transmises par les circuits à courants porteurs; toutefois, dans ce cas, la largeur de la bande des fréquences transmises par le circuit à fréquences vocales est diminuée.

La spécification ci-après a été établie pour le cas particulier précité:

1.1 *Bande des fréquences transmises*

L'espacement des fréquences porteuses doit être de 4 kHz.

La bande inférieure transmise en ligne, pour un sens de transmission, doit être comprise entre 4 et 16 kHz, et la bande supérieure utilisée pour l'autre sens de transmission doit être comprise, soit entre 18 et 30 kHz, soit entre 19 et 31 kHz, afin de permettre l'emploi d'un décalage des fréquences porteuses *(staggering)* si l'on était amené à placer plus tard un second système de ce genre sur la même artère en fils aériens (voir le § 1.10 et la figure 1/G.361).

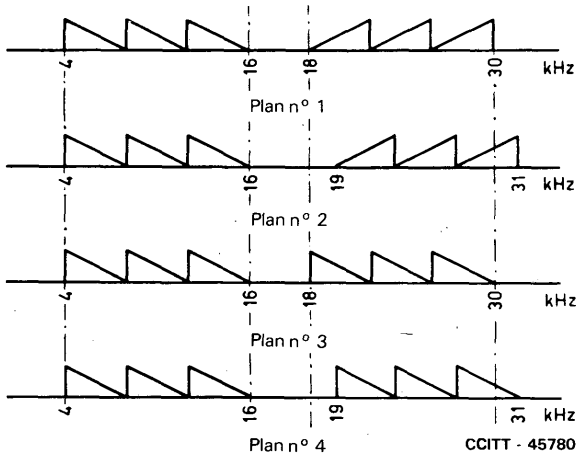


FIGURE 1/G.361

Plans de répartition des fréquences pour quatre systèmes, procurant chacun trois circuits téléphoniques à courants porteurs établis successivement sur la même artère en fils aériens

1.2 *Niveaux relatifs de puissance*

Le niveau relatif de puissance à la sortie des équipements terminaux et des répéteurs intermédiaires, sur chaque voie et pour la fréquence de cette voie qui correspond à la fréquence vocale 800 Hz, est au plus égal à +17 dBr.

1.3 *Ondes pilotes*

Les fréquences des ondes pilotes sont normalement 16,110 kHz pour la bande inférieure transmise en ligne et 31,110 kHz pour la bande supérieure. La stabilité recommandée pour ces fréquences est, en valeur relative, de $\pm 2{,}5 \times 10^{-5}$. Cette recommandation est applicable aux quatre modes de répartition des fréquences indiquées à la figure 1/G.361. Le niveau de puissance des ondes pilotes de ligne doit être de −15 dBm0.

L'onde pilote supérieure ayant une fréquence de 31,110 kHz doit convenir à la plupart des Administrations. Normalement, on doit pouvoir s'attendre que son emploi permette une qualité de régulation sensiblement meilleure que ne le permettrait le choix d'une onde pilote de fréquence moins élevée.

Dans certains autres cas, cette spécification peut, par contre, ne point convenir, et cela pour les raisons suivantes:

1) La régulation peut être affectée si la paire de fils aériens est déjà munie d'un certain nombre de filtres conçus pour séparer les systèmes à 12 circuits des anciens systèmes à 3 circuits.

2) Si un seul étage de modulation est utilisé pour les voies téléphoniques à basse fréquence du système normalisé, il convient que les voies télégraphiques interbandes (voir le § 2 du présent Avis) soient disposées au-dessus, plutôt qu'au-dessous, de la bande de fréquences occupée par les voies téléphoniques dans le sens de transmission correspondant à la bande supérieure.

Le CCITT recommande en conséquence qu'une autre fréquence pilote de 17,800 kHz soit utilisée dans les cas où il serait convenu entre les Administrations intéressées que la fréquence pilote normale de 31,110 kHz ne peut être employée soit pour les raisons exposées ci-dessus, soit pour satisfaire à d'autres conditions particulières à l'artère empruntée.

1.4 *Variation (en fonction de la fréquence) de l'équivalent à la sortie de l'équipement terminal d'émission*

Voir le § 1 de l'Avis G.232.

1.5 *Distorsion de non-linéarité de l'ensemble des équipements terminaux*

Voir le § 7 de l'Avis G.232.

1.6 *Diaphonie dans les équipements terminaux*

Voir le § 9 de l'Avis G.232.

1.7 *Impédance vue du jack du commutateur*

Voir le § 11 de l'Avis G.232.

1.8 *Stabilité des générateurs de courants porteurs*

Pour que l'effet des modulations ou des démodulations ne produise jamais un écart supérieur à 2 Hz entre la fréquence vocale appliquée à l'origine d'une voie et celle qui est reçue à l'extrémité correspondante (dans le cas où il n'y a pas de démodulation et remodulation intermédiaires), la stabilité des générateurs de courants porteurs doit être telle que la fréquence en soit toujours exacte à moins de $\pm 2{,}5 \times 10^{-5}$ près.

1.9 *Résidus des courants porteurs transmis en ligne*

Le niveau de puissance des résidus de courants porteurs ne doit pas être supérieur à:

– 17 dBm0 pour une voie et pour chaque sens de transmission;
– 14,5 dBm0 pour l'ensemble des voies du système et pour chaque sens de transmission.

1.10 *Exploitation de plusieurs systèmes sur la même artère*

Le CCITT recommande les quatre modes de répartition des fréquences correspondant aux schémas de la figure 1/G.361; aucun ordre de préférence entre ces schémas n'a été fixé, et les Administrations intéressées choisiront, dans chaque cas particulier, le (ou les) schéma(s) le(s) plus approprié(s).

Remarque – Par accord entre les Administrations intéressées, on peut aussi inverser la bande inférieure de fréquences transmises en ligne dans les plans n° 2 et n° 4.

2 Systèmes utilisant des répéteurs communs pour la téléphonie et pour la télégraphie interbande (anciennement partie B)

Il y a lieu d'envisager, pour le trafic international, un système à courants porteurs sur fils aériens utilisant des répéteurs de ligne communs pour les voies téléphoniques et les voies de télégraphie interbande.

2.1 *Répartition des fréquences transmises en ligne pour la téléphonie*

La répartition des fréquences en ligne pour ce qui est des voies téléphoniques serait celle qui est indiquée au § 1 du présent Avis.

2.2 *Répartition des fréquences transmises en ligne pour la télégraphie*

2.2.1 Il est recommandé que le système considéré procure quatre voies télégraphiques, les fréquences nominales à utiliser étant les suivantes:

a) *Sens de transmission correspondant à la bande inférieure*

3,22; 3,34; 3,46 et 3,58 kHz.

b) *Sens de transmission correspondant à la bande supérieure*

i) Voies téléphoniques occupant la bande de fréquences comprise entre 18 et 30 kHz:

30,42; 30,54; 30,66 et 30,78 kHz.

ii) Voies téléphoniques occupant la bande de fréquences comprise entre 19 et 31 kHz:

18,22; 18,34; 18,46 et 18,58 kHz.

2.2.2 Si l'on utilise la signalisation à l'intérieur de la bande des fréquences vocales sur des voies téléphoniques (par opposition à la signalisation hors bande à la limite de la bande de 4 kHz), il devient possible de disposer de deux voies télégraphiques supplémentaires avec les fréquences nominales ci-après:

a) *Sens de transmission correspondant à la bande inférieure*

3,70 et 3,82 kHz.

b) *Sens de transmission correspondant à la bande supérieure*

i) Voies téléphoniques occupant la bande de fréquences comprise entre 18 et 30 kHz:

30,18 et 30,30 kHz.

ii) Voies téléphoniques occupant la bande de fréquences comprise entre 19 et 31 kHz:

18,70 et 18,82 kHz.

2.2.3 Dans le cas où, à la suite d'un accord entre les Administrations intéressées, le système utiliserait une fréquence pilote supérieure de 17,800 kHz (voir le § 1.3), on pourra substituer les fréquences suivantes à celles qui sont spécifiées aux § 2.2.1, b) ii) et 2.2.2, b) ii). Ce changement permet, dans certains systèmes, un procédé de modulation plus économique:

31,42; 31,54; 31,66 et 31,78 kHz au lieu de 18,22; 18,34; 18,46 et 18,58 kHz

ainsi que 31,18 et 31,30 kHz au lieu de 18,70 et 18,82 kHz.

2.3 *Puissance transmise en ligne*

Le CCITT n'a pas jugé désirable de normaliser de façon absolue la puissance transmise sur la ligne, attendu que celle-ci peut dépendre des conditions sur l'artère en fils aériens. Il n'a pas non plus été jugé nécessaire de faire une distinction entre les voies télégraphiques à modulation d'amplitude et à modulation de fréquence. Dans des conditions favorables, une valeur typique pour la puissance à transmettre sur une voie télégraphique serait de -20 dBm0.

3 **Autres systèmes** (anciennement partie C)

Dans certains cas, il est nécessaire d'exploiter, de part et d'autre d'une frontière et sur une paire de fils aériens sans démodulateurs ni modulateurs au point de franchissement de la frontière, un système procurant trois circuits téléphoniques de bonne qualité (bande de fréquences effectivement transmises par chaque circuit: de 300 à 3400 Hz) et procurant, au-dessous de 6 kHz environ, une bande de fréquences libre utilisable à d'autres fins. En pareil cas, la répartition des fréquences doit faire l'objet d'une entente bilatérale entre les Administrations intéressées. S'appliqueront à tout système de ce genre les § 1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8 et 1.9.

L'espacement des fréquences porteuses pourrait être de 4 kHz comme dans tous les autres Avis du CCITT pour les systèmes modernes à courants porteurs. Cette solution permettrait d'utiliser sur chaque voie téléphonique la signalisation hors bande reconnue par le CCITT (voir l'Avis Q.21 [5]). A titre de variante, on pourrait utiliser un système dans lequel l'espacement des fréquences porteuses serait inférieur à 4 kHz, mais qui, cependant, procurerait une bande de fréquences effectivement transmises de 300 à 3400 Hz sur chaque voie téléphonique. L'emploi d'un système semblable faciliterait la mise en service, si le besoin s'en faisait sentir, d'une liaison utilisant jusqu'à 6 voies télégraphiques employant les mêmes répéteurs de ligne que les voies téléphoniques.

Etablissement d'un modèle de questionnaire concernant les renseignements préalables que doivent recueillir, en ce qui concerne les lignes en fils aériens existantes et les centraux existants, les Administrations qui désirent établir des installations de téléphonie multiple par courants porteurs de haute fréquence

Le CCITT

émet, à l'unanimité, l'avis

que le questionnaire suivant soit employé:

(1) Quelles voies de communication doivent être exploitées au moyen de courants porteurs de haute fréquence?

(2) De quelles lignes dispose-t-on pour l'installation des appareils de haute fréquence?

a) longueur de ces lignes;
b) calibre, nature du fil, distance entre les fils;
c) sections de câbles existantes (emplacement, type et longueur de ces câbles);
d) croisements et transpositions existants;
e) parmi les lignes dont on dispose, y a-t-il deux ou plusieurs circuits identiques qui pourraient être interchangeables et parmi lesquels on pourrait prélever des circuits de remplacement?

(3) Quelles localités intermédiaires conviennent pour l'installation des répéteurs? Où sont déjà insérés les répéteurs basse fréquence sur les lignes qu'il s'agit d'équiper en haute fréquence?

(4) Quels sont les emplacements des postes radioémetteurs susceptibles d'influencer la communication haute fréquence? Quelles sont les puissances et les fréquences utilisées par ces postes?

(5) Les nouvelles voies haute fréquence doivent-elles être reliées à d'autres lignes, d'une manière durable ou de temps en temps?

Les réponses aux questions ci-dessus ayant permis de retenir certains circuits et certaines localités, les Administrations devront recueillir les renseignements suivants:

Quels sont les résultats des mesures d'impédance et d'affaiblissement effectuées sur chacun des tronçons de ligne envisagés, dans toute la bande des fréquences à utiliser?

Références

[1] Avis du CCITT *Caractéristiques de fonctionnement des circuits pour transmissions radiophoniques du type à 10 kHz*, tome III, fascicule III.4, Avis J.22.

[2] Avis du CCITT *Caractéristiques des circuits à bande étroite pour transmissions radiophoniques*, tome III, fascicule III.4, Avis J.23.

[3] Avis du CCITT *Caractéristiques des équipements et des lignes utilisés pour établir des circuits pour transmissions radiophoniques à 10 kHz*, tome III, fascicule III.4, Avis J.32.

[4] Avis du CCITT *Caractéristiques des équipements et des lignes utilisés pour établir des circuits pour transmissions radiophoniques à 6,4 kHz*, tome III, fascicule III.4, Avis J.33.

[5] Avis du CCITT *Systèmes recommandés pour la signalisation «hors bande»*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.21.

3.7 Systèmes téléphoniques internationaux à courants porteurs en câble sous-marin

Avis G.371

SYSTÈMES MRF À COURANTS PORTEURS EN CÂBLE SOUS-MARIN

(Genève, 1964; modifié à Mar del Plata, 1968 et à Genève, 1972, 1976 et 1980)

1 Interconnexion avec des systèmes terrestres

1.1 *Définition du* point d'interconnexion entre système en câble sous-marin et système terrestre

Il existe, entre les systèmes terrestres et les systèmes en câble sous-marin, une différence fondamentale dans les conditions d'interconnexion. Pour les systèmes terrestres, il s'agit de relier, en un point proche d'une frontière, deux systèmes gérés par des Administrations différentes et construits par des fournisseurs différents, quelquefois selon des principes différents, tout en respectant les mêmes Avis du CCITT. Pour les systèmes en câble sous-marin, il s'agit au contraire le plus souvent d'un système unique, acheté, installé et exploité en copropriété et construit sous la responsabilité d'un fournisseur unique; dans de tels systèmes, les équipements terminaux comprennent des équipements spéciaux qui sont étudiés en fonction des équipements de ligne (téléalimentation, égalisation, localisation des défauts, etc.) et qui ne peuvent en être dissociés. L'interconnexion se fait alors entre ce système pris dans son ensemble et les réseaux terrestres de chacun des deux pays qu'il relie; il n'y a pas un point frontière, mais deux. Dans ces conditions, on définit comme points d'interconnexion la (ou les) sortie(s) S et la (ou les) entrée(s) S' des équipements spéciaux qui assurent le passage entre la répartition de fréquences utilisées dans le système en câble sous-marin et une répartition de fréquences transmises en ligne pour un système terrestre (ou une partie d'un tel plan de répartition), de façon à permettre d'utiliser de l'autre côté de ces points d'interconnexion les équipements de modulation de groupe primaire, secondaire ou tertiaire, etc. (selon la capacité du système), conformes aux Avis du CCITT (voir la figure 1/G.371).

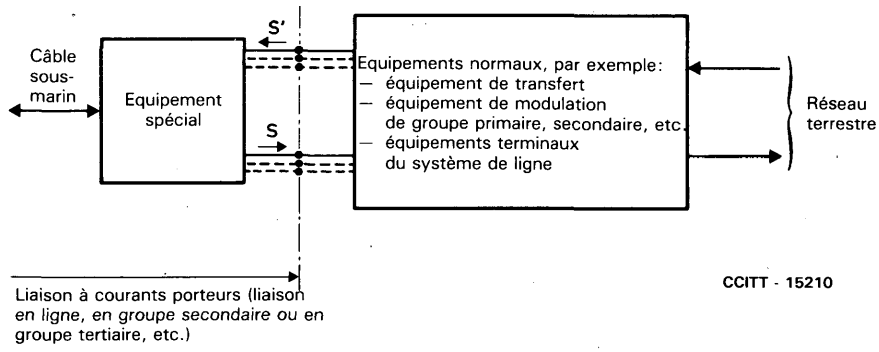


FIGURE 1/G.371

Interconnexion d'un système en câble sous-marin avec le réseau terrestre

Etant donné que le CCITT ne recommande pas, s'agissant d'un système en câble sous-marin, l'arrangement de fréquences transmises en ligne, il est souhaitable que la capacité d'un système soit définie en fonction du nombre de groupes primaires, secondaires, etc., fournis, étant entendu que chaque groupe primaire, secondaire, etc., peut être rendu disponible, si nécessaire, en tant que liaison en groupe primaire, secondaire, etc., pour la transmission de signaux à large spectre.

1.2 *Recommandations relatives aux ondes pilotes, aux signaux de contrôle, etc.*

Afin de ne pas troubler le fonctionnement des systèmes terrestres auxquels les systèmes en câble sous-marin peuvent être interconnectés comme indiqué ci-dessus, ou de ne pas limiter les autres possibilités d'utilisation de ce système, le CCITT recommande que les systèmes en câble sous-marin n'utilisent aucune onde pilote à l'intérieur de la bande de tout groupe primaire, secondaire, etc., transféré sur le système sous-marin après passage à travers l'interface avec le réseau terrestre et qui fait partie de la capacité définie du système. Par ailleurs, les signaux de contrôle des répéteurs et les ondes de télésignalisation doivent être placés à l'extérieur de chacune de ces bandes et, de préférence, à l'extérieur des limites de la bande occupée par les voies téléphoniques transmises dans l'un ou l'autre sens.

Remarque – Pour les essais d'un système mis hors service, il n'est pas nécessaire d'appliquer la restriction susmentionnée en ce qui concerne la fréquence des signaux de contrôle des répéteurs.

1.3 *Impédance et niveaux relatifs de puissance*

Si, en un point d'interconnexion, le signal transmis est constitué d'un seul ensemble de multiplexage du CCITT (un groupe primaire, un groupe secondaire, etc.) dans sa position en fréquence de base, on peut considérer que le point S correspond au côté réception et le point S' au côté émission du répartiteur de groupes primaires, secondaires, etc. Les valeurs de l'impédance et du niveau relatif de puissance doivent alors être conformes aux spécifications de l'Avis G.233.

Dans le cas contraire, le signal peut consister en un certain nombre de groupes primaires, secondaires, etc., assemblés dans les positions en fréquence occupées sur la ligne d'un système terrestre. Les points S et S' correspondent alors aux points T (sortie) et T' (entrée) d'une liaison en ligne définie dans l'Avis G.213. Les valeurs de l'impédance et du niveau relatif de puissance doivent, dans ce cas, être conformes aux spécifications du tableau 1/G.213.

En étudiant les conditions de charge des systèmes de transmission terrestres, on devra dûment veiller à tenir compte des valeurs particulières de la charge conventionnelle mentionnées au § 3.

1.4 *Limites applicables aux résidus de signaux à l'extérieur des bandes transmises*

Dans chacun des deux cas d'interconnexion envisagés au § 1.3, il convient de supprimer tous les signaux indésirables en provenance du système en câble sous-marin dans les conditions indiquées dans les Avis du CCITT (en particulier, les Avis G.242 et G.243). A cet égard, tout filtrage éventuellement nécessaire, en complément du filtrage assuré dans l'équipement normal situé côté réseau terrestre du point d'interconnexion S, doit être effectué dans l'équipement spécial du système sous-marin.

Pour ce qui est de ce filtrage supplémentaire dans l'équipement spécial, il faut tenir compte du plan de fréquences en ligne particulier appliqué dans le système sous-marin, des positions en fréquence et des niveaux de puissance des ondes pilotes de régulation, de contrôle et de surveillance, ainsi que des signaux vocaux transmis sur les voies de service utilisées pour l'exploitation du système sous-marin. Si ces dispositions diffèrent de celles du système normal, en fonction duquel ont été stipulées les conditions de suppression énoncées dans les Avis G.242 et G.243, les valeurs de la suppression assurée dans l'équipement spécial du système sous-marin doivent être adaptées en conséquence.

Les conditions de suppression, qui s'appliquent au point S' pour les signaux en provenance du système terrestre sont indiquées dans l'Avis G.242 (transfert de groupes primaires, secondaires, etc.). Toute suppression supplémentaire, qui serait nécessaire pour la protection des signaux de commande, etc., du système sous-marin, doit être assurée dans l'équipement spécial du système sous-marin.

2 Plans de fréquence

Il est recommandé que les circuits soient assemblés dans le groupe primaire, secondaire, tertiaire, etc., de base spécifié par le CCITT (Avis G.211). Pour obtenir une capacité supérieure à huit groupes primaires, pouvant aller jusqu'à huit groupes secondaires, il est recommandé de se limiter à des systèmes procurant deux, cinq ou huit groupes secondaires. Etant donné que, dans les systèmes en câble sous-marin à large bande, il est nécessaire d'utiliser la bande de base dans des conditions d'économie maximale, le CCITT ne recommande pas de valeurs particulières pour les systèmes de plus grande capacité. Dans aucun cas le CCITT ne juge nécessaire de normaliser la bande des fréquences transmises en ligne; celle-ci doit, dans chaque cas, faire l'objet d'un accord entre les deux Administrations intéressées.

Il est recommandé que l'on trouve à l'entrée et à la sortie de l'équipement terminal spécial, aux points d'interconnexion définis au § 1, les groupes primaires et éventuellement les groupes secondaires assemblés dans une des répartitions de fréquences déjà recommandées par le CCITT pour l'interconnexion entre faisceaux hertziens et systèmes sur lignes métalliques et qui figurent dans le tableau 1/G.423 (ou une partie d'un tel plan de répartition). Bien entendu, lorsque la capacité ne correspond pas à l'une de celles qui sont indiquées dans ce tableau, il conviendra de prendre la capacité immédiatement supérieure.

Il convient de noter que ces dispositions tiennent compte de l'éventualité dans laquelle la répartition de fréquences correspondrait à un seul groupe primaire, secondaire, tertiaire, etc., dans la position de fréquence du groupe de base.

3 Conditions générales de transmission

Ces systèmes doivent satisfaire à toutes les recommandations des sections 1 et 2 des Avis de la série G, en particulier: bruit, diaphonie, distorsion d'affaiblissement, erreur sur la restitution des fréquences, variation d'affaiblissement en fonction du temps. Toutefois, il y a lieu de spécifier pour les calculs de bruit une charge conventionnelle différente de celle qui est recommandée dans l'Avis G.223 et qui s'applique aux systèmes à courants porteurs établis sur câbles terrestres ou faisceaux hertziens. Aux fins de la planification, il convient d'utiliser une charge conventionnelle de -13 dBm0 [1] par voie téléphonique. On peut assouplir cette condition si, d'après les conditions de fonctionnement envisagées, on estime que le niveau de puissance sera plus faible. Inversement, on pourra être amené à envisager une valeur plus élevée si certaines considérations relatives au système le justifient.

4 Câbles

Voir la sous-section 6.3 des Avis de la série G.

---

[1] Dans l'hypothèse où les systèmes de télégraphie harmonique et de transmission de données fonctionnent à un niveau de puissance global de -13 dBm0 par voie téléphonique.

SECTION 4

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX SUR FAISCEAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES

COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE

4.1 Recommandations générales

Avis G.411

EMPLOI DE FAISCEAUX HERTZIENS POUR PROCURER DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX

Le CCITT

émet, à l'unanimité, l'avis [1)]

qu'on doit, chaque fois qu'il est possible, et afin de rendre moins difficile le problème de l'assignation des fréquences radioélectriques, réaliser les communications téléphoniques entre points fixes par lignes métalliques ou faisceaux hertziens employant des fréquences supérieures à 30 MHz; lorsque cela peut être effectué, l'objectif doit être d'atteindre les qualités de transmission recommandées par le CCITT pour les circuits métalliques internationaux de téléphonie.

Référence

[1] Avis du CCIR *Liaisons radiotéléphoniques dans les circuits téléphoniques internationaux*, Vol. III, Avis 335-2, UIT, Genève, 1978.

1) Avis identique à un passage de l'Avis 335-2 du CCIR [1].

Avis G.412

ÉQUIPEMENTS TERMINAUX DES SYSTÈMES SUR FAISCEAUX HERTZIENS INCORPORÉS AU RÉSEAU GÉNÉRAL DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Le CCITT,

considérant

qu'en Europe, et même dans d'autres régions du monde, il existe un vaste réseau de télécommunication qui (de même que les réseaux nationaux) a été établi en conformité avec les recommandations du CCITT, notamment en ce qui concerne la répartition des voies téléphoniques dans la bande des fréquences jusqu'à 4 MHz, et aussi en ce qui concerne les caractéristiques techniques essentielles des équipements terminaux de tous les systèmes à courants porteurs;

considérant, d'autre part,

que, notamment pour introduire de plus en plus le service téléphonique rapide et le service semi-automatique, on sera amené à augmenter sensiblement dans un proche avenir le nombre de circuits internationaux et nationaux à grande distance,

qu'il y a lieu de prévoir, par conséquent, l'installation au cours des prochaines années de systèmes sur faisceaux hertziens à grand nombre de voies téléphoniques et leur incorporation au réseau général de télécommunications;

considérant enfin

qu'on doit faciliter les interconnexions et qu'on ne doit pas compliquer indûment la tâche des Administrations téléphoniques qui auront à exploiter et à entretenir ces systèmes,

émet, à l'unanimité, l'avis

que, lorsqu'il est techniquement possible et économiquement souhaitable,

(1) les systèmes sur faisceaux hertziens soient organisés de telle sorte qu'au point d'interconnexion avec le réseau général les circuits téléphoniques se présentent assemblés suivant les règles déjà recommandées par le CCITT pour les systèmes en câble (l'application de cette règle fait l'objet des Avis G.421 et G.423);

(2) dans tous les cas, les équipements de modulation de voie satisfassent aux clauses essentielles de la spécification dans l'Avis G.232.

4.2 Interconnexion de faisceaux hertziens avec des systèmes à courants porteurs sur lignes métalliques

Avis G.421

MÉTHODES D'INTERCONNEXION

Pour étudier l'interconnexion des faisceaux hertziens, soit entre eux, soit avec des systèmes sur lignes métalliques, il y a lieu de distinguer les cas énumérés ci-après:

1 Interconnexion aux fréquences vocales

Dans l'état actuel de la technique, c'est le cas normal dès qu'intervient un faisceau hertzien à multiplexage par répartition dans le temps [1]. Le passage par les fréquences vocales peut être aussi nécessaire, pour des raisons d'exploitation, dans le cas de faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence et de systèmes sur lignes métalliques.

---

[1] *Note du secrétariat* – Ce texte est relatif aux faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps qui faisaient l'objet des Avis G.432 et G.443 (maintenant supprimés). En ce qui concerne les faisceaux hertziens MIC, voir le Rapport 378-3 du CCIR [1].

2 Interconnexion par transfert de groupes

Dans l'état actuel de la technique, seuls les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence peuvent présenter des voies téléphoniques assemblées en groupes primaires, en groupes secondaires, en groupes tertiaires et, le cas échéant, en groupes quaternaires ou en assemblages de 15 groupes secondaires [1)].

L'interconnexion entre un faisceau hertzien à multiplexage par répartition en fréquence et un système sur ligne métallique peut s'effectuer par transfert de groupes primaires, de groupes secondaires, etc.; cela est possible parce que, selon les dispositions recommandées par l'Avis G.423, la bande de base d'un tel faisceau hertzien correspond à un certain nombre de groupes primaires, secondaires ou tertiaires transmis en ligne dans le système en câble; or ces groupes peuvent être obtenus, à partir des groupes de base, au moyen des équipements de modulation déjà normalisés pour les systèmes en câble conformément aux Avis du CCITT.

Le transfert doit alors s'effectuer conformément à l'Avis G.242 avec passage par la bande des fréquences du groupe primaire de base (12 à 60 kHz ou 60 à 108 kHz), du groupe secondaire de base (312 à 552 kHz), etc. (voir l'Avis G.211 et en particulier la figure 1/G.211).

3 Interconnexion dans la bande de base

La bande de base des faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence correspond à la bande des fréquences transmises sur les lignes métalliques à courants porteurs, et l'interconnexion dans cette bande est possible dans les conditions indiquées par l'Avis G.423.

On peut aussi procéder à des transferts directs, dans cette bande de base, entre systèmes sur ligne métallique et faisceaux hertziens suivant les dispositions générales du § 7 de l'Avis G.242.

Pour les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps, la bande de base est définie par le CCIR comme la «série d'impulsions modulées avant qu'elle ne soit appliquée à la fréquence porteuse». L'interconnexion dans la bande de base de faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps avec des systèmes sur lignes métalliques n'a pas été étudiée jusqu'à présent.

4 Interconnexion aux fréquences intermédiaires

5 Interconnexion aux fréquences radioélectriques

Les cas des § 4 et 5 ne peuvent se présenter que pour l'interconnexion de deux faisceaux hertziens et sont de la compétence du CCIR.

Référence

[1] Rapport du CCIR *Caractéristiques et objectifs de qualité pour les faisceaux hertziens numériques*, Vol. IX, Rapport 378-3, UIT, Genève, 1978.

Avis G.422

INTERCONNEXION AUX FRÉQUENCES VOCALES

D'après l'Avis 268-1 du CCIR [1], les faisceaux hertziens de téléphonie qui procurent des circuits pouvant faire partie d'une communication internationale doivent, autant que possible, être tels que ces circuits satisfassent aux Avis pertinents du CCITT relatifs aux circuits téléphoniques de types modernes, au point de vue:

1) des caractéristiques de transmission des circuits entre extrémités à fréquences vocales (les Avis pertinents figurent dans la section 1 de cette partie);
2) des caractéristiques des équipements terminaux de multiplexage, s'il y a lieu (voir les Avis G.232 et G.412);
3) de la méthode de signalisation sur les circuits internationaux (les Avis pertinents figurent dans le tome VI); voir aussi la remarque suivante.

Remarque – Etant donné que les Avis du CCITT mentionnés à l'alinéa 2) envisagent l'utilisation de fréquences vocales de signalisation bien définies, transmises sur la voie de conversation, aucun problème de répétition de la signalisation ne devrait en principe se poser.

---

1) *Note du secrétariat* – Ce texte est relatif aux faisceaux hertziens à multiplexage par répartition dans le temps qui faisaient l'objet des Avis G.432 et G.443 (maintenant supprimés). En ce qui concerne les faisceaux hertziens MIC, voir le Rapport 378-3 du CCIR [1].

Dans les cas où l'on utilise des méthodes de signalisation différentes sur un système en câble et un système sur faisceau hertzien, il sera nécessaire d'insérer aux points d'interconnexion un équipement ramenant les deux types de signalisation à la même forme, de préférence en courant continu.

Référence

[1] Avis du CCIR *Interconnexion aux audiofréquences des faisceaux hertziens de téléphonie*, Vol. IX, Avis 268-1, UIT, Genève, 1978.

Avis G.423

INTERCONNEXION DANS LA BANDE DE BASE DE FAISCEAUX HERTZIENS À MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE [1), 2)]

(modifié à Genève, 1964)

1 Principes généraux

Le CCIR a émis les Avis 380-3 [1] et 381-2 [2] afin que les faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence présentent, autant que possible, des caractéristiques permettant l'interconnexion directe avec des systèmes sur lignes métalliques de même capacité, dans la bande de base du faisceau hertzien, qui correspond alors à la bande des fréquences transmises sur la ligne métallique.

Cette interconnexion directe est avantageuse, par exemple:

1) en un point de jonction entre un système sur ligne métallique et un faisceau hertzien de même capacité, quand il n'y a pas besoin de dériver en ce point des groupes de voies téléphoniques;

2) au point de jonction entre un faisceau hertzien et une courte section de prolongement en câble (voir le § 3). Une section de prolongement en câble est considérée comme courte si elle ne nécessite pas un système particulier de régulation de ligne.

Les caractéristiques de préaccentuation à la sortie des répéteurs des systèmes en câble n'ont pas été entièrement normalisées par le CCITT. En outre, la transmission en ligne dans une section d'amplification d'un système présente diverses particularités dues, par exemple, à la présence de diverses ondes pilotes et à la téléalimentation des répéteurs. D'autre part, les points R et T définis dans l'Avis G.213 peuvent être très voisins, ou reliés par plusieurs kilomètres de câble.

Pour ces motifs, il n'y a pas lieu de prévoir l'interconnexion directe d'un faisceau hertzien pour la téléphonie avec un système téléphonique en câble, à paires symétriques ou à paires coaxiales, de telle sorte que les niveaux d'entrée et de sortie du faisceau hertzien correspondent exactement aux niveaux normaux à l'entrée et à la sortie d'un répéteur du système en câble. Il est préférable d'effectuer l'interconnexion en un point des équipements téléphoniques où le niveau est indépendant de la fréquence. Par conséquent, l'interconnexion, dans la bande de base d'un faisceau hertzien, avec des équipements téléphoniques de multiplexage (qui, conformément à l'Avis 381-2 du CCIR [2], est toujours considérée comme ayant lieu à une extrémité de la section de régulation de ligne sur faisceau hertzien) devra toujours s'effectuer dans une station principale de répéteurs [3)]. L'interconnexion avec un autre système, en câble ou sur faisceau hertzien, s'effectuera dans cette station entre les points T et T' définis dans l'Avis G.213.

2 Limites de la bande de base, impédance et niveaux relatifs de puissance

L'Avis 380-3 du CCIR [1] contient un tableau indiquant les valeurs préférées par le CCIR pour les caractéristiques suivantes:

- fréquences limites de la bande de base;
- impédance nominale dans la bande de base au point d'interconnexion;
- niveaux relatifs de puissance aux points d'entrée et de sortie des équipements radioélectriques (R' et R);

ainsi qu'une annexe donnant des définitions en harmonie avec l'Avis G.213 du CCITT.

---

1) Mis à jour par le secrétariat après l'Assemblée plénière de Mar del Plata, 1968.

2) Cet Avis, comme les Avis correspondants du CCIR, s'applique aux faisceaux hertziens en visibilité directe ou proches de la visibilité directe, et également aux faisceaux hertziens transhorizon, pour les capacités qui les concernent.

3) Définie au § 3.18 de l'Avis G.211.

Le tableau 1/G.423 contient les répartitions de fréquences recommandées par le CCITT, dans les bandes de base définies dans l'Avis 380-3 du CCIR [1], pour les faisceaux hertziens susceptibles d'être interconnectés avec des lignes métalliques. Ces répartitions de fréquences peuvent être obtenues au moyen des équipements de modulation normalisés pour les systèmes en câble, conformément aux Avis du CCITT.

Les figures 1/G.423 à 10/G.423 indiquent les plans de répartition des fréquences, dans la bande de base de faisceaux hertziens, recommandés pour l'interconnexion avec des systèmes sur paires coaxiales.

Remarque 1 – Dans tous les plans des figures 1/G.423 à 10/G.423, on a indiqué les ondes pilotes de ligne, de groupe tertiaire, de groupe quaternaire, les ondes pilotes des assemblages de 15 groupes secondaires et les ondes additionnelles de mesure qui *peuvent* se trouver dans la bande transmise (voir le § 3).

Remarque 2 – La signification des symboles graphiques utilisés dans ces figures est donnée au début du présent fascicule.

Remarque 3 – Certains schémas d'autres Avis s'appliquent aussi à des faisceaux hertziens (voir le tableau 1/G.423).

3 Sections de régulation de ligne – Ondes pilotes de régulation de ligne et autres ondes

Le CCIR, dans son Avis 381-2 [2], a recommandé d'utiliser pour la régulation des faisceaux hertziens:

1) une onde pilote de continuité, située hors de la «bande de fréquences totale» (voir le tableau 1/G.423);

2) une onde pilote de régulation de ligne à 308 kHz (ou 60 kHz, suivant la capacité du faisceau hertzien), avec un niveau de −10 dBm0;

3) s'il est jugé utile, une onde pilote supérieure de régulation de ligne, avec la fréquence et le niveau recommandés par le CCITT pour les systèmes en câble correspondants.

3.1 *Blocage des ondes pilotes en un point d'interconnexion*

Le CCITT fait au CCIR les recommandations générales suivantes: le niveau de l'onde pilote de continuité d'un faisceau hertzien doit, dans tous les cas, être réduit au moins jusqu'à −50 dBm0 au point d'interconnexion avec un système sur ligne métallique.

Normalement, ce point d'interconnexion est l'extrémité de deux sections de régulation de ligne, l'une sur ligne métallique, et l'autre sur faisceau hertzien. En pareil cas, au point d'interconnexion:

1) le niveau de toute onde pilote de régulation de la ligne métallique doit être réduit au moins jusqu'à −50 dBm0, sauf accord entre les Administrations intéressées;

2) le niveau absolu de puissance de toute onde pilote de régulation du faisceau hertzien doit être réduit au moins jusqu'à −50 dBm0 [4];

3) toute autre onde pilote ou onde additionnelle de mesure du système sur ligne métallique, située à l'intérieur de la «bande de fréquences totale» définie par le tableau 1/G.423 est transmise librement sur le faisceau hertzien.

Toutefois, un faisceau hertzien peut être prolongé par de courtes sections de câble qui font partie de la même section de régulation de ligne; on peut alors transmettre les mêmes ondes pilotes tout le long de cette section de régulation de ligne.

4 Limites pour les résidus de signaux en dehors de la bande de base

Le CCITT fait au CCIR les recommandations suivantes relatives aux résidus de signaux en dehors des limites de la bande de base:

4.1 Sauf accord particulier entre Administrations, le niveau de toute onde pilote ou signal de surveillance transmis sur faisceau hertzien, hors de la bande de base et à une fréquence non spécifiée par le CCIR, devrait être réduit, à l'intérieur des équipements radioélectriques, à une valeur de −50 dBm0 au point *R*.

---

[4] Dans le cas de systèmes à faible capacité (au plus 120 voies), une onde pilote de régulation de ligne de 60 kHz avec le niveau de −10 dBm0 peut être utilisée; dans ce cas, le niveau de suppression devra être conforme aux dispositions prévues par le CCITT (Avis G.243 et le § 1.4 de l'Avis G.322); en effet, le niveau de l'onde pilote de régulation de ligne prévu par le CCITT pour une section en ligne métallique diffère suivant qu'il s'agit d'un système sur paires coaxiales ou sur paires symétriques (−10 dBm0 pour les systèmes sur paires coaxiales et −15 dBm0 pour les systèmes sur paires symétriques).

De même, sauf accord particulier entre Administrations, le niveau de toute onde pilote ou signal de surveillance transmis sur le système en câble, hors de la bande du faisceau hertzien, devrait être réduit, à l'intérieur des équipements du système en câble, à une valeur de -50 dBm0 au point *T*.

4.2 Si une voie de service du faisceau hertzien, adjacente à une voie téléphonique de la bande de base, utilise les niveaux, la répartition de fréquence et les niveaux de signalisation correspondant à ceux qui seraient recommandés par le CCITT pour une voie téléphonique normale qui occuperait la même position dans le spectre de fréquence, les filtres de voie suffisent à éviter les risques de perturbation par diaphonie.

4.3 Si la condition indiquée au § 4.2 n'est pas remplie, un filtre additionnel peut être nécessaire et doit être prévu dans les équipements radioélectriques.

4.4 Les fréquences mentionnées aux § 4.1 et 4.2 doivent être assez éloignées de la bande de base pour que les filtres (ou autres dispositifs appropriés) nécessaires à leur élimination n'amènent pas la distorsion d'affaiblissement dans la bande passante à dépasser les valeurs recommandées.

4.5 Afin d'éviter la surcharge du système en câble, le niveau de tout signal transmis, au-delà du point *R*, en dehors de la bande de base, doit être abaissé à -20 dBm0. En outre, le niveau correspondant à la puissance totale de tels résidus (y compris le bruit et les produits d'intermodulation) doit être abaissé à -17 dBm0.

5 Autres caractéristiques à respecter pour assurer une qualité de transmission satisfaisante

5.1 *Affaiblissement d'adaptation*

Cette caractéristique présente une grande importance pour les systèmes à courants porteurs en câble, qui comportent de nombreux répéteurs espacés assez régulièrement. On pense que, dans le cas de faisceaux hertziens, les sections de câble reliant les équipements radioélectriques aux équipements de multiplexage sont généralement courtes et de différentes longueurs, de sorte qu'il n'y a guère à craindre des ondulations systématiques de la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence.

Ceci étant, il est recommandé qu'aux points d'interconnexion *T* et *T'*, l'affaiblissement d'adaptation, par rapport à l'impédance nominale, soit d'au moins 20 dB dans toute la bande de fréquences occupée par les voies téléphoniques. Cette recommandation a essentiellement pour but de faciliter les mesures et la maintenance et doit assurer une certaine protection contre les réflexions qui se produisent de façon aléatoire, en divers points, entre les équipements et des sections de câble; elle tient compte de la valeur de 24 dB recommandée par le CCIR [4] pour l'affaiblissement d'adaptation aux points *R* et *R'*.

Remarque – L'attention du CCIR est attirée sur le fait que si les câbles de jonction des équipements radioélectriques aux équipements de multiplexage dans des stations intermédiaires sont assez longs (par exemple 1 à 2 km) et non munis d'amplificateurs, il peut se produire des effets de réflexion systématiques. Ces cas particuliers doivent être étudiés d'après les principes déjà établis par le CCITT (voir l'Avis G.214); ils ne semblent pas justifier une recommandation générale.

5.2 *Distorsion d'affaiblissement*

D'après l'Avis cité en [5], les niveaux mesurés à la frontière sur une section de ligne haute fréquence en câble ne doivent s'écarter, à aucune fréquence, de plus de $\pm$ 2 dB des valeurs nominales, quelle que soit la caractéristique de préaccentuation utilisée. Au point *T*, pour un système en câble, on peut s'attendre à trouver des variations du même ordre par rapport à une caractéristique plate.

Aucune valeur n'est fixée pour les faisceaux hertziens [6]. Le CCIR a recommandé la même tolérance de $\pm$ 2 dB en *R* et *R'* [7].

5.3 *Variation d'équivalent en fonction du temps*

Le CCITT est en train d'étudier les résultats qui peuvent être obtenus sur des sections de régulation de ligne en câble, compte tenu des Avis M.530 [8] et G.333. Lorsque cette étude sera terminée, il sera possible d'indiquer au CCIR qu'une recommandation analogue serait désirable pour les faisceaux hertziens.

TABLEAU 1/G.423

Répartitions des fréquences, dans la bande de base de faisceaux hertziens, recommandées pour l'interconnexion avec des systèmes sur lignes métalliques

Capacité du faisceau hertzien (nombre maximal de voies téléphoniques)	Dispositions possibles des voies téléphoniques qui sont recommandées	Plan de la figure	Limites de la bande de fréquences occupée par les voies téléphoniques (kHz)	Ondes pilotes ou fréquences qu'il peut y avoir lieu de transmettre (kHz) [a]		Bande de fréquences totale [b] (kHz)
				au-dessous de (4)	au-dessus de (4)	
1	2	3	4	5		6
24	2 GP [c] 2 GP [d]	2*a*)/G.322 1/G.327 [3]	12 et 108 6 et 108 ou 12 et 120	– –	– –	12 à 108 6 à 108 ou 12 à 120
60	1 GS	2*c*)/G.322	12 et 252	–	–	12 à 252
	1 GS	4/G.322	60 et 300	–	–	60 à 300
120	GS 1 et 2	4/G.322	12 et 552	–	–	12 à 552
	GS 1 et 2	4/G.322	60 et 552	–	–	60 à 552
300	5 GS	1*a*)/G.341	60 et 1300	–	1364	60 à 1364
	1 GT [e]	1*b*)/G.341	64 et 1296	60	1364	
600	10 GS	1/G.423	60 et 2540	–	2604	60 à 2792
	2 GT [e]	2/G.423	64 et 2660	–	2792	
900	3 GT ou GQ	3/G.423	316 et 4188	300, 308	4287	60 à 4287
960	16 GS	4/G.423	60 et 4028	–	4092	
1260 [g]	21 GS 21 GS 4 GT	Plan 1 [h] Plan 2 [h] Plan 3 [h]	60 et 5636 60 et 5564 316 et 5564	– – 308	5680 5608 5608	60 à 5680
1800	15 GS + 3 GT	5/G.423	312 et 8204	300, 308	8248	300 à 8248
	15 GS + 15 GS [i]	6/G.423	312 et 8120			
	6 GT ou 2 GQ	7/G.423	316 et 8204			
2700	15 GS + 6 GT	8/G.423	312 et 12 388	300, 308	12 435	300 à 12 435
	15 GS + 15 GS + 15 GS [i]	9/G.423	312 et 12 336			
	9 GT ou 3 GQ	10/G.423	316 et 12 388			

GP = groupe primaire GS = groupe secondaire GT = groupe tertiaire GQ = groupe quaternaire

a) Voir le § 3 du présent Avis, ainsi que le § 1.4 de l'Avis G.322.

b) Il s'agit de la bande de fréquences occupée par les voies téléphoniques, ainsi que par les ondes pilotes et les fréquences de comparaison qui y sont associées, à l'exclusion des ondes pilotes de continuité du système sur faisceau hertzien.

c) Pour les faisceaux hertziens à 12 voies, l'un ou l'autre des groupes primaires A (12 à 60 kHz) ou B (60 à 108 kHz), recommandés par le CCITT, peut être aménagé dans la bande de 12 à 108 kHz.

d) Dans ces variantes, il y a certaines restrictions à l'emploi des voies de mesures du bruit ou des ondes pilotes de continuité recommandées par le CCIR.

e) Cette répartition de fréquences s'obtient, à partir du groupe tertiaire de base, au moyen de modulations par des multiples de fréquences porteuses de groupes secondaires.

f) La répartition de fréquences particulière comprenant 600 voies téléphoniques disposées en deux groupes tertiaires dans la bande de 316 à 2868 kHz (figure 3/G.423) est considérée comme correspondant à un système à 960 voies partiellement équipé.

g) D'après l'Avis 380-3 du CCIR [1], d'autres limites de la bande occupée par les voies téléphoniques peuvent être appliquées, après accord entre les Administrations intéressées.

h) Figure 1/G.344.

i) En ce qui concerne l'emploi d'assemblages de 15 groupes secondaires, voir l'Avis G.211.

