

Radiovigilancia e Interceptación

La historia de las radiocomunicaciones comenzó con Oersted, quien en 1820 descubrió la relación existente entre la corriente eléctrica en un conductor y el campo magnético generado. Faraday (1791 – 1867) comprobó que la variación de campos magnéticos tiene relación con la generación de campos eléctricos. Maxwell (1831 – 1879) desarrolló la teoría de las ondas electromagnéticas antes que fueran descubiertas en 1888 por Hertz (1857 – 1894). Los principios fundamentales para el uso práctico de ondas electromagnéticas en la transmisión inalámbrica – radio-transmisión – fueron estipulados por Popoff (1859 – 1905) y Marconi (1874 – 1937), quienes realizaron sus experimentos en la última década del siglo pasado.

El progreso técnico fué enorme y servicios especiales de radio se agregaron pronto a las tareas de las compañías nacionales de transmisión por cable, telegrafía y telefonía.

Las ondas de radio obviamente no se detienen en las fronteras de un país (Fig. 1). Así, existen problemas internacionales con respecto a su uso. La radiovigilancia es una actividad técnica iniciada en Alemania en 1922. Fué difundida internacionalmente por la Convención de Telecomunicaciones de Atlantic City en 1947 y desde entonces se ha perfeccionado constantemente en todo el mundo.

Principios generales de organización siempre son necesarios para permitir que las instalaciones de radio en todos los países puedan **trabajar sin interferencias**. Así, existen regulaciones especiales de radio en la Convención Internacional de Telecomunicaciones de Montreux (1965) que han sido adaptadas al pro-

greso técnico mediante conferencias internacionales de administración de radio.

En esta convención, los miembros consideraron necesario **utilizar racionalmente el espectro de radiofrecuencias** mediante la limitación de la cantidad de frecuencias utilizadas y de los respectivos anchos de banda. Además, se recomienda siempre la



Figura 2 Interferencias perjudiciales sobre la recepción de radio deben ser aclaradas y eliminadas.

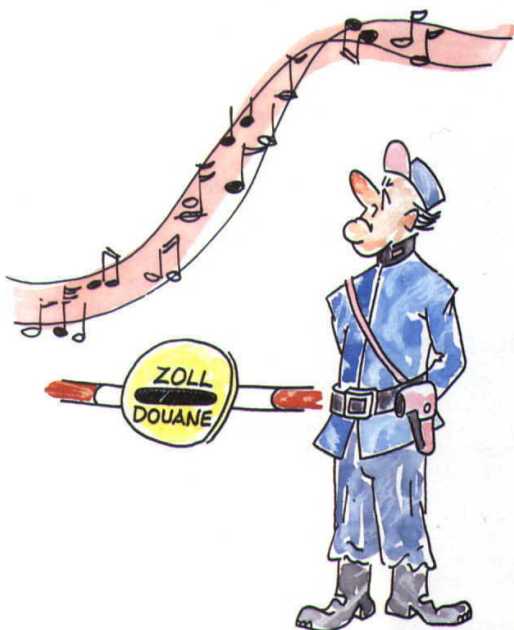


Figura 1 Las ondas de radio obviamente no se detienen en las fronteras.

aplicación de los últimos desarrollos tecnológicos. Todas las instalaciones de radio deben estar equipadas y deben ser operadas de modo que **no produzcan interferencias perjudiciales sobre otras radiocomunicaciones** (Fig. 2).

El espectro de radiofrecuencias es un medio de comunicación. Mientras que la administración de radiofrecuencias se encarga de regular el uso del espectro de radiofrecuencias, la radiovigilancia es **un instrumento de administración de radiofrecuencias y un medio de observación de este espectro**. Por ello, administraciones de telecomunicaciones deben garantizar que

- sean observadas las regulaciones para el uso del espectro de radiofrecuencias,
- el espectro de radiofrecuencias sea usado en forma económica,
- interferencias perjudiciales que resulten del uso del espectro de radiofrecuencias sean aclaradas y eliminadas,
- no existan abusos en el uso del espectro de radiofrecuencias.

Internacionalmente, interferencia perjudicial es cualquier emisión, radiación o influencia que ponga en peligro el funcionamiento correcto de servicios de radio o que degrade, estorbe o interrumpa servicios de radio que trabajen de acuerdo a las regulaciones nacionales.

Figura 3 Equipamiento para inteligencia de comunicaciones permite reconocer las intenciones del adversario.



