



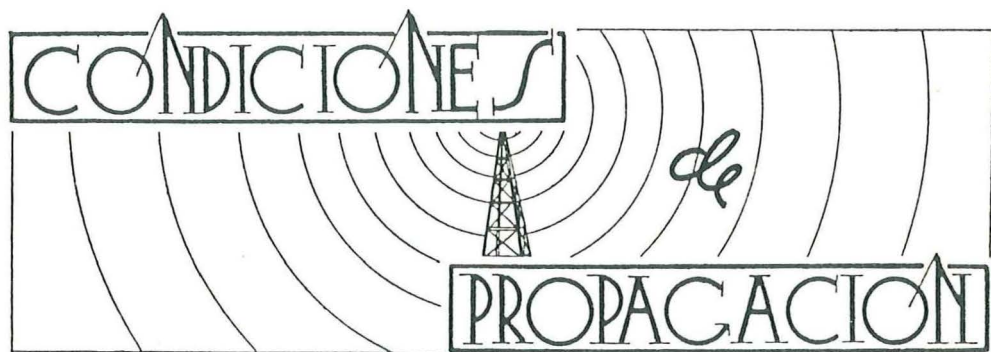
SELECCION TEMATICA DE TODO LO  
PUBLICADO EN LA REVISTA URE.

2ª PARTE

**NOCIONES  
DE  
PROPAGACION  
— INDICE  
GENERAL**

**I**

Madrid, 1984





UNION DE  
RADIOAFICIONADOS  
ESPAÑOLES

Maiquez, 48 1º  
Madrid - 9

Depósito Legal: M-1972-1984 Impreso en Novaprint S.A., Gral. Perón, 23

Prohibida la reproducción total o parcial  
en cualquier forma que sea, sin autoriza-  
ción expresa por escrito de la Unión de -  
Radioaficionados Españoles.

# INDICE GENERAL

Pag.	3	INDICE.
	5	PREDICCIÓN INSTANTÁNEA DE LOS CANALES DE PROPAGACIÓN.
	6	- Mecanismo de dispersión.
	7	- Interpretación del eco.
	8	- La ionosfera gruesa.
	9	- Preguntas sin respuesta.
	9	- Montaje del equipo de emisión.
	12	- Montaje del equipo de recepción.
	12	- Explicación de las fotografías.
	12	- Discusión de las fotografías.
	14	- Explicación de los mapas.
	16	- Discusión de los mapas.
	17	- Conclusiones.
	19	METODO ESPAÑOL PARA LA PREDICCIÓN DE FRECUENCIAS DE TRABAJO (FOT) (O.W.F.) A CUALQUIER DISTANCIA.
	19	- Frecuencias óptimas de trabajo.
	29	ECOS "AUDIBLES" DE LAS RADIOEMISIONES.
	29	- Propagación crepuscular.
	31	- Propagación meteorológica.
	31	- Recepción.
	33	COMUNICACIÓN ENTRE ANTIPODAS.
	35	- Caminos óptimos de la señal alrededor del mundo.
	37	- Efectos de la dispersión terrestre y de la absorción ionosférica.
	38	- Potencias necesarias y anchura de banda.
	40	- Conclusiones.

Pag.	42	LOCALIZACION DE LA INFLUENCIA DEL SOL EN LA RADIOPROPAGACION.
	42	- Introducción.
	42	- Aplicación.
	42	- Radioesfera.
	43	- Radiopropagación.
	44	- Predicción.
	47	- Absorción.
	47	- Ejemplos.
	49	ECLIPSE DE SOL Y LA RADIO.
	53	TECNICAS DE LA DISPERSION TROPOSFERICA PARA EL AFICIONADO.
Pag.	62	INDICES DEL RESTO DE LAS PUBLICACIONES.
	62	- 1 - Nociones de propagación. 1ª Parte.
	65	- 2 - Teoria sobre antenas.
	68	- 3 - Dipolos para HF.
	71	- 4 - Antenas verticales para HF.
	74	- 5 - Antenas direccionales de HF. 1ª Parte.
	77	- 5 - Antenas direccionales de HF. 2ª Parte.
	80	- 6 - Antenas cúbicas para HF.
	82	- 7 - Antenas de VHF y UHF. 1ª Parte.
	84	- 7 - Antenas de VHF y UHF. 2ª Parte.
	86	- 8 - Impedancia de entrada en antenas y me- didores.
	89	- 9 - Adaptadores de impedancia en antenas y lineas de transmisión.
	92	-10 - Lineas de transmisión, R.O.E. y medido- res. 1ª Parte.
	94	-10 - Lineas de transmisión, R.O.E. y medido- res. 2ª Parte.
	97	-11 - Acopladores de antena y antenas de car- ga artificial.
	99	-12 - Fuentes de alimentación.
	101	-13 - I.T.V. y filtros. 1ª Parte.
	103	-13 - I.T.V. y filtros. 2ª Parte.
	106	-14 - Amplificadores lineales. 1ª Parte.
	109	-14 - Amplificadores lineales. 2ª Parte.
	111	-14 - Amplificadores lineales. 3ª Parte.
	114	-15 - Miscelanea.

# Predicción instantánea de los canales de propagación

Resultado de un estudio sobre la técnica de la dispersión de los sonidos en las frecuencias de aficionados

Por OSWALD G. WILLARD, SR.  
(W6YT) y  
ALLEN M. PETERSON  
(W6POH)  
TRADUCIDO DE «QST»

*QST se enorgullece de presentar en este artículo una descripción de un experimento, concebido y ejecutado por aficionados, que representa no sólo una útil y científica contribución, sino que también confirma una técnica que tiene aplicaciones inmediatas en las prácticas de comunicación. Usando el método discutido aquí, es posible determinar si una banda está o no abierta en una dirección dada, y a qué distancia, si es así, usando un equipo familiar con sencillas modificaciones. La determinación puede ser hecha enteramente en el transmisor y no depender de otras estaciones que estén en el éter.*

En las veinticuatro horas siguientes a las 7 P. M. PST, del 14 de diciembre de 1951, aproximadamente 320 estaciones en 14 megaciclos, a través de los Estados Unidos, participaron (aunque su participación les era desconocida) en una prueba de la

Universidad de Stanford de lo que puede ser una importante técnica para predecir y comprobar la radiotransmisión de la onda celeste. Durante este período completo, y con intervalos de cinco minutos, fué hecho un *Diario* de las lecturas de las señales de todas las estaciones que pudieron ser positivamente identificadas. Esta información fué entonces comparada con una serie de grabaciones fotográficas tomadas con ayuda de un equipo transmisor de aficionado modificado, y representando, si la presente creencia es correcta, un plano de distancia al borde de la zona de silencio hacia el azimut. Puesto que la transmisión será más intensa cuando la estación distante está en el borde de la zona de silencio o algo más allá, y puesto que esta zona de silencio varía con la dirección y hora del día, el objeto de la prueba era

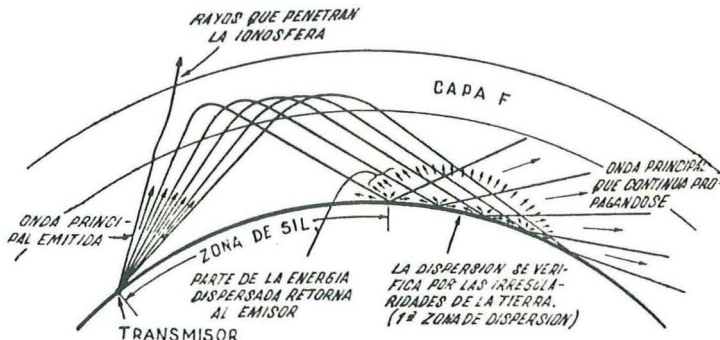


FIG. 1.—Parte de la energía radiada procedente del emisor es dispersada hacia atrás por las irregularidades en la superficie de la tierra.

ver si las señales más intensas de cualquier tiempo dado vienen de la vecindad de la zona delineada por las fotografías.

Esta técnica, llamada «sondeo de dispersión», representa un método para determinar las áreas geográficas en las cuales puede mantenerse una fuerte transmisión en cualquier tiempo dado. Si se comprueba su seguridad, la utilidad para las comunicaciones, tanto comerciales como de aficionado, será muy grande. Por primera vez será posible establecer definitivamente (siguiendo una exploración de apenas un minuto de duración) si una comunicación doble en una frecuencia dada (y en cualquier situación), dentro de un radio de varios miles de millas, será fuerte, débil o imposible. Por una extensión de la técnica sería posible, no solamente establecer exactamente la frecuencia correcta para la mejor transmisión a una localidad particular, sino también advertir las variaciones de esta frecuencia de minuto en minuto a través de las veinticuatro horas.

La prueba descrita en este artículo fué emprendida para verificar sondeos de dispersión en un número de diferentes distancias en la zona de silencio, puesto que una banda especial se abre por la mañana y vuelve a abrirse por la noche y en diferentes direcciones. Es una prueba de una importancia crucial y que puede solamente llevarse a cabo con la ayuda de los aficionados. Se efectuó como se describe a continuación:

### Mecanismo de dispersión

El sondeo de dispersión consiste, en su más breve síntesis, en anotar el plazo de tiempo entre la transmisión de una señal de radio y el regreso de una pequeña fracción de su energía devuelta por la dispersión al transmisor cuando las señales transmitidas chocan con irregularidades de la superficie de la tierra. La figura 1 es un diagrama simplificado, señalando cómo ocurre esta dispersión.

La ionosfera—una región gaseosa bastante homogénea ionizada por la radiación solar—parece reflejar las ondas de radio, tan eficientemente, como un espejo altamente pulido refleja el rayo de un foco luminoso. La tierra, por otra parte, es un reflector menos satisfactorio a este respecto. La comparación es similar a la relativa eficiencia de un buen espejo y una superficie brillante de metal reflejando un fuerte rayo de luz. Si un hombre con una linterna está en una habitación oscura y

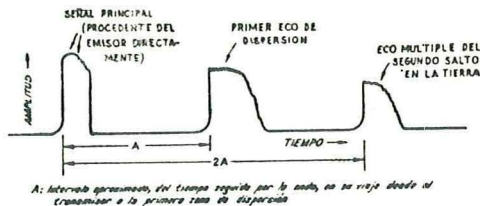


FIG. 2.—La energía dispersada produce un eco cuando la emisora transmite; por el retardo de tiempo, se puede calcular la distancia entre el emisor y el sitio donde el eco se produce.

señala con ella oblicuamente a un espejo, el rayo se reflejará sin que se note pérdida de brillantez y el hombre tendrá dificultad en ver el espejo mismo. Si un metal brillante sustituye ahora al espejo, el rayo continuará reflejándose, pero la parte reflejada será notablemente más débil. El lugar donde el rayo hiere al metal, brillará claramente y el metal podrá ser visto con facilidad; esto es, la luz será dispersada y devuelta al observador.

La energía retroreflejada produce un eco en el transmisor cuyo plazo de tiempo es medido como en el radar. Un dibujo de una indicación de osciloscopio típico (amplitud del tiempo o espacio A) se muestra en la figura 2. Por el plazo de tiempo señalado (el intervalo A), la distancia terrestre del transmisor a la fuente de dispersión puede ser calculada. La figura 3 nos muestra una fotografía de osciloscopio típico, de dispersión reflejada en la capa F. La señal transmitida, que de otra forma aparecería como una desviación vertical a la izquierda del modelo, ha sido parcial-

mente cancelada en nuestra composición por una «barrera» en el sistema de audio. Las líneas cortas verticales son registros de serie. De otra forma, este grabado corresponde al de la figura 2 y es típica de las condiciones diurnas en las frecuencias más altas.

### Interpretación del eco

Varias consideraciones complican la interpretación de los ecos vistos. En primer lugar, el lector podría preguntarse por qué un eco relativamente estrecho aparece bien definido. Puesto que la dispersión regresa de *todos* los puntos más allá del borde de la zona de silencio sería razonable suponer que una banda continua de ecos aparecería en un registro correspondiente al borde de la zona y extendiéndose afuera. De hecho, los ecos decaen en amplitud muy rápidamente al aumentar los registros dejando un bien definido conjunto en un punto determinado y siguiendo la base de tiempo.

La razón de esto es complicada, pero puede adquirirse una idea superficial por la figura 4, aceptando, para más sencillez, que la ionosfera es un perfecto reflector metálico; el espacio de tiempo que con cada trozo de energía dispersada vuelve al receptor debe ser proporcional a la total

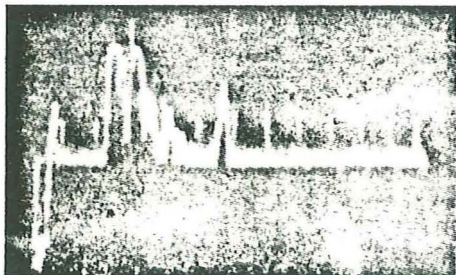


FIG. 3.—Fotografía, tipo a exploración A, mostrando la dispersión propagada por la capa F. A la izquierda se observa la señal principal en parte cancelada. A la derecha, múltiples señales más débiles. Las más cortas a espacios regulares, son las señales marcadoras cada 500 kms.

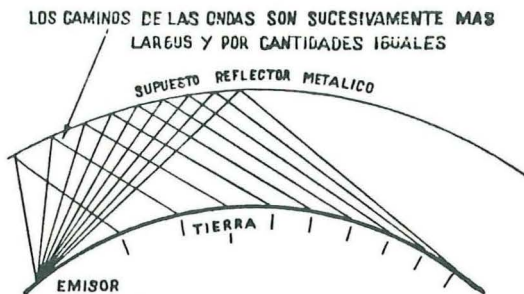


FIG. 4.—Hasta con una «ionosfera» metálica, los ecos dispersos fragmentarios serían más débiles por los grandes retardos y porque una pequeña fracción de la energía total es radiada a áreas lejanas.

longitud del camino recorrido. Podemos ahora dibujar una serie de líneas, como se ve en la figura, representando el paso de rayos que cada uno es sucesivamente más largo que el adyacente. Las señales, al viajar y volver por esos pasos, tendrá iguales incrementos en el plazo de tiempo y estarán igualmente espaciados en la base de tiempo del osciloscopio.

Ahora, observando la separación angular en el plano vertical entre los pasos adyacentes en el transmisor y considerando lo que sucedería si el transmisor radiase iguales cantidades de potencia dentro de los mismos incrementos del ángulo vertical, puede verse que las zonas alejadas del transmisor y correspondientes a los bajos ángulos de radiación, recibirían entonces una fracción mucho más pequeña de la potencia total (porque el ángulo entre los rayos adyacentes en el transmisor es pequeño) que las zonas más cercanas bombardeadas con un alto ángulo de radiación. Más aún, la proporción de radiación incidente dispersada hacia atrás puede esperarse que disminuya según decrece el ángulo en el cual la radiación hiere la tierra.

Así, los ecos con más larga plazo de tiempo tienden a desaparecer dentro del nivel de ruido, porque están excitados con menos potencia total del transmisor y porque la tierra es peor reflectora a ángulos bajos. Los más potentes serán los corres-

pendientes a la zona de silencio. Las anteriores observaciones no son en manera alguna explicación completa de este efecto; sirven, sin embargo, para explicar un aspecto fácilmente examinado y que juega importante papel en el resultado final.

### La ionosfera gruesa

Representar los poderes de la ionosfera en términos de una lámina de metal no es una mala aproximación en el caso de una capa fina, tal como la esporádica -E-; sin embargo, se requiere una definitiva elaboración cuando la reflexión ocurre en una capa gruesa, tal como la F. El rayo penetra una gruesa capa a una profundidad que varía con el ángulo de incidencia y, por supuesto, con la frecuencia. Una investigación del mecanismo detallado enseña que la primer energía que vuelve por la dispersión lejana es la que fué reflejada desde la tierra en el borde de la zona de silencio. En lugar de ello, corresponde a la energía actualmente dispersada desde puntos mucho más allá de la zona de silencio.

La figura 5 es una representación razonablemente exacta del rayo geométrico que existe en la figura 1, y que fué emitido allí para mayor sencillez. La línea (a) representa un rayo; (b) es el primero que

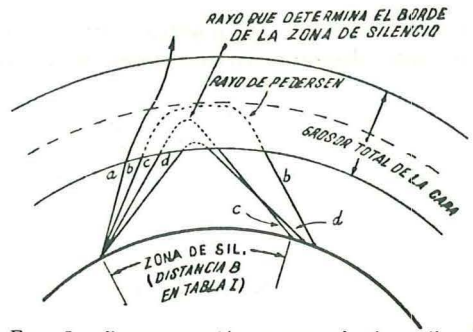


FIG. 5.—Representación exacta de la reflexión desde una capa gruesa.

El rayo que llega a la tierra más allá de la zona de silencio es realmente más corto que el rayo C, el cual determina el final de dicha zona.

tiene que reflejarse hacia la tierra. Observen que viaja por la capa a una distancia considerable chocando con la tierra bastante más allá del límite de la zona de silencio. Este es el llamado superior o rayo de Pedersen. Al disminuir el ángulo de salida, se encuentra un rayo que vuelve a la tierra a la más corta distancia posible del transmisor. Este es la línea (c) que define el límite de la zona de silencio. La línea (d), saliendo en un ángulo de salida más bajo aún que el que marcó el límite de la zona de silencio, vuelve a la tierra otra vez más del límite de la zona de silencio.

Para decir cuál de esas líneas corresponden a la primera energía que ha de volver al transmisor (el límite director del eco dispersado) debemos medir sus relativas longitudes. Podría pensarse que la línea (c), que toca la tierra más cerca del transmisor, sería la que menos tardaría. En realidad, no es así, puesto que la línea (c) entra mucho más dentro de la capa que la línea (d). Inspeccionando cuidadosamente veremos que la longitud total de la línea (d) es realmente más corta que las otras; de ahí que la energía conducida por esta línea llega antes a su sitio.

Está claro que si deseamos saber la distancia terrestre hasta el límite de la zona debemos multiplicar la dilación del tiempo al límite conductor del eco dispersado

TABLA I

A Tiempo de retardo hasta el borde donde la señal es dispersada (obsérvese la fig. 2) calculada en kilómetros.

B Distancia terrestre efectiva hasta el borde de la zona de silencio expresada también en kilómetros (fig. 5).

Capa F suponiéndola de 300 kms. de altura		Capa esporádica E calculándole una altura de 100 kms.	
A	B	A	B

por un factor que tenga en cuenta a la vez el más largo camino vía ionosfera y el mecanismo de reflexión discutido anteriormente.

Es conveniente expresar el retraso de tiempo A en la figura 2 en términos de la distancia desde el transmisor a algún pequeño objeto reflector que consideraremos como actual productor del eco; llamaremos a esta distancia «extensión equivalente». Puesto que las radioondas viajan a 300.000 kilómetros por segundo y el retraso medido es el resultado de un completo viaje al presunto reflector y regreso, el retraso A, expresado en microsegundo, puede ser multiplicado por el factor 0,15 para obtener la «extensión equivalente» en kilómetros.

Para convertir la «extensión equivalente» en distancia terrena a la zona de silencio puede usarse la tabla número 1. Esta tabla acepta una altura equivalente de reflexión de 300 kilómetros para la capa F un valor de promedio bastante razonable. En realidad, la altura variará según la hora del día y la época del año; pero el error introducido al aceptar la anterior presunción demuestra que es pequeño en las series que da la tabla. Las alturas de la esporádica -E- también varían, pero en menor extensión.

### *Preguntas sin respuestas*

Después de esto puede comprenderse que hay ciertas complejidades que asedian la precisa interpretación de los ecos de dispersión. Entre los factores que complican y que serán indudablemente resueltos en estudios posteriores y experiencias están los efectos de los distintos grados de rugosidad de la tierra, de tormentas en el mar, de la interpretación de las grabaciones (por ejemplo, DL6DS; un bien conocido investigador de la ionosfera ha detectado ecos desde los Alpes reflejados a su transmisor de la ionosfera en el norte de Alemania por la capa F). Además, la esporádica capa E y la reputada no-reciprocidad de

la ionosfera, conocida por los aficionados como «salto en una dirección», no deben ser olvidadas.

Una de las maneras de verificar las predicciones de sondeos de dispersión sería localizar un número de transmisores en diferentes puntos del país y entonces observar si sus transmisores aparecían cuando las indicaciones de dispersión lo habían señalado. Desgraciadamente, no hay bastantes estaciones comerciales de emisión continua para hacer esto posible, y si uno tuviera que proporcionar sus propias estaciones (y operadores), el costo sería absurdo. Las transmisiones de aficionado, por otra parte, dan una distribución geográfica que no podría ser obtenida de otra manera. A causa de la técnica de los sondeos de dispersión para los aficionados se resolvió efectuar una prueba de conjunto en la banda de aficionados en 14 megaciclos. Además estuvo dispuesta una antena direccional giratoria de tres elementos, con la cual se hicieron las transmisiones de exploración en toda la escala azimutal.

### *Montaje del equipo de emisión*

La figura 6 es un diagrama simplificado del completo equipo usado en la estación Stanford Radio Club W6YX para una demostración del tipo de exploraciones A. La cadena consiste en un excitador Collins 310B1, atacando a un par de 4-250 A's en el amplificador final, generalmente operando con una potencia de 800 watios, aunque se han recibido ecos en buenas condiciones sólo con potencia de 40 watios. Para la recepción fué usado un Super-Pro, aunque basta cualquier receptor sensible. El ancho de la banda del receptor no es nada crítico, y en esa ocasión hemos operado nuestro Super-Pro en la posición número 1 con filtro de cristal; un considerable aumento en la relación señal-ruido resulta de ello; pero el filtro es muy probable que vibre si no se ajusta cuidadosamente. Tuvieron que hacerse otras pequeñas modificaciones al Super-Pro para que el transmisor no lo bloqueara.

El triodo pre-amplificador en el frente del receptor es necesario primeramente para aumentar esta relación señal-ruido. El circuito de rejilla de este pre-amplificador está acoplado al circuito del tanque del transmisor para que una misma antena sirva de transmisión y para recepción simultáneamente. Un diodo, conectado a través del circuito de rejilla, y tan polarizado, que es prácticamente no conductor, protege la válvula pre-amplificadora e impide la pérdida de potencia cuando el transmisor está funcionando. El Q del circuito de rejilla es tan reducido, cuando el diodo conduce, que el coeficiente de acoplo con

el circuito tanque disminuye y apenas existe transferencia de energía. Otra protección para las válvulas del pre-amplificador son una serie de resistencias de rejilla. Tan pronto como las rejillas del pre-amplificador se vuelven positivas, se produce una alta polarización a través de estas resistencias que limita el flujo de la corriente de rejilla. Puesto que los condensadores de desviación son pequeños, la polarización los descarga en muy corto intervalo, después que se cierra el transmisor.

Este sencillo sistema T-R es ideal para interrupción de la onda continua (BK).

Superpuestos a la salida del Super-Pro

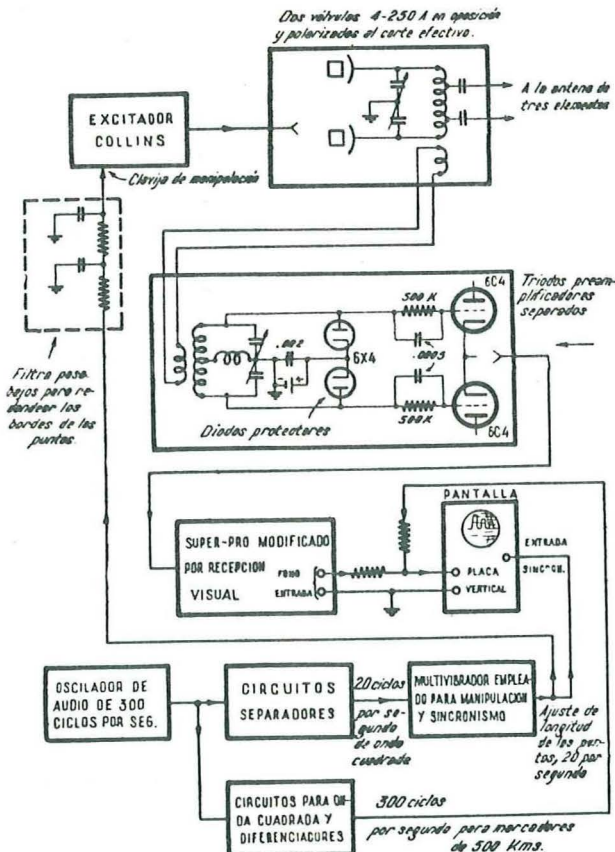


FIG 6.—Conjunto usado por W6YX para el sondeo de dispersión con oscilógrafo adecuado para exploración tipo A.

están los productores de la serie de impulsos de 500 kilómetros generados, según se muestra en el grabado. (Estos se ven en la fotografía de la fig. 3.)

La señal transmitida consiste en una serie de puntos enviados a razón de 30 por segundo (rapidez de transmisión de 50 palabras por minuto). Deben ser de corta duración para permitir una buena separación de las señales salientes y los ecos, pero no demasiados cortos. En este equipo se emplea una longitud de aproximadamente un milisegundo. El manipulador es un multivibrador con su salida intercalada en el excitador Collins a través de un sencillo filtro pasabajos para que los agudos extremos de los puntos se redondeen. Una reducción en las constantes de tiempo en los circuitos de filtro de la llave de manipulación fueron los cambios que necesitó el excitador solamente. Aunque la transmisión no puede ser hecha verdaderamente suave a causa de lo corto de los puntos, la inspección de las señales en un punto de recepción a una milla de distancia demostró que había mucho menos *clic* de manipulación que los que acompañan a muchísimas estaciones de onda continua, y que estos *clics* de apreciable amplitud no existen más que en un kilociclo a cada lado de la frecuencia de operación.

El amplificador final fué cargado fuertemente y poco excitado para que no hubiera saturación. Como ha descubierto el equipo de una sola banda lateral, las válvulas del amplificador deben estar suficientemente polarizadas para impedir que la corriente de placa aumente en ausencia de señal, de otra manera obrarían como diodos generadores de ruido. Afortunadamente la suavidad de la forma de onda del punto no queda apreciablemente afectada al operar las válvulas en el punto de su corte verdadero. Mientras que una simple presentación del tipo de exploración A bastaría cuando está uno interesado en medir las condiciones sobre un trayecto especial, para mayor despliegue de condiciones, y en mayor número de trayectorias es muy conveniente un indicador de posi-

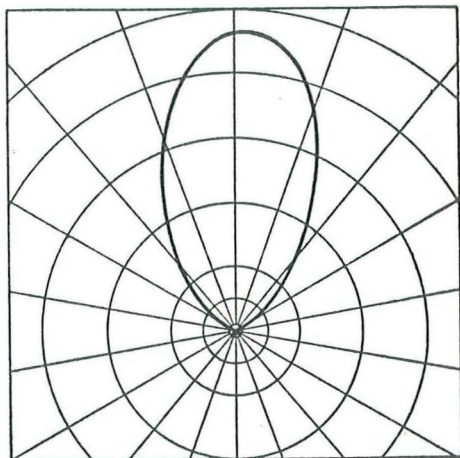


FIG. 7.—Diagrama de intensidad de campo efectivo de una antena de tres elementos usada para sondeo de dispersión.

ción en un plano o PPI. En nuestro caso, este despliegue se obtuvo ajustando mecánicamente a la antena rotatoria de Gordon un Selsyn, que actúa un potenciómetro dentro del recinto del transmisor. Con la ayuda de un circuito de barrido de válvula de gas y este potenciómetro se genera un barrido de PPI tal, que al girar la antena se traza un dibujo polar azimutal sobre un osciloscopio 304-H. Dumont, teniendo una válvula con una pantalla de larga persistencia (P7).

Puesto que las condiciones en la ionosfera son raramente las mismas en todas las direcciones desde un punto dado de observación, una antena de direccionabilidad, particularmente aguda, es esencial para evitar errores. Afortunadamente, si se usa la misma antena para transmisión y recepción, la directividad cumple un doble deber. La figura 7 nos muestra el dibujo del campo efectivo de energía de una antena de tres elementos en este servicio. Se ha obtenido encuadrando el trazado polar de la antena misma. Hemos usado los patrones de Cleckner como base para la figura.

## *Montaje del equipo de recepción*

El elemento receptor de las señales de aficionado en las pruebas de sondeos de dispersión fué manipulado desde un edificio aproximadamente a 200 pies del transmisor. Dos receptores Collins 75A-1 fueron conectados a un dipolo plegado, orientado de Norte a Sur y a una altura de 30 pies. Siendo la antena transmisora de tres elementos y de 50 pies de altura, le llevaba ventaja de altitud al dipolo; pero ambas antenas estaban localizadas en una cima que ofrece un claro campo de visión hacia el Este en todo el camino de Norte a Sur. Cada receptor cubría la mitad de la banda de fonía de Estados Unidos. Un conjunto de operadores, bajo el mando de W6VUW, manejaban los receptores, relevándose. Las estaciones en contacto mutuo o haciendo llamadas direccionales eran así indicadas en la ficha, junto con cualquier dato sobre potencia en antena, etc., que pudiese haber sido captado. La dirección de la onda emitida por la estación, así como su potencia, tienen un efecto obvio en la fuerza de su señal. Se tomaron, en conjunto, aproximadamente, 1.400 registros de ficha.

## *Explicación de las fotografías*

Las fotografías PPI están arregladas formando una serie que muestra la aparición de la dispersión cuando se abrió la banda en la mañana del 15 de diciembre y cuando se desvaneció en la noche del 14 de diciembre. Se prefiere mostrar primero las de las horas de la mañana porque la ionoesfera tiende a ser más estable entonces. El azar de encontrar la esporádico -E- parece ser menor en esta hora. Ayuda para ver las imágenes empezar con las condiciones más normales posibles (la costa Oeste, por ejemplo, es un lugar ideal para una prueba de esta clase, puesto que la mayoría de las estaciones están hacia el Este al abrirse la banda en la mañana). Los tiempos señalados son Standard

Pacific. Durante las horas del día, en que las condiciones fueron relativamente estables se tomaron pruebas cada quince minutos de intervalo. Durante las horas en que ocurrieron cambios rápidos, se tomaron pruebas cada cinco o diez minutos, según requiriera el desarrollo de los ensayos. Cada prueba duraba un minuto o minuto y medio, o sea bastante tiempo para una revolución completa de la antena. Las interferencias desde el transmisor, aunque algo molestas, no interrumpieron las operaciones de fichaje de estaciones en el edificio adyacente.