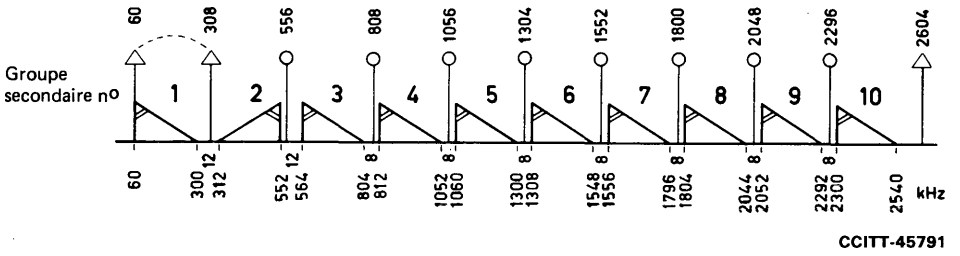


FIGURE 1/G.423

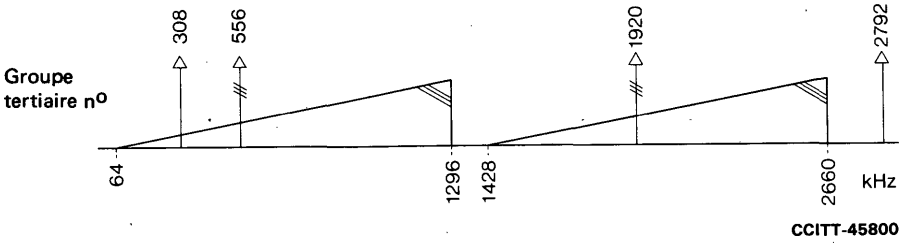


FIGURE 2/G.423

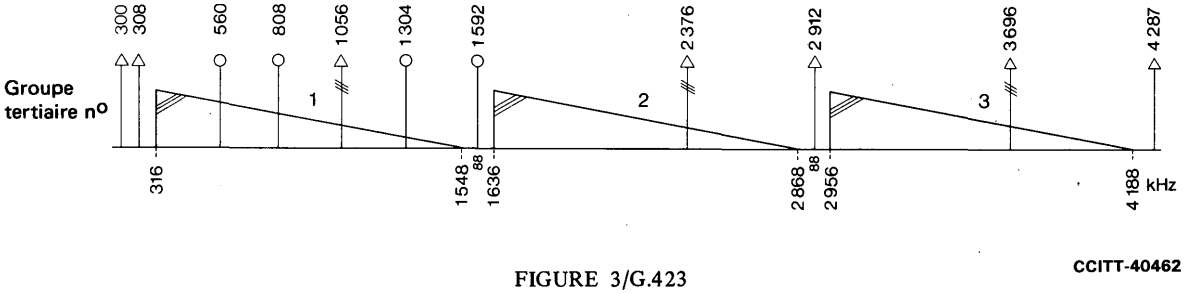


FIGURE 3/G.423

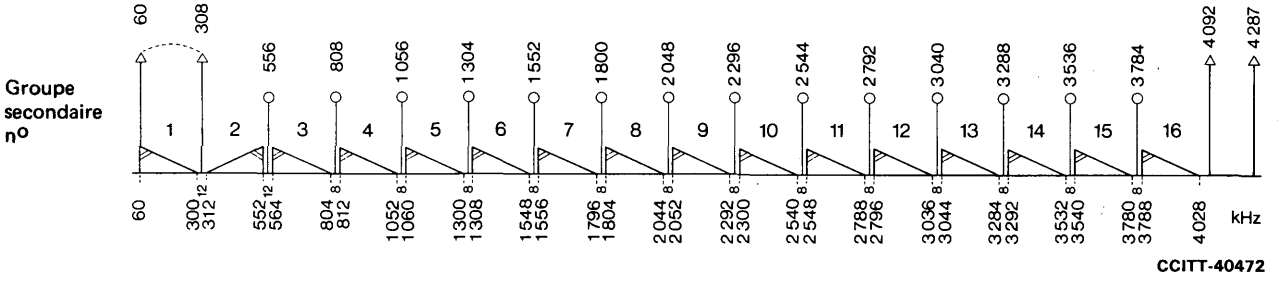


FIGURE 4/G.423

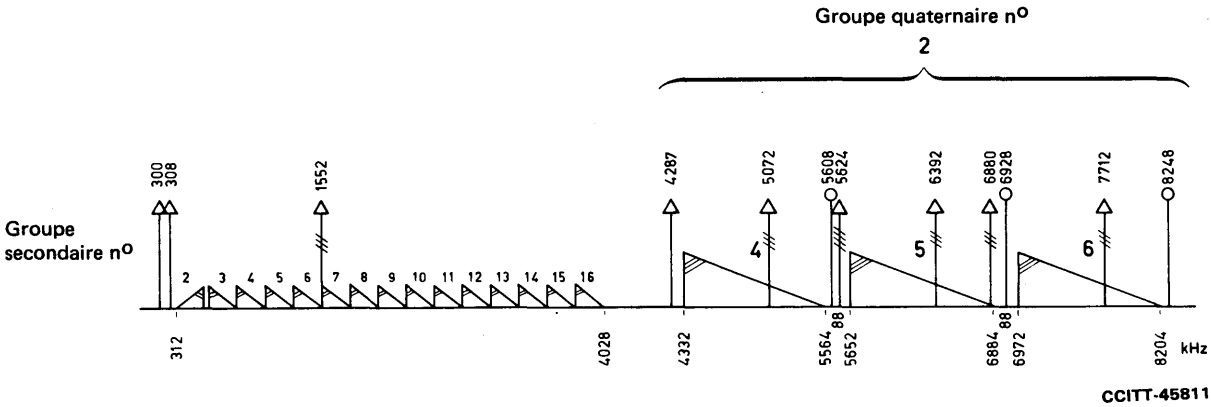


FIGURE 5/G.423

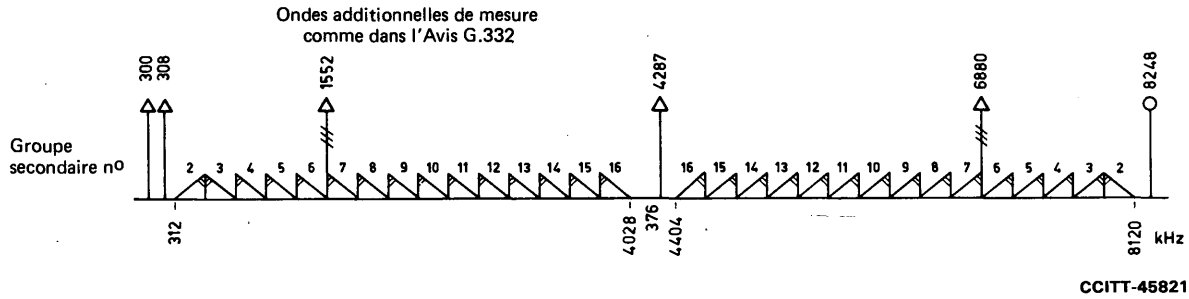


FIGURE 6/G.423

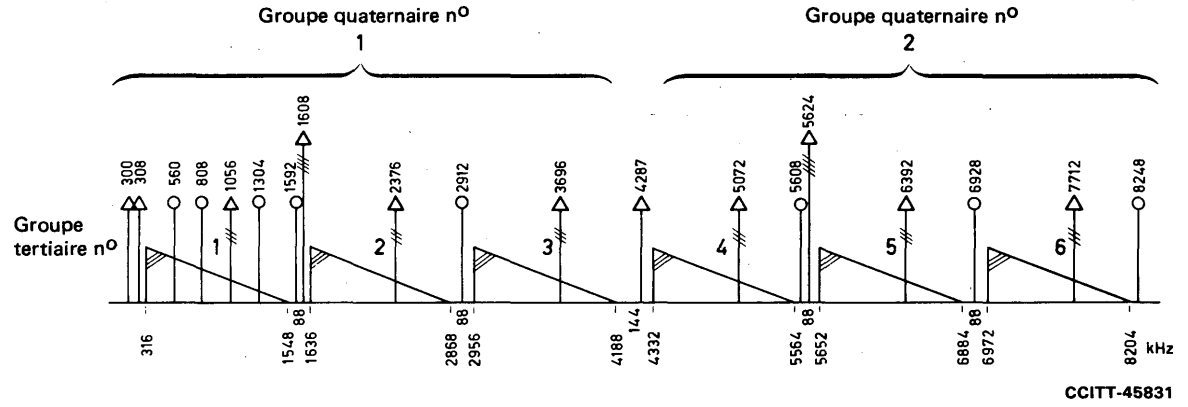


FIGURE 7/G.423

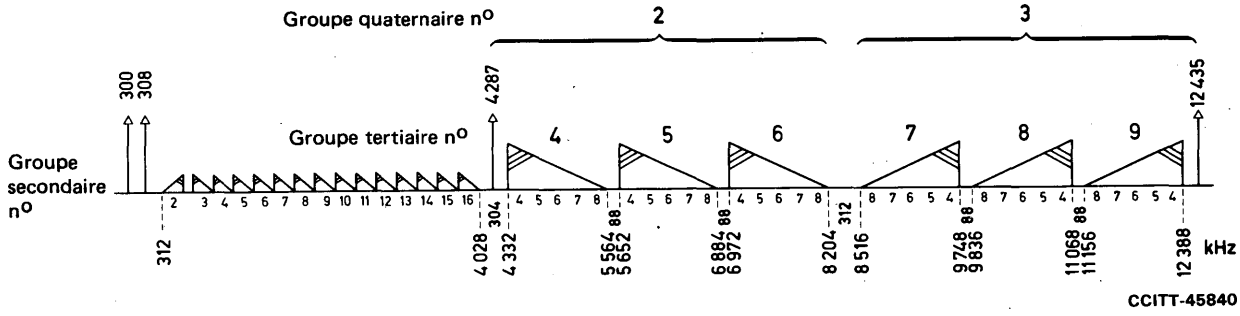
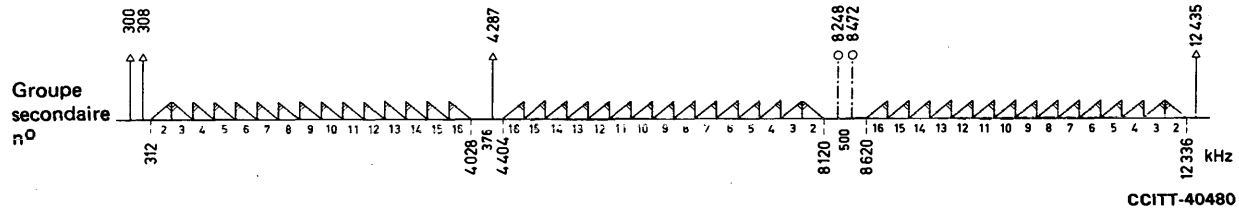


FIGURE 8/G.423



Remarque – Pour le détail des ondes pilotes et ondes additionnelles de mesure transmises à l'intérieur de la bande des fréquences occupées par les voies téléphoniques, voir l'Avis G.332.

FIGURE 9/G.423

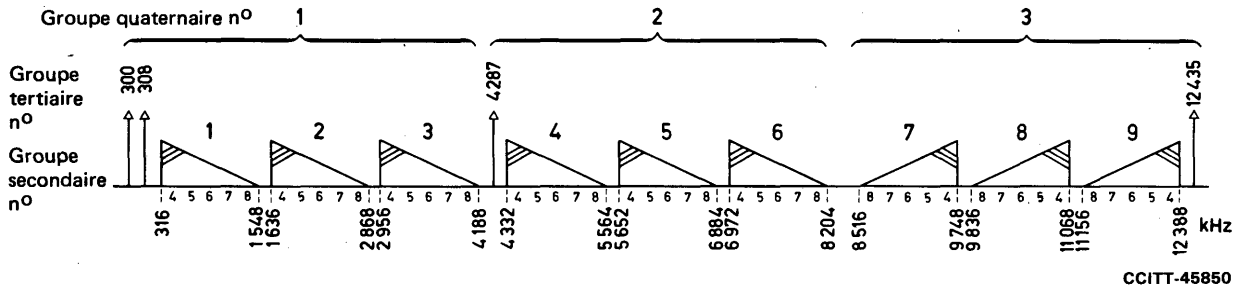


FIGURE 10/G.423

Références

[1] Avis du CCIR *Interconnexion aux fréquences de la bande de base des faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, Vol. IX, Avis 380-3, UIT, Genève, 1978.

[2] Avis du CCIR *Conditions relatives aux ondes pilotes de régulation de ligne et aux autres ondes pilotes, et à la limitation des résidus de signaux à l'extérieur de la bande de base, dans l'interconnexion des faisceaux hertziens et des systèmes sur fil pour la téléphonie*, Vol. IX, Avis 381-2, UIT, Genève, 1978.

[3] Avis du CCITT *Systèmes procurant 12 circuits téléphoniques à courants porteurs sur une paire symétrique en câble dits systèmes (12 + 12) utilisant des tubes à vide*, Livre orange, tome III-1, Avis G.327, UIT, Genève, 1977.

[4] Avis du CCIR *Interconnexion aux fréquences de la bande de base des faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, Vol. IX, Avis 380-3, § 3, UIT, Genève, 1978.

[5] Avis du CCITT *Mise en service d'un nouveau système international à courants porteurs*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.450, § 2.2 et 2.3.

[6] *Ibid.*, § 2.1.

[7] Avis du CCIR *Interconnexion aux fréquences de la bande de base des faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, Vol. IX, Avis 380-3, (note 7), UIT, Genève, 1978.

[8] Avis du CCITT *Reréglage à la valeur nominale d'une liaison internationale en groupe primaire, secondaire, etc.*, tome IV, fascicule IV.1, Avis M.530.

4.3 Circuits fictifs de référence

Avis G.431

CIRCUITS FICTIFS DE RÉFÉRENCE POUR LES FAISCEAUX HERTZIENS À MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE [1)]

(modifié à Genève, 1964)

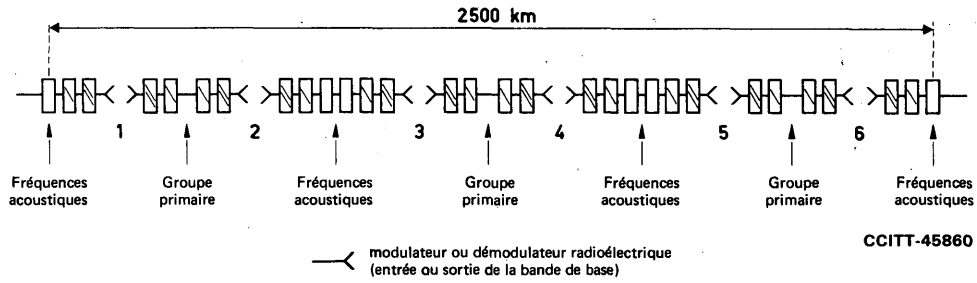
1 Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens de 12 à 60 voies téléphoniques (anciennement partie A)

Le circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence, ayant une capacité de 12 à 60 voies téléphoniques par canal radioélectrique, défini par l'Avis 391 du CCIR [1], a 2500 kilomètres de longueur.

Ce circuit comporte, pour chaque sens de transmission:

- trois couples d'équipements de modulation de voie;
- six couples d'équipements de modulation de groupe primaire;
- six couples d'équipements de modulation de groupe secondaire,

étant entendu que par l'expression «couple d'équipements de modulation», il faut entendre l'ensemble d'un modulateur et d'un démodulateur pour chaque sens de transmission (voir la figure 1/G.431).



Remarque – La signification des symboles graphiques utilisés dans cette figure est donnée au début du présent fascicule.

FIGURE 1/G.431
Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence, ayant une capacité de 12 à 60 voies téléphoniques par canal radioélectrique

Ce circuit comprend également, pour chaque sens de transmission, six couples de modulateurs et démodulateurs radioélectriques, divisant le circuit en six sections homogènes d'égale longueur (voir l'Avis G.322).

2 Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens à plus de 60 voies téléphoniques (anciennement partie B)

Le circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence, ayant une capacité de plus de 60 voies téléphoniques par canal radioélectrique, défini par l'Avis 392 du CCIR [2], a 2500 kilomètres de longueur.

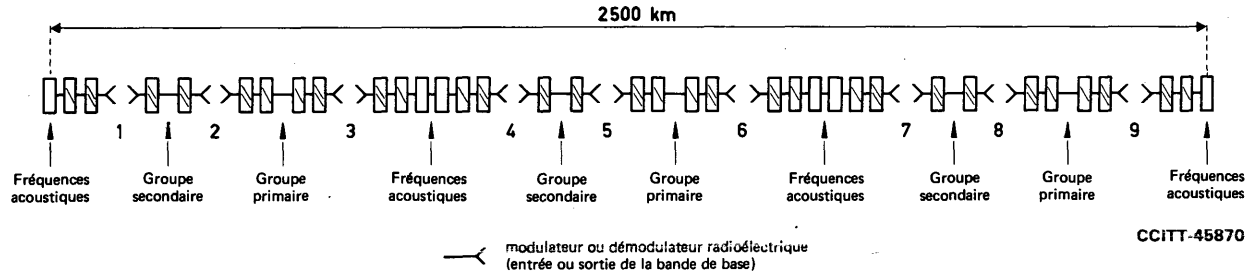
Ce circuit comporte, pour chaque sens de transmission:

- trois couples d'équipements de modulation de voie;
- six couples d'équipements de modulation de groupe primaire;
- neuf couples d'équipements de modulation de groupe secondaire,

étant entendu que par l'expression «couple d'équipements de modulation», il faut entendre l'ensemble d'un modulateur et d'un démodulateur pour chaque sens de transmission (voir la figure 2/G.431).

---

1) Cet Avis s'applique seulement aux faisceaux hertziens fonctionnant en visibilité directe ou proches de la visibilité directe.



Remarque – La signification des symboles graphiques utilisés dans cette figure est donnée au début du présent fascicule.

FIGURE 2/G.431

Circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens à multiplexage par répartition en fréquence, ayant une capacité de plus de 60 voies téléphoniques par canal radioélectrique

Ce circuit comprend également, pour chaque sens de transmission, neuf couples de modulateurs et démodulateurs radioélectriques, divisant le circuit fictif de référence en neuf sections homogènes d'égale longueur (voir l'Avis G.322).

Références

[1] Avis du CCIR *Circuit fictif de référence pour les faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence ayant une capacité de 12 à 60 voies téléphoniques*, Vol. IX, Avis 391, UIT, Genève, 1978.

[2] Avis du CCIR *Circuit fictif de référence pour les faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence ayant une capacité supérieure à 60 voies téléphoniques*, Vol. IX, Avis 392, UIT, Genève, 1978.

Avis G.433

CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE POUR FAISCEAUX HERTZIENS TRANSHORIZON AVEC MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE

(Genève, 1964)

(Voir l'Avis 396-1 du CCIR, Volume IX, UIT, Genève, 1978.)

Avis G.434

CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE POUR SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS PAR SATELLITE

(Genève, 1964)

(Voir l'Avis 352-3 du CCIR, Volume IV, UIT, Genève, 1978.)

4.4 Bruits de circuit

Avis G.441

BRUIT DE CIRCUIT ADMISSIBLE SUR LES FAISCEAUX HERTZIENS À MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE

1 Objectifs pour les projets de construction, en ce qui concerne les bruits sur les circuits fictifs de référence

Le CCIR, dans son Avis 393-3 [1)] [1], recommande:

«**1** que la puissance du bruit en un point de niveau relatif zéro, dans n'importe quelle voie téléphonique du circuit fictif de référence de 2500 km de longueur pour faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence, ne dépasse pas les valeurs ci-après, qui ont été choisies pour tenir compte des évanouissements:

1.1 7500 pW0p, puissance psophométrique [2)] moyenne, pendant une minute [3)], pendant plus de 20% d'un mois quelconque;

1.2 47 500 pW0p, puissance psophométrique [2)] moyenne, pendant une minute [3)], pendant plus de 0,1% d'un mois quelconque;

1.3 1 000 000 pW0, puissance non pondérée (avec un temps d'intégration de 5 ms) pendant plus de 0,01% d'un mois quelconque.»

Si l'on ajoute à ces valeurs la puissance psophométrique de 2500 pW0p admise pour les équipements de multiplexage (§ 3 de l'Avis G.222), on retrouve les objectifs recommandés au § 1.1 de l'Avis G.222 au point de vue de la transmission téléphonique et de la signalisation. L'Avis 393-3 du CCIR [1] indique les conditions d'application de ces objectifs aux faisceaux hertziens; ces conditions correspondent, d'une manière générale, à celles qui figurent au § 2 de l'Avis G.222 et dans l'Avis G.223.

Le CCIR n'a pas encore recommandé d'objectifs pour les bruits, au point de vue de la transmission de télégraphie harmonique. Le CCITT a émis, à ce sujet, l'Avis G.442.

2 Bruit dans les circuits réels

Voir l'Avis 395-2 du CCIR [4].

Références

[1] Avis du CCIR *Puissance de bruit admissible sur le circuit fictif de référence, pour les faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, Vol. IX, Avis 393-3, UIT, Genève, 1978.

[2] Avis du CCIR *Puissance de bruit admissible sur le circuit fictif de référence pour faisceaux hertziens transhorizon de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, Vol. IX, Avis 397-3, UIT, Genève, 1978.

[3] Rapport du CCIR *Sommation des distributions de bruit dans des circuits en cascade, en vue de la subdivision des objectifs de bruit*, Vol. IX, Rapport 604-1, UIT, Genève, 1978.

[4] Avis du CCIR *Bruit dans la partie radioélectrique de circuit à établir sur des liaisons réelles utilisant des faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence*, Vol. IX, Avis 395-2, UIT, Genève, 1978.

---

1) Cet Avis concerne seulement les faisceaux hertziens en visibilité directe. Le cas des faisceaux hertziens transhorizon est traité dans l'Avis 397-3 [2].

2) Le niveau de puissance d'un bruit à spectre uniforme dans une bande de 3,1 kHz doit être diminué de 2,5 dB pour obtenir le niveau de puissance psophométrique.

3) La puissance moyenne pendant une minute a été choisie par la Commission d'études XII du CCITT qui est chargée de toutes les études concernant la qualité téléphonique (voir l'Avis G.222). D'autre part, en 1977, la Commission d'études XII du CCITT a suggéré au CCIR d'ajouter, en plus des clauses des § 1.1 et 1.2, une clause intermédiaire mentionnant 17 500 pW0p (c'est-à-dire 20 000 pW0p en incluant 2500 pW0p pour l'équipement multiplex) et 3% d'un mois quelconque. Cependant, la subdivision de l'objectif de cette clause entre les diverses sections homogènes d'un circuit fictif de référence soulève des problèmes qui n'ont pas encore été résolus (voir le Rapport 604-1 [3]), et, en outre, certaines Administrations considèrent que cette clause est inutile car elle est automatiquement tenue si les clauses des § 1.1 et 1.2 sont tenues. Les Administrations sont donc priées d'étudier, pendant la prochaine période d'études, l'opportunité d'une telle clause.

OBJECTIFS DE BRUIT POUR LES PROJETS DE CONSTRUCTION DES FAISCEAUX HERTZIENS À L'EXTRÉMITÉ D'UN CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE, AU POINT DE VUE DE LA TRANSMISSION TÉLÉGRAPHIQUE

(modifié à Genève, 1964)

Comme il est indiqué dans l'Avis G.222, s'il est prévu d'utiliser sur des faisceaux hertziens des équipements de télégraphie harmonique pour 50 bauds à modulation d'amplitude conformes aux Avis de la série R, en vue d'obtenir des communications télégraphiques de la qualité indiquée dans l'Avis F.10 [1], on devrait adopter dans les projets de construction de ces faisceaux hertziens, en plus des objectifs recommandés pour la transmission téléphonique et la signalisation, les objectifs rappelés ci-après:

Sur toute voie téléphonique ayant la constitution du circuit fictif de référence pour le type de faisceau hertzien considéré, la puissance non pondérée du bruit, mesurée ou calculée avec une durée d'intégration (ou constante de temps) de 5 ms et rapportée au point de niveau relatif zéro, ne devrait pas dépasser 10^6 pW0 pendant plus de 10^{-5} (soit 0,001%) d'un mois quelconque, ni pendant plus de 0,1% d'une heure quelconque.

Pour les projets de faisceaux hertziens en visibilité directe, à condition que les courtes pointes de bruit de niveau élevé dues à des causes autres que la propagation aient été réduites à des proportions négligeables et en supposant que la structure fine du bruit est assimilable à celle d'un bruit blanc, on estime que l'objectif au cours d'un mois quelconque est pratiquement équivalent à l'objectif suivant:

La puissance de bruit non pondérée de 2×10^5 pW0, calculée sur une voie téléphonique au point de niveau relatif zéro à partir des mesures réalisées avec une durée d'intégration (ou constante de temps) de 1 seconde, ne devra pas être dépassée pendant plus de 10^{-4} (soit 0,01%) d'un mois quelconque.

En ce qui concerne l'objectif à respecter au cours d'une heure quelconque, il peut arriver que, sur certains faisceaux hertziens, des conditions de propagation imprévisibles et exceptionnelles empêchent d'atteindre cet objectif pendant certaines heures particulièrement défavorables. Ces heures, dites «heures d'interruption pour le trafic télégraphique», seront caractérisées par un dépassement du niveau de bruit de 10^6 pW0 pendant plus de 36 secondes.

On devrait faire tous les efforts possibles pour réduire le nombre de telles heures à une très petite fraction du temps total. Comme d'ailleurs, d'après l'objectif recommandé au point de vue de la signalisation téléphonique, la puissance non pondérée du bruit sur 5 ms ne doit pas dépasser 10^6 pW0 pendant plus de 10^{-4} (soit 0,01%) d'un mois quelconque, il ne devrait jamais y avoir plus de sept «heures d'interruption pour le trafic télégraphique» au cours d'un mois.

On peut alors s'attendre que le service télégraphique soit satisfaisant. Toutefois, pour atteindre ce but, il sera peut-être nécessaire, dans certains cas, de choisir les voies affectées à la télégraphie harmonique à modulation d'amplitude à 50 bauds parmi les voies les moins sensibles au bruit dû à la propagation.

Remarque 1 – Il est recommandable d'utiliser un appareil de mesure ayant une durée d'intégration (ou constante de temps) de 5 ms, en particulier afin de déceler la présence de courtes pointes de bruit ayant un niveau élevé, telles que celles qui sont produites par les dispositifs d'alimentation en énergie électrique et par les équipements. Les Administrations devraient prendre toutes les mesures applicables en pratique pour éliminer de tels bruits.

On prévoit que sur la plupart des faisceaux hertziens en visibilité directe (sinon sur tous), il sera possible de réduire à des proportions négligeables ces courtes pointes de bruit et que, pour la plupart des faisceaux hertziens, les courtes pointes de bruit de niveau élevé qui subsisteront seront dues à la propagation radioélectrique. Les crêtes de bruit dont la puissance moyenne dépasse environ 10^5 pW0 auront alors une durée d'environ 1 à 10 secondes et un niveau à peu près constant pendant cette durée. Dans ces conditions, on pourra utiliser, pour les mesures concernant la propagation et les mesures préliminaires aux projets de faisceaux hertziens, des appareils ayant une durée d'intégration (ou constante de temps) de 1 seconde.

Remarque 2 – La fraction de 10^{-5} d'un mois pour un circuit de 2500 km conduit à des fractions du temps pratiquement inapplicables pour des circuits plus courts (par exemple 10^{-6} pour un circuit de 250 km). C'est la raison pour laquelle l'objectif pratique se réfère à une fraction plus élevée du temps (10^{-4} pour 2500 km) combinée avec une réduction de la puissance (2×10^5 pW0), cette dernière étant mesurée avec une durée d'intégration (ou constante de temps) de 1 seconde.

Référence

[1] Avis du CCITT *Objectifs de taux d'erreur sur les caractères pour les communications télégraphiques exploitées par appareils arythmiques à cinq moments*, tome II, fascicule II.4, Avis F.10.

Avis G.444 [1]

PUISSANCE DE BRUIT ADMISSIBLE SUR LE CIRCUIT FICTIF DE RÉFÉRENCE POUR FAISCEAUX HERTZIENS TRANSHORIZON AVEC MULTIPLEXAGE PAR RÉPARTITION EN FRÉQUENCE

(Genève, 1964)

(Voir l'Avis 397-3 du CCIR, Volume IX, UIT, Genève, 1978.)

Avis G.445

OBJECTIFS DE BRUIT POUR LES PROJETS DE CONSTRUCTION DES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION PAR SATELLITE

(Genève, 1964)

(Voir l'Avis 353-3 du CCIR, Volume IV, UIT, Genève, 1978.)

4.5 Circuits radiotéléphoniques

Avis G.451

LIAISONS RADIOTÉLÉPHONIQUES DANS LES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX [2]

Le CCITT,

considérant

(a) que les systèmes radiotéléphoniques reliant actuellement les divers pays emploient souvent des fréquences porteuses inférieures à 30 MHz environ [3];

(b) que l'insertion d'une telle liaison radioélectrique dans un circuit téléphonique à grande distance implique certaines conditions spéciales créant des difficultés particulières que l'on ne rencontre pas lorsque l'on emploie exclusivement des circuits métalliques;

(c) qu'une telle liaison radiotéléphonique diffère d'un circuit métallique par les points suivants:

1) une liaison radiotéléphonique de cette nature est sujette à des variations d'affaiblissement et aux difficultés particulières de l'évanouissement des signaux;

2) une liaison radiotéléphonique de cette nature est affectée par les bruits causés par les parasites atmosphériques, dont l'intensité peut atteindre ou même dépasser une valeur comparable à celle du signal que l'on désire recevoir;

3) des précautions spéciales sont nécessaires dans l'établissement et la maintenance d'une telle liaison, afin d'éviter au récepteur radioélectrique les perturbations causées par tout émetteur radioélectrique, et spécialement par celui qui fait partie de la liaison radioélectrique considérée;

---

1) L'Avis G.443 a été supprimé, comme l'Avis 394 du CCIR.

2) Avis 335-2 du CCIR [1].

3) Chaque fois qu'il est fait mention, dans le texte qui suit, de la limite de 30 MHz, on doit comprendre «30 MHz environ».

4) afin de maintenir la liaison radiotéléphonique dans les meilleures conditions, du point de vue de la qualité de la transmission, il est nécessaire de prendre des mesures particulières pour s'assurer que l'émetteur radioélectrique fonctionne autant que possible toujours à pleine charge, quels que soient la nature et l'affaiblissement du système téléphonique connecté à la liaison radiotéléphonique;

5) il est nécessaire de prendre des mesures pour éviter ou corriger les conditions anormales d'amorçage d'oscillations ou de diaphonie;

6) bien que la bande des fréquences effectivement transmises qui a été recommandée pour les circuits internationaux terrestres ait été déterminée d'après l'étude des besoins de l'oreille humaine, cette bande (dans le cas d'une liaison radiotéléphonique travaillant sur des fréquences inférieures à 30 MHz) peut être limitée par la nécessité de placer le maximum de voies téléphoniques dans cette partie du spectre radioélectrique et de ne pas occuper, par voie téléphonique, une bande de fréquences radioélectriques plus large qu'il n'est nécessaire;

7) une telle liaison radiotéléphonique est, en général, une liaison internationale à grande distance, assurant un service téléphonique entre deux réseaux étendus, et ce fait présente une grande importance à deux points de vue:

   i) d'une part, les conversations internationales ont, en général, beaucoup d'importance pour les usagers et, d'autre part, elles sont échangées dans des langues qui ne sont pas toujours la langue maternelle des correspondants, de sorte qu'une bonne qualité de l'audition est particulièrement importante;

   ii) il ne convient pas de priver le public d'un service très utile sous le prétexte qu'il n'offre pas toujours la qualité désirable pour les communications à grande distance,

émet, à l'unanimité, l'avis

1 Liaisons employant des fréquences supérieures à 30 MHz

qu'on doit, chaque fois qu'il est possible, et afin de rendre moins difficile le problème de l'assignation des fréquences radioélectriques, réaliser les communications téléphoniques entre points fixes par lignes métalliques ou faisceaux hertziens employant des fréquences supérieures à 30 MHz; lorsque ceci peut être effectué, l'objectif doit être d'atteindre les qualités de transmission recommandées par le CCITT pour les circuits métalliques internationaux de téléphonie;

2 Liaisons employant des fréquences inférieures à 30 MHz

2.1 que, étant donné la nécessité d'économiser le spectre des fréquences lorsqu'il s'agit de liaisons internationales constituées principalement par une liaison radioélectrique unique à grande portée travaillant sur des fréquences inférieures à 30 MHz, il convient d'employer le plus possible les systèmes à bande latérale unique, d'employer une bande de fréquences moindre que la bande de 300 à 3400 Hz recommandée par le CCITT pour les circuits terrestres et, de préférence, d'abaisser la fréquence supérieure de la bande de fréquences vocales à 3000 Hz ou moins, mais pas au-dessous de 2600 Hz, sauf dans des cas spéciaux;

2.2 que, malgré la nécessité de tolérer de grandes variations du niveau des bruits sur une telle liaison radiotéléphonique, tous les efforts possibles soient faits pour que la liaison soit affectée au minimum par les bruits et les évanouissements, en employant des moyens techniques tels que la modulation complète de l'émetteur, les antennes directives, la transmission à bande latérale unique;

2.3 que, pendant les périodes où une telle liaison radiotéléphonique est prolongée par un circuit muni de suppresseurs d'écho (dispositif de commutation commandé par la voix), on devra s'assurer que l'intensité des courants perturbateurs n'a pas une valeur suffisante pour que les suppresseurs d'écho soient fréquemment actionnés;

2.4 qu'une telle liaison radiotéléphonique soit munie d'un suppresseur d'écho afin d'éviter un amorçage d'oscillations ou des échos perturbateurs sur l'ensemble du circuit ou, de préférence, d'équipements terminaux fonctionnant selon les principes d'un affaiblissement de transmission global constant dont fait état l'Avis 455-1 du CCIR [2];

2.5 qu'une telle liaison radiotéléphonique soit munie d'appareils de réglage automatique de gain afin de compenser automatiquement, autant que possible, les phénomènes d'évanouissements;

2.6 que les appareillages terminaux d'une telle liaison radiotéléphonique soient tels qu'elle puisse être connectée, comme un circuit quelconque, avec tout autre type de circuit;

2.7 que, dans les cas où l'on emploie un dispositif de secret des conversations, ce dispositif n'affecte pas sensiblement la qualité de la transmission téléphonique;

2.8 que, lorsqu'il n'existe pas de dispositifs automatiques appropriés, un opérateur agisse aussi souvent qu'il est nécessaire sur les commandes de façon à assurer le meilleur réglage de la charge de l'émetteur, du niveau à la sortie du récepteur et des conditions de fonctionnement des suppresseurs d'écho.

Remarque – Bien que les directives énoncées dans le § 2 soient beaucoup moins sévères que celles imposées aux circuits internationaux terrestres sur fil, l'objectif reste de pouvoir atteindre les mêmes normes de transmission téléphonique dans tous les cas. Pour cette raison, il est souhaitable que les systèmes téléphoniques connectés à une liaison radiotéléphonique soient conformes aux Avis du CCITT relatifs aux conditions générales auxquelles doivent satisfaire les circuits internationaux employés pour la téléphonie terrestre sur fil, notamment en ce qui concerne l'équivalent, les distorsions, les bruits, les échos et les phénomènes transitoires.

Compte tenu des § 1 et 2, il est souhaitable que, dans chaque cas particulier, les Administrations intéressées se mettent d'accord, tout d'abord, pour savoir jusqu'à quel point on peut satisfaire, dans le cas considéré, aux normes généralement employées pour les lignes internationales terrestres sur fil. Si la technique recommandée dans le § 1 peut être appliquée, l'objectif doit être de réaliser, autant que possible, les caractéristiques recommandées par le CCITT pour les circuits téléphoniques internationaux terrestres sur fil. Dans les cas où cela n'est pas possible, les Administrations intéressées doivent étudier la meilleure solution, en se plaçant à la fois au point de vue technique et au point de vue économique.

Références

[1] Avis du CCIR *Liaisons radiotéléphoniques dans les circuits téléphoniques internationaux*, Vol. III, Avis 335-2, UIT, Genève, 1978.

[2] Avis du CCIR *Système de transmission amélioré pour circuits radiotéléphoniques sur ondes décamétriques*, Vol. III, Avis 455-1, UIT, Genève, 1978.

Avis G.453 [1]

SYSTÈME DE TRANSMISSION AMÉLIORÉ POUR CIRCUITS RADIOTÉLÉPHONIQUES SUR ONDES DÉCAMÉTRIQUES

(Voir l'Avis 455-1 et le Rapport 354-3 du CCIR intitulé: «Système de transmission amélioré pour les circuits radiotéléphoniques à ondes décamétriques»; Volume III, UIT, Genève, 1978.)

4.6 Dispositifs associés aux circuits radiotéléphoniques

Avis G.464 [2]

PRINCIPES DES DISPOSITIFS EMPLOYÉS POUR ASSURER LE SECRET DES CONVERSATIONS RADIOTÉLÉPHONIQUES

(Voir l'Avis 336-2 du CCIR, Volume III, UIT, Genève 1978.)

---

[1] L'Avis G.452 a été supprimé.

[2] Les Avis G.461, G.462 et G.463 ont été supprimés.

4.7 Liaisons avec des stations mobiles

Avis G.471

CONDITIONS REQUISES POUR LA CONNEXION DES STATIONS RADIOTÉLÉPHONIQUES MOBILES AVEC LES LIGNES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONALES

(Voir l'Avis 77-3 du CCIR, Volume VIII, UIT, Genève 1978.)

Avis G.473 [1]

INTERCONNEXION D'UN SYSTÈME MOBILE MARITIME À SATELLITES AVEC LE SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL À COMMUTATION AUTOMATIQUE; CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA TRANSMISSION

(Genève, 1980)

1 Objet

Dans une communication internationale comprenant une station du service mobile maritime, on peut considérer que le système maritime à satellites est analogue, du point de vue de la transmission, à un réseau national et que les terminaux installés sur les navires équivalent à peu près aux équipements terminaux des abonnés de ce réseau.

Quand une unité mobile d'un service maritime par satellite est connectée à un abonné du réseau téléphonique international à commutation automatique, la communication établie doit assurer autant que possible aux interlocuteurs une qualité de transmission au moins égale à celle qui est spécifiée pour une communication internationale entre deux abonnés du réseau téléphonique terrestre (voir, par exemple, l'Avis G.111 [1]).

Le présent Avis a pour objet de spécifier les caractéristiques de transmission qu'il convient de spécifier pour le système maritime à satellites afin d'atteindre l'objectif précité.

Si les caractéristiques recommandées ne sont pas obtenues, la qualité de transmission offerte n'est peut-être pas satisfaisante compte tenu de l'importance, de la valeur et du coût du service.

2 Définitions (voir la figure 1/G.473)

Les termes suivants sont nécessaires pour décrire la qualité de transmission du système mobile maritime à satellites: (dans l'hypothèse d'une commutation spatiale des signaux analogiques au centre maritime et au terminal maritime. Toutefois, il se peut que des équipements de commutation et de transmission numériques remplacent les équipements analogiques correspondants. Ce remplacement aurait logiquement lieu dans le texte du présent document, là où figure actuellement le mot analogique).

2.1 **système mobile maritime à satellites (système maritime)**

E: maritime mobile satellite system (maritime system)

S: sistema móvil marítimo por satélite (sistema marítimo)

Ensemble de la communication établie temporairement entre un appareil téléphonique d'un *terminal maritime* et les extrémités virtuelles analogiques à quatre fils d'un centre de commutation international. Cette communication comprend un *circuit terrestre*, un *circuit maritime par satellite* et un *système local maritime.*

---

[1] L'Avis G.472 a été supprimé.

2.2 **circuit terrestre du système maritime**

E: maritime terrestrial circuit

S: circuito marítimo terrenal

Circuit à quatre fils établi sur un support de transmission entièrement terrestre, entre un commutateur à quatre fils d'un centre international et une interface analogique à quatre fils d'un *centre maritime.* Dans certains cas, un tel circuit traverse une frontière nationale et il n'est donc pas considéré, dans le cadre du présent Avis, comme un circuit national.

2.3 **circuit maritime par satellite**

E: maritime satellite circuit

S: circuito marítimo por satélite

Circuit à quatre fils établi, par l'intermédiaire d'un répéteur d'un satellite, entre une interface analogique d'un centre maritime et une interface analogique à quatre fils ou à deux fils (qui peut être un équipement de commutation) d'un *terminal maritime.*

2.4 **système local maritime**

E: maritime local system

S: sistema marítimo local

Tous les équipements existant entre l'interface analogique à quatre fils ou à deux fils (qui peut être un équipement de commutation) d'un terminal maritime, et un appareil téléphonique à deux fils ou à quatre fils situés dans les limites de la zone desservie par cet équipement terminal. Un centre local maritime peut comprendre un équipement de commutation analogique à quatre fils ou à deux fils.

2.5 **centre maritime (station terrienne côtière)** [2]

E: maritime centre (shore station)

S: centro marítimo (estación terrena costera)

Station terrienne par satellite qui utilise une interface analogique à quatre fils pour assurer la connexion avec un circuit terrestre du système maritime.

Remarque – S'agissant de certaines fonctions autres que les fonctions de transmission, un centre maritime peut être considéré comme un CT. Pour les besoins du présent Avis, un centre maritime n'est pas considéré comme un CT mais comme un point intermédiaire dans un système maritime.

2.6 **terminal maritime** [3]

E: maritime terminal

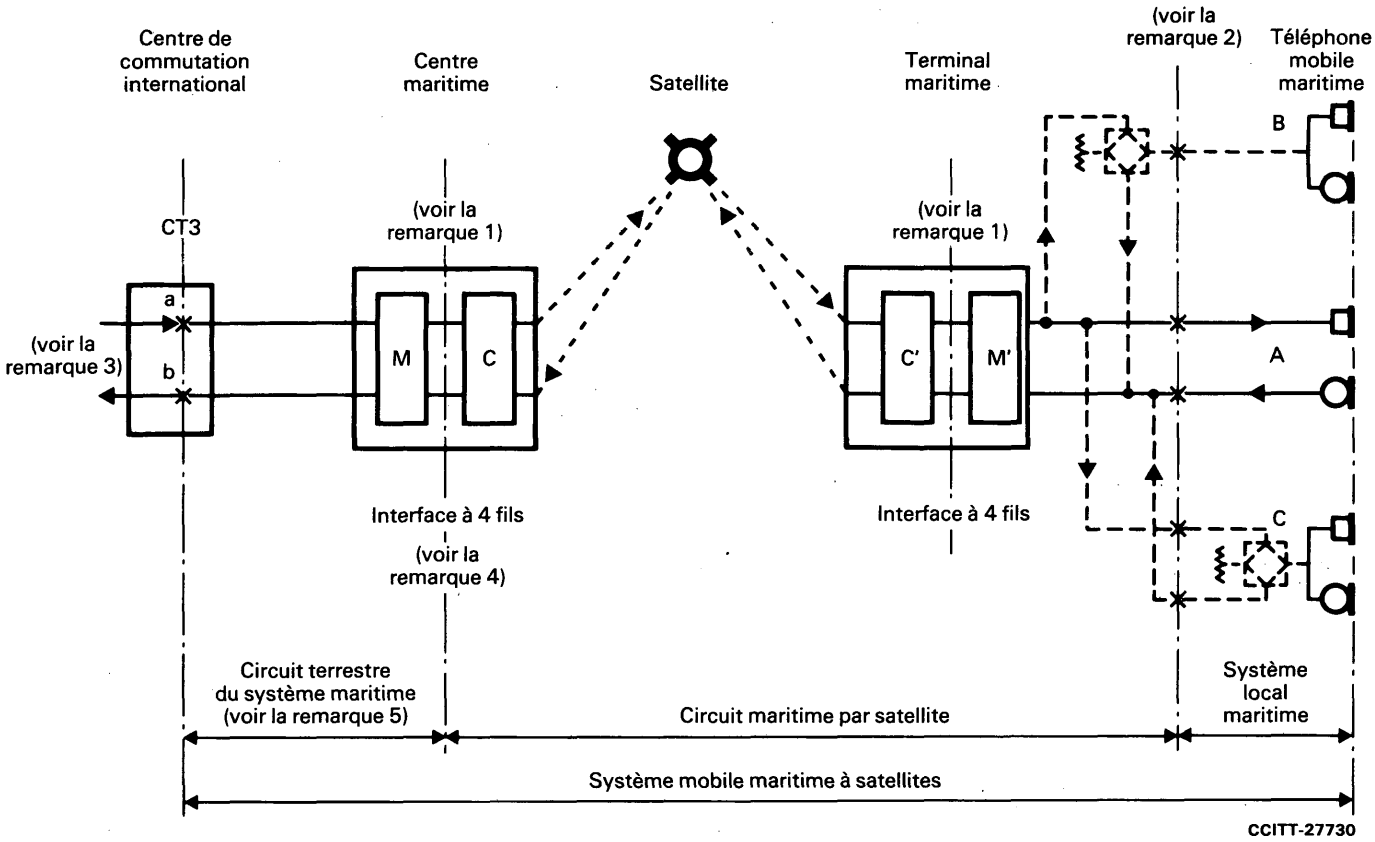
S: terminal marítimo

Station terminale (d'un système mobile maritime à satellites) qui assure au moyen d'une interface analogique à quatre fils la connexion avec un système local maritime.

---

[2] Ce terme, utilisé pour les besoins du présent Avis, correspond au terme *«station terrienne côtière»* défini dans le Règlement des radiocommunications (article 1, numéro 71) [18]).

[3] Ce terme, utilisé pour les besoins du présent Avis, correspond au terme *«station terrienne de navire»* défini dans le Règlement des radiocommunications (article 1, numéro 73) [19]).



Remarque 1 – M et M' sont les divers équipements téléphoniques nécessaires pour le circuit maritime par satellite (par exemple, dispositifs de signalisation, suppresseurs d'écho, etc.). C et C' sont les équipements d'émission et de réception de voies; ils peuvent inclure les commutateurs activés par la voix, les compresseurs-extenseurs et les autres dispositifs de traitement de la voix.

Remarque 2 – Cette interface représente le point où différents systèmes locaux maritimes peuvent être commutés sur le circuit maritime par satellite. Au terminal maritime, les systèmes locaux sont représentés par:

A. des appareils téléphoniques à quatre fils commutés en quatre fils
B. des appareils téléphoniques à deux fils commutés en deux fils
C. des appareils téléphoniques à deux fils commutés en quatre fils.

Dans le type B, le termineur quatre fils/deux fils fait partie du circuit maritime par satellite; dans le type C, il fait partie du système local maritime. A un terminal maritime donné, il peut exister des systèmes locaux de plusieurs types.

Remarque 3 – Les points A et B sont les extrémités virtuelles analogiques du système international [14].

Remarque 4 – Cette interface peut avoir une fonction de commutation; au point de vue de la signalisation et de la commutation, le centre maritime peut assurer certaines fonctions d'un centre de transit (voir l'Avis Q.13 [15]). Il convient donc de désigner les segments terrestres et par satellite comme des «circuits» interconnectés à ce point.

Remarque 5 – Peut avoir une longueur égale à zéro dans certains pays.

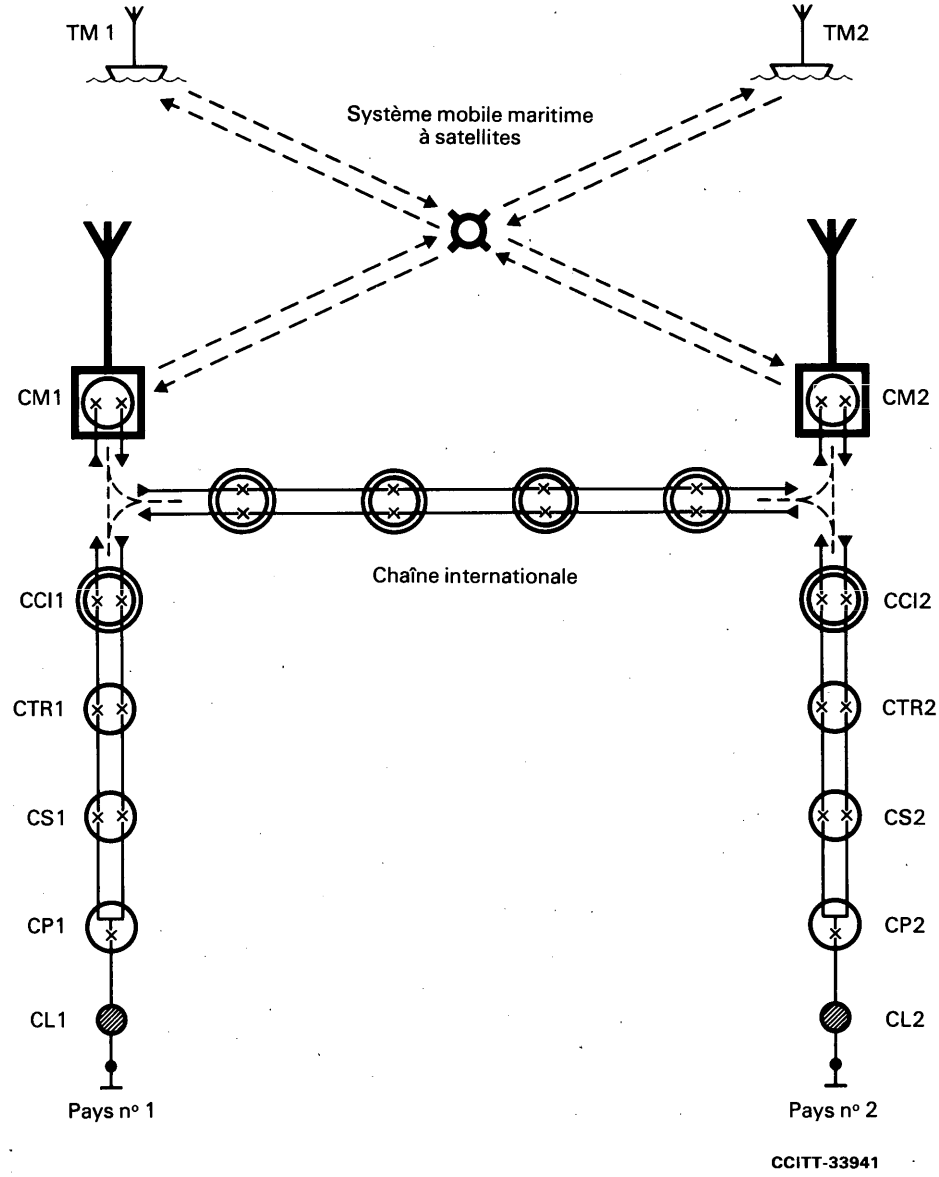
FIGURE 1/G.473
Structure du système mobile maritime à satellites

3 Connexions avec le réseau terrestre

La figure 2/G.473 montre une communication téléphonique établie entre un terminal maritime TM1 ou TM2 et un abonné du réseau terrestre relié au central local CL1 du pays n° 1 ou un abonné relié au central local CL2 du pays n° 2.

Par exemple, une communication entre TM1 et CL2 peut être acheminée par l'intermédiaire du centre maritime CM1 de la chaîne internationale et de la chaîne nationale du pays n° 2, ou par l'intermédiaire de CM2 et de la chaîne nationale du pays n° 2. La figure montre que d'autres communications dans lesquelles interviennent TM1, TM2, CL1 et CL2 peuvent également être établies.

L'essentiel est de noter qu'une communication faisant intervenir un TM et un CL peut être soumise aux limites de transmission d'une chaîne internationale; en conséquence, la qualité de transmission du système maritime doit être au moins égale à la qualité limite spécifiée pour un système national, afin que la qualité de transmission des communications établies entre un terminal maritime et un abonné du réseau terrestre soit au moins égale à celle qui est spécifiée pour une communication internationale entre deux abonnés du réseau terrestre.



Remarque 1 – Cinq circuits nationaux et quatre circuits internationaux présentés comme l'acheminement maximal conformément aux informations d'acheminement du trafic contenues dans l'Avis G.101 [16].

Remarque 2 – TM1 et TM2 sont des terminaux maritimes, qui peuvent être des navires, des plates-formes de forage pétrolier ou des phares. CM1 et CM2 sont des centres maritimes situés respectivement dans les pays nº 1 et nº 2; ils peuvent avoir des fonctions de centre de transit. CCI1 et CCI2 sont des centres de commutation internationaux (par exemple CT3).

Remarque 3 – Il peut se produire, à titre exceptionnel, des acheminements par voie détournée permettant d'établir une connexion directe entre le système national et le CM (c'est-à-dire pas par le CCI comme indiqué).

FIGURE 2/G.473
Dispositions des communications vers le réseau terrestre

4 Le système maritime à satellites

4.1 *Equivalents de référence corrigés*

Comme il incombe entièrement au concepteur d'un système maritime quelconque de fixer des limites pour les équivalents de référence sans imposer de pénalisation économique excessive, il convient d'appliquer les objectifs à long terme spécifiés dans l'Avis G.121 [2].

Par conséquent, les valeurs de planification des équivalents de référence corrigés d'un système maritime doivent être comprises entre

11,5 et 13 dB à l'émission et

2,5 et 4,0 dB à la réception.

Ces valeurs se rapportent aux extrémités virtuelles analogiques des circuits internationaux auxquels le système maritime peut être directement connecté. (Voir les figures 1/G.473 et 2/G.473, qui donnent une description graphique de la structure du système maritime, ainsi que la figure 3/G.473.)

4.2 *Affaiblissement sur le trajet a-b*

Entre les points a et b de la figure 1/G.473, l'affaiblissement ne doit pas être inférieur à 12 dB dans la bande comprise entre 0 et 4 kHz quel que soit celui des trois types de système local maritime qui est utilisé et quel que soit l'état des circuits pendant l'établissement, l'occupation et la libération du système (réseau) maritime. Les dispositifs éventuels de limitation des échos doivent être neutralisés pendant les contrôles relatifs à cette clause. Cette condition permet également de réduire les effets de l'écho pour la personne qui écoute sur la transmission de données en duplex quand les suppresseurs d'écho sont neutralisés.

5 Le système local maritime

5.1 *Equivalents de référence corrigés*

5.1.1 Les équivalents de référence du système local maritime dépendent du type de commutation utilisé à l'équipement terminal maritime et du type d'appareil téléphonique. Ils se rapportent au commutateur et doivent être compris dans les limites suivantes:

TABLEAU 1/G.473

Type	Commutation	Appareil téléphonique	Limites (dB)	
			A l'émission	A la réception
A	4 fils	4 fils	de 9,5 à 11,0	de 0,5 à 2,0
B	2 fils	2 fils	de 6,0 à 7,5	de – 1,0 à – 3,0
C	4 fils	2 fils	de 9,5 à 11,0 [a]	de 0,5 à 2,0 [a]

[a] Y compris l'affaiblissement du termineur quatre fils/deux fils. Ces limites sont de 6,0 à 7,5 dB à l'émission et de –1 à –3 dB à la réception si elles se rapportent au point d'accès à 2 fils d'un termineur quatre fils/deux fils donnant lieu à un affaiblissement de 3,5 dB. Voir la figure 3/G.473 qui donne une description graphique.

5.1.2 Avec les systèmes locaux des types B et C, l'équivalent de référence de l'effet local des équipements de bord doit être supérieur à 17 dB quand les trajets à quatre fils sont correctement terminés et qu'il n'existe pas de trajets aller et retour. Il peut être nécessaire, pour atteindre cet objectif, d'accorder une attention particulière aux impédances concernées, par exemple, en ce qui concerne le réseau équilibreur de l'appareil téléphonique.

Un objectif identique s'applique au système local du type A, mais il est probablement plus facile à atteindre.

