

Fig. 13 Caso de supresión total. Octava hipótesis: Dique vacío, sin empuje de tierras sobre los muros. Coeficiente de balasto del terreno:  $100 \text{ Kg. cm}^3$ .  
Orden de fuerzas: A-16-1-2-3-17-18-19-5-6-20-7

de presiones de la sección transversal del dique gráficamente por la composición funicular de las fuerzas actuantes (ejemplo, fig. 13).

Para mayor claridad de lo indicado, en las figuras 6.<sup>a</sup> y 10 incluímos los gráficos de carga para las dos hipótesis de subpresión, suficientemente detallados.

Guillermo S. ANDREU Y ANDREU  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

## RADIOFAROS<sup>1</sup>

### Instalaciones radiogonométricas de a bordo

#### I. Generalidades.

Ya vimos que en el primer sistema de orientación por señales radioeléctricas (radiofaros de emisión ordinaria) corresponde al barco la recepción, que ha de ser direccional, pues la emisión no imprime este carácter a las ondas radiadas.

Por consiguiente, existirá a bordo una estación radiogonométrica, mediante la cual, por recepción de las emisiones de dos radiofaros o estaciones ordinarias de T. S. H., y con ayuda de la brújula o compás giroscópico, puede el barco situarse en cualquier momento.

Ya expuse esquemáticamente todo lo relacionado con la Radiogoniometría<sup>1</sup>; ahora me propongo particularizar respecto de las instalaciones a bordo, describiendo, auxiliado por las fotografías, algunos de los tipos más importantes que se realizan en la práctica. Para ello ordenaré los distintos organismos con arreglo al plan trazado en aquel estudio.

#### II. Captación de la energía.

*Cuadro.*—Vimos que había dos sistemas de realizar la captación:

- 1.º Pequeño cuadro giratorio.

<sup>1</sup> Véase REVISTA del 15 de marzo de este año, página 103.

<sup>1</sup> Véase REVISTA de 1 y 15 de mayo de 1927, páginas 180 y 196.

2.º Grandes cuadros fijos perpendiculares.

El primero de ellos es el que mejor se acomoda a las necesidades del barco, donde el espacio disponible es pequeño y se tropieza con la dificultad de realizar los grandes cuadros simétricos, condición que, como ya vimos, era indispensable para su buen funcionamiento. Sin embargo, los ingleses son partidarios del segundo procedimiento, que han empleado en instalaciones de grandes barcos (fig. 1.<sup>a</sup>).

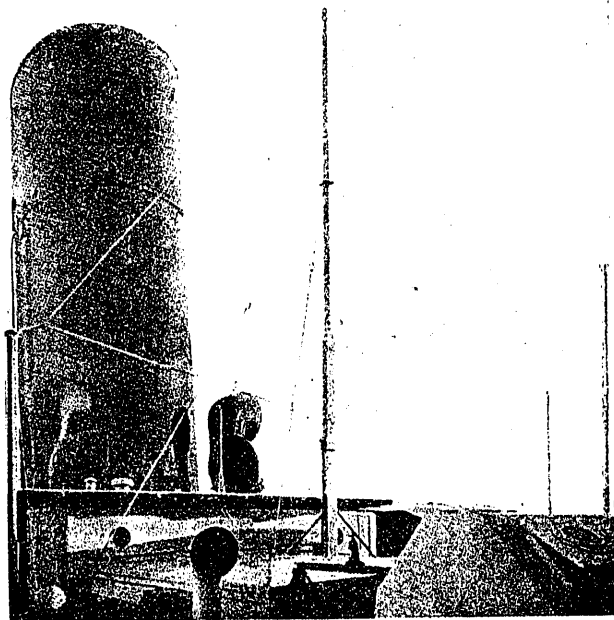


Fig. 1.ª Instalación de grandes cuadros fijos.

