

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.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه 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.



1929-1979

(I) 
$$\nabla \times \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \mathbf{O}$$
, (III)  $\nabla \cdot \mathbf{B} = \mathbf{O}$ ,

(II) 
$$\nabla \times \mathbf{H} - \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} = \mathbf{J}$$
, (IV)  $\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$ .

J. MAXWELL

$$T = \frac{2\pi R}{\sqrt{gR_{\circ}} \sqrt{R_{\circ}/R}}$$

#### J. KEPLER

#### Cubierta:

Puente fuera del Centro Internacional de Conferencias de Kyoto, donde la XIV Asamblea Plenaria celebró el cincuentenario del CCIR. El puente simboliza también la asociación de ideas. Combinando las ecuaciones de Maxwell y la ley de los movimientos planetarios de Kepler, tenemos la radiocomunicación por satélite.

(Photo prestada por el Sr. Shinichi Sawaragi)

## CINCUENTENARIO DEL CCIR





UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

Destinado a la información, texto sin carácter oficial

#### Documentación de información sobre la UIT ya publicada:

Libro — Del semáforo al satélite, 1793-1969 (1965)

Fascículo N.º 1 — 1865-1965, cien años de cooperación internacional (1967)

Fascículo N.º 2 — La UIT y las radiocomunicaciones espaciales (1968)

Fascículo N.º 3 — Octavo Informa de la Unión International de Telecomunicaciones sobre las telecomunicaciones y la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos (1969)

Fascículo N.º 4 — Coloquio «Espacio y radiocomunicaciones», Paris, 1969 (1969)

Fascículo N.º 5 — Día Mundial de las Telecomunicaciones — 17 de mayo de 1969 (1969)

Fascículo N.º 6 — Noveno Informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobre las telecomunicaciones y la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos (1970)

Fascículo N.º 7 — Día Mundial de las Telecomunicaciones — 17 de mayo de 1970 (1971)

Fascículo N.º 8 — Décimo Informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobre las telecomunicaciones y la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos (1971)

Fascículo N.º 9 — Alocuciones pronunciadas en la sesión inaugural de la segunda Conferencia Administrativa Mundial de Telecomunicaciones Espaciales el 7 de junio de 1971 (1971)

Fascículo N.º 10 — Undécimo Informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobre las telecomunicaciones y la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos (1972)

Fascículo N.º 11 — Duodécimo Informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobre las telecomunicaciones y la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos (1973)

Fascículo N.º 12 — Inauguración de la torre de la UIT (1973)

Fascículo N.º 13 — PANAFTEL — La red panafricana de telecomunicaciones (en francés e inglés solamente) (1974) (en francés, inglés y español) (1979)

Fascículo N.º 14 — Coloquio «Espacio y radiocomunicaciones», Paris, 1973 (en francés e inglés solamente) (1974)

Fascículo N.º 15 — Decimotercer Informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobre las telecomunicaciones y la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos (1974)

Fascículo N.º 16 — ¿Qué es la UIT? (1974) (1979)

Fascículo N.º 17 — Decimocuarto Informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobre las telecomunicaciones y la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos (1975)

Fascículo N.º 18 — Sistema de radiocomunicaciones espaciales para prestar ayuda en caso de catástrofes naturales (1975)

Fascículo N.º 19 — Decimoquinto Informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobre las telecomunicaciones y la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos (1976)

Fascículo N.º 20 — El teléfono cumple cien años

Fascículo N.º 21 — Decimosexto Informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobre las telecomunicaciones y la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos (1977)

Fascículo N.º 22 — Telecomunicación y desarrollo (1978)

Fascículo N.º 23 — Decimoséptimo Informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobra las telecomunicaciones y la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos (1978)

Fascículo N.º 24 — La UIT y la capacitación (1978)

Fascículo N.º 25 — Decimoctavo Informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones sobre las telecomunicaciones y la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos (1979)

#### **PREÁMBULO**

La creación del CCIR se acordó en la Conferencia de Radiocomunicaciones de Washington, pero la primera Asamblea Plenaria de dicho organismo se inició en realidad el 18 de septiembre de 1929. La publicación del presente fascículo se inscribe, pues, en el marco del quincuagésimo aniversario de esa primera Asamblea.

Esta obra consta de tres artículos. El primero, del que es autor el Sr. R. C. Kirby, Director del CCIR, es una reseña histórica de la labor realizada por este organismo; se publicó por primera vez en el número de junio de 1978 del Boletín de Telecomunicaciones de la UIT. El segundo, escrito por el Dr. Kenichi Miya, director general de la sociedad japonesa Kokusai Denshin Denwa Co., reproduce la conferencia-discurso que éste pronunciara en Kyoto el 7 de junio de 1977 con motivo de la ceremonia conmemorativa del quincuagésimo aniversario del CCIR, celebrada durante la XIV Asamblea Plenaria de este organismo.

El tercer artículo, del que es autor el Dr. Y. Y. Mao, miembro de la Secretaría del CCIR, y que presenta el Sr. Marcel Thué, galardonado en el gran premio de la electrónica «Général Ferrié» 1966, presidente de la Comisión de Redacción del CCIR desde 1970, está redactado en un estilo algo diferente del artículo del Sr. Kirby. Notará el lector que ambos artículos son complementarios: no se repite en cada uno de ellos lo que se dice en el otro. Con tal objetivo, el autor ha reunido una documentación de archivo en forma de anécdotas y se ha esforzado en plasmarlas en una narración que posea cierta continuidad. Ha añadido un toque oriental para obtener un cierto equilibrio, ya que, en realidad, el desarrollo de las radiocomunicaciones ha sido principalmente un logro de la civilización occidental, sobre todo en los primeros tiempos de la radio.

Dijo Boltzmann que «no hay nada más práctico que una buena teoría». La teoría y la práctica son los dos pilares en los que descansa el progreso de la investigación. El CCIR, que avanza apoyándose en ellos, ha hecho posible la unión de la ciencia y el arte al permitir las emisiones de televisión en color de alcance intercontinental, y ha facilitado la construcción de peldaños que conducen al firmamento en virtud de las proezas de las telecomunicaciones espaciales.



## Cincuenta años del Comité Consultivo de Radiocomunicaciones (CCIR)

por Richard C. KIRBY Director\*

« Una de las disposiciones sin duda más importantes de la Conferencia de Washington de 1927 fue la creación del Comité Consultivo de Radiocomunicaciones. ... Uno de los fines principales para los que se creó el Comité consultatif international technique des communications radioélectriques era « emprender estudios y presentar conclusiones a la siguiente conferencia, evitando así parte de la agobiadora carga de estudíos técnicos que habla habido que hacer durante la Conferencia». Igualmente importante fue la elaboración del primer Cuadro de distribución de frecuencias. ...»

«Del semáforo al satélite», 1965, A. R. Michaelis

A PENAS han pasado cuarenta años desde que Heinrich Hertz demostrara, siguiendo las precisiones teóricas de James Clerk Maxwell, que las oscilaciones de alta frecuencia podían producir fenómenos eléctricos a distancia debido a las ondas

<sup>\*</sup> Artículo publicado en el Boletín de Telecomunicaciones de junio de 1978.

electromagnéticas. Después que Marconi y Popov demostraron las posibilidades de comunicación que ofrecía este fenómeno, la telefonía sin hilos se extendió entonces por todo el mundo. Hacía siete años que se utilizaba la radiodifusión, y un año que estaba en vigor un plan europeo de atribución de longitudes de onda. Siete años antes se había iniciado la explotación comercial de la radiotelefonía transoceánica, y la telefonía transatlántica iniciado sus actividades en enero, con el circuito por ondas kilométricas Nueva York—Londres.

Tal era el marco en el que la Tercera Conferencia Radiotelegráfica Internacional de Washington, 1927, acordó crear el CCIR; acuerdo que distaba mucho de ser unánime. Pero tras su aplicación, en enero de 1929, se le prestó una inmediata y activa cooperación. La primera « Asamblea Plenaria »\* inició sus trabajos el 18 de septiembre de 1929 en La Haya.

#### Los comienzos: desde 1929

El periodo en que el CCIR inició sus actividades era un periodo apasionante, de plena transición, que nada tenía ya de primitiva. El circuito radiotelefónico Nueva York—Londres venía transmitiendo en banda lateral única. Tras los estudios sobre propagación, acababan de entrar en servicio ocho nuevos circuitos radiotelefónicos transatlánticos en ondas decamétricas. Muchas estaciones de radiodifusión estaban ya controladas por cuarzo, y en algunas se utilizaban antenas directivas. Se usaban experimentalmente frecuencias de comunicación de hasta 150 MHz. Habían transcurrido ya dos años desde que Jansky descubriera las emisiones radioeléctricas de origen cósmico, cuando el General Ferrié hizo sus clarividentes observaciones durante la Primera Reunión del CCIR:

«... no nos lleva acaso a ensanchar nuestros horizontes mentales, el fenómeno de las ondas que se extienden sobre toda la Tierra, alcanzan las capas más altas de la atmósfera y, según ciertas teorías relativas a los ecos retardados observados en años recientes, incluso pueden, quizás, penetrar en el espacio interplanetario.»

Esta Primera Reunión (figura 1) abordó las definiciones de potencia y gamas de frecuencia; las mediciones, la comprobación técnica y la tolerancia de frecuencias; la anchura de banda ocupada, la separación de frecuencias, las emisiones parásitas, el desvanecimiento, la directividad, el ruido atmosférico y las

<sup>\*</sup> Esta designación sólo se adoptó en Estocolmo, en 1948.

licencias de radioaficionados. De las 24 recomendaciones técnicas, siete se referían a los problemas de medición y estabilidad de frecuencias. Las restantes trataban de la atribución de frecuencias, la limitación de la potencia de los transmisores de radiodifusión y la eliminación de los transmisores de chispa.

Algunos de los nombres de los participantes en esa Primera Reunión figuran entre los más célebres en la historia de la radio y las telecomunicaciones: Ph. Le Corbeiller, T. A. M. Craven, Dr. J. H. Dellinger, H. C. A. van Duuren, T. L. Eckersley, L. Espenschied, General Ferrié, R. Goldschmidt, G. C. Gross (que sería luego Secretario General de la UIT), Profesor J. Groszkowski, C. B. Joliffe, T. Nakagami, Balthasar van der Pol (que sería luego Director del CCIR), G. Valensi (que sería luego Director del CCIF). La lista no es, ni con mucho, exhaustiva, pero comprende muchas personalidades que se destacaron en las actividades posteriores del CCIR o en el desarrollo de las telecomunicaciones internacionales.

La II Reunión, celebrada en Copenhague en 1931, adoptó 18 recomendaciones. Se estableció para ella y para la subsiguiente reunión una estructura de seis Comisiones: Definiciones y normalización; Colaboración; Explotación; Transmisión; Organización; Redacción.

Varias de las recomendaciones técnicas se referían a los servicios radiotelefónicos fijos y móviles conectados a la red terrestre; a las especificaciones sobre datos técnicos que habían de incluirse en la Lista internacional de frecuencias, a las definiciones de potencia y a los términos relativos al control y medición de frecuencias; a la estabilización de frecuencias; a los métodos para la reducción de interferencias y de radiaciones no esenciales, así como a la reducción de la anchura de banda ocupada. En esta reunión se recomendó que en el futuro se aplicase la transmisión en banda lateral única, primeramente en frecuencias inferiores a 100 kHz. Se iniciaron estudios sobre selectividad y estabilidad de los receptores, mediciones del nivel del ruido y de la palabra, y telefonía móvil para trenes.

En la III Reunión, celebrada en Lisboa en 1934, se aceptaron, « como orientación de gran utilidad », curvas bastante elaboradas de propagación de las ondas radioeléctricas, preparadas en gran parte por T. L. Eckersley. La propagación de las ondas radioeléctricas pasó a ser parte importante de los estudios permanentes del CCIR, ya que la que información sobre ella era vital para la coordinación del uso internacional de frecuencias. Entre los nuevos « ruegos » técnicos, figuraba el primero relativo a emisiones de frecuencias patrón, así como otros relativos a la selectividad y sensibilidad de los receptores; a la limitación de las radiaciones armónicas y de los chasquidos de manipulación; a la sincroniza-

ción de las estaciones de radiodifusión y separación de canales para las mismas, así como a las antenas directivas y «antidesvanecimiento». Recomendaciones relativamente extensas sobre la explotación móvil marítima aludían a las instalaciones técnicas a bordo de barcos y en estaciones costeras, y a la utilización de las bandas de frecuencias atribuidas. Se acordó que la cuestión relativa a la telefonía con trenes en movimiento no siguiera debatiéndose en el CCIR.

Las actas de la Reunión de Lisboa mencionan el mantenimiento de ciertas tradiciones del CCIR: «... Se ha mantenido el símbolo adoptado en las reuniones precedentes. La bandera desplegada en La Haya y en Copenhague ondea ahora sobre la fachada de este edificio. ... ». Todo indicio de la bandera parece haber desaparecido, pues no hay constancia en los archivos o almacenes de la UIT; G. Corbaz, jubilado de la Secretaría de la UIT, recuerda que la bandera había vuelto a utilizarse en Bucarest. El símbolo se reproduce en la figura 2.



Figura 2 — El símbolo del CCIR

La IV Reunión, celebrada en Bucarest en 1937, abordó el problema del creciente ámbito y del poco sistemático tratamiento de las cuestiones sometidas al CCIR. Se inició la primera clasificación de los ruegos del CCIR: I. Organización y asuntos generales; II. Propagación de ondas radioeléctricas; III. Estaciones transmisoras; IV. Estaciones receptoras; V. Coordinación de los diferentes elementos de telecomunicación, y VI. Normalización, mediciones, etc. Entre los nuevos ruegos figuraban un vocabulario en seis idiomas de más de 900 términos en cada uno, y un cuadro revisado de tolerancia de frecuencias. Esta reunión estableció las directrices para el suministro de la información sobre propagación de ondas radioeléctricas a la siguiente Conferencia de El Cairo—el primer «Grupo interino de trabajo» (aunque la expresión no se utilizaba) se reunió luego bajo la Presidencia del Dr. van der Pol, y preparó el informe para la Conferencia de El Cairo, que

atribuyó frecuencias del espectro de hasta 200 MHz y adoptó las famosas « curvas de El Cairo » relativas a la propagación en ondas hectométricas. Dos años más tarde estalló la segunda guerra mundial, y no habría más reuniones del CCIR durante un decenio.

A lo largo de esas primeras reuniones, ciertas personalidades sobresalieron como dirigentes de varias comisiones, prosiguiendo su labor incluso hasta la post-guerra, por ejemplo, el Dr. J. H. Dellinger, L. Bramel de Cléjoulx, Le Corbeiller, B. Decaux y los Sres. Mulatier y Gross, que más tarde serían Secretarios Generales de la UIT.

### Desde 1947, el periodo de la post-guerra, y desde 1959, la era del espacio

Se hicieron grandes progresos en el empleo de las radiocomunicaciones durante la segunda guerra mundial, especialmente en las telecomunicaciones por radar y por microondas. Se empleaban frecuencias de hasta 10 GHz y, ocasionalmente, de hasta 30 GHz. Dados los adelantos de la tecnología durante la guerra y la necesidad de construir después de ella nuevas instalaciones en numerosos países, existía la impresión de que era preciso revisar las ideas básicas sobre el futuro papel de la UIT. Así se hizo en la Conferencia de Atlantic City de 1947, que era, al mismo tiempo, una Conferencia Plenipotenciaria encargada de revisar el Convenio Internacional de Telecomunicaciones y una Conferencia de Radiocomunicaciones. Entre las diversas medidas adoptadas en

Cuadro I
Asambleas Plenarias del CCIR

I	1929	La Haya
II	1931	Copenhague
III	1934	Estoril (Lisboa)
IV	1937	Bucarest
V	1948	Estocolmo
VI	1951	Ginebra
VII	1953	Londres
VIII	1956	Varsovia
IX	1959	Los Ángeles
X	1963	Ginebra
XI	1966	Oslo
XII	1970	Nueva Delhi
XIII	1974	Ginebra
XIV	1978	Kyoto

dicha Conferencia, en la que se estableció la Junta Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB), se adoptaron acuerdos que confieren al CCIR su mandato y su estructura general modernos. Se creó la Secretaría especializada del CCIR, por considerarse que no era ya práctico que una administración invitante organizase todas las actividades y preparase la documentación.

#### ■ Las reuniones

La primera reunión de la post-guerra fue la V Asamblea Plenaria, celebrada en Estocolmo en 1948, de la que fue elegido Director el Dr. Balthasar van der Pol, de Países Bajos, eminente matemático y científico especialista de las radiocomunicaciones, y Subdirector, Leslie W. Hayes, del Reino Unido. El cometido de dicha reunión era constituir las primeras Comisiones de estudio (cuadro II). Como el trabajo de éstas había de ser dirigido, en principio, por correspondencia, al principio solamente se celebraron reuniones aisladas entre las Asambleas Plenarias.

Las recomendaciones técnicas de la reunión de 1948 comprendían: directrices sobre separación de canales, sondeos y mediciones ionosféricos, transmisiones de frecuencias patrón y señales horarias, comprobación técnica de las emisiones y mediciones del espectro de frecuencias. Se habían iniciado estudios tendentes al establecimiento de normas de televisión que permitiesen « el intercambio de programas en la mayor escala posible » y la « utilización de un mismo receptor para captar emisiones ligeramente diferentes ». En marzo y abril de 1950, un numeroso grupo de expertos de la Comisión de estudio XI visitó ciertos países para apreciar sobre el terreno la evolución de la televisión monocroma, con el fin de tratar de establecer una norma común para todo el mundo. Se comprobó que tal cosa no era posible, pues en algunos países los servicios públicos que seguían normas diferentes se hallaban muy desarrollados. En los años 1950 se registró en todo el mundo una febril expansión de los servicios de ondas decamétricas y se asistió a la introducción a gran escala de los sistemas de relevadores radioeléctricos por microondas.