En estas imágenes, el Norte está arriba o en la posición de las doce. El Este, en la de las tres, y así sucesivamente. A fin de prevenir que la señal transmitida iluminase excesivamente el centro de la imagen ha sido anulada por una «barrera» en el sistema auditivo. Esto deja una zona circular en el centro de la imagen donde estaría sino el «impacto principal». Existe un ligero brillo en el extremo de la zona central debido a que una porción del «impacto principal» pasa a través de la barrera. El primero de los circuitos, equivalentes a series de 500 kilómetros, es bien visible fuera del brillante borde de la zona central. La serie de círculos equivalentes adicionales sigue a intervalos de 500 kilómetros. El fondo gris de las imágenes es la salida de los ruidos del receptor, que está casi siempre abierta completamente al operar. Las señales aparecen como manchas o puntos brillantes entre el «ruido».

## *Discusión de las fotografías*

La primera imagen a las 05,15 no presenta notable dispersión F. Sólo se pudo ver una muy pequeña cantidad con ayuda de un explorador tipo A. La banda está esencialmente «muerta» a esta hora; sólo unas pocas señales muy débiles son audibles. Las manchas blancas en la vecindad del primer círculo de la serie son ecos transitorios causados por meteoros. Estos ecos, muy frecuentes durante las horas de la

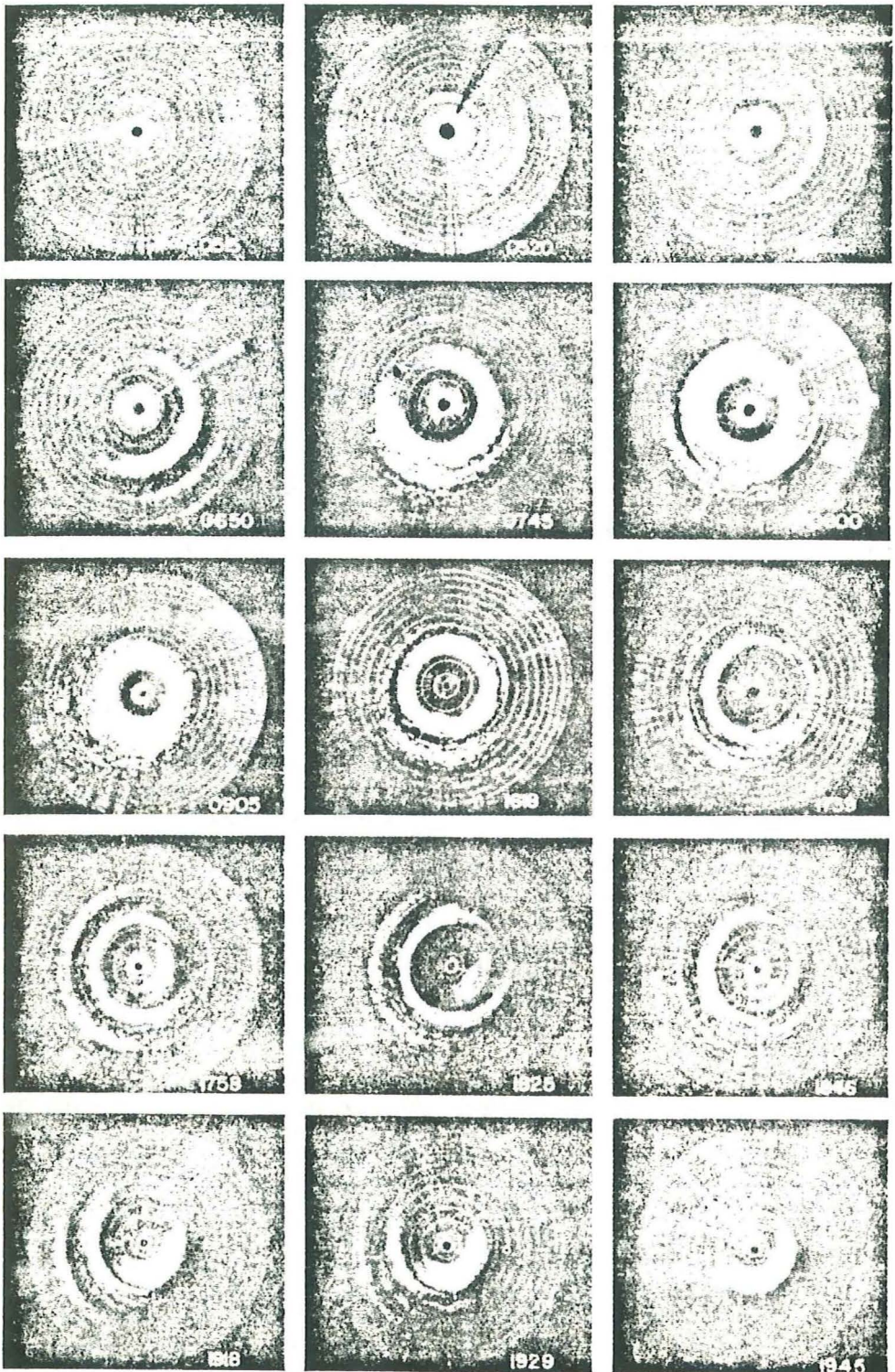


FIG. 8.—Diagramas oscilográficos de dispersión durante un periodo de 24 horas.

mañana, se pierde durante el día y son vistos, mucho menos a menudo, en la tarde. También se nota a las 05,15 y otra vez a las 05,20 una mancha de dispersión reflejada por una débil esporádica -E-, extendiéndose del NNO. a NNE. entre los círculos de 1.000 a 1.500 kilómetros.

A las 05,20, el primer signo de dispersión F aparece en el Este y ligeramente el Sureste entre los círculos de 3.000 a 3.500 kilómetros. A esta hora la densidad de la capa de iones es tal que sólo puede tener lugar una transmisión al Este en un solo recorrido. Sin embargo, las condiciones son relativamente desfavorables para este tipo de transmisión, y lo mismo la dispersión que las señales son relativamente flojas.

Poco después de las 06,12 se abre la transmisión en dos direcciones, y a las 06,50 tenemos fuerte dispersión F, extendiéndose del NE. al SO. En el SE. pueden verse dos múltiples fragmentos constructores de adicionales anillos concéntricos de dispersión. A las 07,45 el principal anillo de dispersión ha rodeado la estación casi completamente. La banda está «muerta» sólo en el NO. Los múltiples en el SE. son ahora más débiles, y a las 08,00 el tercero ha desaparecido y el segundo se junta con el primero en una masa casi sólida. Son ahora las 11,00 en la costa Este y la absorción de señales causada por la ionización a bajo nivel, excitada por la luz ultravioleta del sol, empieza a hacer su efecto. A las 09,05 el anillo de dispersión es relativamente más delgado en el Este que en el Norte, Oeste y Sur, debido a la absorción.

Desde las 09,50 en adelante, el anillo de dispersión F cambia muy poco en apariencia; su borde, rondando cerca del anillo de la serie de 1.000 kilómetros en esta época del año. A las 16,18, sin embargo, ha empezado a moverse hacia afuera al decrecer la densidad iónica con la proximidad del atardecer. Los rayos verticales del sol caen ahora más fuertes al Oeste de la estación; en consecuencia, los múltiples son ahora más fuertes en el Sur que en el

Oeste. A las 17,39, la gama en la sección Este del anillo está creciendo y, al mismo tiempo, el eco se está debilitando. A las 17,58 aparece un definitivo vacío en la dispersión F; pero en el Suroeste ha aparecido una mancha de esporádica -E-, extendiéndose adentro unos 950 kilómetros.

Estas manchas de esporádica -E- no son desacomodadas y pueden ser seguidas fácilmente por medio del sondeo de dispersión. Su causa es desconocida hasta ahora. Esta mancha particular persistió y creció en tamaño durante el atardecer, como demuestran las restantes imágenes. Su gama se cerraba algo; pero no había una marcada deriva, como se ha observado alguna vez.

La dispersión de la capa F decrecía gradualmente en extensión y había desaparecido por completo al SO. a las 19,45.

#### *Explicación de los mapas*

Las características de las fotografías de dispersión se comparan con las señales recibidas en los mapas de resumen que están colocados en el mismo orden que las fotos PPI. Cada mapa es un gran círculo de proyección centrado sobre San Francisco, que acepta introducir algún error en las distancias más cortas, puesto que la Universidad Stanford está a unos 30 kilómetros al Sur de esa ciudad. Sin embargo, en distancias terrestres mayores de 700 kilómetros aproximadamente, este error es permisible. Los círculos en los mapas de distancias terrestres son múltiplos de 500 kilómetros. La distancia equivalente a una especial mancha de dispersión que aparece en una fotografía PPI está trazada a escala, convertida en distancia terrestre con ayuda de la tabla 1 y colocada en la apropiada posición sobre los mapas. Cada señal recibida fué designada por un punto al ser localizada y un número representando la lectura de los indicadores de salida. (Estos no excedieron de S-9 aun en el caso de las señales más fuertes porque los 75A1 no dan controles opti-

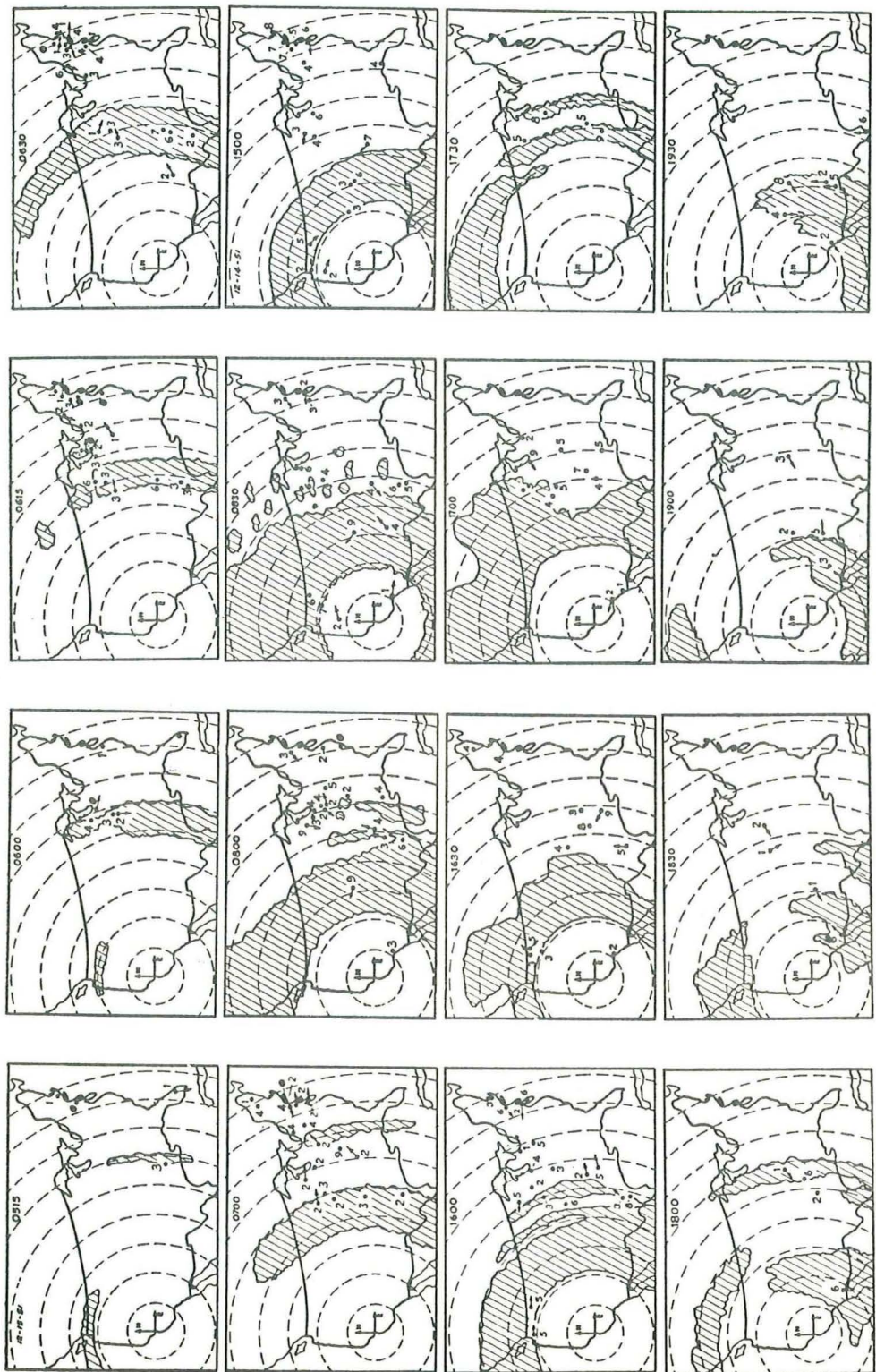


FIG. 9. Analogía entre los sondeos de dispersión y las señales observadas.

mistas y porque se usaron tampones de resistencias para impedir la interacción del receptor cuando trabajaba con antena común.) Cuando una estación dada estaba dando un CQ direccional o estaba en QSO con otra estación cuyo QTH era conocido, la dirección de la onda radiada por la antena emisora (presumiendo que la tuviese) era indicada por una flecha. Esta información fué muy útil en ocasiones.

Al interpretar estos mapas, el lector debe tener en su imaginación que si aparece una mancha de dispersión y ninguna señal de radioaficionado está registrada desde esa zona, no está justificado el creer que la transmisión desde aquella aérea no era posible, puesto que no hay garantía de que alguna estación estuviera en el éter en la región indicada en este particular momento. La existencia de una señal de radioaficionado (si está registrada) debería solamente mirarse como una corroboración de la posibilidad de transmisión indicada por la dispersión. Es también digno de señalar que una vez que la dispersión aparece, es normal oír señales viniendo de más allá de la zona de dispersión, puesto que la dispersión misma tenderá siempre a concentrarse precisamente más allá del borde de la zona de silencio. Las lecturas de señales, desde luego, deberán hacerse con cuidado, puesto que habrá grandes variaciones entre las estaciones, según las diferencias de potencia, situación y antenas. En conjunto, sin embargo, estas lecturas indicarán una norma.

### *Discusión de los mapas*

El mapa de las 05,15 muestra sólo unas pocas y débiles señales. Se cree que las estaciones, a lo largo de la costa Atlántica, son audibles (transmisión vía rayo Petersen) en una sola trayectoria que para esta distancia (aproximadamente 4,000 kilómetros) supone un ángulo de salida de casi 0 grados. La distancia y ángulo son el límite extremo para transmisión directa, y durante los meses del invierno la altura

de la ionosfera es demasiado baja para esta transmisión a esta distancia. El rayo superior (o de Petersen) pasa a través, aunque débilmente. La transmisión de este rayo es tan débil, que no produce ningún eco de dispersión detectable a 4.000 kilómetros con nuestro equipo. Al pasar el tiempo y hacerse la capa más altamente ionizada, se forma una mancha de dispersión detectable por medio de transmisión normal a una distancia de unos 3.000 kilómetros, que es un salto muy razonable para una sola dirección normal, en vista de la altura de la capa en esta época del año. El ángulo de radiación para un trayecto de esa longitud es sólo de 4 grados; sin embargo, ambas señales de radioaficionado y de dispersión son débiles porque (entre otras causas) pocas antenas radian en un ángulo tan bajo. El dibujo, a las 06,00, muestra varias estaciones, entrando por este método. Después, a las 06,15, la densidad iónica crece hasta el punto de hacer posible la doble transmisión con la costa Este. Esto se demuestra en el súbito salto en número e intensidad de las señales de la costa Este. A las 06,30, el borde de la zona de silencio se ha movido a una distancia de 2.000 kilómetros, y todas las señales tienden a ser más fuertes, puesto que el ángulo de radiación para tal trayecto es de 12 grados.

A las 06,30, las dos trayectorias, por las cuales la señal alcanza la costa Este, se han hecho aproximadamente de igual longitud. A las 06,15, como puede verse, el trayecto entre San Francisco y el área de Kansas es actualmente más largo que el trayecto entre Kansas y la costa Este, porque el sol está más alto en el Este y las densidades iónicas se han levantado lo suficiente para soportar un trayecto más corto.

A las 07,00 la zona de silencio está aún moviéndose, y a las 18,36 ha alcanzado su valor permanente para el día.

Al interpretar estos resultados, debe recordarse que lo que uno no espera es oír un número de fuertes señales originadas de distintos puntos, bien adentro de la zona de silencio. Esto está comprobado,

sorprendentemente bien, por la entera serie de resultados. Débiles señales de estaciones dentro de la zona de silencio aparecen en ocasiones, y pueden explicarse como que la transmisión salta indirectamente de un lado al otro por la vía del área en que tiene lugar la dispersión en vez de directamente y vía capa -E- (el registro de las 08,30 muestra dos excelentes ejemplos de esto). La marca 2 en la zona de silencio, al Norte, era W7FPY en Eugene (Oregón), que estaba registrado en contacto con un W2. La señal 1, en el área de Los Angeles, era W6DL, quien en esta hora estaba hablando con una estación de Oklahoma. Estas señales, indudablemente, alcanzaron Palo Alto vía regreso de dispersión. El registro 06,30 enseña lo que es aparentemente una noticia genuina de una estación dentro de la zona de silencio. Esto podría también explicarse por transmisión por regreso de dispersión; pero existen otras varias posibilidades (tales como equivocar las letras de llamada) y preferimos no aventurar una opinión.

En el mapa 15,00 empieza una serie mostrando el colapso de la banda por la noche. El registro 2, dentro de la zona de silencio, es probablemente regreso de dispersión. Si nuestra instalación receptora hubiese estado equipada con una rotativa de tres elementos, hubiese sido fácilmente posible resolver si la transmisión era o no vía dispersión, girando la antena y anotando si la dirección de la señal más fuerte coincidía con la dirección de la estación. Si la respuesta es regreso de dispersión, no habrá en general mejor dirección bien definida, a menos que la estación use una direccional; en ese caso, la dispersión más fuerte estaría regresando de la dirección en que la direccional estaba emitiendo.

El registro 16,30 incluye otra vez a 6DL, ahora S2, y el operador de recepción registró la señal sobre la base de su sonido vibratorio, como «definitivamente regreso de dispersión» (!) La zona de silencio ha empezado ahora su marcha exterior, y a las 17,30 la transmisión al Este se ha hecho definitivamente apuntada.

A las 18,00, la esporádica E, que se ha desarrollado al Sur, está reflejando una fuerte señal, y los remanentes de la capa F en el Este son aún efectivas para introducir unas pocas estaciones orientales. A las 18,30 la capa F se ha ido; pero unas pocas estaciones orientales relativamente débiles persisten aún. La estación observada a las 19,00 fué oída, sin embargo, cuando comunicaba, que había estado oyendo W1's y W4's durante las últimas dos horas, lo que sugiere que una esporádica -E-, quizá similar a la vista en nuestro sur este debió haber existido sobre la parte oriental de los Estados Unidos. (La gama máxima en que la dispersión esporádica E puede ser vista desde cualquier situación es de unos 2.000 kilómetros, porque la capa estaba muy baja). Siendo este el caso, las estaciones orientales podían haber entrado vía transmisión de doble trayectoria por la esporádica E. De cualquier forma, esto es una posibilidad que uno desearía poder investigar más.

A las 19,30 el equipo ha quedado enterado de que prevalecen buenas condiciones de corto silencio, y el número de estaciones, sacando partido de la esporádica E, ha aumentado considerablemente. En este especial atardecer, la capa, gentilmente, permaneció por largo tiempo y los ulteriores registros no se muestran, porque hubo muy poco cambio en la conducta general.

### *Conclusiones*

Al considerar los resultados de cualquier prueba de esta clase debe usarse una aproximación estadística; es decir, la seguridad de cada pieza individual de datos no puede ser garantizada por las muchas incertidumbres que envuelven. Es sólo permitido esperar, que, en conjunto, los resultados estarán de acuerdo con las esperanzas. Visto bajo esta luz, los resultados de la prueba son muy alentadores, y parece seguro establecer las siguientes conclusiones:

1.<sup>a</sup> Satisfactorios sondeos de dispersión pueden ser hechos con ayuda de un equipo corriente de aficionado, de transmisión y recepción. Las modificaciones necesarias en el aparato son relativamente pequeñas.

2.<sup>a</sup> El ancho del lóbulo de una antena de tres elementos da adecuada resolución a este trabajo.

3.<sup>a</sup> Los sondeos de dispersión muestran de hecho las áreas en que es posible la radiotransmisión, lo mismo vía transmisión capa F y esporádica E.

4.<sup>a</sup> La sensibilidad de la indicación es sorprendentemente grande. Por ejemplo, al abrirse la banda, la dispersión aparece casi simultáneamente, con las señales normalmente propagadas por la capa F normal. Similarmente, cuando fuertes señales reflejadas por la esporádica E son oídas, la dispersión está presente indefectiblemente.

### *Gratitud*

La prueba descrita en este artículo fué ejecutada como una actividad de aficionado por los autores, trabajando en la mayor parte de su propio tiempo. Fueron ayudados por varios miembros del Stanford Radio Club, muchos de los cuales hicieron valiosas contribuciones al resultado final. Particular gratitud se debe a W6VUW, W6TOT, W6WZD, W6FZB, W6VLC y W6AOF.

Se reconoce con agradecimiento la ayuda de la Oficina de Investigación Naval de Estados Unidos al hacer utilizable parte del equipo y al reducir los datos. Gracias también al equipo sostenido por CRLP «Proyectos de Investigación en la ionosfera en la Universidad de Stanford y, particularmente, a R. A. Helliwell (W6MQG), su director, por sus estimulantes comentarios y valiosos datos sobre la ionosfera. A W6WB también agradecemos su ingenioso método para acoplar un Selsyn al extremo de nuestra antena giratoria.

# Método Español para la predicción de frecuencias de trabajo (f. o. t.) (o. w. f.) a cualquier distancia

Por RUFINO GEA SACASA  
Ingeniero de Telecomunicación.

Se trata de un método ideado y comprobado por el ingeniero, profesor de la Escuela de Ingenieros de Telecomunicación, don Rufino Gea Sacasa. Todos los detalles referentes al mismo se han publicado en el libro titulado Predicción de frecuencias óptimas de trabajo (f. o. t.) a cualquier distancia de Madrid.

Se funda el método en la «recepción con incidencia oblicua» en Madrid, que ha permitido determinar, experimentalmente, las f. o. t. (o. w. f.) en circuitos radioeléctricos determinados, y que se considera puede ser aplicado a otros circuitos radioeléctricos cualesquiera.

Fundamento del método español de «predicción de f. o. t. (o. w. f.)»

## FRECUENCIAS ÓPTIMAS DE TRABAJO

Se hicieron observaciones experimentales de recepción con diferentes emisoras

que radiaban para España. Después de varios años de observaciones, en 1949 se dedujo una «ley probable» para la propagación entre Londres y Madrid, circuito que ha servido como base para establecer «predicciones de f. o. t. (o. w. f.) a cualquier distancia de Madrid».

Entre Londres y Madrid, son f. o. t. (o. w. f.) las frecuencias con arreglo a la siguiente «ley probable», deducida después de cinco años de observaciones experimentales y comprobada otros tres años sucesivos.

Entre Londres y Madrid:

A la salida del sol en Madrid, es f. o. t. (o. w. f.) la frecuencia de 10 Mc/s.

Son f. o. t. (o. w. f.) las demás frecuencias de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Salida del sol en Madrid} + n \text{ horas} = 10 \text{ Mc/s.} + 2n \text{ Mc/s.}$$

Cada 2 Mc/s. en más o en menos sobre los 10 Mc/s. requiere una hora más

## PREVISION DE FRECUENCIAS OPTIMAS DE TRABAJO (f. o. t.)

CIRCUITO: Londres-Madrid (1.300 Km.)

Junio día 15: Sol sale. 04.44 GMT; se pone. 19.45 GMT

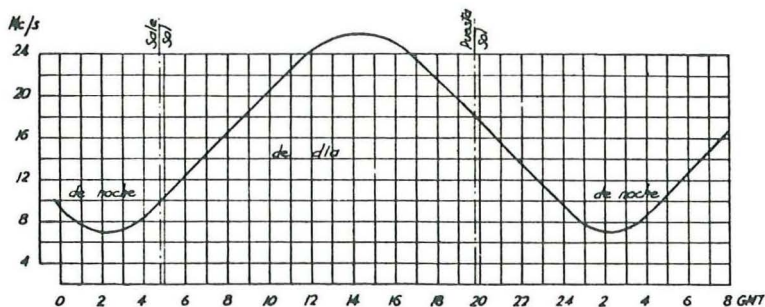


FIG. 1

Mes de junio, aplicable a mayo y julio

PREVISION DE FRECUENCIAS OPTIMAS DE TRABAJO (f. o. t.)

CIRCUITO: Londres-Madrid (1.300 Km., N.-S.)

Enero día 15: Sol sale, 07,36 GMT; se pone, 17,15 GMT

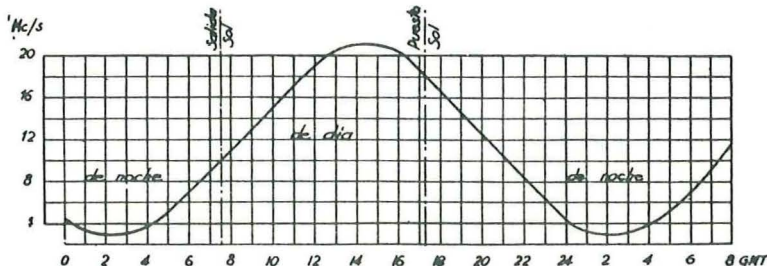


FIG. 2

Mes de enero, aplicable a febrero, noviembre y diciembre

o menos sobre la hora de salida del sol en Madrid.

A la puesta del sol en Madrid dejan de ser f. o. t. (o. w. f.) entre Londres y Madrid los 18 Mc/s.

Dejan de ser f. o. t. (o. w. f.) las demás frecuencias con arreglo a la siguiente fórmula:

$$\text{Puesta del sol en Madrid} + n \text{ horas} = 18 \text{ Mc./s.} + 2 n \text{ Mc./s.}$$

Cada dos Mc/s., menos de los 18 Mc/s., requiere una hora más sobre la de la puesta del sol para dejar de ser f. o. t. (o. w. f.).

Y cada dos Mc/s. más, sobre los 18 Mc/s., deja de ser f. o. t. (o. w. f.) una hora antes de la puesta del sol en Madrid.

La «ley probable» anterior se representa mediante dos líneas rectas, en un sistema de ejes, con Mc/s. en ordenadas y horas en abscisas.

La «marcha aparente del sol» regula la posición de las rectas representativas de la «ley probable», de forma que al ir variando la salida y puesta del sol, la ordenada levantada sobre la hora de salida y puesta del sol, corta siempre a las rectas de la «ley probable» en los 10 Mc/s y 18 Mc/s., respectivamente.

Al aumentar la duración del día, aumenta la duración de determinadas frecuencias, como f. o. t. (o. w. f.), y llegan a ser frecuencias mayores. Ocurre lo inverso

al ir disminuyendo el día y aumentando la duración de la noche (véase la fig. 1 y la fig. 2).

Comprobado experimentalmente el efecto de la «marcha aparente del sol» sobre los f. o. t. (o. w. f.), en el circuito Londres-Madrid, se buscó la manera de aplicarlo a otras distancias.

3. Predicciones entre 100 y 2.500 km. de distancia.

El National Bureau of Standards, de Washington en la circular número 462, *Ionospheric Radio Propagation*, pág. 886, figura 6.18, publica un ábaco para determinar la f. m. u. (m. u. f.) por reflexión en la capa E a 2.000 km. de distancia. Se le modificó (fig. 3), estableciendo una escala con f. o. t. (o. w. f.) a la distancia de 1.300 km. Mediante esta nueva escala, el ábaco permitió determinar las f. o. t. a distancias de 100 a 2.500 km., tomando como base la «ley probable» para la propagación de las f. o. t. (o. w. f.), deducida y comprobada experimentalmente entre Londres y Madrid a unos 1.300 km. de esta última población.

El fundamento es: la capa reflectora de las f. o. t. (o. w. f.) varía según una ley lineal con arreglo a la «marcha del sol». Dato comprobado experimentalmente durante varios años.

A la f. o. t. (o. w. f.) de 10 Mc/s., a la salida del sol, a la distancia de 1.300 km.



debe corresponder otra f. o. t. (o. w. f.) diferente para cada distancia entre 100 y 2.500 km. Esta equivalencia se determina mediante el ábaco citado (fig. 3). Ya no queda más que aplicar la «ley probable» para obtener la f. o. t. (o. w. f.), equivalente a cualquier hora del día, para las distancias de 100 a 2.000 km. (fig 4).

De esa forma se han determinado las 52 predicciones de f. o. t. (o. w. f.) para distancias de 100 y 2.500 km. representadas en la figuras 52 a 98 del libro *Predicciones de f. o. t. a cualquier distancia de Madrid.*

4. *Predicciones a más de 4.000 km. de distancia.*

Establecidas las «predicciones de f. o. t. a 2.000 km.» sirven para establecer las predicciones a distancias mayores de 4.000 kilómetros. En este último caso se toman dos puntos de referencia entre los extremos del circuito, y con arreglo a estos últimos se determinan las f. o. t.

Por ejemplo: entre Washington y Madrid se toma como referencia un punto A, que está sobre la línea Washington-Madrid, a 2.000 km. al Oeste de Madrid. Un segundo punto B a 2.000 km. al Este de Washington. Se determinan las f. o. t. para los puntos de referencia, como se indica en las páginas 132 a 137 del libro citado, y como f. o. t. del circuito Washington-Ma-

### FRECUENCIAS OPTIMAS DE TRABAJO (f. o. t.)

De 100 a 2.500 Km.

Junio día 15: Sol sale, 04,44 GMT; se pone, 19,46 GMT

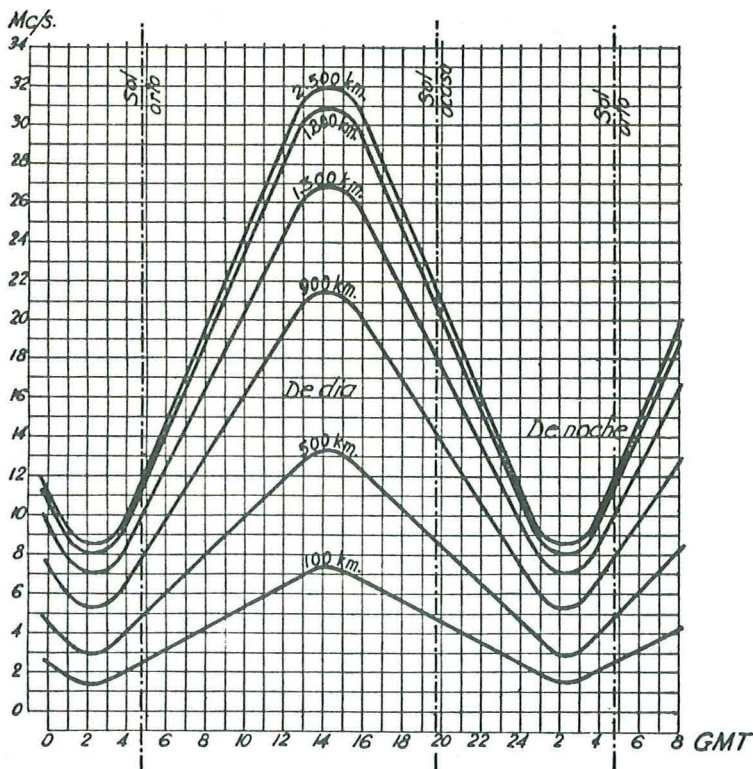


FIG. 4

Mes de junio, aplicable en mayo y Julio

drid, se toma la menor de las dos para cada hora considerada (fig. 5).