Modernamente, Marconi ha adoptado un tipo intermedio que reúne las ventajas de ambos; los cuadros fijos rectangulares son de pequeñas dimensiones, compensando la reducción de superficie por multiplicación del número de espiras en los arrollamientos. Estos van montados en bastidores rígidos de madera y orientados de modo que sus planos son paralelos a las dimensiones principales del buque. Todas las piezas metálicas para el montaje son de latón o bronce, con el fin de evitar efectos magnéticos sobre la brújula, pues a veces conviene situar los cuadros cerca de ella. En el caso de cuadro móvil, éste adopta diversas formas; así, en la Marina francesa es cuadrado, de un metro de lado (aproximadamente), en Telefunken (fig. 3.<sup>a</sup>), circular, estando alojadas las espiras en un tubo metálico

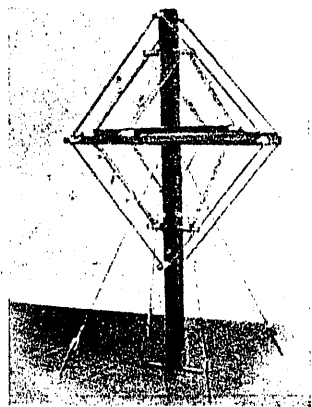


Fig. 2.ª Radiogoniómetro Marconi. Disposición de los cuadros fijos. Dimensiones aproximadas: altura del soporte, 2 m.; crucetas horizontales, 1,35 m.

anular de 80 centímetros de diámetro.

La maniobra del cuadro se realiza bien directamente, mediante volante situado en la parte inferior del eje, o con transmisión de cable cuando se sitúa el cuadro en sitio algo alejado de la cabina de recepción (figuras 4.<sup>a</sup> y 5.<sup>a</sup>).

Para la lectura de los azimutes en el radiogoniómetro

Marconi, el limbo graduado circular es fijo y el índice se mueve con el secundario; en cambio, en Telefunken éste es fijo y las divisiones están marcadas en un tambor cilíndrico que acompaña al cuadro en su movimiento.

En la elección de sitio hay que armonizar las condiciones de proximidad a las cabinas de maniobra y la de alejamiento de los organismos de la superestructura que pudieran influir introduciendo errores en los levantamientos. Atendiendo únicamente a la primera, la solución es el puente de mando, donde se concentran todos los medios de gobierno; pero allí, especialmente en los barcos de guerra, la presencia de masas metálicas prominentes imposibilita fundamentalmente la práctica del sistema.

El sistema de cuadros rectangulares tiene la ventaja de que éstos pueden alejarse hasta 24 metros de la cabina de recepción. En definitiva, el cuadro se sitúa en el eje de simetría del barco; en los mercantes, generalmente, en el puente de maniobra o en una cabina

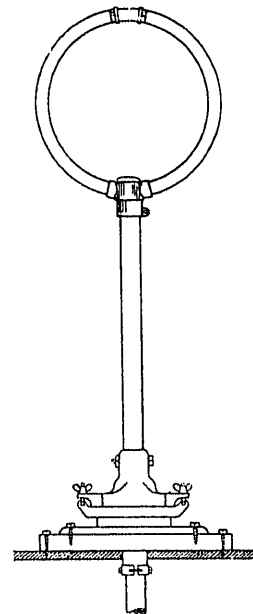


Fig. 3.ª Cuadro del radiogoniómetro Telefunken.

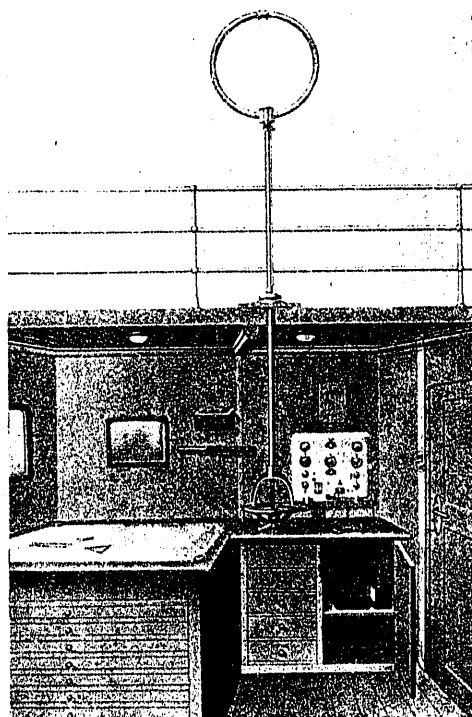


Fig. 4.ª Radiogoniómetro Telefunken con maniobra directa del cuadro.

detrás de éste; se aprovecha la proximidad de la brújula o compás o se instala un repetidor eléctrico, si esto no fuera posible.