Las naciones disponen de una **base legal** para resolver estos requerimientos. De particular importancia son:

- la Convención Internacional de Telecomunicaciones,
- las Regulaciones de Radio,
- legislación relevante sobre el tráfico de telecomunicaciones.

En la República Federal de Alemania, por ejemplo, la Deutsche Bundespost entrega licencias de radio y define las condiciones de operación de una instalación de radio.

Las Regulaciones de Radio exigen que las administraciones

- controlen regularmente las instalaciones de radio con ayuda de equipamiento moderno y
- detecten y eliminen interferencias perjudiciales con equipos y sistemas técnicos modernos.

Estas metas son perseguidas por la Deutsche Bundespost, por ejemplo, a través de su **Servicio de Control de Radio** (véase el artículo de página 17), el cual requiere equipo moderno de tecnología avanzada para efectuar diversas tareas: detectar, observar, medir y registrar emisiones electromagnéticas.

La radiolocalización está subordinada a la radiovigilancia, ya que en general la ubicación de transmisores de radio se determina mediante **marcaciones goniométricas y triangulación efectuadas después de haber detectado el transmisor**. Para este propósito se utilizan radiogoniómetros; procesando las marcaciones goniométricas de diferentes radiogoniómetros se puede efectuar triangulación.

Fuerzas militares, de seguridad y servicios de inteligencia tienen tareas adicionales diferentes. En el sector militar, por ejemplo,

tiene lugar la interceptación de emisiones electromagnéticas (obtención de datos de inteligencia de señal o SIGINT)

- con contenido de comunicaciones mediante equipamiento para **inteligencia de comunicaciones** (Fig. 3) y
- sin contenido de comunicaciones mediante equipamiento para **inteligencia electrónica**.

La radiointercepción hace posible la **detección de intenciones enemigas** y permite que los técnicos se familiaricen con el nivel de conocimientos y la tecnología del adversario. Esto crea una base para la aplicación de contra-contra medidas electrónicas (ECCM) adecuadas, para proteger los sistemas propios de radio-comunicaciones. Este tipo de radiointercepción es tratado en el artículo de la página 28.

Ya en el año 1941, Rohde & Schwarz construyó un receptor de interceptación de señales de radar denominado "Samos" para modulación de amplitud y, como novedad, modulación de frecuencia. Hoy en día, gracias a **automatización en gran escala**, R&S crea los requisitos para **simplificar el uso de equipos**, abriendo el camino hacia el **concepto de sistema** en radio-vigilancia e interceptación.

Para áreas importantes de radiovigilancia e interceptación, Rohde & Schwarz produce una gama completa de equipos y sistemas ultramodernos, que no solamente se prestan para resolver casos de rutina, sino son capaces de manejar requerimientos individuales y complejos. Esta publicación ayuda a responder muchas preguntas que surgen en tales aplicaciones. Ingenieros especializados están disponibles siempre para entregar recomendaciones en la planificación de sistemas nuevos y en la modernización y ampliación de sistemas existentes.

Cooperación Internacional en Telecomunicaciones

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es una organización compleja con su sede central en Ginebra (Fig. 1), la cual en términos generales se ocupa de todos los aspectos de telecomunicaciones internacionales. En 1947, la UIT se integró como **uno de los miembros de la ONU** (Fig. 2) entre 18 organizaciones especializadas y hoy en día cuenta con **163 países miembros**.

La tarea principal de la UIT es establecer reglas sobre procedimientos para todas las categorías de telecomunicaciones: conducción, emisión o recepción de señales, imágenes, caracteres o mensajes de cualquier naturaleza mediante alambre, radio, medios ópticos u otros medios electromagnéticos. La UIT se encarga del **entendimiento internacional** en cuanto a la planificación y coordinación de normas, promoción de desarrollo, formulación e implementación de proyectos de desarrollo en el sector de las redes de telecomunicación y los servicios.

Tradicionalmente, la UIT se preocupa de los **problemas de procedimientos técnicos**. Para estar en condiciones de satisfacer

las tareas muy exigentes a un nivel internacional, la **Convención Internacional de Telecomunicaciones** (Málaga-Torremolinos 1973) y los principios de las actividades de la UIT fueron revisados en la última Conferencia Plenipotenciaria en Nairobi en 1982 [1].

El trabajo de la UIT se concentra en tres campos:

- conferencias internacionales y sesiones,
- coordinación técnica y cooperación,
- publicación de información.