De la VI Asamblea Plenaria (Ginebra, 1951), cabe recordar la adopción de curvas de propagación de las ondas de superficie y la documentación elaborada sobre propagación troposférica, así como numerosas nuevas recomendaciones relativas a mediciones y expresión de la intensidad de campo, la potencia, y a acuerdos sobre radiotelefonía. Se creó una nueva Comisión de estudio sobre vocabulario.

En la VII Asamblea Plenaria, celebrada en Londres en 1953, se elaboró una serie de textos relativos a los sistemas de relevadores radioeléctricos por microondas. Se introdujo el sistema « ARQ »

de corrección de errores para la radiotelegrafía en ondas decamétricas, cuyo inventor, el Dr. H. C. A. van Duuren, fue Relator principal de la Comisión de estudio III durante más de veinte años. Se recomendaron disposiciones de canales aplicables a los sistemas de bandas laterales independientes por ondas decamétricas.

En la VIII Asamblea Plenaria (Varsovia, 1956) se modificó un tanto la estructura de las Comisiones de estudio. La Comisión XIII (Explotación) fue sustituida por una Comisión de estudio sobre servicios móviles. Se evidenció que las Comisiones deberían celebrar reuniones intermedias, pues la Asamblea Plenaria no podría continuar ocupándose de las actividades técnicas detalladas de las Comisiones de estudio para cada una de sus reuniones. Al retirarse el Dr. van der Pol, fue elegido Director el Dr. Ernst Metzler, de Suiza.

La IX Asamblea Plenaria se celebró en Los Ángeles en 1959; en los veinte meses precedentes se habían lanzado los satélites *Sputnik*, *Explorer*, *Vanguard y Discoverer*: las telecomunicaciones entraban así en la era espacial y era precisamente este aspecto lo que se convertiría en una preocupación fundamental del CCIR en los dos decenios subsiguientes. A la Comisión de estudio IV (antes « Propagación en la superficie de la Tierra ») se le asignó el nuevo título de « Sistemas espaciales », con un mandato que comprendía el estudio de cuestiones técnicas relativas a sistemas de telecomunicaciones con y entre ubicaciones en el espacio. El CCIR adoptó su primera recomendación sobre « Selección de frecuencias utilizadas en las telecomunicaciones con y entre satélites artificiales de la Tierra y con otros vehículos espaciales ».

La XI Asamblea Plenaria se celebró en Oslo en el verano de 1966, sin que se produjesen cambios notables en la dirección o estructura del CCIR. La Asamblea eligió Director a Jack W. Herbstreit, de Estados Unidos, en sustitución de Leslie W. Hayes, que había ejercido dicho cargo desde la muerte del Dr. Metzler en 1963.

La cuestión de las normas internacionales sobre televisión en color había ocupado lugar prominente desde las reuniones de un Subgrupo, primero en 1964, y luego en Viena en 1965. El último gran debate sobre el tema tuvo lugar en la Asamblea de Oslo. Ese debate no permitió, empero, llegar a un acuerdo sobre una norma única de aplicación universal. La saturación de los medios de proceso por la documentación generada por las reuniones finales de las Comisiones de estudio impuso la decisión de separar en el futuro la Asamblea Plenaria de dichas reuniones finales.

En Nueva Delhi (1970), la XII Asamblea Plenaria, que se reunía por primera vez en Asia, dio al CCIR su actual estructura, reconociendo el desarrollo de las técnicas de telecomunicación por satélite en casi todos los servicios de radiocomunicaciones. La

#### Cuadro II Comisiones de estudio del CCIR

Como se establecieron originalmente en Estocolmo (1948)

Comisión de estudio N.º I	Emisores
Comisión de estudio N.º II	Receptores
Comisión de estudio N.º III	Instalaciones completas de radio empleadas por los diferentes servicios
Comisión de estudio N.º IV	Propagación en la superficie de la tierra
Comisión de estudio N.º V	Propagación troposférica
Comisión de estudio N.º VI	Propagación ionosférica
Comisión de estudio N.º VII	Señales horarias y frecuencias contrastadas
Comisión de estudio N.º VIII	Control internacional de emisiones
Comisión de estudio N.º IX	Estudios técnicos de carácter general
Comisión de estudio N.º X	Radiodifusión, emisiones de banda lateral única inclusive
Comisión de estudio N.º XI	Televisión, emisiones de banda lateral única inclusive
Comisión de estudio N.º XII	Radiodifusión tropical
Comisión de estudio N.º XIII	Cuestiones de explotación dependientes de consideraciones de orden técnico

#### En la actualidad, como se establecieron en Nueva Delhi (1970)

Comisión de estudio 1	Utilización del espectro y comprobación técnica de las emisiones	
Comisión de estudio 2	Investigación espacial y radioastronomía	
Comisión de estudio 3	Servicio fijo en frecuencias inferiores a unos 30 MHz	
Comisión de estudio 4	Servicio fijo mediante satélites de teleco- municación	
Comisión de estudio 5	Propagación en medios no ionizados	
Comisión de estudio 6	Propagación ionosférica	
Comisión de estudio 7	Servicio de frecuencias patrón y señales horarias	
Comisión de estudio 8	Servicios móviles	
Comisión de estudio 9	Servicio fijo: sistemas de relevadores radioeléctricos	
Comisión de estudio 10	Servicio de radiodifusión (sonora)	
Comisión de estudio 11	Servicio de radiodifusión (televisión)	
CMTT	Comisión mixta CCIR/CCITT para las transmisiones de radiodifusión sonora y de televisión	
CMV	Comisión mixta CCIR/CCITT para el Vocabulario	



La XIII Asamblea Plenaria del CCIR (Ginebra, 1974)

nueva Comisión de estudio 1 sobre utilización del espectro y comprobación técnica de las emisiones, sustituyó a las antiguas Comisiones de estudio I, II y VIII (véase el cuadro II). Se confió a la nueva Comisión de estudio 2 la investigación espacial y la radioastronomía.

Más de 300 delegados participaron en la XIII Asamblea Plenaria de Ginebra, 1974 (véase la figura 3).

#### ■ Principales aspectos de los resultados técnicos

Nos falta espacio para resumir, reunión por reunión, los resultados de cada Asamblea Plenaria desde 1948; están actualmente catalogados en 13 volúmenes que totalizan más de 4000 páginas en cada uno de los tres idiomas de trabajo de la UIT. Pueden citarse algunos hitos, aunque su selección refleja, ciertamente, en alguna medida, los intereses y tendencias del autor; las omisiones son tan numerosas que justificarán nuestras disculpas. Se hace mención, por este orden, de las contribuciones a las conferencias de radiocomunicaciones, a la evolución de los servicios terrenales y, finalmente, a los servicios espaciales.

Uno de los aspectos más influyentes de las actividades del CCIR en el presente decenio ha sido la preparación técnica de las conferencias internacionales de radiocomunicaciones, lo que constituye una reafirmación de los objetivos originales de dicho Comité. En 1971, una Reunión especial mixta de sus Comisiones de estudio

preparó documentación para la Conferencia Administrativa Mundial de Telecomunicaciones Espaciales (CAMTE), Ginebra. 1971. Se establecieron informes muy importantes destinados a la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones Marítimas (Ginebra, 1974), así como a la Conferencia Administrativa Regional de Radiodifusión por ondas kilométricas y hectométricas (Regiones 1 y 3) de Ginebra, 1975. Más tarde, un Grupo mixto de trabajo preparó un informe para la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones encargada de la planificación del servicio de radiodifusión por satélite en la banda de 12 GHz (Ginebra, 1977), y estableció las bases técnicas que permitirían el éxito en los resultados de dicha Conferencia. Análogamente, el CCIR (Comisión de estudio 8) preparó un informe especial para la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones para el servicio móvil aeronáutico (R), Ginebra, 1978.

Muchas normas operacionales o métodos de planificación para los servicios de radiocomunicación terrenales se han puesto en vigor a través del CCIR. El sistema de corrección de errores ARO, adoptado por el CCIR para la radiotelegrafía de impresión directa, constituyó, junto con la manipulación por desplazamiento de frecuencia, uno de los principales estímulos para el desarrollo de la radiotelegrafía por ondas decamétricas. En los años 1960, una recomendación análoga sobre radiotelefonía por ondas decamétricas introdujo el lincompex (sistema de compresor y expansor asociados). Desde los comienzos del CCIR, las disposiciones técnicas para los sistemas de telecomunicaciones móviles marítimas en todo el mundo han constituido una de sus principales actividades. En el CCIR se desarrollaron la telegrafía de impresión directa desde estaciones de barco a estaciones costeras. con sus procedimientos operacionales y sistemas de corrección de errores; las normas para el equipo móvil marítimo en ondas métricas y, recientemente, la llamada selectiva digital para el servicio móvil marítimo internacional. Para los sistemas de relevadores radioeléctricos terrenales por microondas, el CCIR ha establecido las disposiciones de canales y normas de transmisión utilizadas en la interconexión internacional, así como criterios de calidad de funcionamiento y métodos de medición destinados a los sistemas analógicos y digitales. El « circuito ficticio de referencia » del CCIR, para sistemas de relevadores radioeléctricos, ha demostrado ser un instrumento importante a efectos de planificación.

En los campos de la televisión y la radiodifusión sonora se han dictado normas para la modulación de frecuencias y la radiodifusión estereofónica, así como para la grabación de sonido y televisión en película y en cinta, destinadas al intercambio internacional de programas. Una recomendación muy completa establece los requisitos técnicos de la transmisión (retransmisión)

de programas de televisión a larga distancia y crea la base para el actual intercambio internacional de programas. Recientemente se han adoptado recomendaciones sobre mediciones automáticas de la transmisión, mediante la inserción de señales de prueba especiales en el intervalo de supresión de trama. La impotencia del CCIR para llegar a un acuerdo sobre una norma única mundial aplicable a la radiodifusión de televisión en color, aunque lamentable, debe considerarse, retrospectivamente, como inevitable, dado el avanzado estado de desarrollo de las normas concurrentes y de la inversión en ellas realizada en diversos países, y el hecho de que su rendimiento relativo sólo difería en escasa proporción. Los «transcodificadores» han permitido desde entonces el intercambio internacional de programas y, en su caso, el empleo de receptores multinormas han permitido ver programas de los países vecinos. En cambio, la reunión de expertos del CCIR de Cannes en 1961, preparó las bases técnicas para la Conferencia Europea de Radiodifusión de ondas métricas y decimétricas (Estocolmo, 1961). Este esfuerzo representa el primer método aceptado en el plano internacional de planificar y coordinar, a escala continental, las asignaciones de frecuencias a estaciones de radiodifusión sonora y televisión por ondas métricas v decimétricas.

La contribución del CCIR en el dominio de las señales horarias y las frecuencias patrón ha dado lugar al desarrollo de dichos conceptos y a su medición en todo el mundo. La Hora Universal Coordinada (UTC) se propuso en una recomendación del CCIR y se utiliza actualmente a escala mundial. Las emisiones de frecuencias patrón poseen ahora, gracias a las recomendaciones y a los informes del CCIR, estabilidades del orden de  $5 \times 10^{-13}$ , respaldadas por patrones de laboratorio cuya estabilidad es uno o dos órdenes superior.

Los aspectos más destacados de la actividad del CCIR en los dos últimos decenios han sido los relativos a la elaboración de disposiciones técnicas y de explotación para los sistemas internacionales por satélite. Se refieren, en gran parte, a la eficaz utilización del espectro y de la órbita de los satélites geoestacionarios, así como a los criterios de compartición. Entre los textos más importantes figuran los relativos a las « distancias de coordinación » aplicables a la compartición entre los servicios espaciales y terrenales y al control de posición de satélites. Pero también se han enunciado en el CCIR muchas características técnicas de los servicios de satélite. criterios de rendimiento, así como disposiciones asociadas a la medición, la explotación y el mantenimiento. Probablemente, la contribución más notable fue la preparación técnica de la CAMTE de 1971. Dicha Conferencia atribuvó bandas de frecuencia v estableció reglas y disposiciones de compartición de frecuencias de hasta 275 GHz.

La mayoría de las características técnicas importantes para los satélites de radiodifusión y de los principios técnicos para la utilización del espectro por ellos en la órbita de los satélites geoestacionarios se elaboraron en el CCIR y constituyeron la base de los trabajos de la Conferencia Mundial de Radiodifusión por Satélite de 1977. Asimismo, las características técnicas y de explotación para la telecomunicación móvil marítima por satélite se desarrollaron en el CCIR y se tuvieron plenamente en cuenta en la planificación del sistema de la Organización Internacional de Telecomunicaciones Marítimas por Satélite (INMARSAT).

La investigación espacial — en cuanto servicio de radiocomunicación — y la radioastronomía vienen siendo objeto del más activo interés dentro de los trabajos del CCIR en el decenio de 1970. Se han establecido técnicas de modulación y tecnologías de antenas y de control de actitud para su aplicación a nuevos servicios, tales como los satélites meteorológicos y los de exploración de la Tierra. Una de las contribuciones más importantes a los estudios radiocientíficos ha sido la identificación, en una recomendación del CCIR, de las frecuencias de las rayas atómicas y moleculares debidas a fenómenos naturales de interés para la radioastronomía y ciencias conexas. Dicha recomendación tiene por objeto lograr atribuciones de frecuencias apropiadas, así como protección contra las interferencias.

Los estudios y recomendaciones del CCIR en materia de comunicaciones espaciales se han llevado a cabo, en su mayoría, paralelamente con el desarrollo de los sistemas y han precedido siempre sus aplicaciones prácticas. Así, dichas recomendaciones, lejos de inspirarse en la aplicación de satélites a las telecomunicaciones internacionales, han mostrado el camino hacia esas realizaciones.

Algunas de las contribuciones de mayor alcance han sido las relativas a la propagación de las ondas radioeléctricas. En los manuales y publicaciones técnicas se hace frecuente referencia a los informes y recomendaciones del CCIR. Hace algunos años que se estableció la recomendación sobre índices solares básicos para las predicciones sobre propagación ionosférica, así como un atlas de mapas indicando la MUF. Recientemente se ha revisado y perfeccionado el método de evaluación por computador de la intensidad de campo y de la pérdida de transmisión en ondas decamétricas, que sirve de referencia internacional. Se ha adoptado también un nuevo método revisado para la predicción de las intensidades de campo en las bandas de ondas hectométricas y kilométricas. En cuanto a la propagación en medios no ionizados. las curvas de la onda de superficie comprendidas entre 10 kHz v 10 MHz, establecidas por el CCIR, constituyen también una norma de referencia internacional. Hoy día, los textos del CCIR proporcionan métodos universalmente aceptados para la predicción de la propagación a través de la troposfera en una amplia gama de condiciones atmosféricas, de terreno y de servicio, y en

ellos se tienen en cuenta todos los modos de propagación apropiados, tales como la difracción, la exploración y la propagación guiada. Últimamente se han mejorado notablemente los datos sobre propagación aplicables al cálculo de « distancias de coordinación ». Se ha efectuado una clasificación hidroclimatológica de todas las regiones geográficas del mundo, para poder tomar en cuenta fácilmente las intensidades de lluvia características en los cálculos sobre propagación.

Finalmente, en sus estudios básicos de utilización del espectro, el CCIR ha propuesto un nuevo método de clasificación y designación de las emisiones, que se abordará en la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones de 1979. Hace algunos años que un « Manual para uso de las estaciones de comprobación técnica de las emisiones » ofrece orientación a los países que instalan esas estaciones. Recientemente se han elaborado nuevos modelos matemáticos para grandes computadores, destinados a estudiar los problemas de compartición del espectro, pero es prematuro pronunciarse sobre la utilidad que tendrán cuando se hayan aplicado plenamente.

En el cuadro III se dan los nombres de los encargados de dirigir las Comisiones de estudio del CCIR desde 1948.

#### **Conclusiones**

Habiendo pasado revista — bien que de modo fragmentario — a parte de la historia y los logros del CCIR, surge la tentación de ocuparse del futuro. Puede distinguirse entre aspectos técnicos y organizativos. Desde el punto de vista técnico, se ofrecen numerosas oportunidades para la labor del CCIR. La cuestión estriba, más bien, en el orden de prioridades.

#### ■ Aspectos técnicos

El enorme desarrollo de las radiocomunicaciones móviles refleja directamente la necesidad y la importancia económica de este servicio para personas y empresas. No se trata sólo de las comunicaciones telefónicas y de datos, sino también de los métodos de radiocomunicación tendentes a la adquisición de datos y el control de los procesos, tanto en la industria y el transporte como en la agricultura, la minería y la pesca.

La capacidad de los sistemas transoceánicos por satélite rivaliza ya con la de los cables submarinos, ofreciendo al mismo tiempo la retransmisión intercontinental de programas de televisión. Los sistemas nacionales por satélite se están desarrollando rápidamente en los países muy extensos en los que aún no existen grandes redes terrestres. En un futuro cercano comenzarán a funcionar satélites de transmisión directa de televisión. Los satélites se aplicarán, inevitablemente, a las telecomunicaciones aeronáuticas internacionales, ya que están desarrollándose en el servicio marítimo. Los satélites meteorológicos se han vuelto indispensables para las previsiones, y los satélites de exploración de los recursos de la Tierra están dando pruebas ya de su interés económico en materia de geología, hidrología y agricultura.