*Determinación de la dirección.*—La dirección en que

se encuentra el emisor se determina por observación de las dos extinciones al girar el cuadro o la bobina del secundario, según el sistema. Las lecturas en el limbo nos dan el azimut del emisor con respecto a los ejes fijos del cuadro. Generalmente la extinción no se presenta con carácter puntiforme, sino extendida en una cierta zona, para la cual desaparece sensiblemente el sonido, tomándose entonces como verdadero valor la semisuma de los que limitan dicha zona.

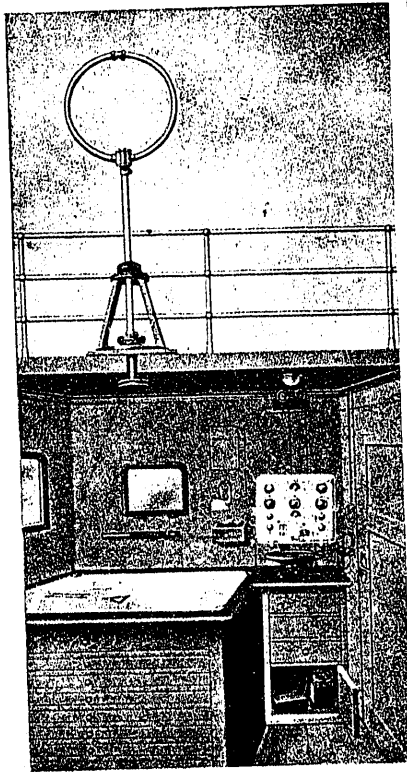


Fig. 5.ª Radiogoniómetro Telefunken con maniobra indirecta del cuadro.

Suele ocurrir que los ángulos que resultan no corresponden, como teóricamente debía ser, a direcciones inversas; en estos casos la marcación verdadera es la que se indica en la figura 6.ª, igualando los ángulos  $\alpha$  y  $\alpha'$ .  
Los ejes de referencia para el giro del cuadro se sitúan de modo que coincidan con las direcciones principales del barco (el cero correspondiendo a la longitudinal); por consiguiente, para obtener el azimut del barco con relación al emisor, que es lo que nos interesa, no tendremos sino que sumar el ángulo leído en el limbo  $q$ , el rumbo de navegación  $\zeta$  (obtenido mediante la brújula o compás giroscópico), y un factor de corrección  $f$ , del que luego nos ocuparemos. Es decir

$$p = (q + f) + \zeta$$

Así, en los dos casos de la figura 7.ª, se tiene (prescindiendo por ahora de  $f$ ):

	I	II
Angulo medido en el radiogoniómetro .....	30	295
Rumbo de navegación ....	125	295
Azimut del barco con respecto al emisor .....	155	590
		— 360
		230

**Determinación del sentido.**—En todos los sistemas, la indecisión que el cuadro deja subsistir respecto al sentido se suprime mediante el empleo de antena separada.

En la instalación Telefunken consiste en un hilo ( $E$ ) de 8 metros de longitud, dispuesto como se indica en la figura 12.ª; en Marconi es vertical, suspendida en aisladores cerca del cuadro. Otras veces consta de una

sábana de hilo colocada en el techo de la cabina, con bajada simétrica respecto del eje del cuadro (Mesny).

### III. Amplificación y detección.

Estas operaciones se realizan mediante lámpara de tres electrodos, utilizadas como amplificadoras en alta o en baja frecuencia. La detección se verifica generalmente por heterodinización, lo que permite recibir lo mismo onda amortiguada que oscilaciones moduladas o continuas.

En la instalación Telefunken existen 8 lámparas, alimentadas por acumuladores de 4 voltios y pila seca de 60 voltios, el filamento y la placa, respectivamente, y montadas en el siguiente orden:

- 4 amplificadoras en alta,
- 1 detectora,
- 3 amplificadoras en baja.

Las lámparas y todos los órganos de enlace van montados en una caja, en la que por su parte inferior

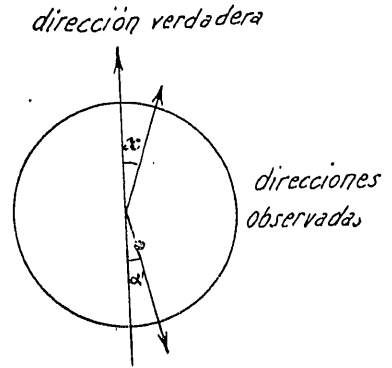


Fig. 6.ª Determinación de la dirección. Dirección verdadera cuando no coinciden las observadas.

