



FEB 1950

1 91875

191075

28 FEB. 1950

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar una

P A T E N T E D E I N V E N C I Ó N

por VEINTE AÑOS en

E S P A Ñ A

por "Procedimiento de señales y sus aplicaciones"

a favor de

Emile Léon Gabriel TORCHEUX e Etienne Augustin Henri HONORÉ

-----



1950

1 91 875

El invento se refiere a un procedimiento de senales aplicable especialmente para localizar y guiar navios, aviones y otro moviles, con el empleo de ondas electromagnéticas producidas por estaciones emisoras de posiciones fijas y conocidas, y captadas por aparatos receptores establecidos en los moviles cuya posicion se quiere conocer.

El invento se refiere muy particularmente a ciertas mejoras en el procedimiento y en los dispositivos de radio-balizaje descritos en la patente francesa N° 790.386 presentada el 11 de Agosto de 1934.

El invento tien principalmente por objeto realizar instalaciones que permiten a cualquier movil determinar su posicion por el empleo de ondas radioeléctricas que ocupan en la escala de frecuencias bandas relativamente estrechas y por medio de aparatos relativamente sencillos y economicos que tienen un reglaje muy estable y un funcionamiento muy seguro, pudiéndose lograr dicha determinacion de posicion en cualquier instante por medio de lecturas que no necesitan ser continuas, y que sin embargo pueden dar la posicion del movil de una manera exacta y exenta de ambigüedad.

El invento tiene también por objeto realizar ciertos dispositivos que entran necesariamente y/o con ventaja en la constitucion de dichas instalaciones.

El invento se ilustra en los adjuntos dibujos dados a titulo de ejemplo y en los que :



2876

- 2 -

1 91 875

las figs. 1, 2 y 3 representan las disposiciones generales de una instalacion conforme al invento ;

la fig. 4 es un esquema de principio de un aparato llamado multifasometro que entra en la constitucion del aparato receptor con que va equipado el movil ;

la fig. 5 es el esquema general de un conjunto llamado a continuacion filtro substractor y que entra ventajosamente en la constitucion del multifasometro ;

las figs. 7, 8, 9, 10, 12, 14 y 16 son variantes del multifasometro ;

las figs. 13 y 15 representan conjuntos de filtros substractores y de filtros que entran en la constitucion del multifasometro ;

las figs. 17, 18, 19 y 20 son esquemas de fasometros ;

las figs. 21 y 22 son esquemas de servo-motores ;

la fig. 23 es un esquema de transformador de fase ;

la fig. 24 es el esquema general de un aparato llamado transformador de grupo que entra en la constitucion de los multifasometros ;

la fig. 25 da el esquema de un conjunto constituido por un transformador de grupo seguido de un filtro ;

la fig. 26 representa un multifasometro que utiliza el conjunto de la fig. anterior ;

la fig. 27 da el esquema de un conjunto constituido por un transformador de grupo seguido de varios filtros ;



2872  
- 3 -

1 91875

la fig. 28 representa un multifasometro que utiliza el conjunto de la fig. anterior ;

la fig. 29 da el esquema de un conjunto de varios transformadores de grupo seguidos de varios filtros ;

las figs. 30 a 33 representan multifasometros que utilizan el conjunto de la figura anterior ;

la fig. 34 da el esquema de un conjunto constituido por un transformador de grupo y un transformador de fases ;

la fig. 35 representa un multifasometro que utiliza el conjunto de la figura anterior ;

la fig. 36 da el esquema de un multigenerador ;

la fig. 37 da el esquema general de una instalacion de radio-balizaje conforme al invento ;

las figs. 38 y 39 son variantes de la misma ;

las figs. 40, 42, 44, 46, 48 y 49 dan otros ejemplos de instalaciones conforme al invento ;

las figs. 41, 43, 45, 47, 51 y 52 representan redes de curvas equifases obtenidas con las instalaciones anteriores ;

la fig. 50 facilita la comprension de ciertas notaciones relativas a la determinacion de la forma de las curvas equifases ;

la fig. 53 da un ejemplo de instalacion que permite conocer la posicion del receptor de una manera completa y exacta de ambigüedad ;

las figs. 54, 55, 56 por una parte y 57, 58 y 59



285

1 91 875

- 4 -

por otra parte ilustran dos ejemplos concretos de instalaciones conforme al invento.

Con el fin de facilitar la comprension del dibujo los elementos que cumplen las mismas funciones en todas las figuras se designaran respectivamente por las notaciones genericas siguientes :

Amplificador .....	AM
Filtro amplificador .....	AF
Filtro substractor .....	SF
Generador .....	GE
Generador sincronizado .....	SG
Multiplicador de frecuencia .....	FM
Heterodina .....	HE
Mezcladora .....	MI
Transformador de fases .....	PS
Servo-motor .....	SM
Generador de frecuencia .....	FO
Fasometro .....	PH
Emisor .....	TR
Multigenerador .....	MG
Multifasometro .....	MP

El ejemplo de aplicacion del invento que forma el objeto de las figs. 1, 2 y 3, permite a la tripulacion de un avion equipado con el debido receptor determinar la distancia que separa dicho avion del centro de una estacion emisora de

1 91 875

posicion fija y conocida.

Dicho ejemplo que se describe de una manera concreta pero somera da una idea de conjunto de la constitucion general de una instalacion de radio-balizaje conforme al invento. Desde luego la estructura, el funcionamiento y la interdependencia de los elementos de que se compone se describiran en detalle en lo que sigue de la descripcion y no podran comprenderse perfectamente sino después de lectura de la misma.

La fig. 1 es una vista de plano, a la escala de 1/500.000 en la que A, B, C, D, E designan los emplazamientos de las antenas de los cinco emisores de que consta la estacion emisora, y de los cuales cada uno produce una onda radio-eléctrica sostenida pura. Dichas antenas van situadas en las cuatro esquinas de un cuadrado inscrito en un círculo de un kilometro de radio cuyo centro es E.

El conjunto de los cinco emisores constituye lo que convendremos en llamar el "multigenerador".

Las frecuencias de las ondas emitidas tiene respectivamente los siguientes valores :

1.499.470 ciclos (A), 1.500.500 ciclos (B) 1.500.  
ciclos  
330/(C), 1.499.700 ciclos (D) y 1.500.000 ciclos (E).

La potencia de los emisores es por ejemplo de 25 vatios por los cuatro primeros y de 100 vatios por el quinto. Las antenas emisoras son antenas corrientes de 20 metros de alto por ejemplo.



1950.

- 6 -

1 91 875

$R_r$  designa el emplazamiento de la antena de un receptor llamado "receptor de regulacion" que forma parte de la estacion emisora y la completa. Dicho receptor sirve en efecto, como se expondra mas adelante, para accionar la regulacion del emisor que alimenta la antena E. El emplazamiento de  $R_r$  est fijo, y su distancia al punto E es igual a 2.400 metros.

R designa la antena del receptor movil instalado en el avion cuya tripulacion desea saber la distancia que lo separa del punto E. Como se expondra mas adelante, el receptor movil permite deducir de las corrientes que resultan de las ondas recibidas, dos corrientes de baja frecuencia, y medir el desplazamiento de fases relativo  $\phi$  de estas dos corrientes.

Dicho desplazamiento de fases es unicamente funcion de la posicion del avion y solo depende muy sensiblemente de la distancia al punto E. (tan pronto como dicha distancia alcanza varios kilometros, se tiene aproximadamente :  $\phi = \frac{1.500}{D}$ , expresando  $\phi$  en grados , y D en kilometros). Se han representado ademas en 1, 2, 3, 4 y 5, varias circunferencias que constituyen las curvas equifases correspondientes respectivamente a D = 5, 10, 15, 20 y 25 kilometros es decir a  $\phi = 360, 180, 120, 90$  y 72 grados.

Se notara :

por una parte que el conocimiento del valor de la distancia D es de por si insuficiente para poder determinar de una manera completa la posicion del avion ;



B.1950

1 91 875

por otra parte que si la distancia  $D$  llega a ser inferior a 5 kilometros, el desplazamiento de fases pasa de  $360^\circ$ , es decir que el fasometro da las mismas indicaciones que si  $D$  fuera muy grande. Como es bien conocido de los especialistas, semejantes ambigüedades se presentan en la mayor parte de los sistemas de localizacion que utilizan medidas de desplazamiento de fases.

En lo que sigue de la descripcion se mostrara como ciertas instalaciones mas complejas permiten suprimir estas dos especies de indeterminaciones y permiten efectuando simultaneamente (o a intervalos de tiempo proximos) varias medidas de desplazamiento diferentes, obtener una localizacion a la vez completa y exacta, exenta de ambigüedad.

La fig. 2 da el esquema del receptor movil. Dicho receptor, llamado a continuacion "multifasometro" se compone de un conjunto 6, llamado "operador de frecuencia", que permite deducir de las corrientes que resultan de las ondas recibidas las dos corrientes de baja frecuencia precisadas, y de un fasometro 7 que permite medir el desplazamiento de ambas corrientes.

El operador de frecuencias 6 comprende una heterodina 8 que produce una corriente senoidal de frecuencia igual a 1.972 kilociclos, cuatro lamparas mezcladoras 9, 10, 11, y 12 y seis filtros amplificadores 13, 14, 15, 16, 17 y 18 cuyas bandas pasantes estan limitadas respectivamente a las frecuencias para 13:  $1.500 \pm \frac{10}{10}$  kilociclos; para 14:  $472 \pm 2$  kilociclos; para

1 91 875

- 8 -

15:  $515 \pm 50$  ciclos; para 16:  $315 \pm 50$  ciclos; para 17 y 18:  $30 \pm 20$  ciclos.

El multifasometro así constituido funciona como sigue: la antena R recibe las cinco ondas emitidas por los cinco emisores A, B, C, D, E. El conjunto formado por estas cinco ondas es equivalente a una portadora de 1.500.000 ciclos (es decir que por eso esta última onda es emitida con mayor potencia que las otras), modulada en banda única por las otras cuatro ondas emitidas, creando la onda de 1.499.470 ciclos una modulación de 500 ciclos, la de 1.500.500 ciclos una modulación de 500 ciclos, la de 1.500.330 ciclos una modulación de 330 ciclos, la de 1.499.700 ciclos una modulación de 300 ciclos.

El conjunto constituido por los elementos 13, 8, 9, 14 y 10 es enteramente igual a las partes alta frecuencia y frecuencia media de un receptor superheterodino corriente graduado a 1.500 kilociclos, desempeñando las mezcladoras 9 y 10 respectivamente el papel de primera y segunda detectora. A la salida de la mezcladora 10, encontraremos pues cuatro corrientes de bajas frecuencias respectivamente iguales a 530, 500, 330 y 300 ciclos, resultantes de la detección de las cuatro modulaciones precitadas.

Las dos corrientes de corrientes respectivas 530 y 500 son seleccionadas y amplificadas por el filtro amplificador 15. A la salida de la mezcladora 11, encontraremos pues una corriente de 30 ciclos, que resulta de la substracción de las



- 9/10 -

1 91 875

frecuencias 530 y 500 ciclos. Esta corriente es seleccionada y amplificada por el filtro amplificador 17.

Asimismo, las dos corrientes de frecuencias respectivas 330 y 300 son seleccionadas y amplificadas por el filtro amplificador 16. A la salida de la mezcladora 12, se encuentra pues una corriente de 30 ciclos, que resultan de la sustracción de las frecuencias 330 y 300 ciclos. Esta corriente es seleccionada y amplificada por el filtro amplificador 18.

El fasometro 7 recibe las dos corrientes de 30 ciclos que salen respectivamente de los filtros amplificadores 17 y 18, y mide su desplazamiento de fases relativo; hemos visto antes que esta medida da un dato acerca de la posición del avion, y muy particularmente de la distancia que le separa de cierto punto de posición fija y conocida (punto E de la fig=1).

Sin entrar en el detalle de las explicaciones susceptibles de justificar este resultado y que serán dadas más adelante en la descripción, conviene señalar :

que la igualdad existente entre las frecuencias de las dos corrientes recibidas por el fasometro;7, no necesite para nada que cada una de las frecuencias de las cinco ondas emitidas coincida exactamente con su valor nominal (lo que ciertamente no sería realizable), pero necesita solamente que la frecuencia de la onda que desempeña el papel de portadora sea exactamente igual al término medio de las otras cuatro ondas emitidas ;



- 11 -

1 91 875<sup>2</sup>

que se consigue ese resultado, como se explicara a continuacion, por medio de una regulacion de la onda que desempeña el papel de portadora ;

que se efectua dicha regulacion, no solamente en la frecuencia de dicha onda, sino también en su fase instantanea, y ello de tal modo que dicha fase  $\varphi_E$  sea igual al promedio de las fases instantaneas  $\varphi_A$ ,  $\varphi_B$ ,  $\varphi_C$ ,  $\varphi_D$ , de las otras cuatro ondas emitidas, de lo que resulta que la expresion :  $4 \varphi_E - (\varphi_A + \varphi_B + \varphi_C + \varphi_D)$  es constantemente igual a 0.

Pues, se observara que el desplazamiento de fases relativo  $\varphi$  medido por el fasometro 7, depende de la fase de cada una de las cinco corrientes que resultan de la recepcion por la antena R, de las cinco ondas emitidas. En efecto, se puede observar que este desplazamiento de fases relativo es igual a la expresion :  $4 \varphi_E - (\varphi_A + \varphi_B + \varphi_C + \varphi_D)$ , quedando precisado que las fases de que se trata ya no son como antes, tomadas a la salida de las antenas emisoras, sino a la llegada de las ondas en la antena receptora.

Esta pues claro que la medida del desplazamiento de fases relativo  $\varphi$  efectuada por el fasometro 7, da el valor de la variacion sufrida por la expresion precitada, por el efecto de los desplazamientos de fases de que es objeto cada una de las ondas durante su trayecto entre su antena emisora y la antena receptora. Pues, sabido es que una onda de 1.500.000 ciclos que recorre una distancia D expresada en kilometros, sufre

1 91 875

un desplazamiento de fases negativo igual en grados a  $- 1.800 \frac{D}{D_E}$ . Se comprueba pues facilmente que en el presente ejemplo el desplazamiento de fases relativo  $\varphi$  expresado en grados sera muy sensiblemente igual a la expresion :  $\varphi = 1.800 (D_A + D_B + D_C + D_D - \frac{D_E}{D})$  en la que  $D_A, D_B, D_C, D_D, D_E$  designan las distancias expresadas en kilometros que separan el receptor de cada uno de los emisores que, en la fig. 1, son indicados en A, B, C, D, E.

Asi pues, un calculo geométrico sencillo que se dara explicitamente mas adelante demuestra que dados los emplazamientos A, B, C, D, E la expresion anterior se convierte, en cuanto la distancia  $D$  entre el receptor y el punto E alcanza a varios kilometros, en aproximadamente igual, conforme se ha dicho anteriormente, a  $\frac{1.800}{D}$ . Muy generalmente, en las diversas instalaciones descritas a continuacion, el desplazamiento de fases medido por el fasometro que constituye la parte terminal de un multifasometro, es siempre igual, con una constante sobre poco mas o menos, a una suma algebraica, de fases, estando éstas afectadas a ciertos coeficientes enteros semejantes al coeficiente 4 que afecta anteriormente la fase  $\varphi_E$ .

Para dar mayor claridad a la narracion que sigue, los solicitantes han convenido dar a dicha suma algebraica la denominacion de "fase total" del grupo de corrientes consideradas, y dar a los coeficientes enteros precitados la denominacion de "pesos". Paralelamente, se ha designado con el nombre de "multifasometro", el aparato que comprende en combinacion



- 13 -

2  
1 91 875

con un fasometro, un conjunto denominado éste "operador de frecuencias" que comprende especialmente unos filtros amplificadores y esencialmente unos mezcladores de frecuencias que permiten realizar, partiendo de las corrientes recibidas por el multifasometro, dos nuevas corrientes cuyas frecuencias, con preferencia bajas son, al menos sensiblemente, iguales la una a la otra y esencialmente iguales a sumas algebraicas de las frecuencias de las corrientes recibidas, siendo dichas frecuencias afectadas en estas sumas algebraicas a coeficientes enteros positivos y negativos. Las fases instantaneas de estas nuevas corrientes son por consiguiente iguales a sumas algebraicas de las fases instantaneas de las corrientes recibidas afectadas con los mismos coeficientes enteros que las frecuencias correspondientes

En definitiva, el multifasometro así constituido permite medir la fase total del grupo de corrientes recibidas. El resto de la narracion hará aparecer por otra parte la utilidad de esta nueva terminología.

La fig. 3 da el esquema de la estacion emisora :  
19, 20, 21, 22 designan los cuatro emisores cuyas antenas se indican respectivamente en A, B, C, D. Cada uno de ellos produce con una potencia de 25 vatios, una onda sostenida pura cuya frecuencia se gradua por lo mejor a su valor nominal (dado mas arriba) y se estabiliza por cristal; 25 designa el quinto emisor que tiene su antena en E. Dicho emisor está constituido por un dispositivo 24 llamado mas adelante "generador sincronizado" y

un amplificador de potencia 25. El generador sincronizado 24 comprende un generador 26, un dispositivo transformador de fases 27, y un servo-motor 28 cuyo arbol de salida se indica en 29. El generador 26 produce una corriente senoidal cuya frecuencia de 1.500 Kc se estabiliza por cristal, pero puede ser modificada en algunos ciclos en ambas partes de su valor nominal, por medio de un dispositivo de reglaje constituido por ejemplo por una capacidad variable asociada al circuito oscilante de que forma parte el cristal y maniobrabable por medio de un eje de mando 30.