En el libro *Predicción de f. o. t. a cualquier distancia de Madrid* se reproducen 136 predicciones diferentes y el método ideado para su determinación.

5. *Comparación de las predicciones por el método español de Gea, con las de laboratorios internacionales.*

Breña difieren de ambas, entre un 75 a un 125 por 100 de las de Australia.

Hemos comparado algunas de nuestras «predicciones» y comprobamos pocas diferencias para circuitos de unos 2,500 km. y diferencias mayores para el circuito Londres-Nueva Zelanda.

A continuación ponemos los datos para el circuito Waiouru (Nueva Zelanda)-Suva,

FRECUENCIAS OPTIMAS DE TRABAJO (f. o. t.)

Washington-Madrid, 5.000 Km.

Enero día 15: Sol orto. 07,36 GMT; ocaso, 17,12 GMT

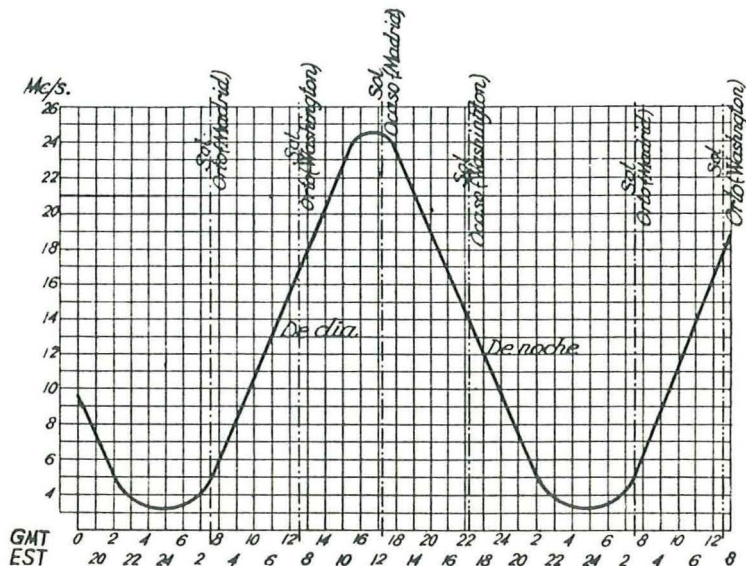


FIG. 5

GMT (hora de Madrid), EST (hora de Washington)

En el libro *Cuestiones sometidas al C. C. I. R.*, de 1949, publicado por la *U. I. T.*, páginas 425 a 433, de la edición en inglés, se publica el documento número 70, 13 de julio de 1948, del *Dominion Physical Laboratory*, de Nueva Zelanda.

En dicho trabajo se hacen ver las diferencias existentes de tres laboratorios para idénticos circuitos. Las «predicciones» de Estados Unidos de América y Australia son bastantes parecidas; pero las de Gran

de unos 2.000 km. en dirección N-S en los antípodas de Londres, publicados en el libro del *C. C. I. R.* y las f. o. t. determinadas por nuestro método.

El circuito considerado está aproximadamente en los antípodas de Londres. Determinamos las f. o. t. partiendo de las curvas de f. o. t. para 2.000 km.

En el mes de febrero, a las 0000 GMT, corresponde en los antípodas una f. o. t. análoga a las que hay en el hemisferio

Norte en el mes de agosto (fig. 6), pero con doce horas más. Es decir, en febrero, a las 0000 GMT, la f. o. t., en Nueva Zelanda, es la de Europa a las 1200 GMT de agosto. A las 0100 GMT de Nueva Zelanda le corresponde la f. o. t. de las 1300 GMT en Europa. Y así sucesivamente.

A continuación se ponen las f. o. t. para el circuito Waioru (Nueva Zelanda)-Suva,

f. o. t. (o. w. f.). Entre las 1400 y las 1700 GMT empiezan a desaparecer las frecuencias mayores, que van dejando de ser f. o. t. (o. w. f.) progresivamente.

Al aproximarse la noche van siendo utilizables frecuencias menores, que, hacia las dos horas de ser útiles, aparecen en las curvas, como f. o. t. (o. w. f.).

Durante la noche hay siempre alguna

FRECUENCIAS OPTIMAS DE TRABAJO (f. o. t.)  
 Distancia, 2.000 Km.  
 Agosto día 15: Sol sale, 05,25 GMT; se pone, 19,13 GMT

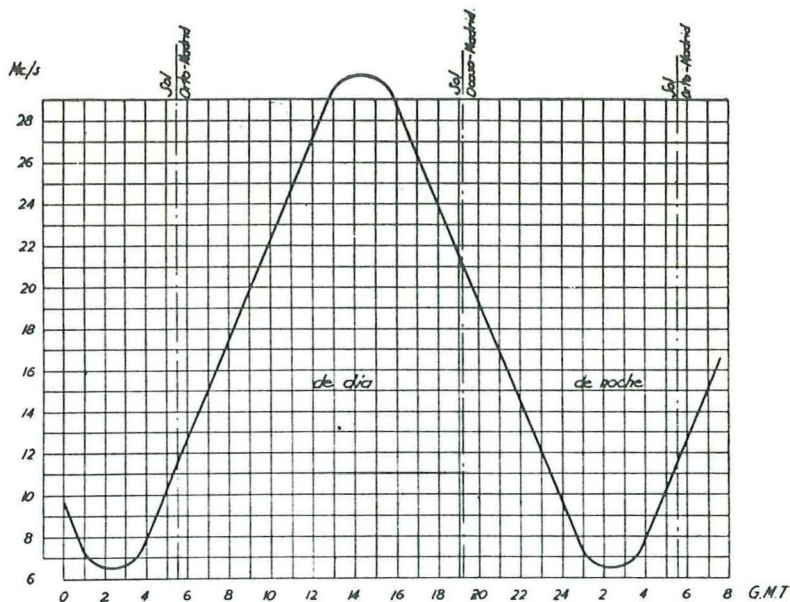


Fig. 6

Agosto

según tres laboratorios distintos y las calculadas por el método español. De 2100 a 0900 GMT las diferencias son pequeñas. de 1000 a 2000 GMT las diferencias son algo mayores, pero *aparentemente*.

El método español de «predicción» establece la duración, como f. o. t. (o. w. f.) de las frecuencias tanto de día como de noche.

Durante el día, al aumentar éste, van creciendo las frecuencias que van siendo

frecuencia, que será la máxima, que es f. o. t. (o. w. f.), según las «predicciones»; pero la «predicción» por el método español indica, además de la frecuencia máxima, que otras frecuencias menores son también f. o. t. durante la noche, así como su duración como tales f. o. t. (o. w. f.). Las otras predicciones sólo indican la frecuencia máxima, que es f. o. t. de día y de noche.

Es una diferencia bastante interesante

entre dichos métodos de «predicción». El método español permite determinar la duración probable de las frecuencias, como f. o. t., para todas las frecuencias, tanto altas como bajas, y lo mismo de día que de noche.

En la figura 7 pueden compararse las

diotelegráfico de la Administración suiza de C. T. T., en Speichergasse, 6, Berna.

Sobre los datos de dicho laboratorio hemos situado la curva de la predicción de f. o. t. correspondiente al mes de marzo para una distancia de 400 km.

Entre las f. o. t., a 400 km., y las fre-

### FRECUENCIAS OPTIMAS DE TRABAJO (f. o. t.) (o. w. f.)

CIRCUITO: Waiouru (Nueva Zelanda)-Suva (2.500 Km.)

Febrero 1948

(GEA, agosto)

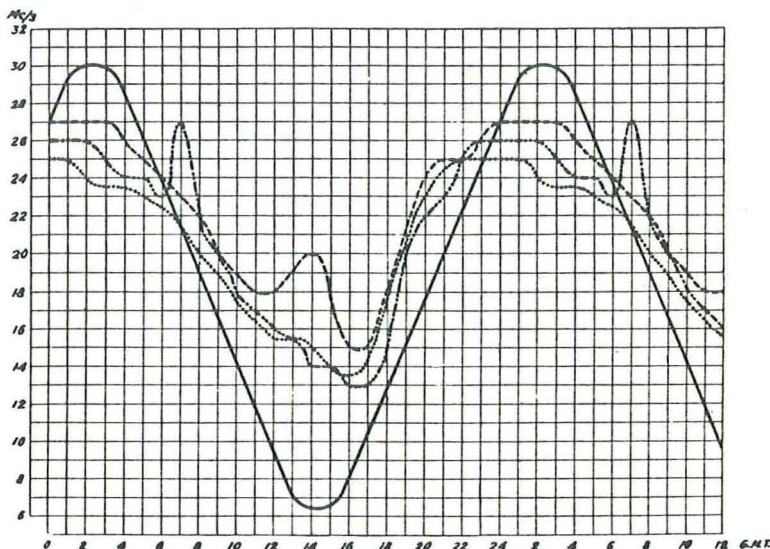


FIG. 7

P. Australia .....  
 C. R. P. L. Washington .....  
 D. S. I. R. Gran Bretaña .....  
 GEA 2.000 Km., N.-S. ....

predicciones de los laboratorios de Australia, Washington y la del D. S. I. R. de la Gran Bretaña con la del método español de GEA.

Comparación de frecuencias críticas de Europa son las f. o. t. determinadas por el método español.

En la figura 8 hemos reproducido las características de la ionosfera para marzo de 1951, determinadas por el Servicio Ra-

diotelegráfico de la Administración suiza de C. T. T., en Speichergasse, 6, Berna. Sobre los datos de dicho laboratorio hemos situado la curva de la predicción de f. o. t. correspondiente al mes de marzo para una distancia de 400 km. Entre las f. o. t., a 400 km., y las fre-

cuencias críticas determinados en Berna, la única diferencia aparece entre las 2200 y las 0600 C. E. T. (hora de Europa Central), en las cuales el método español indica, como f. o. t., frecuencias menores que las frecuencias críticas.

Entre las 1000 y las 1800 C. E. T. el método español indica frecuencias mayores.

La comparación entre las curvas de la figura 8 parece indicar que las frecuencias críticas halladas en un lugar determinado son f. o. t. a 400 km. de dicho sitio.

6. *Diferencias esenciales entre el método de predicción español y los extranjeros.*

Se funda el método español en la «mancha aparente del sol». Para cada circuito

nes» para cada circuito variará con la periodicidad de once años y con los meses del año. Resulta un número demasiado elevado de «predicciones», según han afirmado ya diferentes comentaristas.

Como hay numerosos circuitos entre

### CARACTERISTICAS DE LA IONOSFERA, Marzo 1951

(VALORES MEDIOS)

PTT. Berna (Suiza). Gea f. o. t., marzo. Distancia, 400 Km.

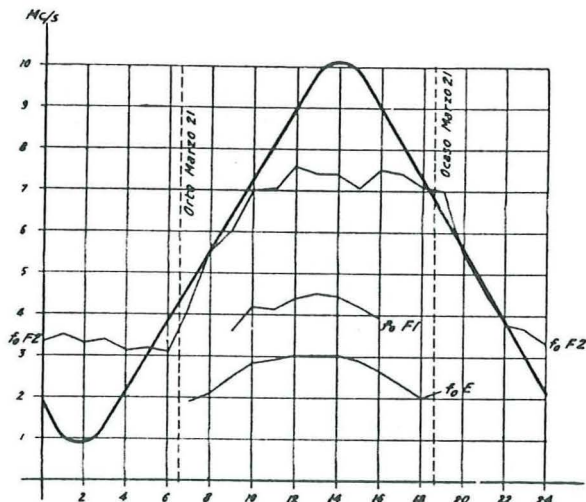


FIG. 8

Gea f. o. t. Marzo. 400 Km. .... —————

Ionosfera, marzo ..... —————

sólo hay doce predicciones posibles, correspondientes a los doce meses del año. Como hay semejanza entre algunos meses, se puede reducir su número a unas cinco predicciones por circuito para el año.

Reposan las predicciones de los laboratorios extranjeros en el número de manchas solares y en el ciclo de once años de estas últimas. El número de «prediccio-

puntos fijos, sería relativamente fácil hacer una comparación entre las «predicciones» establecidas por los laboratorios y el resultado de las explotaciones de diferentes circuitos.

Las «predicciones», según el método español, se han comprobado durante ocho años sucesivos y se han encontrado conformes con lo predicho.

FEBRERO 1948				AGOSTO
<i>Waioru (Nueva Zelanda)-Suva, a unos 2.500 km. en antipodas de Londres</i>				<i>Gea: 2.000 km. N.-S., mas doce horas</i>
<i>G. M. T.</i>	<i>Predicción de Australia</i>	<i>C. R. P. L Washington</i>	<i>D. S. I. R. —</i>	<i>Predicción española</i>
	<i>127 manchas</i>	<i>133 manchas</i>	<i>Gran Bretaña</i>	
00	25	26	27	27
1	25	26	27	29,5
2	24	26	27	30
3	23,5	25	27	29,5
4	23,5	24	26	28,5
5	23	24	25	26
6	22,5	23	24	24
7	21,5	27	23	21,5
8	20	22	22	19
9	19	20	20	17
10	17,5	18	19	14,5
11	16,5	17	18	12
12	15,5	16	18	9,5
13	15,5	15	19	7
14	15	14	20	6,5
15	14	14	18	6,5
16	13,5	13	15	8
17	14,5	13	15	10
18	17,5	15	18	12,8
19	20,5	22	21	15
20	23	23	24	17,5
21	24,5	20	25	20
22	25	25	25	22,3
23	25	26	26	24,5
24	25	26	27	27

PROPAGACION A MAS DE 4.000 KILOMETROS EN DIRECCION N.-S. EN LOS DIFERENTES MESES DEL AÑO

Por el Departamento de Servicios Técnicos,  
R. GEA

El 21 de marzo y el 23 de septiembre (equinoccios) los días y las noches tienen igual duración en todos los paralelos. Las f. o. t. duran lo mismo en toda la Tierra en dirección Norte-Sur de noche y de día.

En los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto, en el hemisferio Norte, los

días duran más que las noches. Durante esos meses, en el hemisferio Sur, ocurre lo contrario, los días son más cortos que las noches.

Durante el día, en los meses de abril a agosto, la propagación en dirección Norte-Sur está regulada por el punto de referencia, a 2.000 Km. del extremo del circuito más al Sur.

Durante la noche se invierten las condiciones de la propagación en los meses de abril a agosto. La propagación, durante

la noche, en dirección Norte-Sur, está regulada por el punto de referencia, situado a 2.000 Km. del extremo del circuito más al Norte.

Por ejemplo: Nueva York, radiando hacia América del Sur de abril a agosto. De día, la propagación está regulada por el hemisferio Sur. Para cada circuito hay que elaborar una predicción. De noche, de abril a agosto, la propagación está regulada por el hemisferio Norte. De Nueva York a todos los países de América del Sur sólo se necesita una predicción. Nueva York está sobre el paralelo 40° N. El punto de referencia, 2.000 Km. al Sur de Nueva York, se encuentra sobre el paralelo 40°-18°-22° N.

Se traza una línea por el paralelo 22° N. en los diagramas con la duración de las f. o. t., a 2.000 Km., en dirección Norte-

Sur, de noche, en los meses de abril a agosto, y quedan determinadas las f. o. t. y su duración para todos los circuitos entre Nueva York y América del Sur.

En los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero, los días son más cortos que las noches en el hemisferio Norte. La propagación está regida por el hemisferio Norte.

Entre Nueva York y América del Sur, de día, se traza una línea por el paralelo 22° Norte, en los meses de octubre a febrero, y quedan determinadas las f. o. t. y su duración sobre los diagramas con la duración de las f. o. t. a 2.000 Km., de día, de octubre a febrero. De noche, de octubre a febrero, hay que hacer una predicción para cada circuito.

Lo que antecede es de aplicación, en dirección Norte-Sur, a toda la Tierra.

# ECOS «AUDIBLES» DE LAS RADIOEMISIONES

Por ASENSIO FUSTER

Se refieren a las señales desviadas, debido a la acción crepuscular y a las alteraciones tormentosas de la baja atmósfera o ambiente dieléctrico del aire, cuyos recorridos son mayores que las reflexiones directas múltiples registradas visualmente por el oscilógrafo.

La circunferencia de la Tierra o crepúsculo es suficiente (40.000 Km.), sin contar con las reflexiones de las capas de la ionosfera, para percibir ecos audibles en una sola vuelta de 1/10 de segundo, equivalente en las ondas electromagnéticas a un recorrido de 30.000 kilómetros y en las acústicas a 34 metros.

La parte más afectada por el "eco", de todos los márgenes de onda del espectro de la radio, es el de las frecuencias que no se retienen con facilidad por la noche y, dentro de ésta, alcanza su máximo entre los 15 y 17 metros. Su propagación y efectos se explican admitiendo que la parte diurna o más ionizada de nuestro planeta forma una gran lente de actividad electrónica acampanada cuyos bordes los constituyen: la superficie exterior, las altas capas de la ionosfera; la interior, la superficie terrestre, y el borde cerrado por el crepúsculo (figura A).

La propagación dentro de la lente puede desglosarse en limpia o sólo crepuscular y en obstacular o meteorológica.

## a) PROPAGACION CREPUSCULAR

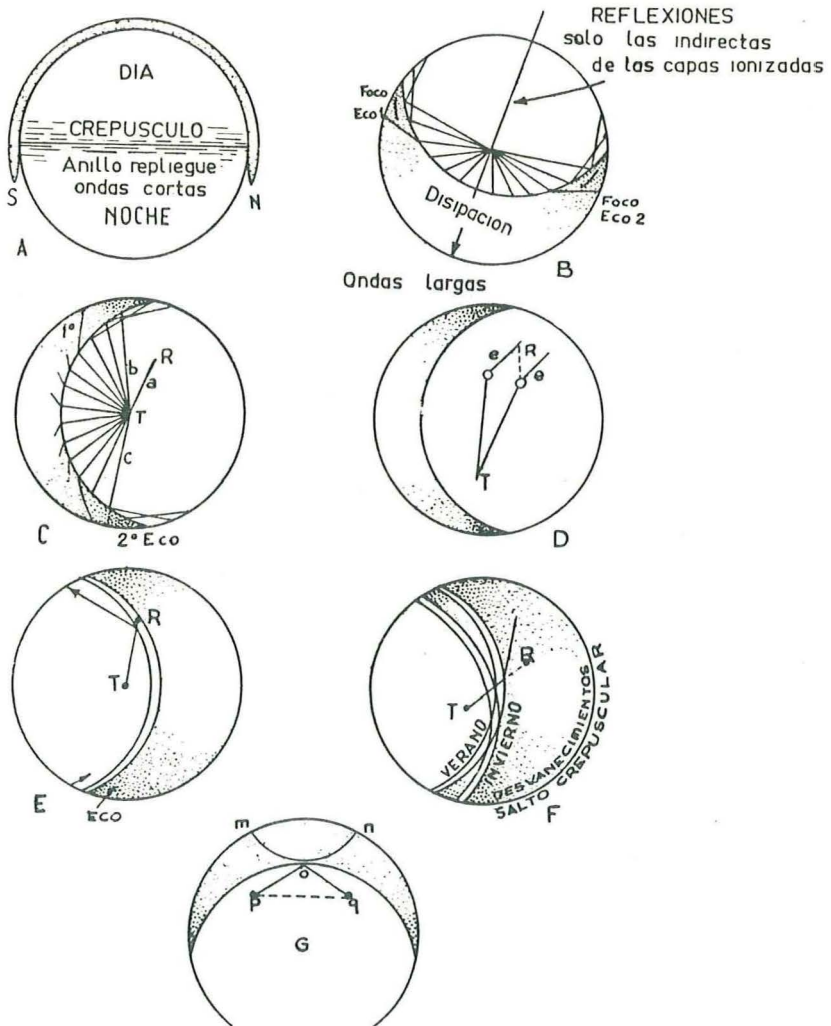
A medida que aumenta la frecuencia, se requiere mayor oblicuidad para obtener la mejor reflexión. Parece que las ondas de 10 a 20 metros requieren un ángulo incidente comprendido entre los 60 y cerca de 90 grados; de forma que las ondas de 20 metros cubrirán una franja bastante ancha alrededor del crepúsculo y las ultracortas se ceñirán, aproximándose, al corte del crepúsculo (figura B).

Una prueba de ello es que, cuando el receptor está cerrado, no hay eco en la figura B para grandes distancias. No obstante, al ocupar una posición opuesta equivalente a la representada como núcleo emisor, se percibirá un duradero y resonante eco por la llegada de las reflexiones laterales, según el grado de la onda usada. En este caso el eco se debilitará, en vez de incrementarse, a la llegada de la noche para una misma onda, por salirse de su campo de acción o enfoque.

De Norte a Sur el eco se presentará por la tarde en épocas transitorias, y por la mañana en invierno, y anochecido en verano para una determinada frecuencia cuando ocupa el emisor una lejana posición SSW, por los desvíos de las reflexiones que motiva la inclinación de los bordes crepusculares.

Como consecuencia de la refracción y reflexión que motiva la creación del anillo, para los efectos de percepción, se efectuará la propagación en forma algo distinta de las otras ondas que atravie-

emisor al crepúsculo de menor recorrido, después del a. Motiva la percepción de un sonido inmediato como arrastre o prolongación de la señal; pudiendo también dar lugar su superposición con



Diversos recorridos de las radio-ondas según la hora del día y la temporada del año.

san la sombra de la noche, disgregándose en tres haces principales (fig. C):

1. Directo o de trabajo.
2. El de ataque más inmediato del

aquél a refuerzo o neutralización de la señal de trabajo.

3. Más distanciado y de recorrido opuesto al b. Da lugar al segundo "eco" más separado de la señal y persistente

que el primero **b**. Si **b** llega prolongado, se superpone al **c** y resulta resonante.

4. El rayo directo **a**, al encontrar antes o después de la receptora el crepúsculo, puede ser en gran parte refractado o reflejado formando otro foco (figs. E y F). El rayo **d** es, por consiguiente, el de mayor recorrido que se percibe normalmente, por poder alcanzar la vuelta terrestre de 1/10 de segundo. creando el tercer eco que se aprecia a bastante separación de los anteriores.

#### b) PROPAGACION METEOROLOGICA

El desplazamiento de una fuerte ola de frío del Norte, frente de calor del desierto o cambios de temperatura que acompañan a las tormentas crean y acentúan desigual actividad electrónica, por cambios de las condiciones dieléctricas del aire ambiente, como la densidad y humedad, y provocan, a consecuencia de la alteración de la velocidad de fase, desvíos de los rayos **a**, **b** y **c**.

5. Foco perturbador desviado por el obstáculo (fig. D). Una tormenta de gran amplitud puede, pues, debilitar las señales desplazándolas del receptor, o, por el contrario, agruparlas sobre éste en forma de refuerzo, prolongación o eco. Las ondas rasantes, de poca altura cenital, próximas a los 10 metros, pueden acusar la presencia de alguna tormenta relativamente próxima.

Una breve exploración a media mañana de las señales de las ondas próximas a los 15 metros de Suiza (Ginebra), Bélgica, Holanda y Noruega sobre la apreciación o no de ecos y su interposición resonante o sobremodulada, nos dará una idea del estado tormentoso en el Continente europeo.

Otra observación, a una hora determinada de la mañana con relación a otros días, sobre la intensidad de llegada de las señales de Norteamérica. Si el incremento se manifiesta uniformemente progresivo o pulsatorio (no tienen normalmente eco en esta dirección, a pesar del gran recorrido), dará la impresión del

estado de agitación atmosférico que podemos esperar del Norte del Atlántico.

Los ecos anormales o pasajeros que se perciben por la tarde con desplazamiento a otras estaciones, de un día a otro, de Norte a Sur o de Sur a Norte, indicarán la dirección de las olas, frentes o grandes desniveles de temperatura. El posterior debilitamiento de las señales en forma pulsatoria obedece a su aproximación, por expansión, a nuestra Península.

#### c) RECEPCION

**Mañana:** Existen para nuestra situación geográfica dos zonas de fácil "eco" en sentido transversal, que varía de acuerdo con la prolongación diurna: 1. Sudamérica y parte del Centro. 2. Asia, como Shanghai y Cantón.

Existen, además: 1.º, una zona de mediano efecto en Norteamérica, y 2.º, una zona del menor efecto por su centralización en Africa.

Cuanto más diáfano se presenta el ambiente de propagación y días despejados, más aguda es la nota resultante.

**Tarde:** A medida que sobrepasa el crepúsculo, en las estaciones lejanas de Centroamérica se forma eco, cuya mayor persistencia corresponde a las frecuencias más bajas.

En las estaciones apartadas del Oeste, situadas a una latitud equivalente a la nuestra, se crea, empezando por la menor frecuencia, una perturbación en pleno día interpuesto, que va progresivamente en aumento a partir de primeros de octubre, alcanzando su mayor amplitud en los días más cortos de finales de diciembre en que empieza a reducirse con el despeje de las ondas más cortas hasta desaparecer a últimos de marzo. Puede ser debido a la aproximación de la pantalla crepúsculopolar, favorecida por el mayor grado de ionización de nuestro planeta en la época de invierno, que coincide con el perihelio y guarda relación con el ángulo que forma el vértice de retransmisión polar (fig. G).

En los meses transitorios de agosto y septiembre acusarán eco por las tardes las estaciones próximas a los 13 metros, lejanas de Sudamérica.

**Noche:** Desde el crepúsculo vespertino hasta bien entrada la noche, las ondas de 13 a 16 metros de la Argentina llegan en verano con fuerte eco: una acentuada prolongación de la señal y otro eco bien distanciado y definido debido a la favorable interposición de la línea crepuscular. Sin embargo, en la misma época y hora, las estaciones peruanas del mencionado margen de ondas no sufren este fenómeno, debido a la menor inclinación y mayor recorrido diurno y nocturno con relación al corte del crepúsculo interpuesto, similar a la propagación argentina en invierno.

Aplicando a una esfera terrestre un círculo o aro de un diámetro igual a aquella que represente el crepúsculo, al transmitirle los movimientos del cabeceo de nuestro planeta, comprenderemos muchos fenómenos de las alteraciones de la propagación.

Aunque sea difícil llegar concretamente a predecir los cambios atmosféricos locales, el incremento del número de emisores en las ondas rasantes del orden de 10 metros en todas las direcciones

favorece la apreciación de la influencia meteorológica, crepuscular, orográfica y geomagnética.

En el año 1928 se hicieron pruebas de eco en Alemania, emitiendo Nauen cinco puntos o pulsaciones de señales por segundo en onda de 13 metros y una potencia de 8 kW.

El receptor estaba situado en Geltow, próximo a la transmisora, y el oscilógrafo sólo registraba, con una antena Hertz bien dirigida, la vuelta de la señal en una determinada dirección. Para medir el tiempo, se valían de la inclusión en el gráfico de una corriente alterna de 50 períodos por segundo y registraba una separación, entre señal inicial y eco, equivalente a un recorrido de 41.200 kilómetros correspondiente al círculo máximo de la Tierra y a una altura media o desvíos de reflexión de 90 kilómetros.

El mencionado círculo máximo no debe atravesar la parte nocturna, porque dichas ondas se disipan escapándose al infinito al perder densidad e consistencia las últimas capas ionizadas. Además, precisa disponer de un medio que encauce la señal por el sitio menos adecuado por su mayor recorrido y persista en todo su camino, que sólo puede ser el corte o círculo crepuscular.

# Comunicación entre antípodas

Por C. L. OLEN, de la Universidad de Stellenbosch.

La energía electromagnética radiada por un emisor puede propagarse hasta un receptor siguiendo el camino más corto o bien dando la vuelta al mundo en sentido contrario. Es decir, solamente hay dos caminos posibles, siendo más probable que la comunicación se consiga por el más corto.

Ahora bien: si el transmisor y el receptor están situados en puntos de la superficie terrestre diametralmente opuestos entre sí, la señal puede seguir infinitos caminos, según círculos máximos, de la misma longitud y complejidad aproximadamente. La probabilidad de recepción en los antípodas del transmisor es, por tanto, mucho mayor que en cualquier otro punto. Esto es real especialmente para las frecuencias suficientemente elevadas, que sólo se propagan alrededor del

mundo en ciertas condiciones restringidas.

Las formas de propagarse las señales de radio alrededor del mundo se comprenderán mejor con ayuda de la figura 1.

Las diferentes modalidades de propagación han sido divididas en cuatro grupos principales designados I, II, III y IV.

Los rayos del tipo I se propagan por continuas reflexiones entre la superficie terrestre y la ionosfera. La portadora que induce esta modalidad de propagación se emplea normalmente para comunicaciones a largas distancias.

Los rayos del tipo II son casos especiales de los tipos III y IV. El rayo descendente en realidad no se refleja, sino que roza la superficie de la Tie-

rra. Una condición muy crítica, porque necesariamente implica que la anchura acimutal del haz tiene que ser, por supuesto, muy estrecha.

Los rayos del tipo III se propagan por sucesivas reflexiones ionosféricas solamente.

Los rayos del tipo IV quedan atrapados en la ionosfera y se propagan por un conducto cuyo índice de refracción reúne las características neces-

una modalidad a otra. El cambio se realiza más fácilmente entre tipos próximos: I y II, II y III, III y IV.

Para comunicaciones a larga distancia la portadora debe ser tal que predomine la modalidad I, porque las II, III y IV serán muy inciertas y no puede contarse con ellas para proporcionar una comunicación continua. Sin embargo, cuando transmisor y receptor están situados en puntos de la su-

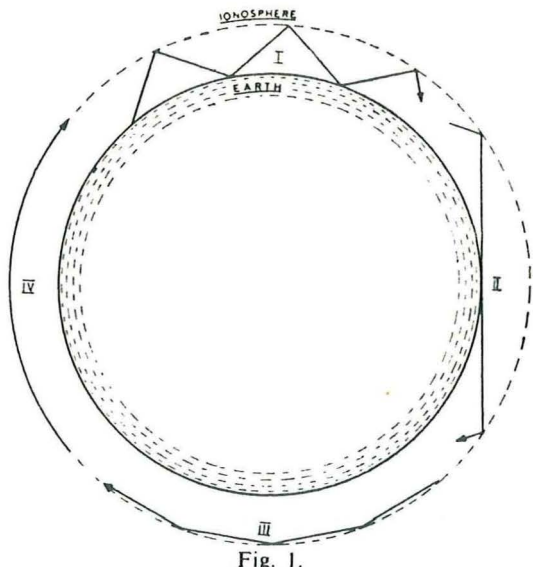


Fig. 1.  
Caminos seguidos por las señales alrededor del mundo.  
(Earth = Tierra. Ionosphere = ionosfera.)

rias para esta modalidad de propagación.