El CCIR tiene ya en estudio nuevos servicios de televisión, que se vienen explotando a título experimental, con transmisión de imágenes fijas y de textos en multiplaje con programas regulares de radiodifusión. Parece despertar asimismo creciente interés la televisión de « alta definición ».

Aumenta sin cesar la necesidad de canales de radiodifusión con modulación de amplitud por ondas hectométricas y kilométricas. Es así que una Conferencia administrativa de radiocomunicaciones ha exhortado al CCIR a intensificar los estudios encaminados a la definición de un sistema adecuado de banda lateral única para la radiodifusión con modulación de amplitud.

La transmisión de energía por microondas, los aspectos relativos a la seguridad de las radiaciones radioeléctricas, la búsqueda de inteligencia extraterrestre y las nuevas aplicaciones de « detección a distancia » son, todos ellos, temas cuyas fronteras científicas y técnicas pueden converger en el CCIR. La investigación radioeléctrica de los fenómenos cósmicos e interplanetarios está llamada a cobrar creciente interés e importancia internacionales.

Es evidente que la electrónica digital es uno de los aspectos más ampliamente difundidos de la futura tecnología de las radiocomunicaciones. La enorme ventaja de su economía, rendimiento y potencialidad en el proceso de las señales hará que se imponga en todos los servicios de radiocomunicación. Existe el problema de la utilización del espectro. En principio, la transmisión digital parece requerir, para canales de información comparables, una mayor ocupación del espectro que la analógica. Sin embargo, las técnicas de codificación y proceso, que va son rentables debido a la adopción de los circuitos integrados en gran escala, pueden explotarse para mejorar la utilización del espectro. Todo indica que con los sistemas digitales puede utilizarse el espectro al menos con tanta eficacia como en el caso de los sistemas analógicos. En particular, las técnicas de « ensanchamiento del espectro », que permiten superponer determinado número de señales en una misma banda sin que se produzca interferencia mutua, debieran ser objeto de mayor estudio, a fin de lograr una aplicación lo más eficaz posible.

#### Cuadro III

#### Relatores principales y Relatores principales adjuntos de las Comisiones de estudio del CCIR 1948-1978

#### Notas introductorias

- 1. Los Relatores principales adjuntos fueron designados por primera vez por la VII Asamblea Plenaria del CCIR (Londres, 1953), en aplicación de las disposiciones correspondientes del Convenio Internacional de Telecomunicaciones (Buenos Aires, 1952) y de los Convenios subsiguientes.
- 2. Tras la reorganización de las Comisiones de estudio del CCIR por la XII Asamblea Plenaria (Nueva Delhi, 1970), se modificó la numeración de todas las Comisiones de estudio cambiando los números romanos por arábigos, aunque el mandato de algunas Comisiones no sufrió modificación. Las modificaciones substanciales de los mandatos, incluso anteriores a 1970, se indican con una línea de puntos.

Denominación	Relator principal	Relator principal adjunto
Comisión de estudio I	Dr. E. Metzler (Suiza) 1948-1956	Coronel Lochard (Francia) 1953-1956
	Coronel Lochard (Francia) 1956-1970	Prof. S. Ryźko (Rep. Pop. de Polonia) 1956-1970
Comisión de estudio 1	Y. Place (Francia) 1970-1974	Prof. S. Ryźko (Rep. Pop. de Polonia) 1970-1974
	J. T. Dixon (Estados Unidos) 1974-	Prof. R. G. Struzak (Rep. Pop. de Polonia) 1974-
Comisión de estudio II	P. David (Francia) 1948-1966	P. Abadie (Francia) 1953-1959
		Y. Place (Francia) 1959-1966
	Y. Place (Francia) 1966-1970	N. I. Chistiakov (URSS) 1966-1970

Denominación	Relator principal	Relator principal adjunto
Comisión de estudio 2	Prof. I. Ranzi (Italia) 1970-	J. P. Hagen (Estados Unidos) 1970-
Comisión de estudio III (actualmente 3)	Dr. H. C. A. van Duuren (Países Bajos) 1948-1970	J. Smale (Reino Unido) 1953-1956 A. Cook
		(Reino Unido) 1956-1959
		Dr. S. Namba (Japón) 1959-1966
		S. Aritake (Japón) 1966-1970
	S. Aritake (Japón) 1970-1976	N. I. Chistiakov (URSS) 1970-1974
		T. de Haas (Estados Unidos) 1974-1976
	T. de Haas (Estados Unidos) 1976-	Dr. H. Kaji (Japón) 1978-
Comisión de estudio IV	Prof. L. Sacco (Italia) 1948-1959	G. Millington (Reino Unido) 1953-1958
Comisión de estudio IV (actualmente 4)	Prof. I. Ranzi (Italia) 1959-1970	W. Klein (Suiza) 1959-1970
	W. Klein (Suiza) 1970-	E. R. Craig (Australia) 1970-

Denominación	Relator principal	Relator principal adjunto
Comisión de estudio V (actualmente 5)	Dr. R. L. Smith-Rose (Reino Unido) 1948-1970	E. W. Allen (Estados Unidos) 1953-1959 Dr. A. Kalinin (URSS) 1959-
	Dr. J. A. Saxton (Reino Unido) 1970-	
Comisión de estudio VI (actualmente 6)	Dr. J. H. Dellinger (Estados Unidos) 1948-1957	Dr. N. Smith (Estados Unidos) 1953-1956
		Dr. D. K. Bailey (Estados Unidos) 1956-1957
	Dr. D. K. Bailey (Estados Unidos) 1957-	Dr. E. K. Smith (Estados Unidos) 1958-1970
		C. Terzani (Italia) 1970-1974
		Srta. G. Pillet (Francia) 1974-
Comisión de estudio VII (actualmente 7)	B. Decaux (Francia) 1948-1969	Prof. M. Boella (Italia) 1953-1969
		J. T. Henderson (Canadá) septiembre-noviembre de 1969
	J. T. Henderson (Canadá) 1969-1974	Prof. G. Becker (Rep. Fed. de Alemania) 1970-1974
	Prof. G. Becker (Rep. Fed. de Alemania) 1974-	J. McA. Steele (Reino Unido) 1974-

Denominación	Relator principal	Relator principal adjunto
Comisión de estudio VIII	J. Ehrlich (Checoslovaquia) 1948-1949	4
	A. Singer (Checoslovaquia) 1949-1951	
	A. H. Cannon (Australia) 1951-1954	J. Campbell (Australia) 1953-1954
	J. Campbell (Australia) 1954-1960	G. S. Turner (Estados Unidos) 1954-1960
	G. S. Turner (Estados Unidos) 1960-1964	M. A. Vieira (Portugal) 1962-1964
	M. A. Vieira (Portugal) 1964-1970	P. Bouchier (Bélgica) 1965-1970
Comisión de estudio 8 (antes XIII)	G. H. M. Gleadle (Reino Unido) 1970-1974	P. Mortensen (Noruega) 1970-1972
		V. R. Y. Winkelman (Países Bajos) 1972-1974
	W. H. Bellchambers (Reino Unido) 1974-	O. J. Haga (Noruega) 1974-
Comisión de estudio IX (actualmente 9)	C. F. Booth (Reino Unido) 1948-1952	
	H. Stanesby (Reino Unido) 1952-1958	G. Pedersen (Dinamarca) 1953-1959

Denominación	Relator principal	Relator principal adjunto
	W. Bray (Reino Unido) 1958-1961	Dr. E. Dietrich (Rep. Fed. de Alemania) 1959-1961
	Dr. E. Dietrich (Rep. Fed. de Alemania) 1961-1974	J. H. H. Merriman (Reino Unido) 1962-1965
		T. Kilvington (Reino Unido) 1965-1974
	J. Verrée (Francia) 1974-	H. Willenberg (Rep. Fed. de Alemania) 1974-
Comisión de estudio X (actualmente 10)	R. Burton (Estados Unidos) 1948-1950	
	N. McNaughten (Estados Unidos) 1950-1954	A. Prose Walker (Estados Unidos) 1953-1954
	A. Prose Walker (Estados Unidos) 1954-1974	K. Miller (Estados Unidos) 1954-1959
		Dr. H. Rindfleisch (Rep. Fed. de Alemania) 1959-1969
		C. Terzani (Italia) 1969-1970
		S. S. Aiyar (India) 1970-1974
	C. Terzani (Italia) 1974-	Y. Venkataramiah (India) 1974-1976
		S. N. Mitra (India) 1976-

Denominación	Relator principal	Relator principal adjunto
Comisión de estudio XI (actualmente 11)	E. Esping (Suecia) 1948-1974	G. Hansen (Bélgica) 1953-1970 Prof. M. I. Krivosheev (URSS) 1970-1974
	Prof. M. I. Krivosheev (URSS) 1974-	Dr. C. A. Siocos (Canadá) 1974-
Comisión de estudio XII (incorporada en la Comisión	S. S. Rao (India) 1948-1952	
de estudio 10 desde 1970)	B. V. Baliga (India) 1952-1958	Dr. M. B. Sarwate (India) 1953-1958
	Dr. M. B. Sarwate (India) 1958-1960	A. C. Ramchandani (India) 1959-1960
	A. C. Ramchandani (India) 1960-1963	N. V. Gadadhar (India) 1960-1963
	N. V. Gadadhar (India) 1963-1966	
	V. Chaman Lal (India) 1966-1970	C. Nogbu (Costa de Marfil) 1966-1970
Comisión de estudio XIII	J. D. H. van der Toorn (Países Bajos) 1948-1959	J. Søberg (Noruega) 1953-1959
Comisión de estudio XIII (Comisión de estudio 8 desde 1970)	G. H. M. Gleadle (Reino Unido) 1959-1970	J. Søberg (Noruega) 1959-1968 P. Mortensen (Noruega) 1968-1970

Relator principal	Relator principal adjunto
T. Gorio (Italia) 1951-1957	R. Villeneuve (Francia) 1953-1957
R. Villeneuve (Francia) 1957-	A. Ferrari-Toniolo (Italia) 1959-1970 B. A. Durán (España) 1970-
	M. Ducommun (Suiza) 1974-
Prof. Y. Angel (Francia) 1956-	R. H. Franklin (Reino Unido) 1956-1966 W. G. Simpson (Reino Unido)
	T. Gorio (Italia) 1951-1957  R. Villeneuve (Francia) 1957-  Prof. Y. Angel (Francia)

Por supuesto, como ha sucedido a lo largo de la evolución de las radiocomunicaciones, cabe esperar que se utilicen frecuencias cada vez más elevadas, es decir, muy por encima de 40 GHz ya hoy, y pronto más allá de 275 GHz. No deben subestimarse las dificultades. Aunque la tecnología es muy onerosa, se realizan progresos y es de esperar que se logre construir equipos de costo razonable.

Pero la absorción atmosférica constituye una barrera intrínseca formidable. En las aplicaciones y sistemas proyectados para funcionar a frecuencias superiores a 40 GHz, es preciso tener específicamente en cuenta el medio en que han de trabajar.

Existe un nuevo problema de potencial importancia que tiene antiguas raíces. La proliferación de transmisores « superpotentes » (de uno a varios megavatios) puede causar, además de la transmodulación conocida hace decenios, una modificación ionosférica que, a su vez, puede provocar la propagación de interferencias entre los servicios que utilizan frecuencias tan elevadas como las de las ondas métricas y decimétricas. El CCIR debe informar sobre el particular del modo más inequívoco posible.

El problema más decisivo para el futuro desarrollo de las radiocomunicaciones es, probablemente, el de la utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios.

Como indica el Relator principal de la Comisión de estudio 4 en su informe a la XIV Asamblea Plenaria, la limitada capacidad de dicha órbita se utilizará plenamente en el futuro previsible, primeramente en las bandas de frecuencia preferidas: las inferiores a 10 GHz. Esa « capacidad » de la órbita viene dada por la necesidad de respetar una separación angular entre los satélites que comparten la misma banda de frecuencias, y una separación geográfica entre las zonas de la superficie terrestre cubiertas. Dichas separaciones tienen por objeto evitar la interferencia y dependen de la configuración del sistema: potencia, diagramas de radiación de las antenas (tanto en las estaciones de satélite como en las terrenas), método de modulación y posible dispersión de energía de las portadoras en la banda. En principio, puede lograrse una utilización óptima mediante la compartición entre sistemas homogéneos; pero, en la práctica, suelen diferir las características de los sistemas. En los de frecuencia modulada, es importante el índice de modulación, pues al aumentar éste también lo hace el número de satélites que pueden ubicarse en una determinada separación orbital, tendiendo en cambio a disminuir la capacidad de cada uno. Los servicios proyectados para diferentes objetivos requerirán separaciones orbitales distintas. Paradójicamente, los sistemas aplicables a pequeños terminales terrenos de baja capacidad exigen una mayor separación orbital que los destinados a terminales terrenos de gran capacidad. De ahí la dificultad de establecer criterios para la utilización óptima de la órbita. En algunas bandas y regiones, comparten la órbita servicios muy diferentes, como sucede entre los satélites del servicio fijo y los del servicio de radiodifusión. Los satélites de usos múltiples comportan, además, otra complicación: la de coordinar el funcionamiento de cada uno de ellos, en las diversas bandas de frecuencias utilizadas por diferentes servicios, con exigencias bien distintas, lo que obliga a contrastar las ventajas de economía y de explotación de tales satélites con la complejidad de coordinación y la menor capacidad orbital.

Un Grupo de trabajo del CCIR viene estudiando este problema en lo que atañe el servicio fijo por satélite, y algunas de las premisas consideradas son aplicables a otros servicios y a la compartición entre servicios diferentes. Dicho problema será de la máxima importancia para el futuro trabajo del CCIR.

#### ■ Aspectos de organización

El CCIR ha demostrado reiteradamente que merece la confianza de las entidades de telecomunicaciones de todo el mundo. Tal es el afortunado legado de cincuenta años. Por eso, es de la mayor importancia preservar en el futuro el significado y la integridad de su labor.

El ritmo de desarrollo de nuevos textos (cuadro IV), incluidas las nuevas cuestiones refleja las inversiones cada vez mayores que se asignan a sus actividades. Pero, para alcanzar los mejores resultados en el futuro, parece necesario que se preste especial atención a las prioridades. Son tan numerosos los temas que han de estudiarse y comunicarse, que habría que concentrar los recursos en los problemas más apremiantes y potencialmente más beneficiosos. Sería útil que las Comisiones de estudio y la Asamblea Plenaria efectuasen un estudio sistemático de las prioridades.

Cuadro IV

Incremento de los estudios técnicos

Asamblea Plenaria (año)	Cuestiones en estudio *	Recomendaciones e informes
1929	16	21
1931	25	21
1934	35	27
1937	20	21
1948	33	35
1951	81	100
1953	111	119
1956	129	194
1959	153	236
1963	191	332
1966	241	423
1970	322	518
1974	392	633
1978	471 **	774 **

<sup>\*</sup> Incluidos los programas de estudios a partir de 1951

Es asimismo indispensable que ciertas Comisiones de estudio trabajen más estrechamente entre sí sobre cuestiones de mutuo interés. Cabe, por supuesto, esperar puntos de vista divergentes o dispares en cuanto a los diferentes intereses técnicos, sobre aspectos especializados y de servicios, de los que se ocupan dichas Comisiones. El CCIR debería estudiar procedimientos más adecuados para el estudio conjunto y la armonización general de dichos asuntos. Del mismo modo, existen varias cuestiones que

<sup>\*\*</sup> Estimación

requieren una cooperación más estrecha con el Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT), concretamente en lo relativo a los enlaces de radiocomunicación interconectados con las redes terrestres. Esto concierne particularmente al servicio móvil marítimo en estos momentos. La cooperación es de gran eficacia cuando existen « Comisiones mixtas de estudio » como la CMTT y la CMBD. Pero en algunas otras actividades, la necesidad de esa labor de cooperación no está plenamente satisfecha, lo que refleja quizá lagunas similares a nivel nacional.

El CCIR debería también prestar una atención más directa y sistemática a las necesidades de orientación técnica expresadas por la IFRB, para ayudar en su cometido a ese organismo de la Unión.

Un mayor recurso a los Grupos interinos de trabajo (GIT) contribuirá a reducir el tiempo y el volumen de la documentación necesarios en las reuniones plenarias de las Comisiones de estudio. No obstante, los GIT han de tener un mandato limitado a temas bien específicos, así como un calendario de actividades y una fecha de terminación. Algunos GIT han demostrado que gran parte del trabajo puede realizarse eficazmente por correspondencia.

Cabe esperar que se arbitre un método más sistemático de preparación técnica de las conferencias de radiocomunicaciones de la UIT por el CCIR, que permita reducir las deficiencias y los errores en los resultados, y que se le confiera asimismo un estatuto más claro en estas funciones.

Un objetivo importante del CCIR bien pudiera ser el de lograr una divulgación más eficaz de la información. Se produce una enorme cantidad de documentación técnica digna de toda confianza pero, debido a los medios de su distribución y a su coste, sólo es fácilmente accesible a un grupo relativamente reducido de especialistas, muchos de los cuales se ocupan de la preparación de los textos. Parece justificada una profunda revisión de los medios de publicación y divulgación de la información del CCIR y, tal vez, el examen de su forma. Existen diferentes niveles de contenido combinados en el presente sistema de publicación. Los métodos perfeccionados de publicación podrían ser una de las claves para la mayor adecuación de la labor del CCIR a los países en desarrollo.