Conferencias internacionales

La **Conferencia Plenipotenciaria** es el órgano más alto de la UIT, determinando cada 5 a 6 años los principios para el trabajo

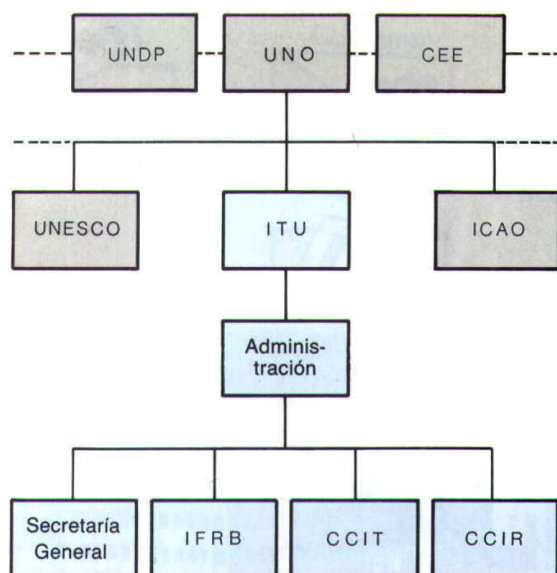


Figura 2 Igual que la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura), ICAO (Organización de Aviación Civil Internacional) y otras instituciones, la UIT es un miembro de la Organización de las Naciones Unidas. Sus órganos permanentes en Ginebra comprenden el CCITT (Comité Consultivo Internacional para Telegrafía y Telefonía), el IFRB (Junta Internacional de Registro de Frecuencias) y el CCIR (Comité Consultivo Internacional de Radio)

de la UIT durante el próximo período. En caso necesario, la conferencia revisa la Convención Internacional de Telecomunicaciones y elige

- el Secretario General,
- el Vice-Secretario General,
- el Consejo Administrativo (41 países miembros),
- la Junta Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB, 5 miembros neutrales que representan intereses internacionales, públicos y no nacionales),
- los directores del CCIR y CCITT.

Además, la Conferencia Plenipotenciaria establece la base para el presupuesto y define los idiomas oficiales, siendo estos actualmente el árabe, chino, español, francés, inglés y ruso. Idiomas de trabajo son español, francés e inglés [2].

La **Conferencia Administrativa** se preocupa de las telecomunicaciones internacionales y de problemas de procedimiento. Las **Conferencias Mundiales de Administración de Radio** determinan y, en caso necesario, revisan las **Regulaciones de Radio, de Telegrafía y de Telefonía**.

Las Regulaciones de Radio (1982) cubren, por ejemplo, los requerimientos operacionales y técnicos para las administraciones internacionales de telecomunicaciones. Los 13 capítulos comprenden 69 artículos, 44 apéndices, 87 resoluciones y 90 recomendaciones:

1. Terminología
2. Características Técnicas de las Estaciones
3. Frecuencias

4. Coordinación, Notificación y Registro de Frecuencias (IFRB)
5. Medidas contra Interferencias, Ensayos
6. Reglamentos Administrativos para Servicios de Radio
7. Documentos de Servicio
8. Reglamentos para Grupos de Servicios, para Servicios Específicos y para Estaciones
9. Comunicaciones de Emergencia y Seguridad
10. Servicio Móvil Aeronáutico
11. Servicio Móvil Marítimo y Servicio Móvil Marítimo por Satélite
12. Servicio Móvil Terrestre
13. Entrada en Vigor de las Regulaciones de Radio [3].

Las **Conferencias Administrativas Regionales** se encargan de los problemas de telecomunicaciones específicos para una región. Además, las actividades IFRB y las instrucciones necesarias son discutidas para evitar cualquier conflicto interregional de telecomunicaciones.

El **Consejo Administrativo** está compuesto de representantes de 41 países, que son elegidos por la Conferencia Plenipotenciaria. Además de su función administrativa, el Consejo coordina las actividades de los cuatro órganos permanentes de la UIT y controla sus presupuestos.

Sesiones

El **Comité Consultivo de la UIT** – la CCIR con sus 11 Comisiones de Estudio – está formado por expertos técnicos provenientes de países miembros (administraciones), de organizaciones privadas (radiodifusión sonora y de televisión), de institutos científicos y de la industria.