Hay que hacer resaltar que los rayos de los tipos III y IV únicamente pueden volver a la superficie terrestre si chocan contra alguna discontinuidad de la ionosfera, como, por ejemplo, una inclinación de la capa F durante la puesta de sol.

Un rayo de frecuencia ultraelevada, en su recorrido alrededor del mundo, puede seguir cualquiera de los caminos indicados en la figura 1 o todos ellos, pudiendo, además, cambiar de

perficie diametralmente opuestos entre sí, la probabilidad de recepción de señales es tan grande que aun los rayos de los tipos más altos contribuyen a aumentar la potencia total recibida. En realidad, si la portadora es de frecuencia tan elevada que solo se inician los rayos de los tipos más altos, también puede obtenerse una recepción satisfactoria.

Ello es debido principalmente a que con frecuencias más elevadas se producen un número menor de saltos y, por tanto, la atenuación, por disper-

sión en la superficie terrestre y por absorción ionosférica, es menor.

La mejor modalidad posible es, en consecuencia, la del tipo II o, al menos, una ligera variación de ella.

Aunque los rayos de los tipos III y IV viajan a una altura determinada de la superficie terrestre, también pueden contribuir a aumentar la potencia total que llega al punto focal.

#### CAMINOS ÓPTIMOS DE LA SEÑAL ALREDEDOR DEL MUNDO.

Será interesante examinar detalladamente algunas de las modalidades de orden más alto. En la figura 2 aparece representada la geometría de un rayo que viaja por un camino del tipo II entre dos puntos de la superficie terrestre diametralmente opuestos entre sí.

Para comunicar entre dos puntos del terreno situados en  $T$  y  $R$ , el número de medios saltos debe ser par, mientras que para comunicar entre un satélite orbital bajo situado en  $S$  y el punto de la Tierra  $R$ , el número de medios saltos debe ser non.

De aquí

$$n\theta = \pi, \quad [1]$$

en la que  $n$  = número de medios saltos.

Ahora bien:

$$\begin{aligned} TA &= \sqrt{(R_o + H)^2 - R_o^2} = \\ &= \sqrt{2R_oH \left(1 + \frac{H}{2R_o}\right)}; \end{aligned}$$

pero  $R_o > H$ ;

$$\text{luego } TA \approx \sqrt{2R_oH} \left(1 + \frac{H}{2R_o}\right)$$

Una segunda aproximación la obtendremos considerando la longitud del arco  $TB$ , que es casi igual.

Entonces

$$\sqrt{2R_oH} = \theta R_o. \quad [3]$$

Sustituyendo  $R_o = 6,3 \times 10^3$  Km. (radio de la Tierra) y  $\theta = \frac{\pi}{n}$  tendremos:

$$H = 3,14 \times 10^4 \times \left(\frac{1}{n}\right)^2 \text{ Km.} \quad [4]$$

La altura de reflexión  $H$  fue calculada subsiguientemente para diferentes

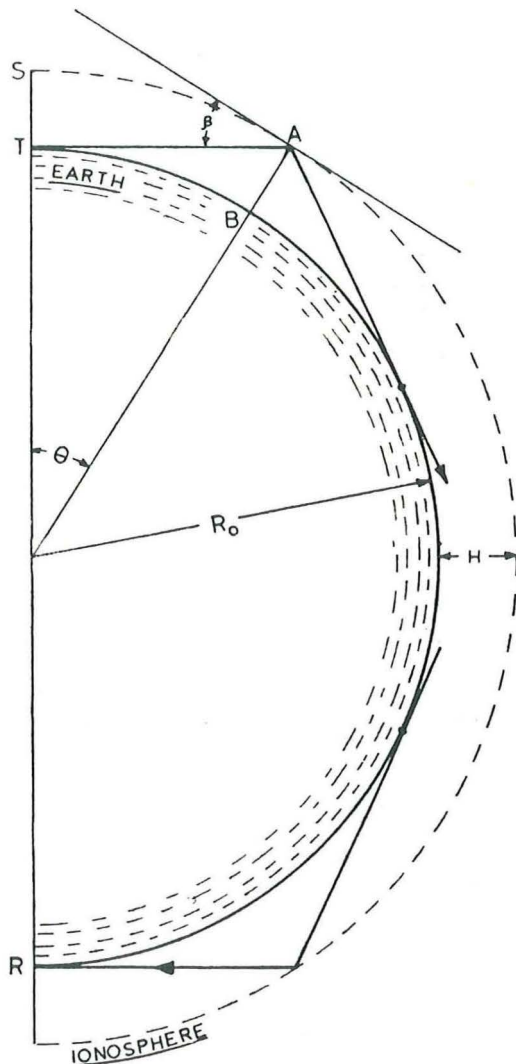


Fig. 2.

Detalle geométrico de los caminos óptimos de las señales alrededor del mundo.

números de medios saltos  $n$  mediante la ecuación [4]. La densidad electrónica a estas alturas de reflexión se halló de los gráficos que dan las densidades electrónicas típicas de la ionosfera en función de la altura, y de ella se dedujo la frecuencia crítica  $f_c$ . La máxima frecuencia útil  $f_m$  viene, a su vez, dada por

$$f_m = f_c \operatorname{cosec} \beta, \quad [5]$$

en la que  $\beta = \theta =$  ángulo de incidencia.

Los resultados se han resumido en la tabla I.

Tierra, sino también de la cantidad de energía que se prevea haya de contribuir a la potencia total recibida en el «punto focal».

En este último sentido, aun las modalidades de orden más alto han de considerarse también como si fueran los únicos tipos que pudieran viajar por las regiones ionosféricas durante las horas nocturnas de ionización baja.

Hay un número posible de caminos en los cuales un rayo puede quedar atrapado en la ionosfera. Los más interesantes son los discutidos por Macraqui's y Woyk. El primero considera

TABLA I

Número de medios saltos «n»	Altura de reflexión «h» Km.	Frecuencia crítica « $f_c$ » (Mc/s.)	Máxima frecuencia útil « $f_m$ » (Mc/s.)	Observaciones
9	387,0	—	—	Por encima capa F
10	314,0	12,7	41,0	Media, 40 Mc/s.
11	260,0	11,0	39,0	
12	218,0	10,3	40,0	
13	186,0	4,9	20,5	
14	160,0	4,9	22,0	Media, 21 Mc/s.
15	139,0	4,2	20,0	
16	123,0	4,0	20,5	
17	108,0	4,0	21,8	
18	96,5	—	—	

Es muy significativo que las portadoras para este tipo de propagación caigan dentro de dos grupos solamente: en las bandas de 21 y 40 Mc/s.

Es difícil predecir cuál de estos dos grupos de frecuencias dará los mejores resultados. El grupo de 21 Mc/s. sufre una atenuación mayor por absorción ionosférica y por dispersión terrestre, pero tiene la posibilidad de seguir un mayor número de caminos y modalidades de propagación. Por su parte, el grupo de 40 Mc/s. se atenúa menos, pero también es menor el número de caminos y modalidades de propagación. Depende no solamente de la cantidad de energía que quede atrapada en la cavidad ionosférica de la

a la ionosfera como una lente esférica de índice de refracción dado por

$$N^2(R_1)R_1^2 = N_0^2R_1^{\delta} (1 + R_1^{2\delta - 2}), \quad [6]$$

en la que  $R_1$  = distancia del centro de la Tierra a la ionosfera y  $N(R_1)R_1$  es un máximo. El valor de  $N_0$  y el del parámetro  $\delta$  se escogen de tal forma que el perfil del índice de refracción se corresponda sobre la región de interés con el de la ionosfera.

La figura 3 representa una modalidad posible de este tipo de propagación. Para una ionosfera «típica» se halló que una onda de 40 Mc/s. debe producir una «oscilación» de anchura aproximadamente igual a 100 Km.; es

decir, 50 Km. por encima y por debajo de una altura de 200 Km.

La probabilidad que tiene esta señal de recorrer distancias apreciables en la ionosfera es, por tanto, mayor que la de cualquier otra frecuencia.

Un cambio del índice de refracción a lo largo del camino del rayo hará

Para el grupo de 21 Mc/s. el radio de curvatura obtenido fue aproximadamente igual a la mitad del radio de la Tierra.

Resulta, por tanto, que una señal de unos 40 Mc/s. se debe adaptar más fácilmente tanto al tipo de rayo II como a los tipos III y IV de la figura 1.

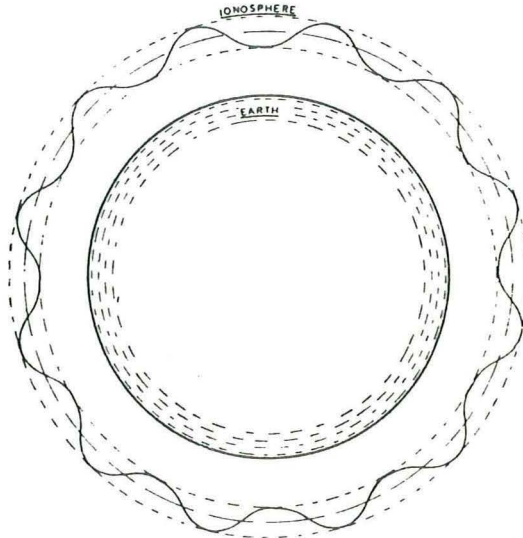


Fig. 3.

Caminos de los rayos en la lente generalizada de Mawell.

que la onda siga una trayectoria curvilínea tal que

$$\frac{1}{\text{Radio de curvatura}} = \frac{1d\mu}{\mu ds}, \quad [7]$$

en la que  $\mu$  = índice de refracción de la ionosfera =  $\sqrt{1 + \left(\frac{f_c}{f}\right)^2}$

y  $s$  = distancia perpendicular a la dirección que sigue la onda.

Empleando los valores de  $H$  y  $f_c$  dados en la tabla I y resolviendo [7] para el grupo de 40 Mc/s., el radio de curvatura obtenido fue de  $6,55 \times 10^3$  kilómetros. Este es el radio de la ionosfera a la altura de 250 Km.

#### EFFECTOS DE LA DISPERSIÓN TERRESTRE Y DE LA ABSORCIÓN IONOSFÉRICA.

Se puede afirmar con seguridad que no todos los rayos del tipo II, en su desplazamiento alrededor del mundo, rozan la superficie terrestre sin llegar a tocarla. Siempre que tal rayo toca dicha superficie o se refleja en ella, se produce una considerable dispersión hacia adelante. Esto es debido al hecho de que la longitud de onda de las señales de 21 y 40 Mc/s. son del mismo orden de magnitud que las ondas oceánicas y de la mayoría de los objetos y ondulaciones de la superficie del terreno.

Cuando un rayo descendente no roza

exactamente con la superficie de la Tierra, sino que choca contra un área unidad (punto A, Fig. 4), se dispersa principalmente hacia adelante, difundiéndose uniformemente dentro de un cuadrante de esfera, indicado en la figura por la sección ACDA.

De aquí que la densidad de potencia

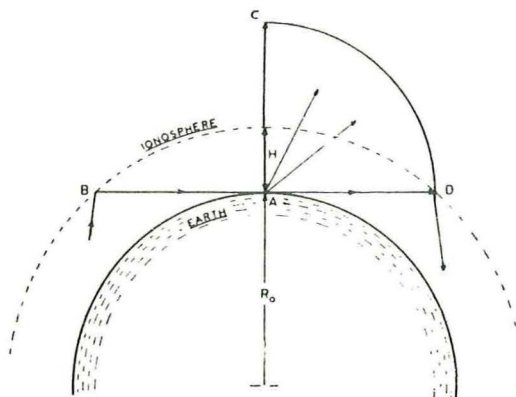


Fig. 4.

Efectos de la dispersión en la superficie terrestre.

en el punto de reflexión (D) de la ionosfera quede dividida por el factor

$$\frac{1}{4} \left[ \frac{4}{3} (AC)^2 \right] \quad [8]$$

Ahora bien:  $AC \approx \sqrt{2R_oH}$ , y [8] se transforma en

$$\frac{2\pi}{3} R_oH. \quad [9]$$

Por tanto, la densidad de potencia después de  $\left(\frac{n}{2} - 1\right)$  choques habrá quedado dividida por el factor

$$\frac{2\pi}{3} R_oH \left(\frac{n}{2} - 1\right)$$

Para  $n = 12$  se transforma en  $10R_oH$  aproximadamente [10].

Tal resultado es un valor muy pesi-

mista, porque no da razón del efecto de enfoque. Aun para terreno llano el factor de reducción nunca puede ser mayor que  $2\pi^2R_oH$ .

La mayor parte de la atenuación ionosférica que una onda experimenta se produce en las regiones más bajas de la ionosfera y viene dada por

$$A = \frac{N\nu}{f^2}, \quad [11]$$

en la que

$N$  = número que expresa la densidad electrónica.

$\nu$  = número de colisiones por segundo que un electrón sufre contra las moléculas.

$f$  = frecuencia de la onda.

Poniendo en [11] los valores correspondientes acaso típicos se halló que la atenuación debida a esta causa fue tan pequeña que puede ser despreciada en todos los cálculos de pérdidas en el camino.

No todos los rayos que salen lanzados correctamente del extremo transmisor podrán llegar a los antípodas. Supongamos que los rayos que llegan sean los comprendidos en el sector subtendido por el ángulo  $\theta$ .

Por tanto, únicamente la porción

$$\frac{\theta}{2\pi} \quad [12]$$

de la potencia correctamente emitida continuará su viaje hacia los antípodas.

#### POTENCIAS NECESARIAS Y ANCHURA DE BANDA.

La cantidad de energía que quedará atrapada en la cavidad ionosférica de la Tierra en las proximidades de la antena del transmisor dependerá, en gran parte, de la antena instalada.

Para mayor simplicidad supondremos que ambas antenas, la de recep-

ción y la de transmisión, son simples antenas verticales de media onda, elevadas sobre la superficie terrestre una altura  $S$ .

Aparece claro de la figura 5 que la energía comprendida en el ángulo de radiación  $2\alpha$  quedará atrapada, perdiéndose el resto de la energía en el espacio.

Ahora bien:

$$\cos.\alpha = \frac{R_o}{R_o + S} = \frac{1}{1 + \frac{S}{R_o}}$$

Y como  $\text{sen}^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha =$

$$= 1 - \frac{1}{1 + \left(\frac{S}{R_o}\right)^2} = \frac{2 \frac{S}{R_o} + \left(\frac{S}{R_o}\right)^2}{\left(1 + \frac{S}{R_o}\right)^2}$$

Para  $R_o > S$

$$\text{sen}^2\alpha \approx \frac{2S}{R_o}$$

Y, por tanto,

$$\text{sen}.\alpha \approx \alpha \approx \sqrt{\frac{2S}{R_o}}. \quad [13]$$

Una antena de media onda tiene una forma de radiación muy aproximada a una función cosenoidal.

Por tanto, la relación entre la energía atrapada y la energía total radiada vendrá dada por

$$\frac{\int_0^\alpha \cos^2\theta d\theta}{\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2\theta d\theta} = \frac{3}{8} \left( \frac{1}{3} \text{sen}.3\alpha + 3\text{sen}.\alpha \right) \approx 1,5\alpha. \quad [14]$$

Se puede suponer con toda seguridad que la distribución de la energía que llega al receptor será por completo errática tanto en amplitud como en

fase. De aquí que la potencia media total de una onda representada por la ecuación de campo  $E \text{sen}.\omega t + \theta$  será proporcional a

$$\frac{1}{2\pi E} \int_0^E \int_0^{2\pi} E^2 \text{sen}^2(\omega t + \theta) dE d\theta = \frac{E^2}{6} \quad [15]$$

La potencia media es, por tanto,  $\frac{1}{6}$  de la posible máxima potencia recibida.

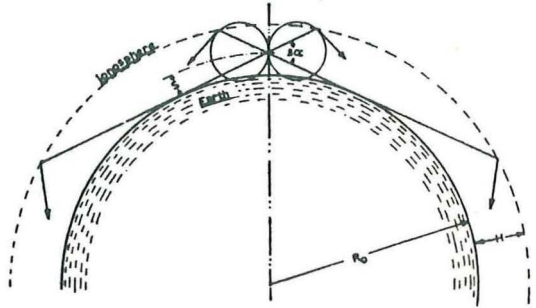


Fig. 5.

Radiación de antena en la cavidad inosférica de la Tierra.

Si suponemos que la energía en el «punto» focal se distribuye uniformemente a lo largo de una línea que se extienda desde la superficie terrestre hasta la ionosfera, entonces la potencia recibida, para el caso crítico de que no haya reflexión en la superficie de la Tierra, vendrá dada por [12], [13], [14] y [15].

Por ejemplo:

$$P_r = \frac{\emptyset}{2\pi} \times 1,5 \sqrt{\frac{2S}{R_o}} \times \frac{1}{6} \times \frac{\lambda}{\pi H} \times P_t, \quad [16]$$

en la que

$\left(\frac{\lambda}{\pi H}\right)$  = relación entre la longitud real de la antena de recepción y la altura

ra media de la ionosfera.

$P_i$  = potencia radiada.

Para  $\varnothing = \frac{\pi}{12}$  (hora de ionización más elevada).

$S = 30$  metros.

$\lambda = 7,5$  metros.

$H = 266$  metros (altura media de la ionosfera).

$P_i = 1$  kilovatio.

$R_o = 6,3 \times 10^3$  Km.

Resulta  $P_r = 0,2$  microvatios. [17]

En el caso de que el rayo no roce, sino que se refleje en la superficie terrestre, la potencia recibida sería

$$P_r = \frac{\theta}{2\pi} \times 1,5 \sqrt{\frac{2S}{R_o}} \times \frac{1}{6} \times \frac{(0,13\lambda^2)}{10R_o H} P_i, \quad [18]$$

en la que  $(0,13\lambda^2) =$  área efectiva de la antena de recepción.

Resulta

$P_r = 0,05$  micromicrovatios. [19]

El valor real se encontraría probablemente entre estos dos extremos.

Aun para el último valor se obtendría, para una anchura de banda de 3 Kc/s. y una cifra de ruidos en el receptor de 15 dB, una relación señal-ruido de unos 22 dB.

Los diferentes rayos que en definitiva lleguen al «punto» focal habrán seguido caminos de longitudes distintas. La diferencia entre los espacios recorridos por dos rayos que realizaron  $n_1$  y  $n_2$  medios saltos, respectivamente, viene dada por

$$\Delta L = \frac{\pi^2 R_o}{8} \left[ \frac{n_1^2 - n_2^2}{(n_1 n_2)^2} \right] \quad [20]$$

Así, para el grupo de señales de 40 megaciclos, con la posibilidad de 12 y 20 medios saltos, la diferencia de las longitudes es

$$\Delta L = 24 \text{ Km.} \quad [LE]$$

Esta distancia equivale a  $3,33 \times 10^3$  longitudes de onda. Esto significa que las bandas laterales de un tono de 3 kilociclos estarían, para M.A., defasadas unos 180°. Tal enlace entre antípodas habría de limitarse a una velocidad de transmisión de la información razonablemente baja.

#### CONCLUSIONES.

La razonable estabilidad de la comunicación entre antípodas es un hecho probado. Ello fue dramáticamente demostrado primero por Wells y más tarde por Garriott y Villard. El primero captó en California, EE. UU., una señal de 40 Mc/s. procedente del satélite ruso *Sputnik I* cuando éste se encontraba diametralmente opuesto a la estación receptora. Sus observaciones indicaban que, en todos los aspectos, la señal imagen parecía proceder de una fuente puntual similar a la del satélite real, pero situada en los antípodas.

El segundo grupo empleó la señal de 20 Mc/s. del *Sputnik III* y confirmó las observaciones de Wells. Además, descubrieron que la variación de frecuencia, debida al efecto Doppler, fue mucho menor durante el paso por los antípodas que durante el paso por la vertical del lugar. De sus datos resulta que, de 18 intentos, la señal de los antípodas fue captada 13 veces, y ello con un equipo que probablemente se adaptaba mejor a señales que llegaran con un gran ángulo de elevación.

Cabe preguntarse si los ingenieros de la U.R.S.S. escogieron estas dos frecuencias precisamente porque así pudieran tener una prueba doble del fun-

cionamiento y situación de sus satélites.

Los ingenieros espaciales de Rusia tal vez tuvieran conocimientos de que es posible realizar un enlace clase antípoda entre un satélite orbital bajo y una estación situada en tierra. La razón de que este tipo de enlace entre dos estaciones situadas en tierra no hubiera sido explotado anteriormente parece ser debido al hecho de que hay pocos países que tengan sus correspondientes antípodas. Esto aparece claro en la figura 6.

En el mapa de dicha figura se han superpuesto los países antípodas sobre el hemisferio Norte. Del mismo resulta obvio que de los pocos países que tienen sus correspondientes antípodas, solamente hay un número muy limitado de ellos que tengan una civilización tipo occidental altamente desarrollada.

Así como puede excitarse un foco de energía en un «punto» antípoda, también puede excitarse un foco en el origen por retroceso directo. Los rayos que retornan al transmisor pueden haber circunnavegado totalmente el mundo o haber sido reflejados por algún objeto u otro elemento de los antípodas y regresar por la misma ruta. Existe, por tanto, la posibilidad de que mu-

chos de los «ecos no identificados últimamente» recibidos por algunos radares de investigación en 32 y 41 Mc/s. pudieran haber sido ecos de tipo antípoda que dieron la vuelta al mundo.

Hay cuestiones que pueden justificar una investigación más amplia del modo de propagación clase antípoda. A este respecto puede ser empleado como un nuevo medio de enlace a distancia con satélites orbitales bajos u observación de los vehículos espaciales enemigos. También podría ser empleado como radar de alerta avanzada para detectar a largas distancias un I.C.B.M. exactamente después de su lanzamiento.

Sería interesante que los radioaficionados investigaran sobre este tipo de propagación. A este respecto, los radioaficionados de «Nueva Zelanda» y de «España» ocupan posiciones muy favorables, porque están diametralmente opuestos.

#### AGRADECIMIENTO.

El autor da las gracias al profesor A. Heydorn, de la Universidad de Stellenbosch, por su entusiasta ayuda, y a Mr. Ken Kelleher, del Aero Geo Astro Corporation, EE. UU., por estimular la investigación.

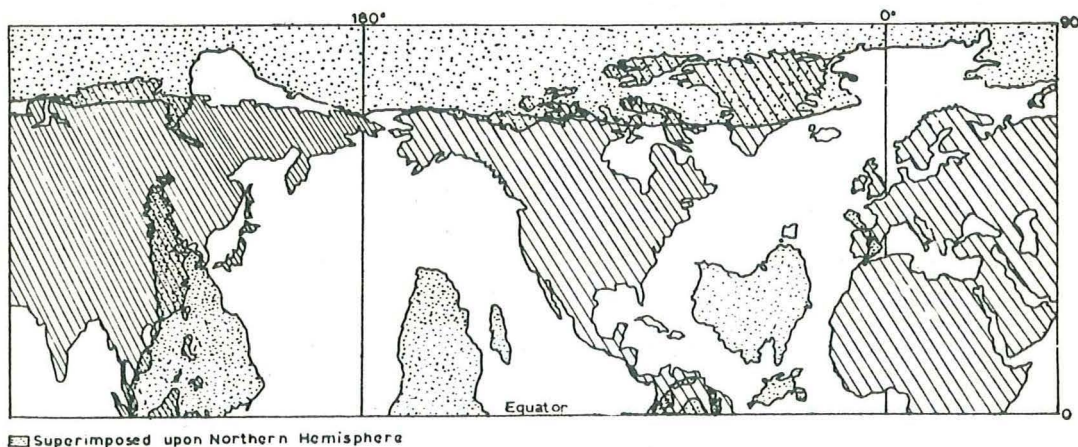


Fig. 6.

Países antípodas. En el recuadro. Superpuestos sobre el hemisferio Norte.

# Localización de la influencia del sol en la radiopropagación<sup>(1)</sup>

Por ARSENIO FUSTER

## INTRODUCCION

Basándonos en que el Sol permanece en la misma dirección respecto a nuestro planeta y la parte de la atmósfera cubierta por los rayos solares no sufre variación apreciable, podemos, auxiliados por una esfera terrestre adecuada para la selección de los movimientos de nuestro globo dentro de este persistente foco, determinar con gran exactitud las condiciones de propagación en cualquier hora, mes, año y situación geográfica.

## APLICACION

La esfera o globo terrestre, por su natural imitación, supera a todas las demás representaciones de nuestro planeta, como los planos de proyección azimutal y cilíndrica.

Además de la situación geográfica, con meridianos y paralelos graduados, horas y distancias en kilómetros, podemos añadirle otro vital ambiente que nos domina en todos los aspectos, que es la influencia del Sol, de cuyos fenómenos depende la radiopropagación. La parte de la atmósfera diurna que envuelve la superficie de la Tierra absorbe la energía de los rayos del Sol, que transforma, en su penetración, en iones, luz y calor.

El dominio del Sol llega a mucho más, como el transmitirnos movimientos de cabeceo y rotación dentro del enfoque de

los rayos solares, cuyo dinamismo gobierna todo el sistema de las capas ionosféricas que retienen las ondas electromagnéticas, que dan lugar con su dispersión a la gran difusión que adquiere la radio y cubre con la selección de la frecuencia toda la superficie del planeta.

## RADIOESFERA

Es una esfera terrestre que dispone de un dispositivo para facilitar la labor de investigación de la radiopropagación.

Consta de: Una esfera de doble aro, en el que en el aro central que soporta el globo están representadas en letras las posiciones que toman los meses en su movimiento de cabeceo para escoger la época del año, y el otro aro representa el crepúsculo en vez del ecuador; por consiguiente, la media esfera superior al crepúsculo representa el día, y la inferior, la noche (fig. 1).

**Cabeceo:** El polo Norte pierde su preferencia de estar representado en la parte superior y en el mismo cruce de los dos aros situaremos la letra del mes que interesa.

**Rotación:** Nuestro planeta gira de W. a E. y da la impresión de que el Sol se dirige de E. a W., cuando su posición es invariable, como la del aro crepuscular que hemos elegido.

**Manejo:** En los meses de marzo y septiembre, los polos estarán situados en el aro del crepúsculo, y la superficie que cubre el día en la parte superior y la

(1) Comunicación presentada al Congreso Luso-Español para el Progreso de las Ciencias, celebrado en Sevilla del 23 al 26 de noviembre de 1960.

noche en la inferior es la misma en todos los paralelos.

En los trópicos, 21 diciembre y junio, el desplazamiento del cabeceo será el máximo.

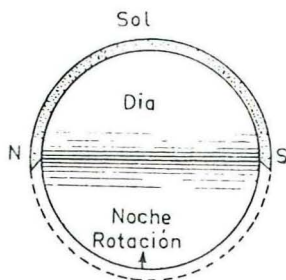


Fig. 1

En la primera de las anteriores posiciones podemos escoger la hora de cualquiera de los paralelos; en la segunda nos regiremos sólo por el paralelo que pasa por la población escogida. Por ejemplo, para averiguar la hora de salida del Sol situaremos la población en el arco crepuscular, contaremos los grados que existen dentro del mismo paralelo hasta el arco central y los dividiremos por 15, que nos dará el número de horas a descontar del mediodía.

**Distancias:** Otro punto importante es conocer la distancia entre las dos estaciones.

Como los grados de la propia línea ecuatorial de la esfera tienen que ajustarse a las dimensiones del círculo máximo de la Tierra, anotaremos en un papel la posición de los dos puntos interesados, y el número de grados que resulte al aplicar esta distancia a la línea del ecuador la multiplicaremos por 111 kilómetros.

### RADIOPROPAGACION

Si tomamos nota de las lecturas del cuadrante del receptor y las posiciones de las poblaciones en la radioesfera cuando se desvanecen o recuperan las señales, nos encontraremos en el importante campo de la investigación.

La primera impresión que se percibe es que las estaciones de onda media de radiodifusión situadas a alguna distancia, desaparecen a medida que el emisor y receptor penetran en la parte diurna, por la absorción de la radiación del Sol, y recuperan las señales por la noche.

Por el contrario, debido a que los rayos solares forman capas de retención en la ionosfera y a mayor frecuencia corresponde menor absorción, las ondas cortas adquieren gran intensidad de señal durante el día, tanto más cuanto más nos acercamos al mediodía y mayor sea la distancia que nos separa. Por la noche, al perder consistencia las capas ionosféricas, que se reconcentran en una sola, las ondas más cortas, cuya comunicación era factible al mediodía, se escaparán al infinito y tendremos que escoger frecuencias algo más bajas hasta el amanecer, en que, como se comprenderá, al llegar otra vez los reflejos del Sol, principiando por la mayor altura de la atmósfera, se alterará todo el estado ionosférico y habrá que recurrir, durante el período cuya duración depende de la persistencia y situación del crepúsculo, a ondas largas o frecuencias bastante bajas, hasta que se vayan recomponiendo las capas diurnas.

Las ondas comprendidas en el margen interpuesto entre las medias de radiodifusión y las ultracortas de largo alcance, están afectadas las próximas a las largas por la absorción y atmosféricos, pero son prácticas para la comunicación a corta distancia, por su facilidad de retorno de la ionosfera; las ondas cortas pueden llegar a alcanzar el punto crítico si se las somete a distancias demasiado cortas, pero se consigue buena comunicación a mayor distancia con reducida potencia y mayor relación de señal-ruido, con limitada influencia de los atmosféricos.

Otras apreciaciones: Al penetrar el emisor en la parte diurna, la atmósfera ionizada se comporta, como se ve en la figura 2, como una auténtica campana

(azul celeste); guardan relación sus dimensiones con las velocidades electromagnéticas y del sonido.

Las reflexiones de resultantes oblicuas darán componentes de retención internas como reflexiones múltiples, desvanecimientos y, las de mayor distancia, ecos; las perpendiculares al crepúsculo

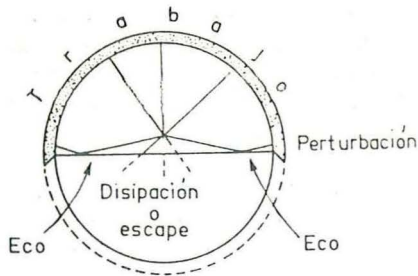


Fig. 2

escaparán o disiparán, y las del recorrido interno serán las adecuadas para las comunicaciones; las ondas más cortas, por necesitar mayor oblicuidad de refracción, se ciñen al crepúsculo y en vez de ecos con fluctuaciones o desvanecimientos, las de alrededor de 17 metros son las que proporcionan mayor intensidad, y las más largas inmediatas, por su mayor facilidad de retención, adquieren gran amplitud, pero están limitadas por la absorción, que se incrementa con la centralización.