Una observación final a propósito de los aspectos humanos del CCIR: se ha observado que muchos de los grandes nombres de las radiocomunicaciones han participado en sus trabajos. Al parecer, quienes participan en ellos comentan siempre las « amis-

tades » y la « buena cooperación » logradas en las reuniones del Comité. La atmósfera que en éstas reina, más técnica y menos política que la de las conferencias de radiocomunicaciones, estimula sin duda una comunicación más sincera entre los asistentes; se ganan verdaderas amistades, que no sólo sirven para allanar la labor ulterior sobre la conferencia, sino para reforzar el desarrollo de las telecomunicaciones internacionales.

\* \*

Agradezco al personal de la Secretaría del CCIR su ayuda en la preparación de este informe, especialmente a R. V. Lindsey e Y. Y. Mao por sus indicaciones históricas, y a G. Corbaz por su resumen sobre los primeros años. He utilizado también un artículo redactado por H. Pouliquen en 1966 y otro preparado, en 1974, por el Dr. E. K. Smith y por mí mismo.

\* \*

Doy mis más expresivas gracias al Sr. M. Mili, Secretario General de la UIT, cuya cooperación ha hecho posible esta edición especial del *Boletín de Telecomunicaciones*.

Seguirá a este artículo, en primer lugar, un documento elaborado por un eminente participante en las primeras reuniones y tareas del CCIR sobre « Los orígenes del CCIR ». Siguen luego resúmenes de las Comisiones de estudio, por separado, redactados por cada uno de sus Relatores principales. En la última parte, una serie de artículos sobre el estado de la técnica y las perspectivas para futuros adelantos en varios importantes servicios de radiocomunicaciones, de los que son autores expertos de renombre mundial en dichas especialidades, incluidas las telecomunicaciones espaciales, la radiodifusión y televisión, la radioastronomía y los servicios de radiocomunicación por microondas. Finalmente se analizan importantes sectores de la radiotecnología, que incluyen la propagación por ondas radioeléctricas, la modulación, la tecnología digital y el control de frecuencias. Este último grupo de artículos (en el que se hallará incluido uno sobre telecomunicaciones móviles) se publicará en un número posterior del « Boletín », en el mes de julio de 1978.

El CCIR ha contraído una deuda de gratitud con el Sr. R. Fontaine, con la División Lingüística de la UIT y con los editores del « Boletín », y en especial con la Sra. C. Garstin, por su invalorable colaboración y abnegado trabajo en la preparación de este número especial.

(Idioma original: inglés)



# El CCIR, la ciencia radioeléctrica y las radiocomunicaciones

por Dr. Kenichi Miya\*

#### Prefacio

Señor Director del CCIR, Señor Viceministro de Correos y Telecomunicaciones, distinguidos invitados, señoras y señores:

Me honra sumamente que se me haya brindado la oportunidad de dirigirme a ustedes con motivo de esta gloriosa conmemoración del Cincuentenario del CCIR. Me siento profundamente agradecido y al mismo tiempo consciente de la gran responsabilidad que asumo al haber sido elegido por el Sr. Richard C. Kirby, Director del CCIR y por los altos funcionarios del Ministerio de Correos y Telecomunicaciones de Japón para pronunciar hoy este discurso conmemorativo, a pesar de la presencia entre nosotros de tan eminentes personalidades que tanto han contribuido a los logros del CCIR.

En su medio siglo de existencia, desde la iniciación de la era de las telecomunicaciones por ondas decamétricas hasta la actual era de las telecomunicaciones por satélite, el CCIR cuenta en su haber numerosos y espectaculares avances como resultado de los esfuerzos desplegados en sus estudios. Su efecto en el desarrollo de las radiocomunicaciones mundiales es de inmensas dimensiones.

En los años de sostenidos esfuerzos que he consagrado a los servicios internacionales de telecomunicaciones, desde la era floreciente de las radiocomunicaciones por ondas decamétricas hasta la actual era de los satélites, he recibido del CCIR grandes beneficios. Confío en que las investigaciones que he realizado en la esfera de la propagación de las ondas ionosféricas y de las telecomunicaciones por satélite hayan contribuido en alguna medida al pago de la deuda que tenía contraída.

#### Creación del CCIR

Desearía ahora reseñar brevemente la larga historia de las telecomunicaciones internacionales y la función que ha desempeñado el CCIR y hacerles partícipes de algunas de mis impresiones personales.

En 1850, se tendió entre Inglaterra y Francia el primer cable submarino utilizado para comunicaciones telegráficas internacionales. A partir de entonces, la era de las comunicaciones internacionales por cable prosiguió durante aproximadamente medio siglo.

En 1901, hicieron su aparición las comunicaciones transatlánticas por ondas largas entre Inglaterra y América con lo que quedaba abierta la era de las radiocomunicaciones. Y un cuarto de siglo más tarde, es decir en 1926, entraban por primera vez en utilización práctica las ondas decamétricas en la red de telecomunicaciones direccional de Gran Bretaña, con lo que quedaba iniciada la verdadera era de las radiocomunicaciones internacionales.

<sup>\*</sup> Conferencia pronunciada en la XIV Asamblea Plenaria del CCIR, Kyoto 1978.

Coincidiendo con esta rápida expansión de las telecomunicaciones por ondas decamétricas, se fundaba el CCIR, que ha desempeñado el papel de elemento motor en el desarrollo de las radiocomunicaciones.

#### Establecimiento de métodos modernos de telecomunicaciones

En 1956, aproximadamente medio siglo después de iniciarse la era de las radiocomunicaciones, se tendía un cable transatlántico coaxial para uso telefónico. En otras palabras, quedaba realizado el primer medio moderno de transmisión para telecomunicaciones internacionales. Transcurridos sólo nueve años, se establecía el segundo medio moderno de transmisión al inaugurarse, en 1965, el satélite comercial de telecomunicaciones de INTELSAT.

Como ustedes saben, la superioridad de las telecomunicaciones por satélite reside en su flexibilidad de explotación y en su rentabilidad económica debido a sus posibilidades de acceso múltiple que permiten establecer comunicaciones simultáneas entre numerosas estaciones y en razón de la posibilidad que ofrecen de establecer fácilmente nuevos circuitos. Por otra parte, las telecomunicaciones por cable presentan características tales como la inmunidad contra la interferencia debido a la transmisión por un medio cerrado y un tiempo de transmisión más corto si se las compara con las telecomunicaciones por satélite.

Estos dos medios de transmisión — las radiocomunicaciones y el cable — han entrado siempre en competencia en el sentido noble de la palabra, no sólo en razón de consideraciones técnicas o económicas sino también desde el punto de vista de la política de las telecomunicaciones y de la política industrial.

En las actuales condiciones técnicas, el punto de igual rentabilidad económica entre las telecomunicaciones por cable y por satélite lo constituye la distancia de transmisión de 3000 km. En otras palabras, podemos decir que el cable es más económico hasta 3000 km y el satélite a partir de esa distancia. No obstante, como todos sabemos, los dos últimos factores mencionados — la política de telecomunicaciones y la política industrial — son en la práctica elementos sumamente importantes al elegir entre el cable y el satélite o al decidir utilizarlos conjuntamente.

Por consiguiente, estos dos sistemas de transmisión de banda ancha han seguido desarrollándose, al propio tiempo que entraban en competencia en muy diversas formas. Manteniendo cada uno sus ventajas, se complementan mutuamente y su eficaz utilización permite, en mi opinión, establecer un sistema mundial de telecomunicaciones altamente fiable.

Al propio tiempo, el CCIR contribuía grandemente al desarrollo de las telecomunicaciones mundiales impulsando los estudios sobre las comunicaciones de los servicios móvil y de radiodifusión así como sobre las comunicaciones del servicio fijo, como he indicado ya.

A medida que se desarrollaban estos modernos métodos de telecomunicación, se han utilizado conjuntamente en la transmisión internacional de información. Si tomamos como ejemplo el caso de Japón, el número total de circuitos de transmisión es hoy actualmente de 3100 aproximadamente, de los cuales 62% son circuitos por satélite, 24% circuitos por cable submarino y 13% circuitos transhorizonte por microondas. Las ondas cortas, que disfrutaron de una gran aceptación hasta hace unos 10 años, no constituyen actualmente más que el 1% de los circuitos.

#### Estudios de propagación de las ondas decamétricas realizados por el CCIR

En lo que concierne a las comunicaciones por ondas decamétricas que hasta fecha reciente constituían el medio principal de transmisión, creo que podemos sacar ciertas lecciones provechosas de los estudios realizados en materia de propagación ionosférica. Me refiero a que el CCIR, como todos ustedes saben, en el marco de sus estudios fundamentales de propagación

de las ondas radioeléctricas, explicó por primera vez la relación existente entre la actividad del Sol y la de la ionosfera y permitió predecir la distribución mundial de las frecuencias críticas en el caso de propagación con incidencia vertical en la ionosfera. Merece destacarse especialmente el hecho de que el trabajo de investigación científica haya cristalizado en la forma de predicciones que son esencialmente prácticas.

No obstante, creo que los estudios realizados sobre otro de los temas primordiales, es decir el cálculo de la intensidad de campo media de las señales y el establecimiento de las curvas de propagación, han requerido excesivo lapso de tiempo. A este estudio se llevaba concediendo particular atención desde la IX Asamblea Plenaria (Los Ángeles, 1959).

En aquella época, Estados Unidos, Japón, la Unión Soviética, y la República Federal de Alemania habían propuesto varios métodos de cálculo de la intensidad de campo. El método de Estados Unidos, elaborado en el Laboratorio Central de Propagación Radioeléctrica, era el más completo y el más práctico. Procede señalar que, en 1932, el Dr. Shogo Namba propuso inicialmente un método de cálculo basado en el concepto de atenuación, debida a la absorción y reflexión, en la propagación ionosférica de las ondas decamétricas. Siguiendo su escuela, yo mismo propuse, en tanto que método japonés, un método perfeccionado de cálculo que se había establecido basándose en los resultados de estudios sobre el mecanismo de propagación de las señales de impulsos de incidencia oblicua.

Se ha debatido prolongadamente cuál de los dos métodos debía adoptarse sin que haya podido llegarse a un acuerdo entre los distintos países, pero recientemente ha quedado establecido el denominado método de cálculo de la intensidad de campo del CCIR que es aplicable por computador. Además, basándose en el método que yo propuse, se ha logrado un consenso mundial por lo menos sobre el método de cálculo de la intensidad de las señales que se propagan por la capa E esporádica; esta propagación experimenta un comportamiento sumamente complejo.

La Asamblea Plenaria va a aprobar, en forma de Recomendación, estos dos importantes métodos de cálculo de la intensidad de campo, pendientes desde hace tanto tiempo. No puede ser mayor mi satisfacción de que esto ocurra poco antes de la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones. Quiero rendir el más sincero homenaje al Dr. D. K. Bailey, Relator Principal de la Comisión de Estudio 6, por su valioso estímulo y por la manera como ha dirigido estos trabajos.

Sin embargo, como investigador en el ámbito de las ondas radioeléctricas, considero lamentable perder la oportunidad de recoger los grandes beneficios que hubiéramos podido conseguir de haberse desarrollado un método de cálculo de esta índole en el apogeo de la era de las ondas decamétricas, en vez de ahora, que están declinando.

#### La ciencia radioeléctrica y el CCIR

El rasgo más sobresaliente de las radiocomunicaciones, con independencia del modo por el que se efectúen, es que utilizan el espacio libre como medio de transmisión, que resulta inevitablemente afectado, en mayor o menor grado, por los fenómenos naturales. Las telecomunicaciones por ondas decamétricas dependen de hecho de las condiciones de la ionosfera, y las comunicaciones terrenales por microondas están sometidas a los fenómenos troposféricos. Incluso la ionosfera o la troposfera, según la frecuencia que se utilice afectan a las telecomunicaciones espaciales.

De esa manera, las radiocomunicaciones y la ciencia radioeléctrica guardan una estrecha correlación. Cabe decir que las radiocomunicaciones por ondas decamétricas guardan la más estrecha relación con la ciencia radioeléctrica, puesto que la propagación de dichas ondas depende totalmente de la ionosfera. El punto débil de las radiocomunicaciones por ondas decamétricas reside en que la ionosfera sufre a veces perturbaciones causadas por la actividad solar, y las condiciones de propagación resultan inestables.

En consecuencia, los estudios de las características de la ionosfera y de los fenómenos solares, que son la fuente de las perturbaciones, han constituido durante mucho tiempo temas principales de la ciencia radioeléctrica. En los últimos años, con las observaciones realizadas a partir de satélites artificiales, tales estudios han llevado al gran desarrollo de una nueva ciencia que tiene por objeto la relación entre los fenómenos solares y terrestres, incluida la magnetosfera.

En 1935, el Dr. J. H. Dellinger publicaba en la *Physical Review* su teoría de las perturbaciones ionosféricas de comienzo repentino, que se producían en un ciclo de 54 días. Esa teoría me estimuló sobremanera, y quedé absorbido por la investigación. En el curso de ese estudio, en 1938, pude medir la aparición de un fuerte ruido solar en la banda de ondas decamétricas, en el periodo de las perturbaciones ionosféricas de comienzo repentino. En 1932, el Sr. K. G. Jansky publicó un informe sobre la observación del ruido galáctico. ¿Cómo podíamos imaginarnos que esas fuentes de ruido cósmico tendrían hoy tal influencia en la técnica de las telecomunicaciones por satélite?

La propagación ionosférica es, en verdad, un tema de investigación profundo y atrayente para un científico. Existe un gran número de fenómenos interesantes, como el silbido, la dispersión ionosférica hacia adelante, la dispersión en tierra, el centelleo, las tormentas ionosféricas, los impulsos meteóricos y otras anomalías ionosféricas.

Cuando se lanzó el *Sputnik-1*, en octubre de 1957, medimos la dirección de llegada y el desplazamiento por efecto Doppler de las señales del satélite utilizando el radiogoniómetro de visión directa, desarrollado por nosotros para la investigación de la propagación de las ondas decamétricas. También en ese mismo periodo, pudimos comprobar directamente la existencia de la dispersión en tierra de las ondas decamétricas.

Creo que esta clase de investigación es sumamente importante, pero que los estudios del CCIR no deben desviarse de su objetivo principal por un exceso de búsqueda del conocimiento científico. Según un proverbio japonés «el cazador que persigue un gamo no ve las colinas», lo que equivale a decir que una persona que se consagra a una cosa no observa nada más. Al mismo tiempo, en una conferencia internacional es necesario tener en cuenta el mayor número de opiniones posible, pero los temas principales no deben perderse de vista por un exceso de cautela.

El espectro de frecuencias radioeléctricas constituye un recurso limitado, patrimonio de toda la humanidad, y el CCIR debe centrar sus esfuerzos en estudiar la tecnología de las radiocomunicaciones para utilizarla con eficacia y establecer medios de comunicación con la menor interferencia mutua. Estimo que la investigación científica fundamental debe dejarse esencialmente a organismos como la Unión Radiocientífica Internacional (URSI).

#### Conclusión

El CCIR se encuentra ante una nueva era de las telecomunicaciones. La tecnología de los satélites acaba de extenderse a las radiocomunicaciones del servicio móvil marítimo, y la realización de satélites de radiodifusión se ha convertido en una cuestión de ejecución práctica. El alcance de los estudios del CCIR se está ampliando, especialmente en materia de investigación espacial. El límite superior del espectro de las frecuencias de que se ocupa en sus estudios el CCIR, ha pasado de 45 a 275 GHz, y después de 275 a 3000 GHz. El CCIR está tratando actualmente de elevar dicho límite hasta las frecuencias de la luz.

Para concluir, deseo aprovechar esta oportunidad para expresar la esperanza de que el CCIR podrá desempeñar un papel cada vez más eficaz a la vanguardia del desarrollo de las radiocomunicaciones, en lo que pudiéramos considerar la actual era de transición.

# Anéctodas dedicadas a la celebración del Cincuentenario del CCIR

por Dr. Y. Y. Mao\*

## Prólogo

Cuando los miembros de la Comisión de Redacción del CCIR preparan los textos que han de someterse a la próxima Asamblea Plenaria, no tienen tiempo de pensar en las palabras proféticas pronunciadas por el General Ferrié en la I Asamblea Plenaria celebrada en 1929, ni siquiera en las condiciones en que fue creada la Comisión de Redacción por la II Asamblea Plenaria celebrada en 1931. Esto puede explicarse por el volumen cada vez mayor de textos que tienen que examinar, lo que les deja poco tiempo para reflexiones históricas, pero se debe también a que la mayor parte de los miembros de la Comisión de Redacción, al igual que la mayoría de los participantes en los trabajos de las Comisiones de Estudio, no conocen bien la historia del CCIR.

El Dr. Y. Y. Mao, que está muy al corriente no sólo de las técnicas actualmente estudiadas por las diversas comisiones sino también de los trabajos realizados por el CCIR desde su creación, tiene el gran mérito de exponer, en un texto de agradable lectura, lleno de vena poética y de exactitud histórica, los hechos salientes que han caracterizado el nacimiento y la vida del CCIR hasta su 50.º aniversario.