5.2 *Diaphonie entre les deux sens de transmission* (système local de type A seulement)

Quand une installation du type A n'est pas équipée d'un suppresseur d'écho, l'écart diaphonique linéaire entre les deux sens de transmission, mesuré à une fréquence quelconque comprise entre 300 et 3400 Hz à partir des points de commutation à quatre fils de la station de navire vers un appareil téléphonique décroché, doit être supérieur à 55 dB. Cette mesure inclut les effets de l'affaiblissement diaphonique électrique (par exemple entre paires en câble) et du trajet acoustique entre l'écouteur et l'embouchure du combiné téléphonique.

Quand une installation du type A est munie d'un suppresseur d'écho, l'écart diaphonique entre les deux sens de transmission du système local peut être inférieur à celui que spécifie l'Avis G.131 [3] (43 dB), selon les besoins des services autres que téléphoniques.

6 Le circuit maritime par satellite et le circuit terrestre du système maritime (figure 1/G.473)

6.1 *Portée*

Les conditions spécifiées dans le présent § 6 s'appliquent à la totalité du trajet à quatre fils établi entre les extrémités virtuelles analogiques et les points de commutation du terminal maritime international. Il incombe aux organismes chargés d'assurer la connexion du système maritime à satellites au réseau téléphonique international de spécifier les dégradations admissibles sur les sections du circuit concernées.

6.2 *Affaiblissement de transmission*

Les valeurs de planification pour l'affaiblissement de transmission dans chaque sens sont indiquées dans le tableau 2/G.473.

TABLEAU 2/G.473

Type de commutation dans le système maritime local	Circuit terrestre du système maritime (en supposant un commutateur au centre maritime)	Circuit maritime à satellite
4 fils 2 fils	0 dB 0 dB	2,0 dB 5,5 dB

Remarque 1 – Lorsqu'il n'y a pas de commutateur au centre maritime, les affaiblissements indiqués dans le tableau ne sont pas applicables. Les valeurs figurant dans la troisième colonne s'appliquent alors à l'affaiblissement total dans chaque sens (entre le commutateur au terminal maritime et les extrémités virtuelles analogiques).

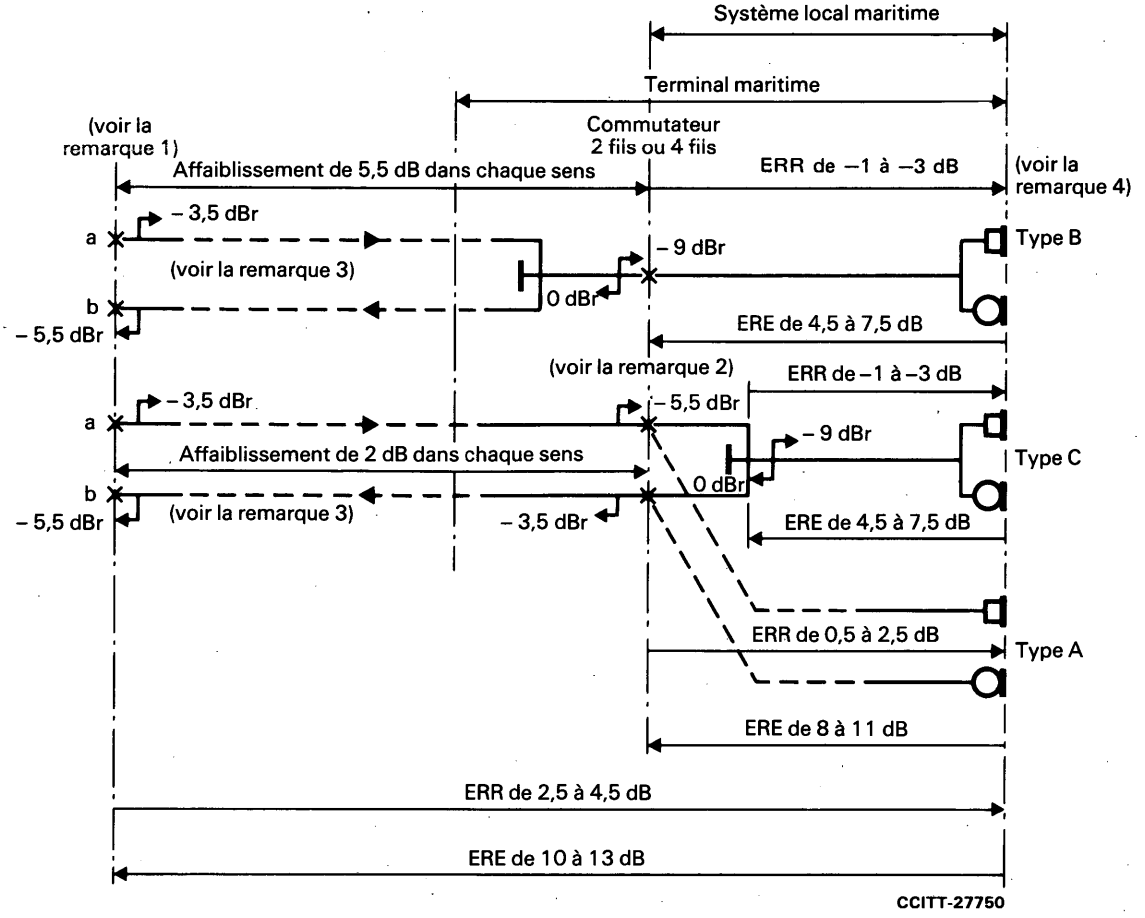
Remarque 2 – Ces valeurs peuvent être accrues de 0,5 dB quand, sur un circuit terrestre du système maritime, le temps de propagation et la variation de l'affaiblissement en fonction du temps ou de la fréquence sont significatifs.

Si des dispositifs dépendant des signaux (par exemple des compresseurs-extenseurs) sont inclus dans le circuit maritime par satellite, la tonalité d'essai de 800 Hz qui sert à mesurer l'affaiblissement doit être réglée sur le niveau inchangé [4] de ces dispositifs. (Ce niveau est normalement 0 dBm0, mais certains types d'équipements peuvent être réglés sur d'autres niveaux.)

La figure 3/G.473 donne une représentation graphique de ces affaiblissements et les niveaux relatifs correspondants.

6.3 *Largeur de bande effectivement transmise*

On choisira de préférence la bande de fréquences nominale de 300 à 3400 Hz, de manière à assurer une qualité de la parole satisfaisante aux communications internationales. Néanmoins, il est reconnu que des impératifs économiques et/ou techniques peuvent inciter à choisir une largeur de bande nominale plus réduite; en pareil cas, cette bande doit être comprise au minimum entre 300 et 3000 Hz.



Remarque 1 – A et B désignent les extrémités virtuelles analogiques [17] d'un circuit international. L'affaiblissement aux points de commutation réels diffère des valeurs indiquées quand le niveau relatif à l'émission des circuits est différent de –3,5 dBr. Pour un niveau relatif à l'émission de S dBr, l'affaiblissement doit être modifié de ± (S + 3,5) dB selon le sens de transmission. Dans le cas particulier illustré ci-dessus, l'affaiblissement en décibels est:

Sens	Type B	Types A et C
Extrémités virtuelles analogiques vers système maritime	9 + S	5,5 + S
Système maritime vers extrémités virtuelles analogiques	2 – S	– 1,5 – S

Remarque 2 – On suppose que le termineur a un affaiblissement de 3,5 dB dans chaque sens. Les niveaux relatifs sont identiques à ceux de l'entrée deux fils du termineur.

Remarque 3 – Cet affaiblissement peut être accru de 0,5 dB si le circuit terrestre (figure 1/G.473) contribue notablement au temps de propagation ou à la variation de l'affaiblissement en fonction du temps ou à la distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence.

Remarque 4 – Les types de système local maritime sont décrits à la remarque 2 de la figure 1/G.473.

FIGURE 3/G.473
Affaiblissements, équivalents de référence et niveaux relatifs

6.4 *Distorsion d'affaiblissement*

L'affaiblissement par rapport à l'affaiblissement à 800 Hz doit être compris dans les limites indiquées au tableau 3/G.473 lorsque la bande de fréquences nominale est comprise entre 300 et 3400 Hz. Quand la bande nominale est comprise entre 300 et 3000 Hz, les valeurs entre parenthèses remplacent les limites supérieures correspondantes, mais les autres valeurs restent inchangées.

TABLEAU 3/G.473

Fréquence (Hz)		Limite inférieure (dB)	Limite supérieure (dB)
De	à		
Inférieure à 300		$\geqslant 0$	NS
300	400	− 1,0	+ 3,5
400	600	− 1,0	+ 2,0
600	2400	− 1,0	+ 1,0
2400	2700	− 1,0	+ 2,0 (+ 3,5)
2700	3000	− 1,0	+ 3,5 (NS)
3000	3400	− 1,0	NS
Supérieure à 3400		$\geqslant 0$	NS

NS = non spécifiée

6.5 *Diaphonie*

Les conditions spécifiées dans l'Avis cité en [5] sont applicables.

6.6 *Bruit*

Du fait que le circuit peut être muni de dispositifs dépendant de la parole (par exemple des compresseurs-extenseurs), la spécification habituelle du bruit sur la voie au repos n'est pas suffisante. Par conséquent, l'objectif à court terme est donné par les lignes en trait plein de la figure 4/G.473, qui illustre la relation entre le rapport signal vocal subjectivement équivalent/bruit (dB) [6] et le niveau moyen de puissance vocale (dBm0, moyenne du temps pendant lequel la voie est en activité).

L'objectif à long terme est donné par la courbe tiretée représentée dans la figure 4/G.473 et qui exprime également la qualité de fonctionnement en fonction du rapport signal équivalent/bruit. On admet qu'il sera peut-être difficile, avec les installations dont on dispose actuellement dans le service mobile maritime à satellites, de satisfaire aux objectifs à long terme. Cependant, il est prévu qu'on se conformera à ces objectifs dans la mesure du possible.

6.7 *Limitation de l'écho*

L'affaiblissement d'écho a-t-b doit être conforme aux dispositions des Avis cités en [7] et [8], c'est-à-dire ne pas être inférieur à 56 dB. Un dispositif de réduction d'écho est toujours nécessaire à l'extrémité terrestre.

En cas d'utilisation d'un appareil téléphonique à deux fils au terminal maritime, il faut installer également un dispositif de réduction d'écho à ce terminal.

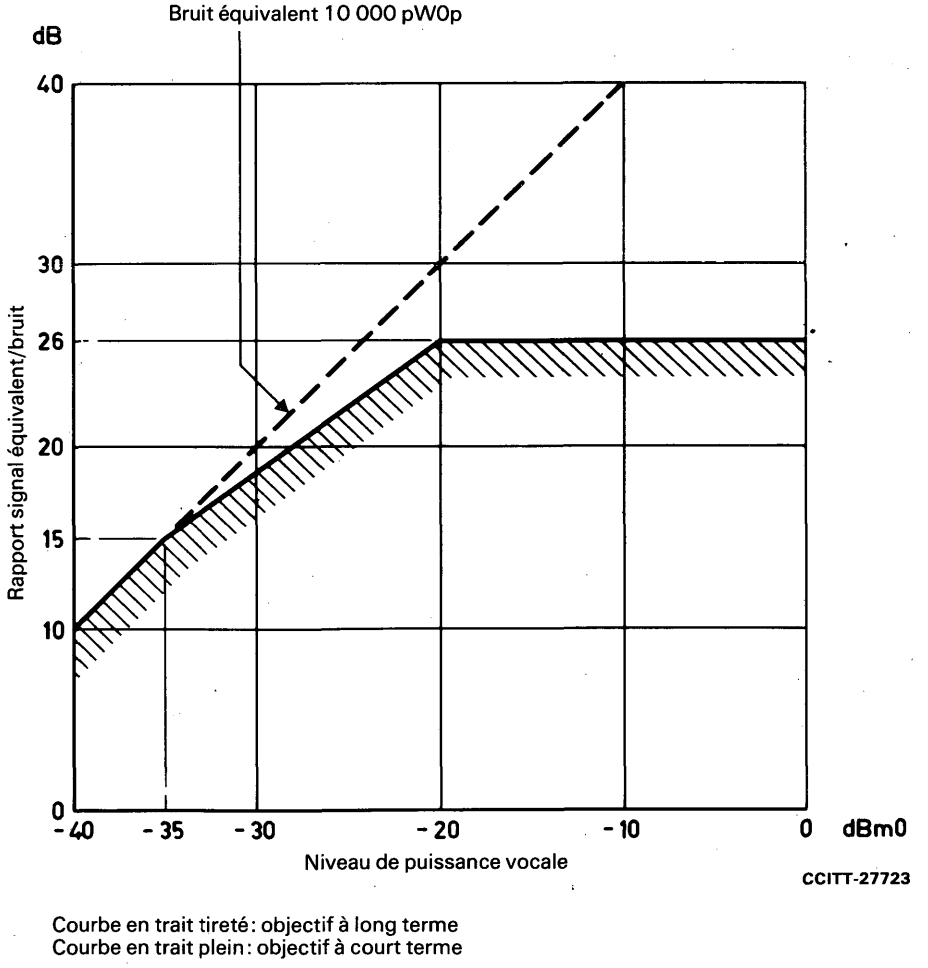
En cas d'utilisation d'un appareil téléphonique à quatre fils au terminal maritime, l'affaiblissement d'écho peut être suffisant sans avoir recours à un dispositif de réduction d'écho. S'il n'est pas suffisant, il est recommandé d'utiliser un dispositif de réduction d'écho.

Ce dispositif doit être conforme aux dispositions appropriées des Avis G.161 [9], G.164 [10] et G.165 [11].

6.8 *Distorsion de temps de propagation de groupe*

Aucune recommandation n'est formulée en ce qui concerne la distorsion de temps de propagation de groupe lorsque le système maritime est connecté au réseau téléphonique international à commutation automatique [6].

Quand, à un centre terminal international, un système maritime est connecté à une ligne internationale (Avis M.1010 [12]) pour faire partie d'un circuit international loué de qualité spéciale, la distorsion de temps de propagation de groupe du circuit total doit être celle que spécifie l'Avis cité en [13].



Remarque – Les gammes de puissance vocale au-dessous de –40 dBm0 et au-dessus de 0 dBm0 ne sont pas spécifiées.

FIGURE 4/G.473

Limites à court terme et à long terme imposées au rapport signal vocal/bruit psophométriquement pondéré, en fonction de la puissance vocale moyenne (dBm0, moyenne du temps pendant lequel la voie est en activité)

7 Application du présent Avis

Le supplément n° 23 contient des «Notes explicatives à l'intention des ingénieurs qui ont à faire le projet d'un système mobile maritime à satellites» et décrit diverses réalisations pratiques de systèmes qui satisfont aux spécifications du présent Avis.

Références

[1] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) dans une communication internationale*, tome III, fascicule III.1, Avis G.111.

[2] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) des systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.121.

[3] Avis du CCITT *Stabilité et échos*, tome III, fascicule III.1, Avis G.131.

[4] Avis du CCITT *Caractéristiques des compresseurs-extenseurs pour la téléphonie*, tome III, fascicule III.1, Avis G.162, § 1.

[5] Avis du CCITT *Objectifs généraux de qualité de fonctionnement applicables à tous les circuits internationaux et nationaux de prolongement modernes*, tome III, fascicule III.1, Avis G.151, § 4.1 et 4.2.3.

[6] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, chapitre III, annexe 4, UIT, Genève, 1976.

[7] Avis du CCITT *Suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III-1, Avis G.161, § B, UIT, Genève, 1977.

[8] Avis du CCITT *Influence des réseaux nationaux sur la stabilité et les affaiblissements de l'écho dans les systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.122, § 1.

[9] Avis du CCITT *Suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III-1, Avis G.161, UIT, Genève, 1977.

[10] Avis du CCITT *Suppresseurs d'écho*, tome III, fascicule III.1, Avis G.164.

[11] Avis du CCITT *Compensateurs d'écho*, tome III, fascicule III.1, Avis G.165.

[12] Avis du CCITT *Constitution et nomenclature des circuits internationaux loués*, tome IV, fascicule IV.2, Avis M.1010.

[13] Avis du CCITT *Caractéristiques des circuits internationaux loués de qualité spéciale avec adaptation spéciale sur la largeur de bande*, tome IV, fascicule IV.2, Avis M.1020, § 2.3.

[14] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) dans une communication internationale*, tome III, fascicule III.1, Avis G.111, § 1.1.

[15] Avis du CCITT *Plan d'acheminement international*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.13.

[16] Avis du CCITT *Le plan de transmission*, tome III, fascicule III.1, Avis G.101.

[17] Avis du CCITT *Affaiblissements, niveaux relatifs et distorsion d'affaiblissement*, Livre orange, tome III-1, Avis G.141, § A.a), UIT, Genève, 1977.

[18] *Règlement des radiocommunications*, article 1, numéro 71, UIT, Genève, 1980.

[19] *Ibid.*, numéro 73.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 5

CIRCUITS À FRÉQUENCES VOCALES

Les Avis des sous-sections 5.1, 5.2 et 5.3 ont été supprimés.

5.4 Spécifications recommandées par le CCITT pour les circuits en câble à fréquences vocales

INTRODUCTION

Le CCITT recommande aux Administrations d'utiliser, pour l'établissement de leurs cahiers des charges, pour la fourniture des câbles de télécommunications susceptibles d'être employés pour le service international et exploités aux fréquences acoustiques (ainsi que de leurs organes d'équipement: bobines Pupin, répéteurs, etc.), les spécifications ci-après.

Dans ces spécifications, seules les dispositions relatives aux circuits à quatre fils sont applicables aux circuits téléphoniques internationaux établis dans des câbles chargés. L'ensemble des spécifications est applicable aux circuits interurbains nationaux susceptibles d'intervenir dans une communication internationale, qui peuvent être des circuits à deux fils ou à quatre fils.

Le CCITT estime que l'efficacité d'un tel câble à grande distance (comprenant plusieurs stations de répéteurs) dépend dans une large mesure des questions de détail de construction et de la disposition générale du système.

Le CCITT propose de recommander à une Administration qui préférerait laisser le projet d'un câble entier (y compris plusieurs stations de répéteurs) entre les mains d'un fournisseur, au lieu d'avoir un service d'ingénieurs spécialisés et d'assumer la responsabilité qui résulte de l'acceptation des différentes portions du système séparément, de discuter en détail avec ce fournisseur pour obtenir les renseignements nécessaires concernant les dispositions, arrangements, etc., et de demander toutes les garanties voulues pour que les conditions spécifiées dans les cahiers des charges partiels ci-après soient dûment remplies. Au préalable, cette Administration devrait donner au fournisseur des renseignements sur les circuits qui seront nécessaires et sur le trafic prévu.

Certaines Administrations font figurer, dans leurs propositions concernant les spécifications des câbles souterrains, des détails sur les méthodes de fabrication, de pose, etc. Ceux-ci ne sont pas compris dans les spécifications ci-après, car le CCITT estime qu'il est préférable de laisser les différentes Administrations libres du choix de leurs méthodes pour tout ce qui se rapporte à la fabrication et à la pose des câbles, sous la réserve que les circuits réalisés satisfassent aux conditions générales indiquées dans l'Avis G.511 [1].

(Voir aussi l'annexe à l'Avis G.543 [2], intitulée «Différentes méthodes de coopération entre deux Administrations pour la construction d'une section d'amplification de câble chargé qui traverse une frontière».)

Références

[1] Avis du CCITT *Caractéristiques générales des circuits à fréquences vocales*, Livre orange, tome III-1, Avis G.511, UIT, Genève, 1977.

[2] Avis du CCITT *Spécification des sections d'amplification de câbles de télécommunication chargés*, Livre orange, tome III-1, Avis G.543, UIT, Genève, 1977.

Avis G.541

SPÉCIFICATION DES LONGUEURS DE FABRICATION DES CÂBLES DE TÉLÉCOMMUNICATION CHARGÉS

Avis G.542

SPÉCIFICATION DES BOBINES DE CHARGE POUR CÂBLES DE TÉLÉCOMMUNICATION CHARGÉS

Avis G.543

SPÉCIFICATION DES SECTIONS D'AMPLIFICATION DE CÂBLES DE TÉLÉCOMMUNICATION CHARGÉS

Avis G.544

SPÉCIFICATION DES INSTALLATIONS TERMINALES ET DES STATIONS DE RÉPÉTEURS INTERMÉDIAIRES

Le texte des quatre Avis indiqués ci-dessus se trouve dans le tome III du *Livre orange*. Dans ces Avis les caractéristiques des circuits en câble à fréquences vocales sont spécifiées et celles-ci peuvent être utiles pour la construction de câbles, par exemple, les quartes de bourrage de câbles coaxiaux.

SECTION 6

CARACTÉRISTIQUES DES MOYENS DE TRANSMISSION

La présente section contient les Avis relatifs aux supports de transmission métalliques pouvant être utilisés aussi bien dans le mode analogique que dans le mode numérique. Ces Avis ne concernent ni les câbles à fréquences vocales, ni les lignes en fils aériens, ni les systèmes en faisceaux hertziens.

6.0 Considérations générales

Avis G.601

TERMINOLOGIE DES CÂBLES

(Genève, 1980)

1 Termes généraux : répéteurs, alimentation, etc.

1001 **répéteurs**

E : repeater

S : repetidor

Appareil comprenant essentiellement un ou plusieurs amplificateurs ou *régénérateurs* et des organes associés, destiné à être employé en un point d'un milieu de transmission.

Remarque – Un répéteur peut assurer la transmission dans un seul sens ou dans les deux.

1002 **répéteur analogique**

E : analogue repeater

S : repetidor analógico

Répéteur qui assure l'amplification de signaux analogiques ou de *signaux numériques* et éventuellement d'autres fonctions, à l'exclusion de la *régénération* de signaux numériques.

1003 **répéteur régénérateur**

E : regenerative repeater

S : repetidor regenerativo

Répéteur qui assure la *régénération* de *signaux numériques* et éventuellement d'autres fonctions.

Remarque – Cette définition n'est pas la même que celle donnée à l'Avis G.702 [1]. Une définition appropriée par le CCITT du *répéteur*, n'existait pas au moment de la rédaction de l'Avis G.702 [1]. Compte tenu de l'ensemble des définitions données dans le présent paragraphe, il est souhaitable d'inclure la définition du *répéteur régénérateur* dans l'ensemble des définitions pour les systèmes de transmission, au lieu de le définir comme un dispositif, comme c'est le cas dans l'Avis G.702 [1].

1004 **station (de répéteurs) à alimentation indépendante ; station (de répéteurs) autoalimentée**

E : directly powered (repeater) station

S : estación (de repetidores) alimentada directamente

Station (de répéteurs) qui reçoit son alimentation en énergie électrique localement d'un réseau de distribution ou d'une source autonome.

1005 **station d'alimentation (de répéteurs)**

E : power feeding (repeater) station

S : estación (de repetidores) de telealimentación

Station de répéteurs à alimentation indépendante qui assure l'alimentation en énergie électrique d'autres *stations de répéteurs.*

1006 **station (de répéteurs) téléalimentée**

E : dependent (repeater) station

S : estación (de repetidores) telealimentada

Station de répéteurs qui reçoit d'une *station d'alimentation de répéteurs* l'énergie électrique qui lui est nécessaire.

Remarque – L'énergie peut être transmise soit par les supports de transmission eux-mêmes, soit par des conducteurs placés dans la même enveloppe, soit par des câbles extérieurs.

1007 **extrémité de section**

E : section termination

S : extremo de sección

Point choisi comme séparation conventionnelle entre le support de transmission et les appareils tels que les *répéteurs* qui lui sont associés.

Remarque – Le choix précis d'une extrémité de section doit tenir compte d'éléments accessoires éventuels, tels que épissures, connecteurs ou câbles souples, de façon à les répartir selon le cas d'un seul côté ou des deux côtés de cette extrémité.

1008 **section élémentaire de câble**
section élémentaire d'amplification (terme à proscrire dans ce sens)

E : elementary cable section

S : sección elemental de cable

Ensemble du support de transmission et des éléments accessoires éventuels tels que épissures, connecteurs ou câbles souples, situés entre deux *extrémités de section* consécutives.

1009 **section élémentaire amplifiée**

E : elementary repeated section

S : sección elemental con amplificación

Dans un sens de transmission donné, ensemble d'une *section élémentaire de câble* et du *répéteur analogique* qui le suit immédiatement, le tout étant situé entre deux *extrémités de section.*

1010 **section élémentaire régénérée**
section de régénération (terme déconseillé)

E : elementary regenerated section

S : sección elemental con regeneración

Dans un sens de transmission donné, ensemble d'une *section élémentaire de câble* et du *répéteur régénérateur* qui la suit immédiatement, le tout étant situé entre deux *extrémités de section.*

1011 **facteur de câblage**

E: take-up factor

S: factor de cableado

Rapport entre la valeur d'un paramètre linéique mesuré sur l'unité de longueur d'un câble et la valeur du même paramètre mesurée sur l'unité de longueur d'une paire de ce câble.

En effet, le câblage (assemblage des éléments et éventuellement torsion des fils en paires puis en quartes) fait que la longueur des éléments du câble est supérieure à la longueur axiale de ce dernier. Le facteur de câblage est le rapport de ces deux longueurs.

1012 Illustration graphique de l'usage de quelques termes donnés au § 1.

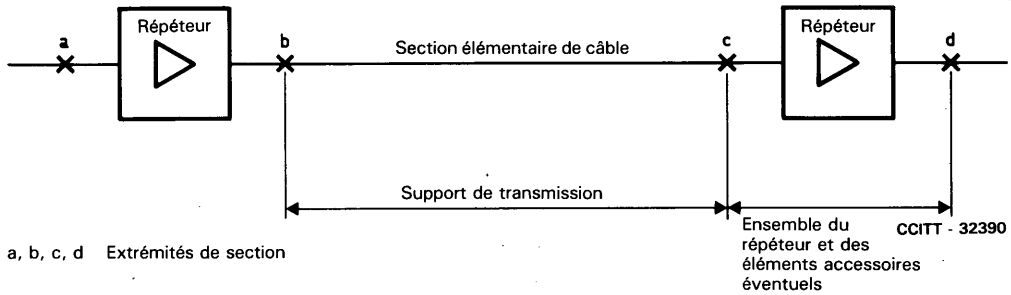


FIGURE 1/G.601

Terminologie générale relative aux répéteurs et sections de câble

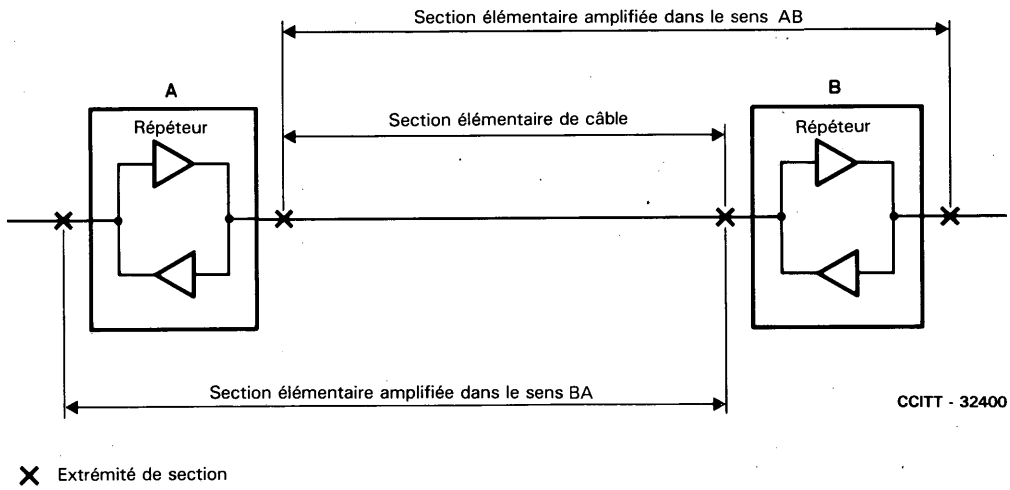


FIGURE 2/G.601

Terminologie relative aux sections élémentaires amplifiées

2 Termes relatifs aux mesures sur les câbles

2.1 *Emploi du mot écho (dans le cas des mesures sur les câbles seulement)*

2101 **écho**

E: echo

S: eco

Onde électrique, acoustique ou électromagnétique qui parvient à un point donné, après réflexion ou propagation indirecte, avec une intensité et un retard suffisants pour être perçue en ce point comme distincte de l'onde directe.

2102 **écho (vers l'amont)**

E: backward echo

S: eco hacia atrás

Echo arrivant en un point donné avec une direction de transmission opposée à celle du signal direct.

2103 **écho vers l'aval ; traînage**

E: forward echo

S: eco hacia adelante

Echo arrivant en un point donné avec la même direction de transmission que celle du signal direct.

2.2 *Mesures effectuées au moyen d'impulsions*

2201 **mesure échométrique**

E: echometric measurement

S: medición ecométrica

Mesure réalisée par un examen de l'*écho* qui suit l'émission d'un signal de durée limitée, dit «signal de mesure», et ayant pour objet l'analyse d'un ensemble de causes de réflexions.

2202 **durée d'une impulsion**

E: pulse duration

S: duración del impulso

Intervalle de temps entre le premier et le dernier instant auxquels la valeur instantanée d'une impulsion (ou de son enveloppe s'il s'agit d'une impulsion d'onde porteuse) devient égale à une fraction déterminée de sa valeur de crête.

2203 **impulsion en sinus carré**

E: sine-squared pulse

S: impulso en seno cuadrado

Impulsion unidirectionnelle définie par les expressions:

$$y = K \sin^2 (\pi t/2T) \text{ pour } 0 \leqslant t \leqslant 2T$$

$$y = 0 \text{ pour } t < 0 \text{ et } t > 2T$$

où

K est l'amplitude maximale,

T est la *durée* à mi-amplitude *de l'impulsion*,

t est le temps.

2204 **échomètre à impulsions**

E: pulse echo meter

S: ecómetro de impulsos

Appareil destiné à effectuer des *mesures échométriques* au moyen d'impulsions.

2205 **écho élémentaire**

E: elementary echo

S: eco elemental

Dans une *mesure échométrique*, état de l'écho pendant un intervalle de temps dont la durée est comparable à celle du signal de mesure.

2206 **amplitude de crête d'un écho élémentaire**

E: peak amplitude of an elementary echo

S: amplitud de un eco elemental

Valeur maximale de l'amplitude de l'écho, atteinte pendant la durée d'un *écho élémentaire.*

2207 **amplitude relative d'un écho élémentaire**

E: relative amplitude of an elementary echo

S: amplitud relativa de un eco elemental

Rapport de *l'amplitude de crête d'un écho élémentaire* à l'amplitude maximale du signal de mesure, évaluée au point d'émission.

2208 **affaiblissement d'écho**

E: pulse echo return loss; pulse echo attenuation

S: pérdida de retorno para el eco; atenuación de eco

Amplitude relative d'un écho élémentaire exprimée en unités de transmission.

2209 **écho corrigé en amplitude**

E: amplitude-corrected echo

S: eco corregido en amplitud

Echo observé après un traitement qui corrige au moins partiellement les effets de la propagation sur l'amplitude de cet écho.

2210 **écho corrigé en amplitude et en phase**

E: amplitude- and phase-corrected echo

S: eco corregido en amplitud y en fase

Echo observé après un traitement qui corrige les effets de la propagation sur l'amplitude et la forme de cet écho.

2211 **courbe d'écho**

E: echo curve

S: curva de eco

Représentation graphique ou oscilloscope de l'amplitude d'un *écho* en fonction du temps.

Remarque – L'écho peut être corrigé en amplitude, ou en amplitude et en phase; la courbe est alors appelée, selon le cas, «courbe d'écho corrigée en amplitude» ou «courbe d'écho corrigée en amplitude et en phase».

2212 **écart équivalent**

E: equivalent resistance error

S: error de resistencia equivalente

Valeur d'un écart fictif d'impédance qui, s'il était localisé à une extrémité d'une section d'un support de transmission, produirait, dans une mesure échométrique effectuée à cette extrémité, la même énergie réfléchie que l'ensemble des irrégularités de la section.

2213 **écart équivalent corrigé**

E: corrected equivalent resistance error

S: error de resistencia equivalente corregido

Ecart équivalent évalué par une *mesure échométrique* comportant une correction de l'écho. La correction peut être faite en amplitude, en amplitude et en phase, ou selon d'autres critères (par exemple en énergie).

Remarque – *L'écart équivalent corrigé* peut être évalué, si on le ramène à un kilomètre, à l'aide du rapport Δ_k entre l'écart équivalent corrigé Δ_e mesuré sur une section de câble et la racine carrée de la longueur L de cette section, exprimée en kilomètres.

$$\Delta_k = \Delta_e/\sqrt{L}\ \Omega \cdot \mathrm{km}^{-1/2}$$

2.3 *Mesures effectuées au moyen d'un signal sinusoïdal*

2301 **facteur de réflexion sur les irrégularités**

E: irregularity reflection coefficient

S: coeficiente de reflexión de las irregularidades

Facteur de réflexion mesuré à une extrémité d'une section d'un support de transmission, pour un mode de propagation déterminé, dans des conditions qui permettent d'éliminer les effets de réflexions autres que ceux qui sont dus aux irrégularités internes à la section considérée.

2302 **affaiblissement de l'onde réfléchie sur les irrégularités**

E: regularity loss

S: pérdida de retorno por irregularidades

Expression en unités de transmission du module du *facteur de réflexion sur les irrégularités* P_i. Sa valeur en décibels est égale à:

$$A_i = -20 \log_{10} |P_i|.$$

Référence

[1] Avis du CCITT *Vocabulaire relatif à la modulation par impulsions et codage (MIC) et à la transmission numérique*, tome III, fascicule III.3, Avis G.702.

6.1 Paires symétriques en câble

Avis G.611

CARACTÉRISTIQUES DES PAIRES SYMÉTRIQUES EN CÂBLE POUR TRANSMISSION ANALOGIQUE

(ancien Avis G.321, Genève, 1974; modifié à Genève, 1980)

1 **Spécification du câble – Exemples de caractéristiques électriques de câbles contenant des quartes en étoile destinées à procurer 12, 24, 36, 48, 60 ou 120 voies téléphoniques à courants porteurs sur chaque paire d'une quarte** (anciennement partie A)

1.1 *Types de câbles*

Les Administrations qui décideraient d'équiper leur réseau de câbles à paires symétriques devraient, dans toute la mesure possible, les choisir conformes aux types de câbles définis ci-après.

Les câbles nouveaux qui sont posés dans le réseau téléphonique international européen et nord-africain contiennent des paires symétriques non chargées destinées à être exploitées avec 12, 24, 36, 48, 60 ou 120 voies téléphoniques à courants porteurs sur chaque paire. Ces paires sont groupées par quartes en étoile et toutes les paires non chargées d'un même câble appartiennent à l'un des types dont les caractéristiques nominales sont indiquées dans le tableau 1/G.611.

Il est essentiel qu'une section élémentaire de câble traversant une frontière soit d'un type uniforme sur toute sa longueur. Quand il s'agit d'une section frontière entre un pays de grande étendue et un pays de petite étendue, l'Administration du pays de grande étendue devrait faire tout son possible pour accepter celui des trois types adopté dans le pays de petite étendue, afin de ne pas contraindre les Administrations des pays de petite étendue à employer des sections de câble international d'un type différent de celui de leurs câbles nationaux.

Remarque 1 – Certaines Administrations, en soignant particulièrement l'équilibrage de la diaphonie et en adoptant une valeur appropriée pour l'espacement des stations de répéteurs, sont arrivées à établir des systèmes à 2 groupes secondaires, conformes à l'Avis G.322, sur des paires symétriques isolées au papier, conformes à la présente spécification.

Remarque 2 – Il est également possible d'établir des systèmes à 2 groupes secondaires, conformes à l'Avis G.322, sur des paires des types II *bis* et III *bis*. Les paires du type II *bis* sont isolées au polyéthylène et les paires du type III *bis* au styroflex.

TABLEAU 1/G.611

	Type I	Type II	Type II *bis*	Type III	Type III *bis*
Diamètre des conducteurs (mm)	0,9	1,2	1,2	1,3	1,3
Capacité effective (nF/km)	33	26,5	21	28	22
Impédance caractéristique (Ω)					
à 60 kHz	153	178	206	170	196
à 120 kHz	148	174	203	165	193
à 240 kHz	—	172	200	163	190
à 550 kHz	—	—	198	—	188
Affaiblissement linéique à 10 °C en dB/km					
à 60 kHz	2,3	—	—	—	—
à 120 kHz	3,1	2,0	1,5	1,8	1,4
à 240 kHz	—	2,9	2,1	2,7	2,0
à 552 kHz	—	4,8	3,1	4,4	3,0

1.2 *Régularité des longueurs de fabrication*

La régularité peut être caractérisée par l'une ou l'autre des méthodes équivalentes ci-après, dont le choix est laissé aux Administrations intéressées.

1.2.1 *Capacité effective*

La capacité effective est mesurée entre les deux conducteurs de la paire, tous autres conducteurs du câble étant reliés entre eux et à l'enveloppe du câble.

Ecarts de la capacité effective

Câble du type I – La moyenne des capacités effectives de toutes les paires dans n'importe quelle longueur de fabrication ne doit pas différer de la valeur nominale de plus de ± 5%.

Dans une longueur de fabrication quelconque, l'écart entre une valeur individuelle quelconque de capacité effective et la valeur moyenne obtenue pour cette longueur de fabrication ne doit pas dépasser ± 7,5%; la moyenne arithmétique des valeurs absolues de ces écarts ne doit pas dépasser 2,5%.

Câbles des types II, II bis, *III et III* bis – La capacité effective moyenne d'une longueur quelconque ne doit pas différer de plus de ± 3% de la valeur nominale.

Dans une longueur quelconque, la différence entre la capacité effective d'une paire quelconque et la capacité moyenne pour cette longueur de câble ne doit pas dépasser ± 5%.

1.2.2 *Ecarts d'impédance* (câbles des types II, II *bis*, III et III *bis*)

La partie réelle de l'impédance caractéristique d'un circuit quelconque à la fréquence 120 kHz ne doit pas s'écarter de plus de ± 5% de la valeur moyenne prise sur toutes les paires du premier lot de fabrication de quelques longueurs de chaque type. Cette valeur moyenne ne devra pas s'écarter de plus de ± 5% de la valeur nominale à 120 kHz.

L'impédance sera déterminée sur les longueurs de fabrication par des mesures au pont, les circuits étant terminés par une impédance constamment égale à celle qui est mesurée par le pont.

1.3 *Diaphonie*

La qualité du câble au point de vue de la diaphonie peut être caractérisée par l'une ou l'autre des deux méthodes équivalentes ci-après, dont le choix est laissé aux Administrations intéressées.

1.3.1 *Mesures directes de diaphonie*

Pour une longueur de fabrication de 230 mètres, la diaphonie entre deux circuits réels quelconques devra satisfaire aux conditions suivantes:

- l'écart télédiaphonique devra être supérieur à 68 dB;
- l'affaiblissement paradiaphonique devra être supérieur à 56 dB.

Pour les câbles exploités avec cinq groupes primaires ou deux groupes secondaires, ces valeurs devront être tenues à 240 kHz; pour les câbles exploités avec deux groupes primaires, les valeurs imposées devront être tenues à 120 kHz.

Pour ces mesures, les circuits seront terminés sur la partie réelle de l'impédance nominale pour la fréquence considérée.

Pour des longueurs supérieures à 230 mètres, on retranchera des limites ci-dessus

$$20 \log_{10} \frac{L}{230} \text{ dB},$$

L étant la longueur en mètres. Les longueurs inférieures à 230 mètres devront satisfaire aux mêmes conditions que les longueurs de 230 mètres.

1.3.2 *Déséquilibres de capacité et inductances mutuelles*

Toutes les mesures de déséquilibres de capacité doivent être faites avec un courant alternatif de fréquence 800 Hz. Les mesures d'impédance mutuelle doivent être faites avec un courant alternatif de fréquence 5000 Hz. Toutes les mesures doivent être faites à la température ambiante sans appliquer de corrections; mais, en cas de désaccord, les résultats obtenus à 10 °C seront considérés comme définitifs. Tous les conducteurs autres que ceux essayés doivent être reliés à l'enveloppe du câble.

Pour une longueur de fabrication de 230 mètres, les déséquilibres de capacité ne doivent pas dépasser les valeurs données dans le tableau 2/G.611, et les inductances mutuelles ne doivent pas dépasser les valeurs données dans le tableau 3/G.611. Ces tableaux indiquent des valeurs différentes pour les câbles du type I d'une part, des types II, II *bis*, III et III *bis* d'autre part.

TABLEAU 2/G.611

Déséquilibres de capacité

	Moyenne de toutes les lectures (sans tenir compte des signes)		Lecture individuelle maximale	
	Type I	Types II, II *bis*, III et III *bis*	Type I	Types II, II *bis*, III et III *bis*
Déséquilibre de capacité en picofarads:				
entre paires de la même quarte	33	17	125	60
entre paires de quartes adjacentes de la même couche	10	5	60	25
entre paires de quartes non adjacentes de la même couche	Valeur moyenne non spécifiée, car on ne mesure pas toutes les combinaisons possibles		20	10
entre paires appartenant à des quartes de couches adjacentes	10	5	60	25
entre une paire quelconque et la terre	100	100	400	400

Remarque – Les limites indiquées pour les valeurs moyennes ne sont pas applicables aux câbles qui ne contiennent pas plus de quatre quartes.

TABLEAU 3/G.611

Inductances mutuelles

	Moyenne de toutes les lectures (sans tenir compte des signes)		Lecture individuelle maximale	
	Type I	Types II, II *bis*, III et III *bis*	Type I	Types II, II *bis*, III et III *bis*
Inductances mutuelles en nanohenrys:				
entre paires de la même quarte	150	125	600	500
entre paires de quartes adjacentes d'une même couche	100	40	400	150
entre paires de quartes non adjacentes	50	20	350	150
entre paires appartenant à des quartes de couches adjacentes	100	40	600	250

Remarque – Les limites indiquées pour les valeurs moyennes ne sont pas applicables aux câbles qui ne contiennent pas plus de quatre quartes.

Pour des longueurs supérieures à 230 mètres, il y a lieu d'appliquer les règles suivantes:

Les valeurs moyennes de paire à paire données dans les tableaux 2/G.611 et 3/G.611 doivent être multipliées par la racine carrée du rapport entre la longueur en question et 230 mètres.

Toutes les valeurs maximales, ainsi que les valeurs moyennes entre une paire et la terre, doivent être multipliées par le rapport entre la longueur en question et 230 mètres.

Les longueurs inférieures à 230 mètres devront satisfaire aux mêmes conditions que les longueurs de 230 mètres.

1.4 *Rigidité diélectrique*

Sur demande spéciale, les câbles auront une disposition telle que l'isolant d'une longueur quelconque de câble sera capable de supporter sans rupture une différence de potentiel spécifiée dans chaque cas particulier, mais ne dépassant pas 2000 volts efficaces, appliquée pendant au moins 2 secondes entre tous les conducteurs en parallèle et l'enveloppe mise à la terre. L'essai pourra s'effectuer avec du courant alternatif à 50 Hz. La valeur de la tension d'essai ne devra pas dépasser de plus de 10% la valeur maximale de la tension sinusoïdale ayant la même valeur efficace.

L'essai pourra aussi s'effectuer en courant continu [1]. Dans ce cas, la limite à fixer pour la tension continue sera la limite fixée pour la tension alternative efficace multipliée par 1,4 [1)].

1.5 *Résistance d'isolement*

Dans une longueur de câble, la résistance d'isolement mesurée entre un conducteur et tous les autres conducteurs réunis ensemble, connectés à l'enveloppe et à la terre, ne devra pas être inférieure à 10 000 mégohms × kilomètre, la différence de potentiel employée étant d'au moins 100 volts et d'au plus 500 volts. La lecture se fera après une minute d'électrisation, la température étant au moins égale à 15 °C.

2 **Spécification d'une section élémentaire de câble** (anciennement partie B.1)

2.1 *Affaiblissement maximal dans une section élémentaire de câble*

L'affaiblissement maximal, à la fréquence la plus élevée transmise en ligne, d'une section élémentaire de câble normale est 41 dB pour les systèmes à faible gain à un, deux ou trois groupes primaires, et 36 dB pour les systèmes à faible gain à quatre ou cinq groupes primaires ou deux groupes secondaires.

2.2 *Diaphonie*

L'écart télédiaphonique entre circuits de même sens, mesuré sur les sections élémentaires de câble d'un système à porteurs sur paires symétriques non chargées, terminées à leurs deux extrémités sur des impédances égales à leur impédance caractéristique, ne doit pas être inférieur aux valeurs indiquées ci-après (qui tiennent compte de la présence éventuelle de réseaux compensateurs de télédiaphonie):

1) Si l'on emploie la méthode classique d'équilibrage, l'écart télédiaphonique pour une section élémentaire de câble de systèmes transistorisés à faible gain ayant une capacité inférieure ou égale à 120 voies, établis sur des câbles des types II ou III (ou câbles analogues), ou de systèmes à faible gain, procurant 120 voies et établis sur des câbles des types II *bis* ou III *bis*, doit être au moins égal à 69,5 dB.

2) Lorsqu'une section d'équilibrage comprend plusieurs sections élémentaires de câble on obtient un résultat équivalent en partant de la formule $69{,}5 - 10 \log_{10} n$ (dB), où n représente le nombre de sections élémentaire de câble compris dans une section d'équilibrage.

2.3 *Régularité de l'impédance*

L'impédance d'un circuit quelconque sur une section élémentaire de câble, faisant partie d'un système à courants porteurs sur paires symétriques non chargées, ne doit pas s'écarter de la valeur nominale de plus que les valeurs indiquées ci-dessous:

± 5% (valeur mesurée à 60 kHz) dans le cas d'une section élémentaire de câble faisant partie d'un système à 12 voies;

± 8% (valeur mesurée à 108 kHz) dans le cas d'une section élémentaire de câble faisant partie d'un système à 24 voies;

---

1) Dans le texte cité en référence [2], le CCITT ne recommande aucune formule d'application générale pour les mesures sur des diélectriques composites. Toutefois, pour les mesures sur des câbles téléphoniques, le CCITT recommande d'appliquer le facteur 1,4, qui est typique de la pratique commerciale usuelle.

± 8% (valeur mesurée à 120 kHz) dans le cas d'une section élémentaire de câble faisant partie d'un système à 36 ou 48 voies;

± 8% (valeur mesurée à 240 kHz) dans le cas d'une section élémentaire de câble faisant partie d'un système à 60 voies;

± 8% (valeur mesurée à 552 kHz) dans le cas d'une section élémentaire de câble faisant partie d'un système à 120 voies.

2.4 *Rigidité diélectrique*

Si l'on désire vérifier la rigidité diélectrique d'une section élémentaire de câble une fois la pose terminée, on appliquera au câble une tension continue, numériquement égale à la valeur fixée pour la tension alternative efficace d'essai dans le cas des mesures de réception en usine des longueurs de fabrication (voir le § 1.4).

2.5 *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement mesurée à l'extrémité du câble, sans faire intervenir le câblage à l'intérieur de la station de répéteurs, et prise entre un conducteur quelconque, d'une part, et tous les autres conducteurs réunis entre eux et connectés à l'enveloppe et à la terre, d'autre part, ne devra pas être inférieure à 10 000 mégohms × kilomètre, cette résistance d'isolement étant mesurée avec une différence de potentiel d'au moins 100 volts et d'au plus 500 volts, et les lectures étant faites après une minute d'électrisation.

Références

[1] *Essais de rigidité diélectrique*, Livre bleu, tome III, 4e partie, annexe 19, UIT, Genève, 1965.

[2] *Ibid.*, § 4.

Avis G.612

CARACTÉRISTIQUES DES PAIRES SYMÉTRIQUES EN CÂBLE CONÇUES POUR LA TRANSMISSION DE SYSTÈMES À DÉBIT BINAIRE DE L'ORDRE DE 6 À 34 Mbit/s

(Genève, 1976; modifié à Genève, 1980)

1 Préambule

Le présent Avis concerne des câbles à paires symétriques mis au point en vue de leur emploi pour la transmission de signaux à débit binaire de l'ordre de 6 à 34 Mbit/s, mais cela n'exclut pas la possibilité de transmettre d'autres débits binaires plus faibles ou plus élevés avec un pas de régénération adapté. Elles peuvent aussi, dans la majorité des cas, transmettre des signaux de visiophonie ou de télévision en bande de base.

Ces câbles se classent en deux catégories, selon que les deux sens de transmission sont obligatoirement ou non dans deux câbles différents.

2 Paramètres à mesurer

Les paramètres qui, pour la transmission relative aux systèmes numériques, doivent faire l'objet de mesures par une méthode particulière ou à des fréquences différentes de celles définies à l'Avis G.611 sont l'impédance caractéristique, l'affaiblissement linéique et la télédiaphonie entre les paires affectées au même sens de transmission. En outre, dans le cas où les deux sens de transmission sont dans le même câble, il convient aussi de mesurer la paradiaphonie entre les paires affectées à des sens de transmission différents.

2.1 *Impédance caractéristique*

L'impédance caractéristique peut être mesurée:

– soit en régime sinusoïdal, auquel cas la paire en essai sera terminée par une impédance constamment égale à celle mesurée par le point, sauf si sa longueur est suffisante pour que le résultat de la mesure soit indépendant de l'impédance de terminaison;

– soit au moyen d'un échomètre à impulsions [1], auquel cas l'impédance de la paire en mesure est compensée par un réseau équilibreur réglable dont la graduation donne la valeur de l'impédance. La paire en mesure est terminée par un réseau identique.

2.2 *Affaiblissement linéique*

La valeur kilométrique de l'affaiblissement des paires découle de la valeur à obtenir sur une section élémentaire de câble, compte tenu de la tolérance acceptée sur la longueur de ces sections.

Remarque – Si la mesure est effectuée en boucle, il est nécessaire de s'assurer que l'affaiblissement paradiaphonique entre les extrémités du circuit en mesure est suffisant.

2.3 *Diaphonie*

La diaphonie peut être spécifiée soit en régime sinusoïdal, à une fréquence voisine de la demi-fréquence de rythme du système considéré, soit en régime numérique [2].

2.3.1 *Mesures à effectuer en télédiaphonie*

Les mesures de télédiaphonie sont faites entre les paires affectées à un même sens de transmission, à une fréquence supérieure à 100 kHz environ; si cette dernière n'est pas la demi-fréquence de rythme du système, la valeur à spécifier sera corrigée en conséquence, selon une loi en 20 $\log_{10} f$.

2.3.2 *Mesures à effectuer en paradiaphonie*

S'il est prévu de transmettre les deux sens de transmission dans le même câble, ces mesures sont faites sur une longueur de prototype, soit en régime sinusoïdal, soit en régime numérique, entre les paires affectées à des sens de transmission opposés.

3 Description des paires et des câbles

Les Administrations, qui désirent utiliser des câbles à paires symétriques pour la transmission de systèmes numériques d'un débit binaire de l'ordre de 6 à 34 Mbit/s, doivent dans toute la mesure possible choisir l'un des types de câble décrits aux § 3.1 et 3.2.