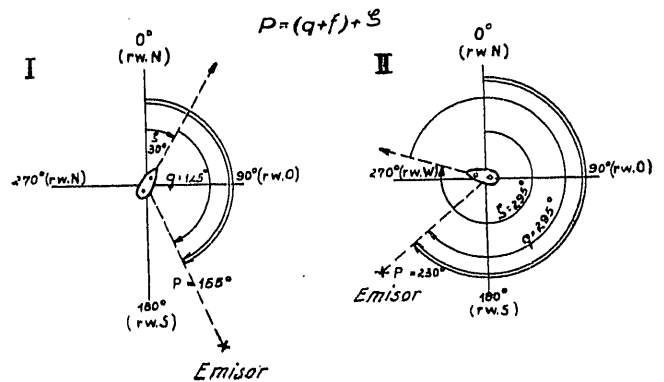


Fig. 7.ª Determinación de la dirección. Azimut en que se encuentra el emisor

penetran los hilos de antena, cuadro y batería, y lleva en el frente los mandos y aparatos de comprobación.

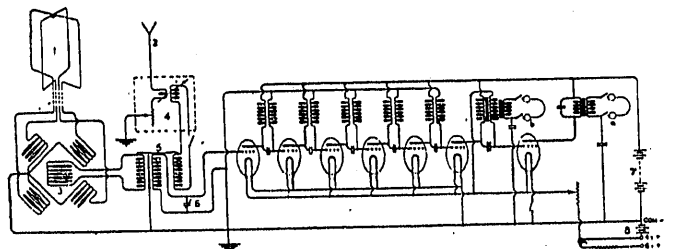


Fig. 8.ª Radiogoniómetro Marconi. Esquema de montaje.

Las baterías y pilas están alojadas en un departamento del interior del mueble (fig. 5.ª).

En la Marina francesa se utiliza superheterodino L.L.

En el radiogoniómetro Marconi (fig. 8.<sup>a</sup>) hay 7 lámparas, distribuidas del siguiente modo:

- 5 amplificadoras en alta (resistencia),
- 1 detectora,
- 1 amplificadora en baja (transformador).

Suministran energía: una batería de acumuladores 6 voltios, 40 amp-hora, para filamento; pila de 120 voltios para placa y pila de 10 voltios para tensión ne-

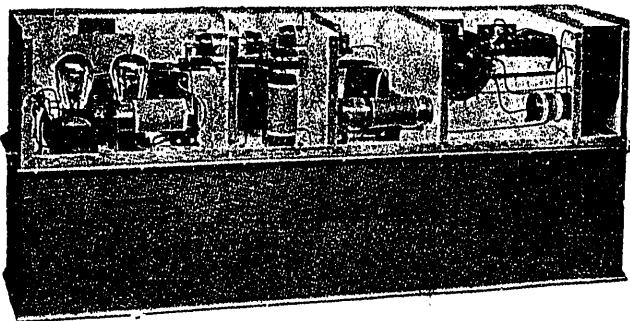


Fig. 9. Radiogoniómetro Marconi, D. F. M. 2. Disposición de los organismos en la caja receptora.

gativa en rejilla. En el último modelo D. F. M. 2 (figuras 9.<sup>a</sup> y 10) se han simplificado las conexiones reduciendo a dos el número de lámparas amplificadoras

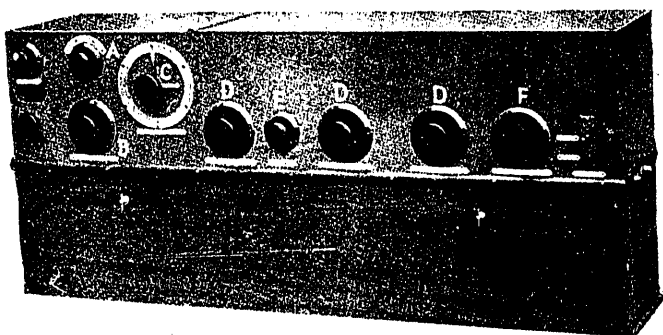


Fig. 10. Radiogoniómetro Marconi, D. F. M. 2. A, conmutador de tres posiciones; B, condensador de sintonía; C, bobina exploradora; D, condensadores de los circuitos de rejilla; E, bobina de acoplo; F, control común de los condensadores.

en alta, subsistiendo la detectora y la amplificadora en baja. En las figuras se detalla claramente la situación de los organismos y aparatos de maniobra; las baterías de pilas van en la parte inferior de la caja.