Es muy conveniente que todos los que se interesan por el desarrollo de las radiocomunicaciones dediquen un poco de tiempo a leer y meditar el resumen de la historia del CCIR redactado por el Dr. Mao. Tendrán la agradable sorpresa de descubrir que la historia de un organismo internacional con vocación técnica puede a veces resultar tan apasionante como una novela de aventuras, porque es una aventura impresionante y que suscita el entusiasmo, mantenerse siempre en la vanguardia del progreso en un domino técnico en constante y rápida evolución.

El Cincuentenario del CCIR ofrece la ocasión de mirar al pasado y medir el camino recorrido desde 1929, pero debe incitarnos también a mirar decididamente hacia el futuro. Al igual que el General Ferrié era, ya en 1929, un partidario convencido y entusiasta de la conquista del espacio y del desarrollo de esta nueva técnica que se llamó la astronáutica, debemos esforzarnos por imaginar las vías más fecundas para el desarrollo de las radiocomunicaciones del año 2000 y más allá, como por ejemplo los sistemas que funcionan en las gamas ópticas (visible e infrarrojo) del espectro (en el marco de la Cuestión 53/1 del CCIR), o incluso los sistemas de radiocomunicación destinados a la detección de la vida «extraterrestre» (Cuestión 17/2).

Marcel Thué, Gran Premio de la Electrónica «General Ferrié», 1968, y Presidente de la Comisión de Redacción del CCIR desde 1970

<sup>\*</sup> Texto presentado en la XIV Asamblea Plenaria del CCIR, Kyoto 1978.

#### Prefacio

Este año, el CCIR cumple 50 años. Sin embargo, como las radiocomunicaciones comenzaron bastante antes de 1928, para narrar toda la historia tenemos que empezar por la invención de la radio. Es una historia fascinante cuyo primer personaje es James Clerk Maxwell (1831-1879), un genial matemático y físico escocés, que estableció una serie de ecuaciones, basadas en fenómenos eléctricos observados anteriormente, y a partir de ellas predijo la existencia de ondas electromagnéticas. En Alemania, Heinrich Rudolph Hertz (1857-1894) las comprobó experimentalmente y llegó a producir una débil descarga con un tosco transmisor y un tosco receptor. Esta descarga, aunque ligera, no sólo confirmó las predicciones de Maxwell sino que también sentó las bases de las comunicaciones radioeléctricas.

Esa tenue chispa de Heinrich Rudolph Hertz hizo también posible lo imposible. Sin la radio, la idea de comunicación a gran distancia podría describirse utilizando un antiguo dicho chino, «un idiota que cuenta su sueño». Sin embargo, Hertz y otros precursores convirtieron ese sueño en realidad, y ahora corresponde a esta generación y a las futuras construir sabiamente sobre los cimientos puestos en el pasado. El CCIR desea contribuir a este futuro desarrollo en los años venideros.

Las ondas radioeléctricas no conocen fronteras nacionales. La regulación a escala internacional del empleo de las ondas radioeléctricas es indispensable en mayor grado que la de cualquier otra actividad humana. A medida que los problemas se hicieron más complejos, se hizo sentir la necesidad de un comité consultivo para estudiar los aspectos técnicos y, en la Conferencia Radiotelegráfica de Washington, celebrada en 1927, se decidió su creación.

Sin embargo, el nacimiento de este importante órgano internacional no careció de dificultades. Había muchos recelos por parte de muchos participantes. En el Comité Técnico, un participante declaró:

«...La técnica inalámbrica está todavía en proceso de desarrollo. Una de dos, o el Comité se limita a reunir documentación de los diversos países, en cuyo caso basta con la Oficina Internacional de Berna, o trata de realizar exámenes técnicos y estudios de organización, lo cual será un proceso lento en vista de la complejidad de los problemas e intereses que el asunto entraña.

Así pues, retardará el progreso y las aplicaciones prácticas, ya que la mayoría de las Administraciones, en vista del prestigio de los que componen el Comité, se considerarán obligadas a solicitar y esperar sus recomendaciones previas y a tenerlas en cuenta.

Por consiguiente, estimamos que la creación de un Comité de esta índole debe aplazarse al menos hasta la próxima conferencia.»\*

<sup>\*</sup> Véase « Documents de la Conférence radiotélégraphique internationale de Washington, 1927 », página 449.

## Otro participante formuló la siguiente réplica:

« Por el contrario, la radiotelegrafía está evolucionando a la velocidad del rayo. Hace 30 años no existía y ahora se encuentra ya en una etapa avanzada de desarrollo.

Los científicos determinarán los aspectos teóricos y los ingenieros estudiarán el aspecto práctico. En el intervalo que separa las conferencias internacionales (de ordinario cinco años) pueden realizarse muy grandes progresos. Por consiguiente, ¿no será acertado que exista un Comité internacional que pueda examinar, en el periodo entre conferencias y con carácter continuo, las cuestiones que puedan surgir? No es necesario esperar a que se fusionen en uno los Convenios Telegráfico y Radiotelegráfico para establecer ese Comité.»\*

# En las actas del Comité del Convenio, puede leerse lo siguiente:

[Un delegado había indicado que] «el recelo que se observaba entre algunos delegados tenía un motivo que tal vez fuera mejor explicar con toda franqueza».

[Algunas delegaciones] «temen que el Comité Técnico propuesto se limite a promover los intereses de compañías poderosas, lo que contribuiría a que se recomendara la utilización de equipo y aparatos fabricados por ellas. Antes de proceder a votación y para aclarar la discusión, quería decir en público, categóricamente y sin ambajes, lo que muchos colegas, con razón o sin ella, piensan en privado».\*\*

Con el transcurso de los años, desapareció gradualmente esta actitud negativa, y hoy día nadie ha suscitado la más ligera duda sobre la necesidad de ese Comité Consultivo.



<sup>\*</sup> Ibid., página 449.

<sup>\*\*</sup> Ibid., página 129.

Hace 50 años, en la histórica fecha del 18 de noviembre de 1927, se creó el órgano internacional conocido como el CCIR por 30 votos a favor, 26 en contra y 11 abstenciones, en la 6.ª Sesión Plenaria de la Conferencia Radiotelegráfica de Washington.

El instrumento jurídico que plasma este acontecimiento histórico dice como sigue:

## ARTÍCULO 13bis\*

Se establecerá un Comité Consultivo Internacional Radiotécnico para estudiar las cuestiones técnicas y otras cuestiones conexas relativas a las comunicaciones radioeléctricas.

Su composición, funciones y actividades se definen en el Reglamento General anexo al presente Convenio.

## El texto pertinente del Reglamento General dice como sigue:

## ARTÍCULO 34\*\*

- 1. El Comité Consultivo Internacional Técnico de Comunicaciones Radioeléctricas, establecido por el Artículo 13bis del Convenio, se encarga de estudiar las cuestiones técnicas y otras cuestiones conexas que interesan a las radiocomunicaciones internacionales y que le someten las Administraciones o las empresas privadas participantes. Se limita su función a emitir recomendaciones sobre las cuestiones que haya estudiado. Transmite estas recomendaciones a la Oficina internacional, para su comunicación a las Administraciones y empresas privadas interesadas.
- 2. El Comité está compuesto, para cada reunión de expertos, de las Administraciones y empresas privadas autorizadas de explotaciones radioeléctricas que deseen participar en sus trabajos y se comprometan a contribuir, a partes iguales, a los gastos comunes de la reunión prevista. Los gastos personales de los expertos corren a cargo de la Administración o la empresa privada que los envía.

Los expertos de dichas empresas privadas autorizadas participan en los trabajos con carácter consultivo. Sin embargo, cuando un país no está representado por una Administración, los expertos de las empresas privadas autorizadas de ese país disponen, en su conjunto e independientemente de su número, de un solo voto.

3. La Administración de los Países Bajos se encargará de organizar la primera reunión del Comité Consultivo Internacional Técnico de Radiocomunicaciones y de establecer el programa de los trabajos de dicha reunión.

<sup>\*</sup> Véase « Documents de la Conférence radiotélégraphique internationale de Washington 1927 », p. 789.

<sup>\*\*</sup> Ibid., página 967.

A comienzos de siglo, la investigación en el campo de las radiocomunicaciones se llevó a cabo de manera teórica y experimental. Su progreso fue rápido y continuo, como caminar con ambos pies. La tenue chispa de Hertz encendió la imaginación humana y fue seguida por los inventos de Poulsen (el arco) y Fleming (la válvula termiónica) que hicieron posibles las oscilaciones electromagnéticas sostenidas, pero los investigadores en esta esfera son acreedores el genio de Laplace, Fourier y Bessel, matemáticos del siglo anterior que, entre muchos otros, dedujeron ecuaciones y funciones que ayudaron al análisis riguroso de los fenómenos electromagnéticos, sentando así una sólida base sobre la cual se realizaron nuevos progresos en la ciencia radioeléctrica.

Hasta el momento, la doctrina fundamental de «caminar con ambos pies» ha sido siempre y por doquier evidente y se ha reflejado en muchos logros del CCIR; «... los científicos determinarán los aspectos teóricos y los ingenieros estudiarán el aspecto práctico», como declaró un participante en la Conferencia Radiotelegráfica de 1927.

La I Asamblea Plenaria del *Comité consultatif international technique des communications radioélectriques* (en aquel tiempo, el francés era el único idioma utilizado) se celebró en La Haya, Países Bajos, en septiembre-octubre de 1929. En su sesión inaugural, el General Gustave Ferrié, Presidente de la delegación francesa, en respuesta al discurso de bienvenida del Dr. P. J. Reymer, Ministro del *Waterstaat*, pronunció un discurso histórico del que se toman los siguientes pasajes de perenne interés:

«¿No se extiende de hecho el horizonte de nuestro pensamiento como resultado de las ondas que cubren la Tierra y llegan a las más altas capas de la atmósfera y tal vez penetran el espacio interplanetario, como admiten ciertas teorías de ecos retardados recientemente observados?

Si se demostrara definitivamente esta propagación a distancia, cierta forma de energía producida por el hombre habría llegado por primera vez a otros cuerpos del sistema solar y podría tal vez ser observada, constituyendo así el más extraordinario fenómeno de la física moderna. Podemos enorgullecernos legítimamente del resultado de nuestra labor que desde ahora está asociada con la geofísica y la astrofísica.»

Menos de medio siglo después, el CCIR, tras haber logrado enormes éxitos en los estudios sobre comunicaciones espaciales, con ánimo semejante pero en dirección inversa, ha adoptado una nueva cuestión sobre los requisitos que en materia de radiocomunicación deben satisfacer los sistemas destinados a la búsqueda de vida extraterrestre.

¡Que gran profeta el General Ferrié al predecir la forma que iban a adoptar los acontecimientos futuros!

En el mismo discurso inaugural, el General Ferrié pronunció las siguientes palabras:

«...Tiempo, trascendental palabra y más cargada de sentido que ninguna otra, pues nos recuerda las horas que han transcurrido y los límites de la vida. Ha inspirado a tantos poetas como hombres de ciencia. Nuestro Corneille, en particular en un madrigal dirigido a una bella dama, dice tristemente:

«El tiempo se deleita en ultrajar Todo lo más hermoso: Marchitará tus rosas Como ha arrugado mi frente.» Para sorpresa nuestra, pensamientos tristes muy semejantes, también en estilo poético, fueron expresados algunos siglos antes, muy lejos en el tiempo y en el espacio, en una inmortal obra clásica china, «El sueño de la cámara roja», cuyo autor escribe, en una escena titulada «Tai-yu entierra las flores»:

« Hoy se rien cuando tu entierras las flores marchitas. ¿Quién conoce al que te enterrará a ti cuando llegue tu hora?»

# El General Ferrié proseguía:

«...Tenemos que medir con la mayor precisión este precioso e inexorable tiempo, por lo que debemos estar infinitamente agradecidos al gran físico y astrónomo Huygens, que forma parte de la gran pléyade de grandes hombres de Holanda que honraron a la humanidad en el campo de la ciencia.

Ya célebre por sus trabajos de astronomía y física, en particular por su teoría ondulatoria de la luz, completada después por Fresnel y Young, concibió en 1657 la idea de mantener un péndulo en movimiento dándole un nuevo impulso a cada oscilación mediante un mecanismo denominado «escape de áncora».

Antes de este descubrimiento, el tiempo no era una cantidad mensurable. Sólo había relojes de agua, espejos horarios y relojes de sol, aunque se habían hecho, sin éxito, algunos intentos de construir relojes de resorte. Por consiguiente, Huygens es el hombre que nos ha permitido medir el tiempo. Digno es de todo honor.

Vamos a emprender el trabajo con celo y confianza y, como Su Excelencia ha recomendado, dirigiremos todos los esfuerzos a formular ruegos y recomendaciones sobre las cuestiones de nuestro programa que puedan mejorar la técnica y contribuir a desarrollar la aplicación de la radioelectricidad.»

Sin lugar a dudas, estas observaciones finales del General Ferrié, pronunciadas en el discurso inaugural hace 50 años, siguen siendo una fuente de inspiración y aliento para muchos que participan hoy en los trabajos del CCIR.

En otro contexto, los tiempos han cambiado. En 1927, cuando se discutía la creación del CCIR, fueron Estados Unidos, Francia e Inglaterra los que se opusieron a la idea, mientras que Alemania e Italia la apoyaban. Medio siglo después, esos tres países que se oponían a la creación del CCIR han llegado a ser sus más ardientes defensores\*.

El concepto de tiempo que el General Ferrié evocaba en su discurso inaugural es el recíproco de frecuencia. «Frecuencia», expresada ahora en hercios, en honor del precursor de la radio, es un término utilizado cada día y en casi todos los documentos del CCIR.

Los 50 años de existencia del CCIR son tantos años dedicados al estudio de las ondas electromagnéticas, con la frecuencia como su principal parámetro.

Al llegar aquí, puede ser interesante presentar una visión general del estado de la técnica radioeléctrica en aquella época, a fin de apreciar mejor la importancia del CCIR, cuya creación acabamos de describir.

Las radiocomunicaciones salieron del laboratorio gracias a Marconi, Popov y otros a comienzos de siglo. Se utilizaron en primer lugar para comunicar con los barcos en ruta, a lo que se adaptaban admirablemente. Cuando se celebró la Conferencia Radiotelegráfica de Washington, los aviones empezaban a ser el medio de transporte complementario de los barcos. Nadie puede pretender, ni en el más fantástico de los sueños, que los aviones puedan funcionar con seguridad y fiabilidad, si es que pueden hacerlo en absoluto, sin las radiocomunicaciones.

<sup>\*</sup> Véase « Du sémaphore au satellite », p. 229.

En el decenio de 1920, surgió otra aplicación de las radiocomunicaciones, la radiodifusión. En 1927, la *British Broadcasting Company* cambió su nombre por el de *British Broadcasting Corporation*. Las palabras de apertura de un programa de radiodifusión, fuera de noticias, teatro, música, o sencillamente cuentos, «Aquí la BBC», aseguraban al oyente, dondequiera que se encontrara, instrucción, información o entretenimiento de un alto valor cultural. Ese mismo año comenzó la radiodifusión normal francesa, desde la Torre Eiffel. En Estados Unidos, funcionaban hasta 733 estaciones de radiodifusión. Éstos son sólo los datos más salientes; muchos otros acontecimientos en esta esfera podrían sin duda citarse para otros países. En cualquier caso, desde 1927 la ciencia y la técnica unieron sus esfuerzos en una empresa sin precedentes: la Radiodifusión.

Desde el punto de vista teórico, el fenómeno de la transmisión de señales a través del espacio vacío debió de ser sumamente fascinante, sobre todo para los que la experimentaron por primera vez. Ya en 1902, tratando de explicar la notable hazaña de Marconi al transmitir señales radioeléctricas desde Inglaterra a Newfoundland en 1901, Kennelly y Heaviside propusieron la idea de una capa conductora en torno a la Tierra. Sin embargo, en aquel tiempo se estudiaba sobre todo el uso de la onda de superficie, cuya propagación depende de las características eléctricas del suelo.

En 1909, Arthur Sommerfeld, en un trabajo publicado en *Annalen der Physik*, investigó el efecto de un plano de conductividad finita sobre la radiación de un dipolo oscilante. Se reconoció desde el principio que su solución podría interpretarse como un haz de ondas planas reflejadas y refractadas en la superficie de la Tierra con distintos ángulos de incidencia. Este punto de vista fue desarrollado por Weyl. Van der Pol estudió en 1935 una solución interesante y útil de la expresión de Sommerfeld y Weyl, pero esto fue algunos años después de la Conferencia Radiotelegráfica de Washington y trataremos de ello más adelante.

En toda justicia, no se puede prescindir de las importantes contribuciones de los radioaficionados en los primeros días de las radiocomunicaciones. Aunque tan antiguos como la propia técnica radioeléctrica, los radioaficionados no siempre gozaron del prestigio que se merecen. Para 1912, había muchas estaciones estatales y comerciales y centenares de radioaficionados; era necesaria una reglamentación, y aparecieron leyes, licencias y especificaciones de longitud de onda. La posición oficial frente a los radioaficionados era más o menos la siguiente, incluso en países donde sus actividades no estaban prohibidas:

«Los radioaficionados... Ah! Sí... bueno, encerradlos en los 200 metros y menos, con lo cual no saldrán nunca de su patio.»

