

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Administración y Utilización del Espectro de Frecuencias Radio Eléctricas Aplicables al Perú

**Tesis de Grado para optar el Título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

VICTOR REYNAFARJE DAVILA

PROMOCION 1960

LIMA - PERU

1966

S U M A R I O

PAGINA:

- INTRODUCCION	5
- PROPAGACION DE LAS ONDAS RADIOELECTRICAS	8
- NECESIDADES DE FRECUENCIAS Y UTILIZACION DEL ESPECTRO RADIO- ELECTRICO EN LOS DIFERENTES SERVICIOS	32
- PRINCIPIOS, METODOS Y CONSIDERACIONES DE CARACTER TECNICO APLI- CABLES A LA SELECCION Y ASIGNACION DE FRECUENCIAS	69
- LA PREDICCION Y PLANIFICACION DE ENLACES RADIOELECTRICOS POR ONDAS DECAMETRICAS. RECOMENDACIONES APLICABLES AL PERU	80
- PROBLEMAS DE INTERFERENCIA PERJUDICIAL Y CONTROL DE LAS EMI- SIONES.ELECCION DEL EMPLAZAMIENTO DE ESTACIONES EMISO S Y RE- CEPTORAS	106
COMUNICACIONES ESPACIALES. SUS PROYECCIONES Y POSIBILIDADES EN EL PERU	126
- CONCLUSIONES	140

INTRODUCCION:

Las Telecomunicaciones de una manera general transniten y distribuyen las informacionco más diversas bajo formas múltiples, tratando en todos los casos de hacerlo en las condiciones más precisas, más rápidas y más fieles. Una de las formas de llevar a cabo estas comunicaciones es median-

te la Transmisión Radioeléctrica, la cual para lograr u a comunicación fiel tiene necesidad de frecuencias excentas de interferencia. Como las que existen no son suficientes para hacer de ellas un uso exclusivo, y como además, las frecuencias radioeléctricas no respetan fronteras políticas es preciso, para evitar interferencias perjudiciales, coordinar y controlar la utilización de ellas mediante re-

glas recogidas en acuerdos internacionales, reglamentaciones nacionales y normas reguladoras a ellas asociadas; ori-

ginadas b sicamente a su vez en consideraciones de carácter técnico. La repartición del espectro de frecuencias radioeléctricas entre los diversos servicios de una parte, y la repartición de una banda de frecuencias, afectadas a un mismo servicio, entre sus utilizadores, de otra parte, plantea problemas particularmente complejos. De modo que esta repartición necesita una organización tanto a un nivel nacional como sobre el nivel internacional, a fin de que los estudios llevados a cabo para la asignación de toda Frecuencia sean coordinados en estos dos escalones.

En razón de lo anotado, el objeto del presente trabajo es hacer conocer todas las disposiciones y acuerdos de carácter internacional y nacional, al igual que las consideraciones de orden técnico que las sustentan, que permitan llevar a cabo la administración y control de la

utilización del espectro radioeléctrico en condiciones óptimas.

Evidentemente que la administración del espectro y el control de su utilización en la jurisdicción de cada país es función de la Administración Estatal correspondiente, la que es necesario cuente para tal fin con personal administrativo lo suficientemente enterado de todas estas disposiciones y acuerdos.

Siendo esto último tanto más difícil en países en vías de desarrollo en materia de telecomunicaciones, como el nuestro, se trata en este trabajo de poner en manos del personal técnico-administrativo de la Administración de Radiocomunicaciones un compendio de todas las informaciones pertinentes a escala nacional e internacional, con todas las referencias posibles, y que va desde la nomenclatura adecuada hasta las normas técnicas elementales que son necesarias conocer para efectuar un perfecto control de todos los servicios radioeléctricos.

El objeto del presente trabajo se reduce entonces a concentrar la atención sobre la siguiente información:

- a).-La propagación de las ondas radioeléctricas proporcionando los datos que se dispone para la solución de problemas de planificación y utilización de las frecuencias, al igual que aquellos que ayudan a evaluar el rendimiento de los circuitos radioeléctricos.
- b).-Los Sistemas de Radiocomunicación y las normas técnicas que los rigen.
- c).-Las disposiciones que han sido puestas en práctica por la Unión Internacional de Telecomuni-

caciones de una parte y las previstas por la Administración Peruana, la Junta Permanente Nacional de Telecomunicaciones de otra parte, en vista de resolver en las mejores condiciones los problemas de asignación de frecuencias.

d).-Los métodos y detalles prácticos que se consideran necesarios adoptar para producir una des congestión y una correcta utilización del espectro radioeléctrico.

Se espera de este modo contribuir a un conocimiento mayor en el campo de la Administración del espectro de frecuencias radioeléctricas lo que se juzga indispensable para la correcta utilización del mismo.

C A P I T U L O I

PROPAGACION DE LAS ONDAS RADIOELECTRICAS.

1.- RESEÑA HISTORICA:

Cuando, a fines del último siglo, se iniciaron los experimentos sobre la propagación de las ondas radioeléctricas, se pensó que, como en el caso de las demás ondas electromagnéticas, la redondez de la Tierra la limitaría a la distancia del horizonte óptico. En 1901 Marconi logró establecer la comunicación a través del Atlántico, y entonces se vio con toda evidencia la posibilidad de que, por ciertos medios, las ondas radioeléctricas fueran siguiendo la curva de la superficie terrestre. Heaviside y Kennelly pre-

tendían que alr dedor de la Tierra había una capa electrificada con la propiedad de reflej las ondas electromagnéticas. La existencia de t capa por la ue podían fluir corrientes eléctricas había sido sugerida ya anteriormente por Balfour Sewart, quien la atribuía a las variaciones diurnas del campo magnético terrestre. Hasta 1925 no se de-

mostró experimentalmente la existenci de esta capa electrificada o ionizada. En aquella época, Appleton probó que a unos 100 km. de altura teía que haber una capa ionizada, conocida hoy día con el nombre de capa E. M s tarde, en 1927, Appleton probó también la existencia de otra capa más baja, la capa D, de 60 a 80 km. de altura, y una capa más alta, la capa F, cuya altura varía de 200 a 450 km. y que durante el día se divide en las dos denominadas F1 y F2. Breit y Tuve comprobaron en Estados Unidos de América por medio de transmisiones de impulsos la existencia de es-

tas capas ionizadas, y no se tardó en dar el nombre de ionosfera a la región en que se encuentran.

En los alrededores de 1930 se establecieron servicios de relevadores radioeléctricos y de televisión en la gama de ondas métricas, y empezaron a acumularse pruebas de la influencia de la zona inferior de la atmósfera en la propagación de las ondas radioeléctricas de esa gama. Las mediciones de muy altas frecuencias demostraron, en particular, que las teorías de propagación de las ondas basadas en efectos de difracción terrestre y de refracción ionosférica no bastaban para explicar la presencia de intensidades de campo insospechadamente elevadas más allá del ho

rizonte del transmisor. Tenemos ejemplos de este fenómeno en la zona cubierta por el primer transmisor de televisión de Londres, considerablemente mayor que la prevista, y en otros experimentos del Reino Unido con enlaces radioeléctricos de muy altas frecuencias, en los que se captaron señales muy intensas en ocasiones hasta a 500 km. de distancia. En los Estados Unidos, Englund, Crawford y Munford hicieron un estudio cuantitativo de los efectos de la atmósfera en la recepción más allá del horizonte con frecuencias de la gama de ondas métricas. Según ellos, las elevadas intensidades de campo medidas se debían a reflexiones de las ondas en discontinuidades de la atmósfera producidas por inversiones de temperatura. Se observaron también condiciones anormales de propagación atmosférica, que originaban ocasionalmente graves desvanecimientos en circuitos radioeléctricos ópticos.

No se tardó mucho en utilizarse para servicios radioeléctricos las bandas de ondas decimétricas y frecuencias más elevadas. En ellas se empezó también acumular pruebas de que la zona inferior de la atmósfera, o tropósfera, era causa de anomalías de propagación, fenómeno que se ha dado en denominar generalmente propagación troposférica.

2.- SINTESIS TEORICA:

2.1. Observaciones Generales.

La energía radioeléctrica se propaga, prácticamente hablando, de muchas maneras cuya importancia depende de la longitud de onda utilizada. Como criterio se usa la propagación en el "espacio libre", esto es, se compara la propagación en una circunstancia dada con lo que habría sido si la energía radioeléctrica se hubiese propagado por el espacio libre. Este concepto tiene tanta mayor importancia cuanto más alta es la frecuencia. Por encima del espectro de altas frecuencias (3-30 Mc/s, a menudo es posible aproximarse a las condiciones del espacio libre, incluso en las comunicaciones entre puntos fijos sobre la superficie terrestre.

En el breve resumen precedente de la historia de las telecomunicaciones se ve claramente que las ondas radioeléctricas radiadas por una estación transmisora o por otra fuente (por ejemplo una trona) pueden propagarse y llegar a un punto distante por uno o varios los siguientes trayectos:

- a).- Por la superficie terrestre.
- b).- Por las capas inferiores de la atmósfera terrestre (trayecto directo).
- c).- Por las capas superiores de la atmósfera terrestre (propagación ionosférica).
- d).- Por el espacio libre (por ejemplo una comunicación vía satélite).

De lo anterior se deduce que hay tres factores principales que deben tenerse en cuenta al planificar servicios radioeléctricos en la tierra y que son los siguientes:

- a).- El efecto de la Tierra y el Mar.

- b).- El efecto de la parte inferior de la atmósfera o tropósfera, y
- c).- El efecto de la parte superior de la atmósfera, llamada Ionósfera.

2.2. Efecto de la Tierra y el Mar.

~~La importancia del factor determinante en la atenuación de la Onda~~
~~Las constantes eléctricas de la tierra y el mar tie-~~
de superficie. Por regla general, esta atenuación aumenta con la frecuencia y con la resistividad terrestre.

En la propagación de la onda terrestre de frecuencias inferiores a 30 Mc/s influye primordialmente la con-

ductividad de la tierra o del mar, y no los accidentes o irregularidades del terreno; pero con las frecuencias su-

periores a la anteriormente indicada no ocurre lo mismo, por que en este caso las irregularidades del suelo miden varias longitudes de onda en tanto que en el caso anterior son, por lo general, mucho menores que una longitud de onda. Esto determina que en las bandas de frecuencias próximas y superiores a 30 Mc/s, el efecto del terreno limite la comunicación a distancias ligeramente superiores al horizonte radioeléctrico.

El efecto del terreno y del mar en la propagación de las ondas radioeléctricas de las bandas de frecuencias inferiores a las 10 Mc/s. está resumido en la Recomendación 368 del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (C.C.I.R.). Esta misma entidad ha calculado para una tierra llana y para diversas alturas de antena, curvas de propagación de la onda de superficie que cubran la gama de frecuencias de 30 a 10,000 Mc/s.

A veces es preciso evaluar la intensidad de la onda de superficie en trayectos de conductividad mixta, como, por ejemplo, aquellos que pasan sobre tierra y

sobre el mar. El informe 230 del C.C.I.R. contiene información útil sobre estos problemas.

las Montañas. Ganancia de Obstáculo.

2.2.1. Propagación de las Ondas Radioeléctricas Sobre la Cima de

En el apartado precedente se ha mostrado que las irregularidades del terreno son generalmente causa de una atenuación de la intensidad de la señal, la cual desciende - por debajo del valor teórico correspondiente a una tierra llana, pero este principio presenta algunas excepciones, y una de ellas que no puede desconocerse es la debida al fenómeno de la ganancia de obstáculo.

Para mejor explicar este fenómeno consideremos la figura 1, en la que se representan los perfiles de dos trayectos no ópticos de longitud semejante y en los cuales las antenas en los puntos terminales están a alturas similares. El trayecto (a) corre sobre un terreno relativamente llano, en tanto que el trayecto (b) está cruzado cerca de su centro por una elevada cadena de montañas.