IV. Compensación.

La compensación se realiza a veces de una manera puramente estática, protegiendo los circuitos para que no se produzcan inducciones parásitas; así, en el radiogoniómetro Telefunken, la bajada de hilos del cuadro se verifica por el interior del eje del mismo, y los aparatos se encierran en una caja metálica provista de suspensiones elásticas. En el radiogoniómetro Marconi, como los cuadros son aperiódicos, se suprime una importante causa de error; los aparatos se encierran (figura 9.<sup>a</sup>) en una caja con cinco compartimientos metálicos conectados a tierra, es decir, al casco del buque.

Otras veces se emplea condensador adicional que consta (Compensador Mesny, fig. 15) de una armadura móvil y dos fijas unidas a cada uno de los ter-

minales del cuadro, evitando de este modo el tener que buscar el que tiene menor capacidad.

V. Errores.

El más importante de todos se debe a la desviación que en las ondas incidentes causa el barco, al introducir en el medio homogéneo de propagación la disimetría de la masa metálica de su casco.

Mediante estudios teóricos <sup>1</sup> obtenidos a costa de las siguientes hipótesis: barco asimilado a cilindro perfectamente conductor de eje horizontal, mar a un plano perfectamente conductor, cortándole por el meridiano horizontal, se llega a la siguiente fórmula:

$$\text{tang } \delta = - \frac{m^2}{(2 + m^2) + m^2 \cos^2 2\varphi} \text{ sen } 2\varphi \quad [1]$$

En la que las letras representan:

- $\delta$ , ángulo de desviación (error angular).
- $\varphi$ , azimut verdadero del emisor con relación al eje principal del buque.

$m = \frac{\rho_o}{\rho}$  radio del cilindro transformada del casco. altura del cuadro sobre el eje de este cilindro.

Determinaciones experimentales la comprueban; así, en el caso de la figura 11, se representan las llevadas a cabo en el Leonce Reynaud, indicando de trazo

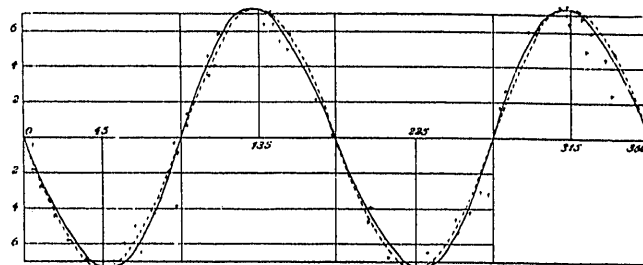


Fig. 11. Desviaciones observadas a bordo del Leonce Reynaud.

llo la curva teórica, representación de la fórmula deducida, y de trazo punteado una sinusoidal de la forma:

$$\delta = - \Delta_o \text{ sen } 2\varphi \quad [2]$$

De la fórmula [1] deducimos las siguientes consecuencias:

- 1.<sup>a</sup> La desviación es independiente de la longitud de onda.
- 2.<sup>a</sup> Es nula para las direcciones principales del buque y máxima a 45° de las anteriores.
- 3.<sup>a</sup> La influencia del barco se traduce por un acercamiento de la dirección del emisor hacia el eje de simetría del mismo. Así, en la figura 12, se representan para diversos azimutes leídos en el radiogoniómetro (de trazo seguido) los azimutes verdaderos (de puntos), indicando, por el rayado, los errores respectivos.
- 4.<sup>a</sup> Los errores son más importantes para las direcciones próximas al eje transversal que para las de un alejamiento angular igual, con relación al eje longitudinal.

Los elementos de la superestructura, arboladura, chimeneas, ventiladores, etc., influyen proporcionalmente a su superficie y a la distancia que los separa

<sup>1</sup> Ver Mesny. *Usage des cadres et Radiogoniométrie.*

del cuadro. Disponiendo éste convenientemente (como ya hemos indicado al tratar de su situación) es fácil anular el efecto; así, por ejemplo, alejándolo unos 10 metros de los palos, el efecto de éstos es inapreciable.

Otra causa que puede producir un error de consideración es el campo creado por la antena emisora del buque, cuando ésta funciona con una longitud de onda vecina de la de recepción en el cuadro. Pero como generalmente la disparidad entre ambas longitudes de onda es grande, tampoco es de temer esta nueva causa.

