

sensiblemente parabólica, lo cual no sólo favorece la circulación sino que permite, simultaneando el ripado de los dos trozos de vía que deben confrontar, que éstos se encuentren tangencialmente.

Es interesante situar más barras en el carril colocado en el lado hacia el cual tiende el ripado, pues así se levanta algo, disminuyendo mucho el rozamiento, con lo cual la energía de cada golpe de las barras es utilizada casi íntegramente para el trabajo de deformación de la vía, no absorbiendo tanta energía el rozamiento. También es útil espaciar las barras, pues así el trozo de vía levantado es mayor y además se reparte la deformación en más longitud, evitando garrotes en la vía que hacen perder tiempo al tratar de rectificarlos.

Es también interesante considerar la temperatura ambiente al efectuar el empalme de las vías, para determinar la longitud de los cupones de carril necesarios para cerrar el empalme, pues si al cortar la vía la temperatura es elevada, se dilata libremente el hierro aumentando su longitud, pues debe considerarse que en estado normal puede estar el carril comprimido sin encorvarse debido al arriostramiento que ejercen las traviesas, que disminuyen la longitud a considerar, a los efectos del pandeo, a 740 mm. Así se explica que durante el montaje de un tramo metálico, dispuesto para situarlo en su ubicación por ripado transversal, y habiendo colocado salvando el vano una pareja de carriles embridada a la vía, éstos adquirieron una flecha apreciable a las horas del mediodía.

Es preferible quedar por defecto en la longitud de los cupones que se precisan para unir las vías, pues en caso de excederse hay que aumentar el desarrollo de la vía por medio de curvas bruscas, y una vez embridada rectificarla, con lo cual se origina una compresión inicial. En cambio, si queda corto el cupón, siempre se puede ganar algo aumentando provisionalmente el careo de las juntas; para mejor ejecución conviene tener preparados tres o cuatro cupones con longitudes que difieran entre sí un centímetro.

Para terminar incluimos (tabla III) los valores que en vía recta indica la experiencia que deben tener los cupones de carril que se precisan para cerrar el cambio de mano.

Juan JANAJA
Ingeniero de Caminos
Subjefe de Sección de V. y O. en M. Z. A.

Tabla I

Valores de ρ' en función de $\rho = \frac{d}{R}$ y $\rho = \frac{r}{R}$

ρ	VALORES DE ρ							
	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10
0,001	1 000	811	689	628	578	534	489	473,8
0,002	1 413,4	1 154,6	997,6	894,6	817,3	756,2	689	677,6
0,003	1 733,3	1 413,4	1 224,4	1 093,5	997,6	925,3	»	»
0,004	1 971	1 634	1 413,4	1 365,1	1 259,6	1 170	99	»
0,005	2 239	1 826	1 582	1 413	1 291	1 181	»	»
0,006	2 454	1 972	1 733	1 550	1 413	1 312	»	»
0,007	2 652	2 166	1 873	1 675	1 530	»	»	»
0,008	2 835	2 315	1 972	1 733	1 634	»	»	»
0,010	3 176	2 478	2 239	1 972	»	»	»	»
0,012	3 477	2 835	2 454	»	»	»	»	»
0,014	3 862	3 031	»	»	»	»	»	»

ρ' viene expresado en diezmilésimas.

Tabla II

Valores de w y D (en metros) ($\lambda = 24$ m)

r	d	w	D
300	2,00	0,0511	54,27
300	3,00	0,0672	64,65
400	2,00	0,0470	61,60
400	3,00	0,0616	73,28
500	2,00	0,0438	69,37
500	3,00	0,0571	81,10
600	2,90	0,0412	73,32
600	3,00	0,0535	88,19

Tabla III

Longitud en m de los cupones a emplear

Temperatura	Longitud en m de los cupones a emplear	
	$d = 2$ m	$d = 3$ m
0°	0,095	0,150
10°	0,090	0,140
20°	0,085	0,130
30°	0,080	0,120
40°	0,075	0,110
50°	0,070	0,100

RADIOFAROS

GENERALIDADES Y RADIOGONIOMETRIA

I. El problema del radiofaro

El enlace entre un barco y la tierra ha pasado por las mismas fases que el problema más general de la transmisión rápida del pensamiento. El hombre utilizó primero los medios que se le ofrecían naturalmente en la comunicación por señales ópticas, luminosas, acústicas; al descubrimiento de las transmisiones eléctricas correspondió un avance considerable; pero la realización completa no se ha cumplido hasta

el advenimiento de las comunicaciones radioeléctricas. Hoy puede decirse que la transmisión instantánea es realizable entre dos puntos cualesquiera del globo.