El dispositivo transformador de fases 27 maniobrabable por un eje de mando 31 es atravesado por la corriente producida por el generador 26. Crea entre su corriente de entrada y la de salida, un desplazamiento de fases con preferencia igual al angulo que define la posicion de su arbol de mando.

El amplificador 25 da a la corriente que sale del transformador de fases 27, la potencia requerida (100 vatios) para alimentar convenientemente la antena E.

El servo-motor 28 consiste por ejemplo en un motor asincronico difasico cuyo rotor tiene una débil inercia y una resistencia superior a su resistencia para su frecuencia de trabajo, y en amplificadores cuya ganancia es suficiente para asegurar el arrastre del motor asincronico por las corrientes que alimentan el servo-motor. Un enlace mecanico 32 une sin desmultiplicacion, y de la manera mas directa posible, el ar-



191875

bol de salida 29 del servo-motor al eje de mando 31 del transformador de fases 27. Un segundo enlace mecanico 33 une, por mediacion de una fuerte desmultiplicacion, el arbol de salida 29 del servo-motor, al eje de mando 30 del dispositivo de reglaje en frecuencia incluso en el generador 26.

34 designa el receptor de regulacion cuya antena esta en  $R_r$ . Esta constituido por un operador de frecuencias idéntico al indicado en 6 en la fig. 2.

35 designa los dos hilos que unen la salida del receptor 24 a los amplificadores de entrada del servo-motor 28.

La estacion emisora asi constituida funciona como sigue : los cinco emisores 19 a 23 producen como mencionado anteriormente cinco ondas sostenidas puras, de frecuencias respectivas iguales a : 1.499.470 ciclos, 1.500.500 ciclos, 1.500.330 ciclos, 1.499.700 ciclos, 1.500.000 ciclos; merced a la antena  $R_r$ , el receptor 34 recibe estas cinco ondas, estando constituido por un operador de frecuencias idéntico al descrito en la fig. 2, funciona de la misma manera y produce pues corrientes de 30 ciclos.

Por mediacion de dos hilos 35, estas dos corrientes, después de amplificadas convenientemente, alimentan respectivamente los dos arrollamientos del stator del motor asincronico que constituye el servo-motor 28, y por mediacion de los enlaces mecanicos 32 y 33, del dispositivo de reglaje en frecuencia incluso en el generador 26, y del dispositivo transformador

28 FEB



- 16 -

191875

de fases 27, reaccionan sobre el reglaje en fase de la onda emitida por el emisor 23, y sobre su reglaje en frecuencia. Asi pues, puede comprobarse que toda modificacion introducida en la fase de esta onda repercute en el desplazamiento de fases relativo de las dos corrientes de que se trata, de modo que la cadena de reaccion asi realizada se cierra sobre ella misma y funciona como un sistema dependiente.

Efectivamente, dicho sistema toma con mucha facilidad y rapidez su equilibrio (basta para ello que los enlaces 32 y 33 actuen en el sentido debido para que dicho equilibrio sea estable), al cual se caracteriza por los puntos siguientes:

las dos corrientes de 30 ciclos tienen exactamente la misma frecuencia una que otra, y su desplazamiento de fases es nulo (practicamente a un grado mas o menos);

la frecuencia y la fase instantanea de la onda de 1.500.000 ciclos son respectivamente iguales al promedio de las frecuencias y al promedio de las fases instantaneas de las otras cuatro ondas;

el arbol de salida del servo-motor 28 (y por consiguiente las piezas moviles con las que esta enlazado mecanicamente) solo da vueltas a medida que las frecuencias de las ondas emitidas son objeto de variaciones accidentales (debidas por ejemplo a una desviacion de los cuarzos incluidos en los emisores 19 a 23.

En tales condiciones, la indicacion del fasometro



1 91 875

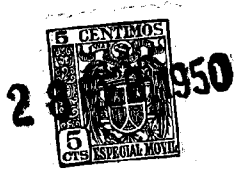
es función de la distancia que separa la antena del móvil de la antena fija E.

Vamos a describir ahora de una manera completa y detallada los diversos elementos de que se compone la instalación que se acaba de describir a título de introducción de esta solicitud. Dichos elementos serán sucesivamente el multifasómetro (estación receptora) es decir la combinación de un operador de frecuencias y de un fasómetro y el multigenerador (estación emisora) comprendiendo preferentemente un receptor de regulación. Se darán por fin otros varios ejemplos de realización de otras instalaciones conforme al invento.

MULTIFASOMETRO

Como su nombre lo indica, el multifasómetro es un aparato destinado a medir la "fase total" por lo menos de un grupo de corrientes senoidales. El concepto de "fase total" de un grupo de corrientes siendo nuevo, es necesario antes de emprender la descripción de dicho aparato precisar algunas nociones conocidas relativas a la fase y la frecuencia de las corrientes :

Sabido es que, dadas dos corrientes eléctricas de frecuencias  $F_1$ ,  $F_2$ , es posible, mediante un dispositivo mezclador de frecuencias, realizar una o mas corrientes cuyas frecuencias  $f'$   $f''$  son respectivamente idénticas es decir iguales, mismo si cualquiera de las frecuencias  $F_1$  o  $F_2$  varia , en las expresiones :



1 91 875

$$K_1' F_1 + K_2' F_2$$

$$K_1'' F_1 + K_2'' F_2$$

siendo  $K_1'$  y  $K_2'$ ,  $K_1''$  y  $K_2''$  numeros enteros positivos, negativos o nulos cuya eleccion solo esta sometida a la unica condicion de volver positiva cada una de las expresiones de que se trata.

Mas generalmente se concibe que, dadas dos corrientes electricas de frecuencias  $F_1, F_2 \dots F_n$ , es posible, por medio de dispositivos mezcladores o multiplicadores de frecuencias, y comprendiendo ademas si es preciso dispositivos de filtrar y de amplificacion, realizar una o mas corrientes electricas cuyas frecuencias  $f', f'' \dots$  son respectivamente idénticas, es decir iguales, mismo cualquiera de las frecuencias  $F_1, F_2 ; ; ; F_n$ , varia, en las expresiones :

$$K_1' F_1 + K_2' F_2 \dots \dots \dots + K_n' F_n$$

$$K_1'' F_1 + K_2'' F_2 \dots \dots \dots + K_n'' F_n$$

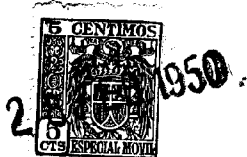
.....

siendo  $K_1', K_2' \dots K_n', K_1'', K_2'' \dots K_n'' \dots$  numeros enteros positivos, negativos, negativos o nulos cuya eleccion solo esta sometida a la unica condicion de volver positiva cada una de las expresiones de que se trata.

Se precisa que tal conjunto se designara a continuacion con el nombre de operador de frecuencias.

Se precisa también que en la presente narracion se llamara :

fase inicial de una corriente eléctrica senoidal de



191875

frecuencia  $F$ , el valor de la expresion  $\varphi_0 = 2\pi Ft_0$ ,  $t_0$  siendo el tiempo transcurrido entre el instante en que se ha producido el maximun de la ultima alternacion positiva que precedio al origen de los tiempos y dicho origen de los tiempos;

fase instantanea de la misma corriente en el instante  $t$ , siendo el valor de la expresion  $\varphi = 2\pi Ft + \varphi_0$ , el tiempo transcurrido desde el origen de los tiempos hasta el instante considerado.

Las fases de que se trata se expresaran por ejemplo en radiantes. Resulta de tales disposiciones que la fase inicial es necesariamente inferior a  $2\pi$  radiantes mientras que la fase instantanea en el instante  $t$  puede sobrepasar varias veces  $2\pi$  radiantes.

fasometro cualquier aparato susceptible, dadas dos corrientes cuyas frecuencias  $f'$  y  $f''$  son iguales o casi iguales una y otra, de medir su desplazamiento de fases instantaneo, es decir a un numero entero de  $2\pi$  radiantes poco mas o menos, el valor de las diferencias  $\varphi' - \varphi''$  de las fases instantaneas  $\varphi'$  y  $\varphi''$  de las dos corrientes de que se trata. En el caso de que las dos frecuencias  $f'$  y  $f''$  sean exactamente iguales, la diferencia  $\varphi' - \varphi''$  no varia ciertamente en funcion del tiempo; en caso de que éstas sean casi iguales, dicha diferencia varia en funcion del tiempo. Por la expresion "casi iguales", se entiende en el presente texto que la diferencia de las frecuencias es tal que la frecuencia de oscilamiento es ne-



191875

tamente inferior a la frecuencia propia del fasometro, de modo que éste da a cada instante correctamente el valor de la diferencia  $\varphi' - \varphi''$  de las fases instantaneas.

En fin, se ha precisado que en la presente narracion se llamara :

grupo de corriente : un conjunto constituido por varios corrientes de frecuencias  $F_1, F_2 \dots\dots F_n$ , a las que se han afectado respectivamente coeficientes  $K_1, K_2 \dots\dots K_n$ , siendo dichos coeficientes numeros enteros, positivos, negativos o nulos, que se escogen cuando se determinan las caracteristicas de una instalacion a realizar y ello en funcion de la aplicacion a que se destina la instalacion;

peso de una corriente, al coeficiente  $K_1, K_2 \dots\dots K_n$  que se le afecta en el grupo considerado;

peso total de un grupo de corrientes a la suma algebraica de los pesos de las corrientes que constituyen dicho grupo ;

frecuencia total de un grupo de corrientes al valor la expresion :

$$F = K_1 F_1 + K_2 F_2 \dots\dots\dots + K_n F_n$$

fase inicial de un grupo de corrientes, al valor de la expresion :

$$\varphi_0 = K_1 \varphi_0^1 + K_2 \varphi_0^2 \dots\dots\dots + K_n \varphi_0^n$$

designando  $\varphi_0^1, \varphi_0^2 \dots\dots\dots \varphi_0^n$  respectivamente las fases iniciales de las diferentes corrientes del grupo;



191875

fase total de un grupo de corrientes en el instante  $t$ , al valor de la expresion :

$$\phi = K_1\varphi_1 + K_2\varphi_2 \dots\dots\dots + K_n\varphi_n$$

designando  $\varphi_1\varphi_2 \dots\dots\dots \varphi_n$  las fases instantaneas de las dife-  
tes corrientes del grupo en ese instante  $t$ .

Debe senalarse :

que la frecuencia total de un grupo de corrientes  
puede ser positiva, negativa o nula ;

que la fase inicial de un grupo de corrientes es una  
constante independiente del tiempo y cuyo valor solo depende de  
las fases iniciales y de los pesos de las corrientes que cons-  
tituyen el grupo;

que se tiene a cada instante la relacion:  $\phi = 2\pi ft$   
 $+ \phi_0$ ;

que de ello resulta que la velocidad de variacion de  
la fase total de un grupo de corrientes es igual a su frecuen-  
cia total multiplicada por  $2\pi$  lo mismo que la velocidad de va-  
riacion de la fase instantanea de una corriente es igual a su  
frecuencia multiplicada por  $2\pi$ ;

que si la frecuencia total de un grupo es nula, la  
fase total de este grupo tiene un valor constante, es decir in-  
dependiente del tiempo.

El invento introduce pues la nocion de fase total y  
de frecuencia total de un grupo de corrientes y utiliza el ho-  
cho de que si dicha frecuencia total es nula o casi nula, esta



2017

fase total es constante o varia con poca rapidez; permite, dando un grupo de tres corrientes por lo menos cuyos frecuencias y pesos respectivos se han escogido segun el uso a que se destina el grupo y tales que la frecuencia total del grupo sea nula o casi nula, medir la fase total del citado grupo.

Sabido es en efecto, que ésto es posible en cuano a un grupo de dos corrientes cuyas frecuencias son iguales o casi iguales la una a la otra, o iguales a dos harmonicas diferentes de una misma frecuencia. Asi pues, el invento tendra aplicaciones analogas pero mas extensas que las medidas de desplazamiento de fases practicadas actualmente.

El invento llega al resultado de que se trata, es decir a la medida de la fase total de un grupo de por lo menos tres corrientes utilizando un aparato que se llamara multifasometro, que esta constituido por un generador de frecuencias y un fasometro, y caracterizado por el funcionamiento siguiente :

Dado un grupo de  $n$  corrientes eléctricas (siendo  $n$  superior o igual a 3), en el que  $F_1, F_2, \dots, F_n$  designan los pesos respectivos, precisandose que la frecuencia total del grupo :

$$F = K_1 F_1 + K_2 F_2 \dots \dots \dots + K_n F_n$$

es nula o casi nula, se realiza por una parte mediante el operador de frecuencias una primera corriente cuya frecuencia  $f'$  es idéntica, es decir igual, mismo si cualquiera de las frecuencias  $F_1, F_2, \dots, F_n$  varia, a la expresion  $K_1 F_1 + K_2 F_2 \dots$



1 91875

+  $K'_n F_n, K'_1, K'_2 \dots K'_n$  siendo numeros enteros positivos, negativos o nulos cuya eleccion esta solamente sometida a la unica condicion de volver positiva la expresion de que se trata, y una segunda corriente cuya frecuencia  $f''$  es idéntica a la expresion  $K''_1 F_1 + K''_2 F_2 \dots + K''_n F_n, K''_2, K''_n \dots K''$  siendo definidos por las relaciones siguientes :

$$K'_1 - K''_1 = K_1$$

$$K'_2 - K''_2 = K_2$$

.....

$$K'_n - K''_n = K_n$$

de lo que resulte que las frecuencias  $f'$  y  $f''$  son iguales o casi iguales la una a la otra puesto que su diferencia al ser igual a la frecuencia total del grupo de corrientes es nula o casi nula, y que por otra parte se mide con el fasometro el desplazamiento de fases instantaneo que existe en el instante  $t$  entre las dos corrientes de frecuencias respectivas  $f'$  y  $f''$  asi realizadas. Este desplazamiento de fases en el instante  $t$  es, mas o menos con un multiplo de  $2\pi$  radiantes, igual a la expresion  $\phi + K_0$ , designando  $\phi$  la fase total en el instante  $t$  del grupo de corrientes considerado, y designando  $K_0$  una constante independiente del tiempo e independiente de las fases iniciales o instantaneas de las diferentes corrientes del grupo, constante cuyo valor depende unicamente de las frecuencias  $F, F \dots F$  de dichas corrientes y de las caracteristicas de los diferentes organos del multifasometro.



1 91875

Puede comprobarse, en efecto, que los derivados con relacion al tiempo del desplazamiento de fasas medido y de la fase total  $\phi$  siendo iguales ambos a la frecuencia total  $F$ , multiplicada por  $2\pi$ , son iguales la una a la otra.

De ello resulta, y siendo ésto una característica importante del invento, que la indicacion dada por el multifasometro es la misma cualesquiera que sean los valores de los coeficientes  $K'_1, K'_2, \dots, K'_n$ , y de cualquier manera que se realicen las dos corrientes de frecuencias respectivas  $f'$  y  $f''$ , puesto que dicha indicacion da, como queda dicho, el valor de la fase total  $\phi$  mas o menos con la constante  $K_0$ .

Dicha constante  $K_0$  puede ser determinada una vez para siempre por ejemplo alimentando directamente el multifasometro con un grupo de corrientes en el que la frecuencia total y la fase total son y permanecen nulas. Hecho ésto, es facil, si se quiere, desviar el cero del aparato para eliminar la constante  $K_0$ . Se observara ademas que en la mayor parte de los casos no es indispensable conocer  $K_0$ .

En la fig. 4, 101 designa el circuito de entrada del multifasometro; 102, 103, 104 designan cada uno un filtro amplificador; 105 a 110 designan cada uno un multiplicador de frecuencia seguido de un filtro amplificador; 111 a 114 designan cada uno un mezclador de frecuencias seguido de un filtro amplificador; 115 designa un fasometro.

El funcionamiento del multifasometro asi constituido



191875

es el siguiente :

el circuito de entrada marcado 101 lleva al multifasometro las tres corrientes que constituyen el grupo cuya fase total se quiere medir. Las frecuencias y los pesos de dichas corrientes se designaran respectivamente por  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ , y por  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ . La frecuencia total del grupo sera pues igual a :  $F = K_1 F_1 + K_2 F_2 + K_3 F_3$ , y, para permitir un funcionamiento normal del aparato, debera ser nula o casi nula.