El balanceo tampoco influye, pues ya vimos que tenía que desviarse el eje del cuadro 15° con relación

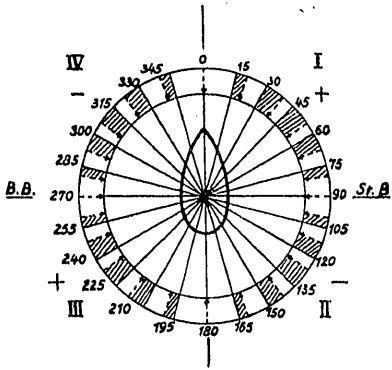


Fig. 12. Situación relativa de los azimutes leídos en el radiogoniómetro (trazo lleno) y los verdaderos (de puntos).

1.º Captación de la estación emisora, que puede ser bien un radiofaro, bien una estación de T. S. H. conocida. La busca se lleva a cabo, generalmente, poniendo en serie el cuadro y la antena, con lo que al sumar sus efectos conseguimos mayor intensidad de recepción y receptibilidad en todas direcciones; esto se realiza mediante el conmutador  $F_3$ , en la figura 14, y el  $H$  (estando el  $I$  en posición 0 — 0), en la fig. 15. En el sistema Marconi se coloca el conmutador  $A$  en su posición primera, «Escucha», que pone en serie cuadro y antena.

2.º Determinación de la dirección.—Encontrada la estación y puesto el receptor en sintonía, se separa la antena, y haciendo girar el cuadro o la bobina del secundario se leen los ángulos correspondientes a las extinciones, de los cuales, mediante las transformaciones antes indicadas, se deduce la dirección del emisor. Cuando el sistema consta de condensador de compensación  $F$  (fig. 15) se determina una vez por tanteos la posición que conviene para la extinción absoluta, y ésta sirve ya para toda la jornada. En Marconi corresponde esta fase a la situación «R. S.», segunda del conmutador.

3.º Determinación del sentido.—Se coloca el cuadro

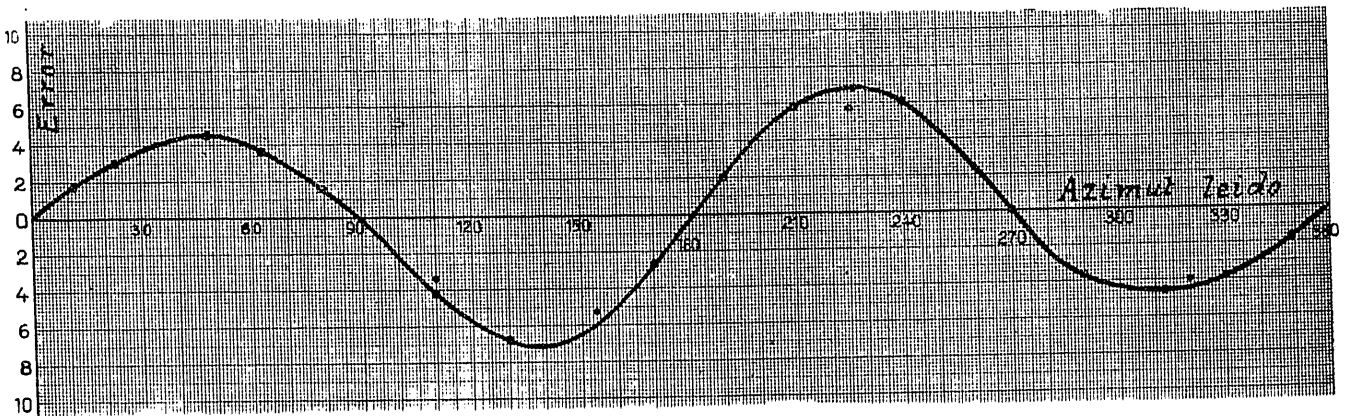


Fig. 13. Curva de errores.

a la vertical, para que el error de observación alcanzara, el valor de 1°.