Es posible que debamos mucho a los radioaficionados por su ignorancia de las investigaciones realizadas por Sommerfeld, Weyl, y muchos otros; si las hubieran conocido, no hubieran hecho experimentos con ondas de menos de 200 m, a las que habían sido relegados, ya que según la teoría clásica esas ondas no podían propagarse a larga distancia. Sin embargo, los aficionados pusieron precisamente en ellas todo su empeño. Es dudoso que estuvieran mejor informados de las teorías defendidas por Kennelly y Heaviside sobre la ionosfera; en todo caso, sus hipótesis de la existencia de la ionosfera eran demasiado fragmentarias en aquel tiempo. Con todo, los aficionados continuaron sus experimentos, a la buena ventura. Los informes indicaron que a medida que disminuía la longitud de onda (o que aumentaba la frecuencia) los resultados eran mejores. En noviembre de 1923, se logró una comunicación transatlántica bidireccional entre aficionados en ondas de 110 metros. Otras estaciones bajaron a 100 m y también ellas pudieron fácilmente comunicar en ambos

sentidos a través del Atlántico. Se había iniciado el abandono de la región de los 200 m. Había comenzado la era de la «onda corta», sólo cuatro años antes de la fundación del CCIR.

No hay que olvidar que las ondas radioeléctricas se habían utilizado también para el servicio fijo, como la telefonía y la telegrafía. Así pues, cinco servicios importantes, a saber, el servicio fijo, el móvil marítimo, el móvil aeronáutico, la radiodifusión y los radioaficionados, entraron en escena para atribuirse una parte lo más grande posible del limitado espectro de radiofrecuencias, que sólo desde entonces fue considerado como un recurso natural disponible.

Desde 1927, había empezado en serio la interminable batalla de las frecuencias, que fue adquiriendo mayor vehemencia con el transcurso del tiempo.

Los participantes en la I Asamblea Plenaria del CCIR entraron en la *Ridderzaal* (Sala de los Caballeros) para la reunión inaugural de La Haya, Países Bajos, en la histórica fecha del 18 de septiembre de 1929, con estos antecedentes del estado de la técnica radioeléctrica en su mente.

En su I Asamblea Plenaria, el CCIR siguió un programa de trabajo propuesto por la Administración holandesa. Esto contrasta con la práctica actual, según la cual las cuestiones y programas de estudio tienen que ser aprobados por 20 Administraciones, como mínimo, o por la Asamblea Plenaria.

La I Asamblea Plenaria estableció comisiones de organización, normalización, cooperación y explotación, para tratar de 16 temas del orden del día, dos de los cuales se referían a la organización y los demás a cuestiones técnicas. Por tratarse de la I Asamblea Plenaria, predominaron los temas relativos a la organización. De la secretaría se encargó la Administración anfitriona, con la cooperación de funcionarios de la Oficina Internacional de la Unión Telegráfica, conocida después como Oficina de Berna.

Hace 50 años, no existía la Junta Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB). Por tanto, muchos de los espinosos problemas que ahora incumben a ese organismo eran de la competencia del CCIR. Así pues, la información sobre la atribución de frecuencias, así como su reglamentación por la Oficina de Berna, constituyen el tema de las primeras Recomendaciones del CCIR.

Algunos de los problemas técnicos del orden del día fueron las definiciones relativas a la potencia y a las gamas de frecuencia, el estudio de la radiación por ondas decamétricas (de 6 a 30 MHz), la medición de la frecuencia, la comprobación técnica de las emisiones, las tolerancias de frecuencia, la anchura de banda ocupada, la separación de frecuencias, las emisiones espúreas, el desvanecimiento, la directividad, el ruido atmosférico y las licencias de aficionados.

Una atenta lectura de las actas de esta reunión muestra que los problemas técnicos que dieron lugar a las discusiones más prolongadas fueron los de la estabilidad de las emisiones y la medición de frecuencias.

Las conclusiones de la reunión (50 páginas) comprenden 29 Recomendaciones (cinco de ellas relativas a organización) y siete Cuestiones. En el párrafo 2 de los considerandos de la Recomendación N.º 1, se dice lo siguiente:

«...2) que algunas Cuestiones pueden quedar sin resolver tras las reuniones del CCIR...»

frase que sugiere que muchos de los participantes comprendían que había algunos problemas a los que era imposible dar una solución inmediata.

De las 24 Recomendaciones técnicas, siete se referían a problemas de medición de frecuencias y estabilidad, y las demás se referían a la atribución de frecuencias, limitación de la potencia de los transmisores de radiodifusión a 100 kW y la eliminación de los transmisores de chispa.

La II Asamblea Plenaria se celebró en Copenhague, en mayo-junio de 1931, por invitación de Dinamarca. La lista de los temas del orden del día de esta II Asamblea Plenaria muestra que ya se había recorrido algún camino desde la Asamblea Plenaria de La Haya; se dio especial importancia a la coordinación de las radiocomunicaciones marítimas con la red terrestre y a mejorar la calidad de las emisiones. Entre otros temas, cabe citar los enlaces con trenes en movimiento y el establecimiento de una lista de símbolos y una terminología.

El trabajo se dividió entre seis comisiones: además de las cuatro establecidas en la I Asamblea Plenaria, la II Asamblea Plenaria, creó una Comisión de Emisiones y una Comisión de Redacción.

Los debates muestran interés por técnicas nuevas tales como las emisiones en banda lateral única y conceptos nuevos tales como la intensidad de campo necesaria para la recepción. Se puso también interés en los aspectos más generales de la propagación y en el estudio de los receptores.

La inminencia de la Conferencia de Telecomunicaciones de Madrid en 1932 dio especial importancia a esta II Asamblea Plenaria. Se planteó la cuestión de si el CCIR debía, sobre la base de las Recomendaciones adoptadas en sus dos primeras reuniones, someter a esa conferencia propuestas de enmienda del Reglamento General.

Las actas finales de esta reunión contienen 23 nuevas Recomendaciones y 14 Cuestiones; además de los problemas ya discutidos en la I Asamblea, se refieren a temas tales como el establecimiento de transmisiones de frecuencias patrón.

La III Asamblea Plenaria del CCIR (llamado ahora Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones) se celebró en Lisboa, en septiembre-octubre de 1934, por invitación de Portugal. El estudio de los diversos problemas se dividió de nuevo entre seis comisiones, con el mismo mandato que en la anterior Asamblea Plenaria. Cabe mencionar que esta Asamblea Plenaria inició el estudio de algunos problemas que se encuentran aún en el orden del día de algunas reuniones del CCIR, tales como la separación mínima entre estaciones de radiodifusión por ondas decamétricas, la radiodifusión en banda lateral única, la propagación por la onda refleiada en FM y la intensidad de campo mínimo para recepción de televisión. Se estudió también a fondo la organización del CCIR. No se podía pensar todavía en una secretaría permanente. Las Administraciones plantearon nuevas cuestiones y las acompañaron de una explicación; se eligió a una Administración para centralizar el estudio de cada cuestión o grupo de cuestiones afines; la Administración que se ofreció para recibir la nueva reunión fue designada como Administración de coordinación, encargada de comunicar a las demás Administraciones su plan para la distribución de los temas del orden del día entre las diversas comisiones, asegurar los servicios de secretaría para las reuniones y cursar las invitaciones. El Presidente del CCIR fue nombrado en la sesión plenaria de apertura.

Las actas finales de esta III Asamblea Plenaria del CCIR contienen 27 nuevas Recomendaciones y 18 Cuestiones. Una de estas Recomendaciones presenta curvas de propagación de ondas medias de día y de noche y diagramas para calcular el campo de las ondas cortas.

La IV Asamblea Plenaria del CCIR, la última antes de la segunda guerra mundial, se celebró en Bucarest, en mayo-junio de 1937. Asistieron a ella unos 200 participantes y los

trabajos se dividieron entre las mismas comisiones que en las dos precedentes Asambleas (organización, definición y normalización, cooperación, utilización, emisión y redacción). Una vez más, se dio gran importancia a los problemas de organización. La delegación de Estados Unidos llevó un grupo de traductores y taquígrafos, a sus propias expensas, para traducir los documentos presentados en francés (en aquel tiempo, el Convenio estipulaba que las actas de las conferencias y todos los documentos de la Union debían escribirse en francés). Al igual que en otras reuniones, se celebraron algunos debates sobre las condiciones para la participación de órganos distintos a las Administraciones, tales como la Liga de Naciones, por ejemplo.

Entre los temas técnicos que despertaron particular interés, cabe citar el estudio de medios para superar la escasez de frecuencias para radiodifusión (estabilización, sincronización), y los relativos a la interferencia en los servicios móviles, la telefotografía y la clasificación de las ondas.

Las actas finales de esta IV Asamblea Plenaria comprenden 47 Recomendaciones y 20 Cuestiones. Contienen, entre otras cosas, un proyecto de terminología en seis idiomas, una Recomendación que establece las condiciones de cooperación con el Comité Internacional Especial de Perturbaciones Radioeléctricas (CISPR) y una lista de símbolos elaborada por la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI). Las cuestiones examinadas abarcan prácticamente las esferas de las actuales Comisiones de Estudio del CCIR, a excepción de los sistemas de relevadores radioeléctricos y las comunicaciones espaciales.

Los trabajos de esta Asamblea Plenaria se vieron influenciados por la proximidad de las Conferencias Administrativas Telegráfica, Telefónica y de Radiocomunicaciones que, por primera vez, iban a celebrarse bajo los auspicios de la nueva UIT, establecida en la Conferencia de Telecomunicaciones de Madrid. Estas conferencias administrativas se celebraron en El Cairo el año siguiente.

Suecia invitó al CCIR a celebrar su V Asamblea Plenaria en Estocolmo en 1942 pero, por desgracia, esta Asamblea Plenaria no pudo celebrarse hasta 1948.

En aquella época, el tema que ocupaba la atención de los eminentes científicos e ingenieros del mundo en la esfera de las radiocomunicaciones era sin duda la propagación de las ondas radioeléctricas. Como se ha mencionado anteriormente, Sommerfeld, en un artículo titulado Propagation of Waves in Wireless Telegraphy (La propagación de las ondas en la telegrafía sin hilos), publicado en Annalen der Physik, volumen 28, 1909, encontró la primera solución para el campo producido por una antena vertical corta en la superficie de una tierra plana de conductividad finita. Sin embargo, se le había prestado poca atención hasta que R. H. Barfield la utilizó para explicar la atenuación de la onda de superficie en las señales de radiodifusión, en un artículo titulado Attenuation of Wireless Waves over Land, publicado en el Journal of Electrical Engineering, volumen 66, 1928. Posteriores análisis del mismo problema realizados con diversos métodos por Weyl, Sommerfeld, en 1926, Balthasar van der Pol y K. F. Niessen, y W. H. Wise, se apartaron ligeramente de la solución original de Sommerfeld debido a un error de signo en la derivación original descubierto por K. A. Norton, cuyo trabajo titulado Propagation of radio waves over a plane Earth (La propagación de las ondas radioeléctricas en una tierra plana), publicado en Nature, volumen 125, 1935, causó sensación. El trabajo de Charles R. Burrows, The surface wave in radio propagation over plane Earth (La onda de superficie en la propagación radioeléctrica sobre tierra plana), Proc. I.R.E., volumen 25, 1937, confirmó experimentalmente que era correcto el análisis utilizado. Otros científicos, como T. L. Eckersley y G. Millington, por nombrar a algunos, hicieron también contribuciones importantes. Su trabajo Application

of the Phase Integral Method to the Analysis of the Diffraction and Refraction of Wireless Wayes Round the Earth (Aplicación del método de la integral de fase al análisis de la difracción y refracción de las ondas radioeléctricas en torno a la Tierra), en Philosophical Magazine, volumen 27, 1939, tuvo tambien una importancia muy grande.

Un grupo de participantes en la IV Asamblea Plenaria del CCIR, celebrada en Bucarest en 1937, empezó a utilizar los conocimientos acumulados disponibles en aquella fecha para idear curvas de propagación acordadas internacionalmente. Estas curvas tienen un valor histórico, ya que fueron adoptadas por la próxima Conferencia Administrativa de Radiocomunicaciones, celebrada en El Cairo en 1938, y llegaron a ser conocidas como las «curvas de El Cairo». Siguen siendo parcialmente válidas hoy día, ya que todavía se utilizaron en la Conferencia de Radiodifusión por ondas kilométricas y hectométricas celebrada en 1975 en Ginebra.

#### El CCIR desde 1947

La segunda guerra mundial paralizó todos los esfuerzos internacionales en la esfera de las radiocomunicaciones. Sin embargo, el mayor invento del tiempo de la guerra, el *radar*, debe considerarse como un avance sensacional en el desarrollo de las radiocomunicaciones que influiría considerablemente en los trabajos futuros del CCIR. Abrió el campo de las bandas de ondas centimétricas a los servicios en los que se requieren grandes anchuras de banda. Las técnicas de exhibición visual en el radar se prestaron considerablemente a nuevos perfeccionamientos en materia de televisión. Tendremos ocasión de ocuparnos de este tema más adelante, cuando tratemos de las contribuciones del CCIR a la televisión en color.

Aceptando una sugerencia de Estados Unidos, el Gobierno de la URSS invitó a las otras cuatro de las cinco potencias victoriosas, Estados Unidos, China, Francia y el Reino Unido, a reunirse en Moscú para preparar la próxima Conferencia Internacional de Telecomunicaciones. La Conferencia de Moscú, celebrada en 1947, fue una conferencia preliminar, pero muchas de las modernas características de la UIT, tal como se conoce hoy, derivan de los debates celebrados cerca del Kremlin en aquella época. Las delegaciones volvieron a sus países después de 21 días de conferencia; el Gobierno de Estados Unidos, tras escuchar el informe de sus delegados, invitó, por conducto de la Oficina de Berna, a todos los Miembros de la UIT a asistir a una Conferencia de Plenipotenciarios en Atlantic City, en 1947, así como a una Conferencia Administrativa de Radiocomunicaciones y a una Conferencia Administrativa de Radiocimunicaciones y a una

Los meses del verano de 1947 no fueron fáciles para los 600 delegados de 76 países que se reunieron en Atlantic City. Muchos de los antiguos problemas de la UIT habían adquirido un carácter nuevo y mucho más apremiante en el mundo de la posguerra; otras dificultades, debidas al progreso científico en el campo de las telecomunicaciones, exigían una solución urgente.

En esta Conferencia de Atlantic City, se adoptaron las importantes decisiones de crear la Junta Internacional de Registro de Frecuencias y la Secretaría Permanente del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones. Se trazaron las estructuras de estos dos órganos. El funcionamiento del CCIR fue desde entonces determinado por su Asamblea Plenaria y su Secretaría Especializada.

En cumplimiento de la promesa hecha en la IV Asamblea Plenaria celebrada en Bucarest antes de la guerra, la Administración sueca renovó su invitación, que fue aceptada, a celebrar la V Asamblea Plenaria en Estocolmo en 1948. En esta reunión, no sólo se

emprendió la organización de la propia Asamblea Plenaria sino que se realizó también algún trabajo preparatorio, en particular para coordinar el trabajo que había quedado pendiente desde Bucarest.

Esta V Asamblea Plenaria, primera después de la guerra, adoptó 35 Recomendaciones y elaboró un programa para el estudio de 33 Cuestiones, muchas de las cuales eran nuevos textos de las antiguas. Adoptó también una estructura de 13 Comisiones de Estudio, de conformidad con la naturaleza de las cuestiones que habían de estudiarse.

Desde entonces, las Asambleas Plenarias se han celebrado regularmente a intervalos de unos tres años y han dotado al CCIR de una organización que asegura la debida continuidad en el estudio de las diversas Cuestiones. Aunque la Asamblea Plenaria tiene autoridad para adoptar Recomendaciones, el trabajo fundamental se realiza en las Comisiones de Estudio. Algunas de las Comisiones celebran reuniones cuando el estudio de un tema es urgente; ejemplos de esta práctica son las reuniones de la Comisión de Estudio 11 (Televisión) en 1949 y en 1950, para estudiar las normas de televisión en blanco y negro; la reunión de la Comisión de Estudio 14 celebrada en 1954 para estudiar los sistemas de relevadores radioeléctricos en su esfera de competencia.

Otras reuniones de Comisiones de Estudio se han convocado para la preparación técnica de conferencias administrativas. Cabe citar, en particular, la reunión de las Comisiones de Estudio 5, 6 y 11 en Estocolmo, en mayo de 1952, antes de la Conferencia Europea de Radiodifusión, y la reunión del grupo de expertos de las Comisiones de Estudio 5, 10 y 11 en Cannes, en febrero de 1961, antes de la Conferencia Europea de Radiodifusión por ondas métricas y decimétricas (Estocolmo, 1961).

Sin embargo, la mayor parte del trabajo se realiza en las Asambleas Plenarias. Al principio de cada una de ellas o, desde 1966 unos meses antes, las Comisiones de Estudio celebran reuniones en las que ultiman documentos técnicos. Éstos se someten después a la propia Asamblea Plenaria para su aprobación. De este modo, los procedimientos de trabajo y en especial la redacción final de los textos en cada Asamblea Plenaria permite recopilar, al final de cada Asamblea Plenaria, los textos examinados por cada Comisión de Estudio y disponer después de todos los documentos, ya se trate de nuevos textos o de textos antiguos mantenidos y actualizados. Además de estas Comisiones de Estudio, que son la espina dorsal del CCIR para el estudio de los problemas que se le someten, cada Asamblea Plenaria establece comisiones para estudiar problemas generales y preparar textos apropiados, cuando es necesario. Como norma habitual, se establecen las Comisiones de Finanzas (encargada del control del presupuesto desde 1970), de Organización y de Cooperación Técnica.