Cada uno de los filtros amplificadores marcados 102, 103, 104 deja pasar y amplifica, con exclusion de cualquier otra corriente, una de las corrientes del grupo, a saber :

la corriente de frecuencia  $F_1$  por el dispositivo marcado 102; la corriente de frecuencia  $F_2$  por el dispositivo marcado 103; la corriente de frecuencia  $F_3$  por el dispositivo marcado 104 ;

Los multiplicadores de frecuencia marcados 105 a 110 efectuan respectivamente las multiplicaciones de frecuencia siguientes :

105 multiplica la frecuencia  $F_1$  por el valor absoluto del coeficiente  $K_1$  ; 106 multiplica la frecuencia  $F_2$  por el valor absoluto del coeficiente  $K_2$  ; 107 multiplica la frecuencia  $F_3$  por el valor absoluto del coeficiente  $K_3$  ; 108 multiplica la frecuencia  $F_1$  por el valor absoluto del coeficiente  $K_1''$  ; 109 multiplica la frecuencia  $F_2$  por el valor absoluto del coeficiente  $K_2''$  ; 110 multiplica la frecuencia  $F_3$  por el valor



28

1 91 875

absoluto del coeficiente  $K''$  ;  $K'$ ,  $K''$ ,  $K'$  son coeficientes enteros positivos, negativos o nulos cuya eleccion esta sometida solamente a la condicion de volver positiva la expresion :

$$f' = K'_1 F_1 + K'_2 F_2 + K'_3 F_3$$

y  $K''_1$ ,  $K''_2$ ,  $K''_3$  se definen por las relaciones :

$$K'_1 - K''_1 = K_1$$

$$K'_2 - K''_2 = K_2$$

$$K'_3 - K''_3 = K_3$$

111 efectua partiendo de las corrientes que salen respectivamente de los dispositivos 105 y 106, la adiccion o la substraccion de frecuencias necesaria para la realizacion de la corriente cuya frecuencia es idéntica en valor absoluto a la expresion  $K'_1 F_1 + K'_2 F_2$  ; 112 efectua partiendo de las corrientes que salen respectivamente de los dispositivos 111 y 107, la adiccion o la substraccion de frecuencias necesarias para la realizacion de la corriente cuya frecuencia  $f'$  es idéntica a la expresion  $K'_1 F_1 + K'_2 F_2 + K'_3 F_3$  ; 113 efectua partiendo de las corrientes que salen respectivamente de los dispositivos 108 y 109 la adiccion o la substraccion de frecuencias necesaria para la realizacion de la corriente cuya frecuencia es idéntica en valor absoluto a la expresion  $K''_1 F_1 + K''_2 F_2$  . 114 efectua partiendo de las corrientes que salen respectivamente de los dispositivos 113 y 110, la adiccion o la substraccion de frecuencias necesaria para la realizacion de la corriente cuya frecuencia  $f''$  es idéntica a la expresion  $K''_1 F_1 + K''_2 F_2 + K''_3 F_3$  .



28

191875

El fasómetro 115 mide el desplazamiento de fases instantáneas de las dos corrientes de frecuencias respectivas  $f'$  y  $f''$ , que salen respectivamente de los dispositivos 112 y 114, es decir que mide, con un múltiplo de  $2\pi$  radianes mas o menos, la diferencia  $\varphi' - \varphi''$  de las fases instantáneas de dichas dos corrientes. Puede comprobarse que la diferencia de frecuencias  $f' - f''$  siendo idéntica a la frecuencia total  $F$  del grupo de corrientes que entran en el multifasómetro, la diferencia de las fases instantáneas  $\varphi' - \varphi''$  solo difiere de la fase total del citado grupo de una constante  $K_0$  que puede ser determinada o disminuida una vez para siempre, por ejemplo, como se ha indicado anteriormente.

Si las tres corrientes de frecuencia  $F_1, F_2, F_3$  son dirigidas al multifasómetro por circuitos diferentes, los dispositivos 102, 103, 104 pueden reducirse a una misión de amplificación o hasta ser suprimidos.

Igualmente, si uno de los coeficientes  $K_1', K_2', K_3', K_1'', K_2'', K_3''$  es igual bien sea a  $+1$ , o a  $-1$ , claro está que el multiplicador de frecuencia correspondiente llega a ser inútil.

Asimismo, si uno de estos coeficientes es nulo, el multiplicador de frecuencias correspondiente y el mezclador de frecuencias que le sigue llegan a ser ambos inútiles.

Fácil es darse una cuenta que el ejemplo de realización de un multiplicador que se acaba de describir, aunque solo corresponda al caso particular en que el grupo de corrien-



B. 1950

- 28 -

# 1 91 875

tes cuya fase total mide no consta mas que de tres corrientes, puede generalizarse facilmente, es decir que, cualquiera que sea el numero de corrientes de que conste un grupo, y cualesquiera que sean los valores de las frecuencias y pesos de dichas corrientes, es posible construir un multifasometro capaz de medir la fase total de dicho grupo.

Es interesante senalar que la realizacion de un multifasometro, por el hecho mismo de que permite medir la fase total de un grupo de corrientes, da a esta nocion de fase total un sentido fisico, y se nota facilmente que esta realizacion da igualmente un sentido fisico a la nocion de peso de una corriente. Para ello, basta suponer que se realiza una experiencia que se describe a continuacion, y que llamaremos "experiencia del desarreglo virtual".

a) Se tome un multifasometro capaz de medir la fase total de un grupo de corrientes que tengan características dadas. El fasometro que constituye el elemento final de este multifasometro da por consiguiente el valor de la fase total de este grupo, por ejemplo mediante una aguja que se mueve delante de una graduacion, y que da una vuelta cuando la fase medida aumenta de  $2\pi$  radianes.

b) Se alimenta dicho multifasometro por medio de un grupo de corrientes que presentan las características a que esta adaptado el multifasometro, y cuya frecuencia es nula. La fase total tiene entonces un valor constante, y la aguja indi-



191875

dora del fasometro esta inmóvil.

c) Por un medio cualquiera, se aumenta de un ciclo la frecuencia de cualquiera de las corrientes que entran o circulan por el multifasometro. La aguja indicadora da entonces  $K$  vueltas por segundo, siendo  $K$  un coeficiente entero, positivo si la aguja da vueltas en el sentido de la graduación, negativo si la aguja da vueltas en sentido inverso o nulo si la aguja no da vueltas.

Así pues, puede comprobarse :

por una parte, que si en vez de actuar sobre la frecuencia de una corriente, se actúa sobre su fase, es decir que si por cualquier medio, se aumenta por ejemplo un radiante la fase de cualquiera de las corrientes que entran o circulan por el multifasometro, la aguja indicadora se moverá  $K$  radianes, siendo  $K$  el mismo coeficiente entero que anteriormente;

por otra parte, que si se trata de una de las corrientes que entran en el multifasometro, el coeficiente  $K$  no es otro sino el peso de la corriente en el grupo cuyo multifasometro mide la fase total.

La experiencia descrita anteriormente permite pues por una parte, generalizar la definición del peso de una corriente limitada hasta aquí a las corrientes que entran en un multifasometro, y hacerla extensiva a las corrientes que circulan por un multifasometro, llamando en todos los casos peso de la corriente considerada, al coeficiente entero  $K$  que le cor-

28



- 30 -

1 91 875

respondo; por otra parte, dar al coeficiente así llamado peso, una significación física que solo recurre a nociones muy conocidas del hombre versado en la materia; en efecto, le basta a éste, para darse cuenta del valor del peso de una corriente, suponer que realiza la experiencia descrita anteriormente.

Es por otra parte conveniente para la continuación de la presente narración, sacar de la experiencia que acabamos de describir, algunas consecuencias relativas a las operaciones de adiciones y subtracciones de frecuencias.

Claro se está en efecto, refiriéndonos a la citada experiencia, que si por medio de un mezclador de frecuencias y dos corrientes componentes, de frecuencia  $F_A$  y  $F_B$ , se realiza una nueva corriente de frecuencia  $F_C = F_A + F_B$ , el peso de cada una de las corrientes componentes es igual al peso de la corriente resultante.

Igualmente, es evidente que si por medio de un mezclador de frecuencias y dos corrientes componentes de frecuencias  $F_A$  y  $F_B$ , siendo  $F_A$  más grande que  $F_B$ , se realiza una nueva corriente de frecuencia  $F_D = F_A - F_B$ , teniendo el peso de la corriente componente la mayor frecuencia es igual al peso de la corriente resultante y el peso de la corriente componente que tiene la menor frecuencia es igual al peso de la corriente resultante cambiada de signo.

#### OPERADOR DE FRECUENCIAS

Por lo que se refiere a la realización del operador

285



- 31 -

191875

de frecuencias que constituye, como se ha descrito, la primera parte de un multifasometro debe senalarse que en la practica, no habra que medir nunca la fase total de un grupo de corrientes cualquiera, pues cualquiera que sea la aplicacion considerada, sera necesario realizar primeramente un aparato capaz de producir un grupo de corrientes en la cual se efecturan medidas por medio del multifasometro, y esta claro que se escogeran las características de dicho grupo de corrientes no solamente segun la aplicacion considerada, sino tambien de manera a facilitar la realizacion del multifasometro o a mejorar la precision de las medidas que efectua.

Pues precisamente, una de las características importantes del invento consiste en disposiciones que se describen a continuacion y que permiten, cuando efectivamente se han podido escoger dentro de ciertos limites las características de un grupo de corrientes, realizar un multifasometro facil de construir y capaz de medir la fase instantanea de dicho grupo con una buena precision.

Segun una primera disposicion, se utilizara a titulo de organos componentes para la realizacion de los multifasometros, conjuntos en los que cada uno esta constituido esencialmente por un filtro, por lo general amplificador, seguido de un mezclador de frecuencias, lampara detectora por ejemplo, y cuyo funcionamiento y empleo se caracterizan por el hecho de que, por una parte, el filtro deja pasar, con exclusion de toda



1 91 875

otra corriente, un numero  $N + 1$  de corrientes de frecuencias diferentes pero aproximadas, siendo dicho numero  $N + 1$  por lo menos igual a 2, por otra parte que las corrientes que salen del filtro son dirigidas al mezclador con exclusion de toda otra corriente y, por fin, que entre las corrientes que resultan de las mezclas de frecuencias efectuadas por el mezclador, solo se utilizaran y seran pues seleccionadas por dispositivos que no forman parte del conjunto considerado, pero que van colocados a continuacion del mezclador de dicho conjunto, las  $N$  corrientes que resulten de las  $N$  substracciones de frecuencias efectuadas entre una de las corrientes que salen del filtro, corriente que se llamara corriente principal, y las otras  $N$  corrientes que salen también del filtro.

Los conjuntos asi definidos se llamaran filtros substractores y se precisa que si un filtro substractor es llamado del tipo 1, 2, .....  $N$ , ésto significara que al recibir 2, 3 .....  $N + 1$  corrientes, produce 1, 2 .....  $N$  corrientes utiles. También se precisa que la corriente principal tendra con ventaja un amplitud mayor que la de las demas corrientes.

La fig. 5 da el esquema general de un filtro substractor cuya constitucion y funcionamiento se indican a titulo de ejemplo puramente explicativo en un caso particular de empleo de un filtro substractor de tipo 4. 116 designa un filtro amplificador centrado sobre 2.000 ciclos y que tiene una banda pasante de 1.000 ciclos; 117 designa un mezclador de frecuen-



1950.

- 33 -

191875

cias, lampara detectora por ejemplo; 118 y 119 designan respectivamente el circuito de entrada y el de salida del filtro substractor.

El conjunto asi constituido funciona de la siguiente manera :

El filtro amplificador 116 selecciona, entre las corrientes que le envia el circuito 118, cinco corrientes de frecuencias diferentes pero proximas : 2.320, 2.200, 2.000, 1.780 y 1.700 ciclos.

El mezclador 117 recibe pues, con exclusion de cualquier otra, las cinco corrientes de que se trata y mezcla sus frecuencias. La corriente de frecuencia 2.000 desempenara el papel de corriente principal, es decir que, entre todas las corrientes que resultan de las mezclas efectuadas, solo las cuatro corrientes resultantes de las subtracciones de frecuencias siguientes :

$$2.320 - 2.000 = 320 \text{ ciclos}$$

$$2.200 - 2.000 = 200 \quad -$$

$$2.000 - 1.780 = 220 \quad -$$

$$2.000 - 1.700 = 300 \quad -$$

seran utilizadas. Seran pues, en cuanto salen del mezclador 117 y con exclusion de toda otra corriente que salga de dicho mezclador, seleccionadas por los dispositivos que estan colocados a continuacion del conjunto representado en la fig. 5.

Vemos pues que el filtro substractor disminuye en



28

- 34 -

191875

una unidad el numero de corrientes, y claro esta que reuniendo convenientemente un numero suficiente de filtros substractores se llega finalmente a dos corrientes; basta entonces asociar a dicho conjunto un fasometro precedido por ejemplo de dos filtros que seleccionen cada uno una de dichas corrientes para realizar un multifasometro. Como ya se ha dicho al principio de la narracion, basta en efecto alimentar un fasometro con dos corrientes que resultan de las mezclas de frecuencias convenientes para que dicho aparato dé la fase total del grupo de corrientes que entran en el multifasometro.

Se observara, por ser ésto una característica importante del invento, que el mismo filtro 116 es el que selecciona las corrientes a transmitir al mezclador 117, por oposicion a la disposicion que consistiria en seleccionar aisladamente cada corriente por un filtro distinto. En efecto, en este ultimo caso, la inestabilidad de los filtros crearia desplazamientos de fases inestables provocando variaciones de la fase total del grupo de corrientes, de lo cual errores de medida que pueden quitar toda significacion al resultado.

Por el contrario, puede observarse que en la disposicion adoptada, la inestabilidad del filtro unico que comprende un filtro-substractor no modifica apreciablemente la fase de las corrientes utiles producidas por dicho conjunto; en efecto, los desplazamientos de fases inestables creados por dicho filtro se sustraen los unos de los otros y su diferencia permanece



285

1 91 875

sensiblemente constante, y ello por cuanto que las frecuencias de las corrientes que entran en este conjunto estan visiblemente situadas en el centro de la banda pasante del filtro y que las frecuencias de las corrientes utiles producidas por dicho conjunto son pequenas con relacion a dicha banda pasante. Por consiguiente se ve que la inestabilidad de los filtros que entran en la constitucion de los filtros substractores que forman parte de multifasometro no perturba sensiblemente las indicaciones dadas por este ultimo aparato, es decir que la constante  $K_0$  precitada permanecera estable mismo si se utilizan filtros muy selectivos.

Finalmente, se ve que los filtros substractores bajan las frecuencias de las corrientes, lo que facilita la seleccion de las corrientes que salen de dichos conjuntos y nos conduce a emplear fasometros que funcionan con bajas o hasta con muy bajas frecuencias lo que, como es sabido, es muy ventajoso.

La fig. 6 esquematiza un multifasometro capaz de medir la fase total de un grupo de cuatro corrientes cuyos pesos respectivos son  $K_1 = + 1$  ;  $K_2 = - 1$  ;  $K_3 = - 1$  ;  $K_4 = + 1$ , y cuyas frecuencias respectivas  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  son tales que, por una parte la frecuencia total del grupo  $F = K_1 F_1 + K_2 F_2 + K_3 F_3 + K_4 F_4$  sea nula o casi nula, y por otra parte que las diferencias  $f' = F_1 - F_2$  y  $f'' = F_3 - F_4$  sean iguales a bajas, o hasta muy bajas frecuencias.

120 y 121 designan cada uno un filtro substractor de



1 91 875

tipo 1; 122 y 123 designan cada uno un filtro amplificador passe-bas y 115 un fasometro.

El multifasometro así constituido funciona de la siguiente manera : el filtro substractor/120<sup>120</sup> deja pasar y amplifica, con exclusion de toda otra, las dos corrientes de frecuencia  $F_1$  y  $F_2$ , produce especialmente la corriente de frecuencia  $f' = F_1 - F_2$ ; el filtro substractor marcado 121 deja pasar y amplifica con exclusion de toda otra, las dos corrientes de frecuencia  $F_3$  y  $F_4$ , y produce especialmente la corriente de frecuencia  $f'' = F_3 - F_4$ ; el filtro amplificador passe-bas 122 deja pasar, con exclusion de toda otra, la corriente de frecuencia  $f'$  producida por el filtro substractor 120; el filtro amplificador passe-bas 123 deja pasar, con exclusion de toda otra, la corriente de frecuencia  $f''$  producida por el filtro substractor 121; el fasometro 115 mide el desplazamiento de fases de las corrientes de frecuencias  $f'$  y  $f''$ . Puede observarse que dicho desplazamiento de fases es igual, mas o menos a un multiplo de  $2\pi$  radianes, a la expresion  $\phi + K_0$ , designando  $\phi$  la fase total en el instante  $t$  del grupo de corrientes que entran en el multifasometro: es decir el valor de la expresion :

$$\begin{aligned}\phi &= K_1\varphi_1 + K_2\varphi_2 + K_3\varphi_3 + K_4\varphi_4 \\ &= \varphi_1 - \varphi_2 - \varphi_3 + \varphi_4\end{aligned}$$

designando  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ , respectivamente, las fases instantaneas de las corrientes de frecuencias  $F_1, F_2, F_3, F_4$  que entran en el multifasometro, y designando  $K_0$  una constante independien-



B.1950

- 37 -

1 91875

te del tiempo e independiente de las fases de las diferentes corrientes del grupo; el valor de dicha constante depende únicamente de las frecuencias  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  de dichas corrientes y de las características de los diferentes órganos del multifasometro.

Segun un ejemplo numérico, se tendrá :  $F_1 = 320$ ,  $F_2 = 300$ ,  $F_3 = 220$ ,  $F_4 = 200$  ciclos. Las bandas pasantes de 120 y 121 serán de 50 ciclos y estarán sensiblemente centradas respectivamente sobre 310 y 210 ciclos; los filtros 122 y 123 dejarán pasar las frecuencias inferiores a 100 ciclos; el fasometro 115 es susceptible de medir el desplazamiento de fases de dos corrientes que tengan frecuencias del orden de 20 ciclos.