Nosotros, de la cuestión general arriba enunciada, vamos a desglosar todo aquello que no se refiera a la comunicación entre el barco, considerado en abstracto, y la tierra, concretada en el faro.

En la evolución de los medios de comunicación, notamos, en primer lugar, un ensanchamiento del círculo de acción.

Al encerrar dentro de la óptica la llama que ardía

al descubierto en los antiguos faros, se consiguió la concentración de rayos luminosos, disminuyendo su dispersión y aumentando el alcance.

En las señales acústicas, pasando de las detonaciones a las sirenas y a las campanas submarinas, se va ganando en distancia a la que pueden ser percibidas.

En el caso de campanas submarinas, se obtiene un aumento considerable del radio de acción disponiendo aparatos receptores que nos hagan sensibles las señales, muy debilitadas por la propagación, a una cierta distancia. Esta introducción de un sistema receptor que nos traduzca las señales es absolutamente indispensable en las comunicaciones radioeléctricas, pues no somos sensibles a este género de perturbaciones del éter.

Otra transformación han experimentado los sistemas de comunicaciones. Al principio, su objeto era únicamente delatar la proximidad de la costa, pero esto pierde virtualidad, a medida que las distancias de percepción han ido aumentando; necesitamos ahora indicaciones más precisas, hay que llegar a fijar exactamente la posición del barco.

Esto no ha llegado a resolverse plenamente hasta el empleo de las ondas radioeléctricas. Recibiendo señales de esta clase en receptores orientables, se puede, mediante la resolución de triángulos esféricos, fijar con suficiente exactitud la situación del barco en cualquier punto del mar.

Todavía no se han utilizado todas las posibilidades emanadas de este sistema, pero llegará a ser un medio de orientación cómodo y seguro, del que dispondrá el navegante en toda ocasión que lo necesite. No está subordinado a las condiciones atmosféricas y temporales.

El sistema que nos ocupa se caracteriza, pues, por las siguientes notas:

- 1.^a Radio de acción prácticamente ilimitado.
- 2.^a Necesidad de traducción de las señales.
- 3.^a Indicaciones posibles de orientación.
- 4.^a Independencia respecto de las condiciones atmosféricas y temporales.

II. Clasificación

Mediante el radiofaro, se establece una conversación de articulación rudimentaria entre el barco y la costa, de la que aquél puede deducir su posición.

Intervienen, por consiguiente, un organismo de emisión y otro de recepción, de los cuales uno cualquiera de ellos tiene que ser *direccional* (es decir, capaz de suministrar indicaciones de orientación).

Este punto de vista nos permite clasificar nuestro sistema en los tres grupos siguientes:

- 1.º Radiofaros de emisión ordinaria.
- 2.º Estaciones radiogoniométricas.
- 3.º Radiofaros de emisiones dirigidas.

En los primeros, las emisiones parten de tierra y el barco las recoge, mediante receptor orientable; reuniendo observaciones relativas a tres emisores distintos, puede determinar su posición (fig. 1.^a).

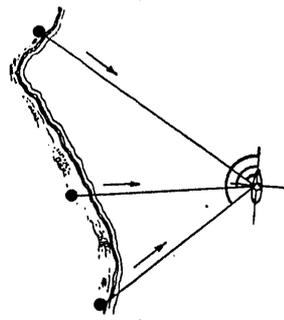


Fig. 1.^a Radiofaros de emisión ordinaria

En los segundos, el barco emite (con su estación T. S. H. ordinaria) señales, que son captadas por receptores orientables situados en distintos puntos de la costa, cada uno de los cuales comunica después al barco su orientación respecto a ellos. Como puede verse en el esquema (1), dos estaciones son suficientes para fijar la posición del punto en que se encuentra, pero la dirección exige una observación de otro género; por ejemplo, la que suministra la brújula (fig. 2.^a).