Situado el emisor a la mayor altura o centro (mediodías) de la esfera, tendremos que todas las radiaciones llegan en sentido perpendicular al borde crepuscular y no hay retención posible; motivo por el cual se sujeta la campana acústica en el centro y golpea en el borde.

Fenómenos que descubre la aplicación de la anterior descripción:

Referente a la aproximación, interposición crepuscular y tener distinto meridiano se introduce una gran perturbación a Sudamérica por las mañanas, en invierno, y anochecer, en verano, con reflexiones múltiples y ecos que guardan relación con la longitud de onda, así co-

mo las señales no son buenas en verano, hasta que el Sol cubre o completa el salto del N. del Brasil.

En cuanto a la aproximación a los polos o situación en las altas latitudes, tenemos reflexiones múltiples con Norteamérica a primera hora del día y última de la tarde, que principia en septiembre, alcanza la mayor penetración diurna a últimos de diciembre y despeja en mayo, debido a la aproximación y alejamiento de la cortina crepuscular polar. Para vencer esta perturbación y atenuación del círculo magnético de las auroras boreales se han situado estaciones relés de retransmisión en bajas latitudes (Tánger).

Las mejores comunicaciones a gran distancia con reducida potencia se conseguirán en onda ultracorta, escogiendo poblaciones próximas al mismo meridiano o dirección de las líneas de fuerza magnéticas. Admiten un promedio de 4 Mcs. en más N. S. que E. W.

### PREDICCIÓN

La densidad de ionización de las capas de los gases que ocupan distintas alturas depende del sentido de penetración perpendicular de los rayos solares, que por tener la atmósfera forma esférica,

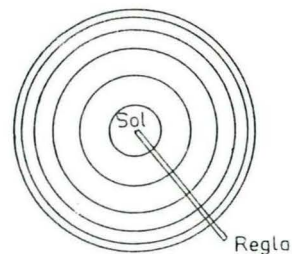


Fig. 3

es proporcional al coseno del ángulo cenital o altura del Sol. A los aros concéntricos que forman los valores de estos ángulos (fig. 3) les podemos asignar el valor de la mejor frecuencia óptima de trabajo (FOT) para la mayor

distancia de salto de 2.000 Km. para la capa E.

Por medio de un radio o escala graduada en Mcs. (fig. 4). que une el centro con el crepúsculo, podemos prescindir de los mencionados aros (figura 3), puesto que en su desplazamiento por la superficie de la esfera, girándola desde

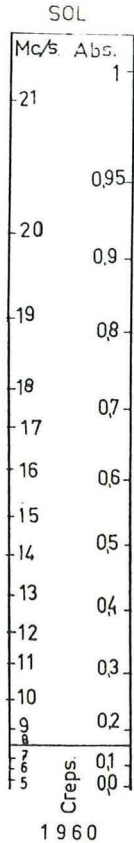


Fig. 4

el crepúsculo, cada lectura representa un aro. Esta escala, para el año 1960, era de 3 a 21 Mcs., desde el empuce del crepúsculo astronómico hasta el mediodía, en que alcanza el máximo; sufre una variación anual de aproximadamente 1 Mcs. en menos o más, según el estado de decadencia o mayor actividad del ciclo undecimal a deducir de los sondeos io-

nosféricos y números que publica el Observatorio de Zurich.

**Distancias menores a los 2.000 kilómetros.**—Colocaremos la esfera en su correcta posición del mes (centro del espacio o letras), y la hora en la parte media de la distancia entre poblaciones; sujetaremos la regla en la parte superior central y la deslizaremos por el aro del crepúsculo, a los 8 Mc/s., y tomaremos la lectura cuando concide con el centro del recorrido (punto de refracción). La frecuencia óptima de trabajo elegida como más práctica para los 2.000 kilómetros es cinco veces mayor que la crítica de cero distancia (x), y como la tendencia de las ondas cortas es la de escapar al infinito a medida que pierden oblicuidad en su penetración en la ionosfera, para distancias menores a la prevista tendremos que recurrir a la siguiente tabla:

“ F O T ”

TABLA para su cálculo a distancias menores de 2.000 kilómetros:

Distancia	Mc/s. regla	divididos por (aprox. 1/coseno)
0	5.0	
100	4.5	
200	4.0	Reducción del factor
300	3.4	5 aplicado a distan-
400	2.8	cias mayores de 2.000
500	2.4	kilómetros.
600	2.0	
700	1.8	
800	1.6	
900	1.4	
1000	1.3	
1100	1.28	
1200	1.25	
1300	1.18	
1400	1.13	
1500	1.08	
1600	1.05	
1700	1.03	
1800	1.02	
1900	1.01	
2000	1.00	

X = La mejor frecuencia útil es = frecuencia crítica  $\times$  1/coseno (secante) del ángulo de incidencia en la ionosfera.

Deducida de la práctica y del NOMOGRAMA (fig. 5) que trimestralmente publica el N. B. S., CRPL, para la comprobación de los efectos capas E y F1 en "Basic Radio Propagation Predictions", Three Months in Advance.

Para distancias de 2.000 a 6.000 kilómetros.—Sirven directamente, sin reducción, las lecturas de la escala. Tomaremos las lecturas a los 1.000 Kms. de distancia del emisor y 1.000 Kms. de distancia del receptor, en la dirección que

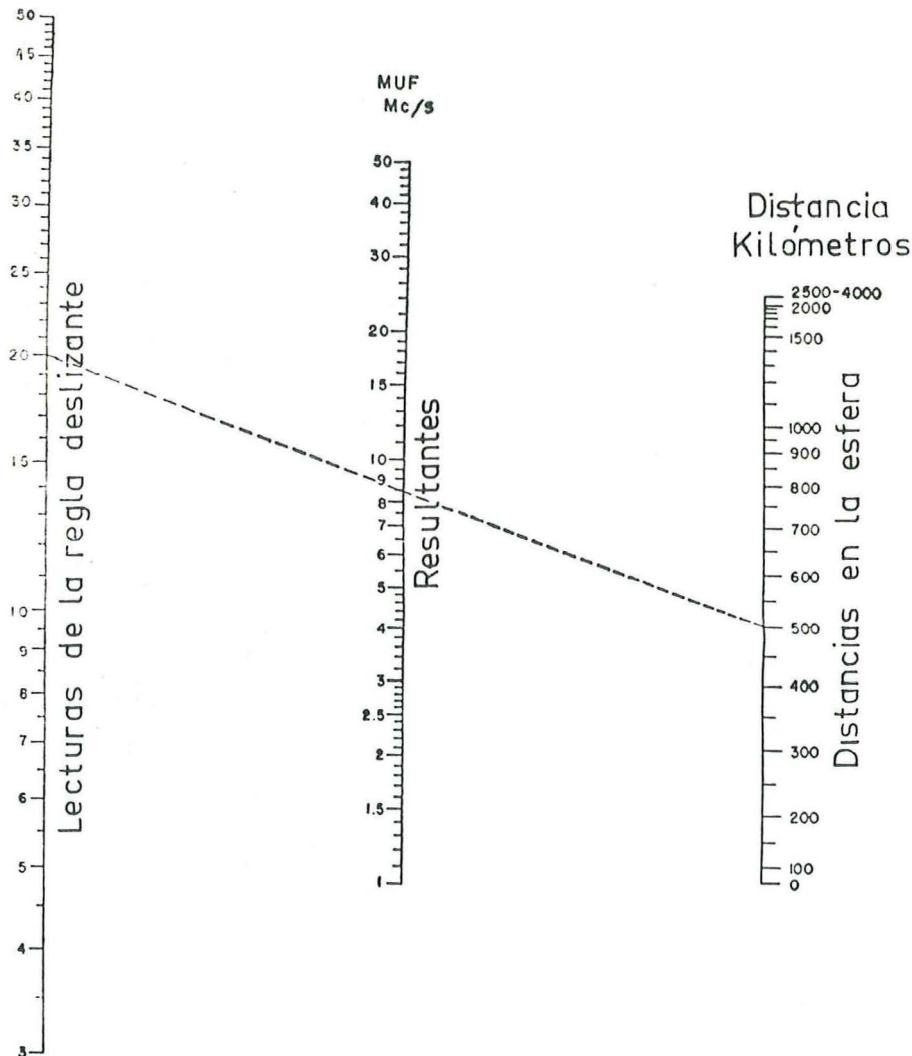


Fig. 5

Curvas: Sobre un papel milimetrado, escala logarítmica, anotaremos en las ordenadas (vertical) los Mc/s., y en las abscisas (horizontal), las horas.

les une. Uniremos con una línea los picos de las dos curvas con lo que quedará prácticamente reducida a una, prescindiendo de las derivaciones interiores.

Además de la capa E interviene la F1, que permite la prolongación nocturna en frecuencias un poco más bajas, según la distancia, que las resultantes de la línea de unión. El FOT de la noche es la mitad del FOT del día.

**Distancias mayores a los 6.000 kilómetros.**—Con el día interpuesto, escogemos la mayor frecuencia FOT de la escala, que es de 21 Mc/s.

Se trata de la capa F2, que sufre grandes alteraciones, como el contraste de la mayor dilatación de la atmósfera por el calor en coincidencia con la mayor radiación; la una es desfavorable y la otra favorable a la densidad de ionización de los gases.

Cuando una de las dos poblaciones penetra en la noche, prescindemos de la mayor frecuencia y elegiremos la que resulte a los 1.000 Kms. de distancia de la de la parte diurna, capa F para toda la noche hasta cerca del amanecer, en que habrá que recurrir a las frecuencias más bajas de la regla, hasta que se recupera el día.

### ABSORCION

El factor de absorción, que descubre la atenuación de las señales debido a la radiación solar, es útil para decidir si podemos mantenernos con la misma potencia o pasar a otra mayor frecuencia, cuando se debiliten, para conseguir mayor intensidad y limpieza de señal.

Guarda relación con la centralización del Sol, por lo que su escala de 0.0 a 1.0 se puede representar en la misma regla que los Mc/s.

Como el efecto de absorción afecta a todo el recorrido diurno, sumaremos las lecturas de las dos localidades; si suman más de 1.5, interesa la frecuencia más elevada disponible.

La esfera descubre también que si el círculo máximo de la comunicación pasa entre los 70 y 90 grados de latitud, tenemos que agregar otro factor por la atenuación del paso por el anillo de las auroras o polo magnético, extendida

hasta latitudes medias al producirse las perturbaciones magnéticas al paso de las manchas solares, fácilmente visibles con un cristal ahumado.

**Brusca caída de señal por la radiación que a veces acompaña a las manchas solares.**—A la escala de facilidad de absorción que hemos incluido en la regla deslizante podemos aplicarle en sentido contrario las lecturas de la potencia o importancia de su absorción.

Cuando desaparecen las señales de onda corta en todas las direcciones, es porque el poder de eliminación llega hasta el mismo crepúsculo, y como en este aro tenemos la lectura de 0,1, corresponde a su importancia 0.9 para que sumen la unidad.

De esta forma podemos seguir clasificando las perturbaciones de menor importancia según la dirección de la ausencia o persistencia de las señales que guardan relación con la centralización del Sol y, por consiguiente, de efecto sólo diurno.

**Futuras comunicaciones.**—Representación por medio de aros de las órbitas de los "ecos" o postes retransmisores que se establezcan para determinar la orientación de las antenas.

### EJEMPLOS

Lugar, Madrid; cabeceo del 15 de diciembre 1960 (centro letra "D") y rotación al mediodía (aro del centro) (fig. 6).

#### Distancias hasta los 2.000 Kms.

Madrid-Tánger = Lectura regla en el centro de la distancia 15.5 Mc/s., dividido por el factor 2 de la tabla que corresponde a la distancia de 600 Kms. = Resultante, 7,7 Mc/s.

Madrid-Londres = Lectura regla en el centro de los 1.200 Kms. de distancia, 13,5 Mc/s./1,25 (tabla) = 10.8 Mc/s.

Madrid-Hamburgo = Lectura 13 Mc/s.; factor distancia a 1.600 Kms., 1.05; 13/1,05 = 12,38 Mc/s.

Madrid-Roma = Lectura 14.8 Mc/s.;



campesinos al contemplar la formación de una nube en un período de sequía, pues son manifestaciones de la agitación producida por la masa fluida interna de la fotosfera que proporciona en conjunto muchos más beneficios que los molestos desvanecimientos producidos por la disi-

pación, alteración y excesiva absorción, según los casos, en los capas de la ionósfera, que al faltar la refracción nos conducen al fenómeno más o menos definido, según su importancia, del párrafo anterior.

## Eclipse de Sol y la Radio

Por ARSENIO FUSTER

Una demostración práctica sobre la influencia de los rayos solares en la formación de las capas de la ionosfera nos

ponde precisamente en el vértice de refracción, centro de la distancia entre Londres y Madrid (fig. 1).

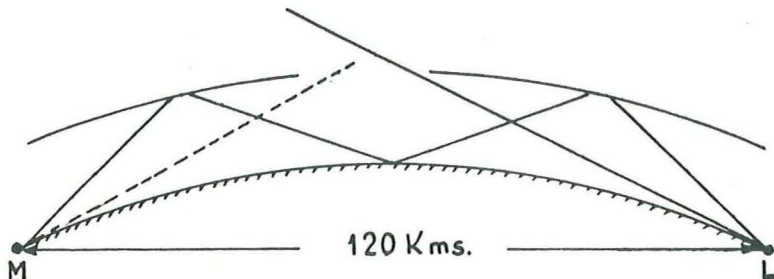


Fig. 1

la ha proporcionado el eclipse de Sol del 15 de febrero de 1961.

El máximo del eclipse al orto y arranque de la zona del eclipse total corres-

ponde precisamente en el vértice de refracción, centro de la distancia entre Londres y Madrid (fig. 1).

Principio del eclipse central a las 7 horas 30 minutos.  
Principio de desvanecimiento de las señales a las 8 horas.

Termina el desvanecimiento de las señales a las 8 horas 30 minutos.

Termina el eclipse central a las 9 horas 7 minutos.

Eclipse parcial de Madrid: Comienza antes de la salida del Sol; media a las 7 horas 22 minutos y termina a las 8 horas 26 minutos (\*).

No han tenido las capas de la ionosfera suficiente densidad para refractar en el centro de los 1.200 kilómetros que las separa, las señales de la frecuencia normal de trabajo y reflejarlas hasta el receptor.

La inadvertida influencia del eclipse en las demás direcciones demuestra que si la franja del eclipse total hubiera correspondido en la localidad del emisor o receptor no se hubiera notado el paso del eclipse, según veremos a continuación.

Con el auxilio de la "regla" y "tabla" de la "Localización de la influencia del Sol..." (\*\*) podemos examinar las demás posibilidades de establecer comunicación sin recurrir a la onda larga.

#### "FOT"

TABLA para su cálculo a distancias menores de 2.000 kilómetros:

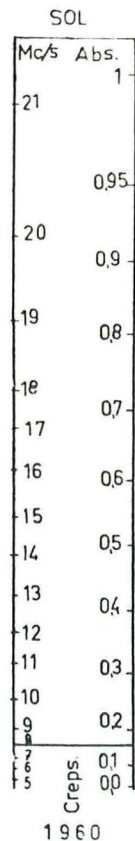
Distancia	Mc/s. regla	divididos por (aprox. 1/coseno)
0	5.0	
100	4.5	
200	4.0	Reducción del factor
300	3.4	5 aplicado a distancias mayores de 2.000
400	2.8	kilómetros.
500	2.4	
600	2.0	
700	1.8	
800	1.6	
900	1.4	
1.000	1.3	
1.100	1.28	
1.200	1.25	
1.300	1.18	
1.400	1.13	
1.500	1.08	
1.600	1.05	
1.700	1.03	
1.800	1.02	
1.900	1.01	
2.000	1.00	

X = La mejor frecuencia útil es = fre-

cuencia crítica  $\times 1/\text{coseno}$  (secante) del ángulo de incidencia en la ionosfera.

Normal para un salto (distancia de 1.200 kilómetros):

Fecha: 15-2-61; hora: 8; regla: 8; tabla: 1,25. El cociente de estas dos cifras da por resultado: 6,4 Mc/s. de frecuencia.



Fecha: 15-2-61; hora 12; regla: 15; tabla: 1,25. El cociente de estas dos cifras da por resultado: 12 Mc/s. de frecuencia.

Si escapan los 6,4 Mc/s por la ven-

(\*) Del Anuario del Observatorio Astronómico de Madrid para el año 1961.

(\*\*) Revista "U.R.E." número 123 de agosto y septiembre de 1961.

tana abierta en la ionosfera por falta de radiación del Sol a los 600 kilómetros, centro de la distancia, a las 8 horas también lo harán los 12 Mc/s. si coincidiese el eclipse total a las 12 horas (figura 2).

Como la zona del eclipse total no cubre más que la parte central el resto del recorrido conserva, aunque algo de-

frecuencias bajas es despreciable al arranque del día.

**Tres o varios saltos** (400 kilómetros por salto):

No podemos aprovechar el tercer salto impar porque su centro coincide en el mismo sitio de la ionosfera que el primero; los demás saltos están expuestos

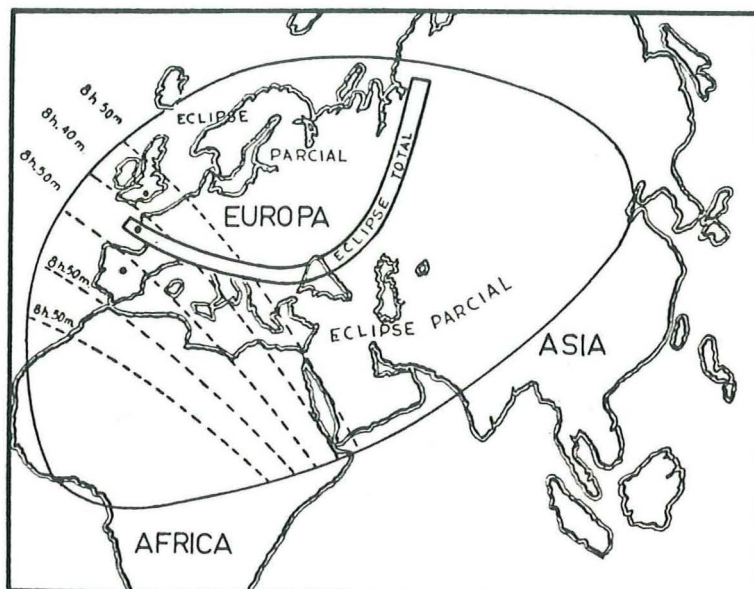


Fig. 2

bilitadas por la penumbra, las capas de la ionosfera, que podemos aprovechar para un doble salto, con la seguridad de que el punto medio de refracción coincide a los 600 kilómetros en la superficie de la tierra en vez de la ionosfera.

**Segundo salto** (600 kilómetros por salto):

Fecha: 15-2-61; hora: 8; regla: 8; tabla 2. El cociente de estas dos cifras da por resultado: 4 Mc/s. de frecuencia.

El aumento de absorción por pasar a

por su corto recorrido a caer en la zona de escape del eclipse total.

La lectura de la regla de 8 Mc/s., aplicada al principio del día y cualquier latitud, es la que no sufre alteración apreciable por proceder de la influencia de la noche; las mayores alteraciones debidas al ciclo de la actividad solar corresponden a la parte superior o centro (mediodías y bajas latitudes de los trópicos), debido a la mayor perpendicularidad de penetración, con la mayor influencia de retransmisión de las irregularidades y perturbaciones del Sol.



# Técnicas de la dispersión troposférica para el aficionado

Un examen de las posibilidades de la dispersión troposférica en la banda de 144 Mc s. y más altas

Por DEAN O. MORGAN W2NNT  
(QST de Marzo de 1957)

Traducido por ALFREDO MAYANS QUES  
(EA 5 CS)

La palabra dispersión ("Scatter") es de reciente adición al diccionario radiotécnico. Significa una nueva técnica de propagación entre dos puntos determinados, que ha revolucionado los viejos conceptos de la radiocomunicación. El sistema ha sido sujeto de controversias entre los científicos, incluso entre los que han trabajado con él durante varios años. Por lo tanto, la adaptación de la técnica de la dispersión a las comunicaciones entre aficionados nos ofrece la oportunidad de contribuir al progreso del arte de las comunicaciones. Actualmente, no hay nada realmente nuevo en relación con este tipo de transmisión.

Los aficionados han venido usando, desde años atrás, diversas formas de la dispersión, aunque, por desgracia, la mayor parte de ellos desconocían, en realidad, lo que estaban haciendo. Por esta razón, es conveniente explicar con detalle qué es en sí la dispersión, en lenguaje simple y llano y demostrar cómo podemos hacer uso de ello en la comunicación de F. U. E.

Dos de los conceptos más comunes en la radiocomunicación se muestran en la figura 1, dibujada sobre un arco que representa la curvatura de la tierra. El primero se llama transmisión por "skip". Se usa para comunicaciones sobre distancias desde un centenar a varios millares de kilómetros y usando frecuencias des-

de 500 kc/s. a 30 Mc/. Se basa este sistema en la reflexión de las ondas por una o más capas ionosféricas que hay sobre la superficie terrestre.

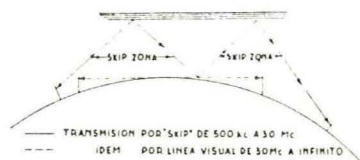


Fig. 1  
— Transmisión por "skip" de 500 kc s. a 30 Mc s.  
- - - Transmisión por línea visual de 30 Mc s. a infinito.

Las dos formas principales de la comunicación son la del "skip", que se aprovecha de la reflexión en la capa ionosférica, y el sistema por rayo visual, que es esencialmente para comunicaciones locales.

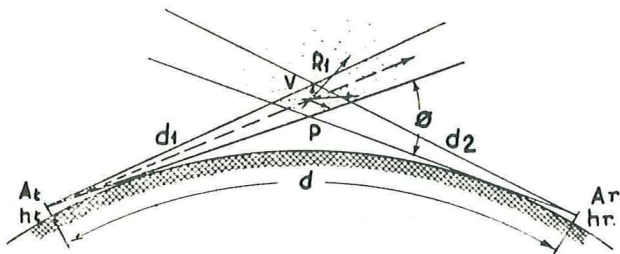
El segundo se conoce como transmisión por línea visual: es el medio de comunicaciones a corta distancia en frecuencias desde los 30 Mc s. hacia arriba.

La práctica normal para usos comerciales es emplear enlaces de alrededor de 40 millas sobre terreno llano o abierto, lo que permite obtener señales muy fuertes con bajas potencias. Aunque este último sistema fué considerado como la última palabra en cuanto a seguridad de comunicación a tal distancia, los fenómenos

de refracción, disturbios magnéticos, etcétera, causan interrupciones del servicio de forma que sólo en casos muy raros se llega a un margen de seguridad del 90 por 100.

Cuando se requiere una seguridad extrema, ni este sistema ni el de "skip" pueden ser empleados. En el estudio y observación de las peculiaridades de la transmisión por línea visual se recibieron señales de muy alto nivel inesperadamente a distancias mayores de la línea del horizonte y con estabilidad. Estas señales no pueden atribuirse a curvatura troposférica, refracción, "skip" en las capas E o F, de la ionosfera, u otras causas conocidas.

Este fenómeno de obtener contactos en buenas condiciones lejos de los límites teóricos de la propagación en F. U. E. es bien conocido en el trabajo de los aficionados que emplean ondas centimétricas.



La dispersión troposférica se produce cuando la energía radiada entra en una región de turbulencia atmosférica. La energía es dispersada en todas las direcciones y una pequeña porción de la misma alcanza la superficie terrestre más allá del horizonte.

Se han efectuado detenidos estudios de muchas observaciones y, basándose en ellos, los doctores Booker y Gordon, de Cornell University, han desarrollado la teoría de la dispersión en F. U. E. (1).

**Formas de la dispersión.** — Existe dos tipos generales de transmisión por dispersión. Uno se conoce como propagación de dispersión troposférica, y el otro, como propagación por dispersión ionosférica. Ambos se dan a conocer a menudo como transmisión más allá del horizonte. Habiéndose publicado ya numerosos trabajos en QST (2) sobre la dispersión

ionosférica, no trataremos ahora de la misma.

Sin embargo, diferenciaremos aquí ambos sistemas citados en el párrafo anterior y estudiaremos los métodos para desarrollar la dispersión troposférica en 144 Mc/s. y frecuencias más altas.

La dispersión ionosférica es útil, mayormente, para distancias de 600 a 1,300 millas, y en frecuencias de 25 a 70 Mc/s. con anchuras de banda inferiores a 50 Kc. Las restricciones en la anchura de banda son consecuencia de la propagación por distintas vías, cuyo resultado es la distorsión por "fading" selectivo tan bien conocido en frecuencias más bajas.

Como su nombre indica en la dispersión troposférica se usan las turbulencias en la troposfera (3) para conseguir el "salto". Se pueden usar teóricamente todas las frecuencias de la gama F. U. E. hasta el infinito. La mayor parte de los

usos actuales se hacen en la gama de 400 a 1.000 Mc/s., si bien se han efectuado algunos trabajos con frecuencias mayores y más bajas. Recientemente, la tendencia ha sido hacia las frecuencias más bajas de alrededor de 300 Mc/s. Teóricamente, el ancho de banda está limitado a un máximo de 4 ó 5 Mc/s., pero en la práctica este límite se ha extendido hasta los 20 Mc/s. (4). En general, con equipos bien diseñados pueden cubrirse distancias de 400 millas, aproximadamente, pero existen razones para creer que ello

(1) Booker and Gordon: "Una teoría sobre la radio dispersión en la troposfera".—Proc. I. R. E. Abril, 1950, p. 401. La teoría fué interpretada para los radioaficionados por Moore en "Sobre las colinas y más allá". QST febrero 1951.

(2) Moynahan: "Propagación por dispersión en F. U. E.". QST marzo 1956.

(3) Las masas de la dispersión troposférica son realmente más complejas de lo que indica esta simple definición. Para los lectores interesados en profundizar el estudio sobre las masas de dispersión ionosférica y troposférica se recomienda la lectura de "Propagación por dispersión" IRE Proceedings. Octubre 1955.

(4) Enlace radiotelefónico Miami-Habana de la Bell System.

no es el máximo que se puede conseguir en la práctica y que se podrán también alcanzar distancias de 1.000 millas o más.

La figura 2 muestra cómo se propagan las señales por dispersión troposférica. En efecto, el frente de ondas primario pasa a través del área de la atmósfera que está en turbulencia. Esta turbulencia puede ser comparada como un remolino que se produce en una corriente en movimiento. La energía es irradiada en todas direcciones (flechas del dibujo) por el área de turbulencia, y una pequeña parte de la misma es devuelta a la superficie terrestre, en puntos situados más allá del horizonte. El efecto guarda cierta similitud al que se produce cuando un rayo de luz entra en una zona de neblina o humo.

donde KTB es el ruido de agitación térmica expresado en db. debajo de 1w.

NF es el nivel de ruidos del receptor en db. y

S/N es la relación señal ruido también en db.

Mediante el uso de estos términos, el resultado de un sistema de comunicaciones por dispersión puede ser previsto con un aceptable grado de exactitud. Supongamos que se trata de preparar un sistema de esta clase para 144 Mc/s. Disponemos de un transmisor de 200 W. las antenas de transmisión y recepción con ganancias de 10 db. cada una y pérdidas en las líneas de transmisión, que en total suman 4 db. Suponemos además que existe una relación de señal a ruido de

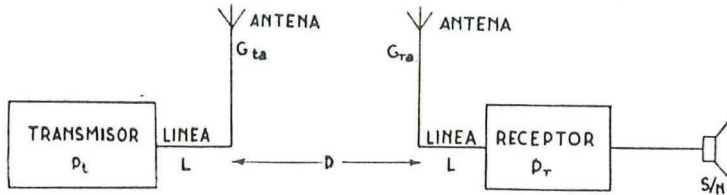


Fig. 3

Sistema típico por dispersión y definición de los términos que intervienen para su cálculo.

- Pt: Potencia del transmisor en db sobre 1 W.
- Gta: Ganancia de la antena de emisión en db.
- D: Distancia en millas entre antenas.
- Gra: Ganancia de la antena de recepción en db.
- L: Pérdidas en la línea de transmisión.
- Pr: Potencia de entrada en el receptor en db debajo de 1 W.
- S N: Relación señal ruido en db.

### Proyecto de un sistema por dispersión.

En la figura 3 se muestra un sistema típico de comunicación por dispersión, donde se indican los distintos factores que deben tomarse en consideración al determinar su efectividad. Estos incluyen la potencia del transmisor, ganancia de la antena a los dos extremos del sistema, las pérdidas en la línea de las antenas, la distancia entre ellas, la potencia de entrada en el receptor y la relación señal-ruido. También se requieren para el cálculo la anchura de banda del sistema y el nivel de ruido del receptor. El significado de estos términos es claramente comprensible, a excepción de la potencia de entrada al receptor: Pr que se determina así:

$$Pr = KTB - NF - N$$

10 db. El receptor tendrá un nivel de ruidos de 6 db, que es fácilmente obtenible en 144 Mc/s. Todos los términos dados en la figura 3 están ahora disponibles, por lo que podremos determinar fácilmente la distancia máxima a cubrir en dicha combinación. El cálculo de la potencia de entrada en el receptor Pr se simplifica enormemente, formando el valor del factor KTB de la tabla que sigue a continuación:

Anchura de banda	100	10	1	100	10	1
	Mc s	Mc s	Mc s	Kc s	Kc s	Kc s
KTB en db. debajo de 1 W.	124	134	144	154	164	174

El ruido térmico está relacionado directamente con la anchura de banda. Si

la anchura de banda es de 1 Mc/s. KTB es, aproximadamente, de 144 db. debajo de 1 W. Si la anchura de banda disminuye diez veces, el valor de KTB se incrementa en diez unidades, y así sucesivamente. Para trabajos de aficionados una anchura de banda de 10 Kc s. es, ciertamente, más que adecuada. De la tabla vemos que a esa anchura de banda el valor de KTB es de 164 db. debajo de 1 W.

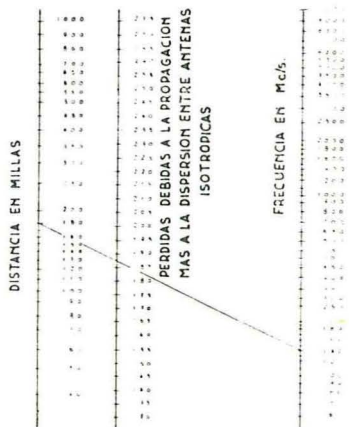


Fig. 4

Gráfico para la estimación del resultado de una comunicación por dispersión. La línea transversal que cruza el gráfico representa el ejemplo del texto.