Es prácticamente imposible resumir la labor de las Asambleas Plenarias desde la IV Asamblea Plenaria celebrada en Ginebra, como se hizo con las anteriores. En cada una de estas Asambleas Plenarias, se adoptaron textos sobre los temas más tradicionales de la radiocomunicación (ya mencionados al hablar de la I Asamblea Plenaria), tales como la calidad de las emisiones, la propagación y las propiedades de los receptores. Sin embargo, las modificaciones introducidas en estas Recomendaciones e Informes en cada Asamblea Plenaria son el resultado de una investigación constante. Se añaden también al repertorio muchos temas nuevos que reflejan el enorme crecimiento de la esfera de actividades del CCIR. En realidad, son reflejos de los avances realizados en radiocomunicaciones, en el más amplio sentido de la palabra.

Hay que mencionar, sin embargo, algunas esferas en las que el CCIR ha desempeñado un papel especialmente importante, por ejemplo:

- dispositivos automáticos de alarma a bordo de barcos;
- grabación del sonido para intercambio internacional de programas de radiodifusión;
- radioastronomía;
- sistemas de relevadores radioeléctricos;
- comunicaciones espaciales.

Este último tema ha tenido una importancia cada vez mayor para el CCIR. Volveremos sobre él al tratar de las Comisiones de Estudio.

### El Convenio Internacional de Telecomunicaciones

Las partes del Convenio de Telecomunicaciones de la UIT relativas a la labor del CCIR no han experimentado cambios importantes desde la Conferencia de Plenipotenciarios de Atlantic City. En realidad, las partes pertinentes del nuevo Convenio (Málaga-Torremolinos, 1973) reproducen palabra por palabra las del Convenio de Montreux (1965) y son las siguientes:

- 308 2. (1) Las cuestiones que ha de estudiar cada Comité consultivo internacional, sobre las cuales debe formular recomendaciones, son las que a cada uno de ellos presenten la Conferencia de Plenipotenciarios, una conferencia administrativa, el Consejo de Administración, el otro Comité consultivo o la Junta Internacional de Registro de Frecuencias, además de aquellas cuyo estudio haya sido decidido por la Asamblea Plenaria del Comité consultivo mismo o pedido o aprobado por correspondencia en el intervalo entre sus Asambleas por veinte Miembros de la Unión, como mínimo.
- 419 1. Las Asambleas Plenarias de los Comités consultivos internacionales están autorizadas para someter a las conferencias administrativas proposiciones que se deriven directamente de sus recomendaciones o de las conclusiones de los estudios que estén efectuando.»

Sin embargo, antes de 1965, para la adopción de una cuestión bastaba con la aprobación de 12 Administraciones.

#### Las comisiones de estudio

En las primeras Asambleas Plenarias, los temas de estudio se examinaban en Comisiones, como se hace en las Conferencias Administrativas. Desde la V Asamblea Plenaria, celebrada en Estocolmo en 1948, se constituyeron Comisiones de Estudio, asignándose a cada una un mandato diferente. Los interesados anuncian su participación por conducto de las respectivas Administraciones, y actúan en calidad de expertos, y no como representantes de sus países. Es en las Asambleas Plenarias donde las Administraciones, que son soberanas, deciden aceptar los textos redactados previamente por las Comisiones de Estudio, o reservar su posición al respecto.

Al finalizar la V Asamblea Plenaria existían 13 Comisiones de Estudio; en 1951, la XI Asamblea Plenaría creó la décimocuarta (Vocabulario). El nombre de esta Comisión de Estudio ha cambiado en varias oportunidades: ahora se la conoce como CMV, y es una Comisión de Estudio Mixta CCIR/CCITT.

En la VIII Asamblea Plenaria, celebrada en Varsovia en 1956, se modificó el mandato de la Comisión de Estudio 9, a fin de que se ocupase exclusivamente de los sistemas de relevadores radioeléctricos. La siguiente Asamblea Plenaria que tuvo lugar en Los Ángeles, en 1959, cambió por «Servicios móviles» la denominación de la Comisión de Estudio 13, que se ocupa de los servicios móviles marítimo, aeronáutico y terrestre.

La principal innovación en la estructura de las Comisiones de Estudio del CCIR fue, sin embargo, motivada por la iniciación de la labor sobre sistemas espaciales. El lanzamiento del primer satélite artificial por la URSS anunció los albores de la era espacial. En realidad, los objetivos de este primer experimento no eran particularmente ambiciosos.

Dentro del marco de los estudios científicos del Año Geofísico Internacional (AGI), el primer satélite artificial de la Tierra, que era de forma esférica y contaba con un pequeño transmisor de sólo 1 vatio, debía medir ciertos parámetros en la vecindad inmediata de nuestro planeta. Intencionalmente o no, ese experimento inauguró una gigantesca empresa, y en sólo 20 años hemos asistido a los espectaculares éxitos alcanzados en casi todas las iniciativas espaciales.

Fue durante ese mismo periodo cuando los viajes espaciales, hasta entonces confinados a los relatos de ciencia-ficción — que, ocultos bajo los pupitres escolares, mantenían absortos y maravillados a nuestros jóvenes — se convirtieron en algo real y actual, en cosa de todos los días; «Superman» es hoy un mortal, es Gagarin, Glenn, o cualquiera de los cosmonautas o astronautas que siguieron sus pasos.

Si los viajes espaciales son fascinantes por sí mismos, la posibilidad de un satélite o una sonda espacial con gran fiabilidad y precisión abrió también nuevos horizontes — tanto en la acepción literaria como científica de este término — para las telecomunicaciones, la meteorología, la navegación y muchas otras disciplinas científicas. Aunque la ciencia espacial es la de más reciente origen, la aplicación de sus técnicas, que deben ocuparse de señales muy débiles, puede extenderse fácilmente al ámbito de la más antigua de las ciencias, estudiada desde la antigüedad por los chinos y los griegos: la astronomía. La íntima colaboración entre las comunicaciones espaciales y la radioastronomía ya no pertenece a la ciencia-ficción. Con unas y otra se procura aumentar nuestro conocimiento del universo, por lo que muchos de sus objetivos son análogos. No puede sorprender, pues, que los sistemas espaciales están casi siempre relacionados con la radioastronomía, y esto es lo que hizo necesaria la labor de la Comisión de Estudio 4.

Así pues, en la IX Asamblea Plenaria, celebrada en Los Ángeles en 1959, se decidió transferir a la Comisión de Estudio 5 los temas relativos a la propagación de la onda de superficie y dedicar la Comisión de Estudio 4 a los sistemas espaciales. El Gobierno de Estados Unidos reconoció una importancia sin precedentes a la referida asamblea. El Presidente de ese país, General Dwight D. Eisenhower, le auguró éxito en un telegrama personal.

Es conocido el mandato de esta Comisión de Estudio 5 durante sus diez años de existencia. Consistía en el «estudio de las cuestiones técnicas relativas a los sistemas de telecomunicación con ubicaciones espaciales y entre ellas, y a la radioastronomía». Fórmula breve y precisa, ya que, como afirma el antiguo adagio, «a buen entendedor, con pocas palabras basta». Todos los que participaron en la labor de esta Comisión de Estudio han sentido sin duda algo de la emoción y humildad de los que en otros tiempos preparaban la partida de los carromatos hacia lejanas regiones: un largo viaje hacia lo desconocido. El mismo sentimiento debe haber invadido a todos los cosmonautas y astronautas, encabezados por Gagarin y Glenn, pero en una escala muchísimo mayor, puesto que en su caso lo desconocido no se

limitaba a dos dimensiones — como para los viajeros que nunca abandonaban la superficie terrestre — sino que se extendía en tres o aún en cuatro, si se incluye la dimensión tiempo.

El tema de lo desconocido se asocia a veces con el de la visión del futuro. Esa visión tampoco falta al CCIR. Basta con recordar las palabras del General Ferrié sobre la difusión de las ondas radioeléctricas en el espacio interplanetario en la sesión inaugural de la I Asamblea Plenaria. Con la constitución de la Comisión de Estudio 4, dedicada a los sistemas de comunicaciones espaciales, se hizo realidad un viejo sueño.

Desde la época de aquella visión, hasta los triunfos de las sondas espaciales — que representaron «Un toque de Venus» o «Paseo en la Luna» en el escenario del universo — el hombre demostró de modo espectacular su ingenio en la conquista de lo desconocido. Mientras los astronautas y cosmonautas siempre ocuparon lugares destacados ante las candilejas, los hombres de ciencia e ingenieros que trabajan entre bastidores — incluidos los expertos en telecomunicaciones, como los que colaboran con el CCIR — raramente se hacen notar, y menos aún obtienen reconocimiento, a pesar de que sin ellos las hazañas espaciales no habrían sido posibles.

La primera reunión de la nueva Comisión de Estudio 4 se celebró en Washington en 1962. Fue inaugurada por Lyndon B. Johnson, a la sazón Vicepresidente de Estados Unidos.

Esta Comisión trabajó con éxito y respondió a las esperanzas depositadas en ella.

Con el advenimiento de las comunicaciones espaciales se concretó también otro sueño, particularmente grato a los telespectadores. Mediante el empleo de satélites como estaciones transmisoras o retransmisoras en el cielo, la red intercontinental de televisión es ya una realidad.

Tampoco faltan en el haber del CCIR las actividades tendientes a favorecer el desarrollo de la televisión, iniciadas ya hace largo tiempo.

Trasladémosnos nuevamente 50 años atrás. En 1929, la British Broadcasting Corporation ensayaba el sistema mecánico ideado por John L. Baird, para transmisiones experimentales regulares desde su estudio londinense. En la misma época, Zworykin efectuó, en una reunión del *Institute of Radio Engineers*, una demostración del empleo de tubos de rayos catódicos para la presentación de imágenes, concebido por primera vez por C. F. Braun en 1897.

Este sistema de presentación de las imágenes es, junto con la exploración electrónica, el principio básico empleado hasta el presente.

La segunda guerra mundial interrumpió el desarrollo de la televisión, pero finalizada aquélla se adaptaron a la televisión muchas de las técnicas ideadas para el radar. Ambos tipos de aparatos tienen, en efecto, muchos rasgos comunes.

El CCIR, que reanudó sus actividades tras una interrupción de un decenio, emprendió de inmediato el estudio de los problemas de la televisión, que se contaron entre los principales temas abordados, Ello se hizo en dos frentes:

- mejora de la calidad de servicio;
- normalización.

En lo que se refiere a esta última, no debe olvidarse que el gran número de sistemas existentes en esa época constituía un serio obstáculo. Estos sistemas se identificaban por el número de líneas en el cuadro de la imagen: 405, 525, 625 y 819. En una nota a la Recomendación 29 aprobada en Estocolmo se expresaba:

«Se es consciente de que ciertas consideraciones técnicas, como las diferentes frecuencias de la red de alimentación eléctrica empleada o las diferentes asignaciones de frecuencias a la televisión en las distintas regiones, pueden demorar considerablemente la extensión de la normalización a todo el mundo; sin embargo, habida cuenta del rápido desarrollo que probablemente experimentará la televisión en los próximos años, debe prestarse urgente atención al problema a fin de solucionarlo en el ámbito geográfico más amplio posible, procurando llegar rápidamente a un acuerdo sobre las normas.»

En vista de tal urgencia y de la dificultad de obtener ese acuerdo por correspondencia, y según lo dispuesto en el Reglamento de Radiocomunicaciones vigente en esa época, la Comisión de Estudio 11 celebró una reunión en Zurich en el verano de 1949, seguida por viajes a Estados Unidos, Francia, Países Bajos, y Reino Unido a fin de presenciar demostraciones.

Concluidas tales demostraciones, la Comisión de Estudio 11 se reunió en Londres para discutir los resultados. Se constituyó en tal ocasión una subcomisión presidida por el Dr. W. Gerber (Suiza) a fin de elaborar los detalles para las normas de 625 líneas. El informe final de la Subcomisión Gerber es de enorme importancia en los anales del desarrollo de la televisión. Se fijaban en ese documento los principales parámetros técnicos para el sistema de televisión de 625 líneas. Si bien en esa época sólo se estudiaba la televisión en blanco y negro, las exigencias de la compatibilidad hicieron que, más tarde, la componente de luminancia de la señal de televisión en color se ajustase bastante estrictamente a las mismas normas.

También es de gran importancia una observación que figura en el informe del extinto Erik Esping, a la sazón Relator Principal de la Comisión de Estudio 11:

«... A juicio del Relator Principal, la Comisión de Estudio 11 deberá interesarse más en el futuro en los problemas de la televisión en color que lo que se ha interesado en el pasado...»

A partir de ese momento, la televisión en color ocupa un lugar de primer plano en las deliberaciones del CCIR.

Si bien los creadores de la televisión en color siempre obtuvieron la imagen por adición de tres colores primarios — rojo, verde y azul — pocos saben a quién se debe la idea de la televisión en color compatible, a pesar de tratarse de una conocida personalidad: Georges Valensi, Director del CCIF, organismo de la UIT que, al ser refundido con el CCIT, constituyó el CCITT que hoy conocemos.

En 1938, Valensi propuso la separación de las transmisiones de luminancia y crominancia, idea nueva en esa época. Pero su sistema conserva aún hoy otro aspecto original: la reducción a un solo parámetro de la crominancia, o más bien de la cromaticidad.

Esta propuesta, aparentemente sencilla, tenía mucha mayor importancia que la que se advierte a primera vista. Entraña la idea de compatibilidad, es decir, de que la señal de televisión en color debe poder producir, en los receptores en blanco y negro, una imagen de este tipo. Inversamente, una señal de televisión en blanco y negro debe poder producir una imagen, igualmente en blanco y negro, en un receptor en color.

En lo sucesivo «compatibilidad» ha constituido el concepto esencial en los estudios del CCIR sobre los sistemas de televisión en color.

Como resultado de una decisión adoptada por la Comisión de Estudio 11 en la reunión celebrada en Bruselas en abril de 1955, y siguiendo el precedente de 1949, las mismas Administraciones — Estados Unidos, Francia, Países Bajos y Reino Unido — invitaron

nuevamente a los participantes en la Comisión de Estudio 11 del CCIR a asistir a demostraciones de televisión en color en sus países, en la primavera de 1956. El informe se presentó adjunto a un documento sometido a la VIII Asamblea Plenaria de Varsovia por el Relator Principal de la Comisión de Estudio 11.

El referido documento llevaba también anexa una carta del extinto Profesor Dr. Balthasar van der Pol, Director del CCIR en esa época, en la que exhortaba a adoptar una norma mundial única para la señal de televisión en color. Transcribiremos unos párrafos de esa carta:

« Se convino en que aún era posible establecer una norma común para estas bandas en ciertas partes del mundo, en particular en la Región 1 y en algunos otros países y que debían realizarse estudios.

A petición del Relator Principal de la Comisión de Estudio 11, y con el acuerdo unánime de la Comisión, me dirijo a todas las Administraciones para solicitarles que estudien con el mayor detenimiento esta posibilidad antes de adoptar decisiones que puedan dificultar la adopción de tal norma en el futuro.»

Transcurrieron diez años. La Comisión de Estudio 11 adoptó conclusiones sobre el tema en la reunión final celebrada en Oslo en el verano de 1966, antes de la XI Asamblea Plenaria del CCIR.

Estas conclusiones se juzgarán diferentemente según se sea pesimista u optimista. Se dice a menudo que un buen método para distinguir entre ambas categorías de personas es presentarles una botella de vino: mientras el pesimista la verá medio vacía, el optimista la verá medio llena.

De modo semejante, los optimistas se congratulaban de esas conclusiones, ya que en lo sucesivo solo existirían en el mundo tres grandes sistemas de televisión en color — el NTSC, el PAL y el SECAM — mientras que los pesimistas consideraban una catástrofe que hubiese tres normas en lugar de una sola.

George Hansen, Director Técnico de la Unión Europea de Radiodifusión, escribió un extenso artículo para el número de agosto de 1966 de la *EBU Technical Review* titulado «La televisión en color en Europa», que concluía con las siguientes palabras:

«Evidentemente puede procurarse encontrar los culpables del fracaso de Oslo y de los fracasos anteriores en la cuestión de la televisión en color, y ciertamente pueden señalarse muchos errores y oportunidades perdidas — un libro entero podría escribirse acerca de ello — pero tal atribución de responsabilidades dificilmente será ahora de utilidad alguna. Cada país ya está haciendo lo posible, como se hizo patente en Oslo, para imputar la culpa a otros. Ello no conducirá a nada, ya que en definitiva la causa debe hallarse en la falta de una voluntad general de cooperación en Europa. Quizás sean necesarios muchos más fracasos y lecciones antes de que comience a percibirse claramente una voluntad en tal sentido. Quizás se requiere de nosotros aún más fe, valor y paciencia, sobre todo paciencia.

'Moriré con tanto amor en mi corazón por Europa como el que siento por Francia; a veces querría ponerme de rodillas para implorarle que no se deje dividir por celosos enconos, que no olvide su misión, su tarea común, que es la civilización.'

¿De quién son estas palabras? ¿Tal vez de un estadista francés antes de la creación del Mercado Común? No, pertenecen a Ernesto Renan, en *la Revue des Deux Mondes* del 15 de noviembre de 1882.

Después de la Conferencia de Oslo, estas palabras todavía pueden hacernos meditar.»

No obstante, los ingenieros y científicos no carecen de recursos. A pesar de no haberse establecido una normá unica para la televisón en color en todo el mundo, sigue siendo posible conectar entre sí los tres sistemas de normas diferentes, con una ligera disminución de la calidad, por medio de transcodificadores. La importancia de este procedimiento es cada vez mayor, dadas las posibilidades de interconexión que ofrecen los satélites. También desarrolla una labor en tal sentido la CMTT, otra Comisión de Estudio Mixta del CCIR y el CCITT.