En el tercer caso, el radiofaro lanza una emisión dirigida, es decir, un haz de rayos horizontales paralelos, que gire con movimiento uniforme, matizando al mismo tiempo la emisión con letras que indiquen el azimut correspondiente. Es como si en un faro de destello único la óptica fija estuviera coloreada

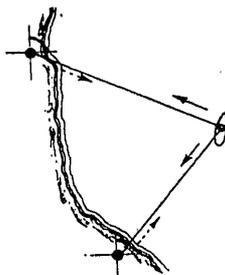


Fig. 2.^a Estaciones radiogoniométricas

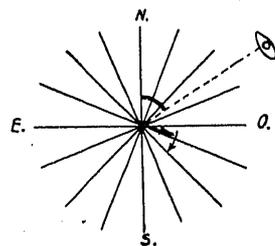


Fig. 3.^a Radiofaros de emisiones dirigidas

en fajas verticales, distribuidas uniformemente con arreglo a los ángulos azimutales; el barco deduciría su posición, al pasar el destello, por el color del mar en que navega (fig. 3.^a).

En este caso ocurre como en el anterior; dos observaciones fijan el punto de situación, pero la dirección precisa de una observación de otra índole.

Para el estudio de los dos primeros sistemas es necesario poseer unas nociones de Radiogoniometría, y para el del tercero conocimientos sobre emisiones dirigidas; por consiguiente, antes de abordar el problema en sí, vamos a exponer brevemente estas dos materias preliminares.

RADIOGONIOMETRIA

I. Clasificación

La radiogoniometría tiene por objeto la determinación goniométrica de un punto, por recepción en un medio orientable, de una emisión radioeléctrica que parte de dicho punto.

Existen dos procedimientos generales:

- 1.º Radiogoniometría por cuadro giratorio.
- 2.º Radiogoniometría por cuadros fijos.

(1) Los signos convencionales adoptados en los esquemas representan lo siguiente:

- Estación emisora.
- Estación receptora.
- Emisión dirigida.
- Recepción orientable.

Pero antes de estudiarlos separadamente, vamos a ver en qué consiste el mecanismo de la recepción de una emisión radioeléctrica.

II. Mecanismo de la recepción

Si en un punto (mediante un procedimiento que no hace al caso) producimos una perturbación electromagnética de carácter sinusoidal, se influirá por inducción sobre los circuitos situados en las proximidades. Este fenómeno, frecuentemente utilizado en Electrotecnia, no es el único existente, sino que además la energía se propaga, del mismo modo que en las radiaciones luminosas, y llega a influir circuitos muy alejados del emisor.

Esto constituye la radiación electromagnética, que supuesto el medio homogéneo, se verificará según superficies de onda esféricas, apareciendo en cada punto, como consecuencia del campo establecido, una intensidad de campo magnético H y una intensidad de campo eléctrico I , ambas tangentes a la superficie de

onda, perpendiculares entre sí y horizontal la primera (fig. 4.^a).

Hay que advertir que estos dos campos, eléctrico y magnético, no son sino manifestaciones diferentes de un mismo fenómeno natural, en el que la energía aparece en dos ciclos paralelos, reversibles y complementarios, como ocurre en todas las vibraciones; por

ejemplo, las de una varilla metálica, donde la energía pasa de elástica a cinética y viceversa.

Por consiguiente, para el estudio global de los efectos producidos por la radiación, debemos considerar ora el campo magnético, ora el campo eléctrico; pero nunca ambos a la vez sumando sus efectos.

Estos efectos de la radiación van a manifestarse en los circuitos por la aparición de fuerzas electromotrices y corrientes inducidas, que tendrán el mismo carácter que el fenómeno que las produce, es decir, serán sinusoidales y de elevada frecuencia. (Esta condición de frecuencia elevada que suponemos en la emisión es indispensable, pues la acción a distancia es proporcional a la pulsación ω .)

Las fuerzas electromotrices inducidas son de una pequeñez tal que necesitamos amplificarlas, obteniéndose en definitiva corrientes de una intensidad conveniente.