La fig. 7 esquematiza un multifasometro capaz de medir la fase total de un grupo de cinco corrientes cuyos pesos respectivos,  $K_5$  a  $K_9$ , y las frecuencias respectivas,  $F_5$  a  $F_9$ , están sometidas a las siguientes condiciones :

1.- los pesos  $K_5$  a  $K_8$  son, arbitraria e independientemente los unos de los otros, escogidos iguales a  $+1$  o a  $-1$  ;

2.- el peso  $K_9$  tiene tal valor que la expresión  $K_5 + K_6 + K_7 + K_8 + K_9$  es nula, de lo que resulta, como se ve fácilmente, que  $K_9$  puede ser igual a  $\pm 4$ , a  $\pm 2$  o a cero ;

3.- la frecuencia  $F_9$  se escoge arbitrariamente ;

4.- las demás frecuencias son tales que se tienen las siguientes relaciones :



1 91 875

$$\begin{aligned} F_5 &= F_9 + K_5 F_1 \\ F_6 &= F_9 - K_6 F_2 \\ F_7 &= F_9 - K_7 F_3 \\ F_8 &= F_9 + K_8 F_4 \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} ) \\ ) \\ ) \\ ) \end{array} \right\} (1)$$

estando sometidas las frecuencias  $F_1$  a  $F_4$  a las mismas condiciones que en la realización de la fig. 6.

En la fig. 7, 124 designa un conjunto filtro-substractor de tipo 4 y los otros organos son idénticos a los de la fig. 6 y llevan las mismas referencias.

El filtro substractor 124 recibe y selecciona las cinco corrientes de frecuencias  $F_5$  a  $F_9$  y mezcla sus frecuencias. Entre las corrientes que resultan de las mezclas así efectuadas, se encuentran principalmente las cuatro corrientes de frecuencias  $F_1$  a  $F_4$  cuyos valores resultan de las relaciones (1). Dichas corrientes son seleccionadas por el resto del aparato, el cual funciona como se ha indicado con motivo de la fig. 6. Puede observarse que la fase total medida por el multifasometro es efectivamente la del grupo constituido por las cinco corrientes precitadas.

Segun un ejemplo numérico, se tendrá :

$K_5 = + 1$	$F_5 = 2.320$ ciclos
$K_6 = + 1$	$F_6 = 1.700$ -
$K_7 = + 1$	$F_7 = 1.780$ -
$K_8 = + 1$	$F_8 = 2.200$ -
$F_9 = + 1$	$F_9 = 2.000$ -



191875

la banda pasante del filtro substractor 124 sera de 1.000 ciclos y estara centrada sensiblemente sobre 2.000 ciclos.

La fig. 8 esquematiza un multifasometro capaz de medir la fase total de un grupo de seis corrientes cuyos pesos respectivos  $K_{10}$  a  $K_{15}$ , y frecuencias respectivas  $F_{10}$  a  $F_{15}$ , estan sometidos a las siguientes condiciones :

1.- los pesos  $K_{10}$ ,  $K_{11}$ ,  $K_{13}$ ,  $K_{14}$  son arbitraria e indopendientemente los unos de los otros escogidos a +1 o a -1;

2.- los pesos  $K_{12}$  y  $K_{15}$  tienen tales valores que las expresiones  $K_{10} + K_{11} + K_{12}$  y  $K_{13} + K_{14} + K_{15}$  sean ambas nulas, de lo que resulta que  $K_{12}$  y  $K_{15}$  pueden ser iguales bien sea a + o - 2 o a cero;

3.- las frecuencias  $F_{12}$  y  $F_{15}$  se escogen arbitrariamente;

4.- las demas frecuencias son tales que se tienen las siguientes relaciones :

$$\begin{array}{l}
 F_{10} = F_{12} + K_{10}F_1 \\
 F_{11} = F_{12} - K_{11}F_2 \\
 F_{13} = F_{15} - K_{13}F_3 \\
 F_{14} = F_{15} + K_{14}F_4
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} (2)$$

estando sometidas las frecuencias  $F$  a  $F$  a las mismas condiciones que en la realizacion de la fig. 6.

En la fig. 8, 125 y 126 designan cada uno un filtro substractor del tipo 2; los demas organos son idénticos a los de la fig. 6 y llevan las mismas referencias.



1 91 875

El filtro substractor 125 recibe y selecciona las tres corrientes de frecuencias  $F_{10}$ ,  $F_{11}$  y  $F_{12}$  mezclando sus frecuencias. Entre las corrientes que resultan de dichas mezclas, se encuentran principalmente las corrientes de frecuencias  $F_1$  y  $F_2$  cuyos valores resultan de las relaciones (2).

El filtro substractor 126 recibe y selecciona las tres corrientes de frecuencias  $F_{13}$ ,  $F_{14}$  y  $F_{15}$  mezclando sus frecuencias. Entre las corrientes que resultan de las mezclas así efectuadas, se encuentran principalmente las corrientes de frecuencias  $F_3$  y  $F_4$  cuyos valores resultan de las relaciones (2). Las cuatro corrientes de frecuencias  $F_1$  a  $F_4$  son recibidas y seleccionadas entonces por el resto del aparato, el cual funciona como se ha indicado con motivo de la fig. 6. Puede comprobarse que la fase total medida por el multifasometro es efectivamente la del grupo constituido por las seis corrientes precitadas.

Segun un ejemplo numérico, tendremos :

$K_{10} = + 1$	$F_{10} = 3.320$ ciclos
$K_{11} = + 1$	$F_{11} = 2.700$ -
$K_{12} = - 1$	$F_{12} = 3.000$ -
$K_{13} = - 1$	$F_{13} = 2.220$ -
$K_{14} = - 1$	$F_{14} = 1.800$ -
$K_{15} = + 1$	$F_{15} = 2.000$ -

las bandas pasantes de 125 y 126 seran de 1.000 ciclos y estaran dentradas respectivamente sobre 3.000 y 2.000 ciclos.



1 91 875

El multifasometro esquematizado en la fig. 9 difiere simplemente del que es objeto de la fig. 8, por una parte, por el hecho de que en lo referente a la constitucion del aparato los filtros substractores 125 y 126 suministran en paralelo, a la vez en filtro substractor 120 y en el filtro substractor 121 y, por otra parte, en lo referente a su funcionamiento que la constitucion del grupo de corrientes que entran en el multifasometro puede ser entonces objeto de las dos variantes a continuacion. La primera variante consiste simplemente en reemplazar, en las relaciones (2) dadas con motivo de la fig. 8, la frecuencia  $F_2$  por la frecuencia  $F_3$ , y reciprocamente. En la segunda variante, la frecuencia  $F_2$  es reemplazada por la frecuencia  $F_4$ , y reciprocamente. Ademas, aquellas de las relaciones (2) que dan los valores de  $F_{11}$  y  $F_{14}$  son modificadas como sigue :

$$F_{11} = F_{12} + K_{11}F_4$$

$$F_{14} = F_{15} - K_{14}F_2$$

Para mayor claridad, se ha figurado en el dibujo un circulo de salida comun para los filtros substractores 125 y 126; queda entendido que en la practica todas las disposiciones conocidas del competente en la materia pueden ser tomadas para evitar las reacciones intempestivas de los organos entre ellos. Esta observacion se aplica ademas a todos los multifasometros descritos.

La fig. 10 esquematiza un multifasometro capaz de medir la fase total de un grupo de ocho corrientes cuyos pesos



191875

respectivos  $K_{16}$  a  $K_{23}$ , y las frecuencias respectivas  $F_{16}$  a  $F_{23}$  estan sometidos a las siguientes condiciones :

1°.- todos los pesos que tienen un numero par son iguales a +1 y todos aquellos que tienen un numero impar son iguales a -1 ;

2°- las frecuencias que tienen numeros impares son oscogidas arbitrariamente ;

3°.- las frecuencias que tienen numeros pares soran tales que se tengan las siguientes relaciones :

$$\begin{array}{l}
 F_{16} = F_{17} + F_1 \\
 F_{18} = F_{19} - F_2 \\
 F_{20} = F_{21} + F_3 \\
 F_{22} = F_{23} + F_4
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} F_{16} \\ F_{18} \\ F_{20} \\ F_{22} \end{array}} \right\} \quad (3)$$

estando sometidas las frecuencias  $F_1$  a  $F_4$  a las mismas condiciones que en las realizaciones de la fig. 6.

En dicha figura 10, 127, 128, 129, 130 designan cada uno un filtro substractor del tipo 1; los demas organos son idénticos a los de la fig. 6 y llevan las mismas referencias. Cada uno de los filtros substractores 127, 128, 129, 130 recibe y selecciona dos corrientes de frecuencias respectivas  $F_{16}$  y  $F_{17}$ ,  $F_{18}$  y  $F_{19}$ ,  $F_{20}$  y  $F_{21}$ ,  $F_{22}$  y  $F_{23}$ . Cada uno de dichos filtros substractores mezcla las frecuencias de las dos corrientes que selecciona. Entre las corrientes que resultan de las mezclas efectuadas, se encuentran principalmente la corriente de frecuencia  $F_1$  (filtro substractor 127), la corriente de fre-



191875

cuencia  $F_2$  (filtro substractor 128), la corriente de frecuencia  $F_3$  (filtro substractor 129), la corriente de frecuencia  $F_4$  (filtro substractor 130), teniendo las frecuencias  $F_1$  a  $F_4$  los valores que resultan de las relaciones (3).

Las cuatro corrientes de frecuencias  $F_1$  a  $F_4$  son seleccionadas por el resto del aparato, el cual funciona como ya se ha indicado con motivo de la fig. 6. Puede observarse que la fase total medida por el multifasometro es efectivamente la del grupo constituido por la ocho corrientes precitadas. Según un ejemplo numérico se tendrá :

$F_{16} = 7.320$	ciclos	$F_{17} = 7.000$	ciclos
$F_{18} = 6.000$	-	$F_{19} = 6.300$	-
$F_{20} = 5.000$	-	$F_{21} = 5.220$	-
$F_{22} = 4.200$	-	$F_{23} = 4.000$	-

las bandas pasantes de los filtros substractores 127 a 130 serán de 600 ciclos y estarán centradas respectivamente sobre 7.150, 6.150, 5.100 y 4.100 ciclos.

La fig. 11 esquematiza un conjunto de  $N + 1$  filtro substractor, siendo  $N$  un numero entero cualquiera por lo menos igual a 1; el empleo de este conjunto es particularmente ventajoso para la realizacion de una parte del multifasometro. 131 designa un filtro substractor del tipo  $2N$ , el cual alimenta  $N$  filtros substractores de tipo 1 designado el primero por 132, y los otros  $N - 1$  por 133. (Se notara que en el caso de que  $N = 1$ , solo subsiste el conjunto 132.

191875

Dicho conjunto funciona de la siguiente manera : el filtro substractor 131 selecciona  $2N + 1$  corrientes y mezcla sus frecuencias. Entre las corrientes que resultan de las mezclas de frecuencias realizadas, se encuentran las  $2N$  corrientes que resultan de las subtracciones de frecuencias realizadas con relacion a aquella de las corrientes seleccionadas por el filtro substractor 131 que hace las veces de corriente principal. Estas  $2N$  corrientes son seleccionadas de dos en dos por cada uno de los  $N$  filtros substractores 132 y 133. Cada uno de dichos filtros substractores mezcla las frecuencias de las dos corrientes que selecciona y produce principalmente la corriente resultante de la subtraccion de sus frecuencias, corriente que a su vez sera seleccionada por los dispositivos colocados a continuacion del conjunto representado en la Fig.11.

La fig. 12 esquematiza un multifasometro capaz de medir la fase total de un grupo de diez corrientes cuyos pesos respectivos,  $K_{24}$  a  $K_{33}$ , y las frecuencias respectivas,  $F_{24}$  a  $F_{33}$  estan sometidos a las siguientes condiciones :

1°.- los pesos  $K_{24}$  a  $K_{27}$  y  $K_{29}$  a  $K_{32}$  se escogen arbitraria e independientemente los unos de los otros, iguales a  $+1$  o a  $-1$ ;

2°.- los pesos  $K_{28}$  y  $K_{33}$  son tales que las expresiones siguientes :

$$K_{24} + K_{25} + K_{26} + K_{27} + K_{28}$$
$$\text{y } K_{29} + K_{30} + K_{31} + K_{32} + K_{33}$$



FEB 1950

191875

sean las dos iguales a cero, de lo que resulta que los pesos  $K_{28}$  a  $K_{33}$  pueden ser iguales ya sea a + o - 1, a + o - 2, o a cero.

3°.- las frecuencias  $F_{28}$  y  $F_{33}$  se escogen arbitrariamente ;

4°.- las otras frecuencias son tales que se tienen las siguientes relaciones :

$$\begin{array}{l}
 F_{24} = F_{28} + K_{24} F_{16} \\
 F_{25} = F_{28} - K_{25} F_{17} \\
 F_{26} = F_{28} + K_{26} F_{18} \\
 F_{27} = F_{28} + K_{27} F_{19}
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l}
 ) \\
 ) \\
 ) \\
 )
 \end{array} \right\} (4)
 \qquad
 \begin{array}{l}
 F_{29} = F_{33} + K_{29} F_{20} \\
 F_{30} = F_{33} - K_{30} F_{21} \\
 F_{31} = F_{33} + K_{31} F_{32} \\
 F_{32} = F_{33} - K_{32} F_{23}
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l}
 ) \\
 ) \\
 ) \\
 )
 \end{array} \right\} (5)$$

estando sometidas las frecuencias  $F_{16}$  a  $F_{23}$  a las mismas condiciones que en la realizacion de la fig. 10.

En la fig. 12, 134 y 135 designan cada uno un filtro substractor del tipo 4; los demas organos son idénticos a los de la fig. 10 y llevan las mismas referencias.

El filtro substractor 134 recibe y selecciona las cinco corrientes de frecuencias  $F_{24}$  a  $F_{28}$  y mezcla sus frecuencias. Entre las corrientes que resultan de dichas mezclas se encuentran principalmente las corrientes de frecuencias  $F_{16}$  a  $F_{19}$  cuyos valores resultan de las relaciones (4)

El filtro substractor 135 recibe y selecciona las cinco corrientes de frecuencias  $F_{29}$  a  $F_{33}$  y mezcla sus frecuencias. Entre las corrientes que resultan de dichas mezclas se encuentran principalmente las corrientes de frecuencias  $F_{20}$  y



1 91 875

$F_{23}$  cuyos valores resultan de las relaciones (5).

Las ocho corrientes de frecuencias  $F_{16}$  a  $F_{23}$  son seleccionadas por el resto del aparato, el cual funciona como ya se ha indicado con motivo de la fig. 10. Puede observarse que la fase total medida por el multifasometro es efectivamente la del grupo constituido por las diez corrientes precitadas.

Segun un ejemplo numérico, se tendrá :

$K_{24} = + 1$	$F_{24} = 307.320$ ciclos
$K_{25} = + 1$	$F_{25} = 293.000$ -
$K_{26} = + 1$	$F_{26} = 306.000$ -
$K_{27} = + 1$	$F_{27} = 293.000$ -
$K_{28} = - 4$	$F_{28} = 300.000$ -
$K_{29} = - 1$	$F_{29} = 195.000$ -
$K_{30} = - 1$	$F_{30} = 205.220$ -
$K_{31} = - 1$	$F_{31} = 195.800$ -
$K_{32} = - 1$	$F_{32} = 204.000$ -
$K_{33} = + 1$	$F_{33} = 200.000$ -

las bandas pasantes de los filtros substractores 134 a 135 serán de 20 kilociclos y estarán centradas respectivamente sobre 300 kilociclos y 200 kilociclos.

La fig. 13 esquematiza un conjunto de  $N + 2$  filtros substractores, siendo  $N$  un numero cualquiera por lo menos igual a 2; el empleo de un conjunto semejante es particularmente ventajoso para la realizacion de una parte de multifasometro. 136 y 137 designan cada uno un filtro substractor de tipo  $N$ ,



1 91 875

y alimentan en paralelo  $N$  filtros substractores de tipo 1 cuyos dos primeros se designan respectivamente por 138 y 139 y cuyos otros  $N - 2$  se designan por 140. (En el caso de que  $N = 8$  solo subsisten 138 y 139). Dicho conjunto funciona de la siguiente manera : el filtro substractor 136 selecciona  $N + 1$  corrientes y mezcla sus frecuencias. Entre las corrientes que resultan de las mezclas de frecuencias efectuadas, se encuentran las  $N$  corrientes que resultan de las subtracciones de frecuencias hechas todas ellas con relacion a la corriente principal. El filtro substractor 137 selecciona  $N + 1$  corrientes y mezcla sus frecuencias. Entre las corrientes que resultan de las mezclas de frecuencias efectuadas, se encuentran las  $N$  corrientes que resultan de las subtracciones efectuadas con relacion a una sola corriente llamada corriente principal.

Las  $2 N$  corrientes que resultan pues de las subtracciones de que se trata se utilizaran, con exclusion de toda otra, por los filtros  $N$  substractores 138, 139 y 140. Cada uno de estos filtros substractores selecciona en efecto dos corrientes de las que una viene del filtro substractor 136 y la otra del filtro substractor 137, produciendo principalmente la corriente que resulta de la subtraccion de las frecuencias de esas dos corrientes, corriente que a su vez sera seleccionada por los dispositivos colocados a continuacion del conjunto representado en la fig. 13.