Heinrich Hertz infirió, a partir de las ecuaciones de Maxwell, la existencia de ondas electromagnéticas. El hombre de ciencia británico Arthur C. Clarke advirtió, a partir de las leyes de los movimientos planetarios de Kepler, la superioridad de los satélites geostacionarios. Ya en octubre de 1945, en un artículo publicado en Wireless World, señaló que un satélite artificial de la Tierra situado en una órbita a 36 000 km del suelo, la recorrería con una periodicidad igual a la de la rotación de nuestro globo «y si su plano coincidiese con el del ecuador terrestre, giraría con la Tierra y quedaría así estacionario sobre el mismo punto del planeta. Permanecería fijo en el cielo de todo un hemisferio y, a diferencia de otros cuerpos celestes, no saldría ni se pondría... Supongamos ahora que se instalase una estación de ese tipo en la referida órbita. Podría disponer de equipos de recepción y de transmisión y actuar como repetidor entre dos puntos cualquiera del hemisferio correspondiente, empleando cualquier frecuencia capaz de penetrar la ionosfera... Una sola estación podría proporcionar cobertura únicamente a la mitad del globo y para un servicio mundial se necesitarían tres, aunque sin duda habría interés en emplear un número mayor».

Una peculiaridad del CCIR es su ubicuidad, u omnipresencia, siempre que surge un nuevo problema relativo a las radiocomunicaciones. Aunque la órbita de los satélites geostacionarios es solo una tenue línea, una simple entidad geométrica, el CCIR se sintió obligado a ocuparse de ella, puesto que la recorren ingenios empleados en las radiocomunicaciones. Existían, por supuesto, razones más apremiantes, como se advertirá a medida que avancemos en este relato.

En él no sólo describiremos progresos técnicos en geofísica y astrofísica — y ya hace medio siglo, el 18 de septiembre de 1929, en la reunión inaugural de la I Asamblea Plenaria, el General Ferrié preveía que un día podríamos «... enorgullecernos legítimamente de los resultados de nuestra labor, que quedaría en adelante asociada a la geofísica y a la astrofísica» — sino que veremos también uno de los procedimientos a que recurren las Comisiones de Estudio del CCIR en el desempeño de sus funciones: la constitución de Grupos Interinos de Trabajo, integrados por expertos, para tratar aspectos particulares de un problema.

Como cualquier otro recurso natural, la órbita de los satélites geostacionarios, por ser única, no puede prestar servicios ilimitados a la humanidad. Una vez que un satélite geostacionario ocupa una posición determinada, ejerce influencia en satélites vecinos, en forma de ruido de interferencia. Esta influencia depende de muchos factores, y en primer término, por supuesto, de la frecuencia. Es evidente que debe estudiarse la utilización eficaz de esta órbita en las distintas frecuencias. Como primera aproximación tomemos el caso más simple, en el que se supone que todos los sistemas de satélites geostacionarios son idénticos y que todos los satélites, incluso si pertenecen a diferentes sistemas, también son iguales. Esto constituye lo que se denomina un conjunto homogéneo, y se advierte facílmente que existirá una separación mínima entre satélites vecinos, por debajo de la cual la interferencia causada se tornará inaceptable. Si se supone que esta separación es de 5°, el número total de satélites en órbita no podrá exceder de 72, si se quiere que sean geoestacionarios.

Pero en realidad las cosas no son tan simples. En primer lugar, se ignora cuál es la capacidad teórica máxima de la órbita de los satélites geostacionarios, por lo que es imposible asignar valores porcentuales a la eficacia de su utilización. En segundo lugar, la demanda de tráfico no está uniformemente distribuida en torno a la Tierra, sino que depende de la distribución de la población y de otros factores que sería largo detallar. Así pues, ciertos segmentos de la órbita estarán más congestionados que otros. En tercer lugar, diferentes servicios espaciales con características muy diferentes — el fijo, el móvil y el de radiodifusión, para mencionar sólo algunos de ellos — compiten entre sí, ya que todos emplean la órbita de los satélites geoestacionarios.

Éstos son los aspectos fundamentales del problema que movió a la Comisión de Estudio 4 del CCIR a establecer, en su Reunión Intermedia de 1968, un Grupo Interino de Trabajo dedicado exclusivamente al estudio del uso eficaz de la órbita de los satélites geoestacionarios. En un principio, ese Grupo se ocupó exclusivamente del servicio fijo por satélite, pero gradualmente muchas de las conclusiones a que llegó se adaptaron a otros servicios espaciales.

Desde su creación, el Grupo Interino de Trabajo celebró seis reuniones, en Ottawa, Londres, Melbourne, Ginebra, Munich y Washington. Las conclusiones a que llegó en éstas se sometieron a la Comisión de Estudio 4, que las incorporó a los textos del CCIR.

«Gobernar es prever», dice un difundido adagio. El CCIR ha previsto con acierto la evolución futura. Su sabia decisión de crear el Grupo Interino de Trabajo a fin de estudiar con el máximo detalle la utilización eficaz de la órbita de los satélites geoestacionarios es una importante aportación para evitar «un gran desorden bajo el cielo», como aquel de que hablaban los chinos en una época en que se tenía a la Tierra por el centro del universo y en que aún no se soñaba siquiera con satélites geoestacionarios.

Se han elegido las comunicaciones espaciales y la televisión en color para comentarlas más detenidamente, teniendo en cuenta sus repercusiones en la vida moderna. La ciencia colabora con el arte y el CCIR sigue marchando con ambos pies. Podrían mencionarse muchas otras realizaciones de las Comisiones de Estudio del CCIR, menos conocidas pero no por ello menos importantes.

# La Secretaría especializada

Desde la creación de la Secretaría Especializada del CCIR en la Conferencia de Atlantic City, se sucedieron varios Directores y el personal permanente aumentó de cinco a treinta. En esta publicación con que se conmemora el Cincuentenario corresponde dedicar unos párrafos a honrar la memoria del Profesor Dr. B. van der Pol, que fue elegido por unanimidad primer Director del CCIR.

Transcribiremos un extracto de la Introducción a la «Selección de trabajos científicos» (Selected Scientífic Papers) de B. van der Pol, escrita por H. B. F. Casimir, con quien lo unía una gran amistad:

«Balthasar van der Pol fue un hombre notable por muchas razones. Era un científico destacado y un conferenciante brillante, pero se lo recordará también como un diplomático prudente y un presidente inteligente e imparcial de reuniones internacionales. Sobresalía por su pericia en muchos dominios: era un lingüista consumado y un músico de gran erudición, con un cabal conocimiento de la armonía y el contrapunto y un sentido muy fino de los

tonos; como estenógrafo podía rivalizar con un profesional... Quienes lo conocieron más de cerca evocarán con gratitud estímulantes conversaciones y festivos debates y recordarán con afecto a un anfitrión pleno de simpatía y generosidad.

En sus primeros trabajos, van der Pol utilizaba las matemáticas como un instrumento, pero más tarde comenzó a interesarse cada vez más en las matemáticas por sí mismas. Le fascinaba el cálculo operacional de Heaviside y la teoría de las transformaciones de Laplace que son instrumentos indispensables en la teoría de circuitos; en colaboración con Bremmer publicó un importante volumen sobre una formulación ligeramente diferente del método de Heaviside. Ese libro contiene un cúmulo de resultados analíticos y cabría quizá afirmar que van der Pol estaba en general más interesado en las fórmulas explícitas elegantes que en los teoremas generales. En años posteriores la teoría de los números pasó a ser uno de sus principales intereses.

La influencia de los trabajos de van der Pol puede describirse aún de otro modo. Aunque el estudio de las ondas electromagnéticas fue inicialmente una de las ramas fundamentales de la física, las radiocomunicaciones podrían haber seguido siendo un terreno de desordenado empirismo y aventuradas empresas comerciales, si no fuera por la influencia de hombres como van der Pol que destacaron la necesidad de un enfoque más científico. Quizás en ciertas ocasiones haya exagerado la importancia de los aspectos matemáticos formales en comparación con la de las aplicaciones prácticas o el significado físico, pero no cabe duda que al insistir en la importancia del análisis, al demostrar el poder de los métodos matemáticos y al iniciar a muchos colegas más jóvenes en este modo de razonar, contribuyó mucho a elevar toda la disciplina a un nivel superior, preparando el camino para su futuro desarrollo.»

Si bien el CCIR es esencialmente una organización técnica, su caracter internacional le impide permanecer ajena a la política. Aquellos de nosotros que han sufrido las devastaciones de la guerra mundial no pueden olvidar fácilmente la tensión que existía en la posguerra, derivada de la llamada guerra fría. La guerra fría ha sido reemplazada por la distensión internacional, pero aún nos harán sonreir las siguientes citas de un discurso pronunciado por van der Pol en ocasión de su jubilación, después de haber dedicado los mejores años de su vida a la causa del CCIR, cuyo Cincuentenario celebramos:

« Al pensar en el carácter internacional de la labor del CCIR vino a mi mente la idea de que el número de países del mundo, o el número de Miembros de la UIT, es casi igual al número de elementos químicos existentes.

También se me ocurrió que, además de su número, hay muchas otras analogías entre los elementos químicos por una parte y los países por otra. Por ejemplo, hay elementos de grandes moléculas y los hay de pequeñas, del mismo modo que hay grandes y pequeños países.

Por otra parte, hoy se conocen muchos isótopos que presentan gran semejanza con el elemento de origen. Quizás podrían compararse con los Miembros asociados de la UIT, que a menudo muestran gran semejanza con su madre patria.

Sabido es, también, que hay muchos elementos químicos que no se combinan con otros, mientras que ciertos elementos muestran gran afinidad entre si y se combinan mediante enlaces mono-, bi- o trivalentes. Quizás lo mismo puede decirse de diferentes países.

Además, en química y en física sucede a menudo que un elemento se ioniza, debido a que un electrón súbitamente lo abandona y pide asilo en otro elemento. La prensa cotidiana nos informa de casos análogos.

Algunos elementos muestran gran estabilidad, mientras que otros son menos estables. La historia permite trazar un paralelo con algunos países.

También es sabido que hay elementos naturales y artificiales, y quizás mi país natal puede compararse a un elemento artificial, ya que los Países Bajos han sido prácticamente recuperados del mar. Pero no puedo menos de hacer otra comparación con mi país de residencia, Suiza, Sede de la Unión. Estoy seguro que nuestros amigos suizos no tendrán objeciones a que compare Helvecia, que podría abreviarse He, con el helio, que es un «Edelgas» neutro, o neutral, y muy estable.

Volviendo a las analogías generales, hay por una parte elementos radioactivos que muestran constantes señales de actividad interna y finalmente se desintegran, mientras que otros elementos permanecen en calma. Se me ha señalado un posible paralelo también en este caso.

Por supuesto, en química hay radicales, y hay también elementos conservadores, como los gases inertes, y quizás lo mismo puede decirse en el otro dominio. No debemos olvidar tampoco a las tierras raras.

Además, se estudian actualmente los núcleos de estos elementos, que antes se consideraban indivisibles, pero que, según hoy se sabe, son compuestos y bastante complejos, así como la estabilidad y resonancia de estos núcleos en caso de excitación externa, pero a este respecto no quiero entrar en muchos detalles. Tampoco describiré el germanio, ni el polonio, aunque esté tentado de hacerlo. Simplemente concluiré estas observaciones expresando la esperanza de que quizás, algún día, un nuevo Mendeleieff sistematizará este campo tan complejo.

Pero volvamos al CCIR, del que dejaré de ser Director dentro de unos meses. Sé que hay quienes piensan que la jubilación es una catástrofe en la vida. Me apresuro a decir que no considero en modo alguno que mi jubilación sea tal cosa, porque como ustedes saben tengo muchos intereses personales y ansio disponer de tiempo para ocuparme de ellos. Siento, no obstante, tener que separarme de tantos buenos amigos como cuento entre los delegados a las Asambleas Plenarias del CCIR. Me siento feliz y orgulloso de que mis relaciones con todos ustedes sean muy cordiales y de que puedo considerar amigos personales a varios delegados que conozco desde hace largo tiempo. Reconozco que es triste separarse de ellos después de tantos años de grata colaboración.

Ahora que el CCIR estará pronto en las manos de mi viejo amigo el Dr. Metzler, experimento algo semejante a lo que siente un padre cuya hija, educada con el mayor cuidado y afecto, está por contraer matrimonio con el hombre que ha elegido, y en cuya elección no he tenido, como padre, influencia alguna. En estas circunstancias, podría decir a mi futuro hijo político, el Dr. Metzler, que conservará sin duda su afecto si la trata gentilmente, y reconoce y tolera desde el principio algunas de sus peculiaridades, que parecen más graves de lo que son en realidad. También podría decirle que es una buena muchacha, digna de su afecto, inteligente y bien educada, si se me permite a mí decirlo, pero que en raras ocasiones muestra cierta obstinación, que no debe olvidar que ejercen una fuerte y constante influencia sobre ellas unos 90 países, de los que ya he hablado.

Me corresponde, como padre, entregar la novia, y espero que habrá una numerosa descendencia de recomendaciones, cuestiones, programas de estudio, etc.»

# Una ojeada al futuro

Antes de que transcurra mucho tiempo el CCIR — que tiene por mandato realizar estudios y formular Recomendaciones «sobre las cuestiones técnicas y de explotación relativas específicamente a las radiocomunicaciones» habrá dejado atrás, marchando siempre con

«ambos pies», las evocaciones de su Cincuentenario, y ya es tiempo de que miremos la esfera de cristal y formulemos algunas predicciones razonables.

Puesto que han demostrado su superioridad en muchos sentidos, las telecomunicaciones espaciales seguirán desarrollándose, y a un ritmo acelerado. La congestión de las bandas de frecuencias obligará a utilizar frecuencias cada vez más elevadas, para lo cual son imprescindibles las técnicas digitales. Las señales deberán atravesar la atmósfera terrestre, y como siempre habrá lluvias y nevadas, deberán hallarse modos de combatir sus efectos. También cabe prever que las frecuencias ópticas se clasificarán como radiofrecuencias y se utilizarán en las telecomunicaciones. El CCIR deberá estudiar su empleo.

A medida que ciertas porciones de la órbita de los satélites geoestacionarios se vayan congestionando excesivamente, se irán introduciendo retransmisores entre satélites a fin de poder distribuir de modo más uniforme los satélites en la órbita. Dado que a 36 000 km de altura no hay lluvia ni nieve, será posible emplear para tales retransmisiones frecuencias muy elevadas, quizás ópticas.

El universo se convierte en nuestro escenario, y el cielo ya no es el límite.

Después de haber contribuido a que las radiocomunicaciones alcancen su actual estado de desarrollo, el CCIR avanza hacia el futuro con renovado vigor y con una confianza aún mayor; sin abandonar nunca la norma de marchar con ambos pies, se prepara para efectuar otro gran salto adelante, a lo desconocido.

Una de las incógnitas se ha concretado sin duda en una cuestión adoptada en septiembre de 1976, que en su parte principal expresa:

« ¿Cuáles son las características más probables de las señales radioeléctricas que podrían transmitir civilizaciones extraterrestres, y cuáles son los requisitos y características técnicas de un sistema para buscarlas?»

Hasta ahora el estudio de los fenómenos electromagnéticos está más o menos circunscrito a la interacción de cargas y corrientes eléctricas cuyas magnitudes varían con el tiempo pero que no pertenecen a sistemas que se hallan en movimiento relativo entre sí y con respecto al observador. Cuando se trata de estos últimos sistemas, entra en juego la teoría de la relatividad restringida de Einstein. Así pues, en lo sucesivo, quienes se ocupen de radiocomunicaciones deberán tener un cabal conocimiento de la física, lo que demuestra la exactitud de la profecía formulada por el General Ferrié en la Sesión Inaugural de la I Plenaria, 50 años atrás.

Las ecuaciones de Maxwell y las leyes de los movimientos planetarios de Kepler, totalmente independientes entre sí en su origen, se unen para hacer posibles las comunicaciones espaciales. Van der Pol citó una vez los versos de un poeta inglés, Francis Thompson, al describir el poder de las matemáticas. No son menos apropiados aquí:

«Un poder inmortal todas las cosas, Próximas o lejanas, Ocultamente Tiene entre sí ligadas. Si agitas una flor, Sin duda alguna, perturbas una estrella.» Y para citar a Lewis Carroll, en «Alicia en el país de las maravillas»:

- « 'Es inútil', exclamó, 'uno no puede creer cosas imposibles.'
- 'Me atrevería a decir que no tienes mucha práctica', le contestó la Reina, 'cuando tenía tu edad, siempre me dedicaba a ello media hora por día. ¡Si a veces he llegado a creer seis cosas imposibles antes del desayuno!'»

ÍNDICE	ágina
Preámbulo, por el Sr. MILI	
Cincuenta años del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR), por el Sr. R. C. Kirby	1
El CCIR, la ciencia radioeléctrica y las radiocomunicaciones, por el Dr. Kenichi Miya	27
Anécdotas dedicadas a la celebración del Cincuentenario del CCIR, por el Dr. Y. Y. Mao	31

Dorso: Dos fotografías enlazadas por un puente de medio siglo.

En otra época...

I Asamblea Plenaria del CCIR, Ridderzaal (Sala de los Caballeros) 18 de septiembre de 1929

... Cincuentenario

XIV Asamblea Plenaria del CCIR (Sala de conferencias internacionales de Kyoto) 7 de junio de 1978