Pero la frecuencia no se modifica, y debido a su valor elevado no pueden producir efectos sensibles, por lo que es preciso transformar las corrientes en otras de baja frecuencia que, actuando sobre aparatos convenientes, nos traduzcan las perturbaciones eléctricas a perturbaciones acústicas u ópticas que perciban nuestros sentidos.

Como vemos, la recepción consta de tres partes que reciben las siguientes denominaciones:

- 1.^a Captación de la energía.
- 2.^a Amplificación.
- 3.^a Detección.

Insistiremos ligeramente sobre cada una de ellas.

1.^a Captación de la energía.—Puede hacerse mediante circuitos abiertos o cerrados, que se denominan *antenas* y *cuadros*, respectivamente.

El *cuadro* lo constituye un arrollamiento prismático o plano, de espiras cuyas dimensiones son relativamente grandes, y en los terminales del cual se conecta un condensador variable.

Las antenas están formadas por una serie de hilos conductores, que podemos considerar agrupados en un sistema elevado de hilos horizontales o poco inclinados, que se unen entre sí y luego mediante uno vertical a tierra.

En ambos casos tenemos un circuito eléctrico que consta de inductancia y capacidad, por consiguiente susceptible de oscilar; pero existe la diferencia que en el cuadro ambas magnitudes se individualizan en el arrollamiento y en el condensador variable, mientras que en la antena están repartidas a lo largo del hilo.

El cuadro constituye un circuito eléctrico concentrado, en el que todos los elementos están repetidos simétricamente. En esquema figura una O; capta la energía al través de su superficie (fig. 5.^a).

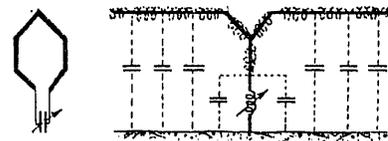


Fig. 5.^a Cuadro y antena

La antena, por el contrario, es un circuito ramificado, en el que la simetría, cuando existe, es impar. Esquemáticamente es como una Y que abre sus brazos, lanzándolos al drenaje de la energía (fig. 5.^a).

Vamos a cuantificar los efectos que produce en cada uno de ellos la emisión radioeléctrica. Los supondremos situados en un punto bastante alejado del emisor y consideraremos la tierra perfectamente conductora y plana. (La esfericidad no influye para nada, pues los rayos se incurvan amoldándose a la superficie.)

En el caso de la antena, nos conviene abordar el problema por intermedio del campo eléctrico, cuya intensidad en nuestro punto será vertical y la representaremos por $E \sin \omega t$. Se deduce fácilmente que la fuerza electromotriz inducida en la antena tiene por valor

$$e = E h_a \sin \omega t \quad [1]$$

Donde h_a es una magnitud, denominada *altura efectiva*, que caracteriza a la antena y que vale

$$h_a = \frac{1}{I_{max}} \int I dl \sin \theta \quad [2]$$

representando las diferentes letras:

- I Ley de distribución de la corriente a lo largo de la antena.
- I_{max} Valor máximo de la corriente (en la base de la antena).
- θ Angulo que forma el elemento dl con la vertical.

Esta magnitud depende, pues, del modo de estar distribuidos los hilos, teniendo como límite máximo la altura de la parte vertical, para antenas de gran capacidad terminal.

Para el cuadro utilizaremos el campo magnético, pues sabemos que la fuerza electromotriz inducida en cada espira es igual a la velocidad de variación del flujo magnético que le atraviesa. La intensidad del

campo, y por consiguiente el flujo, es sinusoidal y dirigida horizontalmente según la normal a la dirección del emisor. Llamando z al ángulo que forma la normal al plano del cuadro (vertical) con la dirección del emisor, deducimos fácilmente que la fuerza electromotriz inducida es

$$e' = - \omega n S H \text{ sen } z \text{ cos } \omega t \quad [3]$$

designando:

- S... La superficie media de una espira.
- n... El número de espiras.

Comparando las fórmulas obtenidas en ambos casos, deducimos en primer lugar, que las f. e. m. se encuentran en cuadratura. Además, la presencia del término $\text{sen } z$, nos indica que el cuadro es un medio receptor direccional, pues la recepción está influida por la dirección del emisor. Esto no ocurre en las antenas ya que, en general, la altura efectiva no sufre la influencia de dicha causa.