El multifasometro esquematizado por la fig. 14 difiere del de la fig. 12 por el hecho, por una parte, en lo referente a la constitucion del aparato, de que los dos filtros substractores 134 y 135 suministran en paralelo y alimentant a la vez los cuatro filtros substractores 127 a 130 y, por otra parte, en lo referente a su funcionamiento, de que las relaciones que definen las frecuencias  $F_{24}$  a  $F_{27}$  y  $F_{29}$  a  $F_{32}$  pueden ser entonces modificadas segun diversas variantes, y entre otras de la manera siguiente :

$$\begin{aligned} F_{24} &= F_{28} + K_{24} F_{16} & F_{29} &= F_{33} - K_{29} F_{17} \\ F_{25} &= F_{28} + K_{25} F_{18} & F_{30} &= F_{33} - K_{30} F_{19} \\ F_{26} &= F_{28} + K_{26} F_{20} & F_{31} &= F_{33} - K_{31} F_{24} \\ F_{27} &= F_{28} + K_{27} F_{22} & F_{32} &= F_{33} - K_{32} F_{23} \end{aligned}$$

La fig. 15 esquematiza un conjunto de  $N + 1$  filtros substractores, siendo  $N$  un numero entero cualquiera por lo menos igual a 2; el empleo de dicho conjunto es particularmente ventajoso para la realizacion de una parte de multifasometro.  $N$  conjuntos filtros substractores del tipo alimentan en paralelo un filtro substractor del tipo  $N - 1$ ; 141 y 142 designan cada uno uno de los filtros substractores  $N$  del tipo 1; 143 designa los otros  $N - 2$  filtros substractores igualmente del tipo 1; (si  $N = 2$  solo 141 y 142 subsisten) 144 designa el filtro substractor del tipo  $N - 1$ .

Dicho conjunto funciona de la manera siguiente: cada uno de los filtros substractores 141, 142, 143 selecciona



191875

dos corrientes y mezcla sus frecuencias. Entre las corrientes que resultan de las mezclas de frecuencias efectuadas, se encuentre por cada uno de los filtros substractores de que se trate una corriente que resulta de la substraccion de las frecuencias de las dos corrientes seleccionadas. El numero total de las corrientes resultantes de las substracciones de que se trata es pues igual a N. Estas N corrientes son seleccionadas, con exclusion de cualquier otra, por el filtro substractor 144, el cual produce principalmente las N - 1 corriente que resultan de las substracciones de frecuencias efectuadas con relacion a la de las corrientes asi seleccionadas, que desempeña el papel de corriente principal. Las N - 1 corrientes que resultan de esas substracciones de frecuencias seran seleccionadas a su vez por los dispositivos colocados a continuacion del conjunto representado en la fig. 15.

La fig. 16 esquematiza un multifasometro capaz de medir la fase total de un grupo de diez corrientes cuyos pesos respectivos  $K_{34}$  a  $K_{43}$ , y las frecuencias respectivas  $F_{34}$  a  $F_{43}$  son sometidos a las siguientes condiciones :

1°.- los pesos son definidos por las relaciones a continuacion:

$$K_{34} = K_5$$

$$K_{36} = K_6$$

$$K_{38} = K_7$$

$$K_{40} = K_8$$

$$K_{35} = - K_5$$

$$K_{37} = - K_6$$

$$K_{39} = - K_7$$

$$K_{41} = - K_8$$



1 91 875

$$K_{42} = K_9$$

$$K_{43} = - K_9$$

estando sometidos los pesos  $K_5$  a  $K_9$  a las mismas condiciones que en la fig. 7.

2.- las frecuencias que tienen numeros impares son escogidas arbitrariamente;

3°.- las frecuencias que tienen numeros pares son tales que se tienen las siguientes relaciones :

$$\left. \begin{aligned} F_{34} &= F_{35} + F_5 \\ F_{36} &= F_{37} + F_6 \\ F_{38} &= F_{39} + F_7 \\ F_{40} &= F_{41} + F_8 \\ F_{42} &= F_{43} + F_9 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

estando sometidos las frecuencias  $F_5$  a  $F_9$  a las mismas condiciones que en la realizacion de la fig. 7.

En la fig. 16, 145, 146, 147, 148, 149 designan cada uno un filtro substractor del tipo 1; los demas organos son idénticos a los de la fig. 7 y tienen las mismas referencias.

Cada uno de los filtros substractores 145, 146, 147, 148, 149 recibe y selecciona dos corrientes de frecuencias respectivas  $F_{34}$  y  $F_{35}$ ,  $F_{36}$  y  $F_{37}$ ,  $F_{38}$  y  $F_{39}$ ,  $F_{40}$  y  $F_{41}$ ,  $F_{42}$  y  $F_{43}$  y mezclan sus frecuencias. Entre las corrientes que resultan de las mezclas efectuadas, se encuentra principalmente por cada uno de los filtros substractores la corriente que resulta de la substraccion efectuada entre las frecuencias de las dos corrientes seleccionadas por el citado filtro substractor. El

filtro substractor 124 recibe principalmente las cinco corrientes que resultan de dichas substracciones de frecuencias, las cuales corrientes tienen precisamente las frecuencias  $F_5$  a  $F_9$  cuyos valores resultan de las relaciones (6), y son seleccionadas por él, y utilizadas luego por el resto del aparato, como ya se ha dicho con motivo de la fig. 7. Se puede comprobar que la fase total medida por el multifasometro es efectivamente la del grupo constituido por las diez corrientes precitadas,

Segun un ejemplo numérico, se tendra :

$K_{34} = + 1$	$F_{34} = 182.320$ ciclos
$K_{35} = - 1$	$F_{35} = 180.000$ -
$K_{36} = + 1$	$F_{36} = 161.700$ -
$K_{37} = - 1$	$F_{37} = 160.000$ -
$K_{38} = + 1$	$F_{38} = 141.780$ -
$K_{39} = - 1$	$F_{39} = 140.000$ -
$K_{40} = + 1$	$F_{40} = 122.200$ -
$K_{41} = - 1$	$F_{41} = 120.000$ -
$K_{42} = - 4$	$F_{42} = 102.000$ -
$K_{43} = + 4$	$F_{43} = 100.000$ -

las bandas pasantes de los filtros substractores 145 a 149 serán de 10 kilociclos y estarán respectivamente centradas sensiblemente sobre 180, 160, 140, 120 y 100 kilociclos.

En cuanto a los multifasometros y conjuntos que han sido objeto de las figs. 4 a 16, debe señalarse :

1°.- que en muchos casos las corrientes pueden ser



1950

- 52 -

191875

llevadas a los citados multifasómetros o conjuntos por un solo circuito. Basta para ello que las frecuencias de las corrientes así llevadas puedan ser seleccionadas convenientemente por los primeros filtros substractores en que penetran dichas corrientes. Tal es el caso de los ejemplos numéricos que se han dado;

2°.- que, si por el contrario, las corrientes son, como se ha indicado en las figuras, llevadas a los filtros substractores colocados a la entrada de los multifasómetros considerados o conjuntos por circuitos distintos, puede haber identidad entre las frecuencias de las corrientes que entran en los filtros substractores diferentes. Por ejemplo en la fig. 6, se puede tener identidad entre las frecuencias  $F_1$  y  $F_4$ , es decir que a pesar de su designación distinta estas dos frecuencias serán las una sola y misma corriente cuyo peso es entonces igual a la suma algebraica  $K_1 + K_4$ . En ese caso, el multifasómetro objeto de la fig. 6 estará alimentado por tres circuitos, llevando el primero la corriente de frecuencia  $F_1 = F_4$  a la vez al filtro substractor 120 y al filtro substractor 121, el segundo lleva únicamente la corriente de frecuencia  $F_2$  al filtro substractor 120, el tercero la corriente de frecuencia  $F_3$  al filtro substractor 121 ;

3°.- que practicamente el conjunto que forma el objeto de la fig. 6 no solamente constituye un multifasómetro para grupo de cuatro corrientes, sino también la parte terminal



1 91 875

de todos los multifasómetros para grupo de mas de cuatro corrientes ;

4°.- que, muy generalmente, los multifasómetros que sido objeto de las figs. 7, 8, 9, 10, 12, 14 y 16 pueden servir igualmente de parte terminal para multifasómetros destinados a grupos de corrientes mas complejas;

5°.- que cada uno de los conjuntos que han sido objeto de las figs. 11, 13 y 15 disminuye el numero de corrientes de un numero igual al numero de filtros substractores que entran en la constitucion del conjunto considerado;

6°.- que los conjuntos de que se trata se encuentran, como se ve facilmente, en los multifasómetros que han sido objeto respectivamente de las figs. 12, 14 y 16;

7°.- que de ningun modo es imperativo que los multifasómetros estén construidos simétricamente, es decir que el conjunto que precede al filtro substractor 121 puede ser diferente del que precede al filtro substractor 120, y que hasta se puede suprimir ;

8°.- que practicamente el empleo de los filtros substractores asociados al conjunto que forma el objeto de la Fig. 6 basta para realizar un multifasómetro capaz de medir la fase total de un grupo de corrientes, cualquiera que sea el numero de dichas corrientes, siempre y cuando simplemente que el peso total de dicho grupo sea nulo y que las frecuencias de las corrientes constituyentes sean convenientes.



191875

### FA SOMETRO

Como se ha precisado al principio de la narracion relativamente al multifasometro, se entiende por fasometro todo aparato susceptible de medir el desplazamiento de fases relativo de dos corrientes de frecuencias respectivas  $f'$  y  $f''$ , iguales o casi iguales. Aunque dichos aparatos son conocidos en la técnica, parece sin embargo conveniente describir algunas de sus formas de realizacion particularmente ventajosas dentro de la esfera del invento.

Segun una primera forma de realizacion muy conocida, el fasometro comprende un estator bifasico y un rotor monofasico; una de las dos corrientes es desdoblada en dos corrientes es desdoblada en cuadratura, que se envian después de amplificacion a los dos arrollamientos del estator, para producir un campo rotatorio, mientras que la otra es enviada, después de amplificacion, al rotor. Este se orienta con relacion al estator, segun un angulo igual al desplazamiento de fases de ambas corrientes.

Otra forma de realizacion mas ventajosa se presenta esquematicamente en la fig. 17, en la 150 y 151 designan los dos circuitos que llevan al fasometro las dos corrientes de frecuencias respectivas  $f'$  y  $f''$ , 152 designa un servo-motor cuyo arbol de salida tiene una velocidad que es funcion del desplazamiento de fases relativo de las dos corrientes que lo alimentan. 153 designa un transformador de fases cuyo eje de



- 55 -

191875

mando onlaza con el arbol de salida del servo-motor 152 por medio de un enlace mecanico 154, con preferencia desmultiplicado; dicho transformador de fases va conectado con uno de los circuitos de entrada, 150 por ejemplo, del servo-motor 152, creando entre su corriente de entrada y la de salida, un desplazamiento de fases que es funcion de la posicion de su eje de mando.

El conjunto asi constituido funciona de una manera muy conocida como un sistema subordinado; el eje de mando del transformador de fases 153 toma tal posicion que el desplazamiento de fases de las corrientes que entran en el servo-motor 152, tiene el valor por el cual la velocidad del arbol de salida de éste es nula. Es evidente que el sentido de bifurcacion de los enlaces eléctricos o mecanicos ha de ser tal que la posicion del eje de mando del transformador de fases sea una posicion de equilibrio estable. Vemos facilmente que la posicion del citado eje de mando da indirectamente el valor del desplazamiento de fases que se quiere medir.

La fig. 18 representa esquematicamente un transformador de fases cuyo empleo es particularmente ventajoso cuando las frecuencias  $f'$  y  $f''$  son relativamente elevadas. Dicho fasometro lleva una heterodina 155, que produce una corriente cuya frecuencia  $H$  es diferente de  $f'$ ,  $f''$  son iguales, y exterior al intervalo  $f'$ ,  $f''$  si dichas frecuencias son casi iguales; esta corriente de frecuencia  $H$  sirve para bajar simulta-

28 FEB 1951



- 56 -

1 91 875

neamente las frecuencias  $f'$  y  $f''$  de las corrientes llevadas por los circuitos 150 y 151.

A dicho efecto, una mezcladora 158 recibe, como se ha indicado, las corrientes de frecuencias  $f'$  y  $H$ , y da por consiguiente un conjunto de corrientes conteniendo principalmente, la corriente de frecuencia  $/f' - H/$  (las barras  $/$   $/$  indican según la notación conocida, que hay que tomar el valor absoluto de los valores descritos entre ellos). Dicha corriente es seleccionada, con exclusión de cualquier otra, por el filtro amplificador 157.

Asimismo, la lámpara mezcladora 158 recibe las corrientes de frecuencias  $f''$  y  $H$  dando particularmente una corriente de frecuencia  $/f'' - H/$ , que es seleccionada, con exclusión de cualquier otra, por el filtro amplificador 159.

Se recogen pues a la salida de los filtros 157 y 159 corrientes de frecuencias  $/f' - H/$  y  $/f'' - H/$ ; teniendo las corrientes  $f'$  y  $f''$  frecuencias iguales o casi iguales, sucede lo mismo con las corrientes de frecuencias  $/f' - H/$  y  $/f'' - H/$ .

Estas corrientes alimentan un fasómetro elemental 160, que puede ser de cualquier tipo y particularmente conforme a las dos formas de realización anteriores.

Vemos inmediatamente que las variaciones de la frecuencia de la corriente suministrada por la heterodina, así como las de la fase de dicha corriente, no tienen influencia

en la indicación del fasómetro 160; esto resulta debido a que la frecuencia y la fase de la corriente de la heterodina se sustraen a la vez de las corrientes llevadas por los circuitos 150 y 151, y por consiguiente, que sus efectos se compensan exactamente.

Por consiguiente, el desplazamiento de fases medido por el fasómetro 160 es igual, a una constante mas o menos, al de las corrientes conducidas por 150 y 151, lo que hace que dé el valor del desplazamiento de dichas corrientes, siendo la constante de que se trata fácil de determinar y por lo general hasta nula si los filtros 157 y 159 están contruidos de la misma manera.

La disposición representada en la fig. 19 se aplica al caso en que las corrientes de frecuencias  $f'$  y  $f''$  conducidas por los circuitos 150, 151 estén acompañadas de otras corrientes que conviene eliminar. La corriente de la heterodina 155 es suministrada a las lamparas mezcladoras 156 y 158, no ya directamente, sino por los filtros con preferencia amplificadores 161 y 162, teniendo una banda pasante cuyo ancho se escoge de manera que deje pasar las corrientes de frecuencias  $f'$  y H en cuanto al filtro 161 y las corrientes de frecuencias  $f''$  y H en cuanto al filtro 162, y eliminar las otras corrientes.

Esta disposición permite hacer independiente el resultado de la medida de las variaciones accidentales de las características de dichos filtros 161 y 162. En efecto, se



1 91 875

v. que las corrientes de frecuencias  $f'$  y  $H$  que atraviesan el filtro 161 sufren, por lo menos en primera aproximación, las mismas variaciones de fase que provienen de las variaciones de las características del filtro, de tal suerte que dichas variaciones de fase se sustraen, y no afectan al resultado final. Lo mismo pasa con el filtro 162. Debe señalarse que el conjunto 161, 156 no es más que un filtro substractor, lo mismo que el conjunto 162, 168.

La fig. 20 ilustra la combinación de las disposiciones representadas en las figuras 17 y 19. Esta combinación ofrece la ventaja de que el transformador de fases 153 actúa sobre la corriente de frecuencia  $H$  producida por la heterodina, cuya corriente tiene una frecuencia muy estable y esta exenta de toda componente parasita.

La fig. 21 da un ejemplo de realización del servomotor que entra en la constitución de los fasómetros representados en las figs. 17 y 20. Dicho servomotor está constituido esencialmente por un motor asincrónico bifásico que tiene un estator 163 y un rotor 164. 165 y 166 designan los circuitos de llegada de las dos corrientes que alimentan el motor; dichas corrientes son amplificadas si es preciso, por unos amplificadores 167 y 168 y se dirigen respectivamente a los dos circuitos del estator 163, produciendo pues un campo eléctrico. Los circuitos del rotor 164 tienen una resistencia que, por las frecuencias utilizadas, es grande con relación a su reac-



tancia inductiva.

Sabido es que por un valor dado de la frecuencia de las corrientes que alimentan el motor, la velocidad de dicho motor que gira en vacío es proporcional al seno del desplazamiento de fases de las dos corrientes de que se trata, y claro está que si los esfuerzos que debe dar el motor no son demasiado grandes, esta proporcionalidad es respetada netamente.

El ejemplo de realización representado esquemáticamente en la fig. 22 solo difiere del de la fig. 21 por la siguiente modificación: un transformador 169 va colocado a la entrada de los amplificadores 167 y 168, los cuales llevan un limitador de amplitud (por anti-fading o por descrestamiento); dicho transformador es tal que las tensiones alternas enviadas a los amplificadores 167 y 168 son respectivamente la suma y la diferencia vectoriales de las tensiones de las corrientes conducidas por los circuitos 165 y 166, corrientes cuyas amplitudes son ventajosamente iguales o poco diferentes relativamente.