3.1 *Câble conçu pour utiliser un câble par sens de transmission*

3.1.1 Les caractéristiques de base des paires sont données par le tableau 1/G.612.

3.1.2 Les caractéristiques du câble construit avec ces paires sont données par le tableau 2/G.612.

3.2 *Câbles conçus pour avoir les deux sens de transmission dans le même câble*

Les tableaux 3/G.612 et 4/G.612 indiquent les caractéristiques des paires constituant respectivement des câbles à paires et des câbles à quartes [3].

Tous ces câbles sont constitués de faisceaux protégés par un ou plusieurs écrans en cuivre ou en aluminium, les paires d'un même faisceau étant affectées à un même sens de transmission. Pour cette raison, les valeurs de paradiaphonie ne concernent que des paires appartenant à des faisceaux différents.

Remarque 1 – Pour rendre homogène la présentation des tableaux 3/G.612 et 4/G.612, les valeurs de l'impédance caractéristique sont données à 1 MHz (partie réelle de Z_1). La relation entre l'impédance $Z_1 = X_1 - jY_1$ à 1 MHz et l'impédance $Z_f = X_f - jY_f$ à f MHz est:

$$X_f = X_1 - Y_1 + Y_1/\sqrt{f} \text{ et } Y_f = Y_1/\sqrt{f}\,.$$

La différence entre la valeur de la partie réelle de l'impédance à 1 MHz et sa valeur à 4 MHz est comprise entre 2 et 3 ohms. A 1 MHz, la partie imaginaire de l'impédance est comprise entre 4 et 6 ohms; sa variation est proportionnelle à l'inverse de la racine carrée de la fréquence pour les fréquences supérieures à 0,3 MHz environ.

---

[1] Méthode analogue à celle utilisée pour les paires coaxiales, mais avec une tête de mesure et des réseaux symétriques. La durée de l'impulsion utilisée est égale à 100 ns; la courbe d'écho n'est pas corrigée.

[2] La méthode en régime numérique est donnée dans le supplément n° 19 à la fin du présent fascicule.

[3] Il conviendra, au cours de la période d'études 1981-1984, d'essayer de réduire le plus possible le nombre des câbles ayant le même diamètre des conducteurs.

Remarque 2 – Pour la même raison, indiquée à la remarque 1, la valeur de l'affaiblissement est donnée à 1 MHz. A une fréquence f MHz, ($f > 1$), l'affaiblissement α_f est relié à l'affaiblissement α_1 à 1 MHz par la relation: $\alpha_f = \alpha_1 \sqrt{f}$.

Remarque 3 – La valeur de télédiaphonie est ramenée à une longueur de 1000 m par une correction en $10 \log_{10} L$ si la longueur L du câble en mesure est différente de 1000 m. Les valeurs de diaphonie indiquées sont des valeurs limites minimales suffisantes pour la spécification des systèmes. Lorsque l'une des deux conditions ci-dessus n'est pas remplie, les valeurs sont entre parenthèses.

TABLEAU 1/G.612

Caractéristiques des paires	Câble du type I
Diamètre des conducteurs (mm)	0,64
Capacité mutuelle moyenne des paires (nF/km)	24,2
Impédance caractéristique (Ω) [a]	178
Affaiblissement linéique à 24 °C (dB/km) [a]	13,5

[a] La fréquence de mesure pour l'affaiblissement et l'impédance est égale à 3150 kHz.

TABLEAU 2/G.612

	Ensemble 1 [a]	Ensemble 2 [a]
Impédance caractéristique nominale Z_0 (Ω) (moyenne désirée à 3150 kHz)	178	
Affaiblissement et diaphonie		
Affaiblissement à 3150 kHz à 24 °C (dB/km)		
paire d'affaiblissement minimal	11,8	11,8
paire d'affaiblissement maximal	14,35	14,6
Télédiaphonie à 3150 kHz, en dB pour une longueur de 300 m (1000 pieds)		
somme de puissance minimale par paire	37,5	39,0
minimum paire à paire au point 0,1 %	40,5	40,5
Résistance en continu à 24 °C (Ω/km)		
conducteur de résistance maximale	56,8	
moyenne désirée	54,5	
Capacité mutuelle moyenne du câble (nF/km)		
maximale	25,4	
minimale	23,0	
moyenne désirée	24,2	
valeur efficace de l'écart type (σ) entre paires d'un câble (%)	$\leqslant 7$	
Déséquilibre de capacité par rapport à la terre (pF/km)		
paire de déséquilibre maximal	$\leqslant 443$	
moyenne pour le câble	$\leqslant 164$	
Rigidité diélectrique en continu		
entre conducteurs pour gaine en ARPAP [b]	$\geqslant$ 1 500 V (appliquée pendant 1 s)	
de l'âme et de la couche intérieure en aluminium à l'écran	$\geqslant$ 20 000 V (appliquée pendant 3 s)	
de l'âme à la couche intérieure en aluminium et à l'écran	$\geqslant$ 5 000 V (appliquée pendant 3 s)	

[a] Deux ensembles de valeurs pour l'affaiblissement et la télédiaphonie sont indiqués. Le câble peut correspondre à l'un ou l'autre de ces ensembles, attribuant alors au câble un affaiblissement plus faible, tout en satisfaisant à des exigences de diaphonie moins strictes.

[b] Aluminium-résine-polyéthylène-aluminium-polyéthylène.

TABLEAU 3/G.612

Câbles à paires

Caractéristiques		Type de câble						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Impédance caractéristique nominale Z_0 à 1 MHz (Ω)		160	160	140	120	145	180	180
Télédiaphonie (Valeurs minimales ramenées à 1000 m) (dB)	1 MHz 4 MHz 17 MHz	43 [a]	43 [a]	40	56 44 31	64 52 40	40	40
Paradiaphonie de 1 à 17 MHz (Valeurs minimales) (dB)		119	119	98	116	125	110	110
Affaiblissement linéique nominal à 1 MHz [b] (dB/km à 10 °C)		7,0	9,3	10,5	9,5	5,2	8,2	8,0
Capacité nominale (nF/km)		28,5	28,5	31,5	38	30	24	24
Diamètre des conducteurs (mm)		0,8	0,6	0,65	0,9	1,2	0,62	0,65

[a] Les mesures de télédiaphonie sur les sections élémentaires de câble, pour les paires de ce type, sont effectuées en régime numérique seulement (voir supplément n° 19). La valeur maximale spécifiée est 30 mV.

[b] Les valeurs réelles doivent permettre de satisfaire aux conditions requises pour une section élémentaire de câble (type I: 56 ± 2 dB à 4,2 MHz et 10 °C pour 4 km; type II: 56 ± 2 dB à 4,2 MHz et 10 °C pour 3 km; type III: inférieur à 55 dB à 3,15 MHz pour 2,8 km).

TABLEAU 4/G.612

Câbles à quartes

Caractéristiques			Type de câble	
			I	II
Impédance caractéristique nominale Z_0 à 1 MHz (Ω)			165	120
Télédiaphonie (Valeurs minimales ramenées à 1000 m) (dB)	Quartes différentes	1 MHz 4 MHz 13 MHz 17 MHz	 46 34 31	 56 44 31
	Même quarte	1 MHz 4 MHz 13 MHz 17 MHz	 (45) (25) (21) [a]	 46 34 [c]
Paradiaphonie de 1 à 17 MHz (valeurs minimales) (dB)			125 [b]	116
Affaiblissement linéique nominal à 1 MHz (dB/km à 10 °C)			8,8	9,5
Capacité nominale (nF/km)			28	38
Diamètre des conducteurs (mm)			0,65	0,9

[a] Pour permettre la transmission de 34 Mbit/s sur chaque paire d'une quarte en étoile, une méthode d'équilibrage est appliquée sur les sections élémentaires de câble de 2 km, en faisant des croisements systématiques tous les 500 m, ce qui améliore d'au moins 15 dB les valeurs de télédiaphonie. Les valeurs indiquées dans cette case correspondent, de ce fait, à 500 m de câble.

[b] La valeur doit être supérieure à 130 dB dans 99 % des cas.

[c] La transmission de 34 Mbit/s sur chaque paire d'une quarte étoile est à l'étude.

6.2 Câbles terrestres à paires coaxiales

Les paires coaxiales recommandées dans les Avis qui suivent peuvent être utilisées pour des systèmes de transmission de types différents. Les tableaux ci-dessous indiquent les possibilités d'emploi des diverses paires.

TABLEAU 1

Câbles pour systèmes analogiques

Désignation du type de système (MHz)	Ordre de grandeur des bandes de fréquences utilisées (MHz)	Types de paires coaxiales pouvant être utilisées (mm)
1,3	0,06 à 1,3	1,2/4,4
4 ou 6	0,06 ou 0,3 à 4 ou 6	1,2/4,4 2,6/9,5
12 ou 18	0,3 à 12 ou 18	1,2/4,4 2,6/9,5
60	4 à 60	2,6/9,5

TABLEAU 2

Câbles pour systèmes numériques

Désignation proposée du type de système	Largeur de bande possible (MHz)	Exemple typique de débit du système (Mbit/s)	Types de paires coaxiales pouvant être utilisées (mm)
Débit moyen	8,5	8	0,7/2,9
	35	34	0,7/2,9 1,2/4,4
Fort débit	100	140	0,7/2,9 [a] 1,2/4,4 [b] 2,6/9,5
Très fort débit	700	565	1,2/4,4 2,6/9,5

[a] Ce type de câble peut probablement être utilisé économiquement même pour des systèmes à fort débit.

[b] Dans le cas des systèmes à fort débit, des systèmes mixtes – c'est-à-dire comportant plusieurs répéteurs de type analogique entre chaque répéteur régénérateur – pourraient être utilisés: il se pourrait que la largeur de bande effective soit alors réduite (de l'ordre de 35 MHz, par exemple).

CARACTÉRISTIQUES DES PAIRES COAXIALES DU TYPE 0,7/2,9 mm EN CÂBLE

(Genève, 1976; modifié à Genève, 1980)

Les Administrations qui décident d'utiliser pour des transmissions numériques et éventuellement pour des transmissions analogiques de type particulier des paires coaxiales plus petites que la paire coaxiale 1,2/4,4 mm devront, dans toute la mesure du possible, choisir les paires conformément aux indications du présent Avis. L'emploi de ces paires est défini par les tableaux 1 et 2 de l'introduction à la sous-section 6.2 des Avis de la série G.

1 Caractéristiques de la paire

1.1 *Caractéristiques électriques de la paire coaxiale*

1.1.1 *Impédance caractéristique*

La valeur nominale de la partie réelle de l'impédance caractéristique à 1 MHz devra être de 75 ohms.

La valeur moyenne de la partie réelle de l'impédance d'une paire coaxiale à 1 MHz ne doit pas s'écarter de la valeur nominale de plus de ± 2,5 ohms.

Le tableau 1/G.621 montre l'allure générale de la variation de l'impédance en fonction de la fréquence.

TABLEAU 1/G.621

Valeur moyenne de la partie réelle de l'impédance mesurée à différentes fréquences

Fréquence (MHz)	0,2	0,5	1	2	5	10	20	∞
Impédance (Ω)	77,7	75,9	75	74,2	73,4	73	72,8	72,2

1.1.2 *Affaiblissement linéique*

La valeur nominale de l'affaiblissement linéique à 10 °C et à 1 MHz est égale à 8,9 dB/km.

Le tableau 2/G.621 montre l'allure générale de la variation de l'affaiblissement linéique en fonction de la fréquence à la température de 10 °C.

TABLEAU 2/G.621

Valeur moyenne de l'affaiblissement linéique à différentes fréquences

Fréquence (MHz)	0,2	0,5	1	2	5	10	20
Affaiblissement (dB/km)	4,5	6,5	8,9	12,6	19,8	28,0	39,6

1.2 *Construction mécanique de la paire coaxiale*

La constitution de la paire est la suivante:

a) valeur nominale du diamètre du conducteur intérieur en fil de cuivre massif: 0,7 mm;

b) valeur nominale du diamètre intérieur du conducteur extérieur: 2,9 mm;

c) conducteur extérieur constitué d'un ruban de cuivre, d'une épaisseur de l'ordre de 0,1 mm, appliqué longitudinalement avec chevauchement [1];

d) écran constitué d'un ruban d'acier, d'une épaisseur de l'ordre de 0,1 mm appliqué longitudinalement avec chevauchement [1].

[1] La fonction du conducteur extérieur et de l'écran peut aussi être confiée à un seul ruban bimétallique cuivre-acier-cuivre.

2 **Spécification du câble** (longueurs de fabrication de l'ordre de 500 m)

2.1 *Impédance caractéristique*

Pour vérifier que la valeur donnée au § 1.1.1 est respectée, on peut effectuer les mesures au moyen d'impulsions. On considère comme «valeur moyenne de la partie réelle de l'impédance à 1 MHz» la composante résistive de l'impédance à 1 MHz de l'équilibreur le mieux adapté à la paire coaxiale mesurée.

2.2 *Régularité d'impédance*

Les mesures de contrôle courant de la régularité d'impédance sont effectuées au moyen d'échomètres à impulsions, à partir d'une ou des deux extrémités des longueurs de fabrication. La courbe d'écho doit être tracée avec une correction en amplitude et si possible en amplitude et en phase.

Le tableau 3/G.621 indique les diverses valeurs à obtenir, selon l'usage auquel est destiné le câble.

TABLEAU 3/G.621

Mesure échométrique des longueurs en usine [a]

Catégorie du système				Numérique	
Débit				Débit moyen	Fort débit
Durée maximale de l'impulsion				100 ns	
Clauses générales	Crête maximale		100 %	36 dB	
			95 %	39 dB [b]	
Clauses optionnelles complémentaires [c]	A	Moyenne des 3 plus fortes crêtes			
	B	Ecart équivalent			

[a] Pour les cases vides du tableau, les valeurs sont à l'étude.

[b] Valeur proposée par l'Administration italienne.

[c] Il suffit de vérifier que l'une ou l'autre des deux conditions A ou B est remplie.

Remarque 1 – Dans le tableau, les pourcentages indiqués concernent l'ensemble des paires d'un lot de câbles présentés simultanément au contrôle ou constituant une même livraison.

Remarque 2 – Avec les techniques de construction utilisées jusqu'à présent, les irrégularités systématiques ne donnent pas lieu, dans la mesure au moyen d'un signal sinusoïdal de l'affaiblissement de l'onde réfléchie sur les irrégularités, à des pointes de réflexion à des fréquences inférieures à 60 MHz; pour cette raison, en tenant compte du débit binaire d'utilisation prévu, une mesure de ce type ne semble pas nécessaire. Pour d'autres types de construction éventuels, un tel contrôle pourrait être opportun; dans ce cas, la valeur obtenue devrait être de 20 dB de 4 à 60 MHz.

2.3 *Affaiblissement linéique*

L'affaiblissement des paires devra être tel que les clauses du § 3.3 [2] puissent être respectées.

2.4 *Affaiblissement paradiaphonique*

L'affaiblissement paradiaphonique entre paires coaxiales utilisées pour des sens de transmission différents, mesuré dans la bande de fréquences de 0,5 à 20 MHz sur les longueurs de fabrication, doit être supérieur à 135 dB pour 100% des mesures.

---

[2] Les mesures d'affaiblissement à ce stade de la fabrication sont seulement des mesures de prototype.

2.5 *Rigidité diélectrique*

La paire doit supporter une tension alternative à 50 Hz de valeur efficace égale à 1000 volts (ou bien une tension continue de 1500 volts) appliquée pendant au moins une minute entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur.

S'il est prévu qu'en service normal, les conducteurs extérieurs des paires coaxiales ne seront pas mis à la terre, un essai de rigidité diélectrique doit être effectué entre les conducteurs extérieurs et l'enveloppe métallique mise à la terre. On appliquera dans ces conditions une tension alternative à 50 Hz de valeur efficace supérieure ou égale à 2000 volts ou bien une tension continue supérieure ou égale à 3000 volts.

2.6 *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieur et extérieur de la paire coaxiale, mesurée avec une tension parfaitement stable, comprise entre 100 volts et 500 volts, ne doit pas être inférieure à 10 000 mégohms × kilomètre après une minute d'électrisation, la température étant au moins égale à 15 °C. La mesure de la résistance d'isolement doit être faite après l'essai de rigidité diélectrique. Cette mesure doit être effectuée sur chaque longueur de fabrication du câble.

3 Spécification d'une section élémentaire de câble

L'Administration et le fournisseur devront se mettre d'accord sur le choix entre exécuter des essais sur toutes les sections ou sur une certaine proportion d'entre elles, ou même se contenter d'un seul essai type d'acceptation, notamment dans le cas où il est difficile d'effectuer des mesures dans les conditions réelles.

3.1 *Impédance moyenne*

La valeur moyenne de la partie réelle de l'impédance d'une paire coaxiale à 1 MHz ne doit pas différer de sa valeur nominale (définie au § 1.1.1) de plus de 3 ohms. Les mesures sont effectuées comme il est dit au § 2.1.

3.2 *Régularité d'impédance*

Les mesures sont effectuées comme il est dit au § 2.2. Le tableau 4/G.621 indique les diverses valeurs à obtenir, selon l'usage auquel est destiné le câble. La remarque 1 du § 2.2 reste valable.

TABLEAU 4/G.621

Mesure échométrique des sections élémentaires de câble [a]

<table>
<tr><td colspan="4">Catégorie du système</td><td colspan="2">Numérique</td></tr>
<tr><td colspan="4">Débit</td><td>Débit moyen</td><td>Fort débit</td></tr>
<tr><td colspan="4">Durée maximale de l'impulsion</td><td>100 ns</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Clauses générales</td><td colspan="2" rowspan="2">Crête maximale</td><td>100 %</td><td>30 dB</td><td></td></tr>
<tr><td>95 %</td><td>33 dB [b]</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Clauses optionnelles complémentaires [c]</td><td>A</td><td colspan="2">Moyenne des 3 plus fortes crêtes</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>B</td><td colspan="2">Ecart équivalent</td><td></td><td></td></tr>
</table>

[a] Pour les cases vides du tableau, les valeurs sont à l'étude.

[b] Valeur proposée par l'Administration italienne.

[c] Il suffit de vérifier que l'une ou l'autre des deux conditions A et B est remplie.

3.3 *Affaiblissement linéique*

A 1 MHz, la valeur réelle de l'affaiblissement linéique ne doit pas s'écarter de la valeur nominale, définie au § 1.1.1, de plus de ± 0,4 dB.

L'affaiblissement mesuré sur un câble à la température moyenne t °C est ramené à 10 °C par la formule:

$$\alpha_{10} = \alpha_t \frac{1}{1 + k_\alpha (t - 10)}$$

Le coefficient de variation de l'affaiblissement en fonction de la température k_α est d'environ $1{,}8 \cdot 10^{-3}$ par °C aux fréquences supérieures à 2 MHz et d'environ $1{,}9 \cdot 10^{-3}$ par °C à la fréquence 1 MHz.

3.4 *Diaphonie*

L'affaiblissement paradiaphonique entre des paires coaxiales utilisées pour des sens de transmission différents, mesuré dans la bande de fréquences de 0,5 à 20 MHz sur des sections de 2 km et de 4 km, doit être supérieur à 130 dB.

3.5 *Rigidité diélectrique*

La paire doit supporter une tension continue d'au moins 1000 volts, appliquée pendant au moins une minute entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur.

On effectuera de plus un essai de rigidité diélectrique entre la paire coaxiale et la terre conformément aux modalités décrites au § 2.5; à cet effet, on appliquera une tension continue d'au moins 2000 volts pendant une minute.

3.6 *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieur et extérieur de la paire coaxiale, mesurée avec une tension parfaitement stable, comprise entre 100 volts et 500 volts, ne doit pas être inférieure à 5000 mégohms × kilomètre après une minute de mise sous tension. La mesure de résistance d'isolement doit être faite après l'essai de rigidité diélectrique. Elle doit être effectuée sur chaque section élémentaire de câble.

Avis G.622

CARACTÉRISTIQUES DES PAIRES COAXIALES DU TYPE 1,2/4,4 mm EN CÂBLE

(ancien Avis G.342, modifié à Genève, 1976 et 1980)

Le présent Avis définit la paire coaxiale de 1,2/4,4 mm recommandée par le CCITT pour le service international. L'emploi de cette paire est défini par les tableaux 1 et 2 de l'introduction à la sous-section 6.2 des Avis de la série G. Quand la possibilité de transmissions télévisuelles ou numériques a été envisagée, cela a été expressément mentionné dans le texte de chaque clause.

1 Caractéristiques de la paire

1.1 *Caractéristiques électriques de la paire coaxiale*

1.1.1 *Impédance caractéristique*

La valeur nominale de la partie réelle de l'impédance caractéristique est de 75 ohms à 1 MHz.

La tolérance est de ± 1,5 ohm [1] pour la téléphonie et ± 1 ohm [1] pour les paires susceptibles d'être employées pour les transmissions télévisuelles.

A titre d'information, les valeurs d'impédance du tableau 1/G.622 ont été obtenues à diverses fréquences sur des paires coaxiales fabriquées suivant des méthodes différentes.

[1] Valeurs provisoires.

TABLEAU 1/G.622

Valeur moyenne de la partie réelle de l'impédance caractéristique mesurée à diverses fréquences

Fréquence (MHz)	0,06	0,1	0,2	0,5	1	1,3	4,5	12	18
Impédance (Ω)	79,8	78,9	77,4	75,8	75	74,8	74	73,6	73,5

1.1.2 *Affaiblissement linéique*

La valeur nominale de l'affaiblissement linéique de la paire, à 10 °C et à 1 MHz est égale à 5,3 dB/km.

Le tableau 2/G.622 indique l'allure générale de la variation de l'affaiblissement linéique en fonction de la fréquence, pour toutes les paires conformes au présent Avis. Aux fréquences supérieures, une formule pourrait être donnée [2].

TABLEAU 2/G.622

Valeur nominale de l'affaiblissement linéique à diverses fréquences

Fréquence (MHz)	0,06	0,1	0,3	0,5	1	1,3	4,5	12	18
Affaiblissement (dB/km)	1,5	1,8	2,9	3,7	5,3	6,0	11	18	22

Remarque – A titre d'information, l'annexe A indique des valeurs mesurées ou spécifiées dans divers pays, avec les écarts ou tolérances correspondants. En tout cas, pour la conception des amplificateurs, on doit prendre pour référence les valeurs mesurées sur le type de câble qui sera employé.

1.2 *Construction mécanique de la paire coaxiale*

Les dimensions nominales sont les suivantes:

- diamètre du conducteur intérieur en cuivre massif: 1,2 mm
- diamètre intérieur du conducteur extérieur: 4,4 mm

Le conducteur extérieur cylindrique est obtenu à partir d'un ruban de cuivre d'épaisseur soit 0,15 mm, soit 0,18 mm.

2 Spécification du câble

2.1 *Impédance caractéristique*

Pour vérifier que la valeur donnée au § 1.1.1 est respectée, on peut effectuer les mesures au moyen d'impulsions. On considère comme valeur de la partie réelle de l'impédance à 1 MHz la composante résistive de l'impédance à 1 MHz de l'équilibreur le mieux adapté à la paire coaxiale mesurée.

2.2 *Régularité d'impédance*

Les mesures de contrôle courant de la régularité d'impédance sont effectuées au moyen d'échomètres à impulsions, à partir d'une ou des deux extrémités des longueurs de fabrication. La courbe d'écho doit être tracée avec une correction en amplitude et si possible en amplitude et en phase. Si l'écart équivalent est mesuré, il doit être corrigé. Cependant, pour les mesures courantes, on peut se passer de correction si la longueur en essai est assez courte pour que la correction soit faible.

[2] A l'étude.

Le tableau 3/G.622 indique les diverses valeurs à obtenir, selon l'usage auquel est destiné le câble.

TABLEAU 3/G.622

Mesures échométriques des longueurs en usine [a]

Catégorie du système				Analogique		Numérique	
Gamme de fréquences ou débit				0,06 à 6 MHz	0,3 à 20 MHz	Débit moyen	Fort débit
Durée maximale de l'impulsion				100 ns	50 ns	50 ns	10 ns [b]
Clauses générales	Crête maximale		100 %	45 dB	44 à 48 dB [c]	44 à 48 dB [c]	44 à 48 dB [c]
			95 %		46 à 50 dB [c]	46 à 50 dB [c]	
Clauses optionnelles complémentaires [d]	A	Moyenne des 3 plus fortes crêtes		48 dB [b]	47 à 51 dB [c]	47 à 51 dB [c]	
	B	Ecart équivalent		1,2 Ω [b]	0,9 Ω [b]	0,9 Ω [b]	

[a] Pour les cases vides du tableau, les valeurs sont à l'étude.

[b] Valeurs provisoires.

[c] Valeurs à l'étude (une plage possible est indiquée).

[d] Il suffit de vérifier que l'une ou l'autre des deux conditions A ou B est remplie.

Remarque 1 – Dans le cas des systèmes analogiques de la classe 0,06 à 1,3 MHz, les clauses sont les mêmes que pour les systèmes analogiques de la classe 0,06 à 4 ou 6 MHz.

Remarque 2 – Dans le tableau, les pourcentages indiqués concernent l'ensemble des paires d'un lot de câbles présentés simultanément au contrôle ou constituant une même livraison.

Remarque 3 – Pour l'emploi des câbles avec des systèmes numériques à fort débit, certaines Administrations ont suggéré d'effectuer, pour déceler les irrégularités de nature systématique, quelques mesures d'affaiblissement de l'onde réfléchie sur les irrégularités. Ces mesures sont du même type que celles mentionnées au tableau 3/G.623. La limite à respecter pourrait être fixée provisoirement à 20 dB. Pour l'emploi des câbles avec des systèmes numériques à très fort débit, la valeur reste à l'étude.

2.3 *Affaiblissement linéique*

L'affaiblissement des paires devra être tel que les clauses du § 3.3 puissent être respectées [3].

Si l'on se réfère à la longueur mesurée suivant une génératrice de l'enveloppe du câble, l'affaiblissement linéique doit être multiplié par le facteur de câblage, dont les valeurs sont données à titre indicatif pour différentes contenances par le tableau 4/G.622.

TABLEAU 4/G.622

Valeurs du facteur de câblage

Nombre de paires dans le câble	Facteur de câblage couche extérieure	Facteur de câblage pondéré, ensemble du câble
4 ou 6		1,002
8		1,003
12 à 18	1,004	1,003
24	1,005	1,004
48	1,008	1,006

[3] Les mesures d'affaiblissement et de diaphonie à ce stade de la fabrication sont seulement des mesures de prototype.

2.4 *Diaphonie*

La diaphonie entre paires devra être telle que les clauses du § 3.4 puissent être respectées [3].

2.5 *Rigidité diélectrique*

La paire doit supporter une tension alternative à 50 Hz de valeur efficace égale à 1000 volts (ou bien une tension continue de 1500 volts) appliquée pendant au moins une minute entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur.

S'il est prévu qu'en service normal, les conducteurs extérieurs des paires coaxiales ne seront pas mis à la terre, un essai de rigidité diélectrique est effectué entre les conducteurs extérieurs et l'enveloppe métallique mise à la terre; les conducteurs des quartes ou des paires auxiliaires sont réunis aux conducteurs extérieurs des paires coaxiales ou à l'enveloppe suivant le type de système utilisé pour ces quartes ou ces paires. On appliquera dans ces conditions pendant au moins une minute une tension alternative à 50 Hz de valeur efficace supérieure ou égale à 2000 volts (ou bien une tension continue supérieure ou égale à 3000 volts).

Remarque – Les tensions d'essai recommandées tiennent compte des marges de sécurité normales appliquées dans les divers pays. Une isolation au polyéthylène pourrait raisonnablement supporter des tensions nettement plus élevées; toutefois, il est concevable qu'un autre diélectrique puisse être utilisé dans l'avenir.

2.6 *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieur et extérieur de la paire coaxiale, mesurée avec une tension parfaitement stable, comprise entre 100 volts et 500 volts, ne doit pas être inférieure à 5000 mégohms × kilomètre après une minute d'électrisation, la température étant au moins égale à 15 °C. La mesure de la résistance d'isolement doit être faite après l'essai de rigidité diélectrique. Cette mesure doit être effectuée sur chaque longueur de fabrication du câble.

3 Spécification d'une section élémentaire de câble

3.1 *Impédance terminale*

Les conditions spécifiées aux § 1.1.1 et 2.1 s'appliquent.

3.2 *Régularité d'impédance*

Les mesures de régularité d'impédance sont effectuées à partir de chaque extrémité de la section élémentaire de câble. Selon l'usage auquel est destiné le câble, il convient de se reporter à l'une des colonnes du tableau 5/G.622.

3.3 *Affaiblissement linéique*

A 1 MHz, la valeur réelle de l'affaiblissement linéique ne doit pas s'écarter de la valeur nominale de plus de ± 0,2 dB.

L'affaiblissement mesuré sur un câble à la température moyenne t °C est ramené à 10 °C par la formule:

$$\alpha_{10} = \alpha_t \frac{1}{1 + k_\alpha (t - 10)} .$$

La valeur du coefficient de température k_α est égale à 0,002 par °C à 0,5 MHz et aux fréquences supérieures. Il augmente légèrement aux fréquences inférieures (la valeur est de l'ordre de 0,0028 à 60 kHz).

3.4 *Diaphonie*

A une fréquence quelconque de la bande des fréquences effectivement transmises, l'écart télédiaphonique entre deux paires coaxiales d'un câble, transmettant dans le même sens, doit être au moins égal aux valeurs indiquées dans le tableau 6/G.622.

---

[3] Les mesures d'affaiblissement et de diaphonie à ce stade de la fabrication sont seulement des mesures de prototype.

TABLEAU 5/G.622

Mesures échométriques des sections élémentaires de câble [a]

Catégorie du système				Analogique		Numérique	
Gamme de fréquences ou débit				0,06 à 6 MHz	0,3 à 20 MHz	Débit moyen	Fort débit
Durée maximale de l'impulsion				200 ns	100 ns	100 ns [b]	50 ns [b]
Clauses générales	Crête maximale	100 %		42 dB	40 à 44 dB [c]	40 à 44 dB [c]	
		95 %			46 a 50 dB [c]	46 dB [b]	
Clauses optionnelles complémentaires [d]		A	Moyenne des 3 plus fortes crêtes. Maximum non corrigé	45 dB [b]	45 dB [b] 52 dB	45 à 47 dB [c]	
	Ecart équivalent	B	Corrigé en énergie ($\Omega \cdot km^{-\frac{1}{2}}$)				
		C	Non corrigé (Ω)				

[a] Pour les cases vides du tableau, les valeurs sont à l'étude.

[b] Valeurs provisoires.

[c] Valeurs à l'étude (une plage possible est indiquée).

[d] Il suffit de vérifier que l'une ou l'autre des trois conditions A, B ou C est remplie.

Remarque 1 – Les remarques 1 et 2 faites à propos du tableau 3/G.622, demeurent valables. Toutefois pour les systèmes analogiques de la classe 0,06 à 1,3 MHz, les clauses de la colonne 0,06 à 6 MHz s'appliquent, mais la durée de l'impulsion doit être augmentée, lorsque la longueur des sections élémentaires de câble dépasse 4 km. La durée maximale de l'impulsion ne doit cependant pas excéder 400 ns.

Remarque 2 – Il n'est pas nécessaire d'effectuer de mesures au moyen de signaux sinusoïdaux sur des sections élémentaires de câble, sauf dans le cas où l'on aurait de sérieuses raisons de craindre que des irrégularités de nature systématique aient pu apparaître au cours de la pose ou de l'installation du câble. En pareil cas, les résultats de la mesure ne doivent pas être inférieurs à 20 dB (valeur provisoire).

TABLEAU 6/G.622

Ecart télédiaphonique minimal entre deux paires coaxiales 1,2/4,4 mm

Longueur de la section élémentaire (km)	Ecart télédiaphonique (dB)	
	Sans inversion de phase	En cas d'inversion de phase aux répéteurs
8	87	—
6	89	80
4	93	—
3	95	83

Il n'est pas utile de spécifier une valeur de l'écart paradiaphonique dans le cas où l'on choisit les premières limites pour l'écart télédiaphonique.

Dans le cas où l'on pratique une inversion de phase, l'écart paradiaphonique, pour des paires transmettant en sens opposé, doit être au moins de 84 dB pour une section d'environ 6 km et 87 dB pour une section d'environ 3 km.

Remarque – Ces limites permettent d'obtenir une valeur de 65 dB pour l'écart télédiaphonique de la plus mauvaise section homogène de 280 km, en admettant que dans la bande de fréquences considérée, seule la télédiaphonie due au câble intervient [4]; pour les premières limites (écart télédiaphonique quand il n'y a pas inversion de phase), on a admis que la variation du minimum de l'écart télédiaphonique en fonction de la distance L (exprimée en kilomètres) suit approximativement une loi [5] en 2/3 ($20 \log_{10} 280/L$).

3.5 *Rigidité diélectrique*

La paire doit supporter une tension continue d'au moins 1000 volts appliquée pendant au moins une minute entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur.

En outre, dans les conditions indiquées au § 2.5, un essai de rigidité diélectrique entre la paire coaxiale et la terre est effectué avec une tension continue d'au moins 2000 volts appliquée pendant une minute.

Remarque – Les tensions d'essai recommandées tiennent compte des marges de sécurité normales appliquées dans les divers pays. Une isolation au polyéthylène pourrait raisonnablement supporter des tensions nettement plus élevées; toutefois, il est concevable qu'un autre diélectrique puisse être utilisé dans l'avenir.

3.6 *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieur et extérieur de la paire coaxiale, mesurée avec une tension parfaitement stable, comprise entre 100 volts et 500 volts, ne doit pas être inférieure à 5000 mégohms × kilomètre après une minute d'électrisation. La mesure de résistance d'isolement doit être faite après l'essai de rigidité diélectrique. Cette mesure doit être effectuée sur chaque section élémentaire de câble.

ANNEXE A

(à l'Avis G.622)

Exemple de valeurs d'affaiblissement linéique mesurées ou spécifiées dans certains pays

(Valeurs données à titre indicatif)

TABLEAU A-1/G.622

Valeurs mesurées sur un type de paire dont le conducteur extérieur a une épaisseur de 0,15 mm

Fréquence (MHz)	0,060	0,1	0,3	0,5	1	4	12	18	52
Affaiblissement (dB/km)	1,54	1,85	2,89	3,67	5,21	10,4	18,0	22,0	37,5
Tolérance (dB/km)	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,2	±0,2	±0,5
Coefficient de température	0,0028	0,0026	0,0024	0,00225	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020	0,0020

[4] Dans la pratique, il est possible de négliger l'influence des équipements de ligne sur la diaphonie intelligible, mais cela est vrai seulement pour les fréquences basses de la bande (moins de 300 kHz).

[5] Cette loi est certainement valable pour des distances supérieures à celles indiquées dans le tableau 6/G.622; c'est une moyenne entre la loi applicable pour les très courtes distances (variation proportionnelle à la distance) et la loi applicable aux longues distances (variation proportionnelle à la racine carrée de la distance). Les distances correspondant aux limites précises d'application de ces lois restent à l'étude.

TABLEAU A-2/G.622

Valeurs spécifiées dans certains pays pour un type de paire dont le conducteur extérieur a une épaisseur de 0,18 mm

Fréquence (kHz)	60	100	200	300	500	700	1000	1300	4500
Affaiblissement spécifié (dB/km)	1,49	1,80	2,42	2,91	3,73	4,43	5,30	6,05	11,2
Tolérance (dB/km)	±0,1	±0,1	a)	a)	a)	a)	±0,2	±0,2	±0,2

a) Non spécifiée.

Formule proposée par l'Administration du Royaume-Uni pour la loi de variation de l'affaiblissement en fonction de la fréquence:

$$\alpha = 0{,}066 + 5{,}15\sqrt{f} + 0{,}0047\,f$$

Cette formule est donnée à titre d'exemple.

Avis G.623

CARACTÉRISTIQUES DES PAIRES COAXIALES DU TYPE 2,6/9,5 mm EN CÂBLE

(ancien Avis G.331, modifié à Genève, 1976 et 1980)

1 Caractéristiques de la paire

Il est nécessaire d'avoir dans le réseau international des types de paires coaxiales ayant les mêmes caractéristiques électriques, afin de permettre aux systèmes de transmission de fonctionner sur tout câble répondant au présent Avis. L'emploi de ces paires est défini par les tableaux 1 et 2 de l'introduction à la sous-section 6.2 des Avis de la série G.

1.1 *Caractéristiques électriques de la paire coaxiale*

1.1.1 *Impédance caractéristique*

L'impédance caractéristique de la paire coaxiale suit une loi de variation bien déterminée en fonction de la fréquence:

$$Z = 74{,}4\left[1 + \frac{0{,}0123}{\sqrt{f}}\,(1-\mathrm{j})\right]\ \Omega$$

où f est la fréquence exprimée en MHz [1]. Il est donc inutile de fixer des valeurs à toutes les fréquences.

La tolérance sur la valeur 74,4 ohms (impédance à la fréquence infinie) est de ± 1 ohm.

1.1.2 *Affaiblissement linéique*

L'affaiblissement linéique nominal de la paire coaxiale à la fréquence de 60 MHz et à la température de 10 °C doit être compris dans les limites de 18,00 ± 0,3 dB/km [2].

L'allure de la variation de l'affaiblissement en fonction de la fréquence, pour une valeur nominale de 18,00 dB/km à 60 MHz, est indiquée par le tableau 1/G.623 [3].

---

1) Cette formule est équivalente à: $Z = 74{,}4 + (0{,}92/\sqrt{f})\,(1 - \mathrm{j})$ ohms. Si cette dernière formule est utilisée, il faut corriger en conséquence la valeur de la tolérance indiquée dans le texte.

2) Pour des raisons d'ordre interne, certaines Administrations ont considéré qu'il était avantageux pour elles d'utiliser des paires de dimensions plus grandes, dont l'affaiblissement est plus faible, ce qui permet d'utiliser des sections élémentaires de câble plus longues (2 km). Les câbles fabriqués par assemblage de ces paires peuvent être considérés comme répondant aux finalités du présent Avis pour utilisation comme support de systèmes à 60 MHz, si les caractéristiques électriques des sections élémentaires de câble réalisées à l'aide de tels câbles sont conformes à cet Avis, et si les équipements de ligne à utiliser restent exactement les mêmes que ceux qui sont utilisés avec les câbles prévus dans cet Avis. Les paires de 3,7/13,5 mm de l'Administration française décrites en [1] appartiennent à cette catégorie.

3) Pour les cases vides du tableau, les valeurs sont à l'étude.

TABLEAU 1/G.623

Valeurs nominales de l'affaiblissement linéique à diverses fréquences

Fréquence (MHz)	0,06	0,3	1	4	12	20	40	60	150	300
Affaiblissement (dB/km)	0,59	1,27	2,32	4,62	8,01	10,35	14,67	18,00		

1.2 *Construction mécanique des paires coaxiales*

a) le conducteur intérieur est un fil de cuivre massif de 2,6 mm de diamètre;

b) l'isolation est réalisée de telle façon que l'isolant, composé d'un gaz et d'une matière diélectrique solide à très faibles pertes, ait une permittivité assez faible pour satisfaire aux clauses du présent Avis;

c) le conducteur extérieur est constitué par un ruban de cuivre d'épaisseur égale à 0,25 mm, disposé autour de l'isolant sous forme de cylindre de diamètre intérieur égal à 9,5 mm;

d) pour des raisons de diaphonie, il y a intérêt à placer autour du conducteur extérieur des rubans d'acier doux.

Une autre forme de construction, ayant les mêmes caractéristiques électriques, comportant un conducteur intérieur en cuivre de 2,8 mm de diamètre et un conducteur extérieur en aluminium de 10,2 mm de diamètre intérieur, est utilisée par certaines Administrations. Ce mode de construction est décrit plus en détail en annexe A.

2 Spécification du câble

2.1 *Impédance caractéristique*

Pour vérifier que la valeur donnée au § 1.1.1 est respectée, on peut effectuer les mesures soit au moyen d'un signal sinusoïdal, soit au moyen d'impulsions.

Dans le premier cas, la vérification se fait souvent au moyen de la courbe impédance en fonction de la fréquence lissée.

Dans le deuxième cas, il convient d'employer une impulsion en cosinus carré, de durée à mi-amplitude inférieure à 100 ns. On peut effectuer un équilibrage par rapport à une impédance de référence réglable ou mesurer un facteur de réflexion par rapport à un étalon fixe.

2.2 *Régularité d'impédance*

Les mesures de contrôle courant de la régularité d'impédance sont effectuées au moyen d'échomètres à impulsions, à partir d'une ou des deux extrémités des longueurs de fabrication. La courbe d'écho doit être tracée avec une correction en amplitude et si possible en amplitude et en phase. Si l'écart équivalent est mesuré, il doit être corrigé. Cependant, pour les mesures courantes, on peut se passer de correction si la longueur en essai est assez courte pour que la correction soit faible.

Le tableau 2/G.623 indique des diverses valeurs à obtenir, selon l'usage auquel est destiné le câble.

Remarque 1 – Dans le cas des systèmes analogiques de la classe 0,06 à 4 MHz ou 6 MHz, les clauses sont les mêmes que pour les systèmes analogiques de la classe 0,3 à 20 MHz.

Remarque 2 – Pour déceler les irrégularités de nature systématique, des mesures d'affaiblissement de l'onde réfléchie sur les irrégularités sont à effectuer sur une faible proportion des longueurs fabriquées. Les limites à respecter sont données par le tableau 3/G.623.

Remarque 3 – Dans les tableaux, les pourcentages indiqués concernent l'ensemble des paires d'un lot de câbles présentés simultanément au contrôle ou constituant une même livraison.

TABLEAU 2/G.623

Mesures échométriques des longueurs en usine [a]

Catégorie du système				Analogique		Numérique	
Gamme de fréquences ou débit				0,3 à 20 MHz	4 à 70 MHz	Fort débit	Très fort débit
Durée maximale de l'impulsion				50 ns	10 ns	10 ns	10 ns [b]
Clauses générales	Crête maximale		100 %	50 dB	48 dB	48 dB [c]	
			95 %	56 dB	54 dB [d]	54 dB [c] [d]	
Clauses optionnelles complémentaires [e]	A	Moyenne des 3 plus fortes crêtes		53 dB	51 dB	51 dB [c]	
	B	Ecart équivalent	$L < 300$ m	0,6 Ω	1 Ω	1 Ω	
			$300 \leqslant L \leqslant 500$ m	0,8 Ω [c]	1,2 Ω [c]	1,2 Ω [c]	
			$L > 500$ m	0,8 Ω	1,6 Ω	1,6 Ω	

TABLEAU 3/G.623

Mesures au moyen de signaux sinusoïdaux des longueurs en usine [a]

Catégorie du système		Analogique		Numérique	
Gamme de fréquences ou débit		0,3 à 20 MHz	4 à 70 MHz	Fort débit [f]	Très fort débit
Affaiblissement de l'onde réfléchie sur les irrégularités					
Pourcentage des longueurs concernées		Néant	Environ 5 %	Environ 5 %	Environ 5 %
Bande de fréquences concernée			4 à 62 MHz	20 à 100 MHz	62 à 500 MHz
Valeur minimale mesurée	100 %		35 dB	30 dB [c]	20 dB [c]
	95 %		38 dB		
Puissance moyenne réfléchie dans une bande de 10 MHz (Transmission de signaux de télévision dans le cadre du système à 60 MHz)					
Bande de fréquences concernée		Néant	52 à 62 MHz		
Facteur moyen de réflexion de puissance	$L \approx 250$ m		41 dB	35 dB [c]	28 dB [c]
	$L > 500$ m		40 dB		

Renvois des tableaux 2/G.623 et 3/G.623:

[a] Pour les cases vides du tableau, les valeurs sont à l'étude.

[b] Il serait souhaitable que les mesures de contrôle courant soient faites, dans ce cas aussi, au moyen d'une impulsion de 10 ns, en conservant les spécifications des systèmes analogiques de la classe 4 à 70 MHz, même s'il est nécessaire que des mesures d'études ou de prototype soient exécutées avec une impulsion de 2 ns.

[c] Valeurs provisoires.

[d] A condition de ne pas rencontrer plus d'une valeur comprise entre 54 et 48 dB sur une même paire coaxiale d'une section élémentaire de câble.

[e] Il suffit de vérifier que l'une ou l'autre des deux conditions A ou B est remplie.

[f] Les clauses définies pour les systèmes analogiques de la classe 4 à 70 MHz sont certainement suffisantes. Mais des valeurs très inférieures ont aussi été proposées. Il conviendra de s'entendre sur les valeurs à spécifier et sur la bande de fréquences à explorer (4 à 100 MHz ou 62 à 100 MHz).

2.3 *Affaiblissement linéique*

L'affaiblissement des paires devra être tel que les clauses du § 3.3 puissent être respectées [4].

Si l'on se réfère à la longueur mesurée suivant une génératrice de l'enveloppe du câble, l'affaiblissement linéique doit être multiplié par le facteur de câblage, dont les valeurs sont données à titre indicatif par le tableau 4/G.623.

TABLEAU 4/G.623

Valeurs du facteur de câblage

Nombre de paires dans le câble	Facteur de câblage couche extérieure	Facteur de câblage pondéré, ensemble du câble
4 ou 6		1,003
8		1,005
12	1,009	1,007
18 ou 20	1,012	1,010

2.4 *Diaphonie*

La diaphonie entre paires devra être telle que les clauses du § 3.4 puissent être respectées [4].

2.5 *Rigidité diélectrique*

La paire doit supporter pendant une minute une tension alternative à 50 Hz de valeur efficace égale à 2000 volts (ou bien une tension continue de 3000 volts) appliquée entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur relié à l'enveloppe. Cet essai de rigidité diélectrique doit être effectué sur chaque longueur de fabrication du câble.

2.6 *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieur et extérieur de la paire coaxiale, mesurée avec une tension parfaitement stable, comprise entre 100 et 500 volts, ne doit pas être inférieure à 5000 mégohms × kilomètre après une minute d'électrisation, la température étant au moins égale à 15 °C. La mesure de la résistance d'isolement doit être faite après l'essai de rigidité diélectrique. Cette mesure doit être effectuée sur chaque longueur de fabrication du câble.

3 Spécification d'une section élémentaire de câble

L'Administration et le fournisseur devront se mettre d'accord sur le choix entre exécuter des essais sur toutes les sections ou une certaine proportion d'entre elles ou même se contenter d'un seul essai type d'acceptation, notamment dans le cas où il est difficile d'effectuer des mesures dans les conditions réelles.

3.1 *Impédance terminale*

Les conditions spécifiées aux § 1.1.1 et 2.1 s'appliquent.

3.2 *Régularité d'impédance*

Les mesures de régularité d'impédance sont effectuées à partir de chaque extrémité de la section élémentaire de câble. Selon l'usage auquel est destiné le câble, il convient de se reporter à l'une des colonnes du tableau 5/G.623.

Remarque 1 – Les remarques 1 et 3 faites au § 2.2, à propos du tableau 2/G.623, demeurent valables. Toutefois, pour les systèmes analogiques de la classe 0,06 à 4 ou 6 MHz, les clauses de la colonne 0,3 à 20 MHz s'appliquent, mais la durée de l'impulsion doit être augmentée, lorsque la longueur des sections élémentaires de câble dépasse 5 km. La durée maximale de l'impulsion ne doit cependant pas excéder 200 ns.

[4] Les mesures d'affaiblissement et de diaphonie à ce stade de la fabrication sont seulement des mesures de prototype.

Remarque 2 – Il n'est pas nécessaire d'effectuer de mesures au moyen de signaux sinusoïdaux sur des sections élémentaires de câble, sauf dans le cas où l'on aurait de sérieuses raisons de craindre que des irrégularités de nature systématique aient pu apparaître au cours de la pose ou de l'installation du câble. En pareil cas, les résultats de la mesure ne doivent pas être inférieurs à 33 dB pour la bande de 4 à 62 MHz et x dB pour la bande de 62 à y MHz [5].

TABLEAU 5/G.623

Mesures échométriques des sections élémentaires de câble [a]

Catégorie du système				Analogique		Numérique	
Gamme de fréquences ou débit				0,3 à 20 MHz	4 à 70 MHz	Fort débit	Très fort débit
Durée maximale de l'impulsion				50 ns	10 ns	10 ns	[b]
Clauses générales	Crête maximale	100 %		50 dB	46 dB	46 dB [c]	
		95 %			50 dB	50 dB [c]	
Clauses optionnelles complémentaires [d]		A	Moyenne des 3 plus fortes crêtes. Maximum non corrigé	51 dB 54 dB	49 dB 52 dB	49 dB [c] 52 dB [c]	
	Ecart équivalent	B	Corrigé en énergie ($\Omega \cdot km^{-\frac{1}{2}}$)	0,8 [c]	2 [c]	2 [c]	
		C	Non corrigé (Ω)	1 [c]	1,5 [c]	1,5 [c]	

[a] Pour les cases vides du tableau, les valeurs sont à l'étude.

[b] Il serait souhaitable que les mesures de contrôle courant soient faites, dans ce cas aussi, au moyen d'une impulsion de 10 ns, en conservant les spécifications des systèmes analogiques de la classe 4 à 70 MHz, même s'il est nécessaire que des mesures d'études ou de prototype soient exécutées avec une impulsion de 2 ns.

[c] Valeurs provisoires.

[d] Il suffit de vérifier que l'une ou l'autre des trois conditions A, B ou C est remplie.

3.3 *Affaiblissement linéique*

Pour un câble de fabrication donnée, dont la valeur nominale d'affaiblissement a été fixée dans les limites du § 1.1.2, la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale de l'affaiblissement, mesurées à 60 MHz sur les paires coaxiales de toutes les sections élémentaires de 1,5 km, doit être inférieure à 0,4 dB/km (valeur ramenée à 10 °C).

L'affaiblissement mesuré sur un câble à la température moyenne t °C est ramené à 10 °C par la formule:

$$\alpha_{10} = \alpha_t \frac{1}{1 + k_\alpha (t - 10)}.$$

La valeur du cœfficient de température k_α est égale à 0,002 par °C aux fréquences supérieures à 1 MHz.

[5] Les valeurs de x et de y sont à l'étude.

3.4 *Diaphonie*

L'écart télédiaphonique entre deux paires coaxiales d'un câble, à une fréquence quelconque de la bande des fréquences effectivement transmises, doit être au moins égal aux valeurs données par le tableau 6/G.623.

TABLEAU 6/G.623

Longueurs (km)	Bande de fréquences (MHz)	Ecart télédiaphonique (dB)
9	0,06 à 4,3	85
4,5	0,3 à 12,5	94 a)
1,5	4 à 62	130

a) Si le câble transmet à la fois des systèmes utilisant la bande de 0,3 à 12 MHz et des systèmes utilisant la bande des fréquences inférieures, avec un pas d'amplification plus long, la valeur de l'écart télédiaphonique doit être augmentée de quelques décibels aux fréquences supérieures à 300 kHz pour tenir compte des différences de niveaux en certains points du circuit. Une valeur de 100 dB suffit.