Nada puede hacer pensar al profano que las señales recibidas por el trayecto (b) a través del obstáculo ó cadena montañosa puedan ser de intensidad mayor que las recibidas por el trayecto (a). Sin embargo, examinando el asunto más a fondo, se advierte que desde la cima de las montañas las dos antenas transmisora y receptora son visibles. Si la cumbre está suficientemente aguzada actuará a modo de repetidor pasivo y las pérdidas debidas a la difracción en hoja de cuchillo pueden ser rela

tivamente pequeñas. Por consiguiente, cuando las condiciones son propicias, la pérdida total de las dos secciones ópticas y del obstáculo del trayecto (b) serán menores que las del trayecto (a).

Lo anterior muestra claramente la necesidad de tener una gran cautela antes de dar por supuesto que una colina o montaña servirá de pantalla eficaz contra un transmisor de ondas métricas no deseado.

- 2.3. Efecto de la Troposfera. Si a lo largo del trayecto seguido por una onda radioeléctrica varía el índice de refracción del medio de propagación, se producirán fenómenos de reflexión o de refracción, o ambos, análogos a los experimentados por las ondas luminosas.

El índice de refracción "n" es función de la temperatura y de la presión atmosférica (informe 232 CCIR). En cualquier libro de texto corriente puede verse que cuando "n" varía con la altura "h", el radio de curvatura del trayecto es aproximadamente $-\frac{dh}{dn}$. En una atmósfera normal, este radio de curvatura viene a ser cuatro veces el radio real de la Tierra. Al estudiar la propagación de las ondas radioeléctricas de las bandas de frecuencias más altas, es conveniente representar los trayectos radioeléctricos por líneas rectas, para lo cual es necesario representar la superficie de la Tierra con una curva

tura igual a las tres cuartas partes de su curvatura física real. La influencia del clima sobre la curvatura del rayo se trata en el informe 233 del CCIR.

En ocasiones, condiciones atmosféricas extremas pueden originar gradientes verticales del índice de refracción anormalmente elevados, que dan al rayo una curvatura superior a la de la Tierra, lo que produce un conducto atmosférico radioeléctrico. La figura 2 ilustra la influencia de un conducto radioeléctrico al nivel del suelo. Las

señales intensas del transmisor "T" pueden ser captadas por el receptor R1, situado bastante más allá del horizonte. En cambio, el receptor R2, que está más alto que el límite superior del conducto, recibe sólo una señal muy débil, ya que la mayor parte de la energía procedente de "T" irá canalizada por debajo del límite superior del conducto. Este fenómeno se observa de vez en cuando en circuitos de microondas con visibilidad directa y puede originar un descenso de 20 o más db en la intensidad de la señal, durante periodos de hasta varias horas.

Hay que subrayar que las consideraciones que preceden se aplican solamente a los trayectos radioeléctricos próximos de la horizont . Aunque a algunas decenas de metros de altura pueden aparecer gradientes muy elevados del índice de refracción que originen un conducto de longitud apreciable, aproximadamente concéntrico con la superficie de la Tierra, es muy improbable que puedan presentarse condiciones meteorológicas que den lugar a gradientes similares a alturas superiores a unos cien metros. Por ello, las ondas radioeléctricas que se propaguen a lo largo de un trayecto con una inclinación de unos grados respecto del plano horizontal, atravesarán zonas de superrefracción antes de que puedan curvarse completamente y volver hacia tierra. Por lo general, sólo los rayos comprendidos en un ángulo de medio grado aproximadamente con relación al plano horizontal experimentan estos efectos de canalización debidos a la superrefracción. Este fenómeno explica que la aparente ceguera ocasional de los radares terrestres esté limitada a las aeronaves que vuelan a poca altura.

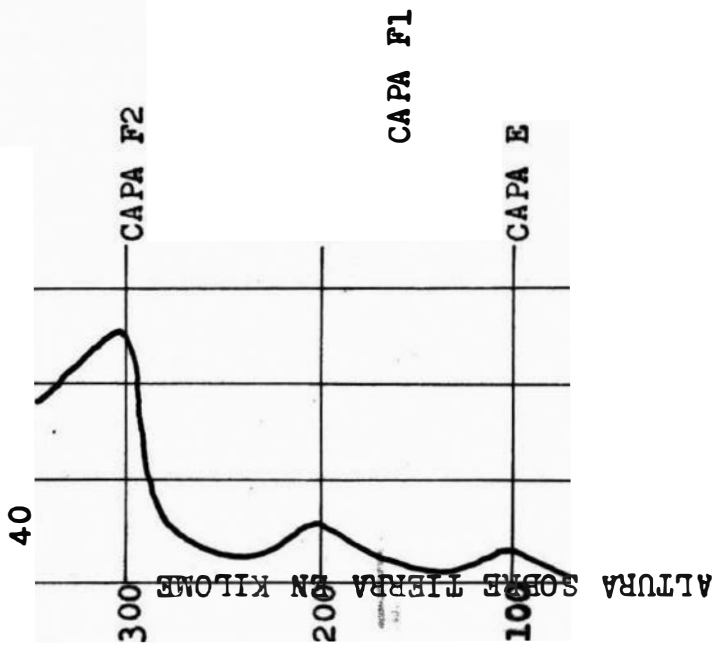
Se comprende también que a causa de las irregularidades del índice de refracción de la atmósfera pueden presentarse en cualquier momento distintos modos de propa-

gación posibles que originan desv. ecimientos debidos al fenómeno de trayectos múltiples. En ciertas ocasiones, puede atribuirse la propagación anómala a capas elevadas de reflexión, donde un súbito cambio de la temperatura de la humedad, o de ambas, puede originar una variación brusca del índice normal de refracción. La experiencia general en Europa septentrional ha demostrado que estas condiciones de propagación anómala están estrechamente asociadas a anticiclones, situaciones en que la ausencia de turbulencia puede crear grandes variaciones de la temperatura y de la humedad en el plano vertical.

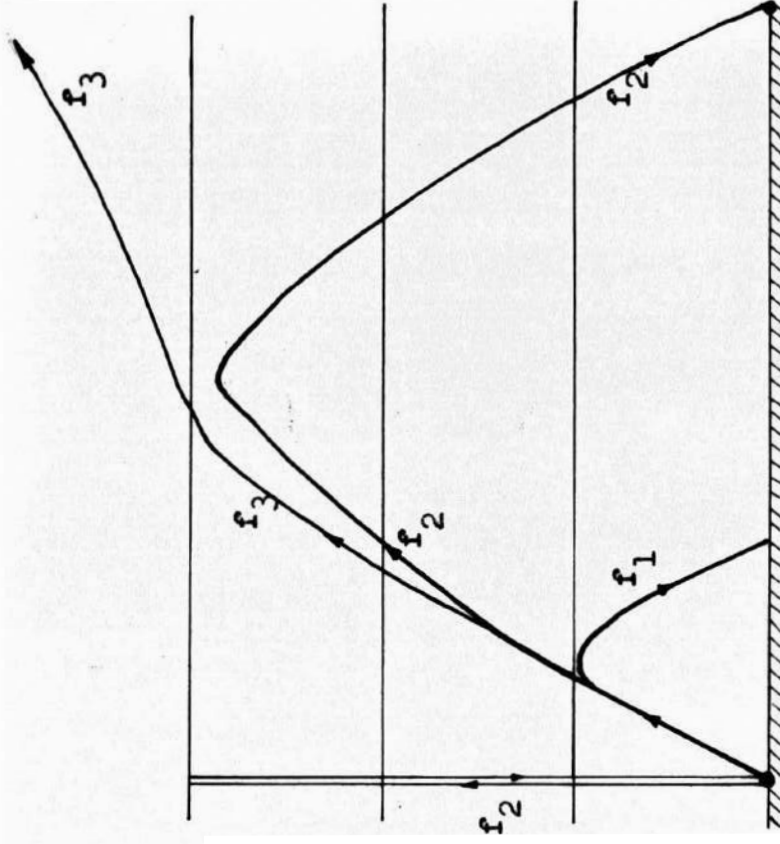
2.4. Efecto de la Ionósfera.

Cuando una onda radio eléctrica penetra en la ionósfera, el campo eléctrico de la onda ejerce una fuerza sobre los electrones libres y los pone en vibración a su misma frecuencia. Como un electrón en movimiento representa una corriente, cada electrón puesto en vibración por la onda radioeléctrica actúa a modo de minúscula antena reflectora que absorbe energía de la onda y vuelve a radiarla en la misma frecuencia, pero con un cambio de fase. El efecto neto es un encorvamiento de la onda hacia la región de baja intensidad electrónica. En este caso, el índice de refracción es función de la densidad electrónica de la ionósfera y de la frecuencia de la onda. La figura 3(b) ilustra algunos de los trayectos posibles de una onda electromagnética reflejada en la ionósfera. Las intensidades relativas de ionización de las capas E, F1 y F2 están indicados en la escala horizontal de la figura 3(a).

Como la reflexión depende de la magnitud de la refracción o del encorvamiento de la onda radioeléctrica a su paso por la ionósfera, la onda que llega a la ionós-



0 5 10 15.10⁵
 DENSIDAD ELECTRONICA
 (ELECTRONES POR C.C.)



FRECUENCIAS: $f_1 < f_2 < f_3$

FIG. 3.- ALGUNOS TRAYECTOS POSIBLES EN LA PROPAGACION IONOSFERICA

fera en ángulo oblicuo necesita un encorvamiento menor para reflejarse a tierra que la onda que llega normalmente. Por consiguiente, la densidad de electrones requerida en la ionósfera para reflejar la onda de una frecuencia dada en incidencia oblicua, es menor que la necesaria para la reflexión en incidencia vertical. Al mismo tiempo, cuanto mayor es la densidad electrónica más alta es la frecuencia máxima que puede reflejarse en la ionósfera. La frecuencia máxima de una onda que puede reflejarse en la ionósfera en condiciones dadas, se denomina "frecuencia máxima utilizable" (MUF). Toda onda cuya frecuencia es supe-

rior a la MUF atraviesa la ionósfera, aun que puede reflejarse a tierra por dispersión una pequeñísima porción.

Las ondas de frecuencia de hasta unos 60 Mc/s pueden reflejarse en la ionósfera según la hora del día, la estación del año y la f_oF_2 de actividad solar, y en función también de la posición geográfica del transmisor y del receptor. Para ilustrar estas variaciones, la figura 4 muestra la f_oF_2 de un período de veinticuatro horas en un trayecto de 3000 kilómetros de Europa septentrional, durante el mes de septiembre de 1956. Se ve aquí que, después de la salida del Sol, la MUF se eleva rápidamente; ello se debe al veloz acrecentamiento de la ionización de la ionósfera producido por los rayos solares. La ionización y la MUF caen rápidamente por la tarde y después de puesto el Sol queda cierta ionización residual capaz de reflejar totalmente frecuencias de hasta unos 14 Mc/s. La forma de la curva de MUF difiere en otras estaciones del año. Así, para el mismo trayecto de la figura 4 en diciembre, la MUF nocturna sería inferior y la MUF diurna de cresta sería algo superior a los valores correspon-

SETIEMBRE DE 1956

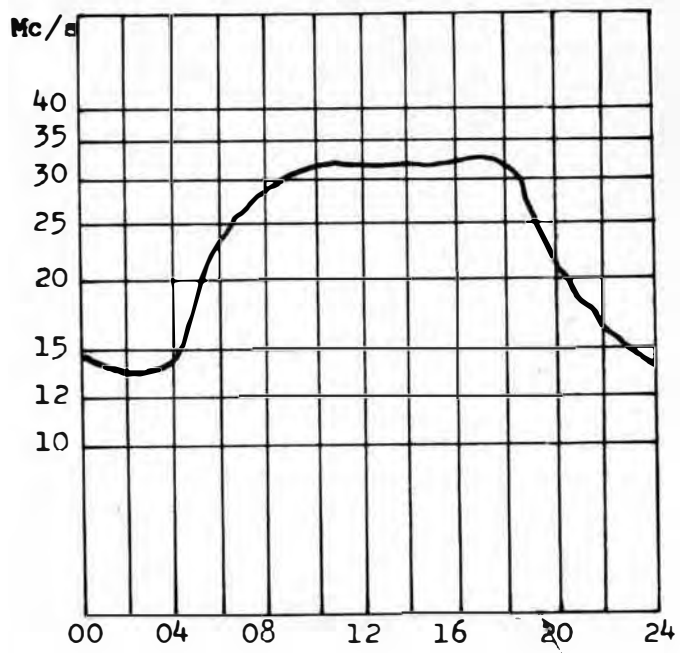


FIG. 4.- M.U.F. PARA UN CIRCUITO DE 3,000 Km.

serían un poco más bajos y los nocturnos más altos. Para la misma estación del año, serían más altos en regiones cercanas al Ecuador, y más bajos en las regiones polares.