En tales condiciones, la amplitud de la tensión enviada al amplificador 168 es sensiblemente nula cuando las corrientes llevadas por los circuitos 165 y 166 están en fase. El coeficiente de amplificación del amplificador 168 puede entonces, por un amplificador y un motor de potencias dadas, ser mayor que en la realización esquematizada por la fig. 21, pues en dicha realización el coeficiente de amplificación es cierta-

mente limitado por las potencias máximas del amplificador y del motor.

Se observa fácilmente que a pesar de la modificación antedicha, la velocidad del motor es siempre función del desplazamiento de fases de las dos corrientes conducidas por los circuitos 165 y 166, y que aquella es nula cuando dicho desplazamiento de fases es nulo. Pero por un débil desplazamiento de fases la velocidad de que se trata es mayor, y por otra parte el valor del desplazamiento de fases mínimo por el cual el motor empieza a girar a pesar de los roces inevitables, es más pequeño.

La fig. 23 da un ejemplo de realización del transformador de fases que entra en la constitución de las realizaciones esquematizadas por las figs. 17 y 20. Dicho aparato está constituido por un condensador variable que consta de cuatro estatores 170, 171, 172, 173 y un rotor descentrado 174 cuyo eje se indica en 175. Los cuatro estatores van unidos sucesivamente el uno al otro por cuatro circuitos idénticos que comprenden en serie, por un mismo sentido de progresión alrededor del eje 175, una resistencia 179 y una capacidad 177 cuya impedancia para la frecuencia de trabajo tiene el mismo valor que la resistencia 176. La resistencia y la capacidad asociadas con dos estatores tales como 171 y 173 van conectados en paralelo por dos conexiones 178 unidas respectivamente a los extremos del secundario 179 de un transformador 180 cuyo



191875

primario 181 está conectado entre el circuito de entrada 182 del transformador de fases y la masa. El secundario 179 lleva una toma mediana que se pone a la masa. El rotor 174 va conectado con el circuito de salida 183 del transformador de fases.

Se nota fácilmente que el funcionamiento del aparato constituido conduce al siguiente resultado :

El desplazamiento de fases creado entre la corriente que entra por el circuito 162 y la corriente que sale por el circuito 183 es igual al ángulo que define la posición del rotor 174, contando dicho ángulo a partir de un origen determinado por las características de construcción del aparato.

#### TRANSFORMADORES DE GRUPOS

En el párrafo titulado "Operador de frecuencias" se han definido unos conjuntos constituidos principalmente por filtros substractores, y cuyo empleo es especialmente conveniente en la realización de los multifasómetros, debido a que simplifican dicha realización y que reducen los errores que se tachan a las medidas efectuadas.

Pero todos los grupos de corrientes no permiten que los multifasómetros capaces de medir su fase total sean realizados únicamente mediante tales conjuntos. Tal es el caso por ejemplo cuando las corrientes que constituyen el grupo tienen frecuencias iguales o muy aproximadas. Este es el caso también cuando las corrientes que constituyen el grupo tienen fre-



28  
191875

cuencias muy distantes. Otros casos resultaran de lo que sigue de la presente descripcion.

Las disposiciones descritas en el presente parrafo tienen por objeto facilitar la medida de la fase total de ciertas categorias de grupos de corrientes, medida que se podria realizar por medio de los dispositivos descritos en parrafo titulado "Multifasometro" pero no podria serlo utilizando exclusivamente los dispositivos descritos en el parrafo "Operador de frecuencias".

El invento llega a este resultado, merced al empleo en la realizacion de multifasometros, de nuevos conjuntos que constan esencialmente de una o mas heterodinas. Se concibe pues que el empleo de heterodinas que efectuan por medio de dispositivos mezcladores de frecuencias, cambios de frecuencias convenientes, pueda permitir, modificando las frecuencias de las corrientes que entran o circulan en un multifasometro, llevar dichas frecuencias a tales valores que el empleo de los filtros substractores y de conjuntos descritos en el parrafo "Operador de frecuencias" vuelva a ser posible.

En efecto, es posible utilizar en los multifasometros corrientes producidas por heterodinas que no necesitan ningun reglaje especial, sin que las inevitables variaciones de frecuencia y fase de dichas corrientes puedan perturbar las medidas efectuadas por los multifasometros de que se trata; esta posibilidad resulta del hecho siguiente :



191875

Conforme se ha dicho en el parrafo "Multifasometro" con motivo de la deficiencia de un grupo de corrientes, los pesos de las corrientes que constituyen un grupo son coeficientes enteros, positivos, negativos o nulos. Pues, por definicion misma de la frecuencia total y de la fase total de un grupo de corrientes, estos valores son absolutamente independientes de los valores de la frecuencia y de la fase de una corriente de peso nulo. En consecuencia, la produccion de tal corriente no necesita ningun reglaje especial y puede asegurarse por una simple heterodina colocada a proximidad del multifasometro.

En otros terminos, es posible, dado un grupo cualquiera de corrientes, anadirle un numero cualquiera de nuevas corrientes de peso nulo; cualesquiera que sean las frecuencias y las fases de estas nuevas corrientes, la frecuencia total y la fase total del nuevo grupo de corrientes asi constituido conservan exactamente los mismos valores que la frecuencia total y la fase total del grupo inicial.

En definitiva, el empleo en los multifasometros de corrientes producidas por heterodinas esta sometido unicamente a una sola condicion: el peso de la corriente que sale de cada una de las heterodinas debe ser nulo.

Para dar a esta condicion un sentido fisico basta referirse a la experiencia del desarreglo virtual descrito en el parrafo "Multifasometro".



1 91 875

Por comodidad, se utilizaran las denominaciones siguientes :

grupo elemental, el conjunto constituido por una o mas corrientes que entran o circulan por un multifasometro, tomando cada una de dichas corrientes con su peso;

dos grupos son equivalentes cuando sus frecuencias totales son iguales, lo que origina que sus fases totales en un mismo instante  $t$ , no difieran una de otra sino por una cantidad constante;

transformador de grupo, cualquier aparato susceptible de transformar un grupo elemental llamado grupo inicial y cuyas corrientes se llaman corrientes iniciales, en un nuevo grupo elemental equivalente llamado grupo imagen y cuyas corrientes son llamadas corrientes imagenes, caracterizandose esta transformacion porque el numero de corrientes imagenes es igual al numero de corrientes iniciales; a cada una de estas corrientes iniciales corresponde una corriente imagen; el peso de una corriente imagen es igual en valor absoluto al peso de la corriente inicial correspondiente, pero su frecuencia es diferente de aquella de la corriente inicial de que se trata.

El empleo de un transformador de grupo permite pues, como se ha dicho, modificar las frecuencias de las corrientes que entran o circulan por un multifasometro, y llevarlas como vamos a verlo, a tales valores que el empleo de los filtros substractores y conjuntos descritos en el parrafo titulado



1 91875

"Operador de frecuencias" vuelva a ser posible.

La fig. 24 representa el esquema de un transformador de grupo conforme al invento.

En dicha figura :

201, 202, 203 designan los circuitos de entrada de las  $N$  corrientes iniciales de frecuencias  $F_1, F_2, \dots, F_N$ , habiéndose establecido la figura suponiendo que el numero  $N$  es igual a 3; queda entendido que dicho numero puede ser un entero cualquiera, simplemente por lo menos igual a 2;

204 designa una heterodina que produce una corriente de frecuencia fija  $H$  llamada corriente de maniobra; muy a menudo dicha frecuencia sera estabilizada ventajosamente por cristal;

205, 206, 207 designan mezcladores de frecuencias numero; igual al de las corrientes iniciales; 208, 209, 210 designan los circuitos de salida de dichos mezcladores.

El transformador de grupo asi constituido funciona como sigue :

a) El mezclador de frecuencias 205 recibe la corriente de maniobra de frecuencia  $H$  producida por la heterodina 204 y la corriente inicial de frecuencia  $f_1$  conducida por el circuito 201. Produce, entre otras, la corriente imagen correspondiente a la corriente inicial de frecuencia  $F_1$ , definiéndose la frecuencia  $F'_1$  de dicha corriente imagen por la relacion :



1 91875

$$F'_1 = e'_1 (F_1 + e_1 H)$$

en la que  $e_1$  y  $e'_1$  son coeficientes que tienen los siguientes valores :

en el caso de una adición de frecuencias :

$$e_1 = + 1 \quad e'_1 = + 1$$

en el caso de una substracción por heterodina inferior :

$$e_1 = - 1 \quad e'_1 = + 1$$

en el caso de una substracción por heterodina superior :

$$e_1 = - 1 \quad e'_1 = 1$$

b) Cada uno de los otros N-1 mezcladores de frecuencias funciona de la misma manera, es decir que en total, cada uno de los N dispositivos mezcladores de frecuencias 205, 206 y 207 recibe la corriente de maniobra y una de las N corrientes iniciales, y que produce, entre otras, la corriente imagen correspondiente a dicha corriente inicial; las frecuencias respectivas  $F'_1, F'_2 \dots F'_N$  de dichas corrientes imagenes son definidas por las relaciones :

$$F'_1 = e'_1 (F_1 + e_1 H)$$

$$F'_2 = e'_2 (F_2 + e_2 H)$$

(7)

$$F'_N = e'_N (F_N + e_N H)$$

en las que :

cada uno de los coeficientes  $e_1, e_2 \dots e_N$  es in-



191875

dependientemente de los otros coeficientes, igual a + 1 en el caso de una edicion de frecuencias, e igual a -1 en el caso de una substraccion por heterodina inferior o superior;

cada uno de los coeficientes  $e'_1, e'_2 \dots e'_N$  es independientemente de los otros coeficientes, igual a +1 en el caso de una adicion de frecuencias o en el caso de una substraccion de frecuencias por heterodina inferior, e igual a -1 en el caso de una substraccion de frecuencias de heterodina superior;

c) las N corrientes imagenes asi producidas son seleccionadas, con exclusion de toda otra corriente producida por los mezcladores 5, 6, 7, por los dispositivos que forman parte del multifasometro en el cual el transformador de grupo esta incluido, y que reciben las corrientes producidas por el transformador;

d) los pesos  $K_1, K_2 \dots K_N$  de las corrientes iniciales, y los pesos  $K'_1, K'_2 \dots K'_N$  de las corrientes imagenes estan ligados entre si por las siguientes relaciones :

$$\begin{aligned} K_1 &= e'_1 K'_1 \\ K_2 &= e'_2 K'_2 \end{aligned} \quad (8)$$

-----  
$$K_N = e'_N K'_N$$

Se puede comprobar facilmente que resulta de este funcionamiento, y muy particularmente de las relaciones (7) y (8) que, si se designa por :



191875

F la frecuencia total del grupo inicial, es decir el valor de la expresion  $K_1 F_1 + K_2 F_2 + \dots + K_N F_N$ ;

F' la frecuencia total del grupo imagen, es decir el valor de la expresion  $K'_1 F'_1 + K'_2 F'_2 + \dots + K'_N F'_N$ , se tiene la relacion :

$$F' = F + (K_1 a_1 + K_2 a_2 + \dots + K_N a_N) H \quad (9)$$

Para que el grupo imagen y el grupo inicial sean equivalentes, es decir para que F' sea igual a F, es preciso y basta que el coeficiente que afecta la frecuencia H sea nulo. Puede comprobarse, por una parte, que dicho coeficiente no es sino el peso de la corriente producida por la heterodina 204, y por otra parte, que la condicion para que sea nulo dicho coeficiente, es que la suma algebraica de los pesos de las corrientes iniciales que son objeto de una adiccion de frecuencias sea igual a la suma algebraica de los pesos de las corrientes que son objeto de una substraccion de frecuencias.

Se observara que dicha condicion es mucho menos limitativa que la relativa al empleo de un filtro substractor, puesto que este empleo se limita a los grupos elementales cuyo peso total es nulo, y cuyas corrientes tienen frecuencias comprendidas todas ellas en una banda relativamente estrecha; merced a ésto, los transformadores de grupo pueden servir como vamos a verlo para tratar numerosas categorias de grupos de corrientes, y permiten entonces realizar multifasometros tan ventajosos que aquellos que utilizan unicamente los conjuntos



1 91 875

descritos en el parrafo "Operadores de frecuencias".

Para facilitar la comprension de la fig. 24, se ha supuesto que el transformador comprendia tantos circuitos de entrada, mezcladores y circuitos de salida como corrientes iniciales hay. En efecto, sucedera con frecuencia que varios de los circuitos y mezcladores citados serviran a la vez para varias y hasta para todas las corrientes iniciales que entran en el transformador, como se vera en la descripcion de las figs. 25, 26, 27, 28, 31 y 33.

El transformador de grupo, objeto de las figs. 25 y 26, efectua la transformacion mas sencilla que hay, a saber una simple transposicion de frecuencias.

Un grupo inicial de  $N$  corrientes entra en el transformador por un solo circuito 211. Las frecuencias  $F$  a  $F$  de dichas corrientes son todas ellas diferentes para poderlas conducir por un circuito comun; no lo son sino ligeramente para poder, después de transposicion, ser seleccionadas por un filtro comun. Los pesos  $K_1$  a  $K_N$  de estas corrientes son tales que el peso total del grupo sea nulo. En efecto, dado que se trata de una simple transposicion de frecuencias, las corrientes iniciales seran, bien sea todas ellas objeto de una adiccion, o todas ellas objeto de una substraccion de frecuencias, y por consiguiente la condicion relativa a los pesos de dichas corrientes necesita que el peso total del grupo inicial sea nulo.



1 91875

- 70 -

En la fig. 25, 204 designa, lo mismo que en la fig. 24, una heterodina que produce una corriente de frecuencia  $H$  fija. Dicha frecuencia  $H$  es, ya sea superior, o inferior a todas las frecuencias  $F_1$  a  $F_N$  de las corrientes del grupo inicial. 212 es un mezclador de frecuencias que sirve para transformar las frecuencias de todas las corrientes del grupo inicial (reemplaza pues los  $N$  mezcladores que, en la figura 24 se indicaban en 205, 206, 207). 213 designa un filtro amplificador cuya banda pasante esta sensiblemente centrada ya sea en  $F + H$ , en  $F - H$ , o en  $H - F$ , siendo  $F$  el valor medio de las frecuencias del grupo inicial; dicha banda pasante es francamente mas ancha que la mas grandes de las diferencias que existen entre las diferentes frecuencias  $F_1$  a  $F_N$ .

Para facilitar la descripcion del funcionamiento del conjunto representado por la fig. 25 supondremos, a titulo de ejemplo numerico, que se tiene  $N = 5$ . Las características de las corrientes iniciales son las siguientes :

$F_1 = 1.020.320$	ciclos	$K_1 = + 1$
$F_2 = 1.019.700$	"	$K_2 = + 1$
$F_3 = 1.019.780$	"	$K_3 = + 1$
$F_4 = 1.020.200$	"	$K_4 = + 1$
$F_5 = 1.020.000$	"	$K_5 = - 1$

La frecuencia de la corriente de maniobra es  $H = 1$  Megaciclo.

La banda pasante del filtro 213 que debe ser fran-



1 91875

camente mayor que la diferencia  $F_1 - F_2 = 620$  ciclos, es de 2ks y esta centrada sobre  $F_5 - H$ , es decir 20 kc.

El filtro 213 selecciona pues, con exclusion de cualquier otra corriente, las corrientes imagenes que tienen respectivamente las frecuencias siguientes :

$$F'_1 = F_1 - H = 20.320 \text{ ciclos}$$

$$F'_2 = F_2 - H = 19.700 \text{ ciclos}$$

$$F'_3 = F_3 - H = 19.780 \text{ ciclos}$$

$$F'_4 = F_4 - H = 20.200 \text{ ciclos}$$

$$F'_5 = F_5 - H = 20.000 \text{ ciclos}$$

Vemos pues en este caso que, todos los coeficientes  $\underline{a}$  y  $\underline{a}'$  que se han definido con motivo de la descripcion de la fig. 24 son todos ellos iguales a + 1, y por consiguiente que los pesos de las corrientes imagenes son respectivamente iguales a los pesos de las corrientes iniciales.

En tales condiciones, se ve facilmente que la frecuencia total del grupo imagen es igual a la del grupo inicial, y que es independiente de la frecuencia de la corriente producida por la heterodina.

Debe senalarse que los valores numéricos escogidos para la descripcion de la fig. 25 son tales que la frecuencia total del grupo inicial es nula. Esto no es necesario seguramente pero se han tomado dichos valores para poder demostrar de qué manera el conjunto que es objeto de la fig. 25 puede constituir la primera parte de un multifasometro.



191875

Este multifasometro es lo que constituye el objeto de la fig. 6 en la que :

los organos que tienen las mismas referencias que en la fig. 25 son los mismos que en dicha figura; 214 designa un mezclador de frecuencias; 215 y 216 designan filtros substractores cuyas bandas pasantes están respectivamente centradas sobre 300 y 200 ciclos y se extienden a una centena de ciclos; 217 y 218 son filtros amplificadores passe-bas que dejan pasar las frecuencias inferiores a 50 ciclos; 219 es un fasometro.