La potencia de entrada en el receptor será, por tanto:

$$Pr = KTB - NF - (S/N) = 164 - 6 - 10, \text{ o sea } 148 \text{ db. debajo de } 1W.$$

La potencia de nuestro emisor (200 W.) es de 23 db. sobre 1 W. Las antenas de transmisión y recepción sumarán 10 db. cada una, o sea 20 db. Las pérdidas en las líneas restan 4 db., dejando una ganancia total del sistema de 187 db. Esta relación de ganancia (o pérdida de señal), puede ser usado en el ábaco de la figura 4 para determinar la distancia en millas entre los puntos en que se podrá trabajar. Los números de la columna central representan el valor de las pérdidas de propagación en el espacio libre más la dispersión entre antenas isotrópicas. Trazando una línea que una el valor de 187 db. con la frecuencia de trabajo 144 Mc/s., encontramos en la columna izquierda el valor de 180 millas. Esta es la distancia que nuestro equipo podrá

cubrir en el sistema de comunicación por dispersión.

Podrá fácilmente adivinarse que hay otras ganancias y pérdidas que deben ser tenidas en consideración antes de pretender hacer una estimación o valoración exacta de la naturaleza de un enlace por dispersión. Una ganancia resulta del hecho que los valores del gráfico están calculados sobre la base de antenas isotrópicas; por lo tanto, habrá que tener en cuenta una ganancia de 2.3 db., si la ganancia de nuestras antenas es referida a dipolos de media onda. Puede resultar, por otra parte, algunas pérdidas adicionales por ruidos atmosféricos o artificiales, ninguno de los cuales ha sido tenido en cuenta en los cálculos. Las pérdidas en las líneas o acoplamientos pueden presentar dificultades de cálculo en estaciones de aficionados. En ingeniería son conocidos como factores erróneos que son difíciles de medir exactamente y que pueden afectar los resultados de cualquier sistema de una manera notable si influyen solamente en uno de los dos sentidos de la comunicación.

Además tenemos otras contingencias, que también se presentaron en la práctica. La figura 5 muestra las variaciones que pueden presentarse en relación con

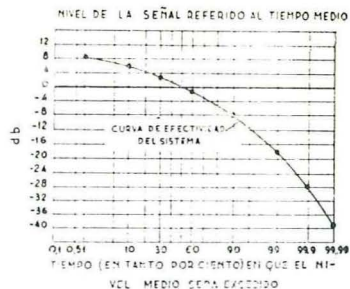


Fig. 5

La curva de efectividad de la comunicación por dispersión en su sistema normal, es decir, sin mejoras de las indicadas en el texto.

Equivalencias de las medidas de longitud del texto original:

- Una milla ..... 1,609 m.
- Un pie ..... 0,305 m.

el porcentaje del tiempo. Se considera comúnmente como una curva de efectividad. Muestra el porcentaje del tiempo total en que será excedido un nivel medio de señal determinado. Como puede comprobarse, el nivel mínimo de la se-

ñal será de 6 db. sobre el valor determinado durante un 10 por 100 del tiempo total. La señal no bajará de 3 db. del valor determinado en un 90 por 100 del tiempo y no más de 38 db. durante el 99,99 por 100 del citado tiempo, total. De esta curva podemos deducir lo que hemos de añadir al valor obtenido del gráfico si deseamos mayores grados de seguridad en la comunicación. En el trabajo de afición no es asunto de importancia un porcentaje de seguridad más o menos bajo, por lo que los valores correspondientes a márgenes mayores del 90 por 100 no deben decepcionarnos.

Un margen de seguridad mayor del 50 por 100 no es frecuente en el trabajo de aficionados, pero si deseamos llegar a un valor del 90 por 100 sólo necesitamos ganar 8 db. en cualquier parte del circuito. Existen varios medios de conseguirlo. El incremento de la potencia, mayor ganancia en las antenas, mejora del nivel de ruido del receptor y otras técnicas diversas, son los medios por medio de los cuales el margen de seguridad, de un sistema por dispersión, se eleva en algunos casos al valor de 99,99 por 100 de seguridad casi infinita.

En el ejemplo dado podemos obtener una ganancia de 5 db., elevando la potencia del emisor al límite legal. Podemos también alcanzar 4 db. más en cada antena, mejorando las mismas con un total de 8 db. Recurriendo al sistema de una sola banda lateral, alcanzaremos 6 db. más. En total habremos mejorado, pues, 22 db. y elevado, por tanto, el margen de seguridad a un 99 por 100. O bien habremos aumentado la distancia a cubrir con la misma seguridad, cerca de 350 millas. Debido a técnicas diversas pueden mejorarse aún estos resultados, pudiendo mencionar la recepción con banda lateral reducida y transmisión en telegrafía.

Las modificaciones de la señal indicadas en la figura 5 incluyen todas las causas comunes de variaciones de señal, tales como:

1. *Centelleos*.—Que tienen una duración del orden de uno a diez ciclos por segundo. Alcanzan valores que raras veces bajan de cinco db. y que llegan en algunos casos a 25 db. Pueden ser casi eliminados mediante la recepción por canal o frecuencia múltiple. El efecto de los centelleos sobre la comprensibilidad puede reducirse notablemente mediante el uso de filtros en los circuitos de audio del receptor.

2. *Fluctuaciones diurnas*.—Estas producen variaciones entre cinco y diez db. del día a la noche. Deben ser tenidas en cuenta únicamente en el caso de que se necesite una comunicación segura durante veinticuatro horas del día, cosa rara en los trabajos de aficionados.

3. *Variaciones por estación*. Que produce un incremento de la señal de 20 db. más en verano que en invierno, en latitudes medias. Esto puede representarse como una mejora de diez db. sobre el valor medio de la señal en la figura 5. En áreas de la zona tropical, como el sur de Florida, puede calcularse durante la mayor parte del año una mejora de 15 db. sobre los valores de la figura 4. La latitud de Carolina del Sur supone un aumento de cinco a diez db. Los valores dados se entienden para la latitud de Nueva York, mientras que la parte alta del Canadá supone una disminución de 10 db.

*Antenas*.—Es posible eliminar el efecto del centelleo y mejorar el nivel de la señal de dos a cuatro db. usando un sistema de recepción por diversidad. Ello supone el empleo de dos o tres antenas separadas al menos seis longitudes de onda de centro a centro, un combinador o conmutador y dos o tres receptores.

Ahora, unas palabras sobre la altura y situación de la antena. La antena deberá estar apuntada hacia el horizonte o ligeramente sobre la línea del mismo. Ambas antenas, en los dos extremos, deberán ser de la misma polaridad. Para una frecuencia dada, el centro de la antena deberá situarse a una altura óptima sobre el suelo, dada por la fórmula:

$$H = 4.000 \frac{L}{d}$$

donde H es la altura óptima sobre el suelo; L la longitud de onda, expresada en las mismas unidades que en H, y d es la distancia en millas.

(Para frecuencias sobre 500 Mc/s. cambiar de 4.000 a 5.000.)

Trabajando en 144 Mc/s. (L = 7 pies) da una altura óptima de 155 pies; valor que cualquier aficionado tiene dificultades en conseguir. Sin embargo, la diferencia entre esta altura óptima y una antena a sólo 10 pies del suelo es solamente de 6 db. Si hacemos cálculos con esta fórmula, observaremos que a medida que

sea mayor la distancia del enlace disminuye la altura óptima de la antena, y lo mismo sucede cuando la frecuencia de trabajo se eleva. Para trabajos de aficionados, el autor recomienda colocar la antena lo más alta posible y despejada de toda clase de obstáculo. Particularmente si se satisface esta última recomendación, la diferencia de los resultados entre alturas teóricas y prácticas será despreciable.

Es completamente posible que a frecuencias de 144 Mc/s., y otras más bajas, las señales recibidas a distancias mayores de 150 millas sean mejores que las esperadas según los cálculos anteriores. Ello es debido a que, además de la señal por dispersión, existe otra por refracción tan grande como aquélla, sumándose ambas en el receptor.

La ganancia de la antena puede introducir una mejora en la señal hasta el punto en que la abertura del haz de irradiación en el plano vertical y horizontal se aproxima a tres o cuatro grados. Después de este punto, el acoplamiento de la antena a la masa reflectora disminuye. En esencia, ello significa que el área excitada es insuficiente, por lo que la relación de la señal recibida es menor que con un haz de mayor abertura. La ganancia efectiva no es proporcional, sobre estos supuestos variables, si el área física de la superficie de reflexión es excesivamente grande. Probablemente se encontrará que una antena larga, rómbrica, no sea tan eficaz como la antena Yagui, aunque el valor del lóbulo principal de ganancia en las cercanías del campo es el mismo. Este es el resultado de una cancelación de los componentes fuera de fase en la propagación, con-

dición que es aún más marcada en el trabajo por dispersión.

*Resumen.*—Existen razones para creer que a distancias mayores de 400 millas las señales de naturaleza troposférica no son mayores que las señales por dispersión en el sentido estricto de la palabra. El autor cree que pueden cubrirse distancias mayores de 1,000 millas con técnicas similares a las seguidas aquí. Los radioaficionados pueden llevar a cabo una labor eficaz en esta región poco conocida, mediante el uso de telegrafía, transmisión por banda lateral única y otros sistemas de banda reducida.

¿Qué podemos esperar de la dispersión? Según el cuidado que se ponga en el desarrollo y manipulación de las instalaciones, podrán efectuarse contactos de al menos 300 millas. Con instalaciones mayores, alta potencia, y los mejores equipos de recepción podrán hacerse comunicaciones seguras a distancias sobre las 400 millas.

La parte más atractiva de un sistema de comunicación por dispersión es que una vez establecido el contacto ya nunca se pierde, por las causas que suele suceder en las bandas de frecuencias más bajas. Cuando las condiciones en estas últimas bandas son peores es cuando usualmente se obtienen los mejores resultados en la comunicación por dispersión.

Para comunicaciones de emergencia de ciudad a ciudad, el trabajo por dispersión en 144, 220 ó 430 Mc/s. proporcionará la máxima efectividad y seguridad.

Este es un medio de comunicación que presenta un vasto campo a los aficionados a las F. U. E. en bandas que hasta ahora no ha sido apenas ensayado.

# Indices para medir la propagación en la banda de 144 Mc/s

Por EA 2 IK y EA 2 BK

Dado que la Tierra es curva, como así logró demostrarlo Colón con su famoso experimento del huevo, hay un límite de distancias desde el cual dos personas pueden verse. Este límite está en función de las alturas respectivas a las que se encuentran estas dos personas y viene matemáticamente dado por la fórmula:

$$P = 3.570 (\sqrt{H} + \sqrt{H'}).$$

$P$  = distancia aproximada en metros.

$H$  y  $H'$  = alturas de los observadores\*.

Si las ondas en la banda de 144 Mc/s se propagasen sólo en línea recta (sin sufrir difracciones ni reflexiones), esta fórmula nos daría la distancia máxima aproximada a la que podrían comunicar dos estaciones.

Es decir, si suponemos dos estaciones 144, situadas cada una a una altura de 100 m, según fórmula, la distancia a la que podrían comunicar sería:

$$P = 3.570 (\sqrt{H} + \sqrt{H'}) = 3.570 (\sqrt{100} + \sqrt{100}) = 3.570 \times 20.$$

$$P = 71.400 \text{ m} = 71,4 \text{ Km.}$$

Si estas dos estaciones se encuentran a una distancia menor de 71,4 kilómetros, el QSO podrá efectuarse, pero no si la distancia entre ellas es superior a los 71,4 Km, ya que entonces no disponen de horizonte óptico debido a la curvatura de la Tierra.

Es un hecho de observación diaria que el alcance es mayor que el que vie-

ne dado por la fórmula. A esta variante que nos permite ampliar la distancia la llamamos propagación.

Para poder tener una cierta idea de esta variante que hemos llamado propagación, se nos ocurre que un buen índice para medirla sería el cociente de dividir la distancia máxima alcanzada en un día determinado por la distancia teórica dada por la fórmula

Índice de propagación =

$$\frac{\text{Distancia máxima alcanzada en un QSO}}{\text{Distancia según fórmula para ese QSO}}$$

El denominador varía en cada caso según la altura de la estación contactada.

Naturalmente, este índice de propagación no nos permite predecir la propagación que habrá en un día determinado, pero nos será útil para postdecir la propagación que ha habido ese día cuando ya no nos sirve de nada su conocimiento, que al fin y al cabo es lo realmente divertido.

Quizá a alguno de los que lean este artículo se le ocurra perfeccionar este índice ateniéndose a los demás factores que puedan intervenir, tales como absorción atmosférica de las señales en relación con la distancia, potencias, distancias a los obstáculos intermedios y alturas de éstos, y otros muchos más que desconocemos, con lo cual se podría dar con un buen índice de propagación.

Veamos algunos ejemplos:

EA2IK: QRA locator, ZD63a. Altura, 650 m.

Suponiendo que sus corresponsales se encuentren a nivel del mar, lo cual

\* L. MAZZOCHI: *Memorial técnico*, Editorial Dossat.

es cierto para la mayoría de sus QSO's con estaciones F's del suroeste de Francia, tenemos que la distancia máxima que puede cubrir con su estación desde 650 m de altura es:

$$P = 3.570 (\sqrt{650} + \sqrt{0}) = \text{aproximadamente } 92 \text{ Km.}$$

Esta distancia, de 92 Km en este caso, se logra siempre, sean cuales sean las condiciones meteorológicas, resultando un índice de propagación de 1.

La máxima distancia lograda por esta estación fue un QSO con una estación de Saint Nazare, logrando cubrir una distancia de 480 Km. La estación se encontraba a nivel del mar. Esto nos indica que en aquel día había un índice de propagación de:

$$I.P. = \frac{480}{92} = 5,2.$$

En el caso de que la estación correspondiente no se encontrase a nivel del mar, sino más alta, la distancia de horizonte óptico no sería ya de 92 Km, habiendo que recalcularla para poder averiguar el índice de propagación.

Otro ejemplo:

EA2BK: QRA locator, ZD74a. Altura, 1.500 m.

Desde esta altura la distancia máxima alcanzable para estaciones que se encuentren a nivel del mar sería de 138 Km.

Si el correspondiente se encuentra a 100 m sobre el nivel del mar, la distancia habría aumentado a 174 Km.

La máxima distancia lograda por esta estación desde ese QRA locator ha sido una estación G3, cubriendo una distancia de 735 Km. Altura de esta estación a nivel del mar:

Para este QSO, aquel día hubo un índice de  $\frac{735}{138} = 5,3$ .

A pesar de la diferencia de kilómetros lograda en sus mejores DX's por

EA2IK y EA2BK, el índice de propagación fue prácticamente igual en ambos casos.

En vista de ello, y aunque desconocemos la precisión de todo este sencillo cálculo y no conociendo ningún otro sistema, y a la espera de vuestras aportaciones para lograr un verdadero índice de propagación en 144, proponemos que en vez de decir «el domingo hubo una propagación muy buena», nos ajustemos a una tabla, y así se pueda decir «el domingo hubo un índice de propagación de 5,3», para que cada cual, con ese índice y sabiendo la altura normal a la que suele subir con su estación 144 pueda calcular la distancia que hubiese alcanzado si hubiera trabajado en los 144.

INDICE	PROPAGACION
1	Alcance mínimo. Propagación mínima.
2	Pobre.
3	Mediana.
4	Buena.
5	Muy buena.
6 y superior.	Fabulosa (¿esporádicas?).

Un último ejemplo:

Caso de que una estación se coloque en la cima del Mulhacén durante el Día Nacional de V.H.F., para poder trabajar en 144 con nosotros, que estaremos en el Pirineo, a 1.550 m, el índice de propagación necesario para poder establecer el QSO sería:

Mulhacén, 3.481 m.

Ortanzurieta, 1.550 m. Si a esta altura le descontamos la altura media de la meseta castellana, que la calculamos en 750 m, el Mulhacén nos queda a unos 2.750 m y Ortanzurieta a 750 m.

En este caso la distancia sería:

$$P = 3.570 (\sqrt{2.750} + \sqrt{750}) = \text{aproximadamente } 285 \text{ Km.}$$

Si los dos montes se encontrasen a esa distancia, el comunicado sería seguro; pero como estamos a unos 600 kilómetros, necesitamos que la propagación nos eche una mano de

$$I.P. = \frac{600}{285} = 2,1.$$

Este índice es fácilmente alcanzable

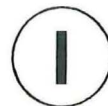
en ese día, ya que esperamos contar con una propagación del orden de 4 a 5. Consultad vuestros libros de guardia y enviarnos información de los índices que habéis observado en esas fechas. Así podremos tener una idea de las posibilidades que tendremos de comunicar con vosotros durante el Día Nacional de la V.H.F.

# INDICES DEL RESTO DE LAS PUBLICACIONES

---

## NOCIONES DE PROPAGACION

### 1ª PARTE



Pag. 3 PROLOGO.

5 INDICE.

9 COMPENDIO DE PROPAGACION.

- 9 - Medio de propagación.
- 9 - Onda directa.
- 10 - La ionosfera.
- 10 - Dispersión ionosférica.
- 11 - Dispersión troposférica.
- 11 - Dispersión.
- 12 - Atenuación de la trayectoria de dispersión.
- 13 - Ganancia en obstáculos.
- 14 - Pozos.
- 14 - Línea óptica.
- 15 - La aurora boreal.
- 16 - ¿Qué es la aurora?.

17 PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA PROPAGACION DE LAS ONDAS.

- 17 - Componentes del sistema solar.
- 17 - Relaciones entre el cosmos y la radio.
- 18 - El sol como fuente de iones.
- 18 - Tiempo de tránsito de la radiación entre el sol y la tierra.
- 19 - El ciclo de rotación solar.
- 19 - El ciclo de las manchas solares.
- 19 - Protuberancias solares.
- 19 - Composición de la atmósfera superior.
- 21 - La transmisión durante condiciones normales.
- 21 - Frecuencia crítica y altura virtual.
- 21 - Las capas E y F
- 22 - La ionosfera es absorbente.
- 22 - Angulos de incidencias.

Pag.	23	- Transmisiones en uno o más saltos.
	23	- El efecto de una diferencia mayor de tiempo.
	24	- El límite de frecuencia baja.
	24	- Ruidos propios del receptor.
	24	- Ruidos atmosféricos.
	24	- Ruidos extraterrestres.
	25	- Características directivas.
	25	- Variaciones diurnas y de estaciones.
	25	- Características de irradiación de las antenas.
	26	- Efecto de la altura sobre la tierra.
	26	- Desvanecimiento.
	26	- Desvanecimiento selectivo.
	26	- Recepción múltiple.
	27	- Tipos de servicio.
	27	- Transmisión en onda larga.
	28	HISTORIA DE LAS MANCHAS SOLARES; LOS AÑOS DE DECLINACION DEL CICLO 19.
	29	- Introducción.
	29	- En pocas palabras.
	30	- La ionosfera.
	32	- Investigaciones y medidas en la ionosfera.
	32	- Formación de la ionosfera.
	33	- Estructura de la ionosfera.
	34	- La capa "D".
	34	- La capa "E".
	35	- Las capas "F".
	36	- La capa esporádica "E".
	36	- Por encima de la región F.
	36	- Variaciones ionosféricas regulares. Diarias, estacionales, geográficas y cíclicas.
	43	- ¿Aves volando a gran altura o erupciones electromagnéticas?.
	44	- El ciclo de las manchas solares.
	45	- Número de manchas solares.
	46	- Comportamiento del ciclo solar.
	48	- Radiaciones ultravioletas y manchas solares.
	49	- Predicciones sobre el comportamiento del ciclo de las manchas solares.
	50	- El ciclo 19: su pasado y su presente.
	50	- El futuro del ciclo 19.
	53	- El ciclo 20 y la posterioridad.
	57	- Cálculo de la MUF.
	57	- Absorción ionosférica.
	59	- La LUF.

Pag.	59	- Curvas para el análisis de circuitos.
	62	- Estudio de la propagación de largo alcance.
	66	- Variaciones ionosféricas anormales.
	66	- Perturbaciones ionosféricas.
	67	- Auroras.
	68	- Capa esporádica "E", meteoros y dispersión - transecuatorial.
	70	- Resumen banda por banda.
	70	- Seis metros.
	71	- Diez metros.
	71	- Quince metros.
	71	- Veinte metros.
	72	- Cuarenta metros.
	73	- Ochenta metros.
	73	- Ciento sesenta metros.
	74	- Resumen.

## 75 EL MEDIO DE PROPAGACION DE LAS ONDAS RADIO-ELECTRICAS.

	75	- Propagación por onda terrestre.
	75	- Propagación por onda de superficie.
	77	- Propagación por onda directa.
	77	- Propagación por onda de espacio.
	77	- Propagación ionosférica.
	79	- La atmósfera.
	81	- Refracción de las ondas radioeléctricas.
	82	- Reflexión de las ondas radioeléctricas.
	83	- Capas D, E y F.
	83	- Capa D.
	83	- Capa E.
	84	- Capa F.
	85	- Angulo de radiación.
	89	- Propagación esporádica por medio de la capa E.
	90	- Distancia de salto "skip".
	91	- Desvanecimiento o "fading".
	92	- Características del sol. Ciclo de las manchas solares.
	93	- Efecto Dellinger "fade-outs".
	94	- Tormentas ionosféricas.
	97	- La aurora boreal.
	97	- Dispersión ionosférica.
	98	- Ionización por meteoritos.
	98	- Propagación por línea óptica.
	99	- Dispersión troposférica.

# TEORIA SOBRE ANTENAS

2

Pag.	3	PROLOGO.
	5	INDICE.
	9	ANTENAS.
10		- Antenas de media onda.
16		- Intensidad del campo irradiado por una antena.
21		- Calculo de la energia radiada por una antena
26		- Resistencia de radiación.
26		- Determinación empirica de la resistencia de radiación y ganancia de una antena.
27		- Efecto que ocasiona la tierra en las antenas horizontales.
30		- Efecto de la tierra sobre la resistencia de radiación.
32		- Impedancia de la antena y angulo del factor de potencia.
34		- Impedancia mutua.
38		- Antena "Hertz partida".
40		LO QUE SOBRE LAS MISMAS DEBE SABER EL PRINCIPIANTE.
40		- Que es y como se comporta una antena.
41		- Campo eléctrico.
42		- Campo Magnético.
43		- Acción del campo electromagnético.
44		- Resistencia de radiación.
44		- Longitud de onda.
45		- Tipos de antena.
46		- Polarización.
46		- Directividad.
47		- Angulo de radiación.
48		- Longitud fisica y eléctrica de una antena de media onda.
48		- Lineas de transmisión para antenas de media onda.
52		- Antenas alimentadas al 14%.

Pag.	52	- Antenas alimentadas al 14%.
	53	- Alimentación con línea de baja impedancia.
	54	- Alimentación con sección equilibrada.
	55	- Alimentación con sección equilibrada de <u>impe</u> <u>dancias</u> .
	57	- Dipolo plegado.
	57	- Acoplamiento de la línea de alimentación al transmisor.
	59	- Acoplamiento en PI.
	63	- Sintonía en serie.
	63	- Sintonía en paralelo.
	67	- Construcción de la antena direccional rotativa
	69	- Soporte de los elementos.
	71	- Adaptador de líneas de alimentación.
	75	- Rotación de la antena.
	76	- Soporte con estructura de madera. Gondolas.
	78	- Instalación y ajuste de la antena.
	79	- Ajuste de la línea de alimentación y medi--- ción de ondas estacionarias.
	80	- Ajuste de la antena por medio instrumental.
	82	ANTENAS Y PROPAGACION.
	82	- Generalidades.
	82	- Directividad.
	83	- Diagramas de radiación.
	86	- Ganancia de una antena.
	88	- Propagación de las ondas radioeléctricas.
	89	- Atmósfera.
	90	- Desvanecimiento.
	91	INICIACION AL TEMA DE LAS ANTENAS.
	92	- Rendimiento de la antena.
	94	- Modificaciones en el diagrama de radiación.
	97	APOLOGIA DE LA ANTENA DE EMISION.
	99	- Resistencia de radiación.
	103	ANTENAS: IDEA DE LOS PRINCIPALES TIPOS Y CA- RACTERISTICAS.
	104	- Antenas para emisión.
	105	- Efectos direccionales de las antenas.
	107	- Cuadros. Idea de los principales tipos y <u>carac</u> <u>teristicas</u> .

- Pag. 109 CONSIDERACIONES PRACTICAS ACERCA DE LA INSTALACION DE ANTENAS.
- 115 HABLEMOS DE ANTENAS.
- 117 LA ANTENA DE NUESTRA EMISORA.
- 121 HABLEMOS DE ANTENAS.
- 125 IMPORTANCIA DE LA ALTURA DE UNA ANTENA DE SEMIONDA Y APLICACION A LAS COMUNICACIONES DX.
- 126 - Influencia del suelo.
- 126 - Coeficiente de reflexión del suelo.
- 127 - Influencia de la altura sobre el ángulo de partida.
- 130 RADIACION Y RESONANCIA.
- 134 GANANCIA DE UNA ANTENA.
- 145 HABLEMOS DE DECIBELIOS.
- 147 CALCULO DE UNA ANTENA DIPOLO.
- 149 ACCESORIOS DE ANTENA PARA EL QUE COMIENZA
- 149 - Baluns: ¿Son necesarios?.
- 150 - ¿Los baluns tienen brujería?.
- 151 - ¿Debe comprar y usar el medidor de SWR?.
- 153 - El síndrome del transmatch.
- 153 - Cuando usar un transmatch.
- 154 - Resumiendo.

# DIPOLOS PARA HF

Pag. 3 PROLOGO.

5 INDICE.

9 COMO LOGRAR EL MAXIMO RENDIMIENTO DE SU ANTENA.

9 - Puntos fundamentales.

10 - Antena simple.

11 - La antena Zeppelin.

12 - Antena de alimentación central.

13 - Sistema de acoplo de la antena.

15 DIPOLO SIMPLE PARA 20 M.

16 DIPOLO CQ-90.

18 GIJON 2B.

21 VARIANTE DE HERTZ PARTIDA.

22 ANTENA MULTIBANDA, SIMPLE Y DE GRAN RENDIMIENTO.

24 UNA ANTENA EFICAZ Y SENCILLA PARA DOS BANDAS.

27 UN DIPOLO CON TRAMPA PARA 30 Y 40 METROS.

29 PROPIEDADES DE LOS COMPONENTES DE LOS SISTEMAS MULTIBANDAS.

30 - Dipolo resonante.

30 - Lineas resonantes de cuarto de onda.

31 - Dipolo cargado y linea de cuarto de onda abierta.

33 - Dipolos tribanda.

- Pag. 37 ANTENA DIPOLO MULTIBANDA.
- 39 ANTENAS MULTIBANDAS.  
39 - La antena W3DZZ.  
40 - Utilizacion del simetrizador.  
41 - La antena TD3JR.
- 42 ANTENA DUPLEX.
- 43 LA ANTENA "DOS BANDAS" DE F9GO.
- 45 TRAMPAS BARATAS PARA ANTENAS DE HILO.
- 47 UNA ANTENA PRACTICA PARA LAS 5 BANDAS.
- 51 LOS DIPOLOS PLEGADOS.  
54 - Dipolos plegados con conductores multiples y con conductores desiguales.
- 56 UNA ANTENA EXPERIMENTAL DE TRANSMISION AN TIDIRECCIONAL PARA TODAS LAS BANDAS.
- 59 DIPOLO MULTIBANDA G5RV.
- 60 UN DIPOLO PORTATIL.
- 62 ANTENA DIPOLO PLEGADO.
- 64 A PROPOSITO DEL "DIPOLO PLEGADO".
- 65 ANTENA DOBLETE, 20 Y 40 MTS.
- 66 MEJORAMIENTO DE LA RECEPCION TRANSATLANTICA DE ONDAS CORTAS.
- 71 ANTENA MULTIBANDA.
- 73 ANTENAS PARA 80 Y 40 M.
- 76 UNA ANTENA MULTIBANDA QUE UTILIZA SECCIONES SEPARADORAS FORMADAS POR LINEAS DE CUARTOS DE LONGITUD DE ONDA.
- 79 LAS ANTENAS EN TRIANGULO DE LA EA9IA.

- Pag. 84 ANTENA TRIANGULAR LJSH.
- 85 ANTENA DE COMPETICION CON UVES INVERTIDAS.
- 87 ANTENAS.
- 90 LA BANDA "TOP" Y LAS ANTENAS.
- 93 ANTENA MULTIBANDA.
- 93 - Banda de 15 metros.
- 93 - Banda de 80 metros.
- 94 - Banda de 40 metros.
- 94 - Banda de 20 metros.
- 95 - Banda de 10 metros.
- 96 UNA ANTENA PARA 160 METROS.
- 98 DIPOLO UNIDIRECCIONAL.
- 100 ANTENA DIRECCIONAL NO ROTATIVA, PERO SI  
BASCULANTE.
- 102 MAS... SOBRE ANTENAS DIRECCIONALES.
- 102 - La antena a conductor largo.
- 104 - La antena "V" horizontal.
- 106 EQUIVALENCIA ENTRE LAS MEDIDAS INGLESAS Y  
SUS CORRESPONDIENTES DEL SISTEMA METRICO  
DECIMAL.

ANTENAS VERTICALES PARA HF

Pag. 3 PROLOGO.

5 INDICE.

9 ANTENAS VERTICALES.

9 - Antena vertical de 1/2 longitud de onda aislada de tierra.

11 - Antena vertical con plano de tierra.

13 - Sistema vertical direccional.

13 - Antena vertical de 1/4 de longitud de onda derivada a tierra.

21 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE ANTENAS VERTICALES, SU MONTAJE, SUS AJUSTES Y SU FUNCIONAMIENTO.

26 ANTENA "J". GROUND PLANE - MICROMATCH.

26 - Antena "J".

26 - Ground plane.

27 - Micromatch.