Dans le cas des câbles exploités à 60 MHz, l'affaiblissement paradiaphonique à 60 MHz doit être au moins égal à 140 dB entre paires transmettant en sens opposé. Dans le cas des autres systèmes, aucune limite n'est fixée, des études antérieures ayant montré que l'écart paradiaphonique dans les conditions du service était supérieur à l'écart télédiaphonique. Ces valeurs comprennent la contribution des accessoires associés à la section élémentaire de câble, tels que cordons souples de raccordement et connecteur coaxial.

Remarque 1 – Les valeurs données pour les câbles employés avec des systèmes à 60 MHz dérivent de considérations générales sur la diaphonie entre circuits radiophoniques données par l'Avis J.18 [2]. Ces valeurs sont faciles à obtenir, bien que dans l'état actuel de la technique, il soit très difficile de les contrôler avec des équipements de mesure d'usage courant.

Remarque 2 – Les valeurs données pour les câbles employés avec des systèmes à 12 MHz ou moins sont suffisantes pour la transmission de la téléphonie. Pour la transmission des circuits radiophoniques, cette valeur doit être portée à 105 dB, valeur qui est facilement tenue par tous les types de câble aux fréquences supérieures à 300 kHz.

Remarque 3 – Ces limites permettent d'obtenir une valeur de 65 dB pour l'écart télédiaphonique de la plus mauvaise section homogène de 280 km, en admettant que dans la bande de fréquences considérée, seule la télédiaphonie due au câble intervient [6] et que la variation du minimum de l'écart télédiaphonique en fonction de la distance L (exprimée en kilomètres) suit approximativement une loi [7] en 2/3 ($20 \log_{10} 280/L$).

3.5 *Rigidité diélectrique*

La paire doit supporter pendant une minute une tension continue égale à 2000 volts appliquée entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur relié à l'enveloppe. Cet essai de rigidité diélectrique doit être effectué sur chaque section, une fois la pose terminée

3.6 *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieur et extérieur de la paire coaxiale, mesurée avec une tension parfaitement stable, comprise entre 100 volts et 500 volts, ne doit pas être inférieure à 5000 mégohms × kilomètre après une minute d'électrisation; la mesure de la résistance d'isolement doit être faite après l'essai de rigidité diélectrique. Cette mesure doit être effectuée sur chaque section.

---

6) En effet, il est possible de négliger l'influence des équipements de ligne sur la diaphonie intelligible, mais cela est vrai seulement pour les fréquences basses de la bande (moins de 300 kHz).

7) Cette loi est certainement valable pour des distances supérieures à celles indiquées dans le tableau 6/G.623; c'est une moyenne entre la loi applicable pour les très courtes distances (variation proportionnelle à la distance) et la loi applicable aux longues distances (variation proportionnelle à la racine carrée de la distance). Les distances correspondant aux limites précises d'application de ces lois restent à l'étude.

ANNEXE A

(à l'Avis G.623)

Description d'une paire coaxiale cuivre-aluminium présentant les mêmes caractéristiques électriques que la paire coaxiale de 2,6/9,5 mm cuivre

Cette paire coaxiale cuivre-aluminium est constituée de la manière suivante:

- le conducteur intérieur est un fil de cuivre massif de 2,8 mm de diamètre;
- l'isolation est réalisée de telle façon que l'isolant, composé d'un gaz et d'une matière diélectrique solide à très faibles pertes, ait une permittivité assez faible pour satisfaire aux clauses du présent Avis;
- le conducteur extérieur est constitué par un ruban d'aluminium d'épaisseur égale à 0,7 mm, disposé autour de l'isolant sous forme de cylindre de diamètre intérieur égal à 10,2 mm soudé longitudinalement.

Les paires coaxiales ainsi constituées peuvent être épissurées facilement et de manière fiable entre elles ou avec les paires coaxiales de 2,6/9,5 mm cuivre. Elles satisfont à toutes les caractéristiques électriques du présent Avis; notamment, les valeurs d'écart télédiaphonique du § 3.4 sont tenues entre paires transmettant dans le même sens.

Références

[1] Annexe 2 du CCITT – Question 17/XV, *Livre vert*, tome III.3, UIT, Genève, 1973.

[2] Avis du CCITT *Diaphonie sur les circuits pour transmissions radiophoniques établis sur des systèmes à courants porteurs*, tome III, fascicule III.4, Avis J.18.

6.3 Câbles sous-marins

Les Avis de cette sous-section sont relatifs aux spécifications des câbles sous-marins. Les Avis relatifs aux systèmes se trouvent dans la sous-section 3.7.

Le supplément n° 11 contient une documentation sur les navires câbliers utilisés dans divers pays.

Le supplément n° 18 fournit des renseignements sur les câbles sous-marins utilisés en eau profonde.

Avis G.631

TYPES DE CÂBLES SOUS-MARINS À UTILISER POUR DES SYSTÈMES OÙ LES FRÉQUENCES TRANSMISES EN LIGNE NE DÉPASSENT PAS ENVIRON 45 MHz [1)]

(Genève, 1976)

Le CCITT

reconnaissant

que les complications spéciales qu'occasionne la répartition des câbles dans le cas des systèmes en câble sous-marin de grande profondeur (c'est-à-dire de systèmes posés à des profondeurs telles qu'il n'est plus nécessaire de mettre en œuvre des câbles avec armure) justifient que l'on prenne des mesures visant à diminuer le nombre des types de câble que les navires câbliers peuvent avoir à réparer;

appréciant

aussi le fait que ceux qui font les projets de systèmes en câble sous-marin doivent bénéficier d'une liberté suffisante en ce qui concerne le choix du câble afin de pouvoir obtenir un prix de revient général optimal par unité de longueur pour chaque système;

1) L'étude de recommandations concernant des systèmes mettant en œuvre des fréquences supérieures se poursuit.

reconnaissant

que, lorsqu'il s'agit de déterminer si deux câbles différents peuvent être raccordés dans de bonnes conditions, les caractéristiques les plus importantes sont:

- le diamètre intérieur du conducteur extérieur,
- l'impédance caractéristique du câble;

émet l'avis

que, pour les systèmes en câble sous-marin utilisant en ligne des fréquences qui peuvent atteindre 45 MHz [1], le câble utilisé dans les sections maritimes en eau profonde de ces systèmes doivent respecter les limites indiquées dans le tableau 1/G.631.

TABLEAU 1/G.631

Diamètre interne du conducteur extérieur	de 25,0 à 25,5 mm	de 37,0 à 38,5 mm	43,2 mm
Impédance caractéristique	de 43 à 46 Ω	a) de 53 à 54 Ω b) de 60 à 62 Ω	a) de 49 à 50 Ω b) de 53 à 54 Ω c) de 60 à 62 Ω

6.4 Guides d'ondes

Avis G.641

DIAMÈTRES DES GUIDES D'ONDES

(Genève, 1976)

Le CCITT,

considérant

(a) que, sur des artères à peu près droites, les guides d'ondes de grand diamètre ont un affaiblissement de référence réduit et permettent un espacement relativement grand entre les répéteurs, mais que leur fabrication est onéreuse et qu'ils sont difficiles à poser;

(b) que les guides d'ondes de petit diamètre sont moins coûteux, se prêtent mieux à des courbures et sont moins difficiles à poser – ce qui les rend plus intéressants pour les zones urbaines ou les terrains accidentés – mais qu'ils demandent un moins grand espacement entre les répéteurs;

(c) que, dans chaque cas déterminé, le calcul du diamètre optimal du guide d'ondes pose une question complexe entraînant des travaux tels que l'analyse détaillée de l'artère intéressée, la comparaison du coût de la production et de la pose des divers types de guides d'ondes de différents diamètres, l'étude comparative du coût des différents types et nombres des répéteurs nécessaires, ainsi que l'analyse des objectifs d'ensemble de fiabilité;

(d) qu'il convient d'éviter la diversification superflue des diamètres de guides d'ondes en en normalisant un petit nombre,

émet l'avis

que le diamètre intérieur d'un guide d'ondes doit être choisi, selon le cas, dans la série des 30, 40, 50, 51, 60 et 70 mm.

---

[1] L'étude de recommandations concernant des systèmes mettant en œuvre des fréquences supérieures se poursuit.

6.5 Câbles à fibres optiques

Avis G.651

CARACTÉRISTIQUES DES CÂBLES À FIBRES OPTIQUES À GRADIENT D'INDICE (50/125 µm)

(Genève, 1980)

Le CCITT,

considérant

(1) que les câbles à fibres optiques seront largement utilisés dans les futurs réseaux de télécommunications;

(2) que les applications prévues peuvent demander de nombreuses sortes de fibres qui diffèrent les unes des autres en ce qui concerne:

- le type: a) multimodal, b) monomodal
- la nature du profil de l'indice de réfraction: a) à gradient d'indice, b) à saut d'indice
- le matériau: a) verre à forte teneur en silice, b) verre à plusieurs composants, c) autres
- la longueur d'onde de fonctionnement: a) 0,8 à 0,9 µm, b) 1,2 à 1,3 µm, c) autres
- les caractéristiques géométriques et optiques;

(3) que les études portant sur l'utilisation pratique de toutes ces sortes de fibres n'ont cependant pas encore suffisamment progressé;

(4) qu'il serait indiqué d'élaborer un Avis portant sur la fibre dont l'utilisation pratique a fait l'objet des études les plus avancées;

(5) que des Avis relatifs aux différentes sortes de fibres, y compris d'autres fibres à gradient d'indice, pourraient être élaborés lorsque les études concernant leur utilisation pratique auront suffisamment progressé,

émet l'avis

d'utiliser une fibre multimodale à gradient d'indice fabriquée en silice ou en verre à plusieurs composants, avec une source lumineuse à longueur d'onde de 0,8 à 0,9 µm, puisque la plupart des Administrations envisagent d'employer initialement ce type de fibre dans leurs réseaux publics.

Cette fibre peut être utilisée pour la transmission analogique et la transmission numérique [1].

Les caractéristiques géométriques, optiques, mécaniques et de transmission de cette fibre sont décrites ci-après.

On trouvera dans l'annexe A des commentaires concernant les divers paramètres indiqués dans l'Avis.

La signification des termes utilisés dans le présent Avis est donnée dans l'annexe B et les directives à suivre lors des mesures destinées à vérifier les diverses caractéristiques sont données dans l'annexe C. Dans l'avenir, lorsque d'autres Avis sur les fibres optiques seront adoptés, les annexes B et C pourront devenir des Avis distincts.

Remarque – Etant donné que le domaine des câbles à fibres optiques est en pleine évolution, on notera que le présent Avis sera révisé en conséquence au cours de la prochaine période d'études. En particulier, les valeurs indiquées dans le présent Avis reflètent l'état actuel de la technique pour un type d'application particulier, et non des normes définitives. Il doit être clairement entendu que le choix d'un seul jeu de valeurs n'empêche en rien de recommander des fibres d'autres conceptions.

---

[1] On estime que l'emploi actuellement le plus répandu est celui des systèmes de transmission numérique en ligne ayant un débit binaire qui peut aller jusqu'à 274 Mbit/s.

1 Caractéristiques des fibres

Les caractéristiques des fibres qui font l'objet du présent § 1 sont celles qui permettent l'interconnexion des fibres avec des pertes acceptables.

Seules les caractéristiques propres à la fibre (et qui ne dépendent donc pas de la fabrication du câble) sont ici recommandées. Elles s'appliqueront de la même façon à une fibre isolée, à une fibre incorporée dans un câble enroulé sur un touret et à une fibre faisant partie d'un câble installé.

1.1 *Caractéristiques géométriques de la fibre*

1.1.1 *Diamètre du cœur*

La valeur nominale recommandée pour le diamètre du cœur est 50 µm.

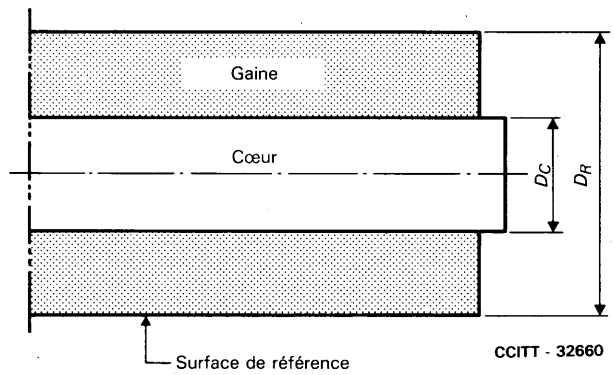
L'écart sur cette valeur ne doit pas dépasser ± 6%.

1.1.2 *Diamètre de la surface de référence*

La valeur nominale recommandée pour le diamètre de la surface de référence est 125 µm.

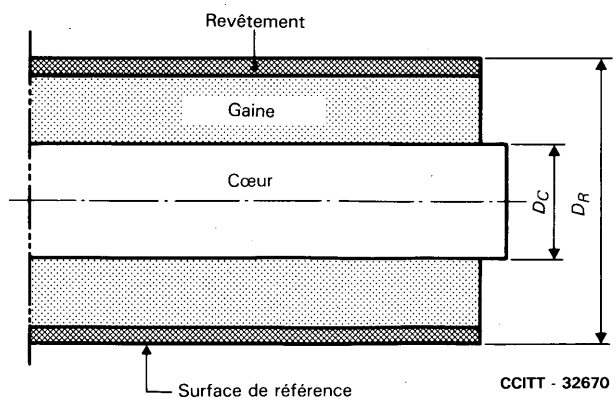
L'écart sur cette valeur ne doit pas dépasser ± 2,4%.

Remarque – Selon la technique utilisée, le diamètre de la surface de référence peut être soit celui de la gaine (voir la figure 1/G.651), soit le diamètre qui englobe un ou plusieurs revêtements entourant la gaine (voir la figure 2/G.651) si ceux-ci ne doivent pas être ôtés pour le raccordement. Quoi qu'il en soit, le diamètre de la surface de référence doit être de 125 µm.



D_R Diamètre de la surface de référence
D_C Diamètre du cœur

FIGURE 1/G.651



D_R Diamètre de la surface de référence
D_C Diamètre du cœur

FIGURE 2/G.651

1.1.3 *Diamètre de la gaine*

Il ne semble pas indispensable de spécifier séparément les caractéristiques géométriques de la gaine.

Remarque – Comme on vient de le voir, la surface de référence est utilisée aux fins de raccordement et deux cas peuvent se produire:

a) le revêtement est assez fin et assez bien centré pour qu'il ne soit pas nécessaire de l'ôter lors d'un raccordement. Dans ce cas, la gaine ne joue aucun rôle pour le raccordement et il est inutile de spécifier une valeur;

b) le revêtement est soit trop épais, soit trop mal centré pour être pris comme surface de référence; dans ce cas, il faut l'ôter et la gaine devient par définition la surface de référence.

1.1.4 *Erreur de concentricité*

L'erreur de concentricité tolérée doit être inférieure à 6%.

1.1.5 *Non-circularité*

1.1.5.1 *Non-circularité du cœur*

La non-circularité tolérée pour le cœur doit être inférieure à 6%.

1.1.5.2 *Non-circularité de la surface de référence*

La non-circularité tolérée pour la surface de référence doit être inférieure à 2%.

Remarque – Les tolérances indiquées ci-dessus sont provisoires et doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

1.2 *Propriétés optiques de la fibre*

1.2.1 *Profil de l'indice de réfraction*

Pour les fibres qui font l'objet du présent Avis, les profils d'indice de réfraction doivent être quasi-paraboliques.

1.2.2 *Ouverture numérique théorique maximale*

La valeur nominale recommandée pour l'ouverture numérique théorique maximale est $ON_{t\,max}$.

L'écart entre la valeur effective et la valeur nominale ne doit pas dépasser 0,02.

Remarque – La plupart des propositions ont porté sur une valeur comprise entre 0,15 et 0,24, c'est donc dans cette gamme que sera sans doute choisie la valeur finale.

2 Spécifications relatives à la longueur de fabrication

Les caractéristiques géométriques et optiques des fibres n'étant que peu affectées par le processus de câblage, on trouvera dans le présent § 2 des recommandations portant essentiellement sur les caractéristiques de transmission.

Les caractéristiques de transmission dépendent en grande partie de la longueur d'onde utilisée pour acheminer l'information. A l'heure actuelle, la priorité est accordée à une longueur d'onde comprise entre 0,8 et 0,9 μm, tandis que d'autres longueurs d'onde doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

Les caractéristiques de transmission spécifiées ci-après doivent être observées et mesurées à la température ambiante (de 10 à 35 °C).

La largeur spectrale de la source doit être indiquée quand on donne les caractéristiques de transmission.

2.1 *Affaiblissement linéique*

Les fibres optiques dont traite le présent Avis peuvent être classées dans les catégories suivantes:

1) $\alpha(\lambda) \leqslant 10$ dB/km
2) $\alpha(\lambda) \leqslant 6$ dB/km
3) $\alpha(\lambda) \leqslant 4{,}5$ dB/km
4) $\alpha(\lambda) \leqslant 3$ dB/km

Remarque – Toutes les valeurs d'affaiblissement ci-dessus se rapportent à $\lambda = 0{,}85$ μm.

2.2 *Réponse en bande de base*

La réponse en bande de base est présentée dans le domaine fréquentiel. Les Administrations désireuses d'utiliser le domaine temporel pourront toujours le faire par l'intermédiaire d'opérations mathématiques. A cette fin, il faut disposer de la réponse en amplitude et de la réponse en phase.

La réponse en bande de base est rapportée à 1 km. La variation en fonction de la longueur n'est pas parfaitement connue et les études doivent se poursuivre.

2.2.1 *Réponse en amplitude*

La réponse en amplitude est spécifiée sous la forme d'une valeur B de largeur de bande à -6 dB (électrique) de la caractéristique amplitude en fonction de la fréquence. Une courbe plus complète doit aussi être fournie.

Les fibres optiques couvertes par le présent Avis peuvent être classées dans les catégories suivantes:

1) $|B| \geqslant 200$ MHz,
2) $|B| \geqslant 500$ MHz,
3) $|B| \geqslant 1000$ MHz.

Remarque – Toutes les valeurs ci-dessus se rapportent à $\lambda = 0{,}85$ µm et sont provisoires.

2.2.2 *Réponse en phase*

Des études complémentaires sont nécessaires pour déterminer s'il convient de recommander une valeur quelconque.

2.3 *Dispersion par le matériau*

Il semble prématuré de formuler une recommandation à ce sujet.

2.4 *Diamètre effectif du cœur, ouverture numérique utile*

L'importance de ces paramètres, qui sont liés à la transmission, n'a pas encore été clairement démontrée. D'autres études sont nécessaires.

2.5 *Propriétés mécaniques*

Il ne semble actuellement pas opportun de formuler des recommandations à ce sujet. Les Administrations et les concepteurs doivent veiller à ce que des méthodes d'ingénierie satisfaisantes soient suivies.

3 Sections élémentaires de câble

Une section élémentaire de câble comprend habituellement un certain nombre de longueurs de fabrication épissurées. L'épissurage affectant principalement les paramètres de transmission, il convient de déterminer de nouvelles valeurs pour l'affaiblissement et la réponse en bande de base, compte tenu des pertes par épissurage et des lois de variation en fonction de la longueur de la fibre.

3.1 *Affaiblissement linéique*

A l'étude.

Remarque – L'affaiblissement linéique d'une section élémentaire de câble ne dépassera probablement pas celui des longueurs de fabrication, mais les études doivent se poursuivre.

3.2 *Réponse en bande de base*

Les effets des épissures et de la variation de la réponse en bande de base en fonction de la longueur sont encore à l'étude.

3.3 *Diamètre effectif du cœur, ouverture numérique utile*

A l'étude.

ANNEXE A

(à l'Avis G.651)

Commentaires relatifs aux différents paramètres indiqués dans l'Avis

Remarque – Dans la présente annexe, la numérotation entre parenthèses indique le paragraphe concerné de l'Avis.

A.1 *Caractéristiques géométriques de la fibre* (§ 1.1)

Le diamètre du cœur, celui de la gaine et celui de la surface de référence (valeurs nominales et tolérances) peuvent influer sur nombre d'importantes caractéristiques de la fibre, y compris l'affaiblissement de microcourbure, les pertes par épissurage, l'efficacité du couplage (notamment pour les sources incohérentes), la résistance mécanique, le coût de la fibre et les problèmes de fabrication. Il existe des solutions de compromis entre ces effets et les dimensions de la fibre.

A.2 *Diamètre du cœur* (§ 1.1.1)

Le diamètre de cœur doit être aussi grand que possible pour ramener au minimum l'affaiblissement dû aux épissures et augmenter le facteur de couplage avec les sources, en particulier dans le cas des sources incohérentes. Cependant, plus le cœur est grand, plus la fibre est onéreuse et plus l'affaiblissement de microcourbure est marqué pour une valeur donnée du diamètre de la gaine. Par ailleurs, la tolérance applicable au diamètre du cœur doit tenir compte des pertes par épissurage et des difficultés de fabrication.

A.3 *Diamètre de la surface de référence* (§ 1.1.2)

Les techniques de raccordement peuvent être en nombre limité, selon que la surface de référence est ou n'est pas la surface définie par la gaine.

A.4 *Erreur de concentricité* (§ 1.1.4)

L'erreur de concentricité entre la surface de référence et le cœur affecte principalement le raccordement et elle doit être rendue aussi faible que possible tout en restant compatible avec les procédés de fabrication.

A.5 *Non-circularité* (§ 1.1.5)

La non-circularité affecte principalement le raccordement et doit être rendue aussi faible que possible tout en restant compatible avec les procédés de fabrication.

A.6 *Ouverture numérique théorique maximale* (§ 1.2.2)

Cette ouverture numérique doit être aussi large que possible sans que cela affecte trop la réponse en bande de base et les caractéristiques d'affaiblissement; cela permet d'augmenter l'efficacité de couplage de la source, notamment dans le cas des sources incohérentes, et de diminuer les effets de microcourbure.

A.7 *Remarques complémentaires*

A.7.1 *Matériaux constitutant la fibre*

La nature du matériau constituant la fibre doit être indiquée.

A.7.2 *Matériaux de protection*

Le constructeur doit indiquer les propriétés physico-chimiques du matériau constituant le revêtement primaire de la fibre, ainsi que la meilleure façon de le retirer, le cas échéant. Dans le cas d'une fibre sous revêtement individuel, le constructeur doit donner les indications similaires.

A.8 *Spécifications relatives à la longueur de fabrication* (§ 2)

Il importe d'établir les caractéristiques de transmission des différents types de câbles en les soumettant à des essais à diverses températures comprises dans la gamme opérationnelle prévue. Les variations possibles de ces caractéristiques en fonction de la température devront faire l'objet de nouvelles études.

A.9 *Affaiblissement* (§ 2.1)

On peut calculer l'affaiblissement aux longueurs d'onde comprises entre 0,8 et 0,9 μm par référence à une courbe donnant, pour le type de fibre étudié, les caractéristiques typiques affaiblissement spectral/longueur d'onde par rapport à l'affaiblissement à 0,85 μm.

Etant donné que le contenu en ions OH^- peut varier, l'extrapolation deviendra de moins en moins sûre à mesure que la longueur d'onde approchera de 0,9 µm.

A.10 *Dispersion par le matériau* (§ 2.3)

Les valeurs de dispersion comprises entre 0,8 et 0,9 µm doivent être indiquées, ainsi que la méthode de mesure.

ANNEXE B

(à l'Avis G.651)

Signification des termes utilisés dans l'Avis

Préambule

La signification des termes ci-après ne s'applique qu'aux fibres optiques conçues pour fournir des structures circulaires coaxiales composées d'un cœur, d'une gaine, etc., dont les caractéristiques ne s'écartent que très peu des caractéristiques souhaitées. Toutes ces définitions, à l'exception de celle de la surface de référence du § B.9, s'appliquent à une section droite par rapport à l'axe de la fibre.

Les définitions sont numérotées dans l'ordre dans lequel les termes se présentent dans l'Avis.

B.1 **cœur**

E: core

S: núcleo

La plus petite partie de la section droite de la fibre (à l'exclusion de tout «creux central») comprise à l'intérieur du lieu des points où l'indice de réfraction n_3 est:

$$n_3 = n_2 + k\,(n_1 - n_2)$$

où

n_1 est l'indice de réfraction maximal du cœur de la fibre.

n_2 est l'indice de réfraction de la région extérieure homogène de la gaine de la fibre (voir la figure B-1/G.651).

k est une constante.

Remarque – Sauf indication contraire, on suppose que la valeur de k est 0,05, cependant le choix d'une valeur définitive doit faire l'objet d'un complément d'étude.

B.2 **centre du cœur**

E: core centre

S: centro del núcleo

Centre du plus petit cercle dans lequel la totalité du cœur peut être contenue.

B.3 **diamètre du cœur** (D_C)

E: core diameter (D_{Co})

S: diámetro del núcleo (D_{Co})

Diamètre du cercle qui définit le centre du cœur.

B.4 **diamètre moyen du cœur** [2] ($D_{C\,moy}$)

E: average core diameter ($D_{Co\,av}$)

S: diámetro medio del núcleo ($D_{Co\,av}$)

Moyenne arithmétique de la longueur de deux cordes passant chacune par le centre du cœur, l'une $D_{C\,max}$ reliant les points les plus distants entre eux sur l'interface cœur/revêtement (lieu n_3), l'autre $D_{C\,min}$ reliant les points les plus rapprochés sur l'interface cœur/revêtement (lieu n_3):

$$D_{C\,moy} = \frac{D_{C\,max} + D_{C\,min}}{2}$$

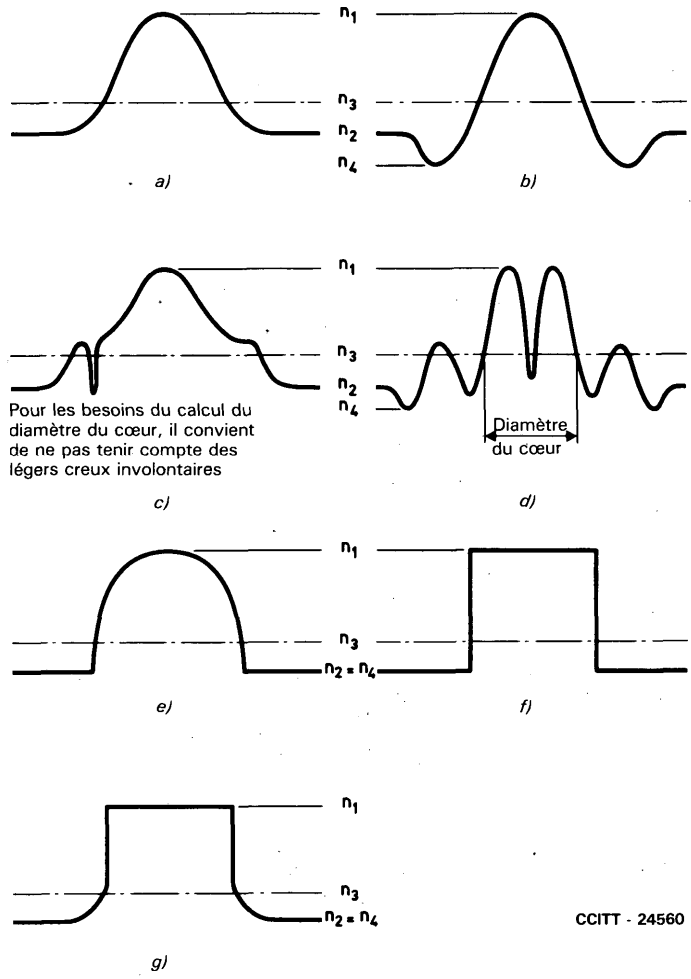


FIGURE B-1/G.651

Exemples de profils d'indice de réfraction

B.5 **gaine**

E: cladding

S: revestimiento

Matériau optique d'une fibre optique à l'exception du cœur.

B.6 **centre de la gaine**

E: cladding centre

S: centro del revestimiento

Centre du plus petit cercle dans lequel la totalité de la gaine peut être contenue.

---

[2] Il est probable que ces définitions seront rarement utilisées, étant donné que des structures presque circulaires sont actuellement couramment réalisées.

B.7 **diamètre de la gaine** (D_G)

E: cladding diameter (D_{CL})

S: diámetro del revestimiento (D_{CL})

Diamètre du cercle qui définit le centre de la gaine.

B.8 **diamètre moyen de la gaine** [2] ($D_{G\,moy}$)

E: average cladding diameter ($D_{CL\,av}$)

S: diámetro medio del revestimiento ($D_{CL\,av}$)

Moyenne arithmétique de la longueur de deux cordes passant chacune par le centre de la gaine, l'une $D_{G\,max}$ reliant les points les plus distants entre eux sur la surface de la gaine, l'autre $D_{G\,min}$ reliant les points les plus rapprochés sur la surface extérieure de la gaine.

$$D_{G\,moy} = \frac{D_{G\,max} + D_{G\,min}}{2}$$

B.9 **surface de référence**

E: reference surface

S: superficie de referencia

Surface extérieure quasi-cylindrique de la fibre optique servant de référence pour le raccordement des fibres.

B.10 **centre de la surface de référence**

E: reference surface centre

S: centro de la superficie de referencia

Centre du plus petit cercle dans lequel la totalité de la *surface de référence* peut être contenue.

B.11 **diamètre de la surface de référence** (D_R)

E: reference surface diameter (D_R)

S: diámetro de la superficie de referencia (D_R)

Diamètre du cercle qui définit le centre de la surface de référence.

B.12 **diamètre moyen de la surface de référence** [2] ($D_{R\,moy}$)

E: average reference surface diameter ($D_{R\,av}$)

S: diámetro medio de la superficie de referencia ($D_{R\,av}$)

Moyenne arithmétique des longueurs de deux cordes passant chacune par le centre de la surface de référence, l'une $D_{R\,max}$ reliant les points les plus distants entre eux sur la surface de référence, l'autre $D_{R\,min}$ reliant les points les plus rapprochés sur la surface de référence:

$$D_{R\,moy} = \frac{D_{R\,max} + D_{R\,min}}{2}$$

B.13 **erreur de concentricité cœur/surface de référence** ($C_{C/R}$)

E: concentricity error, core/reference surface ($C_{Co/R}$)

S: error de concentricidad núcleo/superficie de referencia ($C_{Co/R}$)

Distance (y) entre le centre du cœur et celui de la surface de référence, divisée par le diamètre D_C du cœur:

$$C_{C/R} = \frac{y}{D_C}$$

[2] Il est probable que ces définitions seront rarement utilisées, étant donné que des structures presque circulaires sont actuellement couramment réalisées.

B.14 **erreur de concentricité cœur/gaine** ($C_{C/G}$)

E: concentricity error, core/cladding ($C_{Co/CL}$)

S: error de concentricidad núcleo/revestimiento ($C_{Co/CL}$)

Distance (x) entre le centre du cœur et le centre de la gaine, divisée par le diamètre D_C du cœur:

$$C_{C/G} = \frac{x}{D_C}$$

B.15 **non-circularité du cœur** (N_C)

E: noncircularity of core (N_{Co})

S: no circularidad del núcleo (N_{Co})

Différence de longueur entre deux cordes passant chacune par le centre du cœur, l'une $D_{C\max}$ reliant les points les plus distants entre eux sur l'interface cœur/gaine (lieu n_3), l'autre $D_{C\min}$ reliant les points les plus rapprochés sur l'interface cœur/gaine (lieu n_3), divisée par le diamètre (D_C) du cœur:

$$N_R = \frac{D_{C\max} - D_{C\min}}{D_C}$$

B.16 **non-circularité de la surface de référence** (N_R)

E: noncircularity of reference surface (N_R)

S: no circularidad de la superficie de referencia (N_R)

Différence de longueur entre deux cordes passant chacune par le centre de la surface de référence, l'une $D_{R\max}$ reliant les points les plus distants entre eux sur la surface de référence, l'autre $D_{R\min}$ reliant les points les plus rapprochés sur la surface de référence, divisée par le diamètre (D_R) de la surface de référence:

$$N_R = \frac{D_{R\max} - D_{R\min}}{D_R}$$

B.17 **non-circularité de la gaine** (N_G)

E: noncircularity of cladding (N_{CL})

S: no circularidad del revestimiento (N_{CL})

Différence de longueur entre deux cordes passant chacune par le centre de la gaine, l'une $D_{\max}$ reliant les points les plus distants entre eux sur la surface extérieure de la gaine, l'autre $D_{\min}$ reliant les points les plus rapprochés sur la surface extérieure de la gaine, divisée par le diamètre (D) de la gaine:

$$N_G = \frac{D_{G\max} - D_{G\min}}{D_G}$$

B.18 **profil de l'indice de réfraction**

E: refractive index profile

S: perfil del índice de refracción

Répartition de l'indice de réfraction le long d'une droite passant par le centre du cœur.

B.19 **ouverture numérique théorique maximale** ($ON_{t\max}$) [pour les modes guidés]

E: maximum theoretical numerical aperture ($NA_{t\max}$) [for bound modes]

S: apertura numérica teórica máxima ($AN_{t\max}$) [para modos guiados]

Racine carrée de la différence entre les carrés de l'indice de réfraction maximal (n_1) du cœur de la fibre et de l'indice de réfraction n_2 de la région extérieure homogène de la gaine:

$$ON_{t\max} = \sqrt{(n_1)^2 - (n_2)^2}$$

B.20 **écart sur le diamètre du cœur** (ΔD_C)

E: core diameter deviation (ΔD_{Co})

S: desviación del diámetro del núcleo (ΔD_{Co})

Différence, exprimée en pourcentage, entre le rapport du diamètre effectif D_C du cœur au diamètre nominal D_{CN} du cœur et l'unité:

$$\Delta D_C = \left(\frac{D_C}{D_{CN}} - 1\right) \times 100$$

B.21 **écart sur la surface de référence** (ΔD_R)

E: reference surface, diameter deviation (ΔD_R)

S: desviación del diámetro de la superficie de referencia (ΔD_R)

Différence, exprimée en pourcentage, entre le rapport du diamètre effectif D_R de la surface de référence au diamètre nominal D_{RN} de la surface de référence et l'unité:

$$\Delta D_R = \left(\frac{D_R}{D_{RN}} - 1\right) \times 100$$

B.22 **écart sur le diamètre de la gaine** (ΔD_G)

E: cladding surface, diameter deviation (ΔD_{CL})

S: desviación del diámetro de la superficie del revestimiento (ΔD_{CL})

Différence, exprimée en pourcentage, entre le rapport du diamètre effectif D_G de la gaine au diamètre nominal D_{GN} de la surface de la gaine et l'unité.

$$\Delta D_G = \left(\frac{D_G}{D_{GN}} - 1\right) \times 100$$

B.23 **revêtement primaire**

E: primary coating

S: recubrimiento primario

Matériau simple directement appliqué (éventuellement en plusieurs opérations) sur la surface de la gaine pour lui conserver son intégrité.

B.24 **revêtement de fibre individuelle**

E: single fibre jacket

S: envoltura de una fibra

Structure tubulaire qui est appliquée dans certains cas à une fibre individuelle munie d'un revêtement primaire.

Remarque – Le revêtement de fibre individuelle n'est pas nécessaire pour toutes les structures de câble.

B.25 **affaiblissement**

E: attenuation

S: atenuación

L'affaiblissement $A(\lambda)$ à une longueur d'onde λ entre deux sections transversales 1 et 2 séparées par une distance correspondant à une longueur L de fibre, est défini au moyen de l'expression suivante:

$$A(\lambda) = 10 \log_{10} P1/P2$$

où

$P1$ est la puissance optique traversant la section transversale 1 et

$P2$ la puissance optique traversant la section transversale 2.

Pour une fibre uniforme en régime d'équilibre, il est possible de définir un affaiblissement linéique

$$\alpha(\lambda) = \frac{A(\lambda)}{L} \text{ (dB/unité de longueur),}$$

indépendant de la longueur de la fibre.

B.26 **réponse en bande de base**

E: baseband response

S: respuesta en banda base

La réponse en bande de base peut être exprimée dans le domaine du temps ou dans celui de la fréquence.

(i) *Domaine temporel (réponse impulsionnelle)*

La réponse impulsionnelle $g(t)$ est comme la fonction du temps dont la convolution avec la puissance optique d'entrée de la fibre donne la puissance optique de sortie.

(ii) *Domaine fréquentiel (fonction de transfert)*

La fonction de transfert $G(\omega)$ est la fonction complexe de la fréquence de modulation ω définie par le rapport:

$$G(\omega) = \frac{P2(\omega)}{P1(\omega)}$$

où

$P1(\omega)$ est le spectre du signal de modulation dans la section transversale 1 et

$P2(\omega)$ est le spectre du signal de modulation dans la section transversale 2.

Les réponses en amplitude et en phase correspondent respectivement à la valeur absolue et à l'argument de $G(\omega)$.

Remarque – Dans un système linéaire, la relation entre les réponses en bande de base dans le domaine du temps et dans celui de la fréquence est exprimée par la formule suivante:

$$G(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(t) \exp(-j\omega t)\, dt$$

B.27 **coefficient de dispersion du matériau**

E: material dispersion coefficient

S: coeficiente de dispersión debida al material

La dispersion du matériau peut être caractérisée par l'élargissement d'une impulsion due à la variation du temps de propagation de groupe en fonction de la longueur d'onde pour une fibre uniforme, la dispersion est linéairement proportionnelle à sa longueur, L. Le coefficient de dispersion du matériau est défini par:

$$M(\lambda) = -\frac{1}{L} \cdot \frac{d\tau}{d\lambda}$$

où

$d\tau$ est la variation du temps de propagation de groupe due à une variation $d\lambda$ de la longueur d'onde.

ANNEXE C

(à l'Avis G.651)

Méthodes de mesure des fibres

C.1 *Introduction*

L'examen des contributions pertinentes et les discussions qui ont eu lieu ont révélé que les points de vue de nombreuses Administrations divergent encore en ce qui concerne les méthodes de mesure à recommander pour certains paramètres des fibres optiques. Néanmoins, pour plusieurs paramètres, on est arrivé à un accord assez large pour pouvoir désigner comme «méthode de mesure de référence» une méthode de mesure particulière.

Les méthodes de mesure de reférence ont été choisies du fait qu'elles sont applicables à une vaste gamme des fibres optiques actuelles; toutefois, la recommandation d'une méthode de mesure particulière ne s'oppose pas à des fibres d'autres conceptions qui répondent aux Avis du CCITT mais qui ne peuvent, en raison de leur construction, être mesurées par une méthode de mesure de référence. En fait, dire d'une méthode que c'est une méthode de mesure de réference signifie qu'elle donne des résultats assez précis pour un grand nombre des fibres optiques actuelles et que ces résultats peuvent servir de référence pour la comparaison des résultats obtenus avec d'autres méthodes.

Dans les paragraphes ci-après, quand on est parvenu à un accord, les méthodes de mesure de référence ont été indiquées. Les autres méthodes que le Groupe de travail a estimées utiles aux mesures du même paramètre ont été désignées par l'expression «méthodes possibles pour les mesures».

C.2 *Répartition des modes à l'équilibre*

L'utilité de certaines mesures des fibres dépend de l'établissement approximatif d'une répartition des modes à l'équilibre le long de la fibre mesurée. Par «répartition des modes à l'équilibre», on entend ici que la répartition de la puissance dans les diagrammes de champ à la sortie de la fibre est indépendante de la longueur de la fibre.

Un mélange de modes est une méthode pour obtenir la génération approximative d'une répartition de modes à l'équilibre. Il importe que les caractéristiques de fonctionnement d'un tel mélangeur de modes ne masquent pas les caractéristiques de la fibre à mesurer.

C.3 *Paramètres géométriques et optiques*

C.3.1 *Considérations générales*

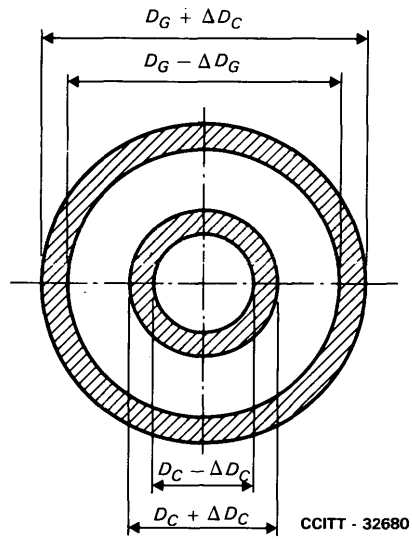
On admet que les paramètres géométriques et optiques qui font l'objet du présent Avis ne seraient mesurés qu'en usine ou dans les laboratoires de certaines Administrations désireuses de contrôler ces paramètres, pour la conception des systèmes ou à d'autres fins. On prévoit donc que ces mesures seront faites sur des échantillons de longueur de fibre ou sur des échantillons de fibre extraits de longueurs de fabrication du câble.

Le diamètre et la non-circularité de la surface de référence sont des dimensions externes de la fibre qui peuvent être aisément et exactement mesurés par des méthodes microscopiques ou micrométriques et qui ne posent pas de problème.

Le diamètre et la non-circularité du cœur, ainsi que l'ouverture numérique théorique, sont définis en prenant pour base le profil de l'indice de réfraction. La non-circularité cœur/surface de référence peut être déduite des caractéristiques précédentes par simple calcul géométrique. Il s'ensuit que tous les paramètres géométriques et optiques (avec les tolérances appropriées) dont traite le présent Avis peuvent s'obtenir moyennant deux mesures fondamentales: l'une portant sur le diamètre de la surface de référence, l'autre permettant de déterminer le profil de l'indice de réfraction. Une méthode simple permettant de vérifier que les paramètres géométriques ont été observés consiste à utiliser le gabarit représenté à la figure C-1/G.651.

C.3.2 *Méthode de mesure du diamètre de la surface de référence*

Les deux méthodes généralement préconisées ont respectivement recours à un microscope ou à un micromètre. L'emploi du microscope étant généralement plus répandu pour les mesures de haute précision, c'est la première méthode qui est proposée comme «méthode de mesure de référence». L'utilisation du micromètre serait mentionnée à titre de méthode possible pour les mesures. Si tous les matériaux compris dans la surface de référence sont des matériaux optiques, on peut aussi utiliser des méthodes interférométriques, ainsi que la méthode d'exploration du champ réfracté proche ou la mesure du profil de l'indice de réfraction pour déterminer le diamètre de la surface de référence.



D_C Diamètre du cœur
ΔD_C Tolérance applicable au diamètre du cœur
D_G Diamètre de la gaine
ΔD_G Tolérance applicable au diamètre de la gaine

FIGURE C-1/G.651
Intervalles de tolérance

Comme il faudra déterminer la non-circularité de la surface de référence et la tolérance applicable, ainsi que l'erreur de concentricité entre la surface de référence et de cœur, il conviendra donc de procéder aux mesures sur un minimum de deux axes.

C.3.3 *Méthode de mesure du profil de l'indice de réfraction*

La méthode qui semble universellement reconnue pour obtenir en la matière des résultats précis est la microscopie interférentielle axiale. La préparation des échantillons est cependant assez longue et demande l'emploi de coûteux appareils optiques de haute précision. La méthode d'exploration du champ proche, bien qu'elle soit généralement jugée utile, a un inconvénient: elle ne permet pas d'obtenir des valeurs absolues de l'indice. De même, les modes de fuite peuvent entraîner des erreurs. Quelques autres méthodes semblent prometteuses, mais n'ont pas suscité le même intérêt que les méthodes précitées.

Dans ces conditions il a été impossible d'arriver à un accord sur une «méthode de mesure de référence». Les méthodes suivantes sont néanmoins des candidates possibles:

a) microscopie axiale interférentielle,

b) exploration du champ proche,

c) mesure par réflexion,

d) interférométrie transversale,

e) prodiffusion,

f) méthode d'exploration du champ réfracté proche.

C.3.4 *Diamètre du cœur*

Il ressort implicitement de ce qui précède que la mesure du diamètre du cœur à partir du profil de l'indice de réfraction constitue la méthode de mesure de référence. Deux axes au moins doivent être explorés. L'examen microscopique, le décapage chimique et la mesure de certaines répartitions de la densité d'énergie à la sortie de la fibre sont d'autres méthodes qui peuvent utilement prendre rang parmi les méthodes possibles pour les mesures.

Le centre et la non-circularité du cœur peuvent aussi être déterminés à l'aide de ces méthodes de mesure et l'erreur de concentricité entre la surface de référence et le cœur peut être définie à partir des données obtenues.

C.4 *Caractéristiques de transmission*

C.4.1 *Longueur de fabrication du câble*

C.4.1.1 *Affaiblissement*

C.4.1.1.1 *Introduction*

Pour que les mesures des longueurs de fabrication du câble puissent utilement servir à prévoir l'affaiblissement des sections élémentaires de câble (sections élémentaires régénérées), on admet généralement qu'il doit exister une répartition des modes à l'équilibre dans toute la fibre à mesurer. De la sorte, le total des affaiblissements mesurés sur les longueurs de fabrication individuelles peut concorder avec l'affaiblissement cumulatif mesuré sur les sections élémentaires de câble. Plusieurs Administrations ont proposé des méthodes pertinentes. Pour l'essentiel, les propositions portent sur les méthodes d'approximation de la répartition des modes à l'équilibre dans la fibre à mesurer ou sur des méthodes qui donnent un résultat équivalent. Les méthodes proposées peuvent être classées en deux catégories:

i) utilisation d'un mélangeur de modes à l'entrée de la fibre à mesurer,

ii) sélection d'une injection restreinte (faible ouverture numérique, faisceau étroit) pour aboutir à une mesure de transmission équivalente à la mesure faite selon la répartition des modes à l'équilibre.

Dans les deux cas, il faut limiter la largeur des raies spectrales de la source afin d'éliminer l'influence des composantes spectrales de la source sur l'affaiblissement.

Un suppresseur de modes de gaine est utile pour que les modes de gaine atteignant le détecteur ne faussent pas les résultats.

Dans un certain nombre de contributions, on a relevé une bonne concordance avec l'affaiblissement cumulatif, quelle que soit la méthode employée. Il semble donc qu'on pourrait convenir de la nécessité d'une répartition des modes à l'équilibre pour obtenir des résultats probants sur des longueurs de fabrication de câble. Le mélangeur de modes et les conditions d'injection restreinte sont des moyens pratiques permettant d'obtenir les résultats désirés.

Les valeurs requises pour l'ouverture numérique, les dimensions du faisceau, la largeur des raies spectrales et la conception du mélangeur de modes doivent faire l'objet d'études complémentaires.

C.4.1.1.2 *Méthode de mesure*

Les méthodes les plus fréquemment employées sont les suivantes:

a) fibre coupée,

b) affaiblissement d'insertion,

c) rétrodiffusion.

On admet généralement que la méthode de mesure à fibre coupée donne des résultats précis mais qu'elle a l'inconvénient d'être destructive. La méthode de l'affaiblissement d'insertion s'accompagne d'incertitudes dues aux épissures ou aux connecteurs. La méthode de rétrodiffusion n'est pas destructive, mais sa portée est limitée.

Certaines Administrations se sont déclarées disposées à faire de la méthode à fibre coupée une «méthode de mesure de référence», d'autres Administrations ont cependant estimé que le choix devrait se faire plus tard.

C.4.1.2 *Réponse en bande de base*

C.4.1.2.1 *Considérations générales*

Comme pour l'affaiblissement, il importe que les mesures de la réponse en bande de base soient faites avec dans la fibre à mesurer une propagation conforme à une distribution des modes à l'équilibre. Les principes d'injection discutés dans les § C.2 et C.4.1.1 s'appliquent donc aux mesures de la réponse en bande de base. De nouveau, il importe que les caractéristiques de fonctionnement du mélangeur de modes ne masquent pas les caractéristiques de la fibre à mesurer. Par ailleurs, il faut limiter la largeur des raies spectrales de la source afin de réduire au minimum l'effet exercé par la dispersion du matériau sur la réponse mesurée en bande de base. Il est utile d'employer un suppresseur de modes de gaine pour que la puissance qui se propage dans la gaine ne fausse pas les résultats.

Même avec des conditions d'injection bien observées, il est difficile de prévoir la réponse en bande de base des sections élémentaires de câble à partir des mesures faites sur des longueurs de fabrication.

C.4.1.2.2 *Méthode de mesure*

On admet généralement l'utilité de deux méthodes, l'une fondée sur la mesure dans le domaine temporel, l'autre sur la mesure dans le domaine fréquentiel. Jusqu'à présent, rien ne montre une préférence bien marquée pour l'une ou l'autre des deux méthodes, bien qu'il ait été parfois proposé d'adopter l'une ou l'autre comme méthode de référence. On a aussi noté que diverses méthodes de mise en œuvre de ces méthodes ont été suggérées.

Les deux méthodes fondamentales sont donc aujourd'hui candidates au titre de «méthode de mesure de référence».

C.4.1.3 *Dispersion par le matériau*

On étudie actuellement les méthodes de mesure.

C.4.2 *Sections élémentaires de câble*

Ce point ayant trouvé peu d'écho dans les contributions reçues, il semble prématuré de tenter de choisir des méthodes de mesure. Il n'en reste pas moins que les principes généraux applicables aux longueurs de fabrication de câble (voir les § C.2 et C.4.1.1) s'appliquent également aux sections élémentaires de câble. Il est particulièrement souhaitable de pouvoir utiliser des appareils de mesure portatifs et d'appliquer des méthodes non destructives lorsqu'il s'agit de sections élémentaires en câble, mais le besoin de précision absolue n'est pas aussi grand, ce qui peut conduire à des conditions d'injection un peu moins strictes.

PARTIE II

SUPPLÉMENTS AUX AVIS DES SECTIONS 2 À 6 DE LA SÉRIE G

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

Supplément n° 5

MESURE DE LA CHARGE DES CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES DANS DES CONDITIONS RÉELLES

(Mar del Plata, 1968; modifié à Genève, 1972, 1976 et 1980; cité dans les Avis G.223 et H.51 [1])

Au cours des périodes d'études 1968-1972 et 1973-1976, plusieurs Administrations ont procédé à des mesures de la puissance vocale dans les conditions réelles, conformément aux règles et définitions figurant au § 1. Les résultats de ces mesures font l'objet du § 2.

1 Règles et définitions concernant la mesure de la charge des voies téléphoniques et des systèmes de transmission

1.1 *Règles et définitions applicables à la mesure de la puissance vocale transmise sur le réseau téléphonique public avec commutation dans les conditions réelles*

1.1.1 Les renseignements qu'il convient de recueillir ont un double intérêt immédiat:

a) permettre une évaluation de la contribution relative des puissances vocales et de signalisation sur le réseau téléphonique public, à la charge totale, et une comparaison de cette charge totale avec la charge conventionnelle;

b) permettre de procéder à des modifications bien précises de ces éléments de charge, lorsque le besoin s'en fait sentir (par exemple: introduction de nouveaux systèmes de signalisation, développement des services non téléphoniques, etc.), de telle manière que la charge globale des voies et des systèmes ne soit pas défavorablement affectée.