El funcionamiento del multifasometro así constituido es el siguiente :

Los organos que tienen las mismas referencias que en la fig. 25 funcionan de la manera expuesta en la descripción de esta figura; el mezclador 214 efectúa especialmente las subtracciones de frecuencias siguientes :

$$F'_1 - F'_5 ; F'_5 - F'_2 ; F'_5 - F'_3 ; F'_4 - F'_5$$

y produce respectivamente las corrientes de frecuencias :

$f_1 = 320$ ;  $F_2 = 300$ ;  $f_3 = 220$ ;  $f_4 = 200$  ciclos; el filtro substractor 215 selecciona las corrientes de frecuencias  $f_1$  y  $f_2$  y produce especialmente la corriente de frecuencia :

$f' = F - F = 20$  ciclos; el filtro substractor 216 selecciona las corrientes de frecuencias  $f_3$  y  $F_4$  y produce especialmente la corriente de frecuencia  $f'' = f_3 - f_4 = 20$



191875

cielos; las corrientes de frecuencias  $f'$  y  $f''$  son seleccionadas con exclusion de cualquier otra, respectivamente por los filtros passe-bas 217 y 218; el fasometro 219 mide el desplazamiento de fases  $\varphi$  de estas dos corrientes.

Se puede comprobar :

a) que este desplazamiento de fases  $\varphi$  es (a una constante mas o menos determinada por las características de construcción de los aparatos) igual a la fase total del grupo inicial, es decir que el multifasometro da el valor de la fase total de dicho grupo ;

b) que la agregacion del transformador de grupo ofrece particularmente la ventaja de facilitar la construcción del filtro 213. En efecto, se puede escoger por lo mejor la frecuencia sobre la cual se centrara la banda pasante de dicho filtro. Por otra parte, el reglaje de dicho filtro puede quedar fijo mismo si se desea que el multifasometro que es objeto de la fig. 26 pueda servir sucesivamente para medir la fase total de varios grupos de corrientes que solo difieran una de otra por un aumento o disminucion de frecuencias; dicho aumento o disminucion tiene el mismo valor para todas las corrientes del grupo, pues bastara entonces para adaptar dicho multifasometro a uno cualquiera de dichos grupos, modificar el valor de la frecuencia  $H$  de la corriente producida por la heterodina.

El conjunto que constituye el objeto de la fig. 27



1 91875

solo difiere del que es objeto de la fig. 25 por el hecho de que el filtro 213 se reemplaza por varios filtros 220, 221, 222.

En dicha fig. 27, se ha supuesto que el numero de filtros de que se trata es igual a tres, pero queda entendido que ese numero puede ser cualquiera.

Se senalara sin embargo que para que el funcionamiento de los filtros de que se trata sea satisfactorio, es decir para que un ligero desarreglo de uno cualquiera de dichos filtros no tenga efecto sensible en la medida efectuada por el multifasometro cuyo conjunto representado constituye un elemento, conviene que por cada uno de estos filtros la suma algebraica de los pesos de las corrientes imagenes seleccionadas sea nula.

Si por ejemplo los filtros 220, 221 y 222 seleccionan respectivamente corrientes imagenes de frecuencias  $F'_1$ ,  $F'_2$ ,  $F'_3$  y  $F'_4$ ,  $F'_5$  y  $F'_6$ , conviene que cada una de las sumas algebraicas  $K'_1 + K'_2$ ,  $K'_3 + K'_4$ ,  $K'_5 + K'_6$  sea nula.

La fig. 28 esquematiza un multifasometro que utiliza un conjunto tal como representado por la fig. 27. Las referencias utilizadas en dicha figura 28 tienen las mismas significaciones que en la fig. 26.

Para facilitar la narracion, supondremos que se tiene  $N = 4$  y que las características de las corrientes iniciales son :



1 91875

$F_1 = 1.000.320$ ciclos	$K_1 = + 1$
$F_2 = 1.000.300$ ciclos	$K_2 = - 1$
$F_3 = 1.000.220$ ciclos	$K_3 = - 1$
$F_4 = 1.000.200$ ciclos	$K_4 = + 1$

La frecuencia de la corriente de maniobra es  $H = 1$  Megaciclo. Los organos 215 a 219 tienen las mismas características que las indicadas en la descripción de la fig. 26. El funcionamiento del multifasometro es entonces el siguiente :

El mezclador 212 efectua las subtracciones de frecuencias siguientes  $F_1 - H$ ,  $F_2 - H$ ,  $F_3 - H$ ,  $F_4 - H$  y produce pues respectivamente las corrientes de frecuencias ;

$$f_1 = 320, f_2 = 300, f_3 = 220, f_4 = 200 \text{ ciclos.}$$

Los organos 215 a 219 funcionan como se ha indicado en la descripción de la fig. 26.

Se puede comprobar que el desplazamiento de fases  $\varphi$  medido por el fasometro 219 es ( a una constante mas o menos determinada por las características de construcción del multifasometro) igual a la fase total del grupo de corrientes iniciales.

La agregación del transformador de grupo en el multifasometro que es objeto de la fig. 26 ofrece casi las mismas ventajas que en el multifasometro objeto de la fig. 26.

El conjunto representado en la fig. 26 utiliza varios transformadores de grupo tales como descritos en la fig. 24. En el establecimiento de la fig. 29 se ha supuesto que



1050

191875

el numero de dichos transformadores es igual a 4, pero esto es a titulo de ejemplo solamente, pues en realidad dicho numero puede ser cualquiera, por lo menos igual a 2.

Las referencias 201 a 210 tienen la misma significacion que en la fig. 24; los indices a, b, c, d anadidos a los numeros sirven simplemente para distinguir los elementos constitutivos de los diferentes transformadores de grupo.

Cada uno de los grupos iniciales que son transformados por cada uno de estos transformadores de grupo esta constituido por el mismo numero N de corrientes.

223, 224, 225 designan N filtros substractores; lo mismo que en la fig. 24, se ha establecido la fig. 29 suponiendo que el numero N es igual a 3, pero queda entendido que este numero puede ser un entero cualquiera, por lo menos igual a 3.

El numero de estos filtros substractores es igual a N. Cada uno de ellos recibe de cada uno de los transformadores de grupo, una corriente imagen.

Con respecto a dichos filtros substractores, conviene senalar que sera a menudo necesario tomar ciertas disposiciones que permitan evitar que las corrientes que salen de un mezclador de frecuencias, no perturben el funcionamiento de otro mezclador. Tales disposiciones son muy conocidas del practico en la materia, y por consiguiente ya no se mencionaran en lo que sigue de la descripcion.

El conjunto representado en la fig. 29 funciona



1 91875

como sigue :

a) cada uno de los transformadores de grupo funciona como se ha dicho en la descripción de la fig. 24 ;

b) el filtro substractor 223 selecciona, con exclusion de cualquier otra corriente, las corrientes imagenes producidas respectivamente por los mezcladores 205 a-b-c-d-;

c) asimismo, el filtro substractor 224 selecciona las corrientes imagenes producidas por los mezcladores 206a-b-c-d y el filtro substractor 225 selecciona las corrientes imagenes producidas por los mezcladores 207a-b-c-d.

Para que las selecciones indicadas anteriormente sean posibles, es preciso naturalmente que las frecuencias de las corrientes imagenes sean repartidas en bandas relativamente estrechas : una banda por cada filtro substractor, quedando entendido que puede suceder que dos o mas bandas estén centradas en una misma frecuencia.

Ademas, para que el funcionamiento de los filtros substractores 223, 224 y 225 sea correcto, es decir para que ciertos ligeros desarreglos de dichos filtros substractores no tengan influencia sensible en el resultado de las medidas efectuadas por el multifasometro en el que va incluido el conjunto, conviene que por cada uno de dichos filtros substractores la suma algebraica de los pesos de las corrientes imagenes seleccionadas sea nula.

Por otra parte, por cada uno de los transformadores



B 1050

- 78 -

**1 91875**

de grupo utilizados, los pesos de las corrientes iniciales deben desde luego satisfacer la condicion que la suma algebraica de los pesos de las corrientes iniciales que forman el objeto de una adiccion de frecuencias, debe ser igual a la suma algebraica de los pesos de las corrientes iniciales que forman el objeto de una substraccion de frecuencias.

Puede comprobarse que en tales condiciones, la frecuencia total del grupo elemental constituido por el conjunto de las corrientes seleccionadas por los filtros substractores 223, 224 y 225 es independiente de las frecuencias de las corrientes de maniovre producidas por las heterodinas 204a-b-c-d y que es igual a la frecuencia total del grupo elemental constituido por el conjunto de las corrientes iniciales que entran en el conjunto descrito.

Naturalmente, el conjunto representado en la fig. 29 puede ser objeto de muchos casos particulares :

si varias de las heterodinas 204a-b-c-d tienen la misma frecuencia, pueden naturalmente ser reemplazadas por una sola heterodina;

si ciertas heterodinas tienen una frecuencia nula, son suprimidas naturalmente, asi como los mezcladores correspondientes;

los mezcladores y sus circuitos de entrada y salida pueden a menudo servir a la vez para varias corrientes;

si varias corrientes iniciales tienen la misma fre-



1 91875

cuencia, éstas pueden provenir de una fuente única. Son entonces conducidas por un circuito común, y el peso de la corriente llevada por dicho circuito es entonces igual a la suma algebraica de los pesos de las corrientes iniciales a que da nacimiento. Para verlo, basta referirse a la experiencia del desarreglo virtual.

Los aparatos ilustrados por las figuras 30 a 33 son multifasómetros, o por lo menos partes finales de multifasómetros, utilizando un conjunto tal como se representa en la figura 29.

El multifasómetro representado en la fig. 30 es capaz de medir la fase total de un grupo de cuatro corrientes, de las cuales dos tienen pesos iguales a  $+1$ , y dos de los pesos iguales a  $-1$ , siendo nula o casi nula la frecuencia total de dicho grupo.

Este multifasómetro está constituido como sigue :

las referencias 201a-b · 209a-b tienen la misma significación que en la fig. 29. Los dispositivos que tienen estas referencias constituyen pues dos transformadores de grupo, transformando cada uno dos corrientes; 215 y 216 designan dos filtros substractores, 217 y 218 designan dos filtros amplificadores passe-bas, y 219 designa un fasómetro. Dichas referencias tienen pues la misma significación que en la fig. 26, pero los valores numéricos que caracterizan los aparatos pueden desde luego ser diferentes de los definidos en la descripción



1 91875

de dicha figura.

Para utilizar el esquema representado por la fig.30. y precisar las características que deben tener los diferentes órganos, se puede proceder como sigue :

las cuatro corrientes que constituyen el grupo cuya fase total se quiere medir se arreglan en un orden que se puede escoger arbitrariamente;

la primera de estas corrientes es dirigida al circuito 201a, la segunda al circuito 202a, la tercera al circuito 201b, la cuarta al circuito 202b;

se designa por  $F_1, F_2, F_3, F_4$ , y por  $K_1, K_2, K_3, K_4$  las frecuencias y pesos respectivos de estas cuatro corrientes;

se escoge arbitrariamente el valor  $f$  de la frecuencia con la cual se desea que funcione el fasómetro 19;

se escoge arbitrariamente un valor paramétrico  $X$  (valor homogéneo de una frecuencia, pero que puede ser positivo o negativo) ;

los valores que deben tener las principales características de construcción del multifasómetro son definidos entonces como sigue :

las frecuencias  $H_a$  y  $H_b$  de las corrientes de manobra producidas respectivamente por las heterodinas 204a y 204b son dadas por las siguientes relaciones :

$$H_a = \sqrt{X + K F + \frac{f^2}{2}}$$

$$H_b = \sqrt{X - K F - \frac{f^2}{2}}$$



2 1950  
1 91875

en las que las barras / / indican segun la notacion conocida, que hay que tomar el valor absoluto de los valores insertos entre ellos;

las frecuencias sobre las cuales estan centradas las bandas pasantes de los filtros substractores 215 y 216 son dadas en valor absoluto por las siguientes relaciones :

$$F_{215} = \sqrt{X + K_1 F_1 + K_2 F_2} \text{ para el filtro substractor 215 y } F_{216} = \sqrt{X} \text{ para el filtro substractor 216;}$$

dichas bandas pasantes, asi como el limite superior de los filtros amplificadores passe-bas 217 y 218, son tomadas netamente mas grandes que la frecuencia f. En lo que sigue, supondremos que  $f = 20$  ciclos, que el limite superior de los filtros amplificadores passe-bas 217 y 218 es igual a 50 ciclos, y que las bandas pasantes de los filtros substractores 215 y 216 son iguales a 100 ciclos.

Para examinar el funcionamiento del multifasometro asi constituido,, es comodo utilizar cuatro coeficientes a, b, c, d que son todos ellos iguales a 1, en valor absoluto, y cuyo signo se define como sigue :

$$\text{signo de } \underline{a} = \text{signo de la expresion: } X + K_2 F_2 + \frac{f}{2}$$

$$\text{signo de } \underline{b} = \text{signo de la expresion: } X - K_4 F_4 - \frac{f}{2}$$

$$\text{signo de } \underline{c} = \text{signo de la expresion: } X + K_1 F_1 + K_2 F_2$$

$$\text{signo de } \underline{d} = \text{signo de } X.$$

Se puede comprobar entonces :

a) que cada uno de los dispositivos mezcladores pro-



287  
191875

duce, entre otras, una corriente que tiene la siguiente frecuencia :

$$\begin{aligned}
\text{por el mezclador 205a : } F'_1 &= c (aH_a + K_1 F_1) \\
\text{" " " 206a : } F'_2 &= d (aH_a - K_2 F_2) \\
\text{" " " 205b : } F'_3 &= c (bH_b - K_3 F_3) \\
\text{" " " 206b : } F'_4 &= d (bH_b + K_4 F_4)
\end{aligned}$$

b) que el filtro substractor 215 delecciona, con exclusion de cualquier otra corriente, las dos corrientes de frecuencias  $F'_1$  y  $F'_3$ , y produce pues, entre otras, una corriente que tiene la siguiente frecuencia :

$$f' = \sqrt{F'_1 - F'_3} = f + K_1 F_1 + K_2 F_2 + K_3 F_3 + K_4 F_4;$$

c) que asimismo el filtro substractor 216 selecciona, con exclusion de cualquier otra corriente, las dos corrientes de frecuencias  $F'_2$  y  $F'_4$ , y produce pues, entre otras, una corriente que tiene la siguiente frecuencia :

$$f'' = \sqrt{F'_2 - F'_4} = f$$

d) que los filtros amplificadores passe-bas 217 y 218 seleccionan respectivamente con exclusion de cualquier otra corriente, la corriente de frecuencia  $f'$  y la de frecuencia  $f''$ ;

e) que el fasometro 219 recibe las corrientes de frecuencias  $f'$ ,  $f''$  asi seleccionadas, y mide su desplazamiento de fases  $\phi$  lo cual es posible, pues se ve inmediatamente que las frecuencias  $f'$  y  $f''$  son iguales o casi iguales;

f) que dado que la diferencia existente entre las frecuencias  $f'$  y  $f''$  es igual a la frecuencia total del grupo



1 91875

de las cuatro corrientes que entran el multifasometro, el desplazamiento de fases  $\phi$  medido por el fasometro 219 (a una constante mas o menos determinada por las características de construcción del aparato) es igual a la fase total de dicho grupo.

Para apreciar las principales ventajas que ofrece el multifasometro representado en la fig. 30, es interesante compararle con el multifasometro representado en la fig. 6. Estos dos multifasometros permiten uno y otro medir la fase total de un grupo de 4 corrientes de las que 2 tienen pesos iguales a + 1 y 2 pesos iguales a - 1, siendo desde luego nula o casi nula la frecuencia total de dicho grupo.

Pero el multifasometro de la fig. 6 necesita que las frecuencias de las 4 corrientes sean repartidas de dos en dos en dos bandas estrechas y francamente distintas.

El multifasometro de la fig. 30 no impone al contrario no impone condicion alguna en cuanto a la manera de que deben ser repartidas dichas frecuencias, sino que la frecuencia total del grupo debe, naturalmente, ser nula o casi nula.

Los cinco ejemplos numéricos dados a continuacion ilustran algunas de las posibilidades del multifasometro representado en la fig. 30.