29 ANTENA "GROUND-PLANE" CONMUTABLE Y MULTIBANDA.

32 UNA DIRECCIONAL COMPACTA PARA 20 Y 40 METROS.

33 ANTENA GROUND - PLANE TRIBANDA.

37 LA GROUND - PLANE... ANTENA MULTIBANDA Y DIRECCIONAL.

- Pag. 40 ANTENA VERTICAL MULTIBANDA SIN TRAMPAS PARA TRABAJAR DE 10 A 30 MHZ.
- 42 EDISON Y SU EFECTO.
- 44 QUE PASA CON LA "GROUND-PLANE"...
- 46 LA ANTENA ESQUELETO.
- 48 ANTENA VERTICAL TIPO "GROUND-PLANE" PARA LOS VEINTE METROS.
- 50 LA ANTENA VERTICAL GPA-5.
- 51 DOS TRABAJOS MUY INTERESANTES.
- 54 DOS ANTENAS BIBANDAS.
- 57 ANTENA HF DE CONSTRUCCION CASERA PARA USO MOVIL.
- 59 - Antena para 40 metros.
- 59 - Antena para 10 metros.
- 59 - Antena para 20 metros.
- 61 - Conclusión.
- 62 ANTENA VERTICAL MONOBANDA / MULTIBANDA TIPO MARCONI: PARA PORTABLE, FIELD DAYS... PARA MONTAR EN EL PIE.
- 64 NUEVA ANTENA "GROUND-PLANE".
- 66 LA GROUND-PLANE Y LOS GRANDES DX's. BANDA DE 10 M.
- 70 ¿CUAL ES EL ALCANCE DE SU SEÑAL MOVIL?.
- 73 ANTENA MOLINETE PARA 10 METROS.
- 75 REVOLUCION EN LAS "ROTARY's".
- 76 - Procedimiento de ajuste.
- 76 - Construcción.
- 78 - Ajuste.
- 78 - Resultado.
- 79 ANTENAS MULTIBANDA VERTICALES CON DISPOSICION EN FASE.

- Pag. 81 - Combinación de antenas para DX.  
81 - Ganancia, directividad y bajo ángulo.
- 87 "GROUND-PLANE" PARA 10 METROS.
- 88 ANTENA HELICOIDAL DE 80 M. PARA MOVIL.
- 89 ANTENA VERTICAL CON PLANO DE TIERRA.
- 94 CONSTRUCCION PROPIA DE ANTENAS PARA 20, 15 Y 10 M.
- 98 UNA ECONOMICA ANTENA DX PARA CUATRO BANDAS.
- 99 - Condensador gamma.  
100 - Aisladores de fijación.  
100 - Sistema radial.
- 102 ANTENA SEMIVERTICAL PARA SU INSTALACION EN EL DURMIENTE DE UNA VENTANA.
- 103 - Antenas interiores.  
103 - La semivertical para ventana.  
104 - Procedimiento de ajuste.  
106 - Otros datos útiles.
- 107 ANTENA VERTICAL MULTIBANDA DE GRAN EFECTIVIDAD.
- 112 PROYECTO Y CONSTRUCCION DE UNA ANTENA INTERIOR PARA CINCO BANDAS.
- 115 WENDELL HELICOIDAL.
- 116 TRES ANTENAS MOVILES PARA LA BANDA "TOP".  
116 - Antena movil con carga en la base.  
116 - Antena movil con carga central.  
118 - Antena de carga distribuida.  
118 - Sugerencia final.
- 120 SISTEMAS PRACTICOS DE TOMAS DE TIERRA.  
120 - Mediciones.  
123 - Radiales.  
125 - Tratamiento del suelo.  
126 - Suelos rocosos.  
127 - Conexiones a tierra.  
130 - Protección contra rayos.

# ANTENAS DIRECCIONALES DE HF



Pag. 3 PROLOGO.

5 INDICE. Iª PARTE.

8 INDICE. IIª PARTE.

13 ANTENAS ROTATIVAS DIRECCIONALES "PLOMBER'S DELIGHT".

13 - Propagación por medio de la capa F.

14 - Consideraciones teóricas sobre antenas de tres y cuatro elementos.

15 - Antena de tres elementos.

17 - Antena de cuatro elementos.

- Pag. 18 LA ALTURA DEL SISTEMA ROTATIVO DIRECCIO---  
NAL.
- 19 - Alimentación de estos sistemas rotativos di--  
reccionales.
- 22 SEPARACION ENTRE ELEMENTOS.
- 23 - Espacio corto versus, espacio largo.
- 24 - Lineas de transmisión.
- 25 - Ajuste de la antena rotativa. Acopladores.
- 27 - Ondas estacionarias.
- 29 - Detalles del "T MATCH".
- 30 - Línea de alimentación con coaxial
- 30 - Medidas de los elementos para distintas fre--  
cuencias.
- 30 - Acoplamiento con línea de 75 Ohms.
- 31 - Acoplamiento a "dipolo plegado".
- 31 - Acoplamiento con bobina.
- 33 - Construcción de la antena.
- 39 EXITOS Y FRACASOS EN LA INSTALACION DE AN--  
TENAS DIRECCIONALES.
- 39 - Diagramas de radiación de las antenas.
- 42 - Por que radian las líneas de transmisión.
- 42 - Comprobaciones en la instalación propia.
- 45 ANTENA DIRECCIONAL ROTATIVA DE 2 ELEMEN--  
TOS PARA LOS 28 MC/s.
- 51 SISTEMAS DIRECCIONALES ROTATIVOS YAGI DE  
DOS ELEMENTOS.
- 59 LA ANTENA ROTATIVA DE DOS ELEMENTOS PARA  
10, 15 y 20 METROS "MARIA MALUCA".
- 61 LA ANTENA MARIA MALUCA O " MARINARO -  
BEAM ".
- 64 DATOS PARA LA CONSTRUCCION DE ANTENAS.
- 66 SISTEMAS ROTATIVOS DIRECCIONALES MINIATURA  
PARA 3 BANDAS.
- 74 MAS... SOBRE LOS SISTEMAS ROTATIVOS DIRECCIO  
NALES MINIATURA PARA TRES BANDAS.
- 74 - Las trampas de onda.

- Pag. 75 - Sistemas de alimentación.  
75 - ¿Elemento radiador simétrico o asimétrico?.  
75 - Relación de ondas estacionarias.
- 79 MODIFICACION DE LA ANTENA MOSLEY TA-33.
- 81 MODIFICACION DE EA4XK A LA TH3JR.
- 82 ALIMENTACION DE UNA ANTENA DIRECCIONAL TRIBANDA POR MEDIO DE UN TRANSFORMADOR DE SIMETRIA DE BANDA ANCHA.
- 85 ANTENA ROTATIVA ESPECIAL PARA 14 MC/s.
- 89 ANTENAS CON ELEMENTOS PARASITOS PARA ESPACIOS REDUCIDOS.
- 92 UNA ANTENA YAGI PARA 20 METROS.
- 94 ANTENA DIRECCIONAL DE TRES ELEMENTOS PARA 20 METROS, DE CORTAS DIMENSIONES.
- 96 SISTEMA RADIANTE PARA TRES BANDAS.
- 101 ANTENA DIRECCIONAL TRIBANDA EA1LO.
- 105 ANTENA DIRECCIONAL DE DOS ELEMENTOS.
- 106 ANTENA DIRECCIONAL MULTIBANDA.
- 108 ANTENA DIRECCIONAL ACOPLADA CON LINEA COAXIAL DE 52 OHMS.
- 109 - Construcción de la direccional.  
111 - Sintonia de la direccional.
- 114 EL SISTEMA DE ANTENA "MULTIMATCH".
- 119 ¿LA ANTENA COMPACTA LO HACE IGUAL!.
- 123 ANTENA DIRECCIONAL CON EL TUBO SOPORTE EXCITADO.  
123 - La Yagi como dipolo.  
124 - Sistemas de alimentación.  
126 - Rendimientos.

## IIª PARTE.

Pag.	3	INDICE.
	7	SISTEMAS DE ANTENAS DIRECCIONALES.
	8	- Conjuntos bidireccionales para aficionados.
	12	- Alimentación de estos arreglos.
	13	- La antena 8JK.
	14	- Conexión de líneas aperiódicas.
	15	LA ANTENA 8JK.
	18	LA ANTENA W 8 JK.
	23	LA ANTENA DE "TECHO PLANO" u "8JK".
	24	- Examen de la antena de "Techo Plano".
	25	- Rotación de la antena 8JK.
	27	- Impedancia de la antena 8JK.
	29	- Alimentación de la antena de "Techo Plano".
	29	- Empleo de una línea de transmisión resonante.
	31	- Utilización de una línea de transmisión aperiódica.
	31	- Resultados.

- Pag. 33 UNA ANTENA DIRECCIONAL 8JK PARA 40 Y 80 METROS.
- 40 ANTENAS PLEGADAS SIMPLES Y EN CONTRAFASE.  
40 - Doblete plegada o "Folded Dipole".  
41 - Plegado triple o "Folded Tripole".  
41 - Doble dipolo plegado en contrafase o "Trombon".  
41 - Dipolos y plegados. Elementos parásitos 0,1 a 0,15 espaciados.
- 45 LA ANTENA G3PTN.
- 47 COMO AJUSTAR LA G4ZU.
- 51 LA G4ZU SIMPLIFICADA.
- 57 HISTORIA DE LA "MINIBEAM" DE TRES ELEMENTOS.
- 67 LA ANTENA "BEAM" DE ANDREA, 10SJX PARA LOS 14 MHZ.
- 74 ANTENA "PALO DE ESCOBA" DIRECCIONAL PARA 10, 15 Y 20 METROS.  
75 - Montaje de la antena.  
76 - Los elementos.  
76 - Trampas de onda.  
79 - Ajuste de los elementos.  
81 - Montaje de la construcción portadora.  
81 - Arcos fijadores para mastil y fijación de elementos.  
82 - Montaje de los elementos sobre la construcción portadora.  
82 - Elementos, adaptadores y bridas de fijación.  
83 - Conexiones de las cajas de fase y sustentadoras de adaptadores.  
84 - Ajuste de la antena.  
87 - Experiencias operativas.  
88 - Observaciones finales.
- 90 ANTENA DE DOS ELEMENTOS CON ESPACIADO DE CUARTO DE ONDA.

- Pag. 93 ANTENA BI-DIRECCIONAL, CONCEPTO DK6DX -  
EA1ND, PARA 10, 15 Y 20 M. ALIMENTADA POR  
UN SOLO CABLE DE 60 A 75 OHMIOS.
- 94 CONJUNTOS DIRECCIONALES FIJOS EXCITADOS.  
98 - Antenas colineales.  
99 - Antenas en "H".
- 101 ANTENAS DIRECCIONALES PARA AFICIONADOS  
101 - Irradiación de una antena simple.  
101 - Antenas de conductor largo.  
102 - Antenas en "V".  
103 - Antena rómbica.
- 105 LA ANTENA LAZY H EXPANDIDA.
- 108 ANTENAS DIRECCIONALES FIJAS.  
110 - Antenas de conductor largo.  
115 - Antena en "V".  
116 - Antena rómbica.
- 121 ANTENAS FIJAS Y DIAGRAMAS ROTATIVAS.
- 123 LA TROMBONE PARA 20 METROS.
- 126 TROMBON FIJA DE BANDA ANCHA.
- 128 ANTENA 4HI.
- 129 LA ORIENTACION DE LAS ANTENAS Y LOS MICRO  
ORDENADORES.
- 132 CALCULO DEL RUMBO DE LA ANTENA.
- 136 CALCULO DE DISTANCIA Y RUMBO DE ANTENA.
- 138 RUMBO DE ANTENA, DISTANCIA Y... FRECUENCIA  
LIBRE.

# ANTENAS CUBICAS PARA HF

6

Pag. 3 INDICE.

- 7 ANTENA CUADRANGULAR CUBICA.
  - 7 - Introducción.
  - 7 - Historia de la antena.
  - 8 - La primera antena cuadrangular cúbica.
  - 9 - Principio básico de la antena.
  - 10 - Adición de un elemento parásito.
  - 13 - Características de la antena.
  - 14 - Montaje de la antena cuadrangular cúbica.
  - 16 - Ajuste de la antena cuadrangular cúbica.
  - 19 - Cuadrangular cúbica para tres bandas.
  
- 21 ANTENA CUADRANGULAR CUBICA, PARA TRES BANDAS.
  - 21 - Montaje.
  - 21 - Medidas.
  - 22 - Alimentación de las antenas.
  - 23 - Sistemas de ajuste del "gamma".
  - 23 - Sintonía del reflector.
  - 24 - Una recomendación importante.
  - 25 - Efecto de interacción.
  - 25 - Ajuste del sistema "trigamma".
  
- 28 UNA ANTENA CUADRANGULAR CUBICA METALICA
  
- 34 CUADRO CUBICO PARA TRES BANDAS.
  
- 36 ANTENA DE CUADRO CUBICO PARA TRES BANDAS CON UN SOLO ALIMENTADOR.
  - 36 - Elementos de la antena.
  - 40 - La antena propiamente dicha.
  - 40 - Montaje del conjunto.
  
- 43 ANTENA CUBICAL-QUAD UNIFILAR TRIBANDA.

- Pag. 51 LA VERDADERA ANTENA CUBICA.
- 55 LA ANTENA CUAD CUBICA DE 7CW. UNA CUAD,  
LIGERA DE PESO Y DE COSTE.
- 60 CUADRANGULAR CUADRUPLE.
- 62 EXPERIENCIAS DE INSTALACION DE UNA ANTENA  
CUADRANGULAR.
- 64 - Como perfeccionar la cubica.  
65 - Ajuste de la cubica.
- 67 CUADRO CUBICO PARA 20 M.
- 72 EL LINEAL "CUBICO 20".
- 75 QUAD CUBICA PARA 40 METROS.
- 77 ANTENA DIRECCIONAL "CUADRANGULAR SUIZA".
- 84 UNA EFICIENTE ANTENA DE CUADRO PARA BAN-  
DA MULTIPLE.
- 84 - Teoria.  
85 - Trabajo en multibanda.  
87 - Consideraciones prácticas.  
87 - Conclusiones.
- 88 ANTENA LOOP.
- 90 ANTENA "DELTA LOOP".
- 97 LA ANTENA DELTA-LOOP.
- 101 SOBRE LA ANTENA "DELTA-LOOP".
- 104 CONSIDERACIONES SOBRE UNA ANTENA "CIRCU---  
LAR CILINDRICA".
- 107 TABLA DE FRACCIONES DE PULGADA CON EQUI--  
VALENTES METRICOS.



# ANTENAS DE VHF Y UHF

Pag. 3 INDICE. Iª PARTE.

5 INDICE. IIª PARTE.

9 ANTENAS CON TIERRA ARTIFICIAL.

9 - Introducción.

11 - Condición de adaptación.

12 - Método de diseño.

14 - Resumen.

14 - Ejemplos.

17 ANTENA PARA DOS METROS.

18 ANTENA COLINEAL PARA 144 MHZ. DE GRAN RENDIMIENTO.

19 ANTENA COLINEAL PARA 2 METROS.

21 ANTENA "SUPER-COLINEAL" 144 MHZ.

23 LA ANTENA HB9CV.

27 INTERESANTE ANTENA PORTABLE PARA LA BANDA DE 2 M.

30 ANTENA DE "RANURA", MODIFICADA PARA F.U.E.

- Pag. 33 ANTENA "CINCORI" MOVIL 144 MHZ.
- 34 UNA ANTENA PARA "2 METROS" DE GRAN EFICACIA Y LARGO ALCANCE.
- 36 ANTENA "GAVIOTA" PARA 144 MHZ.
- 39 ANTENA PARA MOVIL EN LA BANDA DE 2 M.
- 41 DOS ANTENAS BIBANDAS.
- 43 ANTENA COLINEAL CORTA 144 MHZ. PARA MOVIL
- 44 ANTENA 5/8 COMPRIMIDA PARA MOVILES 145 MHZ
- 47 ANTENA MOVIL PARA 144 MC/s "SECRETA".
- 48 "ANTENA SURTIDOR".
- 50 ANTENA "RUEDA GRANDE" (BIG WHEEL) PARA 144 MC/s.
- 54 LA ANTENA TORNQUETE.
- 56 OTRA VEZ ANTENAS PARA 144 MHZ.
- 58 LA ANTENA "CITY-SLIKER".
- 62 ANTENAS EMISORAS PARA 50 y 144 MC/s.
- 62 - Sistemas direccionales rotativos.
- 62 - Sistema de tres elementos.
- 63 - Sistema de cuatro elementos.
- 64 - Sistemas de antenas emisoras para 144 Mc/s.
- 64 - Sistema de cuatro elementos.
- 65 - Conjunto escalonado de doce elementos en fase.
- 66 TRES ANTENAS PARA 144 MC/s.
- 71 ANTENA YAGI PARA 144 MHZ.
- 74 ANTENA DE TRES ELEMENTOS PARA 144 MC/s.
- 77 UNA ANTENA DE 12 ELEMENTOS PARA 144 MC/s.

IIª PARTE.

Pag. 3 INDICE.

7 UNA ANTENA "QUAD" PORTATIL PARA LA BANDA DE 2 M.

7 - Construcción.

10 - Ajuste.

11 - Resultados prácticos.

13 POLARIZACION CONMUTADA DE UNA ANTENA CUBICA CUADRATICA.

15 UNA ANTENA CUBICA PARA TELEVISION.

19 ANTENA MUY EFICIENTE PARA 144 MHZ.

22 EL HAZ DE LAZO-DELTA PARA 144 MHZ.

22 - Antenas de haz.

24 - El haz de Lazo-Delta de tres elementos.

24 - Datos sobre la construcción.

26 - Secciones de acoplamiento.

26 - Información sobre el acoplamiento.

27 - Instalación.

Pag.	28	LAS ANTENAS PARA VHF. ALGUNOS CONSEJOS PRACTICOS.
	28	- Antenas Yagi.
	28	- Antenas cúbicas ("QUAD").
	30	- Complejo directivo de antenas cúbicas.
	30	- Empleo de reflectores.
	30	- Antenas helicoidales.
	30	- Antenas en "HALO" y "MOLINETE".
	36	ANTENAS - FORMACIONES.
	43	FORMACIONES DE ANTENAS DE VHF PARA CONSEGUIR UN GRAN RENDIMIENTO.
	44	- Diseño de colineal, aumentada y expandida.
	45	- Rendimiento.
	45	- Construcción.
	48	- Igualización y sintonización.
	49	- Otras configuraciones.
	49	- Rendimiento.
	50	- Resumen.
	51	ANTENAS DE BANDA ANCHA.
	55	ANTENA "CORNER".
	57	LA ANTENA CON REFLECTOR ANGULAR PARA 50 144 y 432 MC/s.
	57	- Generalidades.
	57	- Dimensiones.
	60	- Valores de ganancia delantera e impedancia.
	63	- Elemento radiante.
	65	- Dimensiones del reflector angular.
	66	ANTENAS PARA MICROONDAS.
	67	- Antenas directivas.
	70	- Reflectores.
	76	- Fabricación de antenas.
	77	- Transmisión entre puntos fijos.
	78	- Antenas "PERISCOPICAS".
	83	- Repetidores pasivos.
	88	- El futuro de los reflectores.

# IMPEDANCIA DE ENTRADA EN ANTENAS Y MEDIDORES



Pag. 3 INDICE.

- 7 UNA SENCILLA APROXIMACION A LAS IMPEDANCIAS DE ANTENA.
- 8 - Resistencia de radiación.
- 9 - Reactancia de la antena.
- 10 - Estacionarias y relación de estacionarias.
- 12 - ROE versus impedancia de antena.

- Pag. 13 IMPEDANCIA DE ENTRADA EN ANTENAS.
- 19 IMPEDANCIA DE ENTRADA EN ANTENAS.
- 36 IMPEDANCIA CARACTERISTICA EN LAS ANTENAS PARA ARMONICAS.
- 37 - Resistencia en el espacio libre.
- 38 - Reactancia en el espacio libre.
- 39 - Longitud resonante.
- 39 - Efectos de la superficie terrestre.
- 40 - Ejemplo de cálculos.
- 43 - Alimentadores.
- 43 - Conclusión.
- 44 IMPEDANCIA DE ANTENA OBTENIDA MEDIANTE MEDICION DIRECTA DE ROE.
- 44 - Solución propuesta.
- 45 - Realización práctica.
- 46 - Operación.
- 47 - Método de cálculo simplificado.
- 49 - El procedimiento generalizado.
- 51 - Voltmetro de R.F.
- 51 - Notas finales.
- 53 SINTONIZANDO UNA ANTENA CON UN PUENTE DE RUIDO.
- 53 - El puente de ruido.
- 53 - Como trabaja el puente de ruido.
- 54 - Sintonizando un dipolo.
- 54 - Dipolos con trampas.
- 54 - Elementos.
- 54 - Cuando no se llega a la antena.
- 54 - Lineas de transmisión.
- 55 - Ahorro de paso final con menos interferencias.
- 55 - Comprobando un balun.
- 55 - Circuitos sintonizados.
- 56 - Puente de ruido versus medidor de estacionarias.
- 57 UN PUENTE DE RUIDO PARA ONDAS DE 160 A 10 METROS.

- Pag. 62 MEDIDOR DE IMPEDANCIA DE ANTENA TRANSISTO  
RIZADO.
- 64 AMPERIMETRO DE ANTENA.
- 66 ONDAMETRO SENCILLO.
- 69 INSTRUMENTAL DEL RADIOAFICIONADO.
- 73 CONSTRUCCION Y USO DEL "ANTENNASCOPE".
- 74 - Construcción.
- 75 - Calibración y modo de empleo.
- 76 - Aplicaciones.
- 76 - Lineas de cuarto de onda.
- 77 - Lineas de media onda.
- 77 - Lineas de transmisión "SURGE" impedancia.
- 77 - Resonancia y resistencias de antenas.
- 78 - Dipolos de media onda.
- 80 - Folded dipolos.
- 81 - Antenas armónicas.
- 81 - Antenas verticales de cuarto de onda y de  
tierra plana (ground plane).
- 81 - Antenas móviles.
- 81 - Radiantes parásitos.
- 82 - Ajuste del "Q bars".
- 82 - Relación de ondas estacionarias.
- 83 - Impedancia de entrada del receptor.
- 84 - Miscelanea.
- 85 ANTENNASCOPE - 54.
- 85 - Construcción.
- 89 - Detalles de construcción.
- 90 - Uso del antennascope.
- 91 - Determinación de las características de las  
lineas de alimentación.
- 92 - Mediciones en las antenas.
- 94 - Mediciones de impedancias altas.
- 94 - Medición de impedancias muy bajas.
- 94 - Antenas verticales.
- 95 - Formaciones parásitas.
- 95 - Medición de la relación de ondas estaciona-  
rias.
- 96 ANTENAS. PROYECTO, CONSTRUCCION, REALIZA-  
CION Y ALGUNA FICCION.

## ADAPTADORES DE IMPEDANCIA EN ANTENAS Y LINEAS DE TRANSMISION

Pag.	3	INDICE.
	7	ADAPTADORES DE IMPEDANCIAS EN ANTENAS Y LINEAS DE TRANSMISION.
	7	- ¿Que es impedancia?.
	8	- Reactancia inductiva.
	9	- Reactancia capacitativa.
	9	- Impedancia caracteristica de una linea de transmisi3n.
	12	- Linea asimétrica coaxial.
	14	- Dispositivos de adaptaci3n de impedancias.
	15	- Alimentaci3n del dipolo radiante.
	16	- M3todos de alimentaci3n central del dipolo.
	19	- Secciones adaptadoras "Q".
	21	- Longitud de la secci3n adaptadora "Q".
	22	- Adaptador de impedancias con bobina.
	23	- M3todos de alimentaci3n del dipolo con dispositivos de contacto.
	24	- Adaptador en Delta.
	25	- Adaptaci3n mediante dipolos plegados.
	26	- Adaptador "T MATCH".
	27	- Adaptador "GAMMA MATCH".
	30	- Ajuste de la linea de transmisi3n aperi3dica.

- Pag. 32 "GAMMA-MATCH" EN SISTEMAS ROTATIVOS DIRECIONALES.
- 32 - Consideraciones preliminares.
  - 36 - Ajuste del adaptador "Gamma match".
  - 38 - Adaptador "Gamma match" para sistemas tribanda.
  - 39 - Ondas estacionarias y relación de ondas estacionarias (R.O.E.).
  - 41 - Ajuste de la línea de transmisión aperiódica.
  - 43 - Otras consideraciones.
- 44 PONENCIA SOBRE EXCITACION Y ADAPTACION DE ANTENAS.
- 44 - Líneas de alimentación.
  - 50 - Adaptación de antenas.
- 54 SENCILLO CONDENSADOR-SERIE PARA ADAPTACION GAMMA.
- 54 SENCILLO CONDENSADOR - SERIE PARA ADAPTACION GAMMA.
- 57 EL ADAPTADOR DE IMPEDANCIAS.
- 58 - Teoría del funcionamiento.
  - 59 - Construcción.
  - 60 - Manejo.
- 61 UN "BALUN" DE BANDA ANCHA ECONOMICO.
- 62 - Balun coaxial de media onda y balun de ferrita.
  - 62 - El balun coaxial de banda ancha.
  - 63 - El balun coaxial de relación 1:1.
  - 64 - Construcción del balun de relación 1:1.
  - 65 - Devanado del balun.
  - 66 - Empleo del balun coaxial.
  - 66 - Características eléctricas del balun coaxial de banda ancha.
- 68 EL BALUN.
- 71 BALUN ACOPLAMIENTO DE ANTENAS.
- 74 ¿CUANDO UN BALUN ES UN "BALUN"?

- Pag. 76 EMPLEO DE "FOLDED DIPOLE" COMO TRANSFORMADORES DE IMPEDANCIAS.
- 78 ALIMENTACION DE UNA ANTENA DIRECCIONAL TRIBANDA POR MEDIO DE UN TRANSFORMADOR DE SIMETRIA DE BANDA ANCHA.
- 80 TRANSFORMADOR - ACOPLADOR VARIABLE PARA ANTENA DE 290 A 590 OHMIOS.
- 83 UN TRANSFORMADOR DE BANDA ANCHA "MULTI-IMPEDANCIA".
- 83 - Aplicaciones.
- 84 - Notas sobre su construcción.
- 87 REGLAS CONCERNIENTES AL ESTABLECIMIENTO DE ESTACIONES EMISORAS PARA REDUCIR AL MINIMO LOS CAMPOS HERTZIANOS INDESEABLES.
- 87 - Estudio del conjunto antena. Linea de transmisión. Toma de tierra.
- 87 - Sistemas adaptados en simetria.
- 89 - Propagación de la corriente de alta frecuencia en los hilos de las redes eléctricas.
- 91 - Los remedios y su aplicación.
- 95 - Notas complementarias.

# LINEAS DE TRANSMISION, R.O.E. Y MEDIDORES

10

Pag.	3	INDICE. Iª PARTE.
	5	INDICE. IIª PARTE.
	9	LINEAS DE RADIO FRECUENCIA/
	9	- Introducción.
	9	- Lineas de RF definición.
	10	- Aplicación.
	10	- Teoria de las lineas de R.F.
	12	- Impedancia caracteristica de una linea sin - pérdidas.
	13	- Movimiento de las variaciones de tensión a lo largo de la linea.
	17	- Resumen.
	21	- Linea en cortocircuito.
	21	- Reflexiones de tensiones alternas.
	25	- Efectos de la terminación de la linea en la forma de la onda estacionaria.
	28	- Pérdidas en las lineas.
	28	- Pérdidas en los conductores.
	29	- Pérdidas en el dieléctrico.
	30	- Pérdidas por inducción y radiación.
	30	- Importancia de las pérdidas.
	31	- Relación de ondas estacionarias.
	31	- Influencia de la atenuación en las ondas esta cionarias.
	32	- Efecto de la R.O.E. en la disipación total de la linea.

Pag.	34	CONCEPTOS FUNDAMENTALES EN LINEAS DE TRANSMISION.
	34	- Prefacio.
	34	- En materia. Lineas equilibradas.
	34	- Ondas estacionarias ROE.
	35	- Impedancia de entrada.
	36	LINEAS DE TRANSMISION.
	36	- Constantes distribuidas.
	36	- Atenuación y pérdidas.
	37	- Relación de ondas estacionarias (R.O.E.).
	37	- Igualación de impedancias.
	38	- Tipos de lineas de transmisión.
	42	LINEAS DE TRANSMISION, ALIMENTADORES O "FEEDERS".
	42	- Introducción.
	42	- Clases de lineas de transmisión.
	43	- Valor de impedancia característica de una línea de transmisión.
	48	- Atenuación de las lineas bifilares abiertas.
	48	- Lineas bifilares retorcidas.
	49	- Lineas bifilares de dieléctrico de polietileno.
	53	- Lineas asimétricas concéntricas.
	54	- Atenuación en la línea de transmisión asimétrica coaxial.
	56	- Lineas aperiódicas y resonantes. Ondas estacionarias.
	58	- Utilización de lineas de transmisión aperiódicas.
	59	- Velocidad de propagación de una línea de transmisión.
	62	CONSIDERACIONES SOBRE LA UTILIZACION DE CABLES COAXIALES.
	62	- Definiciones... y precauciones.
	64	- Medidas sobre los cables.
	65	- Cálculo de las constantes de los cables.
	68	EL OLVIDADO FACTOR VELOCIDAD EN LOS CABLES COAXIALES.
	72	ALIMENTAMOS BIEN LAS ANTENAS.

Pag.	75	INFLUENCIA DE LA LONGITUD DE LA LINEA DE ALIMENTACION.
	75	- Un coaxial es un cable de tres conductores.
	76	- Acción sobre la ROE.
	76	- Como funciona una antena de media onda.
	77	- Linea sin corriente de pantalla.
	78	- Linea con corriente de pantalla.
	79	DATOS Y CIFRAS SOBRE LAS PERDIDAS EN LAS LINEAS DE TRANSMISION.
	83	BREVES CONSIDERACIONES SOBRE CONECTORES.
	90	CONECTORES DERIVADORES DE ESTATICAS: QUE SON, PARA QUE SIRVEN Y COMO SE USAN.
	93	CARACTERISTICAS DE LINEAS DE TRANSMISION ORDINARIAS.
	94	TABLA DE CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS CABLES COAXIALES.

## IIª PARTE.

Pag.	3	INDICE.
	7	ESTUDIO ELEMENTAL DE LAS ONDAS ESTACIONARIAS.
	7	- Vibración armónica de un punto material.
	9	- Propagación de las vibraciones.
	10	- Ecuación del rayo.
	12	- Ondas estacionarias.
	13	- Ondas esféricas.
	13	- Propagación de la energía irradiante electromagnética.
	17	LA ROE Y SUS ORIGENES.