Otro fenómeno que influye grandemente en la ionósfera es el denominado "ciclo undecenal" de actividad solar". Por razones no perfectamente explicadas todavía, parece que la radiación ultravioleta del Sol varía, cíclicamente, en intensidad a lo largo de un período de aproximadamente once años. La curva de la figura 4 está basada en condiciones de actividad solar media. Durante los años próximos al mínimo de actividad solar, la MUF correspondiente sería unas 0,7 veces la de la figura 4, mientras que en los años de actividad solar máxima sería 1,4 veces.

En la práctica, no puede considerarse la ionósfera como una capa uniformemente estratificada de electrones que actúa a modo de espejo perfectamente reflector de las ondas radioeléctricas; es más bien una superficie rugosa, cuyas asperezas obedecen a ligeras variaciones

locales de la densidad electrónica que producen una cierta dispersión de las señales, y una componente especular. Este fenómeno es parcialmente responsable de ciertos tipos de desvanecimientos en el caso de circuitos de ondas decamétricas, si bien se explota en frecuencias comprendidas entre unos 30 y 100 Mc/s para establecer enlaces de radiocomunicación de unos 1500 a 2000 kilómetros de longitud. Aunque la atenuación en este modo de comunicación es unos 100 decibelios más elevada que la correspondiente a una comunicación en el espacio libre, esta pérdida adicional se compensa, en gran medida, mediante el uso de transmisores de muy alta potencia, antenas transmisoras y receptoras de mucha ganancia y receptores sensibles de banda estrecha. Se afirma que esta forma de co

municación es mucho más segura que las comunicaciones ordinarias por altas frecuencias a distancias similares, ya que puede obtenerse casi todo el tiempo una señal relativamente estable, aunque de amplitud bastante inferior.

PROPAGACION DE LAS ONDAS RADIOELECTRICAS:

De la síntesis teórica que acabamos de hacer en el acápite precedente se deduce que la mayor ó menor influencia que puedan tener la tierra, el mar, la tropósfera ó la ionósfera en la propagación de las ondas radioeléctricas depende en gran medida de la frecuencia que ellas tengan. En razón de esto cada gama de frecuencias present características especiales de propagación, lo que ha hecho necesario dividir el espectro radioeléctrico en nueve bandas de frecuencias designadas por números enteros consecutivos, conforme al Cuadro 1 de la página siguiente. Esto permite referirse en una forma más concreta a una porción determinada del espectro y hacer un estudio más racional del mismo.

En el precitado Cuadro, la "banda n" se extiende de:

$$0.3 \times 10^n \text{ á } 3 \times 10^n \text{ HZ (c/s).}$$

quedando las frecuencias expresadas;

en Kilohertz hasta 3000 KHZ inclusive

en Megahertz de 3 a 3000 MHZ inclusive

en Gigahertz de 3 a 3000 GHZ inclusive

En seguida pasaremos a examinar en forma sucinta las características de propagación de las principales bandas de frecuencias, tomando la frecuencia de 100 kc/s como punto de referencia para el estudio de las tres primeras bandas designadas con los números 4, 5 y 6 por ser esa la frecuencia a partir de la cual el C.C.I.R. cuenta con datos más concretos compendiados en curvas de propagación que estudiaremos más adelante.

3.1. PROPAGACION DE LAS ONDAS RADIOELECTRICAS DE FRECUENCIAS INFERIORES A 100 KC/S.

En estas frecuencias, la onda terrestre obtenida en transmisiones de polarización vertical llega a varios centenares e incluso millares de kilómetros de distancia, según naturalmente, la conductividad del terreno o del mar a lo largo del trayecto. El enlace máximo se logra en las frecuencias inferiores como es de verse en las recomendaciones pertinentes del C.C.I.R. (Nº 368) en las que se observar que el alcance con 10 Kc/s es mucho mayor que con 100 Kc/s.

La propagación ionosférica de estas frecuencias se caracteriza por el elevado coeficiente de reflexión ionosférica durante la noche en todas las frecuencias y también durante el día en las frecuencias más bajas. El coeficiente diurno de reflexión ionosférica decrece rápidamente a medida que aumenta la frecuencia.

El predominio de la onda terrestre en las distancias de hasta un millar de kilómetros, hace que se use mucho esta banda de frecuencias para las ayudas a la navegación, en las que es preciso mantener en el mínimo las variaciones temporales del tiempo de propagación.

3.2. CURVAS DE PROPAGACION DE LAS ONDAS RADIOELECTRICAS DE FRECUENCIA COMPRENDIDA ENTRE 100 KC/S Y 3 MC/S.

Se caracteriza la propagación en la banda de 100 Kc/s a 3 MC/s por la fuerte intensidad de la onda terrestre a distancias de hasta unos 100 kilómetros en tanto que a distancias mayores predomina la onda ionosférica, que alcanza durante la noche hasta dos o tres mil kilómetros. La zona de servicio primario, durante la noche, de un transmisor de radiodifusión de ondas medias, se limita a menudo a unos

100 kilómetros de distancia o menos, a causa del desvanecimiento producido por interferencias de las señales recibidas por conducto de la ionósfera con las recibidas por la onda de superficie.

Desgraciadamente en nuestro país no se dispone de datos concretos sobre mediciones de intensidades de campo de la onda ionosférica en las bandas de ondas kilométricas y hectométricas por lo que vamos a tomar como referencia las mediciones y los análisis descritos con cierto detalle en una publicación reciente de la Unión Europea de Radiodifusión (UER), entidad que viene efectuando desde 1952 un programa de mediciones en tales bandas. Existe, además, el informe 264 del CCIR sobre este asunto que podría servir de base para una recomendación del CCIR sobre la evaluación de la intensidad de campo nocturna de la onda ionosférica de frecuencias comprendidas entre 150 a 1500 Kc/s en todas las regiones del mundo.

El informe existente del CCIR se circunscribe, por desgracia, a distancias de hasta 3,600 kms. Los únicos datos publicados que se conocen para distancias mayores son los contenidos en los documentos de la 4a reunión del CCIR, celebrada en Bucarest en Mayo y Junio de 1937. Las dos curvas de trazo lleno de la figura 5 están basadas en datos presentados por la UER al CCIR en aquella ocasión, y dan los valores casi máximos estimados de la intensidad de campo nocturna en dos tipos de trayectos:

- a) trayectos norte-sur, lejos del polo magnético, y
- b) trayectos este-oeste, cercanos al polo magnético.

En a) se incluyen trayectos de Argentina a Europa y de Argentina a Estados Unidos de América, en tanto que en b) los trayectos son de Estados Unidos de América a Europa.

La frecuencia media en que se hicieron las mediciones era de unos 1000 Kc/s; en la figura 5 se ve también la curva básica para 1000 Kc/s del actual informe del CCIR.

Se observa que la curva b) tiene casi exactamente la misma forma que la curva básica para 1000 Kc/s (curva c), pero es varios decibelios más elevada. Esta diferencia comprende las debidas a las fluctuaciones de la señal, puesto que la curva b) da los valores casi máximos (95% del tiempo), las ocasionadas por las condiciones de actividad solar y las posibles diferencias de ganancia de la antena transmisora. De las curvas a) y b) es necesario sustraer unos 9db para obtener los valores medianos adecuados de las intensidades de campo.

3.3. PROPAGACION DE LAS ONDAS RADIOELÉCTRICAS DE LA BANDA DE ONDAS DECIMÉTRICAS (3-30 Mc/s).

En las altas frecuencias la absorción terrestre empieza a ser considerable, por lo que el alcance de la onda terrestre es muy limitado y relativamente poco importante y en la práctica la propagación se efectúa por la onda ionosférica; esto es, por la onda reflejada en la ionósfera. Con esta forma de propagación pueden cubrirse muy grandes distancias alrededor de la Tierra. Su naturaleza es un poco complicada, y por ser todavía la utilizada en la mayoría de las comunicaciones a larga distancia del mundo se examina con más detalle a continuación.

Durante el día pueden establecerse comunicaciones mundiales en ondas decamétricas por largos períodos en virtud de las reflexiones sucesivas de estas ondas en la ionósfera; la comunicación a distancias de hasta 10,000 kilómetros es posible durante casi todo el día. La frecuencia más apropiada que puede utilizarse es normalmente inferior a la MUF

y superior a la "frecuencia mínima utilizable (LUF)". La MUF, descrita ya en una sección anterior, es independiente de la potencia del transmisor y del sistema de modulación empleado. La LUF es la frecuencia más baja que puede utilizarse para obtener una relación señal ruido adecuada y depende, por consiguiente, de la potencia del transmisor, de la ganancia de las antenas, del sistema de modulación, de la absorción ionosférica de la señal, y del ruido. En una monografía de los autores ingleses Brice y Evans se describen las predicciones de MUF y de LUF preparadas por la General Post Office, y se analizan asimismo los efectos de las perturbaciones ionosféricas sobre las comunicaciones en ondas decamétricas.

Hasta ahora, no existe ningún método del CCIR que pueda servir en cualquier lugar del mundo para estimar las intensidades de campo de la onda ionosférica de alta frecuencia. Esto no es muy sorprendente si se consideran los numerosos factores que entran en juego y la gama de mediciones necesaria para obtener muestras adecuadas de todas las condiciones que pueden presentarse. Además, la congestión existente en las bandas de ondas decamétricas obliga a proceder con sumo cuidado para que las mediciones no resulten falsas por las interferencias. En nuestro país es el Instituto Geofísico del Perú el que hace publicaciones mensuales de los "Pronósticos Ionosféricos", los que constituyen una ayuda para que se pueda determinar las mejores frecuencias para la propagación ionosférica convencional de ondas de radio entre Lima y cualquier otro punto en el Perú, a cualquier hora del día y en las condiciones medias pronosticadas para el mes correspondiente. Se supone en la actualidad un grupo de trabajo internacional del

todos los casos que la propagación se efectúa vía la capa "F".

CCIR estudió varios métodos para predecir las intensidades de campo de las ondas decamétricas teniendo en cuenta los datos de mediciones disponibles, y se espera como resultado de sus trabajos se pueda llegar a un método preferente.

3.4. PROPAGACION DE LAS ONDAS RADIOELECTRICAS EN LA BANDA DE ONDAS METRICAS (30-300 Mc/s).

El estudio de la propagación de las ondas métricas y de frecuencias más elevadas está todavía en su infancia. Antes de 1940 empezaron ya a efectuarse algunos trabajos experimentales que continuaron en los años siguientes, pero la realidad es que hasta el pasado decenio, poco o nada no ha empezado a manifestarse la enorme demanda de los servicios radioeléctricos de banda ancha, que ha estimulado la investigación para conocer mejor la propagación de las ondas de estas frecuencias.

La propagación de las ondas métricas y de frecuencias superiores se hace relativamente en línea recta, al igual que la luz, sin curvarse en el horizonte ni siguiendo la forma de los obstáculos que pueda encontrar, tales como cerros, edificios, etc.