Le point a) est d'un intérêt immédiat, alors que le point b) pourrait faire l'objet d'études à plus long terme. Un troisième point pourrait encore présenter un certain intérêt dans l'avenir:

c) il pourrait être souhaitable d'avoir la possibilité de calculer de nouvelles caractéristiques en se fondant sur les renseignements recueillis, notamment les caractéristiques de la charge multivoie.

1.1.2 *Liste des définitions* (voir également la figure 1)

Z_s (mW0) est la puissance vocale pendant que la personne qui parle est active

y_s (dBm0) est le niveau de puissance vocale en période active $= 10 \log_{10} Z_s$

$\bar{y}_s$ (dBm0) est la moyenne des niveaux y_s

σ_{ys} (dB) est l'écart type de y_s

Z_c (mW0) est la puissance vocale moyenne pour une conversation sur une voie (on peut faire une distinction entre conversations principales et conversations secondaires)

y_c (dBm0) est le niveau de puissance vocale moyenne pour une conversation sur une voie $= 10 \log_{10} Z_c$

σ_{yc} (dB) est l'écart type de y_c

$\bar{y}_c$ (dBm0) est la moyenne des niveaux de puissance vocale y_c

y_p (dBm0) est le niveau de la puissance vocale moyenne à long terme répartie sur un certain nombre d'interlocuteurs participant à des conversations entre abonnés.

$y_p = \bar{y}_c + 0{,}115\ \sigma_{yc}^2$ (en supposant que y_c est gaussien)

y_m est le niveau de la puissance vocale moyenne répartie sur l'«heure chargée»

$\bar{\tau}_c$ est la moyenne à long terme du coefficient d'activité pendant une conversation

$$\tau_c = \frac{ab + cd + ef + gh}{XY}$$ dans la partie *c* de la figure 1

$\bar{\tau}_o$ est la moyenne à long terme du facteur d'occupation par l'abonné sur une «voie occupée»

$$\tau_o = \frac{XY}{WZ}$$

$\bar{\tau}_B$ est la moyenne à long terme du facteur de «voie engagée», défini comme étant une fraction de l'«heure chargée» au cours de laquelle se réalisent les conditions de «voie occupée»

$$\tau_B = \frac{\Sigma WZ}{\text{période d'observation}}$$

$\bar{\tau}_u$ $= \overline{\tau_o \times \tau_B}$; en supposant que τ_o et τ_B sont statistiquement indépendants, il s'ensuit que

$$\overline{\tau_o \times \tau_B} = \bar{\tau}_o \times \bar{\tau}_B.$$

Cela représente la moyenne à long terme de la proportion de temps de l'«heure chargée» au cours de laquelle des conversations ont lieu.

$\overline{Z}_{sig}$ (mW0) est la puissance moyenne de signalisation répartie sur les intervalles de temps occupés par la signalisation (WT + YZ)

y_{sig} (dBm0) $= 10 \log_{10} \overline{Z}_{sig}$, niveau de la puissance moyenne de signalisation

$\overline{Z}_t$ (mW0) est la puissance moyenne des tonalités de surveillance répartie sur l'intervalle de temps UV

y_t (dBm0) $= 10 \log_{10} \overline{Z}_t$, niveau de la puissance moyenne des tonalités de surveillance

$\overline{Z}_{st}$ $= \overline{Z}_{sig} + \overline{Z}_t$

y_{st} $= 10 \log_{10} \overline{Z}_{st}$

$\bar{\tau}_{sig}$ est la moyenne à long terme du facteur d'occupation par la signalisation pendant une période d'occupation de la voie,

$$\tau_{sig} = \frac{WT + YZ}{WZ}$$

$\bar{\tau}_t$ est la moyenne à long terme du facteur d'occupation par les tonalités de contrôle pendant une période d'occupation de la voie, y compris les tonalités provenant d'installation à postes supplémentaires, le cas échéant:

$$\tau_t = \frac{UV}{WZ}$$

$\bar{\tau}_{st}$ est la moyenne à long terme du facteur d'occupation par la signalisation et les tonalités, pendant une période d'occupation de voie

$$\tau_{st} = \frac{WT + UV + YZ}{WZ}$$

$\bar{\tau}_s$ $= \bar{\tau}_{st} \times \bar{\tau}_B$ est la moyenne à long terme du facteur d'occupation pour la signalisation et les tonalités pendant l'«heure chargée»

$\overline{Z}_{uc}$ (mW0) est la puissance moyenne globale, répartie sur les communications et les voies, y compris les contributions dues à la parole, à la signalisation et aux tonalités

y_{uc} (dBm0) $= 10 \log_{10} \overline{Z}_{uc}$

Il convient d'appliquer les relations suivantes:

niveau de la puissance moyenne due aux conversations des abonnés calculé sur l'«heure chargée»

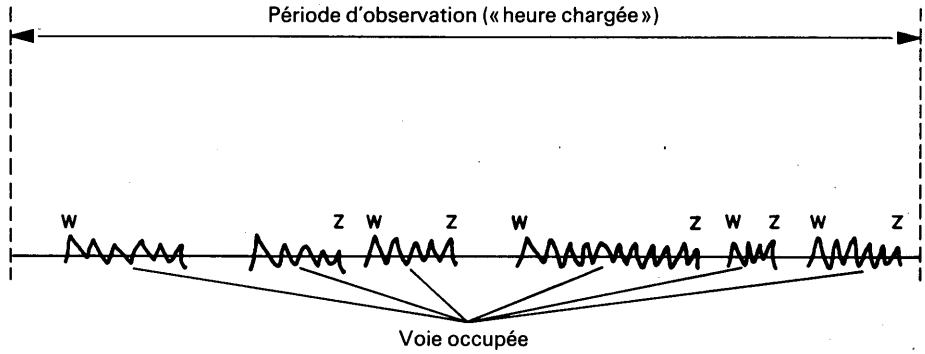
$y_m = y_p + 10 \log_{10} \bar{\tau}_u$

$y_c = y_s + 10 \log_{10} \tau_c$

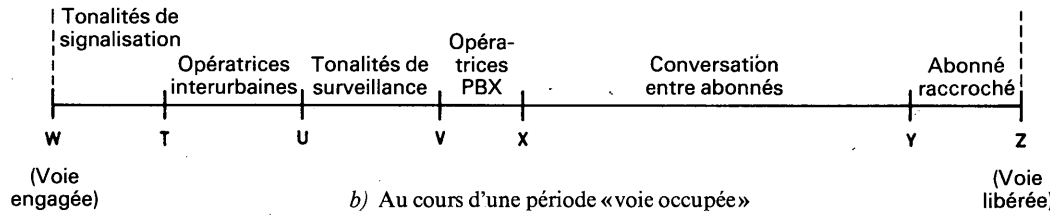
$y_p = \bar{y}_c + 0{,}115\ \sigma_{y_c}^2$ (en supposant une distribution gaussienne)

Toutes les valeurs moyennes $\bar{\tau}$ des divers coefficients d'activité et taux d'occupation τ_{ij} sont des valeurs moyennes, réparties sur les conversations et sur les voies.

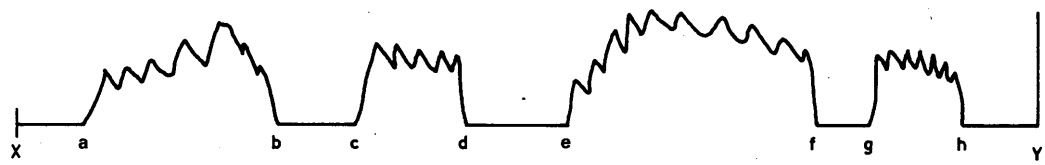
Les niveaux doivent être indiqués en dBm0.



a) Au cours d'une « heure chargée »



b) Au cours d'une période « voie occupée »



c) Pendant une conversation

CCITT-45349

FIGURE 1

Charge d'une voie téléphonique

1.1.3 *Mesures à faire sur une voie*

1.1.3.1 *Niveau de puissance moyenne* au cours des conversations entre abonnés, y_c dBm0. Les résultats doivent être présentés sous la forme $\bar{y}_c$ et σ_{yc}, valeurs à partir desquelles on peut calculer y_p.

- Le début et la fin des périodes de mesure et le critère utilisé pour leur détection doivent être clairement indiqués. Il convient également d'indiquer si les signaux vocaux mesurés ne comprennent que la conversation principale (c'est-à-dire la conversation échangée personnellement entre l'abonné demandeur et l'abonné demandé) ou si des conversations secondaires, comme celles échangées entre opératrices d'installations à postes supplémentaires et d'autres intermédiaires telles que les secrétaires, etc. sont incluses ou exclues. Il sera impossible de faire cette distinction lorsque des méthodes de mesure automatique seront appliquées; en effet, la «conversation» s'étendra alors entre le point *V* et le point *Y* de la figure 1, partie *b)*.
- y_c revêt une importance essentielle lorsqu'on se rapporte aux alinéas b) et c) du § 1.1.1. Toutefois, cette valeur peut également servir de quantité intermédiaire dans a). y_p est nécessaire pour a) et peut être déterminé à partir de y_c et σ_{yc} mais il y a d'autres moyens d'obtenir y_p, sans utiliser y_c.
- y_s présente un intérêt pour la Commission d'études XII. Si y_s est mesuré ou calculé à partir de valeurs telles que y_c et τ_c, les résultats seront utilement présentés sous forme de valeur moyenne, $\bar{y}_s$, et sous forme d'écart type, σ_{ys}.

1.1.3.2 *Le point de mesure* devrait être choisi de telle manière que les résultats ne concernent que les signaux transmis dans un seul sens. Le niveau relatif en ce point doit être indiqué de même que sa situation sur la communication (par exemple, centre primaire, centre secondaire, etc.).

- Un point en quatre fils remplirait la condition requise en ce qui concerne le flux unidirectionnel de signaux. Cependant, s'il existe des échos, cela devrait être indiqué dans le compte rendu des résultats. Si la méthode de mesure utilisée permet d'obtenir des informations sur la puissance de l'écho, ces informations doivent également être données.
- Un point en deux fils peut également être choisi, à condition que des précautions appropriées soient prises pour que la mesure se fasse exclusivement sur les signaux transmis dans un seul sens.

1.1.3.3 *Le coefficient d'activité* τ_c ne constitue pas par lui-même un élément essentiel pour ces études; toutefois, s'il est utilisé pour obtenir y_c à partir de y_s, sa valeur moyenne à long terme doit figurer dans les résultats; la Commission d'études XII est intéressée à connaître les deux quantités y_s et τ_c.

Pour mesurer l'activité, il convient de prendre certaines précautions et de tenir compte de diverses considérations.

1) Lorsqu'on mesure le coefficient d'activité dans des essais en service, les pointes de bruit de courte durée constatées pendant les temps de non activité devraient être supprimées et ne pas être comptées dans le temps actif. Une Administration a proposé un lissage équivalant à une constante de temps de 60 ms environ.
2) Le temps minimal d'interruption du signal, compté comme temps inactif, devrait être d'environ 350 ms. (Les résultats soumis par les diverses Administrations indiquent que l'activité dépend largement de ce temps.)
3) Les taux d'échantillonnage utilisés pour évaluer l'activité doivent être suffisants. Une Administration a constaté qu'un taux de l'ordre de 25 à 50 échantillons par seconde est adéquat; cette question est encore à l'étude, et d'autres propositions à ce sujet peuvent encore venir.
4) Une Administration au moins estime souhaitable de fixer le seuil d'activité à 15 dB en dessous de la puissance moyenne pendant la conversation, plutôt qu'à -30 dBm0. Cela permettrait de confronter les résultats des essais en service et des essais en laboratoire.

1.1.3.4 *Les coefficients d'occupation du circuit* τ_o, τ_B et leur produit τ_u doivent être indiqués sous la forme de leur valeur moyenne à long terme.

- Le coefficient τ_o doit être mesuré sur un grand nombre de conversations.
- τ_B doit de préférence être fondé sur des statistiques de trafic, pour obtenir une pondération représentative des niveaux de puissance mesurés (qui correspondent à des voies choisies) lorsqu'on détermine le niveau de la puissance moyenne répartie sur un grand nombre de voies. Autrement, il est possible de mesurer ce coefficient en échantillonnant un nombre suffisamment important de voies représentatives.

1.1.3.5 Le niveau de puissance de la signalisation et des tonalités y_{st} doit être mesuré, et les résultats doivent être présentés sous la forme du niveau moyen exprimé en dBm0 et de l'écart type.

- Les éléments composants de y_{st}, à savoir Z_{sig} et Z_t, sont intéressants à connaître séparément lorsque les effets des modifications particulières, de l'un ou de l'autre doivent être étudiés. Selon la méthode de mesure utilisée et le type de système en cause, il peut être difficile de mesurer ces quantités séparément.
- Afin de pouvoir évaluer la charge sur des systèmes multivoies, il convient de prendre en considération les éléments de signal qui peuvent exister du côté entrée de la voie à fréquences audibles dans l'équipement de modulation mais qui n'aboutissent pas au côté multiplex. D'autre part, il faut tenir compte des systèmes de signalisation hors bande (par exemple à 3825 Hz); ces signaux n'apparaissent jamais à une extrémité à fréquence audible. Il est essentiel que les résultats présentés soient accompagnés d'une explication claire relative aux signaux et tonalités mesurés.

1.1.3.6 *L'occupation de la voie par la signalisation* τ_{st} doit être déterminée et indiquée sous forme de valeur moyenne à long terme.

- Si Z_{sig} et Z_t sont présentés comme des quantités distinctes, les coefficients d'occupation τ_{sig} et τ_t présentent alors un intérêt.

1.1.3.7 Le niveau de la *puissance vocale moyenne à long terme* y_m doit être calculé sur la base des renseignements recueillis. La puissance totale moyenne à long terme, étant la somme des composantes de courants vocaux, de signalisation et de tonalités, constitue également une information nécessaire qui doit être exprimée en µW0 et dBm0.

1.1.3.8 Le *choix des circuits* doit se faire au hasard.

- Il serait utile que les Administrations fournissent des renseignements concernant les circuits nationaux et internationaux ainsi que sur les circuits par satellite et par câbles sous-marins, en indiquant leur longueur approximative et s'il s'agit de circuits d'arrivée ou de départ.

1.2 *Règles et définitions applicables à la mesure de la puissance moyenne d'un système multiplex, répartie sur une période donnée*

1.2.1 Cette mesure exprime, en dBm0, le niveau de la puissance moyenne de tous les signaux dans un système multiplex particulier, réparti sur un intervalle de temps déterminé par l'équipement de mesure.

La mesure est habituellement faite au cours d'un certain nombre de périodes chargées et elle donne directement, après division par N (nombre de voies du système), la puissance moyenne par voie téléphonique. Si les voies sont utilisées pour transmettre des signaux autres que les signaux téléphoniques, des corrections appropriées doivent être faites. La puissance moyenne par voie obtenue de cette manière peut être comparée avec la charge conventionnelle.

1.2.2 *Liste de définitions*

y_l (dBm0) niveau de la puissance moyenne du signal multiplex sur une période de temps déterminée (par exemple 1 minute)

σ_{y_l} (dB) écart type de y_l

$\bar{y}_l$ (dBm0) niveau moyen (moyenne de y_l)

y_N (dBm0) niveau de la puissance moyenne

($y_N = \bar{y}_l + 0{,}115\ \sigma_{y_l}^2$ en supposant qu'il s'agit d'une distribution gaussienne)

P (mW0) puissance moyenne, d'où

$y_N = 10 \log_{10} P$.

1.2.3 *Mesures à faire sur des ensembles de voies*

1.2.3.1 La *puissance moyenne* dans les ensembles de voies (groupes primaires de base, groupes secondaires, etc., et systèmes multivoies) doit être mesurée.

- La puissance moyenne sur une minute doit toujours être indiquée; toutefois, des renseignements se rapportant à d'autres intervalles de temps peuvent également être présentés.
- La valeur moyenne $\bar{y}_l$ et l'écart type σ_{y_l} sont également intéressants à connaître et peuvent aussi être indiqués.
- La période de mesure doit couvrir plusieurs «heures chargées».
- La fréquence d'échantillonnage de la puissance doit être indiquée (par exemple: 30 par heure).

1.2.3.2 Il convient de donner des renseignements relatifs à la constitution des groupes (nombre de voies utilisées pour la téléphonie, la télégraphie, les circuits de radiodiffusion, la transmission de données, etc.).

1.2.3.3 Le point de mesure doit être précisé.

- Toutes les voies dérivant de groupes adjacents doivent être éliminées, le cas échéant.

1.2.3.4 Des renseignements statistiques sur le signal multiplex, moyenne calculée sur plusieurs heures chargées (distribution de probabilité du niveau instantané du signal en dBm0), sont également intéressants à connaître, notamment pour estimer la probabilité de surcharge. (On trouvera dans le présent supplément des exemples de courbes de distribution de ce genre.)

1.2.3.5 Les résultats doivent être présentés sous forme de tableau, dont on trouvera un exemple au tableau 1.

TABLEAU 1

Mesures faites sur des ensembles de voies

Administration	Catégories de l'ensemble de voies (groupe primaire, groupe secondaire, système)	Temps d'intégration	Fréquence d'échantillonnage (éval.)	Nombre de voies téléphoniques en service A	Nombre de voies non téléphoniques en service B	Puissance totale moyenne pour toutes les voies P (mW0)	Niveau de la puissance moyenne par ensemble de voies y_N (dBm0)	σ_y pour les échantillons (dB)	Puissance totale moyenne pour les voies non téléphoniques P_B mW0 (dBm0)	Puissance moyenne par voie $\frac{P}{A+B}$ µW0 (dBm0)	Puissance moyenne par voie téléphonique $\frac{P-P_B}{A}$ µW0 (dBm0)
	Groupes secondaires (20)	1 min	30/h	1180	20	21,0	+0,25	1,2	+2,7	17,5 (— 17,6)	15,6 (— 18,1)

Remarque – Les chiffres sont indiqués à titre d'exemple.

2 Résultats des mesures de la puissance vocale dans les conditions pratiques de fonctionnement

Les résultats des mesures de la puissance sur une voie sont contenus dans le tableau 2.

Les résultats des mesures faites sur des groupes ou ensembles de voies et sur des systèmes sont contenus dans le tableau 3.

Les figures 1 et 2 donnent les courbes de distribution des niveaux instantanés du signal sur les groupes primaires et secondaires. Les résultats de mesure obtenus pendant la période d'études 1973-1976, comme indiqué aux figures 3 à 7, figurent également dans ce supplément.

TABLEAU 2

Mesures faites sur une voie

Administration	$\bar{y}_c$ dBm0	σ_{yc} dB	y_p dBm0	Conversations secondaires incluses	Conversations secondaires exclues	Echo inclus	Echo exclu	Point de mesure	Départ/arrêt des mesures	Remarques spéciales
Suisse COM Sp. C-n° 77	—17,2	5,2	—14,1	X		X		+10 dBr sortie fréquenc vocales équipement de modulation de voie – Centre secondaire de commutation	Réponse de l'abonné demandé → annonce de fin de conversation par abonné	Circuits nationaux
Australie Doc. temp. n° 1 (mars 1972)			—16,1	X		X		0 dBr	Réponse abonné demandé	Circuits nationaux
			—16,25	X		X		—2 dBr	Réponse abonné demandé	Circuits internationaux en câbles
			—16,7	X		X		—2 dBr	Réponse abonné demandé	Circuits internationaux par satellite
Post Office du Royaume-Uni COM Sp. C -n° 83 + -n° 87	—21,6	5,7	—17,9	X		X		—3,5 dBr niveau émission nominal	Réponse abonné demandé → raccrochage	Circuits nationaux
République fédérale d'Allemagne Sup. n° 5, tome III			—17,8	X		X		—17,4 dBr équipement d'entrée de voies	Réponse abonné demandé	Communications internationales
Italie Doc. temp. n° 11 mars 1972)	—20,8	4,7	—18,3	X		X		—3,5 dBr	Réponse abonné demandé	Communications nationales
Hongrie COM Sp. C-n° 84	—15,8 —15,4 —17,4	4,6	—13,5 —13,1 —15,1		X	X		—13 dBr	Réponse abonné demandé	Globale commutation par opératrice commutation automatique
Pays-Bas COM Sp. C-n° 12 (1973-1976)			—21,8 —22,3	X X		X X		—3,5 dBr équipement d'entrée de voies	Voie occupée	Circuits nationaux

TABLEAU 2 *(fin)*

Mesures faites sur une voie

(Coefficients d'activité et d'occupation)

Administration	$\bar{\tau}_o$	$\bar{\tau}_B$	$\bar{\tau}_u$	y_{st}	$\bar{\tau}_{st}$	Niveau de puissance moyenne totale à long terme sur une voie, dBm0	Remarques
Suisse COM Sp. C-n° 77	0,89	0,68	0,61	—12,1	0,10	—15,6 (22,8 + 4,4 μW)	$\bar{\tau}_B$ se rapporte aux voies mesurées
Australie	—	—	—	—	—	—	
Post Office du Royaume-Uni	0,83	0,93	0,76	— 5,4	0,14	—12,7 (12,4 + 41,0 μW)	$\bar{\tau}_o$ et $\bar{\tau}_B$ mesurés y_{st}: niveau de puissance moyenne des tonalités de signalisation et de surveillance, y compris les bruits impulsifs dus à la commutation
République fédérale d'Allemagne	—	—	—	—	—	—	
Italie	—	—	—	—	—	—	
Hongrie COM Sp. C-n° 84	0,69	0,61	0,42	—16,1 (moyenne)	0,17		Conversations secondaires $\bar{y}$ = —17,7 dBm0 τ (automatique) = 0,05; τ (opératrice) = 0,2
Pays-Bas COM Sp. C-n° 12 (1973-1976)	0,85 0,82	0,7 0,7				—19,2 —20,3	— arrivée — départ $\bar{\tau}_B$: extrait des statistiques de trafic

TABLEAU 3

Mesures faites sur des ensembles de voies

Administration	Catégorie d'ensemble de voies (groupe primaire, groupe secondaire, système)	Temps d'intégration	Fréquence d'échantillonnage (évaluée)	Nombre de voies téléphoniques en service	Nombre de voies non téléphoniques en service	Puissance totale moyenne pour toutes les voies	Niveau de la puissance moyenne par ensemble de voies (voir la remarque 1)	σy pour les échantillons	Puissance totale moyenne pour les voies non téléphoniques	Puissance moyenne par voie	Puissance moyenne par voie téléphonique
				A	B	mW0	dBm0	dB	mW0	µW0 (dBm0)	µW0 (dBm0)
Suisse	Groupes primaires (GP) (30 GP)	1 minute	60/h	360 (12 par GP)	—	6,850	—6,4*	2,9	—		19,0 (—17,2)
	Groupes secondaires (GS) (19 GS)	1 minute	60/h	1128 (60 voies par GS sur 15 GS 52-59 voies par GS sur 4 GS)	—	21,900	+0,6*	1,6	—		19,3 (—17,1)
République fédérale d'Allemagne	Groupes secondaires	5 minutes	~ 2/h	405	5	6,880		0,8	~ 0,675	16,8 (—17,7)	15,3 (—18,1)
	Systèmes (960 voies et 1260 voies)	5 minutes	~ 2/h	1094	13	19,700		0,4	~ 1,755	17,8 (—17,5)	16,4 (—17,8)
Italie	Groupes secondaires (4) (signalisation à —18 dBm0)	1 minute	20/h	240	—	4,3	+0,2**	1,0	—	17,4 (—17,6)	17,4 (—17,6)
	Groupes secondaires (10) (signalisation à —6 dBm0)	1 minute	20/h	591	8	16,8	+2,3**	1,8	3,15	28,0 (—15,5)	23,1 (—16,4)
	Assemblages de 16 groupes secondaires (5) (signalisation à —18 dBm0)	1 minute	20/h	3968	162	78	+12,6**	0,8	8,1	18,9 (—17,2)	17,6 (—17,5)
	Assemblages de 16 groupes secondaires (5) (signalisation à —6 dBm0)	1 minute	20/h	2153	75	75,9	+15,3**	1,0	22,3	34,1 (—14,7)	25,0 (—16,0)

TABLEAU 3 *(fin)*

Administration	Catégorie d'ensemble de voies (groupe primaire, groupe secondaire, système)	Temps d'intégration	Fréquence d'échantillonnage (évaluée)	Nombre de voies téléphoniques en service	Nombre de voies non téléphoniques en service	Puissance totale moyenne pour toutes les voies	Niveau de la puissance moyenne par ensemble de voies (voir la remarque 1)	σy pour les échantillons	Puissance totale moyenne pour les voies non téléphoniques	Puissance moyenne par voie	Puissance moyenne par voie téléphonique
				A	B	mW0	dBm0	dB	mW0	µW0 (dBm0)	µW0 (dBm0)
KDD Japon	Groupe secondaire	1 minute	60/h	60	0	1,34	+1,27*	1,23	—	22,33 (—16,5)	22,33 (—16,5)
	Groupe secondaire	1 minute	60/h	43	14	2,19	+3,40*	0,58	0,842	38,48 (—14,2)	31,35 (—15,0)
Hongrie (voir la remarque 2)	Groupes primaires (4)	1 minute	~ 60/h	37	9	1,97	—3,1			42,83 (—13,7)	
	Groupes secondaires (2)	1 minute	~ 60/h	104	9	3,25	+2,1			28,76 (—15,4)	
Royaume-Uni	Groupes primaires (4) — signalisation vers l'avant	5 secondes	720/h	48	—	0,48	—9,2*	3,3	—	10 (—20,0)	10 (—20,0)
	Groupes primaires (6) — signalisation vers l'arrière	5 secondes	720/h	72	—	1,07	—7,5*	2,8	—	15 (—18,3)	15 (—18,3)
	Groupes primaires (4) — signalisation vers l'avant	40 millisecondes	3600/h	48	—	0,52	—9,0*	5,5	—	11 (—19,6)	11 (—19,6)
	Groupes primaires (6) — signalisation vers l'arrière	40 millisecondes	3600/h	72	—	2,6	—5,9*	5,7	—	22 (—16,6)	22 (—16,6)
	Groupes secondaires (9)	5 secondes	720/h	540	—	5,7	—2,0*	1,1	—	11 (—19,8)	11 (—19,8)
Pologne (voir la remarque 2)	Groupes primaires (10)	1 minute	30/h	99	13	5,11	—2,9*	3,06	1,03	45,6 (—13,4)	41,2 (—13,9)
	Groupes secondaires (3)	1 minute	30/h	158	17	8,14	+4,3*	1,2	1,76	46,5 (—13,3)	40,3 (—13,9)

Remarques relatives au tableau 3:

Remarque 1 – Si le groupe de voies mesurées n'est que partiellement occupé (c'est-à-dire A + B < N, N étant la capacité de l'ensemble) le niveau de la puissance moyenne par ensemble de voies peut être défini de deux manières différentes:

a) niveau de la puissance moyenne (mesurée) par ensemble de voies

$$= 10 \log_{10} \frac{\text{puissance moyenne totale pour toutes les voies}}{\text{nombre d'ensembles mesurés}}$$

Les résultats de ce calcul sont indiqués par un astérisque dans le tableau 3.

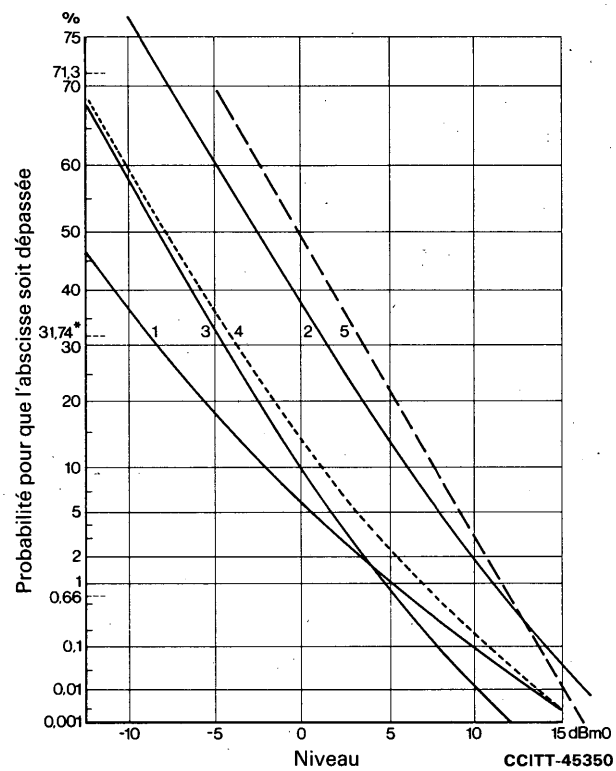
b) niveau de la puissance moyenne (possible) par ensemble de voies

$$= 10 \log_{10} \frac{\text{puissance moyenne totale de toutes les voies}}{\text{nombre d'ensembles mesurés}} \cdot \frac{N}{n}$$

N = capacité des ensembles, et
n = nombre total de voies en service (A + B dans le tableau 3).

Les résultats de ce calcul sont indiqués par deux astérisques dans le tableau 3.

Remarque 2 – Calculé à partir de renseignements fournis par les Administrations.

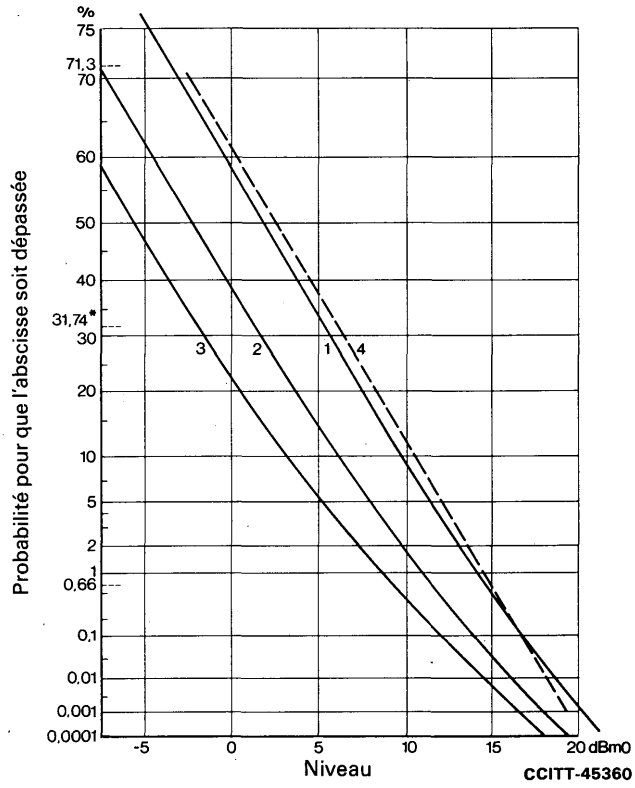


* Valeur efficace pour un signal gaussien

1 Groupe primaire écoulant seulement des signaux téléphoniques
2 Groupe primaire comprenant neuf voies téléphoniques et une voie pour transmissions radiophoniques
3 Groupe primaire comprenant dix voies téléphoniques et deux voies supports de télégraphie
4 Courbe représentant le signal moyen à long terme; moyenne établie sur les 21 groupes primaires considérés
5 Courbe de charge conventionnelle (gaussienne)

FIGURE 2

Courbes de distribution d'amplitude des signaux sur des groupes primaires de base (de l'Administration suisse)



* Valeur efficace pour un signal gaussien

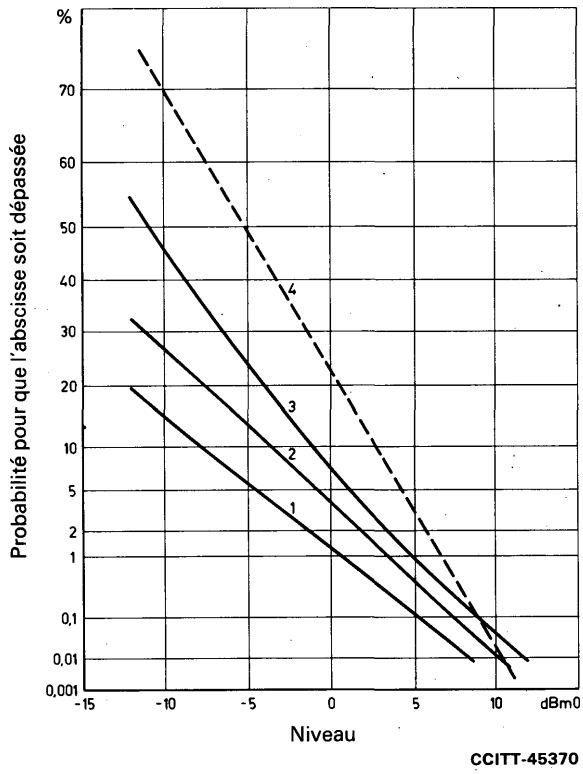
1 Groupe secondaire comprenant 54 voies téléphoniques et deux voies pour transmissions radiophoniques

2, 3 Courbes limitant la zone dans laquelle se trouvent la plupart des courbes mesurées

4 Courbe de charge conventionnelle (gaussienne)

FIGURE 3

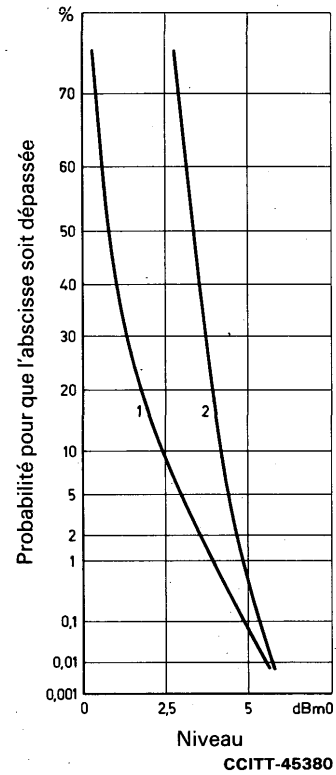
Courbes de distribution d'amplitude des signaux sur des groupes secondaires (de l'Administration suisse)



1 Groupes primaires écoulant des signaux téléphoniques (signalisation vers l'avant)
2 Groupes primaires écoulant des signaux téléphoniques (voie de retour)
3 Groupes secondaires
4 Courbe représentant la distribution gaussienne

FIGURE 4

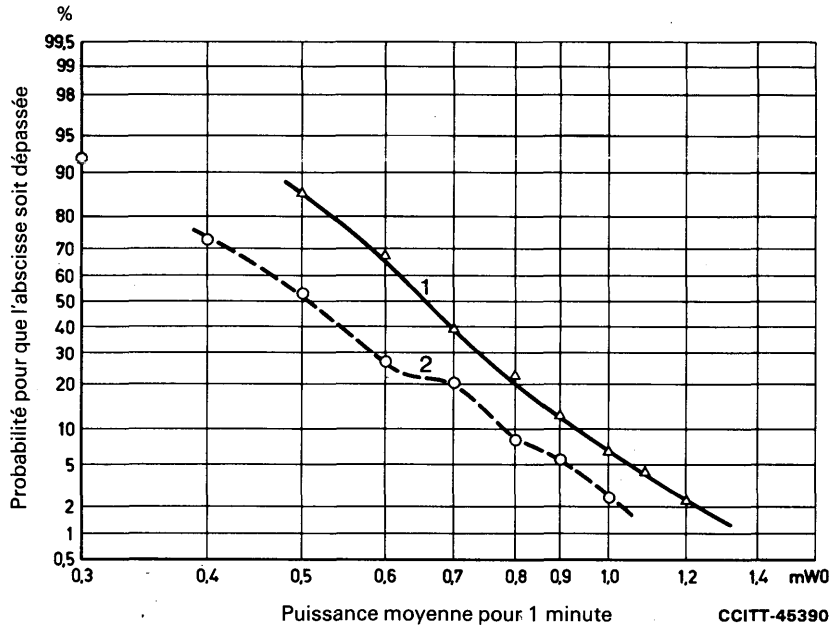
Courbes de distribution de l'amplitude des signaux (Post Office du Royaume-Uni)



1 Groupe secondaire à 60 voies téléphoniques
2 Groupe secondaire avec 43 voies téléphoniques et 14 voies non téléphoniques

FIGURE 5

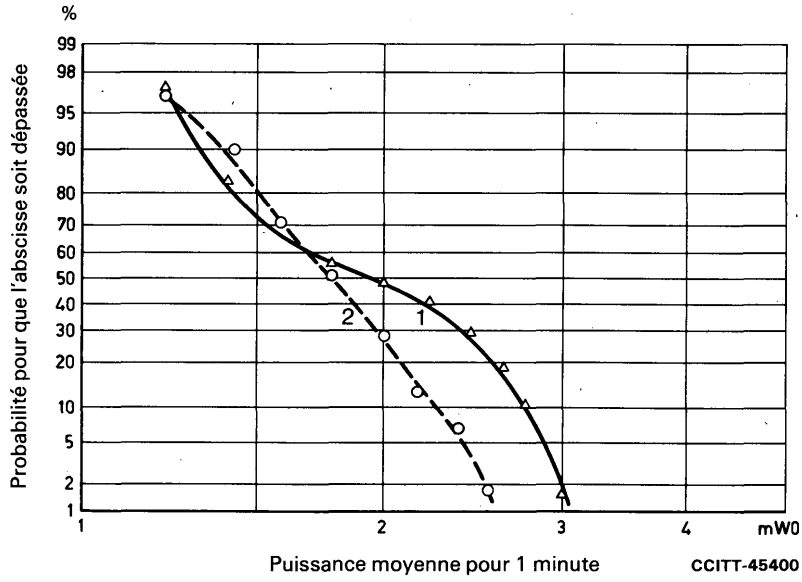
Courbes de distribution du niveau de la puissance moyenne pour 1 minute sur les groupes secondaires (KDD)



1 Séries de mesures effectuées sur dix jours de travail (sept jours pour un groupe primaire A et un jour pour chacun des trois groupes primaires B, C et D)
2 Répétition des mesures pour le groupe primaire A pendant cinq jours de travail

FIGURE 6

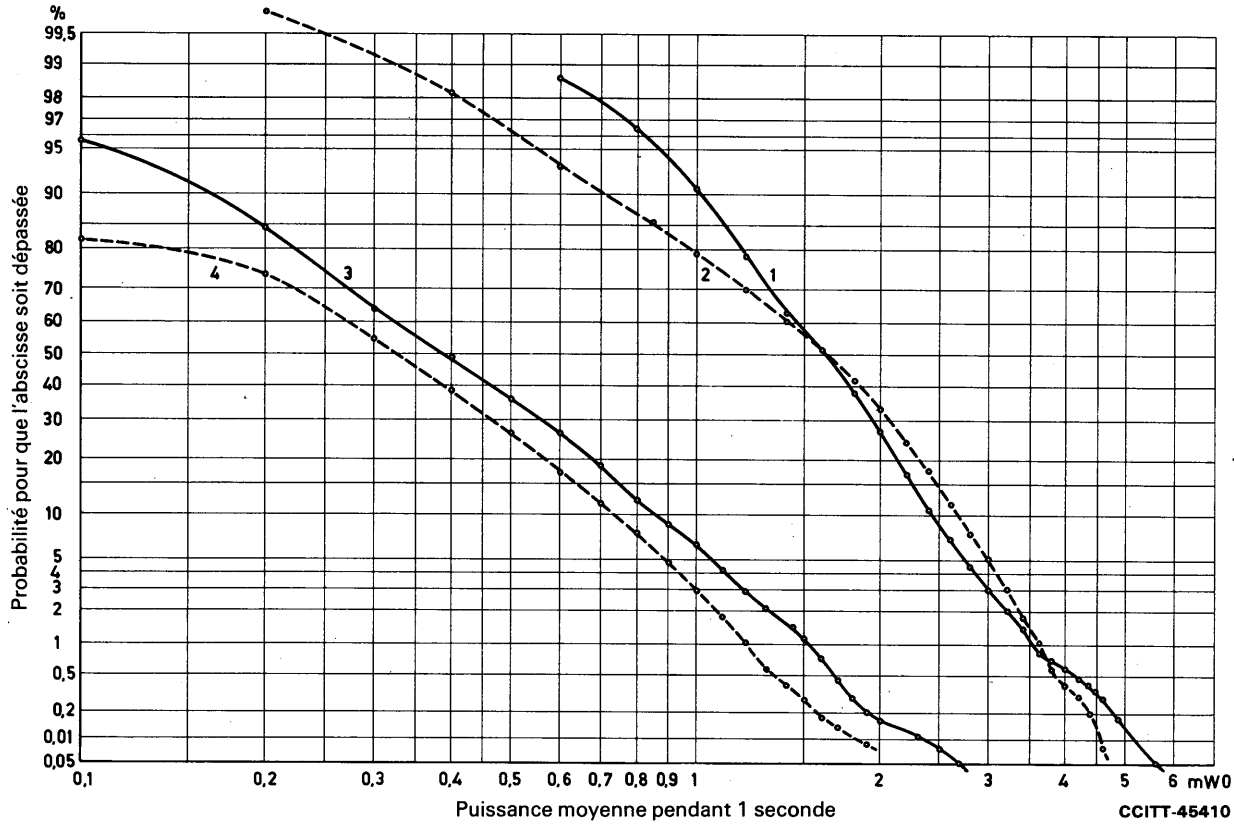
Distribution des puissances moyennes mesurées sur 1 minute pendant l'heure chargée, sur des groupes primaires (Administration hongroise)



1 Séries de mesures effectuées sur sept jours de travail (cinq jours pour un groupe secondaire E et deux jours sur un groupe secondaire F)
2 Répétition des mesures pour le groupe secondaire F pendant cinq jours de travail

FIGURE 7

Distribution des puissances moyennes mesurées sur 1 minute pendant l'heure chargée, sur des groupes secondaires (Administration hongroise)



1 Séries de 2000 mesures effectuées chacune pendant 1 seconde (groupes secondaires E et F)
2 Séries de 3500 mesures effectuées chacune pendant 1 seconde (groupe secondaire F)
3 Séries de 4000 mesures effectuées chacune pendant 1 seconde (groupes primaires A, B, C et D)
4 Séries de 3500 mesures effectuées chacune pendant 1 seconde (groupe primaire A)

FIGURE 8

Distribution des puissances moyennes pendant 1 seconde effectuées durant l'heure chargée, sur des groupes primaires et des groupes secondaires (Administration hongroise)

Référence

[1] Avis du CCITT *Niveaux de puissance pour la transmission de données sur des circuits téléphoniques*, tome III, fascicule III.4, Avis H.51.

RENSEIGNEMENTS SUR LES NAVIRES CÂBLIERS DE DIVERS PAYS

(Mar del Plata, 1968, modifié à Genève, 1972, 1976 et 1980; cité dans l'Avis G.371)

Nom du navire	Année de construction	Déplacement (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Tirant d'eau (m)	Vitesse normale (nœuds)	Rayon d'action (autonomie (milles marins)	Nombre de cales	Capacité de chargement			Appareillage			Profondeur de travail maximale (m)	Possibilités
								Câble		Répéteurs	Tambour avant (diamètre) (m)	Poulie de déroulement			
								Cubage (m³)	Poids (tonnes)			Proue (diamètre) (m)	Poupe (diamètre) (m)		
1) *Navire appartenant aux PTT danois*															
P. Faber	1961	395	56	3,6	17,5	4 000	2	150	305	—	2,20	3,00	—	1 000	Renforcé pour pouvoir travailler dans des eaux obstruées par la glace
2) *Navire appartenant à la Grande Compagnie des télégraphes du Nord*															
Northern	1962 et 1968	1 744	82,2	5,3	12	10 000	3	330	600	—	1,90	2,00	—	4 500	Renforcé pour pouvoir travailler dans des eaux obstruées par la glace
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE															
Long Lines	1963	11 326	156	7,9	15	10 000	3	4 420	7 000	125	3,66	3,05	3,66	Toutes	Navire câblier appartenant à la Compagnie AT & T. Pose et réparation de tous les types de câbles téléphoniques
FRANCE															
M. Bayard	1961	7 197	121,2	6,43	14	(jours) 55	4	2 235	3 300	70	2,10	3,0	2,10* AV* 3,0 AR	Toutes	Pose et réparation de tous types de câbles. Peut poser en une seule fois 850 milles marins de câble à porteur central 8,38/25,4 avec répéteurs tous les 20 milles marins * 3 m en 1975
Ampère	1950	3 465	91,3	5,14	12	25	3	415	900		1,80			Toutes	Navire de réparation sur tous les types de câbles (non utilisable en hiver en Atlantique Nord)

Nom du navire	Année de construction	Déplacement (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Tirant d'eau (m)	Vitesse normale (nœuds)	Rayon d'action (autonomie (milles marins)	Nombre de cales	Capacité de chargement			Appareillage			Profondeur de travail maximale (m)	Possibilités
								Câble		Répéteurs	Tambour avant (diamètre) (m)	Poulie de déroulement			
								Cubage (m^3)	Poids (tonnes)			Proue (diamètre) (m)	Poupe (diamètre) (m)		
Vercors	1974	10 670	133	7,3	16,5	35	3	2 535	6 000**	140	3	linéaire	3,0 AV 4,0 AR	Toutes	Pose et réparation de tous types de câbles téléphoniques ou d'énergie. Capacité: 1300 milles marins en câble de 1 pouce ou 650 milles marins en câble de 1,5 pouce ou 500 milles marins en câble de 1,7 pouce. ** Dans le cas de câble d'énergie, le poids est différent.
ITALIE															
Salernum	1956	2 834	102	5,60	16	(milles marins) 10 000	3	850 (30 000 pieds cubes)	1 800		2,50	2,00	2,00	Toutes	Pose de câbles et travaux de réparation
JAPON															
KDD Maru	1967	4 257	113,83	6,3	16	7 000	3	1 012	2 700	70	3,6	3,0	4,0 (à fond de gorge)	Toutes	Câblier de la KDD. Pose et réparation de câbles de tous types
PAYS-BAS															
Directeur général BAST	1969	630	54,96	3,2	10,6	2 300	2	143 [a]	300 [a]	—	2,15	1,83	—	400	Pose et réparation, surtout des atterrissements

[a] Câble – Diamètre: 7 m. Profondeur d'enroulement: 2 m.

Nom du navire	Année de construction	Déplacement (tonnes)	Longueur hors tout (m)	Tirant d'eau (m)	Vitesse normale (nœuds)	Rayon d'action (autonomie (milles marins)	Nombre de cales	Capacité de chargement			Appareillage			Profondeur de travail maximale (m)	Possibilités
								Câble		Répéteurs	Tambour avant (diamètre) (m)	Poulie de déroulement			
								Cubage (m^3)	Poids (tonnes)			Proue (diamètre) (m)	Poupe (diamètre) (m)		
RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE [b]															
Kabeljau	1944	499	52	3.94	8	1 500	2	375	670		2,20	2,20	2,20	700	Pose de câbles et travaux de réparation. Propriété de Norddeutsche Seekabelwerke AG Nordenham
ROYAUME-UNI															
1. *Navires appartenant à la «Cable and Wireless Ltd».*															
Recorder	1954	5 059	104	5,64	11,5	4 000	3	563	1 100	24	2,16	2,13	Aucun	Toutes	Réparation et pose de câbles armés et réparation de câbles légers (voir la remarque)
Retriever	1961	5 650	112	5,82	13	8 000	3	629	1 542	11	3,00	3,00	3,05 [c]	Toutes	Idem
Mercury	1962	11 683	144	7,5	14,5	8 000	3	3 056	3 500	144	3,05	3,05	3,05 [c]	Toutes	Pose par moteur linéaire de poupe. Pose et réparation des câbles coaxiaux légers et armés
Cable Venture	1962	16 997	151	8,97	12,5	10 000	4 + 1 (réserve)	5 086	9 500	350	2,80	3,00	3,00	Toutes	Idem
Cable Enterprise	1964	5 759	113	5,84	13	6 000	3	887	2 150	30	2,13	2,48	3,05 [c]	Toutes	Pose et réparation des câbles armés. Réparation de câbles légers (voir la remarque)
2. *Navires appartenant au Post Office du Royaume-Uni*															
Alert		6 515	127,2	6,86	13	6 000	3	1 583	2 677	48	2,1	2,1	2,7	Toutes	Pose et réparation de tous les types de câbles
Ariel		1 509	76,9	4,88	11	2 500	3	456	693	Limité	1,9	1,9	Aucun	3 660	Réparation et pose de câbles armés. Réparation de câbles légers
Iris		1 512	76,9	4,88	11	2 500	3	456	693	Limité	1,9	1,9	Aucun	3 660	

[b] L'Administration de la République fédérale d'Allemagne a signalé qu'un certain nombre de navires câbliers sont décrits dans la publication *Underseas Cable World*, volume 1, n° 5, juin-juillet 1967.

[c] à fond de gorge

Remarque – Seulement des câbles relativement courts et des câbles d'atterrissement.

CARACTÉRISTIQUES DE LA DISTORSION DE TEMPS DE PROPAGATION DE GROUPE D'UN ÉQUIPEMENT TERMINAL

(Genève, 1980; mentionné dans les Avis G.233 et G.242)

Au cours de la période d'études 1977-1980, la Commission d'études XV a recueilli des renseignements sur les distorsions de temps de propagation de groupe des équipements de modulation de groupes primaire et secondaire ainsi que sur les filtres de transfert de groupes primaire et secondaire en vue d'élaborer des Avis pertinents. (Voir Avis G.233 et G.242.)

Le présent supplément contient un résumé des renseignements disponibles ainsi que des figures représentant les caractéristiques d'un équipement moderne.

La nécessité d'étendre à 62 et 106 kHz la gamme de fréquences spécifiée sur les circuits dont la bande correspond à celle du groupe primaire n'est pas clairement apparue.

On a noté, pour information, les valeurs maximales suivantes, fondées sur des résultats de mesure:

à 62 kHz: 25 µs pour l'équipement de modulation de groupe primaire
350 µs pour les filtres de transfert de groupe primaire;

à 106 kHz: 15 µs pour l'équipement de modulation de groupe primaire
350 µs pour les filtres de transfert de groupe primaire.

Il faut souligner qu'à ces fréquences la caractéristique de temps de propagation de groupe est extrêmement sensible aux tolérances applicables aux composants, aux effets des variations de température, etc.