Los tres órganos

- Conferencia Plenipotenciaria,
- Conferencia Administrativa,
- Consejo Administrativo

determinan las tareas de los comités, los cuales, en Comisiones de Estudio individuales, preparan las recomendaciones y procedimientos técnicos para las conferencias administrativas (Regulaciones de Radio) y planifican el período entre las **Asambleas Plenarias del CCIR** sostenidas cada cuatro años.

Las Comisiones de Estudio del CCIR están divididas en los siguientes campos:

1. Utilización del espectro y comprobación técnica de las emisiones
2. Investigación espacial y radioastronomía
3. Servicio fijo en frecuencias inferiores a unos 30 MHz
4. Servicio fijo por satélite
5. Propagación en medios no ionizados
6. Propagación en medios ionizados
7. Frecuencias patrón y señales horarias
8. Radiodeterminación móvil y servicios de aficionados
9. Servicio fijo usando sistemas de relevadores radioeléctricos
10. Servicio de radiodifusión (sonora)
11. Servicio de radiodifusión (televisión)

Además, hay dos comisiones de estudio mixtas compuestas por CCIR y CCITT: CMTT (comisión de estudio mixta CCIR/CCITT)

para transmisión de televisión y radiofónica) y CMV (comisión de estudio mixta CCIR/CCITT para vocabulario y temas relacionados).

La sesión final mixta de todas las Comisiones de Estudio en preparación para la Asamblea Plenaria del CCIR está planificada para Octubre hasta mediados de Diciembre de 1989 [4].

Coordinación y cooperación

El **Departamento de Cooperación Técnica**, que forma parte de la Secretaría General de la UIT, coordina el programa de telecomunicaciones en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), organiza cursos de entrenamiento y seminarios sobre sistemas de telecomunicaciones terrestres y espaciales, delega expertos y planifica proyectos internacionales y regionales de telecomunicaciones, tales como la red de telecomunicación latinoamericana y el proyecto africano PANAFTEL. El financiamiento lo proporciona el PNUD [5].

Publicaciones

La Secretaría General de la UIT reúne datos y material sobre telecomunicaciones internacionales para propósitos técnicos y operacionales (artículo 56 de la Convención Internacional de Telecomunicaciones de 1982):

- Índice de estaciones de transmisión de todo tipo
- Catálogo de todas las estaciones de telegrafía del mundo
- Asignaciones de frecuencia
- Mapas
- Estadísticas

Existe una publicación mensual, el **Jornal de Telecomunicaciones**; las recomendaciones y reportes de los comités consultivos son publicados cada 4 años. Todas las publicaciones están indicadas en la **Lista de Publicaciones de la UIT** y están disponibles en español, francés e inglés [6].

Rol de la industria en la UIT

Desde la fundación del CCIR en 1929, los miembros se han reunido cada 4 años (ver tabla de página 12), excepto durante los años 1937 a 1948. La industria informa a este comité consultivo de la UIT sobre el desarrollo de equipo nuevo, instalaciones y sistemas que ofrecen soluciones técnicas óptimas a los problemas de telecomunicaciones. Ya en 1922 se implementó en Alemania la **radiovigilancia**; desde 1953, la República Federal de Alemania ha participado activamente en sistemas internacionales de radiovigilancia dentro del IFRB. Ya en 1937, Rohde & Schwarz desarrolló el Medidor de Intensidad de Campo HHF, el cual en 1939 estaba implementado en casi todas las estaciones de radiovigilancia en Alemania con el objeto de estudiar la propagación de las ondas electromagnéticas sobre grandes distancias. Otros hitos en la historia del desarrollo de R&S están listados en la tabla de página 12.

Desde 1964, Rohde & Schwarz es miembro del CCIR y coopera con expertos de la Deutsche Bundespost (autoridad postal alemana) en varias Comisiones de Estudio. En Montecarlo, Viena y Ginebra, representantes de R&S han participado en reuniones del CCIR sobre los temas de tecnología satelital, sistemas de televisión a color, radiovigilancia y técnicas de medición respectivas. En los últimos 6 años, R&S ha concentrado sus actividades en la Comisión de Estudio 1 para utilización del espectro y servicios de control de radio. Durante el período del CCIR de 1982 a 1986, expertos de Rohde & Schwarz han informado sobre los siguientes temas [7]:

- Registro de ocupación del espectro radioeléctrico (CCIR Reporte 668)
- Vigilancia automática y mediciones en el espectro de frecuencias radioeléctricas (CCIR Reporte 668)
- Mediciones en estaciones móviles de control de radio (CCIR Reporte 227)
- Identificación automática de emisiones de radio, nuevo informe sobre la consulta 34 (CCIR Reporte 978)
- Vigilancia visual del espectro radioeléctrico (CCIR Reporte 279)
- Mediciones de intensidad de campo en estaciones de control de radio (CCIR Reporte 273)
- Radiogoniometría en estaciones de control de radio (CCIR Reporte 372)

Los servicios internacionales y nacionales de control de radio están descritos en los dos artículos siguientes. Junto con la Comisión de Trabajo Provisional 1/5 del CCIR, R&S también participó en la revisión del **Manual para Estaciones de Control de Radio**, que fué publicado en 1968 por última vez. Una edición revisada aparecerá en 1988.