Las ondas radioeléctricas de frecuencias métricas no se reflejan al llegar a la ionósfera, sino que siéndole algo hasta que se pierden o son observados, salvo casos muy esporádicos de propagación ionosférica como los que indicamos a continuación.

En períodos de máxima actividad solar es posible, en ocasiones, la reflexión de frecuencias de hasta unos 60 Mc/s en la capa F2 de la ionósfera, es decir, en la región en que se confía generalmente para las comunicaciones por altas frecuencias a larga distancia. Así se ha dado el caso de tener una buena recepción en América y África del Sur

potencia. De esto se deduce que en nuestro país podría establecerse algunos circuitos de dispersión ionosférica con transmisores de potencia relativamente reducida, y en una banda de frecuencias como es la de ondas métricas que por no encontrarse tan congestionada es menos susceptible de estar interferida.

4.- RUIDO RADIOELECTRICO:

El ruido radioeléctrico natural en las frecuencias inferiores a 15 Mc/s, es predominantemente de origen atmosférico, pero con frecuencias más elevadas adquiere mayor importancia el ruido cósmico o galáctico.

El ruido atmosférico es, en realidad, una integración del ruido procedente de las descargas atmosféricas que ocurren en todo el mundo en un momento dado y, por tanto, su intensidad es una función complicada de la ocurrencia de tormentas, del espectro de frecuencias producido por las descargas y de la atenuación del ruido que origina la ionósfera.

El ruido atmosférico es, pues, mayor en las masas terrestres tropicales y prevalece más al final de la tarde y al anochecer.

En la gama de ondas métricas se puede llegar a suprimir el ruido de carácter industrial. En las comunicaciones entre puntos fijos se puede recurrir también a elegir sitios para la recepción suficientemente alejados de las fuentes de este género de ruido.

El informe N° 65 del C.C.I.R. trata sobre este asunto, dando datos del ruido radioeléctrico atmosférico en las diferentes regiones del mundo.

C P I T U L O I I

NECESIDADES DE FRECUENCIAS Y UTILIZACION DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO EN LOS DIFERENTES SERVICIOS

1.- CONSIDERACIONES GENERALES:

Las necesidades de frecuencias de la mayor parte de los servicios crecen sin cesar, complicándose esta situación en los períodos de mínima actividad solar, que limita considerablemente las gamas de frecuencias de trabajo. El aumento de las necesidades en el Servicio Fijo y en el de Radiodifusión por ondas decamétricas es especialmente notable. En nuestro país el incremento de las radiocomunicaciones en todos los servicios ha dado como resultado, durante los últimos 5 años, que la parte del espectro inferior a los 30 Mc/s se utilice casi en su capacidad máxima sobre todo en las bandas reservadas a los servicios indicados anteriormente.

En consecuencia, el resultado de la congestión del espectro de frecuencias radioeléctricas son las interferencias que a continuo producen en estaciones del país emisiones provenientes del mismo país y del extranjero.

Las transmisiones de telegrafía automática, telefonía pública y facsimil requieren un alto grado de seguridad. Las fallas de transmisión debido a la propagación, interferencias o ruidos, pueden ocasionar muchos inconvenientes y acarrear gastos adicionales considerable s. Cualquier fallo en la recepción de transmisiones en los servicios Móviles, Aeronáutico y Marítimo puede tener graves consecuencias para la seguridad de la vida humana. La recepción defectuosa de transmisiones de radiodifusión resulta molesta para el oyente y puede impedir el logro del

objetivo de la emisión.

Pese a la difícil situación creada en ciertas bandas del espectro de frecuencias radioeléctricas, la utilización adecuada de las frecuencias permitirá, por lo general, efectuar transmisiones de buena calidad.

Antes de hacer un estudio detallado de la utilización del espectro en cada uno de los servicios pasaremos a dar una idea general de los diferentes tipos de ellos.

2.- SERVICIOS RADIOELECTRICOS Y BANDAS DEL ESPECTRO RESERVADAS A ELLOS:

En el artículo 5º del Reglamento Internacional de Radiocomunicaciones (RR) se consigna el Cuadro de Distribución de Bandas de Frecuencias, el que constituye un resumen de los acuerdos sobre atribuciones adoptados en las Conferencias Administrativas de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (U.I.T.), y tiene de a la utilización metódica del espectro de frecuencias radioeléctricas. Cubre la gama de 10 Kc/s a 40 Gc/s, e indica las bandas de frecuencias atribuidas a todos los tipos de servicios radioeléctricas (Fijo, Móvil, Radiodifusión, Aficionados, Especial, Radionavegación, etc.) en el ámbito mundial o para uso en las regiones de la U.I.T., según el caso. En notas al pie del cuadro se señalan los casos en que se trata de zonas más pequeñas que las regiones de la U.I.T. (por ejemplo, en el interior de los límites de un país). Hay 256 notas de esta clase que forman parte integrante del cuadro y deben ser siempre consultadas - cuando en el cuadro se encuentra la llamada pertinente.

Muchas bandas están compartidas entre varios servicios; pero cuando la compartición es imposible por raze -

nes de propagación o por condiciones particulares de los servicios, las bandas están atribuidas exclusivamente a un solo servicio.

Para efectos de la distribución de las bandas de frecuencias, la U.I.T. ha dividido el mundo en tres regiones, limitadas por las líneas A, B y C que se muestran en el mapa de la página siguiente. Como es de verse en ese mapa nuestro país se encuentra comprendido en la Región "2" y en la Zona Tropical de acuerdo a las definiciones dadas - para los límites de cada región o zona en el precitado Reglamento.

Daremos a continuación la definición de cada uno de los servicios a fin de poder referirnos a ellos en el curso de este trabajo, sin posibilidad de mala interpretación.

2.1. Servicio Fijo.

El Servicio Fijo es un "servicio de radiocomunicación entre puntos fijos determinados" y comprende todas - las radiocomunicaciones entre puntos fijos y a través de relevadores a lo largo de arterias de comunicación establecidas.

En el "Servicio Fijo" está comprendido también el Servicio Fijo Aeronáutico.

2.2. Servicios Móviles.

Servicio móvil es un "servicio de radiocomunicación entre estaciones móviles y estaciones terrestres, o entre estaciones móviles".

Los servicios móviles comprenden:

- el Servicio Móvil Aeronáutico,
- el Servicio Móvil Marítimo, y
- el Servicio Móvil Terrestre.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
LIMA - PERU
CENTRAL

2.8. Servicio de Ayudas a la Meteorología.

Servicio de radiocomunicaciones destinado a las observaciones y sondeos utilizados en meteorología, con inclusión de la hidrología.

2.9. Servicio de Aficionados.

Servicio de instrucción individual, de intercomunicación y de estudios técnicos, efectuado por aficionados, esto es, por personas debidamente autorizadas que se interesan en la radiotecnica con carácter exclusivamente personal y sin fines de lucro.

2.10. Servicio de Frecuencias Patrón y de Señales Horarias.

Servicio de radiocomunicación para la transmisión de frecuencias específicas y de señales horarias, de reconocida y elevada precisión, destinadas a la recepción general para fines científicos, técnicos y de otras clases.

2.11. Servicio Especial.

Servicio de radiocomunicación no definido en otro lugar del presente trabajo, destinado exclusiva - mente a satisfacer necesidades determinadas de interés general y no abierto a la correspondencia pública.

2.12. Servicio en Canales Omnibus.

Aunque este tipo de servicio no se encuentra pre-

visto en el Reglamento Internacional de Radiocomunicaciones, en los últimos años se ha generalizado su empleo en nuestro medio, por lo que creemos es importante hacer mención del mismo.

Este servicio está concebido de acuerdo a la legislación norteamericana para emplearse con equipos de pequeña potencia y corto alcance, general -

zens band"), sin que exista derecho a reclamar por interferencias producidas por otros equipos análogos o por aparatos industriales, científicos o médicos a los que también se permite usar la misma banda. La reserva de ésta se hace sobre una base exclusivamente nacional ya que los acuerdos internacionales nada prevén sobre esta modalidad de servicio.

Todos los servicios que acabamos de anotar, a excepción del último, se encuentran atribuidos en diferentes bandas en un cuadro que ocupa 58 páginas del "Reglamento de Radiocomunicaciones", el que ha sido aceptado universalmente y por el cual se guía todas las administraciones miembros de la U.I.T. para efectuar las asignaciones de frecuencias en sus respectivas circunscripciones.

Como en cada uno de los servicios indicados, participe de una manera permanente o temporal una o más estaciones, en el cuadro de la página siguiente se indica la clasificación de las mismas según el servicio a que pertenecen, señalándose también el signo que debe

emplearse en los "documentos de servicio" de acuerdo al Reglamento de Radiocomunicaciones. Toda esta nomenclatura es la que se ha introducido en las Licencias y Certificados de Valides que otorga la Junta Permanente Nacional de Telecomunicaciones para el funcionamiento de las diferentes estaciones radioeléctricas del país.

En el precitado cuadro debe comprenderse como "Estación", uno o más transmisores o receptores, incluyendo las instalaciones accesorias, necesarias para asegurar un servicio de radiocomunicación, en un lugar determinado.

De todos los servicios indicados anteriormente el que merece una atención especial es el Servicio Fijo, sobre todo en las bandas de ondas decamétricas reservadas a este Servicio por lo que para su estudio y la planificación de la asignación de frecuencias en él se ha reservado un capítulo especial de este trabajo. Hacemos ensaguida un enfoque general de cada uno de los otros servicios.

3.- SERVICIOS MOVILES:

3.1. Servicio Móvil Aeronáutico.

3.1.1. Generalidades:

En el campo del transporte aéreo es donde las radiocomunicaciones desempeñan su más importante función. No sólo constituyen la única forma posible de comunicación entre una aeronave y tierra, sino que la aeronave tiene que recurrir a sistemas de radionavegación para mantener su rumbo y llegar a salvo a su des-

tino. En razón del número de aeronaves diariamente en servicio y de la multiplicidad de las líneas que funcionan en condiciones atmosféricas cualesquiera, se tropieza con grandes dificultades para garantizar la seguridad de los aparatos, especialmente para evitar colisiones entre aviones en las proximidades de los aeropuertos. En nuestros días, no puede despegar ningún avión sin autorización previa de la torre de control del aeropuerto de salida; tiene que indicar su posición (rumbo, velocidad y altura) a intervalos de tiempo frecuentes; recibe instrucciones sobre la altura para la recalada al aeropuerto de destino y no puede iniciar la maniobra de aterrizaje más que después de haber sido autorizado por la torre de control. Así, pues, el servicio móvil aeronáutico, es decir el de comunicaciones entre tierra y las aeronaves y entre las aeronaves y tierra, no consiste en un cruce de mensajes, personales o de otra índole, entre los pasajeros de un avión y sus amigos en tierra, sino que tiene exclusivamente por objeto garantizar la seguridad del aparato y la normalidad del vuelo.

A pesar de la extrema importancia de las radiocomunicaciones en el transporte aéreo, su confiabilidad se ve restringida

por la limitación del peso del material radioeléctrico que la aeronave puede transportar, por las dificultades para la instalación de antenas adecuadas a bordo y por la limitada potencia de que puede disponerse en las aeronaves. Los transmisores de a bordo radian una potencia relativamente pequeña, generalmente, 50 vatios en portadora sin modular, en el caso de los transmisores de ondas decamétricas; además, como generalmente las comunicaciones son bilaterales, no hay necesidad de que los transmisores en tierra sean de potencia mucho más elevada, por lo que las estaciones en tierra radian normalmente una potencia de 1 kw en portadora. Hubo un tiempo en que la radiotelegrafía constituía uno de los principales medios de comunicación con las aeronaves; no obstante, para mayor comodidad y con el fin de evitar la necesidad de un radiotelegrafista especializado, se utiliza en la actualidad casi exclusivamente la radiotelefonía. Esto da lugar a una limitación sin mayor del alcance útil, especialmente en ondas decamétricas debido a la gran anchura de banda transmitida y, por consiguiente, al nivel elevado de ruido atmosférico captado por el receptor; es muy posible que, con el aumento de las dimensiones de las aeronaves y del volumen del tráfico de toda clase, haya que pensar en el futuro en otros medios de radiocomunicación, posiblemente, en la transmisión de datos.