Vemos, pues, que por estar situado el cuadro dentro de la zona de perturbación, que el conjunto metálico del barco introduce en la propagación de las ondas, los azimutes que se leen en el radiogoniómetro no son los verdaderos, sino que están afectados de un cierto error. Como éste no depende de la longitud de onda y únicamente de la dirección en que éstas llegan al receptor, será posible en cada instalación particular determinar la relación entre los falsos y los verdaderos, mediante una experiencia que nos sirva para las sucesivas determinaciones. Esta es sencilla, pues se reduce a mover el barco alrededor de una estación emisora, y para diversas posiciones se hacen lecturas directas (visuales) y en el radiogoniómetro, deduciendo en cada caso el error. Los resultados se resumen en una curva, como la de la figura 13, que nos da la corrección a introducir (escala vertical) en los azimutes leídos (escala horizontal). Estas curvas se renuevan periódicamente por si las condiciones del barco han variado.

VI. Práctica de la operación.

En resumen, las operaciones que integran un levantamiento radiogoniométrico se suceden en el siguiente orden:

en un plano aproximadamente perpendicular al de la posición anterior y se introduce la antena de supresión

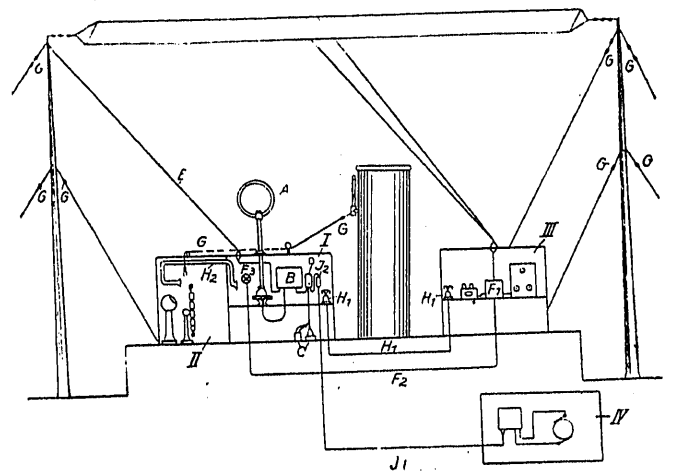


Fig. 14. Esquema general de una instalación Telefunken. I, cabina del radiogoniómetro; A, cuadro; B, receptor; C, pilas y acumuladores; E, antena para supresión de ambigüedad;  $F_1$ , conmutador para poner en serie antena y cuadro. II, cabina de mando del buque;  $H_2$ , tubo de comunicación entre I y II. III, cabina de la estación T. S. H.;  $H_1$ , teléfono de comunicación entre I y III. IV, central de energía;  $J_1$ , cable de alimentación.

de duda, deduciendo el ángulo, que hay que tomar de la situación relativa de ambos, que nos da disminución

de sonido. Así, en el radiogoniómetro Marconi, el índice móvil (con dos nonios, fig. 13) lleva solidario otro en dirección perpendicular y en un sentido tal que cuando en esta tercera fase (posición «sentido» del

el rumbo de navegación se deduce el azimut del barco con respecto al emisor.

Para hacer simultáneas ambas operaciones conviene que el radiogoniómetro esté al lado de la brújula o compás giroscópico. En el caso de emplear este segundo medio de orientación es muy fácil instalar un repetidor; en la figura 16 se representa uno, adaptado a instalación Marconi: consta de un motor *A*, sincronizado con el principal, que mueve, mediante engranajes, el limbo del repetidor, situado concéntrico y exterior al de lectura del radiogoniómetro (*B* y *C*); de este modo, las lecturas en ambos se hacen al mismo tiempo.

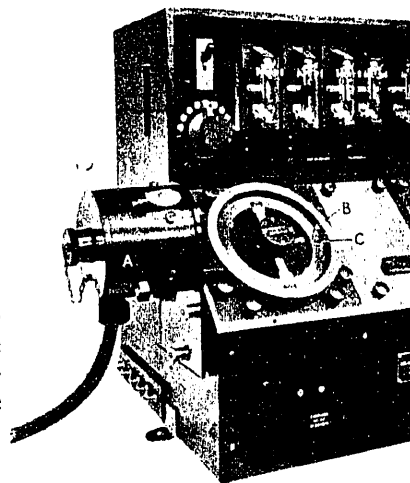


Fig. 16. Repetidor de compás giroscópico.

5.º Fijación del punto. —Conociendo los azimutes del barco con respecto a dos estaciones determinadas, la fijación del punto es un problema sencillo de navegación.