En un nivel internacional, el CCIR le ofrece a la industria la posibilidad de intercambiar información y experiencia en el campo de las telecomunicaciones – especialmente entre países desarrollados y en vías de desarrollo. Como se pudo apreciar desde muy temprano durante el **Seminario AMC 1983 en Munich** [8], durante reuniones CCIR, seminarios UIT y exhibiciones TELECOM, Rohde & Schwarz con su amplio rango de equipos y sistemas de radiodetección [9] e instrumentos de medición, figura entre las pocas empresas industriales que están capacitadas para realizar todas las tareas de control técnico de las emisiones. En 1987, R&S publica la segunda edición de su "Información para el Usuario de Radiomonitorio", que proporciona detalles sobre la recepción de emisiones, sobre la identificación, marcación radiogoniométrica así como sobre mediciones de frecuencia, intensidad de campo, ancho de banda y modulación.

Vladimir Nedelchev

BIBLIOGRAFIA

- [1] Corporate Handbook to International Telecommunication Organisations. The International Chamber of Commerce (1985) Document No. 373/29.
- [2] International Telecommunication Convention, Nairobi 1982.
- [3] ITU Radio Regulations, Edition 1982.
- [4] CCIR Recommendations and Reports to the CCIR. XVth Plenary Assembly, Geneva (1982) Volume I, Spectrum Utilization and Monitoring.
- [5] ITU Technical Cooperation. Booklet No. 28 (1981).
- [6] International Telecommunication Booklet No. 16 (1979)
- [7] Nedelchev, V.; Dabrowski, G.: R&S activities in CCIR. News from Rohde & Schwarz (1986) No. 113, pp. 34 – 35.
- [8] Stoewer, R. U.: WCY seminar at R&S: from the Far East to Canada. News from Rohde & Schwarz (1984) No. 105, pp. 40 – 42.
- [9] Klose, M.: Radiomonitoring to CCIR recommendations. News from Rohde & Schwarz (1984) No. 106, pp. 48 – 49.