Debido al bajo nivel de potencia de los transmisores de aeronave y las consiguientes posibilidades de interferencia, las bandas de frecuencias atribuidas al servicio móvil aeronáutico tienen generalmente un carácter exclusivo, como puede verse en el Cuadro de distribución de las bandas de frecuencias. Esas bandas se dividen en dos categorías, atribuidas respectivamente al servicio móvil aeronáutico de la categoría (R) y al servicio móvil aeronáutico de la categoría (OR). Las frecuencias de las bandas atribuidas al servicio (R) se reservan para las comunicaciones entre las aeronaves y las estaciones aeronáuticas especialmente encargadas de velar por la seguridad y regularidad de la navegación aérea en las rutas nacionales o internacionales de la aviación civil (RR429). Las frecuencias de las bandas atribuidas al servicio de la categoría (OR) se reservan para las comunicaciones entre las aeronaves y las estaciones aeronáuticas cuya misión principal no sea el servicio móvil en las rutas nacionales o internacionales de la aviación civil (RR 430). Esta última definición abarca no sólo los aparatos militares, sino también las aeronaves que no prestan servicio en una línea regular, por ejemplo, los aviones fletados, los de propiedad particular, etc.

Las comunicaciones del servicio móvil aeronáutico se distribuyen en dos categorías principales:

- Comunicaciones a corta distancia, en un radio del orden de 100 km. de los aeropuertos (en ciertos casos especiales, esta distancia puede llegar hasta unos 500 km.)
- Comunicaciones a media y larga distancia (llamadas comunicaciones "de ruta") que pueden oscilar entre 100 km. y 5000 km., según la línea de que se trate.

3.1.2. Comunicaciones a corta distancia.

En el pasado, estas comunicaciones se efectuaban en ondas hectométricas (entre 200 y 400 kc/s aproximadamente), pero esta práctica tiende a desaparecer debido al peso considerable del material necesario, al alcance limitado resultante del reducido rendimiento de las antenas y al nivel elevado de los ruidos atmosféricos. Actualmente, los enlaces a corta distancia del servicio móvil aeronáutico (R) se efectúan casi exclusivamente en frecuencias de las bandas: 117.975 - 132 Mc/s y 132 - 136 Mc/s, y para los del servicio (OR) se utilizan las bandas de frecuencias comprendidas entre 137 y 156 Mc/s. Estas frecuencias presentan la ventaja de que el nivel de ruido atmosférico es muy bajo, y el inconveniente de que el enlace de las comunicaciones

se limita fundamentalmente a la distancia de visibilidad directa. Debido a este última limitación, antes se podía volver a utilizar una misma frecuencia en distancias relativamente cortas; ahora, sin embargo, con aviones que vuelan a 12,000 metros e incluso a mayor altura el alcance de las comunicaciones en ondas métricas ha aumentado considerablemente, pero también ocurre lo mismo con la distancia en la cual la aeronave puede sufrir interferencias.

La distancia en kilómetros del horizonte radioeléctrico viene dada por - la fórmula aproximada:

$$D = 3.6 / \sqrt{h}$$

siendo "h" la altura del aparato en metros. Así, si un avión vuela a 12,000 metros, el alcance será D=400 km. aproximadamente. Por consiguiente, la separa-ción entre dos estaciones en tierra que utilicen una misma frecuencia deberá ser de unos 800 km. Este factor, unido al sumento continuo del número de aeropuertos, ha obligado a subdividir las bandas de frecuencias en canales; al principio, la separación de los canales era de 200 Kc/s, pero ha habido que reducirla a 100 Kc/s, y se prevé una nueva reducción a 50 Kc/s en lo futuro. Esto complica el diseño de los transmisores y receptores de las aero

naves; conviene advertir, no obstante, que los osciladores de frecuencia y los filtros de canal están provistos de cristales y que, desde luego, la preselección y mando se efectúan mediante pulsadores. En el caso de la aviación civil, la elección de las frecuencias que deben utilizarse en los distintos aeropuertos se coordina en las reuniones regionales de la Organización de la Aviación Civil Internacional (O.A.C.I.), con el fin de reducir la probabilidad de interferencia. Para los servicios móviles aeronáuticos de la categoría (OR), las propias administraciones coordinan la elección y el empleo de las frecuencias.

3.1.3. Comunicaciones a media y a larga distancia.

Las comunicaciones "de ruta" a media y a larga distancia, procedentes de las aeronaves o a ellas destinadas, se efectúan necesariamente en las bandas de ondas decamétricas atribuidas, con carácter exclusivo, a los servicios de la categoría (R) y de la categoría (OR), entre 2850 y 18 030 kc/s. - La U.I.T. ha establecido planes de adjudicación relativos a la utilización de frecuencias por los servicios (R) y (OR); esos planes constituyen el Apéndice 26 al Reglamento de Radiocomunicaciones. En el plan de adjudicación aplicable al servicio móvil aeronáutico (R), se divide el mundo en un cierto número de zonas, algunas de las cuales

corresponden a "zonas de paso de rutas aéreas mundiales principales" (ZMP) y otras definen "zonas de rutas aéreas regionales y nacionales" (ZRN). El plan prevé la adjudicación de los canales a esas zonas, atribuyendo generalmente una familia de frecuencias (o, en ciertos casos, varias familias de frecuencias), es decir, un cierto número de frecuencias de distinto orden, de modo que puedan establecerse las comunicaciones con las aeronaves en una gama de distancias muy amplia, de acuerdo con la hora del día y con las condiciones de propagación. La distancia a la cual las comunicaciones son posibles depende, en cierta medida, de la latitud geográfica, de la estación y la actividad solar, pero pueden darse las siguientes indicaciones generales:

- a).- Se requiere una frecuencia del orden de 3 Mc/s para comunicar de día a distancias de unos 100 a 200 km., y de noche a distancias que pueden llegar a unos 500 km.
- b).- Se requiere una frecuencia del orden de 5 Mc/s para comunicar de día a distancias de unos 150 a 450 km. y de noche a distancias de unos 400 a 1500 km.
- c).- Se requiere una frecuencia del orden de 8 Mc/s para comunicar de día a distancias de unos 400 a 1000 km. y de noche a distancias entre 1200 a 3000 km.

d).- Se requieren frecuencias superiores a unos 3 Mc/s para comunicar de día a distancias que excedan de 1000 km.

En consecuencia, en las comunicaciones con los aparatos que efectúan largos recorridos puede ser necesario emplear varias frecuencias y su valor depende de la ubicación de las estaciones de control de tráfico aéreo que intervienen en los vuelos. Las estaciones aeronáuticas y las aeronaves que comunican con ellas emplean las mismas frecuencias.

3.1.4. Utilización de las bandas de ondas decamétricas atribuidas con carácter exclusivo al servicio móvil aeronáutico.

Existen planes de adjudicación de frecuencias de la U.I.T. para el servicio móvil aeronáutico, en sus bandas exclusivas de ondas decamétricas para las comunicaciones a distancias largas y medias en todo el mundo entre estaciones aeronáuticas (tierra) y de aeronave. Para las comunicaciones a corta distancia con las aeronaves que se hallan a proximidad de los aeropuertos, la O.A.C.I. ha coordinado, en colaboración con la I.F.R.B. y de conformidad con el cuadro de distribución de frecuencias de la U.I.T., el empleo de frecuencias de la banda de ondas métricas para diversas operaciones.

Cuando se busca una frecuencia de la banda de ondas decimétricas para un servicio (R) u (OR) (definidos en los Nos. 429 y 430 del Reglamento de Radiocomunicaciones) y se ha determinado provisionalmente el orden de negociaciones de esa frecuencia, hay que consultar el correspondiente Plan de adjudicación de frecuencia.

a).- Si lo que se requiere es una frecuencia (R), la Administración consultará el Plan de adjudicación de ese servicio contenido en la Parte II, Sección II, del artículo 2º del Apéndice 26 al Reglamento de Radiocomunicaciones. Según haya de utilizarse la frecuencia para vuelos de corta distancia (regionales o nacionales) o para vuelos de larga distancia (internacionales), la Administración determinará la zona en que se halla su país por medio de uno de los dos mapas encartados al final del Apéndice 26, uno para las zonas de paso de rutas aéreas mundiales principales (ZEMP) y otro para las zonas y subzonas de rutas aéreas regionales y nacionales (ZRRN).

b).- La lista de las frecuencias atribuidas a cada ZEMP y a cada ZRRN figura en la Parte II, Sección II, Artículo 1º, del Apéndice 26 al Reglamento de Radiocomunicaciones; la magnitud de frecuencia deseada debe elegirse entre las adjudica-

das a la zona de que se trate y notificarse a la Junta de conformidad con el procedimiento ordinario. Sin embargo, hay que señalar que al elegir una o varias frecuencias para uso en vuelos efectuados por rutas aéreas principales muy frecuentadas, la Administración debiera consultar asimismo los planes o recomendaciones regionales, preparados por las reuniones regionales de la O.A.C.I., en las que se coordina la utilización de tales frecuencias, seleccionadas de conformidad con el Plan de adjudicación de frecuencias de la U.I.T. y con los Reglamentos conexos.

c).- Si lo que se requiere es una frecuencia (OR), la Administración consultará el Plan de adjudicación contenido en la Parte IV del Apéndice 26 al Reglamento de Radiocomunicaciones, que es un Plan por países. Si el país interesado dispone de una frecuencia apropiada, deberá notificarse en la forma normal.

d).- Si el Plan de adjudicación no previera ninguna frecuencia apropiada para el servicio requerido, o si se estimara necesario disponer de frecuencias adicionales, debido a que las atribuidas a la zona o país interesa-

do estuvieren ya plenamente ocupadas, la frecuencia alternativa se elegirá de preferencia entre las incluidas en la lista de frecuencias que aparecen en la página 7 del Apéndice 26 al Reglamento de Radiocomunicaciones. Al hacer esta selección, la administración se asegurará de que la frecuencia elegida no está atribuida a una zona o país vecino, a fin de evitar interferencias perjudiciales a las estaciones explotadas conforme a los Planes. Estas últimas estaciones figuran en el Registro Internacional de Frecuencias con la fecha de 3 de Diciembre de 1951 en la columna 2a.

4.- SERVICIO MOVIL MARITIMO:

4.1. Reglamentación internacional del servicio móvil marítimo.

En el parágrafo N° 36 del Reglamento de Radiocomunicaciones se define el servicio móvil marítimo como el "Servicio móvil entre estaciones costeras y estaciones de barco, o entre estaciones de barco, en el que pueden participar también las estaciones de embarcaciones y dispositivos de salvamento".

Las conferencias de la U.I.T. encargadas de establecer y revisar la reglamentación internacional de las radiocomunicaciones siempre han reservado en ella un lugar muy importante a las

radiocomunicaciones marítimas. La reglamentación internacional pertinente debe considerarse bajo el doble aspecto del socorro y seguridad y de la correspondencia pública.

Desde el punto de vista del socorro y seguridad, existen dos acuerdos internacionales que se complementan mutuamente, sin que ninguno de ellos invada la jurisdicción del otro, a saber: la Convención para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, revisada en Londres, en 1960, y el Reglamento de Radiocomunicaciones de la U.I.T., cuya última revisión data de 1959.

En el Capítulo IV de la Convención para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, titulado "Radiotelegrafía y Radiotelefonía", se definen como sigue las categorías de buques que, normalmente, deben estar provistos de instalaciones radioeléctricas a los fines de seguridad:

- a).- Los buques de pasaje (que transporten más de 12 personas además de la tripulación), de cualquier tamaño, y los buques de carga con un registro bruto igual o superior a 1.600 toneladas deberán estar provistos de una instalación radiotelegráfica;
- b).- Los buques de carga con un registro bruto igual o superior a 300 toneladas, pero inferior a 1600, deberán estar provistos de una instalación radio telefónica.