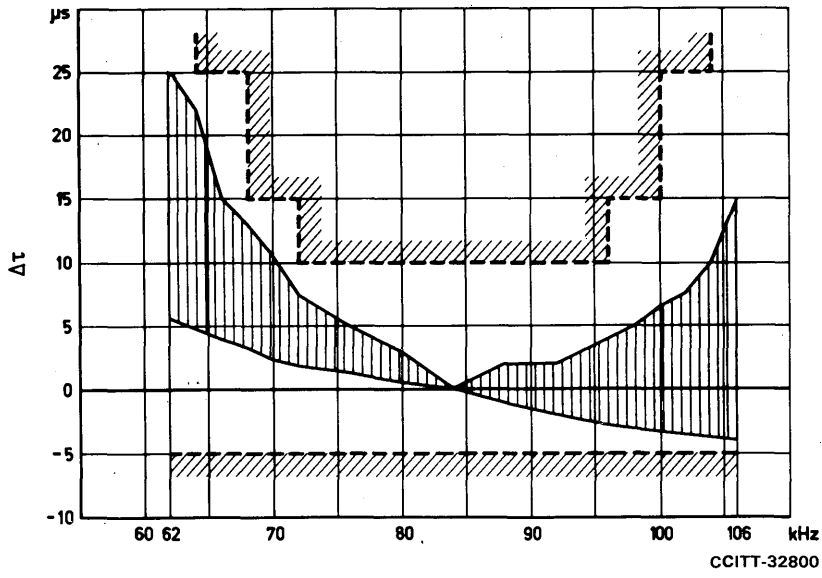


FIGURE 1

Dispersion des valeurs limites pour la distorsion de temps de propagation de groupe de l'équipement de modulation de groupe primaire (d'après les contributions reçues)

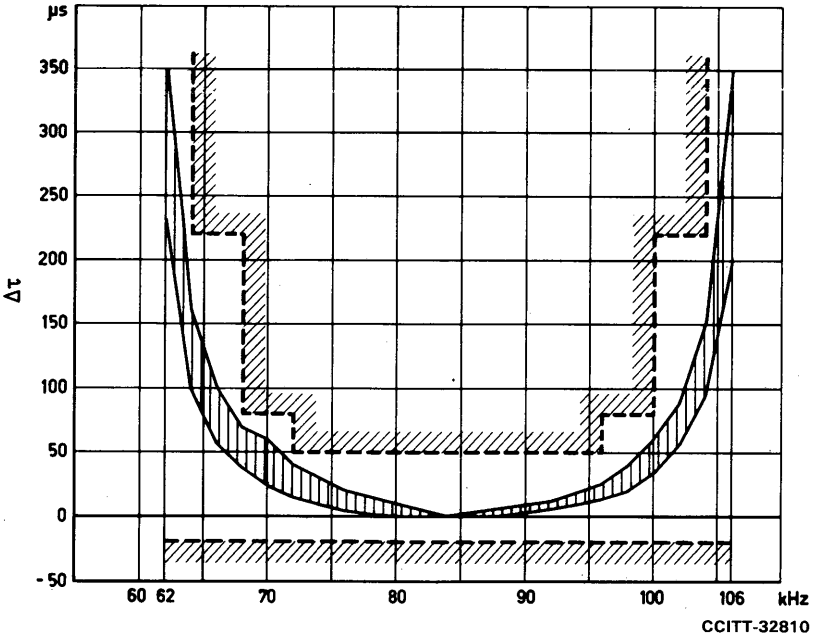


FIGURE 2

Dispersion des valeurs limites pour la distorsion de temps de propagation de groupe des filtres de transfert de groupe primaire (d'après les contributions reçues)

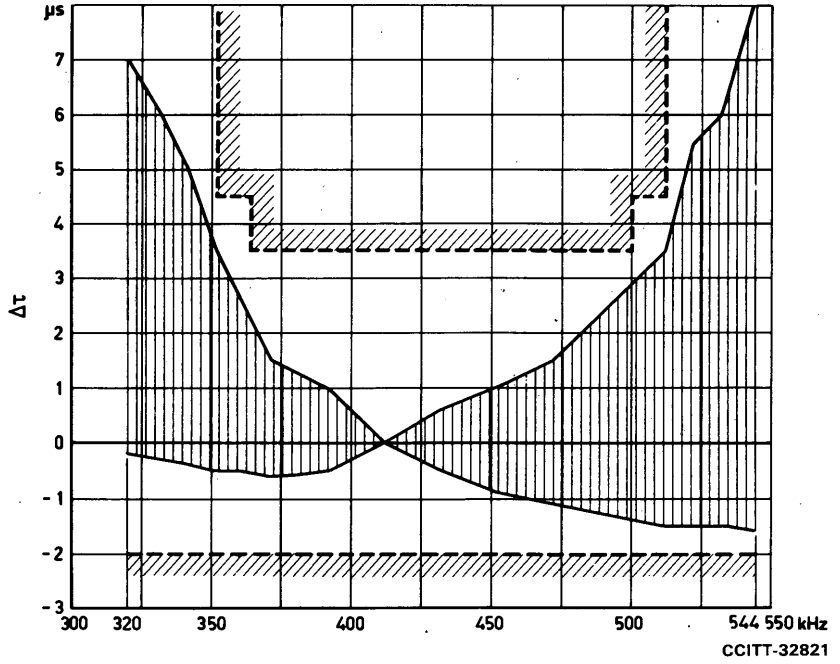


FIGURE 3

Dispersion des valeurs limites pour la distorsion de temps de propagation de groupe de l'équipement de modulation de groupe secondaire (d'après les contributions reçues)

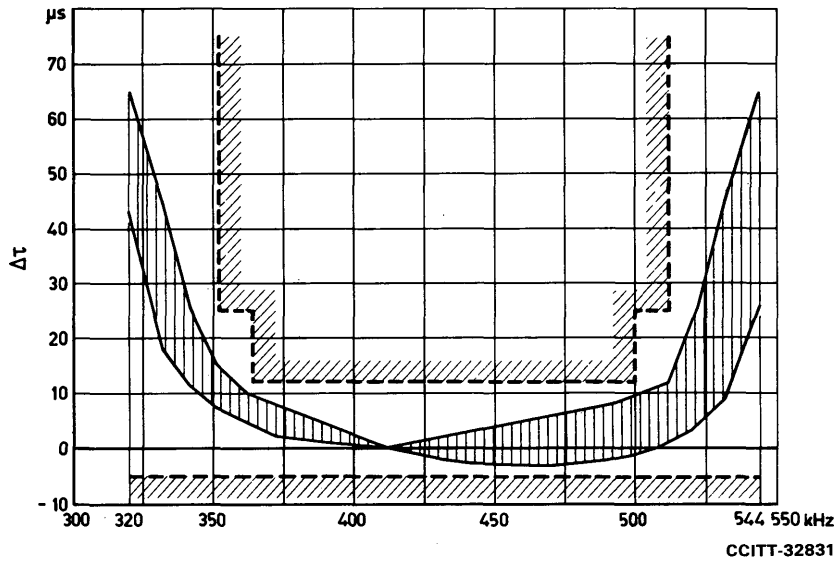


FIGURE 4

Dispersion des valeurs limites pour la distortion de temps de propagation de groupe des filtres de transfert de groupe secondaire (d'après les contributions reçues)

Supplément n° 18

RENSEIGNEMENTS SUR LES CÂBLES SOUS-MARINS UTILISÉS EN EAU PROFONDE

(Genève, 1980; mentionné à la sous-section 6.3)

Les renseignements recueillis sont rassemblés dans deux parties de ce supplément:

- l'une donne les principales caractéristiques des câbles courants avec armure externe ou à porteur central,
- l'autre indique les possibilités de raccordement des différents types de câbles entre eux.

Ce supplément est le rapport établi par M. Blanchi (France), Rapporteur spécial, au cours de la période d'études 1968-1972. Il a été mis à jour et complété d'après les informations reçues au cours des périodes d'études 1973-1976 et 1977-1980.

DANEMARK

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance caractéristique	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre					
			Pouce	mm		Pouce	mm	Ω	1 MHz	5 MHz	T
					Câbles à porteur central						
1	1,47″/0,368″	Toron d'acier 43 fils et cuivre soudé 0,38 mm	0,368	9,34	Ruban longitudinal d'aluminium de 128,5 mm×0,46 mm (5,05″ × 0,018″)	1,47	37,3	54	1,71	3,88	9,7
					Câbles à armures externes						
1	0,320″/0,156″	Fils cuivre câblés	0,156	3,96	Cuivre	0,320	8,13	75			
2	0,591″/0,161″	Cuivre massif	0,161	4,1	Cuivre	0,591		52			
3	0,620″/0,160″	Cuivre massif	0,160	4,06	6 rubans hélicoïdaux cuivre recuit 0,32″ × 0,015″ (8 mm × 0,38 mm) + 1 frette cuivre 1,375″ × 0,003″ (35 mm × 0,076 mm)	0,620	15,75	54			
4	0,620″/0,160″	Fils cuivre câblés	0.160	4,06	Comme ci-dessus	0,620	15,75	54			
5	0,902″/0,178″	Cuivre massif	0,178		Cuivre	0.902		65			
6	0,810″/0,226″	Cuivre massif	0,226		Cuivre	0,810		75			
	0,935″/0,240″	Cuivre massif	0,240	6,1	6 rubans hélicoïdaux cuivre 0,475″ × 0,015″ (12,1 mm × 0,38 mm) + 1 frette 2″ × 0,003″ (50 mm × 0,076 mm)	0,935	23,75	54			
7	0,935″/0,240″	Cuivre soudé 0,6 mm sur toron 19 fils acier doux	0,240	6,1		0,935	23,75	54			
8	0,935″/0,259″	Fils cuivre câblés	0,259			0,935	23,75				
9	0,935″/0,264″	Fils cuivre câblés	0,264			0,935	23,75				
10	0,950″/0,244″	Cuivre massif	0,244			0,950		54			
11	1,47″/0,368″	Toron 19 fils acier doux + ruban soudé rétreint de 0,38 mm	0,368	9,34	Ruban longitudinal d'aluminium de 5,05″ × 0,018″ (128,5 mm × 0,46 mm)	1,47	37,3	54			

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance caractéristique	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre					
			Pouce	mm		Pouce	mm	Ω	1 MHz	5 MHz	T
					Câbles à porteur central						
	1″ SD List III	Cuivre massif	0,330	8,38	Bande longitudinale cuivre 87,1 × 0,25 mm	1,00	25,4	44			
	SF List III	Cuivre massif	0,220	5,6	Bande longitudinale cuivre 87,1 × 0,25 mm	1,00	25,4	60			
CU	0,620″/0,160″	Cuivre massif	0,160	4,06	6 rubans de cuivre	0,620	15,75	54			
CU	0,620″/0,200″	Cuivre massif	0,200	5,08	6 rubans de cuivre	0,620	15,75	43			
FIL	0,620″/0,200″	Ruban de cuivre sur toron d'acier doux	0,200	5,08	6 rubans de cuivre	0,620	15,75	43			
CU	0,990″/0,248″	Cuivre massif	0,248		Ruban d'aluminium	0,990		54			
FIL	0,990″/0,329″	Cuivre sur toron d'acier doux			Ruban d'aluminium	0,329		43			
					Câbles à armures externes						
	1″ SD List I	Toron 41 fils acier, cuivre soudé et rétreint épaisseur 0,58 mm	0,330	8,38	Bande longitudinale cuivre 87,1 × 0,25 mm	1,00	25,4	44			7
	1,5 SF List I	Toron 41 fils acier, cuivre soudé et rétreint épaisseur 0,58 mm	0,330	8,38	Bande longitudinale cuivre 127 × 0,25 mm	1,50	38,1	60			7

FRANCE

Câbles pour liaisons actuelles

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance caractéristique	Affaiblissement dB/MN			Charge de rupture
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre						
			Pouce	mm		Pouce	mm	Ω	1 MHz	5 MHz	30 MHz	T
					Câbles à porteur central							
	8,0/25,4 (réparations)	Toron d'acier 41 fils et cuivre soudé et rétreint (épaisseur 0,406)		8,0	Ruban longitudinal en aluminium		25,4	46	2,45	5,70	14,46	7
	8,0/38,1	Toron d'acier 41 fils et cuivre soudé rétreint (épaisseur 0,406)		8,0	Ruban longitudinal en aluminium		38,1	62	1,74	3,04	10,04	7
	9,2/43,2	Toron d'acier 41 fils et cuivre soudé et rétreint (épaisseur 0,406)		9,2	Ruban longitudinal en aluminium		43,2	62	1,52	3,45	8,96	10
					Câbles à armures externes							Suivant armure
	5,3/25,4[a)]	Cuivre massif		5,3	Ruban longitudinal en aluminium		25,4	62	2,52	5,70	14,55	
	8,0/38,1	Cuivre massif		8,0	Ruban longitudinal en aluminium		38,1	62	1,69	3,83	10,00	

[a)] Ce câble existe en version protégée (feuillards acier doux) soit armé, soit à gaine extérieure renforcée.

FRANCE

Câbles fabriqués dans le passé pour les liaisons anciennes mais n'entrant plus dans les systèmes actuels

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance caractéristique	Affaiblissement dB/MN			Charge de rupture
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre						
			Pouce	mm		Pouce	mm	Ω	1 MHz	5 MHz	30 MHz	T
					Câbles à porteur central							
	8,4/25,4	Toron d'acier 41 fils et cuivre soudé et rétreint (épaisseur 0,584)		8,4	Ruban longitudinal en cuivre		25,4	44	2,38	—	—	7
	8,4/38,1	Toron d'acier 41 fils et cuivre soudé et rétreint (épaisseur 0,584)		8,4	Ruban longitudinal en cuivre		38,1	60	1,60	3,64	—	7
	8,0/25,4 (réparations)	Toron d'acier 41 fils et cuivre soudé et rétreint (épaisseur 0,406)		8,0	Ruban longitudinal en cuivre		25,4	46	2,40	5,45	—	7
	8,0/38,1	Toron d'acier 41 fils et cuivre soudé et rétreint (épaisseur 0,406)		8,0	Ruban longitudinal en cuivre		38,1	62	1,65	3,75	—	7
					Câbles à armure externe							
	4,3/15,6	Fil central et bandes		4,3	6 rubans hélicoïdaux + frette		15,6	51	3,1 (532 kHz)			Suivant armure
	5,0/15,7	Cuivre massif		5,0	Ruban longitudinal en cuivre		15,7	46				
	5,2/15,7	Cuivre massif		5,2	Ruban longitudinal en cuivre		15,7	44				
	5,6/25,4	Cuivre massif		5,6	Ruban longitudinal en cuivre		25,4	60				
	8,0/25,4	Cuivre massif		8,0	Ruban longitudinal en cuivre		25,4	46	2,39	5,42	—	
	8,4/25,4	Cuivre massif		8,4	Ruban longitudinal en cuivre		25,4	44	2,38	—	—	
	5,3/25,4 [a]	Cuivre massif		5,3	Ruban longitudinal en cuivre		25,4	62	2,40	5,60		

[a] Ce câble existe en version protégée (feuillards acier doux) soit armé, soit à gaine extérieure renforcée.

ITALIE

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance caractéristique	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre					
			Pouce	mm		Pouce	mm	Ω	1 MHz	5 MHz	T
					Câbles à porteur central						
	0,990″/LW MK I	Cuivre agrafé	0,322	8,20	6 rubans hélicoïdaux d'aluminium	0,990	25,10	44	2,72		7,8
	0,990″/LW MK II	Cuivre soudé	0,329	8,40	Ruban d'aluminium longitudinal	0,990	25,10	44	2,58	5,78	7,6
	1,470″/LW	Cuivre soudé	0,368	9,35	Ruban d'aluminium longitudinal	1,470	37,34	54	1,71	3,88	9,7
	1,500″/LWR pour MK I	Cuivre soudé	0,322	8,20	Ruban d'aluminium longitudinal	1,500	38,1	62			
	1,500″/LWR pour MK II	Cuivre soudé	0,329	8,40	Ruban d'aluminium longitudinal	1,500	38,1	62			
					Câbles à armures externes						
	0,620″/0,160″	Cuivre massif	0,160	4,1	6 rubans de cuivre hélicoïdaux	0,620	15,75	54			Suivant le type d'armure
	0,620″/0,200″ Fil	Composite-cuivre agrafé	0,200	5,10	6 rubans de cuivre hélicoïdaux	0,620	15,75	44			
	0,935″/0,240″ Fil	Composite-cuivre soudé	0,240	6,10	6 rubans de cuivre hélicoïdaux	0,935	23,75	54	2,52	5,67	
	0,935″/0,240″ Cu	Cuivre massif	0,240	6,10	6 rubans de cuivre hélicoïdaux	0,935	23,75	54	2,60	5,90	
	0,990″/0,329″ Fil	Composite-cuivre soudé	0,329	8,40	6 rubans de cuivre hélicoïdaux	0,990	25,10	44	2,56	5,78	

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance caractéristique Ω	Affaiblissement dB/MN						Charge de rupture	Remarques
		Nature et composition	Diamètre		Nature et composition	Diamètre			1 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	30 MHz	35 MHz		
			Pouce	mm		Pouce	mm								T	
					Câbles à porteur central											
	25mm	Toron d'acier de 41 fils, cuivre soudé et agrafé (0,58 mm)		8,38	Ruban longitudinal de cuivre (87,1 × 0,25 mm)		25,4	44	2,38	5,38	7,70	9,50	–	–	7	P
	38 mm	Toron d'acier de 41 fils, cuivre soudé et agrafé (0,58 mm)		8,38	Ruban longitudinal de cuivre (127 × 0,25 mm)		38,1	60	1,61	3,65	5,25	6,51	9,53	10,39	7	P
	38 mm	Toron d'acier de 41 fils, cuivre soudé et agrafé (0,58 mm)		8,38	Ruban longitudinal d'aluminium (130 × 0,45 mm)		38,1	60	1,69	3,83	5,50	6,83	–	–	7	*
					Câbles à armure externe											
	18 mm	Cuivre massif		5,0	Ruban longitudinal de cuivre (64 × 0,25 mm)		18	51	3,32	7,51	10,63	13,10	18,85	20,46	Suivant le type d'armure	R
	25 mm	Cuivre massif		5,6	Ruban longitudinal de cuivre (87,1 × 0,25 mm)		25,4	60	2,39	5,39	7,70	9,52	13,77	14,97		P
	25 mm	Cuivre massif		8,38	Ruban longitudinal de cuivre (87,1 × 0,25 mm)		25,4	44	2,38	5,38	7,69	9,49	–	–		P
	25 mm	Toron d'acier de 41 fils, cuivre soudé et agrafé (0,58 mm)		8,38	Ruban longitudinal de cuivre (87,1 × 0,25 mm)		25,4	44	2,38	5,38	7,69	9,49	–	–		P
	25 mm	Cuivre massif		5,6	Ruban longitudinal d'aluminium (88 × 0,3 mm)		25,4	60	2,51	5,67	8,11	10,02	–	–		*

P : Production en série
R : Réparation
* : pour essais

RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance caractéristique	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre					
			Pouce	mm		Pouce	mm	Ω	1 MHz	5 MHz	T
					Câbles à porteur central						
	1,47 «LW»	Composite	0,368	9,34		1,47	37,3	54			
					Câbles à armure externe						
	0,620″/0,160″	Cuivre massif	0,160		Cuivre	0,620		54			
	0,935″/0,240″	Cuivre massif	0,240			0,935		54			

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance caractéristique	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre					
			Pouce	mm		Pouce	mm	Ω	1 MHz	5 MHz	T
					Câbles à porteur central						
	0,990″/0,323″ MKI	Toron d'acier de 43 fils et cuivre agrafé (0,25 mm)	0,323	8,2	6 rubans d'aluminium hélicoïdaux (12,8 × 4,6 mm)	0,990	25,1	44	2,72		7,8
	0,990″/0,329″ LW/MK II	Toron d'acier de 43 fils et cuivre soudé de 0,38 mm	0,329	8,3	Ruban longitudinal d'aluminium appliqué avec recouvrement (86,4 × 30 mm)	0,990	25,1	44	2,56	5,78	7,6
	1,000″/0,330″ List I SD et STC SCE 106	Toron d'acier de 41 fils et cuivre (0,6 mm) soudé et rétreint	0,330	8,4	Ruban longitudinal de cuivre appliqué avec recouvrement (87 × 25 mm)	1,00	25,4	44			
	1,47″/0,368″ LW	Toron d'acier de 43 fils et cuivre soudé (0,38 mm)	0,368	9,3	Ruban longitudinal d'aluminium appliqué avec recouvrement (128,5 × 46 mm)	1,47	37,3	54	1,71	3,88	9,7
	1,5″/0,330″ SF-List I	Toron d'acier de 41 fils et cuivre soudé et rétreint (0,6 mm)	0,330	8,4	Ruban longitudinal de cuivre (127 × 25 mm)	1,5	38,1	60			
	1,5″/0,323″ LWR pour MK I	Toron d'acier de 43 fils et cuivre agrafé	0,323	8,2	Ruban longitudinal aluminium (133,4 × 0,46 mm)	1,5	38,1	62			
	1,5″/0,329″ LWR pour MK II LW	Toron d'acier de 43 fils et cuivre soudé et rétreint (0,25 mm)	0,329	8,4	Ruban longitudinal aluminium (129,5 × 0,46 mm)	1,5	38,1	62			
	1,47″/0,329″ LWR pour LW MK II	Toron 43 fils et cuivre soudé	0,329	8,4	Ruban longitudinal aluminium (129 × 0,46 mm)	1,47	37,3	62			
					Câbles à armure externe						
	0,460″/0,128″	Cuivre massif	0,128	3,25	6 rubans hélicoïdaux cuivre recuit 0,282″ × 0,015″	0,46	11,68	52			
	0,620″/0,160″	Cuivre massif	0,160	4,06	6 rubans hélicoïdaux de cuivre 0,320″ × 0,15″ + 1 frette cuivre 1,375″ × 0,003″	0,620	15,75	54			

LWR : Câble de réparation

ROYAUME-UNI *(suite)*

N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance caractéristique	Affaiblissement dB/MN		Charge de rupture
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre					
			Pouce	mm		Pouce	mm	Ω	1 MHz	5 MHz	T
					Câbles à armure externe (suite)						
	0,620″/0,160″	Fils cuivre câblés	0,160	4,06	6 rubans cuivre hélicoïdaux (8,1 mm × 0,38 mm) + 1 frette cuivre 1,375″ × 0,003″ (35 mm × 0,076 mm)	0,620	15,75	54			
	0,620″/0,200″	Rubans cuivre agrafé sur un toron 19 fils d'acier doux Ruban cuivre 19,3 mm × 2,5 mm	0,200	5,08	6 rubans hélicoïdaux cuivre recuit 0,320″ × 0,012″ (8,1 mm × 0,3 mm)	0,620	15,75	43			
	0,620″/0,200″	Cuivre massif	0,200	5,08	6 rubans hélicoïdaux cuivre 0,320″ × 0,012″ (8,1 mm × 0,3 mm)	0,620	15,75	43			
	0,620″/0,200″	Fils cuivre câblés	0,200	5,08	6 rubans hélicoïdaux cuivre 0,320″ × 0,012″ (8,1 mm × 0,3 mm)	0,620	15,75	43			
	0,620″/0,200″	Fils cuivre câblés au-dessus d'un toron de fil acier doux	0,200	5,08	Cuivre	0,620	15,75	43			
	0,935″/0,240″	Cuivre massif	0,240	6,1	6 rubans hélicoïdaux de cuivre recuit 0,475″ × 0,015″ (12,1 mm × 0,38 mm) + 1 frette cuivre 2″ × ″0,003″ (50 × 0,76 mm)	0,935	23,75	54	2,60	5,90	
	0,935″/0,240″	Cuivre fils câblés	0,240	6,1	6 rubans hélicoïdaux de cuivre recuit 0,475″ × 0,015″ (12,1 mm × 0,38 mm) + 1 frette cuivre 2″ × 0,003″ (50 × 0,76 mm)	0,935	23,75	54			
	0,935″/0,240″	Ruban de cuivre recuit de 0,6 mm soudé et rétreint sur un toron de 19 fils d'acier doux	0,240	6,1	Cuivre	0,935	23,75	54	2,52	5,67	
	0,935″/0,240″	Fils cuivre câblés sur toron de fils acier doux	0,240	6,1	6 rubans hélicoïdaux de cuivre recuit de 0,010″ (0,25 mm) et 1 frette cuivre de 1,375″ × 0,003″	0,935	23,75	54			
	0,935″/0,260″	Cuivre massif	0,260	6,6	Rubans hélicoïdaux de cuivre 0,475″ × 0,015″ (12,1 mm × 0,38 mm)	0,935	23,75	54			

ROYAUME-UNI *(fin)*

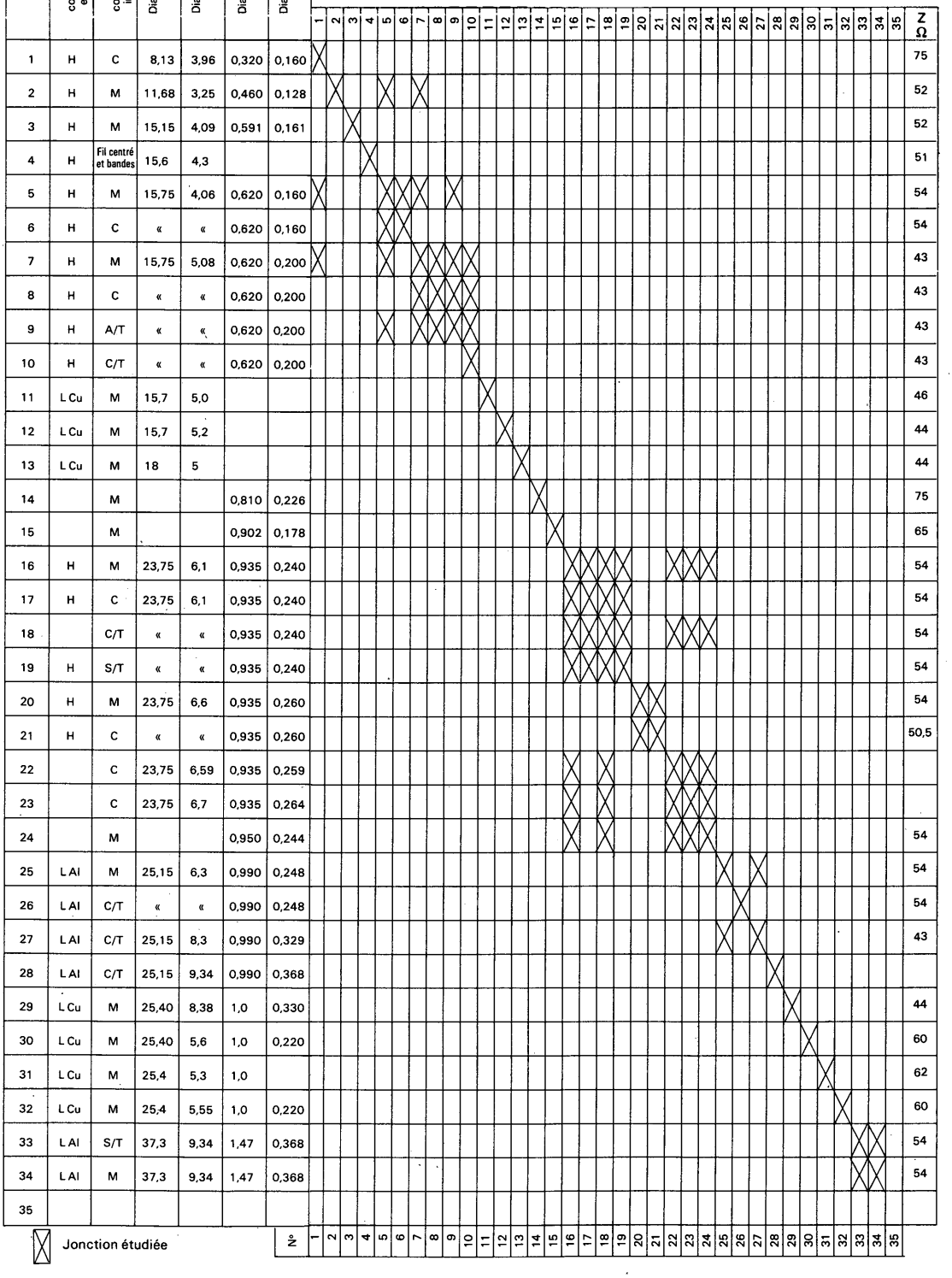
N°	Type	Conducteur intérieur			Conducteur extérieur			Impédance caractéristique	Affaiblissement db/MN		Charge de rupture
		Nature et constitution	Diamètre		Nature et constitution	Diamètre					
			Pouce	mm		Pouce	mm	Ω	1 MHz	5 MHz	T
					Câbles à armure externe (suite)						
	0,935″/0,260″	7 fils de cuivre câblés de 0,0765″ (1,8 mm)	0,260	6,6	Comme ci-dessus	0,935	23,75	50,5			
	0,990″/0,246″	Cuivre massif	0,248	6,3	Bande longitudinale à recouvrement d'aluminium 3,40″ × 0,012″ (86,4 mm × 0,30 mm)	0,990	25,15	54			
		Ruban cuivre sur toron fil acier doux	0,248	6,3	Comme ci-dessus	0,990	25,15	54			
	0,990″/0,329″	Ruban cuivre recuit de 0,38 mm sur toron 19 fils acier doux	0,329	8,3	Bande longitudinale à recouvrement d'aluminium 3,40″ × 0,012″ (86,4 mm × 0,30 mm)	0,990	25,15				
	1″/0,330″	Cuivre massif	0,330	8,38	Bande longitudinale cuivre 3,43 × 0,01″ (87,1 mm × 0,25 mm)	1,0	25,4	44			
	1″/0,229″ massif	Cuivre massif	0,220	5,59	Comme ci-dessus	1,0	25,4	60			
	1,47″ massif	Cuivre massif	0,368	9,35	Ruban longitudinal aluminium 5,06″ × 0,018″ (128,5 mm × 0,46 mm)	1,47	37,3	54			
	1,47″ acier doux	Ruban cuivre 0,38 mm soudé sur 19 fils acier doux	0,368	9,35	Comme ci-dessus	1,47	37,3	54			

POSSIBILITÉS DE RACCORDEMENT

I. Câbles à armures externes

CCITT-40681

N°	Nature conducteur extérieur	Nature conducteur intérieur	Diamètre CE mm	Diamètre CI mm	Diamètre CE inch	Diamètre CI inch	Z Ω
1	H	C	8,13	3,96	0,320	0,160	75
2	H	M	11,68	3,25	0,460	0,128	52
3	H	M	15,15	4,09	0,591	0,161	52
4	H	Fil centré et bandes	15,6	4,3			51
5	H	M	15,75	4,06	0,620	0,160	54
6	H	C	«	«	0,620	0,160	54
7	H	M	15,75	5,08	0,620	0,200	43
8	H	C	«	«	0,620	0,200	43
9	H	A/T	«	«	0,620	0,200	43
10	H	C/T	«	«	0,620	0,200	43
11	L Cu	M	15,7	5,0			46
12	L Cu	M	15,7	5,2			44
13	L Cu	M	18	5			44
14		M			0,810	0,226	75
15		M			0,902	0,178	65
16	H	M	23,75	6,1	0,935	0,240	54
17	H	C	23,75	6,1	0,935	0,240	54
18		C/T	«	«	0,935	0,240	54
19	H	S/T	«	«	0,935	0,240	54
20	H	M	23,75	6,6	0,935	0,260	54
21	H	C	«	«	0,935	0,260	50,5
22		C	23,75	6,59	0,935	0,259	
23		C	23,75	6,7	0,935	0,264	
24		M			0,950	0,244	54
25	L Al	M	25,15	6,3	0,990	0,248	54
26	L Al	C/T	«	«	0,990	0,248	54
27	L Al	C/T	25,15	8,3	0,990	0,329	43
28	L Al	C/T	25,15	9,34	0,990	0,368	
29	L Cu	M	25,40	8,38	1,0	0,330	44
30	L Cu	M	25,40	5,6	1,0	0,220	60
31	L Cu	M	25,4	5,3	1,0		62
32	L Cu	M	25,4	5,55	1,0	0,220	60
33	L Al	S/T	37,3	9,34	1,47	0,368	54
34	L Al	M	37,3	9,34	1,47	0,368	54
35							



Jonction étudiée

CE: Conducteur extérieur — CI: Conducteur intérieur — H: Bandes hélicoïdales en cuivre — L: Bande longitudinale à recouvrement — Al = Aluminium — Cu = Cuivre — M: Conducteur intérieur en cuivre massif — C: Conducteur intérieur de fil de cuivre câblé — T: Toron 19 fils acier doux — A: Bande longitudinale de cuivre agrafée — S: Bande longitudinale de cuivre soudé.

POSSIBILITÉS DE RACCORDEMENT *(suite)*

II. Câbles à porteur central

	Nature conducteur extérieur	Nature conducteur intérieur	Diamètre CE (mm)	Diamètre CI (mm)	Diamètre CE (inch)	Diamètre CI (inch)	Type	Z Ω
1	H Al	a/43			0,990	0,323	MK I	43
2					0,990	0,329	MK II	43
3	L Cu	S/41			1,0	0,330	SD	44
4	L Al	S/43			1,47	0,368	LW (GB)	54
5	L Al	S/43			1,47	0,329	LWR	62
6	L Cu	S/41			1,5	0,330	SF	60
7	L Al	a/43			1,5	0,323	MK IR	61
8	L Al	S/43			1,5	0,329	MK IIR	62
9	L Cu	S/41	25,4	8,0				46
10	L Al	S/41	38,1	8,0				61
11								
12								

CCITT-48162

CI

CE

N°♦ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

a Conducteur formé d'un ruban de cuivre agrafé (box seam)

S Ruban de cuivre soudé

41 / 43 Nombre de fils d'acier à haute résistance du porteur central

H Bandes hélicoïdales

L Bande longitudinale

Remarque – Les techniques de raccordement ont été mises au point pour tous les joints possibles de la zone hachurée.

III. Jonctions [a] entre câbles à armures externes et câbles à porteur central

N°	Nature conducteur extérieur	Nature conducteur intérieur	Diamètre CE (mm)	Diamètre CI (mm)	Diamètre CE (inch)	Diamètre CI (inch)	Type	Z Ω
1	H Al	a/43			0,990	0,323	PC MK I	43
2	L Al	S/43			0,990	0,329	PC MK II	43
3	L Cu	S/41			1,0	0,330	PC SD	44
4	L Al	S/43			1,47	0,368	PC LW	54
5					1,47	0,329	LWR	59
6	L Cu	S/41			1,5	0,330	SP PC	60
7	L Al	a/43			1,5	0,323	MK IR PC	61
8	L Al	S/43			1,5	0,329	MK IIR PC	62
9	L Cu	S/41	25,4	8,0			PC	46
10	L Al	S/41	38,10	8,0			PC	61
11	L Cu	M			1,0	0,330	A SD	44
12	L Cu	M			1,0	0,220	A SF	60
13	L Cu	M	25,4	5,3			A	62
14	L Al	S/19 D			1,47	0,368	A	54
15	L Al	M			1,47	0,368	A	54
16								

CCITT-48171

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CE Conducteur extérieur

CI Conducteur intérieur

PC Porteur central

A Câble armé

H Bandes hélicoïdales

M Cuivre massif

a Ruban de cuivre agrafé

S Ruban de cuivre soudé

/41 / /43 Nombre de fils d'acier à haute résistance du porteur central

19D Toron 19 fils d'acier doux

Jonction étudiée

a) Seuls sont représentés les câbles susceptibles de telles jonctions.

Supplément n° 19

MESURE DE LA DIAPHONIE EN RÉGIME NUMÉRIQUE (MÉTHODE UTILISÉE PAR L'ADMINISTRATION FRANÇAISE, L'ADMINISTRATION DES PAYS-BAS ET L'ADMINISTRATION ESPAGNOLE)

(Genève, 1980; mentionné dans l'Avis G.612)

Pour rendre les mesures de diaphonie plus rapides, diminuer leur nombre et obtenir des résultats directement interprétables par rapport au système transmis, une nouvelle méthode de mesure en régime numérique a été mise au point; cette méthode est actuellement utilisée pour les systèmes à 2 Mbit/s et à 8 Mbit/s. Elle consiste à envoyer un signal, simulant celui du système à transmettre, simultanément sur un grand nombre de paires perturbatrices du câble à mesurer. Le bruit induit est prélevé successivement sur chacune des paires perturbées, amplifié dans un dispositif ayant les caractéristiques du préamplificateur du régénérateur du système, et mesuré par un voltmètre. Dans une variante, le signal est converti en un taux d'erreurs mesurable. L'étalonnage de l'appareil est effectué en envoyant directement le signal émis dans le récepteur, après l'avoir filtré et atténué dans un réseau étalonné.

Le résultat de la mesure peut s'exprimer en décibels si l'on considère le rapport entre le signal reçu et une tension proportionnelle au signal émis ou, plus simplement, directement en millivolts (respectivement en taux d'erreurs) lus sur l'appareil récepteur, puisque l'amplitude du signal émis est une quantité constante pour un système donné.

Si le nombre de générateurs est suffisant pour envoyer un signal sur chacune des paires perturbatrices, il suffit de faire une seule mesure, en télédiaphonie comme en paradiaphonie, sur chacune des paires perturbées.

Pour les câbles destinés à transmettre le système à 8 Mbit/s, des mesures de télédiaphonie sont faites sur les paires de chaque faisceau, pour les sections élémentaires de câble; des mesures de paradiaphonie ne sont faites que sur les sections les plus longues, aux deux extrémités. La possibilité d'effectuer des mesures par la même méthode sur les longueurs de fabrication est à l'étude.

La méthode de mesure en régime numérique est décrite en détail dans les articles suivants:

Bibliographie

SØRENSEN, (P.): Measurement of digital crosstalk and behaviour of PCM regenerators against interference, *Electrical Communication*, pp. 293-294, 47 (1972) 4.

BOULVIN (J.), BEYNIE (C.), BARGETON (G.), PAYANT (A.) et COUTTY (B.): Mesure en régime numérique de la diaphonie sur des câbles à paires symétriques, *Câbles et Transmission*, avril 1975.

Supplément n° 22

MODÈLES MATHÉMATIQUES DE SIGNAUX MULTIPLEX

(Genève, 1980; mentionné dans l'Avis G.223)

1 Introduction

On peut définir les signaux qui représentent la charge multiplex d'un système MRF au moyen de la distribution de la puissance à court terme ou de la tension instantanée. Les valeurs de ces grandeurs varient avec le temps et il y a lieu de s'attendre à ce qu'elles varient sensiblement même au cours des périodes chargées de journées consécutives. Néanmoins, il serait très utile de pouvoir disposer d'un moyen de déterminer ne serait-ce qu'une distribution «moyenne» des valeurs en question au cours de la période chargée afin de s'assurer que les marges de planification sont maintenues en cas de modification de la charge du système par l'introduction de types différents de trafic. Pour être utile, toute estimation de la distribution de la charge multiplex doit être fondée sur des données primaires directement mesurables, ou obtenues d'une source suffisamment précise, de sorte qu'il soit possible de tenir compte d'une manière appropriée des effets de toute modification proposée dans les données. D'autre part, l'évaluation doit se faire de telle manière qu'une mesure directe de la distribution réelle soit possible et puisse servir à vérifier la validité des évaluations. On trouvera ci-après l'exposé de méthodes d'estimation qui satisfont à ces exigences.

Le § 2 décrit en termes généraux une méthode qui peut être utilisée pour calculer la fonction de densité de probabilité (f.d.p.) des puissances de la charge multiplex à court terme. Le § 3 décrit une méthode mathématique fondée sur les travaux de Holbrook et Dixon. Cependant, ces méthodes sont actuellement considérées comme inexactes pour les besoins d'une simulation par modèle. La mise en service d'ordinateurs numériques à grande vitesse a permis d'établir la méthode décrite au § 4; cette méthode fournit la meilleure solution pour calculer la distribution de la tension instantanée du signal multiplex.

2 Méthode 1 – Fonction de densité de probabilité des puissances de la charge multiplex à court terme

2.1 Les événements qui se produisent dans une voie unidirectionnelle d'un circuit à largeur de bande téléphonique peuvent se classer de la manière suivante:

1) conversations principales *(sm)*;
2) conversations secondaires (ou auxiliaires) *(sa)*;
3) signalisation (signaux numériques) *(zn)*;
4) tonalités de surveillance (signaux de ligne) *(zl)*;
5) divers (par exemple, données, écho) *(md, me)*;
6) repos *(i)*.

Des mesures des signaux de chacune de ces catégories, effectuées pendant un nombre de périodes chargées adéquates, fournissent des renseignements dont il est possible de tirer des paramètres définissant les propriétés statistiques de la charge de la voie.

Ces paramètres sont les suivants:

1) les divers coefficients d'activité globaux moyens $\bar{\tau}$ (par exemple: $\bar{\tau}_{sm}$, $\bar{\tau}_{sa}$, $\bar{\tau}_{zn}$, etc.), qui définissent les fractions du temps pendant lesquelles les signaux de chacune des catégories produisent une puissance active au cours de la période chargée moyenne;
2) les diverses valeurs moyennes $\bar{y}$ (par exemple: $\bar{y}_{sm}$, $\bar{y}_{sa}$, $\bar{y}_{zn}$, etc.) et les écarts types σ (par exemple: σ_{ysm}, σ_{ysa}, σ_{yzn}, etc.) des fonctions de densité de probabilité (f.d.p.) des niveaux de puissance active pour chaque catégorie.

2.2 On a calculé, pour chaque catégorie, la fonction de densité de probabilité (f.d.p.) des puissances actives à court terme (20 ms) produites au cours d'une période chargée moyenne. Si l'on néglige l'éventualité de certaines conditions défectueuses, ces f.d.p. peuvent être considérées comme s'excluant mutuellement. Si l'on fait la somme des probabilités d'occurrence d'une puissance donnée dans toutes les catégories, on obtient la probabilité totale d'occurrence de ladite puissance pendant la période chargée moyenne. Cette f.d.p., représentée par $p(Z_{uc})$, donne une description statistique suffisante de la charge de la voie dans un seul sens.

On peut encore déterminer $p(Z_{uc})$ par mesure directe. Cependant, on ne peut pas alors déterminer de façon simple l'effet d'une modification apportée à l'une quelconque des catégories sur la f.d.p. $p(Z_{uc})$ totale.

2.3 Dans chacun des sens de transmission, un groupe primaire MRF se compose de 12 voies unidirectionnelles, dont chacune est caractérisée par une f.d.p., $p(Z_{uc})$. Si, comme c'est le cas habituellement, les signaux dans chaque voie sont engendrés par des sources statistiquement analogues, les types de trafic écoulés par chaque voie se trouveront dans le même rapport; il suffira alors, dans bien des cas, de supposer que chacune des 12 f.d.p., $p(Z_{uc})$ est représentée par la même f.d.p., $p(Z_{tc})$, qui est la f.d.p. de la puissance dans la «voie type» du groupe primaire MRF.

Les f.d.p., $p(Z_{tc})$ ne s'excluent évidemment pas mutuellement et la charge multiplex due aux 12 voies découle de la convolution de cette série de f.d.p. formant ainsi $p(Z_g)$. Si l'on utilise la préaccentuation dans la transmission, il suffit de multiplier la gamme de puissance de chaque f.d.p. par le facteur de préaccentuation approprié, f_p, avant la convolution.

Les f.d.p. des puissances à court terme de la charge multiplex pour des groupes secondaires et pour des ensembles plus importants sont obtenues par de nouvelles convolutions des f.d.p. de groupe.

2.4 Les effets du trafic provenant de voies autres que les voies de conversation et de téléphonie de type spécial peuvent être pris en considération selon les besoins. Si ces trafics sont introduits à l'étage de la voie – par exemple dans les systèmes multivoies à fréquences vocales, les systèmes TASI – les f.d.p., $p(Z_{uc})$ seront modifiées en conséquence avant la convolution. S'ils sont introduits à l'étage du groupe primaire ou à un étage supérieur – par exemple pour la transmission de données à large bande – une ou plusieurs des f.d.p. $p(Z_g)$ de puissance de groupe seront modifiées avant la convolution. Selon les besoins, on peut tenir compte des effets des limiteurs de groupe primaire et de groupe secondaire, ainsi que de l'inclusion d'ondes pilotes, etc.

La f.d.p. finalement obtenue est celle de la puissance multiplex à court terme dans une seule direction $p(Z_{um})$. Cette f.d.p. n'est évidemment applicable qu'au système particulier et aux types particuliers de signalisation et de trafic pour lesquels elle a été déterminée. Pour des systèmes de petite capacité, on trouvera des variations significatives dans les f.d.p. pour les différentes périodes chargées, tandis que, pour des systèmes plus importants, on peut s'attendre à une variation relativement faible.

2.5 Les principes énoncés ci-dessus permettent d'estimer la distribution de la puissance de la charge multiplex. Il existe un autre procédé conduisant à des résultats équivalents à partir des statistiques de la tension plutôt que de la puissance des mêmes catégories d'événements et qui fournit une estimation de la distribution des amplitudes instantanées de la charge multiplex. Cette estimation est de grande importance lorsqu'il s'agit d'évaluer la probabilité de surcharge de tension des amplificateurs d'un système donné (voir, par exemple, le § 4).

3 Méthode 2 – Modèle de puissance de crête équivalente fondé sur la théorie de la valeur nominale de la charge de Holbrook et Dixon (Origine: Philips' Telecomunicatie Industrie BV)

Dans la théorie de Holbrook et Dixon, on obtient la valeur maximale instantanée du niveau de puissance du signal multivoie en additionnant un niveau de puissance équivalent multivoie L_m (valeur quadratique moyenne dépassée avec une probabilité de 1%, compte tenu de la distribution des niveaux de puissance du signal actif et de l'activité de la voie) et un facteur de crête multivoie $(FCM)_n$.

3.1 *Nombre de voies actives, n*

On désigne par l'expression «facteur d'activité», τ, la probabilité pour qu'une voie quelconque transmette un signal pendant l'heure chargée.

La probabilité pour que, dans un système à N voies, n voies exactement soient actives simultanément est donnée par la fonction de densité de probabilité (f.d.p.) binomiale:

$$p(n) = \frac{N}{n!\,(N-n)!}\ \tau^n (1-\tau)^{N-n}$$

Si N n'est pas trop petit, cette f.d.p. binomiale peut être exprimée en première approximation par une f.d.p. normale de moyenne $\overline{n}$ et d'écart type σ_n, avec:

$$\overline{n} = N\tau \text{ et } \sigma_n = \sqrt{N\tau(1-\tau)}$$

Le nombre des voies actives qui est dépassé par une probabilité de 1% est donné par:

$$n = N\tau + 2{,}33\sqrt{N\tau(1-\tau)}$$

3.2 *Le niveau de puissance du signal équivalant à n voie, L_m*

Supposons que le niveau de puissance du signal actif pour une seule voie ($L_t = 10 \log_{10} W_t$) a une f.d.p. normale représentée par $G(\overline{L}_t, \sigma_t)$. Alors, la puissance W_t a une f.d.p. logarithmique normale de moyenne $\overline{W}_t$ et d'écart type σ_{wt}, donnée par:

$$\overline{W}_t = \exp\left[c\overline{L}_t + \tfrac{1}{2}(c\sigma_t)^2\right] \quad \text{et}$$

$$\sigma_{wt} = \overline{W}_t \sqrt{\exp(c\sigma_t)^2 - 1}$$

où

$c = 0{,}1 \ln 10 = 0{,}230.$

La puissance moyenne à long terme est donnée par:

$$W_0 = \overline{W}_t \cdot \tau$$

et le niveau de la puissance moyenne à long terme est donné par:

$$L_0 = 10 \log_{10} W_0 = \overline{L}_t + 0{,}115\,\sigma_t^2 + 10 \log_{10} \tau.$$

Si n n'est pas trop petit, la puissance W_n de l'ensemble de n voies actives a une f.d.p. normale représentée par $G(\overline{W}_n, \sigma_{wn})$

où

$$\overline{W}_n = n\overline{W}_t \text{ et } \sigma_{wn} = \sigma_{tw}\sqrt{n}$$

Par conséquent, le niveau de la puissance W_n qui est dépassé avec une probabilité de 1% (appelé «niveau de puissance du signal équivalant à n voies, L_m»), est donné par:

$$L_m = 10\log_{10}(\overline{W}_n + 2{,}33\,\sigma_{wn}) = L_0 - 10\log_{10}\tau + 10\log_{10}\left\{ n + 2{,}33\sqrt{n\,[\exp(0{,}23\,\sigma_t)^2 - 1]}\right\}$$

3.3 *Facteur de crête multivoie*

Le facteur de crête multivoie $(\text{FCM})_n$ a été défini comme suit par Holbrook et Dixon:

$$(\text{FCM})_n = 20\log_{10}\frac{\text{tension instantanée maximale dépassée avec une probabilité } \varepsilon}{\text{tension quadratique moyenne}}$$

pour n voies actives à volume constant. On n'a pas déterminé rigoureusement la valeur de la probabilité ε à utiliser pour des équipements de bonne qualité, etc., mais on a trouvé que cette valeur est de l'ordre de 10^{-4} ou 10^{-5}. Le $(\text{FCM})_n$ a été déterminé empiriquement comme une fonction de n; l'expression suivante constitue une bonne approximation de cette fonction:

$$(\text{FCM})_n = 12{,}9 + [6/(1 + 0{,}07n)] \quad \text{dB.}$$

3.4 *Puissance de crête équivalente P_{eq}*

La puissance de crête équivalente se définit comme la puissance d'un signal sinusoïdal dont l'amplitude maximale est égale à la tension instantanée maximale du signal fourni par n voies actives. On a donc:

$$P_{eq} = L_m + (\text{FCM})_n - 3 \text{ dBm0}$$

$$= L_0 - 10\log_{10}\tau + 10\log_{10}\left\{ n + 2{,}33\sqrt{[n\,(2\exp 0{,}23\,\sigma_t - 1)]}\right\} + 9{,}9 + 6/(1 + 0{,}07\,n) \quad \text{dBm0}$$

où

$$n = N\tau + 2{,}33\sqrt{[N\tau\,(1-\tau)]}.$$

En portant dans cette expression les valeurs habituelles des paramètres:

$L_0 = -15$ dBm0

$\sigma_t = 5{,}8$ dB

$\tau = 0{,}25$

l'expression de P_{eq} devient:

$$P_{eq} = 10\log_{10}(n + 5{,}17\sqrt{n}) + 0{,}9 + 6/(1 + 0{,}07\,n) \quad \text{dBm0}$$

où

$$n = 0{,}25\,N + \sqrt{N}$$

Cette expression peut aussi s'écrire:

$$P_{eq} = -5{,}1 + 10\log_{10}N + 10\log_{10}\left\{1 + \frac{4 + 10{,}34\sqrt{1 + 4/\sqrt{N}}}{\sqrt{N}}\right\} + \frac{6}{1 + 0{,}07\,(\sqrt{N} + N/4)} \quad \text{dBm0}$$

et l'on voit que, pour des grandes valeurs de N, l'expression de P_{eq} tend vers une asymptote:

$$\lim_{N\to\infty} P_{eq} = -5{,}1 + 10\log_{10}N \quad \text{dBm0}$$

4 Méthode 3 – Modèle de distribution de la tension instantanée des signaux à multiplexage par répartition en fréquence (MRF) (Origine: Bell-Northern Research et Philips' Telecomunicatie Industrie BV)

Le modèle ci-dessous concerne la distribution des amplitudes instantanées des signaux téléphoniques dans les systèmes MRF. Il est fondé sur la connaissance de l'amplitude du signal téléphonique, des niveaux de puissance du signal sur chaque voie et du coefficient d'activité.