Carlos FERNÁNDEZ CASADO

Ingeniero de Caminos, de Telecomunicación y de Radio E. S. E., París

NOTA. Las fotografías de las figuras 1.ª, 2.ª, 8.ª, 9.ª, 10, 11, y 16 han sido amablemente suministradas por la Sociedad Marconi, y las de las figuras 3.ª, 4.ª, 5.ª, 13 y 14 por la Sociedad A. E. G., representante en España de la Telefunken.

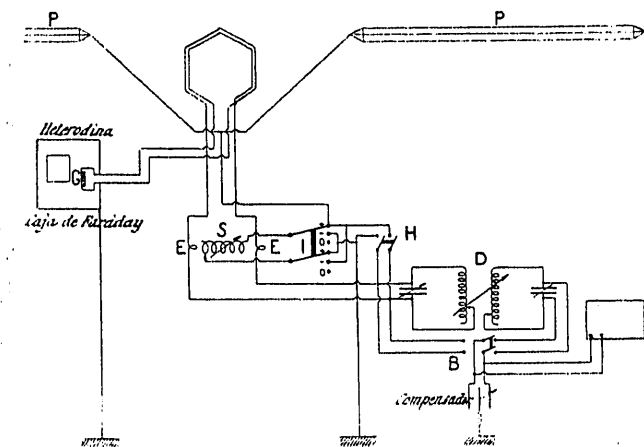


Fig. 15. Esquema general de una instalación tipo Mesny. *P*, antena de supresión de ambigüedad; *S*, inductancia de acoplo de la antena; *I*, conmutador inversor de antena; *D*, inductancias y condensadores de recepción; *B*, conmutador para recibir con primario o secundario; *G*, espiras de acoplamiento con la heterodina; *H*, conmutador para poner en serie antena y cuadro; *E*, espiras de acoplamiento cuadro antena.

conmutador y bobina secundario perpendicular a posición extinción) tenemos disminución de sonido, este último índice queda cerca de la marcación verdadera. En la figura 15, estando el conmutador *H* separado, se sitúa el *I*, sucesivamente en las dos posiciones marcadas por + y —, signos que indican que para saber cuál es el verdadero hay que sumar o restar un ángulo recto al ángulo que se lee, para la posición en que se obtiene disminución de sonido.

4.º Deducción del azimut. —En la curva de error del barco se determina la corrección a introducir en el azimut obtenido por el radiogoniómetro, y conociendo

## Plan de obras y trabajos de la Confederación del Ebro para el año 1928

Es verdaderamente asombroso que en el poco tiempo que tiene de vida la Confederación del Ebro haya llegado a tener una organización que permita llevar las obras a cabo con una rapidez para nuestro país inusitada, y que su crédito sea tan sólido que pueda hacer emisiones, prácticamente por cualquier cantidad, que se cubran con exceso y cuyos títulos se coticen por encima de la par. El secreto está contenido en estas dos palabras: competencia y eficacia.

Buena prueba de las ventajas que representa el poder hacer los estudios en conjunto, disponiendo de la totalidad de los datos obtenidos en una vasta cuenca, es la nueva visión del problema de los Riegos del Alto Aragón, que quizá permita obtener grandes economías si se confirman las posibilidades que se apuntan.

Recordarán nuestros lectores que al gran pantano de la Sotonera, situado en un afluente del Gállego, se conducen, según el proyecto actual, las aguas del Cinca y del Gállego, derivadas del pantano de Mediano y de la presa de Ardisa (fig. 1.ª). Los canales de riego, muy im-

portantes, arrancan del canal principal o de Monegros. La parte de obras ejecutada actualmente se representa con línea llena.

El gran canal del Cinca tiene por objeto suplir la insuficiencia de las aguas del Gállego para el riego de las 300.000 hectáreas que se dominarán; pero de dicha extensión solamente unas 80.000 hectáreas corresponden a la cuenca del Cinca. Partiendo los canales del pantano de la Sotonera, puede decirse que se irán empleando las aguas del Gállego hasta que se agoten, y cuando empiecen a emplearse las aguas del Cinca habrán recorrido éstas un enorme canal en zig-zag, y al llegar a su propia cuenca, el recorrido habrá sido enormemente mayor que si se hubieran hecho derivaciones directas. Haciendo una toma hacia Castejón (fig. 2.ª) podrían regarse de 160 a 180.000 hectáreas de la cuenca del Cinca, según se desprende de los datos de los aforos para caudal disponible.

Por otra parte, la conducción de las aguas del Cinca