La convención preve que cada país puede conceder exenciones individuales a ciertos barcos habida cuenta, por una parte, del servicio que efectúan y de los trayectos que recorren y, por otra, de la eficacia general del servicio de socorro para la seguridad de los demás barcos. Estas disposiciones ponen, pues, de relieve el carácter global de la seguridad en el mar.

El Reglamento de Radiocomunicaciones de la U. I. T. define, por su parte, las bandas de frecuencias que deben utilizarse para las radiocomunicaciones marítimas, las frecuencias que se han de emplear para el socorro y la seguridad (500 kc/s para la radiotelegrafía y 2182 kc/s para la radiotelefonía), y las frecuencias que deben utilizar las estaciones de barco para los demás fines, es decir, para la correspondencia pública; el Reglamento especifica igualmente los procedimientos que se han de seguir para la llamada, la respuesta y el curso de tráfico, y trata de la licencia que ha de expedirse a las estaciones, de la autoridad del capitán en materia de radiocomunicaciones, de la inspección internacional de las estaciones de barco, de los certificados de operador, de los horarios de servicio de las estaciones de barco, del encaminamiento y orden de prioridad de los radiotelegramas y conferencias radiotelefónicas, así como de la contabilidad. Las cuestiones de tasas y otras cuestiones relacionados con la explotación se tratan en el Reglamento Adicional de Radiocomunicaciones.

**4.2. Bandas comprendidas entre 4000 y 28000 kc/s reservadas
al Servicio Móvil Marítimo.**

Las bandas de frecuencias atribuidas al Servicio Móvil Marítimo en esta parte del espectro son, por lo general, bandas exclusivas, subdivididas en bandas atribuidas a las estaciones de barco y a las estaciones costeras, en radiotelegrafía y en radiotelefonía (números 446 a 454 del Reglamento de Radiocomunicaciones). En el cuadro IV^c de la página siguiente se representa gráficamente esta subdivisión. Obsérvese, a propósito este cuadro, que a fin de facilitar el funcionamiento de los equipos de radiotelefonía duplex a bordo de los barcos, los canales que deben utilizar las estaciones de barco están situados en un extremo de cada banda, y los canales correspondientes a las estaciones costeras están situados en el extremo opuesto. Además, las bandas atribuidas a las estaciones radiotelegráficas de barcos y, en particular, las bandas de llamada, están en relación armónica. Esta disposición facilita el diseño del material de a bordo y constituye una de las características más sobresalientes del Cuadro de distribución de las bandas de frecuencias.

**4.3. Planes para la utilización por el servicio móvil marítimo
de sus bandas exclusivas de frecuencias entre 4000 y
28 000 Kc/s.**

La Conferencia Administrativa Extraordinaria de Radiocomunicaciones (C.A.E.R.) adoptó, en 1951, como parte de la nueva Lista Internacional de Frecuencias, una

NOMENCLATOR DEL CUADRO IV

- A** : RR 447 * : Estaciones de Barco, Radiotelefonía (Apéndice 17).
- B** : RR 450 : Estaciones de Barco, Radiotelefonía (canal de llamada de doble banda lateral) (Apéndice 15, Sección B).
- C** : RR 449 : Estaciones de Barco, Radiotelefonía de Banda Lateral Unica, Frecuencia de Trabajo (Apéndice 15, Sección B).
- D** : RR 451 : Estaciones de Barco, Radiotelegrafía de Banda Ancha, Facsímil, y Sistemas Especiales de Transmisión (Apéndice 15, Sección A).
- E** : RR 452 : Estaciones de Barco, Radiotelegrafía, Frecuencias de Trabajo (barcos de mucho tráfico) (Apéndice 15, Sección A).
- F** : RR 452 ; Estaciones de Barco, Radiotelegrafía, Frecuencias de Llamada. 454 (Apéndice 15, Sección A).
- G** : RR 452 : Estaciones de Barco, Radiotelegrafía, Frecuencias de Trabajo (barcos de poco tráfico) (Apéndice 15, Sección A).
- H** : RR 453 : Estaciones Costeras, Radiotelegrafía y Facsímil.
- I** : RR 448 : Estaciones Costeras, Radiotelefonía. Apéndice 17 y 25.
- J** : RR 452.1 : Estaciones de Barco, Radiotelegrafía, Frecuencias de Trabajo (barcos de todas las categorías) (Apéndice 15, Sección A).

* RR 447 : Artículo 447 del Reglamento Internacional de Radiocomunicaciones.

----- o -----

lista de las asignaciones de frecuencias a las estaciones costeras radiotelegráficas (Anexo 6 al Acuerdo de la C.A.E.R.). Como en el caso de las demás listas a que se ha hecho referencia anteriormente, las asignaciones que figuraban en ella y que habían entrado en servicio antes del 1º de Mayo de 1961 fueron incluidos en el Registro Internacional de Frecuencias.

En el Reglamento de Radiocomunicaciones de Ginebra, 1959, figuran:

- En el Apéndice 15: un Cuadro de frecuencias utilizables para las estaciones de barco (Sección A; radiotelegrafía, Sección B; frecuencias de llamada en radiotelefonía de doble banda lateral, y frecuencias de trabajo en radiotelefonía de banda lateral única);
- En el Apéndice 17: un Cuadro de los canales radiotelefónicos de doble banda lateral, utilizables por las estaciones costeras y de barco que trabajen en dúplex;
- En el Apéndice 25: un Plan de adjudicación de frecuencias para estaciones costeras radiotelefónicas (que corresponden, con algunas modificaciones, al Plan elaborado por la C.A.E.R. y que constituía el Anexo 5 a su Acuerdo).

4.4. Funcionamiento del Servicio Móvil Marítimo.

Terminaremos la presente exposición dando una idea general del funcionamiento del servicio móvil marítimo, tal como se desprende del Artículo 7 (Sección IV) y de los Artículos 29 a 36 del Reglamento de Radiocomunicaciones.

Por regla general, incumbe a las estaciones de bar-

co establecer la comunicación con las estaciones costeras.

En principio una estación de barco comunica con una estación costera de la manera siguiente:

a).- En radiotelegrafía, utilizando una frecuencia de llamada en que la estación costera hace la escucha (estas frecuencias se indican en el Nomenclátor de estaciones costeras), y posteriormente en la frecuencia de trabajo que haya indicado previamente a la estación costera.

b).- En radiotelefonía, en una frecuencia de llamada en que la estación costera hace la escucha y ulteriormente en una frecuencia de trabajo elegida con arreglo a la frecuencia de trabajo utilizada por la estación costera (estas frecuencias se indican en el Nomenclátor de estaciones costeras), o estableciendo inmediatamente la comunicación en la frecuencia de trabajo.

Cuando una estación costera desea comunicar con una estación de barco, se sirve en principio de su frecuencia normal de trabajo. Por otra parte, siempre que sea prácticamente posible, las estaciones costeras deben hacer sus llamadas a las estaciones de barco en forma de "liste de llamada" transmitidas a intervalos determinados. Las estaciones de barco mantienen la escucha en las frecuencias de trabajo de las estaciones costeras (estas frecuencias, así como las horas en que las estaciones costeras transmiten sus listas de llamada, se indican en el Nomenclátor de estaciones costeras).

Conviene, sin embargo, señalar que tanto las estaciones costeras como las estaciones de barco utilizan

para la transmisión y la recepción las frecuencias de llamada y de socorro de 500 y 2182 kc/s, así como la frecuencia de llamada de 156,80 Mc/s.

En nuestro país desgraciadamente no existen estaciones costeras abiertas a la correspondencia pública, concebidas en la forma anteriormente indicadas reduciéndose el Servicio Móvil Marítimo a la comunicación que cada estación de barco o de embarcación hace con su correspondiente estación costera. Como esta comunicación se efectúa en un horario intermitente (HX) ha sido necesario adjudicar una frecuencia de operación determinada a cada utilizador, dentro de una determinada zona, lo cual evidentemente ha contribuido a crear una aguda congestión del espectro en las bandas reservadas a este servicio.

En razón de lo expuesto anteriormente, la J.P.N.T. en coordinación con el Servicio de Comunicaciones Navales tiene proyectado la creación de estaciones costeras a lo largo del litoral peruano (por lo menos tres), a fin de satisfacer las crecientes necesidades de comunicación en este servicio.

5.- SERVICIO MOVIL TERRESTRE:

Se trata de un servicio entre estaciones de base y estaciones móviles terrestres o entre estaciones móviles terrestres.

Las frecuencias más adecuadas para este servicio varían de acuerdo con la extensión de la zona que se ha de cubrir. Tratándose de cortas distancias, las más apropiadas suelen ser las de ondas métricas, que permiten asegurar un servicio más eficaz y están relativamente libres de interferencias. Presentan además las

ventajas de que las antenas son de reducidas dimensiones y la del escaso consumo de energía en los vehículos. Para distancias más grandes, puede ser necesario recurrir a las frecuencias inferiores de la banda de ondas decamétricas (por ejemplo, por debajo de 5 Mc/s). Como puede verse por el Cuadro de distribución de bandas de frecuencias que figura en el Reglamento de Radiocomunicaciones, los servicios móviles tienen que compartir con otros servicios cierto número de las bandas inferiores de la gama de ondas decamétricas, y también en las bandas de ondas métricas, los servicios móviles comparten atribuciones con otros servicios. Las condiciones relativas a la compartición de bandas con otros servicios en diferentes países y regiones se indican en diversas notas del Cuadro de distribución.

6.- SERVICIO DE RADIODIFUSION:

6.1. Atribución de frecuencias al servicio de radiodifusión.

Como es sabido, la radiodifusión constituye el mejor medio de información pública. Puede llegar a un número muy elevado de oyentes con la mayor información que puede conseguirse por medios materiales. Ninguna aduana, ninguna frontera nacional puede impedir el paso de las ondas. Eligiendo adecuadamente la frecuencia y el equipo, el alcance de la radiodifusión resulta prácticamente ilimitado. Se han dado a este servicio múltiples aplicaciones: identificativas, informativas, recreativas, comerciales y políticas. No es, pues, extraño que las bandas de frecuencias empleadas en la radiodifusión sean actualmente las más congestionadas de todos

los servicios. Es mi propósito en este tipo de trabajo indicar, a grandes rasgos, las condiciones existentes actualmente en nuestro país y las disposiciones que rigen las atribuciones de frecuencias a la radiodifusión en las bandas inferiores a 27 Mc/s. El cuadro de distribución del Reglamento de Radiocomunicaciones de Ginebra, que apenas difiere del de Atlantic City, prevé para la radiodifusión en la Región "2" las bandas de frecuencias que se indican en el Cuadro M 2 de la página siguiente y que pueden agruparse en cuatro categorías, en adición a las bandas reservadas a la Televisión en VHF y UHF, en las cuales puede hacerse la asignación de canales que se indica en el mismo cuadro. Las más bajas son las de radiodifusión en ondas hectométricas (onda media), viniendo a continuación las de radiodifusión tropical, y por encima de los 6 Mc/s. las bandas de radiodifusión en ondas decamétricas. Por último tenemos la banda de 88 a 108 Mc/s reservada en exclusividad para la radiodifusión en frecuencia modulada.

A continuación haremos un comentario sobre cada una de las bandas de radiodifusión incluyendo, a manera de ilustración, la radiodifusión en ondas kilométricas (onda larga) de uso únicamente en la Región "1" de la U.I.T.

6.2. Bandas de radiodifusión en ondas kilométricas.

Estas bandas están atribuidas al servicio de radiodifusión en la Región 1 solamente, esto es, que pueden ser usadas en Europa, Africa y Rusia Asiática, comprendiendo la banda que va de 150 a 285 kc/s. A este tipo de radiodifusión es el que con propiedad podría llamársele Radiodifusión de Onda Larga.