- Pag. 21 LAS ONDAS REFLEJADAS. ¿BUENAS O MALAS?.
- 22 - La antena como carga.
  - 24 - De la línea a la antena.
  - 27 - Coeficiente de reflexión y ROE.
  - 28 - ROE y pérdidas en la línea coaxial.
  - 29 - La ROE y el significado práctico.
  - 30 - Corrientes de antena.
  - 32 - Del emisor a la línea.
- 35 ALGO SOBRE LA ROE.
- 36 - Posibles errores en la lectura de ROE.
- 38 ROE Y POTENCIA REFLEJADA.
- 40 MEDIDORES DE LA R.O.E.
- 40 - Ondas estacionarias y relación de ondas estacionarias.
  - 43 - Medidor de la R.O.E. tipo "MICROMATCH".
  - 45 - Medidor de la R.O.E. tipo "MONIMATCH".
  - 48 - Medición de la R.O.E. con líneas de transmisión bifilares balanceadas.
- 50 EL MEDIDOR DE ONDAS ESTACIONARIAS Y SUS DIVERSAS APLICACIONES.
- 50 - Funcionamiento del ME-1.
  - 53 - Utilización práctica del ME-1.
  - 55 - El ME-1 como indicador de la sintonía real del emisor.
  - 55 - El ME-1 como medidor de potencia.
  - 56 - El ME-1 con acoplador de impedancias incluido.
  - 57 - El ME-1 como monitor de modulación.
  - 58 - El ME-1 como monitor de CW.
  - 59 - Aprovechamiento del instrumento del ME-1 para otros usos.
  - 59 - Colaboración del ME-1 en la construcción de una antena artificial.
  - 60 - Conclusión.
- 61 MEDIDOR DE POTENCIA Y DE RELACION DE ONDAS ESTACIONARIAS.

- Pag. 63 MEDICION DE POTENCIA DE R.F. EN LINEA.  
63 - Principios del diseño.  
65 - Algunas ideas del diseño.  
67 - Construcción.  
67 - Comprobación y sintonización.  
69 - Otros circuitos.
- 71 ALGUNOS VATIMETROS DIRECCIONALES Y UN MEDIDOR DE SWR PARA NOVELES.  
71 - Un vatimetro direccional independiente de la frecuencia.  
72 - El vatimetro logaritmico.  
73 - Un medidor de SWR de lectura directa.  
75 - Construcción del instrumento.  
76 - Ecuaciones útiles.  
77 - Calibración.  
77 - Conclusiones.
- 78 MEDIDOR DE ONDAS ESTACIONARIAS.
- 82 UN MEDIDOR DE ONDAS ESTACIONARIAS A CIRCUITO ABIERTO.
- 85 TECNICAS DEL AFICIONADO A LA RADIOCOMUNICACION.  
86 - La prueba del medidor de estacionarias.  
87 - La preparación de la prueba.  
87 - Realización de las pruebas.  
88 - Resultados de las pruebas.  
88 - La interpretación de los resultados.  
89 - El medidor de SWR.

# ACOPLADORES DE ANTENA Y ANTENAS DE CARGA ARTIFICIAL



- Pag. 3 INDICE.
- 7 ACOPLANDO LA LINEA DE TRANSMISION AL EMISOR.
- 8 - Ajuste del sistema de salida del emisor.
- 13 - Sistemas de acoplamiento de antena.
- 13 - Funcion del sistema de acoplamiento de antena.
- 14 - Construcción.
- 15 - Empleo de la unidad de acoplamiento de antena.
- 16 - Ajuste del sistema.
- 19 - Montajes en serie y en paralelo.
- 21 - Filtro de media onda para 3,5 y 7 Mc/s.
- 22 - Filtro pasabajos para el emisor.
- 25 ACOPLADORES DE ANTENAS, CLASES TIPICAS: ---  
CONSTRUCCION Y USO.
- 25 - Circuitos y construcción.
- 26 - Ajuste del acoplador.
- 27 - Ajuste del acoplador de sintonia en paralelo
- 28 - Ajuste del acoplador de sección "PI".
- 29 - Alimentador desequilibrado.
- 31 ACOPLADOR DE ANTENA UNIVERSAL.
- 31 - Los armónicos.
- 31 - La impedancia de carga de 50 ohmios.
- 31 - La transmodulación en recepción.
- 32 - Realización del "Transmatch".
- 32 - Reglajes.
- 34 ACOPLADOR MULTIBANDA "PI" PARA ANTENAS  
DE ALIMENTACION UNIFILAR.
- 36 UNIDAD DE ACOPLAMIENTO DE ANTENA  
"Z-MATCH"
- 41 EL ACOPLADOR O TRANSMATCH.
- 41 - Paso final a valvulas.
- 42 - Paso final transistorizado.
- 43 - Resumamos.

Pag.	45	LOS TRANSMATCH O ACOPLADORES DE ANTENA.
	47	ACOPLADOR DE ANTENA "TRANSMACH" DE 2 KW.
	51	UNIDAD DE ACOPLAMIENTO DE ANTENA PARA CINCO BANDAS.
	51	- Circuito.
	52	- Construcción.
	53	- Uso de la unidad.
	54	- Antenas alimentadas en el centro.
	54	- Antenas alimentadas por un extremo.
	55	- Armónicos.
	56	ACOPLADOR DE ANTENA KW E-ZEE.
	60	UN ACOPLADOR DE ANTENA MAS.
	62	UNIDAD "Z-MATCH", AL ALCANCE DE TODOS.
	64	EL ACOPLADOR DE ANTENA Z MATCH.
	65	- Las líneas de alimentación resonantes.
	68	- Longitud más conveniente de la bajada.
	70	ACOPLADOR DE ANTENAS PARA DECAMETRICAS.
	72	ACOPLADOR UNIVERSAL.
	73	ACOPLADORES DE ANTENAS.
	74	ALGO MAS SOBRE ACOPLADORES DE ANTENA.
	75	MAS SOBRE ACOPLADORES.
	76	ANTENAS ARTIFICIALES EN RECIPIENTES DE AGUA.
	78	UNA "DUMMY LOAD" DE FACIL CONSTRUCCION.
	81	UNA ANTENA FANTASMA POR CIEN PESETAS.
	81	- Elementos necesarios.
	81	- Construcción.
	81	- Objeciones.
	83	CARGA RESISTIVA PARA DECAMETRICAS Y 2MTS.

- Pag. 5 FUENTES DE ALIMENTACION REGULADAS.
- 5 - Estabilización.
  - 5 - Regulador seguidor de emisor.
  - 6 - Regulador de tensión serie.
  - 7 - Análisis simplificado.
  - 7 - Ejemplo.
  - 8 - Solución.
- 10 CONSTRUCCION DE TRANSFORMADORES DE ALIMENTACION.
- 10 - Generalidades.
  - 11 - Nociones esenciales.
  - 12 - Potencia del primario.
  - 13 - Sección del nucleo.
  - 14 - Número de espiras.
  - 15 - Elección del nucleo.
  - 15 - Puntos a considerar.
  - 18 - Simplifiquemos la "cosa".
  - 18 - Elección del hilo.
  - 18 - Ejemplo de construcción.
- 24 FUENTES DE ALIMENTACION ECONOMICAS.
- 27 CIRCUITOS ESTABILIZADORES DE CORRIENTE CONTINUA.
- 30 INTENSIDAD DE CORRIENTES EN EL BOBINADO DE UN TRANSFORMADOR DE FUENTE DE ALIMENTACION.
- 32 FUENTE DE ALIMENTACION CON CIRCUITOS INTEGRADOS.
- 34 PARA LOS RADIOMANITAS.
- 38 PROBLEMAS CON LA RF.
- 40 PROBLEMAS CON LA RF.
- 42 SENCILLA Y EFICAZ FUENTE DE ALIMENTACION REGULABLE DE 3 A 30 VOLTIOS Y CORTOCIRCUITABLE ¿QUE MAS QUEREMOS?.

- Pag. 44 FUENTE DE ALIMENTACION ESTABILIZADA, REGULABLE Y CORTOCIRCUITABLE.
- 45 FUENTE DE ALIMENTACION DE CINCO AMPERIOS.
- 47 FUENTE DE ALIMENTACION PARA 8 - 16 VOLTIOS 15 AMPERIOS.
- 50 UNA FUENTE DE ALIMENTACION.
- 54 UNA FUENTE DE ALIMENTACION PARA TRANSCEPTORES 13,2 V / 20 A.
- 54 - Rectificado y filtro.
- 54 - Regulador y protector de sobrecorrientes.
- 56 - Construcción.
- 58 FUENTE DE ALIMENTACION.
- 60 VOLTIMETRO DE ESCALA AMPLIADA PARA LA FUENTE DE ALIMENTACION.
- 62 DISEÑO DE FUENTES DE ALIMENTACION CONMUTADAS.
- 62 - Introducción.
- 62 - Funcionamiento del regulador conmutado.
- 64 - El LM 100.
- 67 - Reguladores de mayor intensidad.
- 68 - Regulador conmutado pilotado.
- 69 - Limitación de corriente.
- 71 - Reguladores negativos.
- 72 - Reguladores de alta tensión.
- 72 - Combinaciones de regulador lineal y conmutado
- 72 - Sumario.
- 74 DETECTOR DE CORTOCIRCUITOS CON MEMORIA PARA FUENTE DE ALIMENTACION.
- 75 LAS BATERIAS DE NiCad Y COMO SE CARGAN.
- 76 - Capacidad de una celda.
- 76 - Características de la carga.
- 76 - Cargadores para baterias de NiCad.
- 78 SEGURIDAD EN EL EMPLEO DE LAS CORRIENTES.
- 78 - Acción de la electricidad sobre el material.
- 78 - Daños corporales.

- Pag. 3 INDICE. Iª PARTE.
- 5 INDICE. IIª PARTE.
- 9 TRAS LA PISTA DE LAS TERRIBLES INTERFERENCIAS DE TV.
- 9 - ¿Por donde empezar?.
  - 12 - El receptor de TV.
  - 13 - Conclusiones.
- 14 LAS INTERFERENCIAS EN LA TELEVISION.
- 15 - Distanciamiento de las antenas.
  - 15 - Prueba sobre una antena artificial.
  - 15 - Sobrecarga en el receptor de televisión.
  - 16 - El atrapaondas sintonizado.
  - 16 - Lineas de transmisión apantalladas.
  - 17 - Filtros de linea.
  - 17 - Filtro de linea sintonizado.
  - 18 - Filtros de antena con lineas resonantes.
  - 18 - Filtros pasa altos.
  - 19 - La producción de frecuencias espureas u oscilaciones parásitas.
  - 21 - La producción de frecuencias armónicas y la I.T.V.
  - 22 - Como se puede disminuir la producción de armónicos.
  - 23 - El valor Q de los circuitos.
  - 23 - El blindaje de las emisoras.
  - 25 - Filtraje y desacoplo de las conexiones de alimentación.
  - 26 - Algunos consejos para mejorar los emisores.
  - 27 - Los filtros pasa bajos.
  - 28 - Filtros de media onda.
  - 30 - Trampas anti ITV en los emisores en cable coaxial.
  - 30 - Trabajemos en equipo.
- 32 LAS ITV.
- 36 LAS INTERFERENCIAS A LA TV.
- 37 - La elección de la antena de emisión.

Pag.	39	REGLAS QUE, EN RELACION CON LA INSTALACION DE EMISORES SE EMPLEAN PARA REDUCIR AL MINIMO LOS CAMPOS HERTZIANOS INDESEABLES.
	39	- Los remedios y su aplicación.
	43	- Notas complementarias.
	46	- Resumen de las reglas a aplicar.
	47	TVI Y LIMITACION DEL C.E.M. EN LOS ARMONICOS
	50	SOLUCION PARA EL PROBLEMA DE I.T.V.
	51	- Interferencias por señales espureas.
	52	- Filtros pasa-bajo.
	53	- Sobrecarga por la fundamental.
	55	INTERFERENCIAS CON LA TELEVISION.
	65	INFORME SOBRE PERTURBACIONES CAUSADAS POR EMISORA DE RADIO EN AMPLIFICADOR DE AUDIO DE ESTADO SOLIDO.
	70	PERTURBACIONES OCASIONADAS POR LOS PARASITOS INDUSTRIALES EN LOS RECEPTORES RADIO--ELECTRICOS.
	70	- Clasificación, origen y propagación de las perturbaciones.
	71	- Transmisión de la perturbación a un receptor radioeléctrico.
	71	- Efectos de las perturbaciones en los receptores radioeléctricos.
	71	- Medios de anular o, cuando menos, atenuar las perturbaciones.
	72	- Métodos directos.
	72	. Generadores y motores de corriente continua y alterna.
	77	. Interruptores y manipuladores.
	78	. Teléfonos.
	78	. Timbres.
	78	. Convertidores y vibradores.
	79	. Tubos de gas para anuncios luminosos.
	80	. Interruptores giratorios.
	80	. Instalaciones de ascensores.
	80	. Redes de tranvías.
	81	. Aparatos para usos médicos.
	85	. Líneas de baja y alta tensión.
	87	- Métodos indirectos.

## IIª PARTE.

Pag.	3	INDICE.
7		RESPUESTAS ESPURIAS EN RADIO.
7		- Ondas espurias producidas por el emisor.
9		- Ondas espurias producidas por el receptor.
9		- Respuestas espureas del receptor.
13		LA ELIMINACION DE LA RADIOFRECUENCIA ESPUREA.
13		- Definición de interferencia.
13		- Tomas de tierra, interconexión y apantallado.
15		- Técnicas de diseño.
15		- Técnicas generales de supresión.
16		- Conclusión.
17		FILTROS ANTI-ITV.
17		- En nuestro domicilio.
17		- Filtro pasabajos.
19		- Filtro en "T".
19		- Filtro para la red.
19		- Filtro de manipulación.
20		- El televisor.
20		- Filtro pasa altos.
21		- Filtro en "PI".
21		- Filtro de funda sintonizada.
22		- Filtro de funda sintonizada (de banda ancha).
22		- Filtro sintonizado para 144 Mhz.
22		- Conclusiones.

- Pag. 23 FILTROS PASA-ALTOS CONTRA I.T.V.
- 26 FILTRO PASA-ALTO CONTRA I.T.V.
- 27 LAS ITV, UN FANTASMA CONTRA EL QUE SE PUEDE LUCHAR.
- 28 FILTRO PASA ALTOS, CANAL 2 Y 4.
- 29 FILTROS DE PASA-ALTO, PARA LINEAS DE 75 OHMIOS.
- 30 - Filtro de paso alto, de 75 ohmios para cable coaxial.
- 31 - Diseño del filtro.
- 31 - Construcción del filtro.
- 32 - Rendimiento del filtro.
- 33 FILTROS PASABAJOS PARA GRAN POTENCIA.
- 38 FILTRO "DRAKE".
- 41 EL FILTRO DRAKE TV-3300 LP.
- 43 FILTRO PASABAJOS DE ALTA POTENCIA.
- 45 LO ULTIMO EN FILTROS.
- 47 FILTRO DE MEDIA ONDA AJUSTABLE.
- 53 CALCULO Y ACOPLAMIENTO DE FILTROS PARA ANTENAS DE U.H.F. y V.H.F.
- 54 - Separación de las bandas.
- 58 - Filtros pasa-banda.
- 59 - Montaje práctico de los filtros.
- 61 FILTRO HELECOIDAL PARA 2 METROS.
- 62 CALCULO, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA CAVIDAD COAXIAL RESONANTE PARA 144 - 148 Mc/s
- 63 - Características técnicas.
- 64 - Datos constructivos.
- 64 - Ajuste.

- Pag. 65 CAVIDAD RESONANTE-FILTRO PARA EMISION Y RECEPCION EN VHF.
- 65 - Teoria del funcionamiento.
  - 65 - Construcción.
  - 66 - Ajuste.
  - 66 - Conclusiones.
- 67 FILTROS PASABANDA PARA LA GAMA DE FRECUENCIAS VOCALES.
- 71 - Uso de las tablas de French.
  - 73 - Comprobación de la respuesta proporcionada por el sistema descrito.
- 75 FILTRO PASABAJOS PARA RECEPTOR Y AMPLIFICADORES.
- 80 FILTRO DE RED.
- 81 EL TUBO DE ESCAPE, UNA "FABULOSA" ANTENA.
- 82 UN FILTRO EN AUDIOFRECUENCIA PARA CW.
- 85 EL CODEMAX.
- 89 FILTRO LOGICO PARA CW.
- 92 FILTROS PARA CW.
- 92 - Filtro activo.
  - 93 - Filtro digital.
- 98 LOS ESQUEMAS DE CEFERINO.

# AMPLIFICADORES LINEALES

14

- Pag. 3 INDICE. I<sup>a</sup> PARTE.
- 6 INDICE. II<sup>a</sup> PARTE.
- 8 INDICE. III<sup>a</sup> PARTE.
- 13 ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS AMPLIFICADORES DE POTENCIA.
- 13 - Circuito amplificador con una sola valvula.
- 15 - Amplificadores con valvulas en paralelo.
- 15 - Amplificadores con valvulas en oposici3n.
- 18 - Multiplicador de frecuencia.
- 20 - Procedimiento para hacer estable el funcionamiento de los amplificadores.
- 23 - Interferencias a la T.V.
- 25 - Manipulaci3n telegr3fica del emisor.
- 29 LOS TRES CIRCUITOS FUNDAMENTALES DE LA VALVULA ELECTRONICA.
- 30 - Circuito con placa com3n.
- 33 - Aplicaciones del amplificador cat3dico.
- 38 - Amplificador con rejilla com3n.
- 40 - Aplicaciones del amplificador con rejilla com3n.
- 47 DISEÑO DE AMPLIFICADORES DE ALTA Y BAJA FRECUENCIA, CLASES A, AB<sub>1</sub>, AB<sub>2</sub>, B y C.
- 47 - Instrucciones.
- 49 - Ejemplo.
- 52 LA AMPLIFICACION CLASE A, B, AB y C.
- 52 - Amplificaciones clase A.

- Pag. 53 - Amplificadores clase B.  
53 - Amplificadores clase AB.  
54 - El ángulo de trabajo.  
54 - Amplificadores clase C.
- 56 EL PASO FINAL, O MEJOR DICHO..., UN COMPROMI-  
SO DE BIGOTES.
- 60 LOS AMPLIFICADORES CLASE "C".
- 66 LINEALES DE REJILLA A MASA PARA BANDA UNI-  
CA.
- 68 - El circuito.  
69 - Montaje del chasis.  
71 - conexonado.  
72 - El panel frontal.  
73 - Apantallamiento.  
73 - Ajuste.  
74 - Acoplamiento del excitador.
- 76 DETERMINACION DE NUESTROS TANQUES.
- 79 LA RELACION "LC". CALCULO DEL CONDENSADOR  
DE UN TANQUE Y LA INDUCTANCIA CORRESPON--  
DIENTE.
- 80 - Cálculo del condensador.
- 81 EL "Q" DEL CIRCUITO TANQUE.
- 81 - El "Q" en las bobinas.  
82 - El "Q" en los condensadores.  
82 - El "Q" del circuito tanque.  
83 - El "Q" de un circuito tanque unido a un ge-  
nerador en clase C.  
83 - Como se encuentra el valor de la reactancia  
deseada.
- 84 CALCULO DE BOBINAS.
- 88 CALCULO FACIL DE LAS BOBINAS DE UN AMPLIFI-  
CADOR DE RADIOFRECUENCIA.
- 90 PROYECTO Y CONSTRUCCION DE BOBINAS DE R.F.
- 90 - Cálculo del coeficiente de autoinducción.  
91 - Calidad de una bobina.  
92 - Bobinas sintonizadas con nucleo.

Pag.	93	- Blindaje.
	94	- Bobinas al aire.
	94	- Bobinas con tomas.
	97	EL CIRCUITO TANQUE EN $\pi$ .
	98	- Cálculo del circuito.
	98	- La bobina de choque LX.
	99	- El circuito en " $\pi$ " en el acoplamiento entre distintos pasos.
	100	- Transmisores con circuito en " $\pi$ ".
	101	- Las bobinas.
	102	ATENUADORES.
	103	- Atenuador simétrico T.
	104	- Atenuador simétrico en $\pi$ .
	104	- Atenuador simétrico H.
	105	- Atenuador simétrico cuadrado.
	106	- Apéndice.
	108	ATENUADORES EN "T".
	112	- Célula tipo "T" en puente.
	113	- Filtro en doble "T".
	114	CURVA DE CONVERSION.
	116	VALVULAS DE T.V. EN CIRCUITOS DE R.F.
	118	LAS VALVULAS DEL PASO FINAL DE LINEAS DE TELEVISION, COMO AMPLIFICADORAS.
	119	- Características.
	120	- Circuitos de prueba y mediciones.
	121	- Limites de frecuencia.
	124	LAS NUEVAS VALVULAS 3-400Z Y 3-1000Z EMPLEADAS POR LOS RADIOAFICIONADOS U.S.A.
	124	- Circuitos para 3-400Z.
	125	- Circuito de cátodo.
	125	- Detalles del circuito.
	125	- Construcción y ajuste del amplificador.
	130	- Observaciones sobre la lámpara 3-1000Z.
	130	- El circuito no sintonizado de cátodo.
	132	- Zócalos y aspiradores de aire para las valvulas 3-400Z y 3-1000Z.
	133	VALVULAS EUROPEAS DE EMISION.

IIª PARTE

Pag. 3 INDICE.

7 AMPLIFICADORES LINEALES, ¿MERECE LA PENA?.

9 HABLEMOS DE DECIBELIOS.

11 LINEAL DE 20 W.

12 UN LINEALITO AL ALCANCE DE TODOS.

14 AMPLIFICADOR LINEAL DE 125 VATIOS.

16 AMPLIFICADOR LINEAL DE 0,5 KW. PEP.

18 DESCRIPCION.

20 AMPLIFICADOR LINEAL.

21 - Puesta a punto.

23 EL AMPLIFICADOR LINEAL Y LA FUENTE DE ALI--  
MENTACION.

27 - Fuente de alimentación.

- Pag. 34 AMPLIFICADOR LINEAL DE RF 350 W P.E.P.  
36 - Ajuste.
- 38 UN LINEAL MAS.
- 41 SOLUCIONES PRACTICAS: UN AMPLIFICADOR LINEAL.
- 45 AMPLIFICADOR LINEAL PARA BANDAS BAJAS DE 1000 WATIOS PEP EN SSB.
- 48 UN AMPLIFICADOR LINEAL DE UN KW USANDO CUATRO 811A.  
48 - Características de diseño del amplificador.  
51 - Fuente de energía.  
51 - Ajuste.
- 53 AMPLIFICADOR LINEAL BANDAS DECAMETRICAS, RELACION DE GANANCIA 1 A 10.  
53 - Funcionamiento.  
56 - Sintonización.  
56 - Detalles a tener en cuenta.
- 57 AMPLIFICADOR LINEAL 1,2 KW.  
57 - Descripción general.  
57 - Detalles prácticos.  
59 - Puesta en marcha y ajuste.
- 60 LOS ESQUEMAS DE CEFERINO. LINEAR AMPLIFIER R.F. DE EA4IH, MODELO HXL-ONE DE "HAMMAR-LUND".
- 64 AMPLIFICADOR 400 WATTS.
- 65 EFICAZ LINEAL SSB.
- 66 CONDENSADORES EN SERIE-DRENAJES.
- 68 PROTECCIONES AUTOMATICAS DEL PASO FINAL TRANSISTORIZADO.
- 71 AMPLIFICADOR SIMETRICO DE BANDA ANCHA CON TRANSISTORES.

- Pag. 74 UN LINEAL QRP PARA 20 METROS.
- 78 LINEAL QRP EN 14 MHZ.
- 80 LINEAL 100 VATIOS P.E.P. TRANSISTORIZADO PARA 20 METROS.
- 81 - Datos constructivos.
- 82 AMPLIFICADOR DE BANDA ANCHA DE 2 A 30 Mhz 200 W. PEP.
- 84 AMPLIFICADOR LINEAL BLU TRANSISTORIZADO.
- 84 - Amplificador de banda ancha, clase AB de 300 W. con transistores BLX 15.
- 85 - Transformadores y bobinas.
- 88 POTENCIA DE UN TRANSISTOR EN VATIOS.

### IIIª PARTE

- Pag. 3 INDICE.
- 7 UN AMPLIFICADOR DE 90 W. PARA 2 M.
- 8 - El circuito.
- 8 - Datos de las construcción.
- 13 - Datos de trabajo.
- 15 120 WATIOS EN 144 Mc/s.

- Pag. 18 PASO LINEAL PARA TRANSMISOR PORTATIL DE 2 METROS.
- 20 FUENTE DE ALIMENTACION ESTABILIZADO Y AMPLIFICADOR LINEAL PARA RADIOTELEFONO PORTATIL DE LA BANDA DE 2 METROS.
- 24 AMPLIFICADOR LINEAL CON DOS 4X150, PARA 144 Mcs.
- 29 COMO CONSTRUIR UN AMPLIFICADOR LINEAL PARA 144 Mc/s. CON VALVULAS 4CX250R.
- 29 - Prueba de válvulas.
- 34 - Identificación de las válvulas.
- 37 - Soportes de válvulas.
- 37 - El circuito.
- 41 - Construcción del chasis.
- 47 - Construcción y preparación de algunos componentes.
- 52 - Colocación de componentes.
- 56 AMPLIFICADOR DE GRAN POTENCIA PARA 144 Mc/s.
- 61 PROCEDIMIENTO DE AJUSTE DEL AMPLIFICADOR LINEAL DESCRITO.
- 63 AMPLIFICADOR LINEAL DE 12-20 VATIOS PARA 144 MHZ.
- 65 AMPLIFICADORES DE VHF Y UHF PARA RADIO--AFICIONADOS.
- 65 - Pasos finales de VHF.
- 65 - Pasos finales de UHF.
- 65 - Circuitos para pasos finales de VHF.
- 68 - Construcción mecánica.
- 74 - Ajuste.
- 74 - Elementos de construcción de los pasos finales de VHF.
- 75 DOBLE TETRODO QQE 03/20.
- 75 - Introducción.
- 75 - Doble tetrodo QQE 03/20.
- 88 - Notas de utilización.

Pag.	90	- Empleo.
	90	- Amplificador con una QQE 03/20 sintonizable desde 225 a 400 Mc/s.
	91	- La QQE 03/20 como triplicadora en frecuencias de 1000 a 1500 Mc/s.
	92	- Circuito y características de trabajo de un triplicador para 333,3 - 1000 Mc/s.
	94	- Circuito y características de trabajo como triplicadora en 1200, 1300 y 1500 Mc/s.
	96	DOBLE TETRODO QQE 06/40.
	104	- Ajustes.
	104	- Blindaje.
	104	- Montaje.
	105	- Circuito.

# MISCELANEA

15

- Pag. 3 INDICE.
- 7 AUDIO-INDICADOR DE ROE PARA COLEGAS INVIDENTES.
- 8 - Descripción del circuito.
- 8 - Operación.
- 9 AYUDA PARA SINTONIA DE EQUIPOS PARA COLEGAS INVIDENTES.
- 11 EL MANIPULADOR ELECTRONICO IDEAL.
- 14 MANIPULADOR ELECTRONICO.
- 15 MANIPULADOR ELECTRONICO DE MORSE "A PILLAS".
- 16 - Función de un manipulador electrónico de Morse.
- 17 ACCUKEYER.
- 17 - El circuito.
- 17 - Construcción.
- 20 ENTRENADOR DE TELEGRAFIA.
- 22 SENCILLO PROGRAMADOR CW PARA USOS MULTIPLES.
- 23 EMISION RECEPCION MORSE-TELETIPO CON ZX-81
- 28 PROGRAMA PARA RECEPCION DE CW CON UN SINCLAIR ZX-81.
- 31 CINTA SINFIN.
- 32 PROCESADOR RECORTADOR DE AUDIO.

- Pag. 33 LOS ESQUEMAS DE CEFERINO. SPEECH PROCESSOR MICROFONO.
- 34 CIRCUITOS PRACTICOS CON OPERACIONALES.
- 37 RECORTADOR DE AUDIO.
- 38 CONJUNTO COMPRESOR VOX-ANTIVOX PARA FM-AM.
- 43 CONTROL DE POTENCIA PARA FM.
- 45 - Construcción.
- 45 - Utilización.
- 46 REBANADOR DE PORTADORA PARA FM.
- 49 - Ventajas e inconvenientes.
- 50 - Descripción del circuito.
- 50 - Ajuste.
- 52 INDICATIVO PARA REPETIDORES.
- 53 - Funcionamiento.
- 56 - Grabación de la EPROM.
- 59 CANAL TELEFONICO DE EMERGENCIA DEL R-Ø DE CATALUNYA (MONTSENY).
- 59 - Canal telefónico de emergencia del R-Ø de Catalunya.
- 60 - Descripción de los circuitos.
- 67 - Apéndice.
- 67 - Varios.
- 67 - Normas de utilización.
- 68 - Ejemplo de llamada de emergencia.
- 70 CONTROL REPETIDOR, ESTADO SOLIDO.
- 70 - Relé actuado por portadora (COR).
- 70 - La formación del COR.
- 72 - Contador de tiempo.
- 73 - Conmutador del transmisor.
- 73 - Resumen.
- 74 OPERADOR AUTOMATICO DE UNA ESTACION DE 2 METROS.
- 78 LA AGILIDAD EN LOS QSO.

- Pag. 79 AVISADOR DE TIEMPO PARA COMUNICACIONES  
VIA REPETIDOR.  
80 - Conexionado de la placa de circuito impreso
- 82 RECEPCION DE TV AFICIONADO EN 432 MHZ.
- 85 CONVERTOR DE RECEPCION PARA TELEVISION  
AMATEUR ATV.  
88 - Procedimiento de ajuste.
- 89 PREAMPLIFICADOR DE RF DE 1 Mhz. A 1.000 Mhz.
- 90 AMPLIFICADOR RF DE BANDA ANCHA.
- 92 VOLTIMETRO Y VATIMETRO PARA LA EMISORA.  
93 - Misi3n de cada patilla.
- 96 VOLTIMETRO NUMERICO. 3 DIGITOS.  
96 - Alimentaci3n.  
96 - Realizaci3n.  
96 - Utilizaci3n.
- 100 VOLTIMETROS DIGITALES DE TRES DIGITOS DE  
BAJO COSTE.
- 102 OSCILADOR AUDIO IC DE MARGEN ANCHO.  
102 - Un oscilador de 20 a 20.000 Hz. que emplea  
simple amplificador operacional 741.
- 107 PRISAS O SUEÑO, TEMPORIZACION.
- 109 ATENUADOR CALIBRADOR DE 1 A 42 DB.
- 112 CALCULO DE DISTANCIAS ENTRE QTH LOCATORS  
112 - Correspondencias con el QTH locator.  
113 - Programa para la TI-57.  
115 - Programa para la Texas Instruments TI-58.  
117 - Programa para la HP-67 o la HP-97.
- 121 CALCULO DE DISTANCIAS A PARTIR DEL QRA LO  
CATOR.
- 124 PROGRAMA PARA CALCULAR DISTANCIAS Y RUM  
BOS LOCATOR, ENTRE QTH's PARA EL ORDENA-  
DOR SINCLAIR ZX-81.

UNION DE  
RADIOAFICIONADOS  
ESPAÑOLES