Por último, de esta comparación se deduce la noción de *altura efectiva del cuadro*, que es la correspondiente a una antena, en la que se induce una f. e. m. cuyo valor máximo es igual al que la misma causa induciría en el cuadro para $\text{cos } z = 1$. Haciendo, por consiguiente, $e_{\text{max}} = e'_{\text{max}} \text{ y } \text{cos } z = 1$

$$h_c = \frac{2 \pi n S}{\lambda}$$

Los valores de h_c son excesivamente pequeños. Para un cuadro hexagonal de 36 espiras de 3 m de diámetro, recibiendo ondas de 6 000 m, la altura efectiva es 22 cm. Y corresponden 3,76 m a un cuadro formado por una espira triangular de 40 m de base por 30 de altura.

2.^a *Amplificación*.—La energía que lanza el emisor irradia en todas direcciones, la que puede captar el receptor, ya sea cuadro, ya antena, será muy pequeña; por consiguiente, la amplificación es de una necesidad evidente.

Se utilizan para ello las lámparas de tres electrodos, dispuestas en varias etapas, que se relacionan bien por resistencias, bien por resonancia, bien por transformadores.

La energía captada se sustituye por otra nueva extraída de las baterías de acumuladores, siendo el papel de la lámpara imprimir a ésta el carácter de aquélla.

3.^a *Detección*.—Nada especial tenemos que indicar en esta última parte. Su objeto es la transformación de las oscilaciones eléctricas de elevada frecuencia en otras de frecuencia audible que impresionen un teléfono, o en perturbaciones unidireccionales que actúen sobre la aguja de un aparato electromagnético. Suelen utilizarse para ello las lámparas de tres electrodos, por sus propiedades especiales

Carlos FERNÁNDEZ CASADO
Ingeniero de Caminos, de Telecomunicación
y de Radio E. S. E., París.

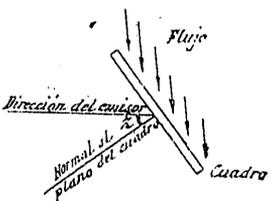


Fig. 6.^a Recepción en cuadro

Perfiles transversales de los firmes de carreteras frecuentadas por vehículos automóviles ⁽¹⁾

Investigación de un perfil que satisfaga al desiderátum formulado por los usuarios en el IV Congreso Internacional de Carreteras

III

Aplicación de las precedentes fórmulas y propiedades al estudio de algunos tipos de calzadas

F) *Perfil recomendado por D. Blas Sorribas*.—Según las conclusiones presentadas al IV Congreso de Carreteras, el perfil recomendado es un arco de circunferencia con bombeo de $\frac{1}{100}$.

La pendiente transversal en el borde resulta $4 \times \frac{1}{100}$, o sea 40 mm por metro.

La pendiente transversal media es, como se dijo antes, en el punto medio $\frac{0 + 40}{2} = 20$ mm por m.

Pero siendo las pendientes transversales en los diversos puntos proporcionales a las distancias, son inferiores a 2 por 100 en la parte próxima al centro y superiores al 2 por 100 en la parte próxima al borde.

En el siguiente estado figuran las pendientes resultantes para bombeo de $\frac{1}{100}$ con anchos de calzada de 5 a 10 m.

Distancias al vértice para los anchos de...	5 m....	0,25	0,50	0,75	1	1,25	1,50	1,75	2	2,25	2,50
	6 m....	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3
	8 m....	0,40	0,80	1,20	1,60	2	2,40	2,80	3,20	3,60	4
	10 m....	0,50	1	1,50	2	2,50	3	3,50	4	4,50	5
Pendientes en mm por m.....		4	8	12	16	20	24	28	32	36	40

Se ve, por consiguiente, que los vehículos de cuatro ruedas que se aproximen al borde tendrán inclinaciones muy fuertes.

Hemos sido guiados por consideraciones diversas a considerar la pendiente transversal de 25 mm por metro como aceptable para vehículos de cuatro ruedas en pavimentos perfeccionados, excepto en los de asfalto comprimido, que son muy resbaladizos. Por

(1) Véase pág. 158 del número anterior.