Estando nuestro país comprendido en la Región 2 de la U.I.T. no tenemos este tipo de radiodifusión. No se trata de una banda exclusivamente atribuida a la radiodifusión, sino que ésta la comparte con muchos otros servicios y su utilización está sujeta a gran número de disposiciones particulares; así en 1948, la Conferencia Europea de Radiodifusión de Copenhague estableció un plan detallado de asignación de frecuencias en esta banda a las estaciones de dicha región.

6.3. Banda de radiodifusión en ondas hectométricas.

La banda reservada a este tipo de radiodifusión abarca de los 535 a 1,605 kc/s, con carácter de exclusividad para este servicio en todas las regiones del mundo. Es a este tipo de radiodifusión que se le conoce con el nombre de Radiodifusión en Onda Media. Las características de propagación de las frecuencias que involucra esta banda, le otorgan carácter local, ya que para potencias medias el área de servicio es relativamente limitado, lo que da a su vez la posibilidad de compartir la misma frecuencia por dos estaciones cuya potencia y separación está dentro de los límites técnicamente exigidos.

En nuestro país, a pesar de lo anotado anteriormente la congestión actual es tal, que en determinadas localidades, como es el caso de la capital y ciudades adyacentes no queda disponibilidad de frecuencias, habiendo en las demás localidades del país una tendencia continua a la saturación. De continuar el aumento de radiodifusoras al ritmo actual podría restringir la utilización posterior del espectro en esta banda, en regiones y para fines en los cuales es indispensable, como podría ser la utilización de la radiodifusión en planes de alfabeti-

zación.

Esta circunstancia exige la preparación de un plan nacional de radiodifusión que tienda a la racionalización de este importante servicio.

6.4. Radiodifusión en Onda Tropical.

Es ésta también una banda de radiodifusión especial, que no se utiliza para la radiodifusión en el mundo entero, sino exclusivamente en la zona tropical. La definición de la zona tropical figura en el Reglamento de Radiocomunicaciones, en el mapa del Apéndice 24 y en los números 135 y 136, cuyo texto especifica que la zona tropical comprende, en la Región 2, toda la zona que se extiende entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio, y en las Regiones 1 y 3 la zona que se extiende entre los paralelos 30° Norte, y 35° Sur, incluyendo, además, la zona comprendida entre los meridianos 40° Este y 80° Este de Greenwich y los paralelos 30° Norte y 40° Norte, y la parte de Libia situada al norte del paralelo 30° Norte. En la Región 2, la zona tropical podría extenderse hasta el paralelo 33° Norte por acuerdos especiales concluidos entre los países interesados de esta Región. La situación es bastante confusa ya que algunos países de esa zona pueden no aceptar la aplicación a su territorio de las disposiciones pertinentes, en tanto que otros situados fuera de ella pueden desear su inclusión en la misma. En esta zona tropical, las bandas especificadas las utilizan a la vez la radiodifusión y otros servicios, es decir, que no existen bandas atribuidas exclusivamente a la radiodifusión tropical. Son varias las porciones del espectro radioeléctrico comprendidas entre 2,300 a 5,060 kc/s que con ese carácter de compartidas han sido reservadas a este tipo de radiodifusión, las que tienen las

longitudes de onda promedio que se indican a continuación:

120 Mtrs.	(2300	2495	kc/s)
20 "	(3200	3400	")
62 "	(4750	4995	"), y
59 "	(5005	5060	")

en el caso de nuestro país todas estas bandas se encuentran en la actualidad completamente congestionadas, a lo que ha contribuido el hecho de que las estaciones en actual funcionamiento no disponen de las antenas adecuadas que den a las emisiones por ellas preparadas un alcance local, que es bajo esta consideración que en el Reglamento Internacional de Radiocomunicaciones se establece la compartición de este servicio con otros diferentes dentro del mismo país. Esta situación exige de llevar a las actuales radiodifusoras a trabajar en las condiciones técnicas adecuadas, labor en la que se encuentra empeñada la Junta Permanente Nacional de Telecomunicaciones.

En las bandas de radiodifusión tropical, este servicio goza de preferencia respecto de otros de la misma zona, pero tiene el mismo estatuto que los demás servicios de fuera de ella. Las asignaciones a las estaciones de radiodifusión tropical deben también ajustarse a la cláusula según la cual conviene utilizar exclusivamente la potencia mínima requerida para conseguir un servicio de buena calidad dentro de las fronteras nacionales.

Señalaremos, por último, que no existe acuerdo especial ni plan de asignación para las bandas de radiodifusión tropical utilizadas en las 3 Regiones ni tampoco a la escala nacional en el caso del Perú.

C A P I T U L O V

PROBLEMAS DE INTERFERENCIA PERJUDICIAL Y CONTROL DE LAS EMISIONES. ELECCION DEL EMPLAZAMIENTO DE ESTACIONES EMI- SORAS Y RECEPTORAS

1.- PROBLEMAS DE INTERFERENCIA PERJUDICIAL:

1.1. Consideraciones Generales.

La secuela más grave de la creciente congestión de las bandas de ondas decamétricas es el aumento de las probabilidades de interferencia perjudicial. El problema desde el punto de vista técnico se presenta en forma similar cuando la interferencia es producida por una estación del país o cuando se trata de una estación extranjera interferida por una estación nacional o interferente de esta última. Lo que en realidad difiere en uno y otro caso es el procedimiento administrativo que puede seguirse a fin de subsanar esta anomalía.

Tratándose de interferencia entre estaciones del mismo país, la detección de la estación interferente, su sanción y corrección corresponde directamente a la Administración de Telecomunicaciones, en el caso de nuestro país a la Junta Permanente Nacional de Telecomunicaciones; pero estando de por medio una estación extranjera entonces debe intervenir también la Administración del país al cual pertenece esa estación y en caso de litigio la Unión Internacional de Telecomunicaciones, por intermedio de la I.F.R.B.

Como el procedimiento a seguirse en el caso de interferencia entre estaciones nacionales depende únicamente de la Administración del país y debe ajus

terse a las disposiciones contenidas en el Reglamento General de Telecomunicaciones del mismo haremos hincapié solamente al caso de interferencias perjudiciales que involucran estaciones de otros países. Los aspectos de este tipo de interferencia en las radiocomunicaciones se tratan específicamente en el Capítulo IV del Reglamento Internacional de Radiocomunicaciones, que comprende los Artículos 12, 13, 14, 15 y 16; por consiguiente, para la explotación eficaz de los servicios de radiocomunicación, es indispensable estar íntimamente familiarizado con estas disposiciones.

1.2. Solución de los problemas de interferencia perjudicial mediante la mutua colaboración de las administraciones.
=====

Se observará que en el Artículo 15 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) se hace constantemente hincapié en la necesidad de dar pruebas de buena voluntad y de ayuda mutua, en el plano internacional y a este respecto las partes interesadas deberán tener siempre presente el espíritu del Nº 704 del RR. El Artículo 15 del Reglamento de Radiocomunicaciones prevé que la mayor parte de los casos de interferencia mutua se resolverán, en la práctica, por medio de negociaciones directas entre las administraciones interesadas; por consi- guiente, este es el procedimiento que, como primera medida, debe seguir toda administración cuyos servicios estén afectados por interferencias perjudiciales, cuando las medidas tomadas en el ámbito no basten para re- solver el problema.

Algunos casos de interferencia perjudicial se deben a defectos de los transmisores o de las instalaciones

conexas y, en consecuencia, a comunicación inmediata y directa de la administración que padezca la interferencia perjudicial puede ser de suma utilidad para la otra administración y solucionar el problema. La modificación de las condiciones de propagación puede dar lugar así mismo, en ciertas ocasiones, a problemas de interferencia, a menudo de corta duración, que pueden resolverse, en caso necesario por medio de la negociación directa. La aplicación por la I.F.R.B. del sistema de exámenes técnicos de las asignaciones reduce la incidencia de las interferencias debidas a la incompatibilidad de las emisiones. En ciertos bandos planificados se reconoce el derecho de garantizar una protección internacional a ciertas asignaciones hechas de conformidad con las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones.

En lo que respecta a la identificación de una emisión interferente, la administración cuya sea la asignación interferida podrá solicitar la colaboración de otras administraciones para aclarar la cuestión (RR N° 709), lo que facilita la identificación de la emisión y, por consiguiente, la negociación directa.

1.3. Recurso a la I.F.R.B.

La administración interesada puede comunicar a la I.F.R.B., si lo considera necesario, todos los detalles de la cuestión, y solicitar su intervención (Artículo 9, Sección VII del Reglamento de Radiocomunicaciones).

En este caso la I.F.R.B. realiza un estudio del problema y envía un informe a las administraciones interesadas, con sus conclusiones y recomendaciones. Sin embargo, la I.F.R.B. se cerciora previamente de que se ha tratado en vano de solucionar el problema mediante la negociación

directa.

2.- CONTROL DE LAS EMISIONES:

Este estudio se refiere a la comprobación técnica en caminata a determinar las características de las emisiones radioeléctricas. Como tal labor es cumplida por las estaciones de Control y Medida, examinaremos de primera intención las funciones y cometidos de tales estaciones para considerar en seguida los factores que intervienen en la elección de la ubicación, así como los equipos y personal que son necesarios para el cumplimiento del cometido de las mismas.

2.1. Funciones de las Estaciones de Comprobación Técnica.

La principal finalidad de la comprobación técnica de las emisiones es la de colaborar en la explotación diaria de los servicios de radiocomunicación que se encuentran bajo el ámbito de una determinada administración.

Las estaciones de comprobación técnica pueden ser explotadas por una Administración, por una empresa pública o privada, por un servicio común de comprobación técnica de las emisiones, establecido por varios países, o por una organización internacional. En nuestro país es la Junta Permanente Nacional de Telecomunicaciones la que dispone de una estación de tal naturaleza que se encuentra en vías de instalación, la que no se ha concretado aún por dificultad que representa el encontrar una ubicación adecuada para la misma, que se ajuste a los requerimientos que indicamos en una sección ulterior de este mismo estudio.

Los cometidos de una estación de comprobación comprenden una o varias de las siguientes tareas:

- Mediciones de frecuencia.
- Mediciones de intensidad de campo.
- Mediciones radiogoniométricas.
- Mediciones de anchura de banda.
- Vigilancia automática de la ocupación del espectro.

Todas estas tareas tienen como finalidad:

- Suprimir las interferencias producidas por estaciones de radiocomunicación, con inclusión de estaciones de radioaficionados, dependientes de la administración.
- Efectuar observaciones en relación con la elección de frecuencias apropiadas para nuevos canales de comunicación.
- Cooperar con las otras administraciones en la detección y medición de emisiones de estaciones ubicadas en distintas partes del mundo.

En algunos casos es la I.F.R.B. la que hace peticiones concretas a las administraciones para la observación de bandas determinadas, por ejemplo las atribuidas al servicio de Radiodifusión por ondas decamétricas, o también pide la vigilancia de frecuencias particulares para aclarar los casos de interferencia sometidas a su consideración.

Es en base a esos datos que la I.F.R.B. publica resúmenes mensuales de los resultados útiles de comprobación técnica por ella recibidos de parte de todas las estaciones de comprobación técnica internacional que figuran en el Nomenclator de tales estaciones publicado por la U.I.T. como documento de servicio.

2.2. Ubicación Personal y Equipo de las Estaciones de Comprobación Técnica.

2.2.1. Ubicación.

Como una estación de comprobación técnica básicamente es una estación receptora, las condiciones que debe cumplir el lugar de su ubicación son las mismas que las exigidas aquella y que se examinan en una sección ulterior de este mismo capítulo. Es por esta razón que en muchos países del mundo se ha hecho la instalación de una estación de comprobación técnica cerca de una estación receptora principal, ya que aparte de las economías que pueden hacerse en lo que se refiere a gastos administrativos, servicios generales e instalaciones de mantenimiento, la estación de comprobación gozaría de la ventaja de poder utilizar las antenas de gran directividad de la estación receptora principal.