4.1 *Densité de probabilité de l'amplitude des signaux téléphoniques*

La fonction de distribution de la probabilité pour la tension des signaux vocaux, normalisée par rapport à la tension efficace est donnée par la formule:

$$P(r) = \frac{s}{\Gamma(m)} (sr)^{m-1} \exp(-sr) \qquad 0 \leqslant r \leqslant \infty$$

dans laquelle

$$r = \frac{|\text{tension instantanée}|}{\text{tension efficace}} = \frac{v}{u}$$

$$s = \sqrt{m(m+1)}$$

4.2 *Niveau de puissance moyenne du signal monovoie*

La distribution des niveaux de puissance moyenne du signal téléphonique actif peut être représentée par l'expression:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[\frac{-(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}\right]$$

dans laquelle

$x = 20 \log_{10} u$

$\bar{x}$ est la valeur moyenne de x et σ est l'écart type.

La distribution de u est une distribution logarithmique normale.

$$g(u) = \frac{1}{u\sigma c\sqrt{2\pi}} \exp\left\{\frac{-(\ln u - c\bar{x})^2}{2\sigma^2}\right\}$$

où

$$c = \frac{1}{20} \ln 10 = 0{,}115$$

4.3 *Densité de probabilité d'amplitude sur une voie prise au hasard*

Les expressions mentionnées aux § 4.1 et 4.2 peuvent être combinées par convolution afin de fournir la distribution des amplitudes de tension instantanée sur les voies actives:

$$h(v) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{r} P(r)\, g(u)\, dr$$

4.4 *Densité de probabilité d'amplitude sur une voie prise au hasard*

La distribution donnée au § 4.3 doit être modifiée par le coefficient d'activité, afin d'obtenir la distribution des amplitudes de tension instantanée sur une voie prise au hasard. En supposant une activité de voie τ et en utilisant une fonction Delta de Dirac pour établir un modèle du coefficient d'activité, la distribution $h(v)$ est, par rapport à celle du § 4.3, modifiée ainsi:

$$p(v) = \tau \cdot h(v) + (1 - \tau)\,\delta(v)$$

où

$\delta(v) = 1$ pour $v = 0$

$\delta(v) = 0$ pour $v \neq 0$.

4.5 *Limitation*

Afin de tenir compte des effets de la limitation associée au modulateur de voie (le § 8 de l'Avis G.232), la distribution mentionnée au § 4.4 doit être modifiée. On peut admettre que toute tension de signal supérieure au niveau limite à l'entrée du modulateur de voie se traduira par le niveau limite à la sortie du modulateur de voie. Ainsi, la probabilité globale que la tension des signaux dépasse le niveau limite peut être considérée comme étant la probabilité des tensions qui se produisent au niveau limite.

4.6 *Signaux non téléphoniques*

On peut modifier la distribution produite au § 4.5, si nécessaire, pour y inclure les signaux autres que téléphoniques. En répétant les opérations des § 4.1 à 4.5 avec des expressions appropriées pour la distribution de tension instantanée, la distribution du niveau de puissance moyenne, le coefficient d'activité, etc., on obtient la distribution des tensions instantanées autres que téléphoniques. A condition que les divers signaux s'excluent mutuellement sur une voie, les distributions peuvent être combinées par addition des éléments appropriés, afin d'obtenir la distribution des tensions instantanées dues à tous les signaux d'une voie prise au hasard.

4.7 *Densité de probabilité d'amplitude du signal multivoie*

Par convolutions répétées de la distribution du § 4.6, la densité de probabilité d'amplitude du signal multivoie peut être obtenue. Cela peut être représenté par l'expression:

$$p_N(v) = p(v) * p(v) * p(v) \ldots\ldots N \text{ fois}$$

dans laquelle

N représente le nombre de voies et

$*$ le processus de convolution.

On peut aussi réaliser la combinaison à l'aide de la fonction caractéristique de $p(v)$.

4.8 *Exemple de calculs*

La procédure décrite ci-dessus a été utilisée pour calculer le niveau de puissance équivalente de crête, en supposant des valeurs pour les paramètres utilisés dans les différentes expressions. Ces calculs ont été faits à l'aide des deux jeux de paramètres du tableau 1.

TABLEAU 1

Paramètre	m	$\bar{x}$	σ	τ	Niveau limite
Valeur (a)	0,2	– 12,9	5,8	0,25	+ 10 dBm0
(b)	1	– 15,1	6,4	0,35	+ 10 dBm0

Le niveau de puissance équivalente de crête P_{eq} pour une probabilité de surcharge de $\varepsilon = 10^{-5}$ peut s'exprimer comme une fonction du nombre de voies N du système pour les deux jeux (a) et (b) de paramètres indiqués au tableau 2.

TABLEAU 2

N	1	2	12	24	36	48	60	120	300	600	900	1800	2700	10800
P_{eq} (a)	7,0	9,3	12,7	13,7	14,6	15,3	15,9	17,7	20,4	22,8	24,3	26,9	28,6	34,4
P_{eq} (b)	7,0	8,3	11,7	13,1	14,1	14,8	15,4	17,4	20,4	23,0	24,6	27,5	29,1	35,1

La différence P_{eq}(a) − P_{eq}(b) varie de 1,0 dB (N = 12) à −0,7 dB (N = 10 800). Des expressions analytiques peuvent être adaptées aux valeurs du tableau avec une corrélation respective de r = 0,9999 et r = 0,9998:

$$\text{Jeu de paramètres (a)}: P_{eq} = 13 \left[10^{-0{,}18\,(\log_{10} N)^{1{,}8}}\right] - 6{,}0 + 10 \log_{10} N \quad \text{dBm0}$$

$$\text{Jeu de paramètres (b)}: P_{eq} = 12{,}3 \left[10^{-0{,}264\,(\log_{10} N)^{1{,}53}}\right] - 5{,}3 + 10 \log_{10} N \quad \text{dBm0}$$

Les deux derniers termes de chaque expression représentent la valeur limite de P_{eq} pour $N \to \infty$.

Bibliographie

HOLBROOK (B. D.) et DIXON (J. T.): Load rating theory for multichannel amplifiers, *Bell System Technical Journal*, Vol. 18, N° 4, pp. 624 à 644, octobre, 1939.

JACOBSEN (B. B.): The effect of non-linear distorsion in multi-channel amplifiers, *Electrical Communication*, Vol. 19, N° 1, pp. 29 à 54, 1940.

McADOO (K. L.): Speech volumes on Bell message circuits, *Bell System Technical Journal*, Vol. 42, N° 5, pp. 1999 à 2012, septembre 1963.

RICHARDS (D. L.): Telecommunications by Speach, pp. 56 à 69, *Butterworth*, 1973.

de BOER (J.) et HOOIJKAMP (C.): The required load capacity of FDM multichannel amplifiers if single-channel peak limiting is employed, *Philips Telecommunications Review*, Vol. 38, N° 1, pp. 27 à 36, 1980.

Supplément n° 23

NOTES EXPLICATIVES À L'INTENTION DES INGÉNIEURS QUI ONT À FAIRE LE PROJET D'UN SYSTÈME MOBILE MARITIME À SATELLITES

(Genève, 1980; mentionné dans l'Avis G.473) [1)]

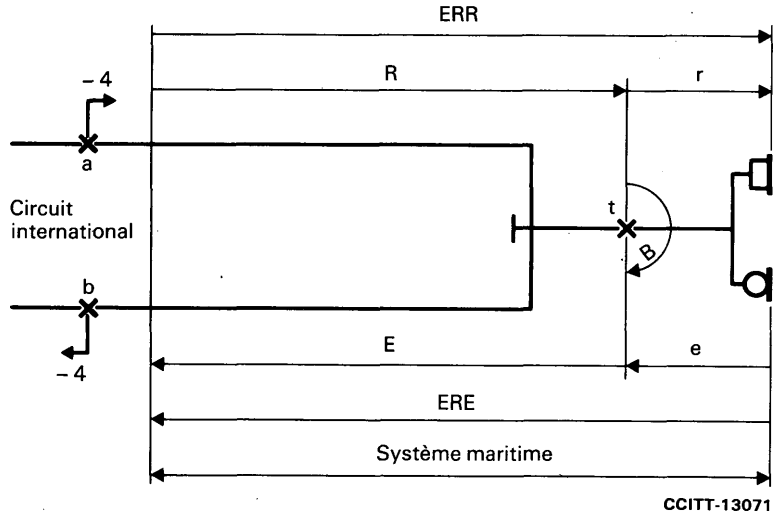
1 Répartition des affaiblissements dans le système maritime

1.1 *Respect des Avis*

1.1.1 La figure 1 précise la terminologie adoptée dans ce supplément et illustre les dispositions relatives à une installation de navire commutée en deux fils.

---

1) *Note du Secrétariat* – On a adopté une révision des Avis G.111 [1] et G.121 [2] pour introduire la notion nouvelle d'équivalents de référence corrigés. Les valeurs des équivalents de référence sont maintenues dans le présent texte pour donner aux responsables des projets le temps de se familiariser avec la nouvelle notion.



E Affaiblissement (t – b)
R Affaiblissement (a – t)
B Affaiblissement d'équilibrage en t
e, r Equivalents de référence à l'émission et à la réception du système local installé à bord du navire (par exemple des postes supplémentaires)
ERR Equivalents de référence à l'émission et à la réception du système maritime rapportés aux extrémités virtuelles (a, b) du circuit international connecté le plus directement

FIGURE 1

Représentation des grandeurs associées à une installation de navire commutée en deux fils

1.1.2 Les Avis qui ont des implications sur le choix des affaiblissements du trajet (a – b) et des équivalents de référence du système local par rapport à un ensemble approprié d'extrémités virtuelles terrestres sont les suivants:

Avis G.122 [3] – Pour garantir que les communications internationales auront une stabilité suffisante, pour toute fréquence comprise entre 0 et 4 kHz, l'affaiblissement (a – b) ne doit pas être inférieur à (6 + n) dB, n étant le nombre de circuits à 4 fils de la chaîne nationale.

Avis G.131 [4] – Lorsque l'on calcule la stabilité, on admet que les variations de l'affaiblissement dans les deux sens de transmission sont en corrélation complète.

Avis G.151 [5] – L'écart type de l'affaiblissement de transmission des circuits nationaux et internationaux modernes ne devrait pas dépasser 1 dB.

On cherche à obtenir l'assurance que la contribution du prolongement maritime à la stabilité de la chaîne à quatre fils n'est pas a priori plus mauvaise que celle d'un prolongement national comparable. Les facteurs dont dépend la stabilité sont l'écart moyen par rapport à la valeur nominale, l'écart type de l'affaiblissement, enfin la distorsion d'affaiblissement. Pour les deux premiers, on peut s'attendre à ce qu'ils soient à peu près le double de ce qu'ils sont dans le cas d'un circuit terrestre, de sorte que l'on peut considérer que l'unique circuit par satellite a le même effet que quatre circuits terrestres MRF lorsque l'on admet qu'il y a corrélation complète. Pour ce qui est de la distorsion d'affaiblissement, puisque les équipements de voie de la station terrestre ne sont pas associés en permanence à ceux qui se trouvent à bord du navire, les variations entre voies se présentent comme constituant une autre source de variance parmi les communications, et une marge de 1 dB est prise à cet effet.

On peut alors réécrire la formule citée en [3] sous la forme (6 + 1 n) dB, dans laquelle le coefficient 1 dB/circuit est explicite, et non plus implicite. Nous avons d'autre part obtenu la valeur 4 + 1 = 5 dB/circuit pour le cas du circuit par satellite. Par conséquent, pour n = 1, on obtient la condition:

$$E + R + B \geqslant 11$$

Avis G.161, essai n° 8 [6] – L'affaiblissement entre voies aller et retour à niveau égal, côté central du suppresseur d'écho, ne devrait pas être inférieur à 6 dB. En principe, cette grandeur, que l'on peut déduire des niveaux relatifs au point de commutation en deux fils, doit être évaluée dans les conditions de conversation à toute fréquence comprise dans la bande de détection du suppresseur d'écho.

Avis G.121 [2] – Les diverses conditions imposées aux équivalents de référence et aux affaiblissements des systèmes nationaux sont les suivantes, les barres supérieures désignant une valeur moyenne:

$\overline{ERE}$: de préférence: entre 10 et 13 dB
gamme tolérée: entre 10 et 16 dB

$\overline{ERR}$: de préférence: entre 2,5 et 4,5 dB
gamme tolérée: entre 2,5 et 6,5 dB

c'est-à-dire: $10 \leqslant \overline{E + e} \leqslant 13$ ou 16; $2{,}5 \leqslant \overline{R + r} \leqslant 4{,}5$ ou 6,5.

Ces valeurs tiennent évidemment compte des variations, mais nous admettrons que les grandeurs e et r varient peu, c'est-à-dire que $\bar{e} = e$ et $\bar{r} = r$.

$ERE_{max} \doteq 21$ dB, soit: $E + e \leqslant 21$

$ERR_{max} = 12$ dB, soit: $R + r \leqslant 12$.

Telles sont les valeurs de planification à 97%, mais nous les prendrons comme valeurs de planification à 100%.

$ERE_{min} = 6$ dB, soit: $E + e \geqslant 6$.

Ce qui précède devrait théoriquement tenir compte des variations, mais l'Avis est formulé en termes de valeurs de planification.

La différence entre les affaiblissements $(a - t)$ et $(t - b)$ ne devrait pas dépasser 4 dB, soit: $|E - R| \leqslant 4$.

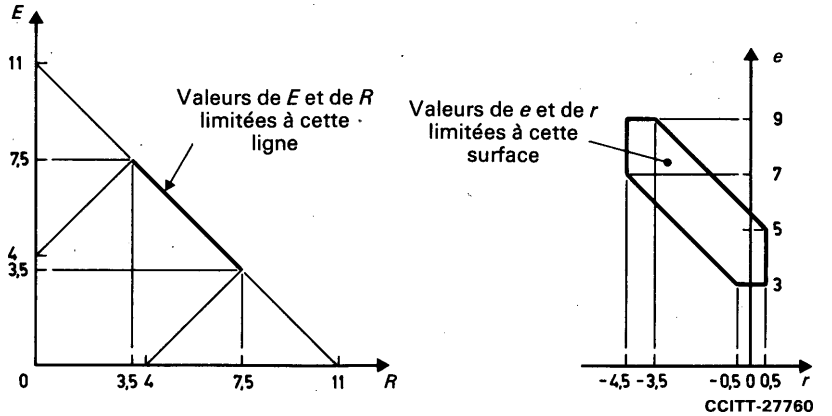
1.1.3 Aucune recommandation ne nous permet d'évaluer séparément les valeurs de E et de R, car le CCITT ne spécifie aucune subdivision particulière des équivalents de référence nationaux entre le système local et les circuits dans le reste d'un prolongement national.

On peut simplifier le problème en admettant que, pendant l'établissement et pendant la libération de la communication, il est impossible d'empêcher que B soit nul, de sorte que $E + R = 11$; de plus, on s'efforcera de rester dans les intervalles de variation préférés des valeurs moyennes des équivalents de référence recommandés pour un système national.

1.1.4 Il est clair que, dans les limites de:

$$E + R = 11;\quad |E - R| \leqslant 4;\quad |E - \bar{E}| \leqslant 0{,}5;\quad |R - \bar{R}| \leqslant 0{,}5;\quad 10 \leqslant \overline{ERE} \leqslant 13;\quad 2{,}5 \leqslant \overline{ERR} \leqslant 4{,}5$$

on peut choisir les valeurs individuelles de E et de R de manière à obtenir un intervalle d'équivalents de référence pour le système local du navire tel que celui que représentent les domaines de la figure 2. Nous devons alors chercher quelque autre critère pour fonder notre décision.



$E+R=11;\ |E-R| \leqslant 4$

$12{,}5-E \geqslant e \geqslant 10{,}5-E$

$4-R \geqslant r \geqslant 3-R$

(Compte tenu d'un écart moyen de 0,5 dB par rapport à la valeur nominale pour les grandeurs E et R)

FIGURE 2

Valeurs possibles de *E, R, e* et *r* satisfaisant aux conditions imposées

1.2.1 Basée sur la figure correspondante de l'Avis G.473, la figure 3 représente diverses configurations (conditions minimales, moyennes et maximales) fondées sur les renseignements relatifs à l'acheminement du trafic contenus en [7]. Ces acheminements ont servi à mettre au point des communications fictives de référence, fondées sur l'Avis G.103 [8], qui permettent d'étudier les effets des affaiblissements, du bruit et de la distorsion, en respectant les principes exposés dans le manuel cité en [9].

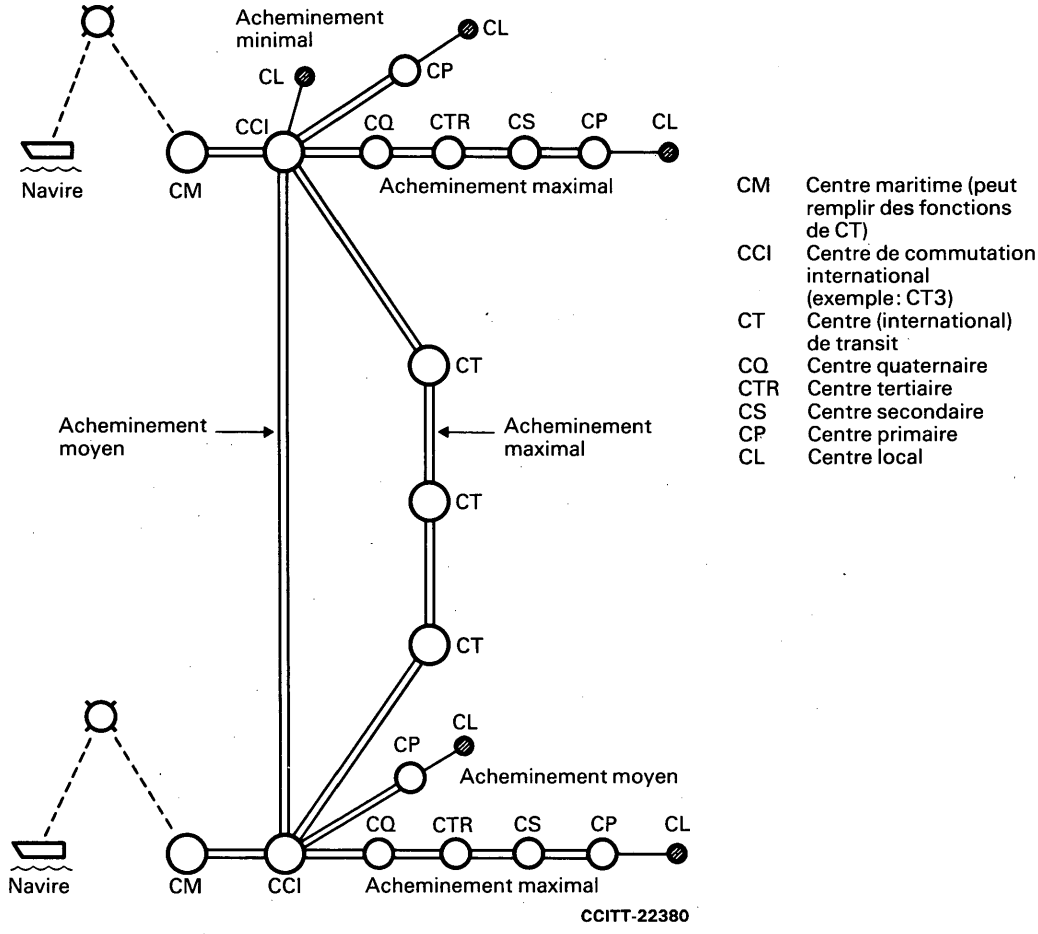


FIGURE 3

Divers acheminements possibles dans lesquels intervient le service mobile maritime à satellites (d'après l'Avis G.473)

1.2.2 Quelques-unes des valeurs de E et de R et par conséquent de e et de r, situées dans les domaines des solutions possibles ont été étudiées de manière à déterminer un jeu de valeurs optimales du point de vue des opinions des abonnés. Les résultats de deux des calculs ainsi effectués sont présentés dans le tableau 1.

Dans l'un des calculs, on avait pris $E = R$ (rapport différentiel $E/R = 0$) et on avait donné à $\overline{ERE}$ et à $\overline{ERR}$ des valeurs situées au milieu des gammes optimales ($\overline{ERE} = 11{,}5$; $\overline{ERR} = 3{,}5$; $E = 5{,}5$; $R = e = 6$; $r = -2$). Dans l'autre calcul, on avait introduit la moitié du rapport différentiel E/R permis, en réduisant $\overline{ERR}$ aux dépens de $\overline{ERE}$, tout en les maintenant tous deux à moins de 0,5 dB de l'extrémité de leur gamme optimale respective, de manière à tenir compte de l'écart moyen de 0,5 dB des valeurs de E et de R par rapport à leurs valeurs nominales ($\overline{ERE} = 12{,}5$; $\overline{ERR} = 3$; $E = 6{,}5$; $R = 4{,}5$; $e = 6$; $r = 1{,}5$).

TABLEAU 1

Quelques résultats de calculs pour des communications fictives de référence faisant intervenir un système à satellites maritimes de 10 000 pW0p

		Terre vers navire				Navire vers terre			
		ERT	*N*	% *D*	% *P* + *B*	*ERT*	*N*	% *D*	% *P* + *B*
Acheminement maximal	*A*	26,5	– 49,2	41,2	43,9	27,0	– 56,6	33,2	23,0
I = 5	*B*	27,0	– 49,6	42,6	44,2	26,0	– 56,5	30,0	20,7
Acheminement moyen	*A*	17,5	– 51,2	9,5	11,8	20,0	– 54,6	12,1	9,8
I = 2	*B*	18,0	– 51,6	10,0	12,1	19,0	– 54,5	10,7	8,4
Acheminement minimal	*A*	13,0	– 52,3	5,4	4,5	15,5	– 55,8	6,5	3,3
I = 1,5	*B*	13,5	– 52,7	5,6	4,5	14,5	– 55,4	5,9	2,7

I est la dégradation (en dB) due à la limitation de la largeur de bande et à la distorsion d'affaiblissement. (Pour les données du Post Office du Royaume-Uni, voir [9].)

A $\overline{ERE} = 12{,}5$; $\overline{ERR} = 3$

B $\overline{ERE} = 11{,}5$; $\overline{ERR} = 3{,}5$

(les $\overline{ERE}$ et $\overline{ERR}$ sont ceux du système maritime.)

ERT est la valeur de planification de l'équivalent de référence total dans la direction considérée,

N est le niveau de puissance de bruit pondéré (en dBmp) à l'entrée d'une extrémité à *ERR* de 0 dB dans la direction considérée,

% *D* est le «pourcentage de difficulté» (voir les données pour le Post Office du Royaume-Uni); il inclut les effets de l'affaiblissement, du bruit, de la limitation de la largeur de bande et de la distorsion d'affaiblissement,

% *P* + *B* est le pourcentage des opinions «médiocre» et «mauvais» (voir les données de l'ATT [10]); il n'inclut pas les effets de la distorsion d'affaiblissement.

Ni % *D* ni % *P* + *B* ne reflètent les effets subjectifs du temps de propagation et de l'écho résiduel, pour lesquels on ne possède aucun modèle mathématique.

Remarque – Les portions terrestres et internationales des diverses communications fictives de référence ont été construites en se fondant sur les renseignements contenus dans l'Avis G.103 [8].

1.2.3 Le tableau 1 montre que le fait de s'écarter du centre des domaines optimaux n'a guère d'influence sur les opinions des abonnés se trouvant à bord, alors qu'il en a une, beaucoup plus importante et défavorable, sur celles des abonnés terrestres, surtout dans le cas de l'acheminement maximal. Nous préconisons par conséquent la disposition B, dans laquelle les $\overline{ERE}$ et $\overline{ERR}$ se trouvent au milieu de leurs domaines optimaux. Cette disposition présente en outre l'avantage que les opinions des deux catégories d'abonné ont tendance à devenir les mêmes pour le cas de l'acheminement moyen – dont nous devons considérer que c'est lui qui écoulera le plus de trafic. Cela n'est vrai que pour %*D*, et non pour %*P* + *B*.

1.2.4 La figure 4 représente la manière dont les opinions deviennent plus mauvaises à mesure que la puissance nominale de bruit du système à satellites maritime augmente passant de 10 000 pW0p (– 50 dBm0p) à 100 000 pW0p (– 40 dBm0p). Tels sont les niveaux de puissance de bruit nominaux effectifs, à savoir ou bien un niveau de puissance de bruit sans compression-extension ou bien le résultat de l'action d'un compresseur-extenseur 2 : 1 avec un niveau inchangé 0 dBm0 fonctionnant avec un niveau de puissance de bruit plus élevé, auquel cas on s'est servi de la règle empirique «1/3 de puissance de bruit en présence de paroles + 2/3 de puissance de bruit en l'absence de paroles» pour calculer le bruit effectif [11].

Remarque – Les équivalents de référence du système maritime sont $\overline{ERE} = 11{,}5$ et $\overline{ERR} = 3{,}5$. Seuls ont été estimés les effets de l'affaiblissement, du bruit, de la limitation de largeur de bande et de la distorsion d'affaiblissement. Les effets du temps de propagation et d'une suppression imparfaite de l'écho ne peuvent pas être pris en considération dans les calculs, mais ils ne doivent pas être négligés.

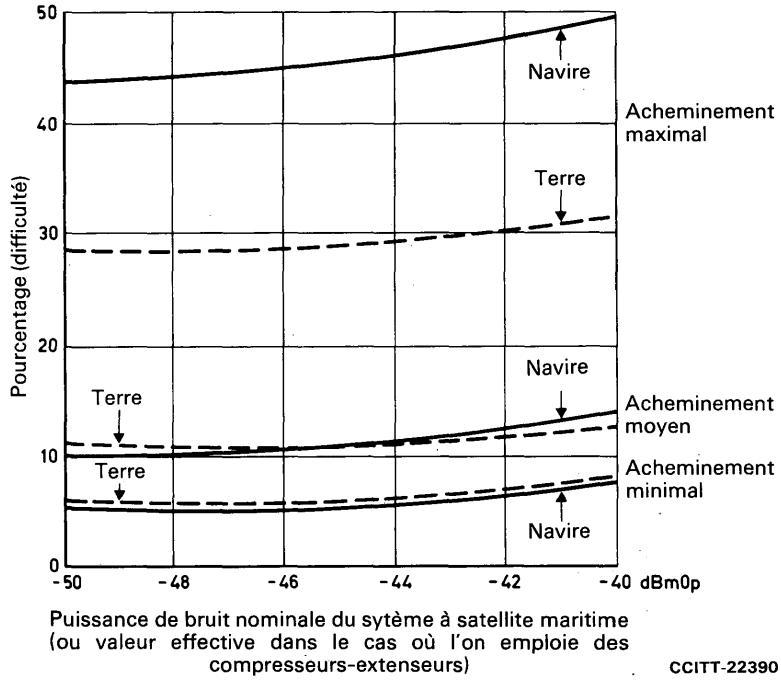


FIGURE 4

Effet subjectif du bruit du système à satellites pour divers acheminements

1.3 *La disposition préférée dans le cas de la commutation en deux fils*

1.3.1 La figure 5 représente les dispositions préférées sur lesquelles est fondé l'Avis G.473. Sur chacune d'elles apparaissent les grandeurs du CCITT rapportées aux extrémités virtuelles sur le circuit international.

Il est clair que la condition $ERE_{min} \geqslant 6$ est largement satisfaite avec ces dispositions, si l'on prend les valeurs prévues pour la planification. On notera que cette limite est encore satisfaite même si l'on tient compte des variations; en effet, la valeur 2,33 σ pour la médiane de l'*ERE* est 11,5 – 0,5 – 2,33(2) = 6,3 (valeur arrondie au dixième le plus proche).

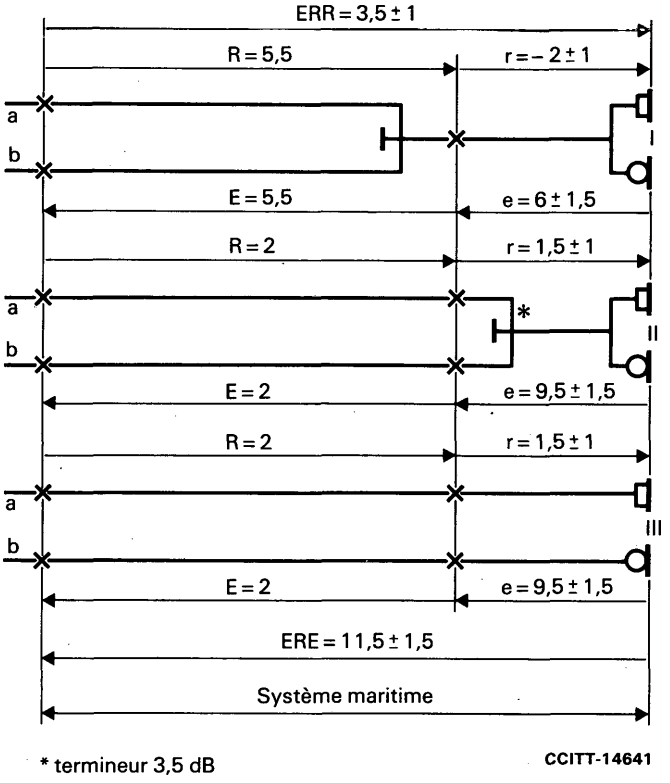
1.3.2 Le schéma I de la figure 6 donne un exemple de réalisation de la disposition I dans un cas pratique, pour lequel nous avons admis:

- des niveaux de commutation en quatre fils de -2 dBr, valeur typique pour de nombreux centres internationaux de commutation;
- un niveau d'émission en deux fils de 0 dBr, ce qui convient pour un système local avec une valeur médiane nominale de l'*ERE* de 6 dB connecté en ce point;
- des termineurs symétriques de 3,5 dB;
- des équipements de modulation de voie exploités aux niveaux relatifs de $+4$ dBr/-14 dBr (couple de niveaux cité dans l'Avis G.232);
- des demi-suppresseurs d'écho commandés à distance introduisant un affaiblissement de transmission de 0 dB aux niveaux relatifs appropriés.

1.3.3 Il reste à calculer l'affaiblissement entre voies aller et retour à niveau égal, côté bureau du suppresseur d'écho, lequel est de:

$$9{,}5 + 3{,}5 + B + 3{,}5 + 10{,}5 - 18 = 9 + B$$

ce qui satisfait aux conditions d'essai de l'Avis G.161 [12] (en admettant que B ne prend pas de valeurs négatives). La valeur de 10 dB peut s'obtenir d'une manière plus intuitive et avec moins de calculs si l'on prend la différence entre les deux niveaux relatifs au point de commutation en deux fils.



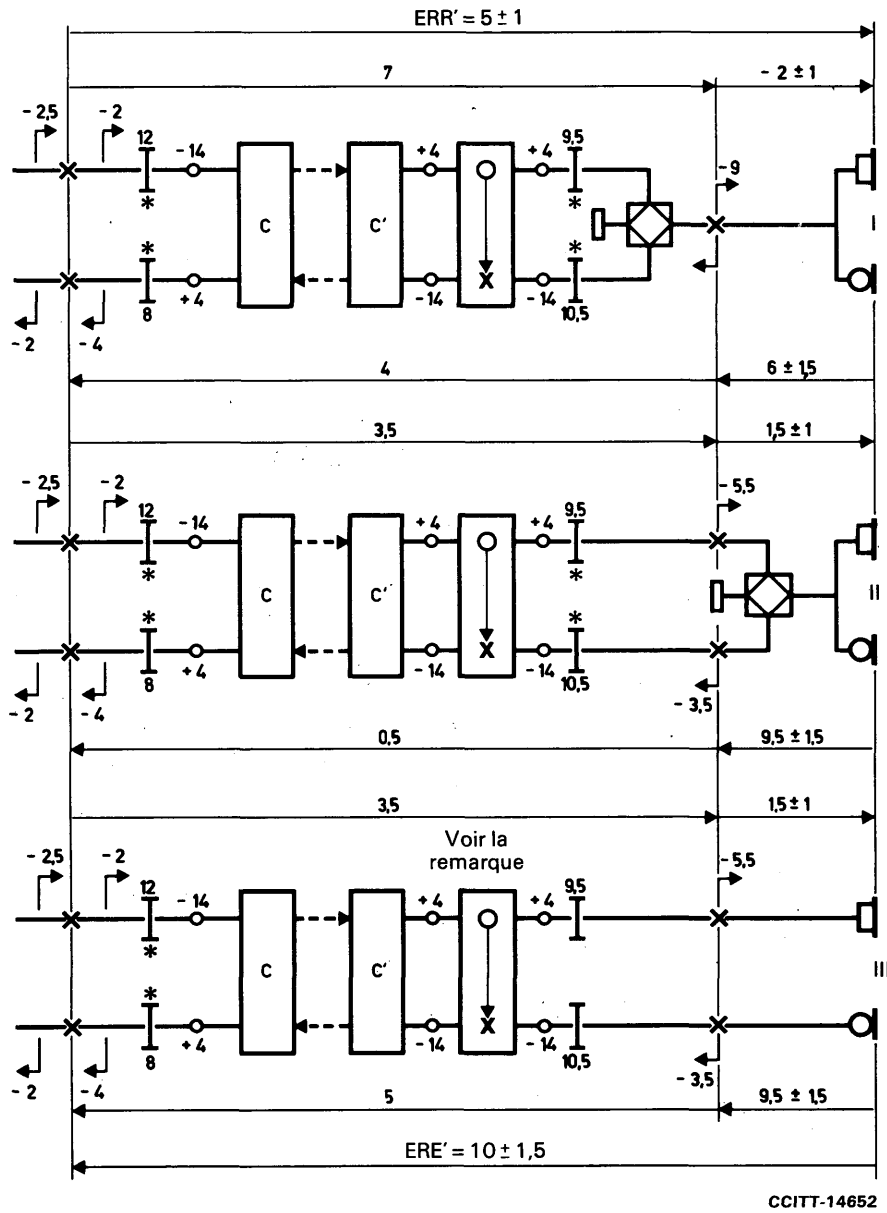
Remarque 1 – Les points *a* et *b* sont les extrémités virtuelles des circuits internationaux du réseau terrestre connectés le plus directement. On admet que, comme cela est indiqué dans l'Avis cité en [13], le circuit CM-CCI est réglé à un affaiblissement nominal de 0 dB. Cependant, s'il est impossible que le circuit CM-CCI satisfasse à l'Avis précité, il y aura un affaiblissement supplémentaire, par exemple de 0,5 dB, dans chacun des deux sens.

Remarque 2 – Dans les cas I et II, les valeurs individuelles de *E* et de *R* sont telles que les dispositions des Avis relatifs à la stabilité et à l'affaiblissement différentiel sont satisfaites (dans l'hypothèse où l'affaiblissement d'équilibrage pour la stabilité est nul). Dans le cas III, on a beaucoup plus de liberté pour le choix des valeurs individuelles de *E, R, e* et *r,* et, dans les limites du bruit et de la diaphonie, presque toutes les valeurs pratiquement possibles conviendront. Bien des choses dépendront du niveau de commutation choisi pour les points de commutation à bord du navire.

Remarque 3 – Dans les cas I et II, les valeurs de *E* et de *R* pourraient être moindres si l'on pouvait garantir que la valeur minimale de l'affaiblissement d'adaptation pour la stabilité n'est pas nulle. Pour le cas de la disposition I, l'Avis Q.32 [14] donne des indications sur la manière dont on peut obtenir un tel affaiblissement minimal. D'autres mesures peuvent être prises pour le cas de la disposition II.

FIGURE 5

Valeurs préférées exprimées selon les normes du CCITT



* Ces compléments de ligne englobent tous les affaiblissements du trajet intéressé, y compris notamment ceux des terminaisons de signalisation. Du niveau relatif auquel fonctionneront tous les émetteurs et récepteurs à fréquences vocales dépendra l'allocation précise des affaiblissements sur ces trajets.

Remarque – Si le niveau de la réaction acoustique en exploitation normale le permet, on peut éliminer le suppresseur d'écho.

FIGURE 6

Exemples de réalisations pratiques des dispositions préférées

1.4 *Dispositions dans le cas de la commutation en quatre fils*

1.4.1 La figure 5 représente aussi deux autres dispositions comportant la commutation en quatre fils: la disposition II où le combiné est encore à deux fils et la disposition III où tout est à quatre fils. Des exemples de réalisations pratiques correspondantes sont donnés, uniquement en tant que directives, à la figure 6.

1.4.2 Sur la figure 6, pour le cas où toute l'installation est en quatre fils, on trouve un demi-suppresseur d'écho. Son but est d'éliminer, s'il y a lieu, l'écho qui pourrait prendre naissance du fait du trajet acoustique passant par le combiné de l'abonné qui se trouve à bord du navire. L'affaiblissement d'écho total exigé entre extrémités virtuelles est effectivement de 56 dB (conséquence des Avis cités en [15] et [3]). On exige que l'affaiblissement (électrique) minimal entre voies aller et retour soit du même ordre (voir l'Avis cité en [16]), de manière que l'effet ne soit pas annulé. Il est clair que l'on doit viser à une performance comparable pour l'installation de bord. Les valeurs recommandées de l'*ERR* et de l'*ERE* indiquées à la figure 5 s'ajoutent jusqu'à un maximum de 15 dB, ce qui implique que l'affaiblissement acoustique entre voies aller et retour ne doit pas tomber au-dessous de 41 dB. Etant donné que la manière dont un abonné ordinaire se sert de son combiné échappe totalement au concepteur du système, il est a priori évident que l'on n'a guère de possibilité de pouvoir garantir cette valeur. Cependant, on dispose de peu de données expérimentales sur ce sujet et son étude est donc à poursuivre. Les résultats d'une telle étude montreront peut-être que l'on peut se passer de suppresseurs d'écho dans les installations entièrement en quatre fils. Des combinés à quatre fils avec serre-tête (ou encore avec pédale) utilisés à des fins spéciales par des personnes entraînées donneraient lieu à moins de difficultés dans ce domaine et il est peu probable que l'on aurait alors besoin d'un suppresseur d'écho à bord du navire.

1.5 *Avantage à tirer d'un affaiblissement d'équilibrage non nul*

1.5.1 Chaque fois que l'on fait une répartition des affaiblissements pour un système local à deux fils, on admet tacitement que, pendant l'établissement ou la libération, il y a possibilité d'un affaiblissement d'équilibrage nul au termineur deux fils/quatre fils. Cependant, si l'on prend des mesures spéciales (voir par exemple l'Avis Q.32 [14]) de manière à assurer en tout temps une certaine valeur minimale positive, les valeurs de E et de R peuvent subir une réduction correspondante et celles de e et de r une augmentation correspondante.

1.5.2 Les arrangements prévus dans l'Avis Q.32 [14] introduisent un affaiblissement d'équilibrage minimal de 6 dB. Si l'on admet que cette valeur est inférieure à l'affaiblissement d'équilibrage du système local du navire en position combiné décroché, les valeurs de E et de R pourraient être réduites toutes deux de 3 dB et celles de e et de r pourraient être augmentées en conséquence. D'autres répartitions sont possibles, du moment qu'elles satisfont aux conditions du § 1.2. Il est clair que, si l'on peut diminuer E et R comme il vient d'être dit, on a davantage de chances de pouvoir s'accommoder de toute une gamme des systèmes locaux de navire existants.

2 Valeurs estimées des niveaux de puissance vocale et des rapports signal/bruit

2.1 *Niveaux de puissance vocale pénétrant dans le système maritime à la station terrestre*

2.1.1 On peut estimer la valeur moyenne et l'écart type des niveaux dont il s'agit en considérant les Avis pertinents du CCITT. Naturellement, on ne prétend pas que ces valeurs seront les mêmes que les valeurs mesurées, mais il est probable que ce sont les meilleures que l'on puisse utiliser aux fins de la planification, d'autant plus que les valeurs pondérées en fonction du trafic ne conviennent pas réellement pour la conception du matériel lorsqu'il s'agit de planifier un service mondial.

2.1.2 *Avis G.121 [2]* – Systèmes nationaux

ERE moyen calculé aux extrémités virtuelles analogiques internationales: 13 dB

Gamme = (21 – 6) = 15 dB; d'où, par approximation, écart type = 1/4 de la gamme = 3,8 dB.

2.1.3 *Avis P.16 [17]* – Diaphonie

Niveau de puissance vocale en cours de conversation provenant d'un interlocuteur actif médian par un *ERE* de 0 dB: –6 dBm; écart type: 4,8 dB.

2.1.4 *Annexe 2 à la Question 1/XVI [7]* – Chaîne internationale quatre fils

D'après les statistiques enregistrées dans cette annexe, on obtient l'estimation ci-après de la moyenne et de la variance de l'affaiblissement de transmission de cette partie de la communication donnée dans le tableau 2, dans l'hypothèse que les circuits satisfont aux dispositions de l'Avis G.151 [18] pour ce qui est de l'écart type.

TABLEAU 2

Nombre de circuits internationaux	Fréquence relative	Affaiblissement nominal		Valeurs pondérées	
		Moyenne	Variance	Moyennes	Variance
1	0,904	0,5	1,0	0,452	0,904
2	0,086	1,0	2,0	0,086	0,172
3	0,008	1,5	3,0	0,012	0,024
4	0,002	2,0	4,0	0,004	0,008
	1,000			0,554	1,108

2.1.5 En combinant toutes ces estimations, on obtient, pour la distribution des niveaux de puissance vocale à l'entrée du système maritime à la station terrestre, les valeurs suivantes:

$$\text{Moyenne} = -13-6-0,6 = -19,6 \text{ dBm}$$

$$\text{écart-type} = \sqrt{3,8^2+4,8^2+1,108} = 6,2 \text{ dB}$$

2.1.6 On peut raisonnablement admettre que le niveau relatif à l'entrée du système maritime directement relié à l'extrémité virtuelle de réception du circuit international fournissant le signal, est égal à $-3,5$ dBr, bien que, strictement parlant, il n'existe pas de recommandation concernant le niveau relatif en ces points, côté «national» des extrémités virtuelles.

2.1.7 Nous aboutissons finalement aux valeurs plausibles suivantes pour la planification des systèmes:

moyenne = médiane = $-16,1$ dBm0;

écart type = 6,2 dB.

2.2 *Niveau de puissance vocale à l'entrée du système maritime en provenance du système local de bord du navire*

Dans toute étude concernant un réglage de seuil donné (par exemple pour les circuits du suppresseur d'écho ou du dispositif de réglage silencieux), il y a lieu de noter que la valeur médiane de l'*ERE* rapporté à un point à 0 dBr pour les systèmes locaux de navire représentés à la figure 6 est de 6 dB, ce qui correspond à un niveau moyen de puissance vocale active de $-11,5$ dBm0, si bien que pour 99% des personnes qui parlent, on ne descendrait pas au-dessous de $-12 - 2,33(4,8) = -23,5$ dBm0. On aurait donc là un niveau convenable pour un détecteur de seuil fondé sur le niveau moyen de puissance active. Un détecteur répondant à des niveaux de puissance syllabiques devrait être réglé un peu plus bas si l'on veut éviter les effets d'écrêtage du centre. Si, à la suite des considérations exposées au § 1.5.2, on prévoit une augmentation de la valeur de *e*, le niveau moyen de puissance vocale active sera réduit dans les mêmes proportions.

2.3 *Distribution du rapport signal/bruit à la sortie du système maritime à bord du navire*

2.3.1 On trouvera ci-dessous une estimation élémentaire de la distribution du rapport signal/bruit dans un réseau téléphonique commuté sur lequel il existe une distribution des volumes vocaux, lors de l'emploi d'un système maritime à satellites dont le niveau de puissance de bruit nominal, conformément à l'objectif à long terme, est égal à -50 dBm0p (10 000 pW0p) et considéré comme pratiquement toujours constant. Cela est naturellement contraire à l'hypothèse de base selon laquelle les circuits radioélectriques en ondes décamétriques sont conçus de façon que le volume vocal soit maintenu essentiellement constant au moyen d'un amplificateur à volume constant (ou par les soins d'une opératrice), tandis que c'est le bruit qui est considéré comme la variable.

2.3.2 *Signal:* la distribution des volumes vocaux étant essentiellement logarithmique normale, le niveau de puissance vocale de l'interlocuteur médian actif est donné par

$$10 \log_{10} (\text{puissance moyenne}/1 \text{ mW}) - 0{,}115\ \sigma^2$$

σ^2 étant la variance de la distribution du niveau de puissance vocale. En prévoyant, par exemple, 2 microwatts pour les courants d'écho et les autres courants, la charge conventionnelle correspond à une puissance vocale de 20 microwatts (moyenne pour toutes les voies) en un point à 0 dBr et le facteur d'activité conventionnel est de 0,25. Il en résulte que la puissance vocale active moyenne (conventionnelle) est de 80 microwatts. L'écart type des volumes vocaux est de l'ordre de 6,2 dB (voir le § 2.1.5). De ce qui précède, on déduit que le niveau de puissance vocale de l'interlocuteur médian actif est de:

$$10 \log_{10} (80/1000) - 0{,}115(38{,}44) = -15{,}4 \text{ dBm0}$$

Bruit: dans le cas considéré, celui de l'objectif à long terme, la valeur équivalente constante vaut -50 dBm0p.

2.3.3 Ainsi, le rapport $\overline{Q}$ signal/bruit moyen possède une distribution normale $\overline{Q} = \overline{S} - \overline{B} = -15{,}4 - (-50) = 34{,}6$ dB et d'écart type 6,2 dB, et la variation du niveau de signal proviendra principalement de ce que des personnes différentes parleront sur les diverses voies de la liaison maritime par satellite, ou bien de ce que des interlocuteurs différents se succéderont sur une voie donnée, ce qui revient à dire qu'on admet que le processus est essentiellement ergodique. On peut donc dresser le tableau 3 indiquant les pourcentages de temps (arrondis à l'unité la plus proche) pendant lesquels sont dépassées des valeurs particulières du rapport signal/bruit, en posant $k = (Q - 34{,}6)$: 6,2 et en se reportant aux tableaux de la loi normale.

TABLEAU 3

Probabilité pour que des valeurs particulières du rapport signal/bruit soient dépassées (objectif à long terme)

q (dB)	$100\ Pr(Q \geqslant q)$ (%)
$\leqslant 20$	$\geqslant 99$
21	99
22	98
23	97
24	96
25	94
26	92
27	89
28	86
29	82
30	77
31	72
32	66
33	60
34	54
35	47
36	41

2.3.4 Dans le cas des limites à court terme imposées au bruit, la figure 4/G.473 définit comme suit la relation fonctionnelle entre S (signal vocal) et Q (rapport signal/bruit):

$$S = \begin{cases} Q - 50 & \text{pour } 10 \leqslant Q \leqslant 15 \\ (15\,Q/11) - 55{,}4545 & \text{pour } 15 \leqslant Q \leqslant 26 \end{cases}$$

$$Q = \text{constante} = 26 \text{ dB pour } -20 \leqslant S \leqslant 0$$

(S en dBm0, $Q = S - B$ dB avec B en dBm0p)

Les relations correspondantes pour la variable normale centrée réduite sont:

$$k = \begin{cases} (Q-34{,}6)/6{,}2 & \text{pour } 10 \leqslant Q \leqslant 15 \\ [(15\,Q/11)-40{,}0545]/6{,}2 & \text{pour } 15 \leqslant Q \leqslant 26 \end{cases}$$

la probabilité totale (76%) attachée aux valeurs de k comprises entre $-0{,}74$ et 2,48 (ce qui correspond à l'intervalle $-20 \leqslant S \leqslant 0$) étant attribuée à $Q \geqslant 26$. Le tableau 4 indique les résultats pour ce cas, les pourcentages étant arrondis à l'unité la plus proche.

TABLEAU 4

Probabilité pour que les valeurs particulières du rapport signal/bruit soient dépassées (limites à court terme)

q (dB)	$100\,Pr(Q \geqslant q)$ (%)
$\leqslant 19$	$\geqslant 99$
20	98
21	97
22	95
23	92
24	88
25	83
26	76
>26	nulle

Références

[1] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) dans une communication internationale*, tome III, fascicule III.1, Avis G.111.

[2] Avis du CCITT *Equivalents de référence corrigés (ERC) des systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.121.

[3] Avis du CCITT *Influence des réseaux nationaux sur la stabilité et les affaiblissements de l'écho dans les systèmes nationaux*, tome III, fascicule III.1, Avis G.122, § 1.1.

[4] Avis du CCITT *Stabilité et échos*, tome III, fascicule III.1, Avis G.131, § 1.

[5] Avis du CCITT *Objectifs généraux de qualité de fonctionnement applicables à tous les circuits internationaux et nationaux de prolongement modernes*, tome III, fascicule III.1, Avis G.151, § 3.

[6] Avis du CCITT *Suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III-1, Avis G.161, annexe 1, essai n° 8, UIT, Genève, 1977.

[7] CCITT – Question 1/XVI, annexe 2, contribution COM XVI-N° 1 de la période d'études 1977-1980, Genève, 1976.

[8] Avis du CCITT *Communications fictives de référence*, tome III, fascicule III.1, Avis G.103.

[9] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, chapitre I, annexe 4, UIT, Genève, 1976.

[10] CCITT – Question 4/XII, annexe 2, données de l'ATT, contribution COM XII-N° 1 de la période d'études 1977-1980, Genève, 1976.

[11] Manuel du CCITT *Planification de la transmission dans les réseaux téléphoniques à commutation*, chapitre III, annexe 4, UIT, Genève, 1976.

[12] Avis du CCITT *Suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III-1, Avis G.161, UIT, Genève, 1977.

[13] Avis du CCITT *Affaiblissements, niveaux relatifs et distorsion d'affaiblissement*, Livre orange, tome III-1, Avis G.141, A.a, remarque 3, UIT, Genève, 1977.

[14] Avis du CCITT *Réduction, par des méthodes de commutation, des risques d'instabilité*, tome VI, fascicule VI.1, Avis Q.32.

[15] Avis du CCITT *Suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III-1, Avis G.161, B, c.2, UIT, Genève, 1977..

[16] Avis du CCITT *Objectifs généraux de qualité de fonctionnement applicables à tous les circuits internationaux et nationaux de prolongement modernes*, tome III, fascicule III.1, Avis G.151, § 4.2.3.

[17] Avis du CCITT *Effets subjectifs de la diaphonie directe*, tome V, Avis P.16.

[18] Avis du CCITT *Objectifs généraux de qualité de fonctionnement applicables à tous les circuits internationaux et nationaux de prolongement modernes*, tome III, fascicule III.1, Avis G.151.

Imprimé en Suisse — ISBN 92-61-00972-7