Asamblea Plenaria CCIR	Año	Ciudad	Temas	Consultas bajo estudio	Recomendaciones CCIR	Desarrollos R&S
I	1929	La Haya	Definiciones, asignación de gamas de frecuencia, limitaciones de potencia, etc.	16	21	
II	1931	Copenhague	Estudios de selectividad y estabilidad de receptores, mediciones de interferencia, servicios fijos y móviles de radio, etc.	25	21	
III	1934	Estoril / Lisboa	Estudios de propagación de ondas de radio, primera emisión de frecuencia patrón, antena contra desvanecimientos, etc.	35	27	
IV	1937	Bucarest	Primera clasificación de organización de opiniones del CCIR, división en seis grupos: I Organización, II Propagación, III Estaciones de transmisión, IV Estaciones de recepción, V Coordinación, VI Normalización, asignación de gamas de frecuencia hasta 200 MHz.	20	21	1937 Medidor de Intensidad de Campo para zona distante, con antena de cuadro calibrada e indicación lineal/logarítmica: HHF (0,1 a 100 MHz), HFD (90 a 470 MHz). 1938 Tiempo patrón controlado piezoeléctricamente, primer reloj a cristal portátil en el mundo.
V	1948	Estocolmo	Tecnología desarrollada en los años 30 en campos de radar y microondas hasta 10 GHz. Equipo técnico moderno fué la razón que indujo a ampliar las funciones de la Conferencia de Atlantic City en 1947. Revisión de la Convención de Telecomunicaciones; el CCIR forma 13 Comisiones de Estudio. Temas principales: televisión en blanco y negro, servicios de radio en alta frecuencia y microondas, estaciones de radio.	33	35	1949 Primer transmisor de radiodifusión sonora europeo en VHF con calidad de alta fidelidad (30 a 15000 Hz), en Munich. Receptor de Radiovigilancia para VHF ESM 180/300 (30 a 180 MHz / 85 a 300 MHz).
VI	1951	Ginebra	Estudios sobre propagación de onda terrestre y troposférica; recomendaciones para mediciones de intensidad de campo y potencia de radiotelefonos.	81	100	
VII	1953	Londres	Procedimientos de prueba para radioenlaces direccionales. Código de corrección de errores ARQ para radiotelegrafía en onda corta.	111	119	1954 Receptor de Onda Corta EK 07.
VIII	1956	Varsovia	Revisión de documentos técnicos para poder establecer comisiones de estudio.	129	194	1958 Radiogoniómetro Doppler de VHF NP4
IX	1959	Los Angeles	Lanzamiento de los satélites Sputnik, Explorer, Vanguard y Discoverer, marcando el comienzo de las discusiones sobre transmisiones vía satélite. Norma de televisión SECAM 1957.	153	236	1958 Vobulador Poliscopio SWOB (0,5 a 400 MHz).
X	1963	Ginebra	Norma de televisión PAL 1961. Normas internacionales para televisión a colores (1964 a 1965).	191	332	1964 R&S pasa a ser miembro del CCIR. 1964 Primera instalación europea de recepción para telemetría, para satélites meteorológicos, en Berlín.
XI	1966	Oslo	No se logra un acuerdo sobre una norma internacional común de televisión. "Manual para Estaciones de Control de Radio" 1968.	241	423	1968 Receptor de Vigilancia VHF / UHF ESUM (25 a 1300 MHz).
XII	1970	Nueva Deli	Creación de la nueva Comisión de Estudio 1 en reemplazo de los antiguos Grupos I, II y VIII. Satélite de telecomunicaciones para todos los servicios de radio.	322	518	1970 Primer transmisor de onda corta en banda lateral única, con sintonía silenciosa.
XIII	1974	Ginebra	Extensión de la gama de frecuencias hasta 275 GHz. Nuevo catálogo CCIR Vol. 13, denominado según la Comisión de Estudio. Preparación de la Conferencia Administrativa Marítima Mundial de Radio en 1974 y la Conferencia de Radiodifusión Regional OL/OM (Regiones 1 y 3) en 1975. WARC-B-1977.	392	633	1973 Primer sistema completamente automático para el Registro de Ocupación de la Banda de Radiofrecuencia MFBR con gama de presentación 1 kHz a 5 MHz, control electrónico.
XIV	1978	Kyoto	Grupo de Estudio 8 prepara la Conferencia Administrativa Mundial de Radio sobre el Servicio Móvil Aeronáutico (R) (1978). Preparación de las bases técnicas para WARC 1979.	471	774	Radiogoniómetros Doppler VHF / UHF PA 007 (100 a 182 MHz), PA 008 (146 a 174 MHz), PA 009 (225 a 399,9 MHz); Radiogoniómetro de Rotación para VHF / UHF PA 003 (20 a 1000 MHz).
XV	1982	Ginebra	Tres importantes estudios CCIR sobre: ● Conferencia Regional sobre Satélites 1983, ● Conferencia Administrativa Mundial de Radio en radiodifusión por onda corta 1984, ● Conferencia Administrativa Mundial de Radio sobre el uso de las órbitas de satélites geoestacionarios 1985.	más de 1000 documentos		1980 Componentes de portadora dual/sonido dual para transmisores de TV. 1981 Primer radiogoniómetro Doppler para OC. 1983 Seminario AMC; analizador FSK
XVI	1986	Dubrovnik	Preparación de las bases técnicas para la Conferencia Administrativa Mundial de Radio sobre Servicio Móvil 1987. Preparación de la Conferencia de Radiodifusión de TV en VHF / UHF para la región Africa 1986. Conferencia Administrativa Mundial de Radio para planificación sobre radiodifusión en OC 1987. Nuevas bases técnicas para el "Servicio Internacional de Radiovigilancia" (IMS).	718 textos nuevos y/o revisados: 105 consultas 450 reportes y 163 recomendaciones		Sistemas completos de radiovigilancia para 10 kHz a 1000 MHz. Estaciones a control remoto para radiogoniometría, recepción y medición. Redes de radiovigilancia.

TABLA Lista de las Asambleas Plenarias del CCIR desde 1929 a 1986, indicando temas, consultas bajo estudio, recomendaciones CCIR y desarrollos R&S durante el mismo período.