Como una estación de comprobación técnica de ondas decamétricas se utiliza tanto para el control de estaciones que dependen de la administración así como de aquellas dependientes de otras administraciones, el fenómeno de propagación conocido con el nombre de "efecto de salto", obliga a que la estación de comprobación tenga que situarse dentro del alcance de la onda de superficie del mayor número posible de las estaciones transmisoras de su propia administración. En cambio si la estación de comprobación técnica se halla demasiado próxima de una estación transmisora de gran potencia, es fácil que sufra perturbaciones debidas a las señales no deseadas resultantes de intermodulación, interferencia del segundo canal, bloqueo del receptor y armónicas. Bajo estas consideraciones la situación ideal de una esta

ción de comprobación técnica de ondas decamétricas sería a diez millas como mínimo y a sesenta millas como máximo de las estaciones transmisoras de su propia administración que debe comprobar.

2.2.2. Personal de las Estaciones de Comprobación.

Los trabajos asignados al personal de una estación de comprobación pueden clasificarse del modo siguiente:

- a).- Técnicas.
- b).- De explotación.
- c).- De dirección y administrativos.

El trabajo técnico comprende las pruebas diarias de mantenimiento del equipo de la estación y el diseño de equipos para la realización de pruebas especiales y de programas de medición. A este respecto es imprescindible disponer de un taller bien equipado y de un número adecuado de equipos de medición.

El trabajo técnico incluye asimismo la recepción periódica de las transmisiones de tiempo y de frecuencia, y las mediciones normales de frecuencia, intensidad de campo, anchura de banda, etc. Para esta labor se requiere contar con técnicos de adecuada competencia.

Para los trabajos de explotación se precisan los conocimientos prácticos de explotación que poseen los operadores de morse, ya que la identificación de las estaciones se ve dificultada en la actualidad por la complejidad de los equipos de transmisión y por la utilización de códigos no normalizados.

Gran parte del trabajo de las estaciones de comprobación consiste en operaciones periódicas y requiere el registro, resumen y análisis de los resultados obte-

nidos. Esta labor es principalmente de tipo administrativo y el personal que ejecute este trabajo debe ser seleccionado cuidadosamente, ya que la falta de cuidado puede restar todo valor a esos análisis.

2.2.3. Equipo Técnico de las Estaciones de Comprobación.

El equipo de las estaciones de comprobación depende del tipo de resultados requerido. El mínimo absoluto consiste en un receptor calibrado en frecuencia, conectado a una antena adecuada. Con este tipo es posible - identificar estaciones que transmitan en determinadas frecuencias, comprobar la ocupación de una frecuencia en una determinada hora, etc. El equipo de las estaciones encargadas de cometidos de comprobación técnica de todo tipo puede ser muy voluminoso y comprender, además de diversos modelos de receptores, diferentes tipos de aparatos de registro, radiogoniómetros, frecuenciómetros, equipos automáticos de comprobación, medidores de intensidad de campo, etc.

La identificación de las estaciones en presencia de interferencias y de ruidos está sujeta a error, por lo que es indispensable el registro de la recepción. Todos los tipos de registros de cinta son adecuados para este fin.

Cuanto más complejo sea el tipo de transmisión, más difícil resultará su identificación si el transmisor no emite periódicamente distintivos de llamada en orse. Por lo general, las estaciones de comprobación técnica no están equipadas para la recepción de transmisiones complejas.

Muchas estaciones de comprobación técnica disponen de registradores automáticos de frecuencia, que barren

continuamente, a intervalos periódicos, una determinada gama de frecuencias. Los gráficos muestran la ocupación de las frecuencias y la identificación se efectúa mediante la escucha. Este tipo de comprobación técnica tiene la ventaja de indicar la manera precisas y continua el grado de ocupación del espectro, en tanto que los resultados de comprobación s lo permiten formular una declaración válida para el período de observación.

Para la comprobación técnica de las emisiones únicamente debieran utilizarse buenos receptores de comunicación. El calibrado de la frecuencia debiera ser estable y la precisión mejor que $\pm 10^{-4}$ (± 1 kc/s en 10 Mc/s). El receptor debiera ser inmune a los cambios de temperatura y a las variaciones de la tensión de alimentación.

3.- ELECCION DEL EMPLAZAMIENTO DE ESTACIONES EMISORAS Y RECEPTORAS:

3.1. Elección de la ubicación de una estación de transmisión.

La elección de un terreno para una estación de transmisión resulta forzosamente de un compromiso entre varias condiciones contradictorias.

Si se consideran únicamente las condiciones de orden radioeléctrico, se debe elegir un terreno llano, sin arboleda y que sea bastante buen conductor (los terrenos de cultivo son de excelente calidad). Además, hasta unos 2 km. de los límites de este terreno, no deben existir relieves importantes y ningún obstáculo debe estar por encima de un ángulo de elevación superior a dos o tres grados.

En efecto, no es absolutamente necesario un terreno rigurosamente llano, con tal de que los desniveles no

sean bruscos y no excedan una decena de metros. También la naturaleza del terreno, tiene una importancia secundaria, porque en el caso de circuitos a gran distancia, la reflexión de las ondas se hace incidencia casi rasante; en estas condiciones, la conductividad de la tierra, aunque no sea muy buena, basta para asegurar una reflexión correcta.

Los obstáculos artificiales, tales como casas o líneas de conducción de energía, no son muy perturbadores, siempre que no sean de dimensiones muy grandes y no estén situados en la proximidad inmediata de las antenas proyectadas.

La ubicación de una estación de transmisión no debe elegirse solamente en función de las reglas anteriormente enunciadas. En efecto, también se necesita que la distancia entre la estación y los centros de explotación (oficina central radiotelegráfica y centro de enlace a la red) sea lo más pequeña posible, para reducir todo lo posible la longitud de los enlaces telefónicos y telegráficos necesarios (por cable o enlace hertziano).

Hay, pues, que encontrar un compromiso entre el costo del terreno, siempre más caro en las proximidades de una ciudad importante, y el costo del cable o del enlace hertziano.

Por último en la ubicación elegida la alimentación de energía eléctrica debe ser fácil, y debe tomarse en consideración la distancia a la estación más cercana de distribución de energía.

3.1.1. Protección de la Ubicación de una Estación de Transmisión.

Hemos visto que el terreno destinado a la instalación de una estación de transmisión debe elegirse de forma que esté libre en el mayor grado posible de obstáculos cercanos.

Evidentemente, interesa que se tomen todas las medidas para que esta situación se mantenga ulteriormente.

En los terrenos que rodean la ubicación elegida, se establecen, pues, sujeciones que limitan la posibilidad de construir todo obstáculo, edificio o poste de línea conductora de energía, hasta cierta distancia.

Estas medidas de protección se traducen por el establecimiento de un plan de sujeciones que delimita una zona en la que ningún obstáculo debe rebasar cierta altura, definida desde un punto de referencia elegido en el interior del terreno de la estación. Esta zona está generalmente dividida en dos partes: una, en los alrededores inmediatos de la estación, llamada zona primaria, debe estar en general perfectamente despejada, mientras que en la segunda, o zona secundaria, pueden admitirse obstáculos de poca altura. La zona primaria corresponde prácticamente a la parte en la que se refleja la radiación de las antenas directivas.

3.1.2. Elementos que han de tenerse en cuenta para el Proyecto de una Estación de Transmisión.

Una vez elegida la ubicación de una estación de transmisión, para confeccionar el proyecto deben estudiarse los siguientes elementos:

- Antenas y líneas de transmisión.
- Situación y organización de los edificios.
- Instalaciones de energía.
- Líneas de comunicaciones.

C O N C L U S I O N E S

Del estudio que se acaba de hacer se puede concluir, por los problemas en él planteados, que el incesante crecimiento de la actividad humana impone que las telecomunicaciones se desarrollen también en igual grado. Esto es más evidente en materia de radiocomunicaciones y en países en vías de desarrollo, como el nuestro, en los cuales al ser este el sistema principal empleado para las comunicaciones a larga distancia, constituyen un medio esencial para el progreso del país.

En los últimos años la Administración Peruana de Telecomunicaciones ha debido afrontar toda una avalancha de solicitudes para establecer enlaces de radiocomunicación en H.F., entre casi todos los puntos del país, siendo en el 90% de los casos una de las estaciones terminales la capital de la República, con la consiguiente superposición de circuitos que esto significa. Muchos de estos enlaces no pudieron ser autorizados, a pesar que ellos eran indispensables para el desarrollo de la actividad industrial o comercial de los solicitantes, en razón de la aguda congestión del espectro por el alto número de usuarios del mismo y por la mala utilización que de él se hacía en algunos casos.

De lo anterior se concluye que:

a).- El desarrollo del país en todos los campos exige un crecimiento por lo menos a igual escala en materia de telecomunicaciones, debiendo emplearse a ese efecto sistemas diferentes de los de radiocomunicación clásica dado lo limitado del espectro radioeléctrico, utilizado en determinadas bandas, como las de H.F., casi en su capacidad máxima.

b).- Al constituir las radiocomunicaciones el principal sistema empleado en la actualidad para comunicarse dentro del país y el único empleado para la comunicación internacional, situación que debe permanecer la misma durante muchos años y aún ser indispensable en algunos casos - después de implantados nuevos sistemas; es imperativo que el Estado efectúe una planificación tendiente a racionalizar y normar la correcta utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas, para obtener así un máximo de eficiencia en su explotación.

En este trabajo se ha tratado de presentar lo esencial de los conocimientos relativos a la administración y correcta utilización del espectro en el deseo de contribuir con la Administración Central de Telecomunicaciones del país en la labor que debe realizar para concretar la conclusión indicada en el párrafo precedente.

B I B L I O G R A F I A

DOCUMENTS DE LA X^e ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE DU C.C.I.R. GENEVE, 1963:

- VOLUME I : ÉMISSION, RÉCEPTION, VOCABULAIRE.
- VOLUME II : PROPAGATION
- VOLUME III : SERVICES FIXE ET MOBILE. FRÉQUENCES ÉTALON ET
SIGNAUX HORAIRES. CONTROLE DES ÉMISSIONS.
- VOLUME IV : FAISCEAUX HERTZIENS. SYSTÈMES SPATIAUX. RADIOASTRONOMIE.
- VOLUME V : RADIODIFFUSION. TÉLÉVISION.

RÈGLEMENT DES RADIOCOMMUNICATIONS. GENEVE 1959 :

- RÉGLEMENT ADDITIONNEL DES RADIOCOMMUNICATIONS.
- RÉOLUTIONS ET RECOMMANDATIONS.

REGLAMENTO GENERAL DE TELECOMUNICACIONES DEL PERU.

PUBLICACIONES DEL DEPARTAMENTO DE COOPERACION TECNICA DE LA ADMINISTRACION
FRANCAISE DE CORREOS Y TELECOMUNICACIONES:

- NOTIONS GÉNÉRALES SUR L'ORGANISATION ET LE FONCTIONNEMENT DES SERVICES RADIO-
ÉLECTRIQUES DE L'ADMINISTRATION FRANCAISE DES POSTES ET TÉLÉCOMMUNICATIONS.
PAR..... M. BERGERON. Ingénieur en Chef.
- RÉPARTITION ET CONTROLE DES FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES. LES AMATEURS
PAR..... M. PLACE. Ingénieur en Chef.
- LE SERVICE MOBILE MARITIME EN FRANCE (1962) PAR..... J. BES.
LE SERVICE MOBILE TERRESTRE EN FRANCE (1963) PAR..... M. BRAVET.

IONOSP IC RADIO PROPAGATION. BYKENNETH DAVIES.

APUNTES DE RADIOPROPAGACION DE LA SECRETARIA DE MARINA DE LA REPUBLICA ARGENTINA.