Segun un primer ejemplo, se tiene

- |             |         |
|-------------|---------|
| F = 17,5 Kc | K = + 1 |
| F = 12,5 Kc | K = + 1 |
| F = 15,5 Kc | K = - 1 |



28 050

1 91875

$$F_4 = 14,5 \text{ Kc}$$

$$K_4 = - 1$$

$$X = 85 \text{ Kc}$$

$$f = 20 \text{ ciclos}$$

$$H_a = 97,5 \text{ Kc} + 10 \text{ ciclos}$$

$$H_b = 99,5 \text{ Kc} - 10 \text{ ciclos}$$

$$F_{215} = 115 \text{ Kc}$$

$$F_{216} = 85 \text{ Kc}$$

Segun un segundo ejemplo, se tiene :

$$F_1 = 17,5 \text{ Kc}$$

$$K_1 = + 1$$

$$F_2 = 14,5 \text{ Kc}$$

$$K_2 = - 1$$

$$F_3 = 15,5 \text{ Kc}$$

$$K_3 = - 1$$

$$F_4 = 12,5 \text{ Kc}$$

$$K_4 = + 1$$

$$X = 112 \text{ Kc}$$

$$f = 20 \text{ ciclos}$$

$$H_a = 97,5 \text{ Kc} + 10 \text{ ciclos}$$

$$H_b = 99,5 \text{ Kc} - 10 \text{ ciclos}$$

$$F_{215} = 115 \text{ Kc}$$

$$F_{216} = 112 \text{ Kc}$$

Segun un tercer ejemplo, correspondiente al caso particular en que las dos heterodinas 204a y 204b tienen la misma frecuencia, tendremos :

$$F_1 = 17,5 \text{ Kc}$$

$$K_1 = + 1$$

$$F_2 = 14,5 \text{ Kc}$$

$$K_2 = - 1$$

$$F_3 = 12,5 \text{ Kc}$$

$$K_3 = + 1$$

$$F_4 = 15,5 \text{ Kc}$$

$$K_4 = - 1$$

$$X = - 0,5 \text{ Kc}$$

$$f = 20 \text{ ciclos}$$

$$H_a = H_b = 15 \text{ Kc} - 10 \text{ ciclos}$$



2

1050

**1 91875**

$$F_{215} = 2,5 \text{ Kc} ; F_{216} = 0,5 \text{ Kc}$$

Segun un cuarto ejemplo correspondiente al caso particular en que la heterodina 204b tiene una frecuencia nula, de lo que resulte como se ha dicho anteriormente, que puede ser suprimida asi como los mezcladores correspondientes 205b y 206b, se tiene

$F_1 = 17,5 \text{ Kc}$	$K_1 = + 1$
$F_2 = 14,5 \text{ Kc}$	$K_2 = - 1$
$F_3 = 12,5 \text{ Kc}$	$K_3 = + 1$
$F_4 = 15,5 \text{ Kc}$	$K_K = - 1$

$$X = - 15,5 \text{ Kc} + 10 \text{ ciclos} \quad f = 20 \text{ cicl.}$$

$$H_a = 30 \text{ Kc} - 20 \text{ ciclos}$$

$$F_{215} = 12,5 \text{ Kc} - 10 \text{ ciclos}$$

$$F_{216} = 15,5 \text{ Kc} - 10 \text{ ciclos}$$

Segun un quinto ejemplo correspondiente al caso particular en que las cuatro corrientes iniciales tienen frecuencias iguales, o por lo menos muy proximas, se tendra :

$$F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 1.000 \text{ ciclos}$$

$$K_1 = + 1 \quad K_2 = - 1 \quad K_3 = - 1 \quad K_4 = + 1$$

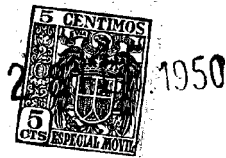
$$X = 200 \text{ ciclos} \quad f = 20 \text{ ciclos}$$

$$H_a = 790 \text{ ciclos}$$

$$H_b = 810 \text{ ciclos}$$

$$F_{215} = F_{216} = 200 \text{ ciclos}$$

El esquema representado en la fig. 31 difiere solamente del representado por la fig. 30 por los puntos siguientes :



- 86 -

1 91875

el mezclador 212<sup>a</sup> reemplaza los mezcladores 215<sup>a</sup> y 206<sup>a</sup>, y lo mismo el mezclador 212<sup>b</sup> reemplaza los mezcladores 205<sup>b</sup> y 206<sup>b</sup> ;

el circuito de entrada 211, y sus derivaciones 211<sup>a</sup> y 211<sup>b</sup> reemplazan los circuitos 201<sup>a</sup>, 202<sup>a</sup>, 201<sup>b</sup> y 202<sup>b</sup>.

Desde luego tales reemplazos se hacen cada vez que de ello no resulte ningún inconveniente en el funcionamiento del aparato. Tal es el caso de los dos primeros ejemplos que se acaban de dar. Tal podría ser igualmente el caso del tercer ejemplo, pero reemplazando entonces las dos heterodinas 204<sup>a</sup> y 204<sup>b</sup> por una sola heterodina, y los dos mezcladores 212<sup>a</sup> y 212<sup>b</sup> por un solo mezclador. Tal podría aun ser el caso del cuarto ejemplo, pero suprimiendo entonces la heterodina 204<sup>b</sup>, y suprimiendo el mezclador 212<sup>b</sup>.

La fig. 32 esquematiza un multifasometro capaz de medir la fase total de un grupo de seis corrientes, de las cuales cuatro tienen pesos iguales a + 1, y dos pesos iguales a - 2, siendo las frecuencias de dichas corrientes iguales o por lo menos muy aproximadas las unas de las otras.

En dicha figura los elementos que tienen las referencias 201<sup>a</sup>-b-c- a 206<sup>a</sup>-b-c y 215 a 219 son los mismos y funcionan del mismo modo que en las figuras anteriores; 226 y 227 designan filtros substractores.

Segun un ejemplo numérico, los pesos de las seis corrientes que entran respectivamente por los circuitos 201<sup>a</sup>,



1 91875

202a, 202b, 202c, 201c y 202c tienen los siguientes valores :

$$K_1 = K_2 = + 1; K_3 = K_4 = - 2; K_5 = K_6 = + 1$$

las frecuencias  $f_1$  a  $F_6$  de estas seis corrientes son todas ellas iguales a 5.000 ciclos; las frecuencias de las corrientes producidas por las heterodinas 204a, 204b, 204c, son respectivamente iguales a :  $H_a = 3.220$ ;  $H_b = 3.000$ ;  $H_c = 2.800$  ciclos; las bandas pasantes de los filtros substractores 226 y 227 son del orden de 1.000 ciclos, y están centradas respectivamente sobre 8.000 y 2.000 ciclos; las bandas pasantes de los filtros substractores 215 y 216 son de 100 ciclos aproximadamente, y están centradas sobre 200 ciclos; la frontera de los filtros passe-bas 217 y 218 es de 50 ciclos aproximadamente.

El funcionamiento del aparato puede, designando las corrientes por sus frecuencias, resumirse como sigue :

$$205a \text{ produce } F'_1 = F_1 + H_a = 8.220 \text{ ciclos}$$

$$206a \text{ produce } F'_2 = F_2 - H_a = 1.780 \text{ ciclos}$$

$$205b \text{ produce } F'_3 = F_3 + H_b = 8.000 \text{ ciclos}$$

$$206b \text{ produce } F'_4 = F_4 - H_b = 2.000 \text{ ciclos}$$

$$205c \text{ produce } F'_5 = F_5 + H_c = 7.800 \text{ ciclos}$$

$$206c \text{ produce } F'_6 = F_6 - H_c = 2.000 \text{ ciclos}$$

226 selecciona  $F'_1$ ,  $F'_3$  y  $F'_5$ , y produce :

$$f_1 = F'_1 - F'_3 = 220 \text{ ciclos}$$

$$f_2 = F'_3 - F'_5 = 200 \text{ ciclos}$$

227 selecciona  $F'_2$ ,  $F'_4$  y  $F'_6$ , y produce :



1 91875

$$f = F' - F' = 220 \text{ ciclos}$$

$$f = F' - F' = 200 \text{ ciclos}$$

215 selecciona  $f$  y  $f'$ , y produce  $f'' = f - f = 20$  ciclos

216 selecciona  $f$  y  $f'$ , y produce  $f'' = f - f = 20$  ciclos

217 y 218 seleccionan respectivamente  $f'$  y  $f''$ , de los cuales 219 mide el desplazamiento de fases  $\varphi$ .

Se puede comprobar facilmente que este desplazamiento de fases es (mas o menos con una constante determinada por las caracteristicas de construccion del aparato) igual a la fase total del grupo de las seis corrientes de frecuencias  $F_1$  a  $F_6$  y de pesos  $K_1$  a  $K_6$  precitados.

Con mucha frecuencia, las dos corrientes que entran por los circuitos 201b y 202b proceden de una fuente unica. Los mezcladores 205b y 206b son reemplazados entonces por un solo mezclador, y los circuitos 201b y 202b se confunden en un solo circuito. La corriente que entra entonces por este circuito tiene entonces un peso igual a  $K_3 + K_4 = - 4$ .

El multifasometro esquematizado por la fig. 33 solo se distingue del representado en la fig. 16, por la adiccion de dos transformadores de grupo, realizandose la reunion de estos dos transformadores y de los filtros substractores que les siguen conforme al esquema dado por la fig. 29. Claro es- ta que los dos multifasometros de que se trata poseen posibi-



1 91875

lidades comparables, pero que el nuevo multifasometro permite hacer extensivas las ventajas del otro a grupos de corrientes cuyas frecuencias se pueden repartir menos estrechamente acondicionada.

Para exponer mas sencillamente la constitucion y el funcionamiento de este nuevo multifasometro, se utilizara un ejemplo numerico, y se designaran las corrientes por sus frecuencias. Las frecuencias y los pesos de las diez corrientes que entran en el aparato por el circuito 211, y que constituyen el grupo cuya fase total se quiere medir, tienen respectivamente los siguientes valores :

$F_1 = 1.118.600$ ciclos	$F_6 = 1.017.340$ ciclos
$F_2 = 1.116.600$ ciclos	$F_7 = 1.015.400$ ciclos
$F_3 = 1.114.500$ ciclos	$F_8 = 1.013.500$ ciclos
$F_4 = 1.112.390$ ciclos	$F_9 = 1.011.610$ ciclos
$F_5 = 1.110.350$ ciclos	$F_{10} = 1.009.650$ ciclos
$K_1 = + 1$	$K_6 = - 1$
$K_2 = + 1$	$K_7 = - 1$
$K_3 = - 4$	$K_8 = + 4$
$K_4 = + 1$	$K_9 = - 1$
$K_5 = + 1$	$K_{10} = - 1$

Las heterodinas 204a y 204b producen respectivamente  $H_a = 1.100.000$  ciclos y  $H_b = 1.000.000$  ciclos : El mezclador 212a produce, entre otras :

$$F'_1 = F_1 - H_a = 18.600 \text{ ciclos}$$



1 91875

$$F'_2 = F_2 - H_a = 16.600 \text{ ciclos}$$

$$F'_3 = F_3 - H_a = 14.500 \text{ ciclos}$$

$$F'_4 = F_4 - H_a = 12.390 \text{ ciclos}$$

$$F'_5 = F_5 - H_a = 10.350 \text{ ciclos}$$

El mezclador 212b produce, entre otras :

$$F'_6 = F_6 - H_b = 17.340 \text{ ciclos}$$

$$F'_7 = F_7 - H_b = 15.400 \text{ ciclos}$$

$$F'_8 = F_8 - H_b = 13.500 \text{ ciclos}$$

$$F'_9 = F_9 - H_b = 11.600 \text{ ciclos}$$

$$F'_{10} = F_{10} - H_b = 9.650 \text{ ciclos}$$

Los filtros substractores 228 a 232 tienen bandas pasantes de unos 2.000 ciclos, centradas respectivamente sobre 18.000, 16.000, 14.000, 12.000 y 10.000 ciclos.

El filtro substractor 228 selecciona pues  $F'_1$  y  $F'_6$  y produce, entre otros:  $F_{11} = F'_1 - F'_6 = 1.320$  ciclos.

Igualmente, los filtros substractores 229 a 232 producen respectivamente :

$$F_{12} = F'_2 - F'_7 = 1.200 \text{ ciclos}$$

$$F_{13} = F'_3 - F'_8 = 1.000 \text{ ciclos}$$

$$F_{14} = F'_4 - F'_9 = 780 \text{ ciclos}$$

$$F_{15} = F'_5 - F'_{10} = 700 \text{ ciclos}$$

El filtro substractor 233 tiene una banda pasante de unos 1.000 ciclos, centrada sobre 1.000 ciclos. Selecciona  $F_{11}$  a  $F_{15}$ , y produce, entre otros :

$$f_1 = F_{11} - F_{13} = 320 \text{ ciclos}$$



29

1 91875

$$F_2 = F_{12} - F_{13} = 200 \text{ ciclos}$$

$$F_3 = F_{13} - F_{14} = 220 \text{ ciclos}$$

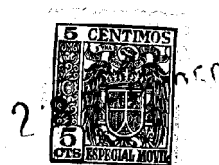
$$F_4 = F_{13} - F_{15} = 300 \text{ ciclos}$$

Los elementos 215 a 219 tienen las mismas características, y funcionan de la misma manera que en la fig. 26.

Se puede comprobar que el desplazamiento de fases  $\phi$  medido por el fasómetro 219 es (con una constante mas o menos determinada por las características de construcción del aparato) igual a la fase total del grupo de las diez corrientes que entran en el aparato por el circuito 11.

El transformador de grupo representado en la fig. 34 se distingue solamente del representado en la fig. 24 por la interposición, en el circuito que lleva la corriente de maniobra al mezclador 207, de un transformador de gases 234. Se ve en 201 a 210 los órganos de la fig. 24 con las mismas funciones. El transformador de fases 234 crea entre su corriente de salida y su corriente de entrada, un desplazamiento de fases que es función de la posición de un eje de mando 235. Puede comprobarse que el transformador de grupo así constituido es tal que la diferencia existente entre la fase total del grupo imagen y la del grupo inicial, es función de la posición de dicho árbol de mando 35.

La principal aplicación de tal aparato se ilustra en la fig. 35, la que solo se distingue de la fig. 30 por la interposición en el circuito que conduce la corriente de ma-



1 91875

niobra al mezclador 206b, de un transformador de fases 234 y por la sustitucion del fasometro 219 por un servo-motor 236 tal que la velocidad de su arbol de salida sea funcion del desplazamiento de fases de las dos corrientes que alimentan este ultimo; dicho arbol de salida acciona, por mediacion de un enlace mecanico la mayor parte de las veces desmultiplicado, el eje de mando 235.

El conjunto asi constituido funciona de una manera muy conocida, como un sistema subordinado; el eje 235 al tomar una posicion tal que el desplazamiento de las corrientes que alimentan el servo-motor 236 tenga el valor por el cual la velocidad de dicho arbol es nula, se comprueba facilmente que dicha posicion da, de una manera indirecta, el valor de la fase total del grupo de corrientes que entran en el multifasometro objeto de la fig. 35.

Debe hacerse observar que el transformador de fases podria lo mismo ir interpuesto en otro circuito recorrido por una corriente de peso no nulo, por ejemplo uno cualquiera de los circuitos de entrada de los dispositivos 205a-b, 206a-b, 215 y 216, pero por lo general es ventajoso actuar sobre una corriente de maniobra debido a que su frecuencia es estable y que esta exenta de parasitos.

El transformador de fases 234 y el servo-motor 236 pueden ser realizados por ejemplo como se ha representado en las figs. 2, 22 y 23.



1 91875

En todas las formas de realizacion de multifasometros que se acaban de describir, hemos visto que estos aparatos estan constituidos por un operador de frecuencias seguido de un fasometro, de lo cual la denominacion "multifasometro". El operador de frecuencias hace corresponder un elemento fisico llamado "fase total" de un grupo de corrientes, con otro elemento fisico que es el desplazamiento de fases relativo de dos corrientes. El fasometro este desplazamiento de fases con otro elemento fisico que es la posicion de su organo indicador. En definitiva, el multifasometro hace corresponder un elemento fisico que es una fase total con otro elemento fisico que es una posicion.

Pues, en ciertas aplicaciones es deseable hacer corresponder a una fase total un elemento fisico que no sea una posicion y tal por ejemplo como una velocidad o un momento, un voltaje o una intensidad. En ese caso, se reemplazara el fasometro por otro dispositivo detector de desplazamiento de fases, es decir un dispositivo capaz de hacer corresponder con el desplazamiento de fase relativo de dos corrientes el elemento fisico deseado. El multifasometro se llamara entonces "detector de fase total".

Queda entendido que el invento se extiende a todos los detectores de fase total, es decir a todos los aparatos que comprenden en combinacion un operador de frecuencia seguido de un detector de desplazamiento de fases.



2

150

1 91875

MULTIGENERADOR

Como se ha visto en el ejemplo dado al principio de la descripción, las instalaciones de radio-balizaje que constituyen el objeto principal del invento utilizan por el lado emisión un conjunto llamado multigenerador y por el lado recepción un aparato llamado multifasometro que acabamos de describir.

Llamase multigenerador cualquier conjunto capaz de producir por lo menos un grupo de corrientes cuya frecuencia total es rigurosamente nula y cuya fase total tiene un valor constante y determinado.

Tales conjuntos pueden ser realizados de varias maneras.

En el caso de frecuencias poco elevadas se puede por ejemplo realizar un multigenerador por medio de cierto número N de alternadores que tienen respectivamente  $p_1, p_2 \dots p_N$  pares de polos y que van montados en un mismo árbol motor con una velocidad de rotación sensiblemente constante e igual a  $n$  revoluciones por segundo. Las corrientes producidas por estos alternadores tendrán pues frecuencias  $F_1 = np_1, F_2 = np_2 \dots F_N = np_N$  y basta afectarles respectivamente pesos  $K_1, K_2 \dots K_N$  tales que la expresión :

$$K_1 p_1 + K_2 p_2 + \dots + K_N p_N$$

sea nula para que el grupo de corrientes así constituido tenga una frecuencia total rigurosamente nula, mismo si la velocidad del motor varia. De ello se deduce y puede comprobarse que la



1 91875

fase total del grupo de corrientes es constante y que su valor es determinada por la posición relativa de los diferentes alternadores.

Vamos a describir ahora por medio de la fig. 36 un multigenerador cuyo empleo es particularmente ventajoso en la aplicación al radio-balizaje.

En dicha figura 301, 302, 303, 304 y 305 designan  $N$  generadores (para establecer la figura, se ha supuesto que  $N$  es igual a 5, pero desde luego este número puede ser un número entero cualquiera por lo menos igual a 2) produciendo cada uno una corriente eléctrica de frecuencia fija estabilizada convenientemente por cristal.

Dichos generadores, excepto uno de ellos, el generador 301 por ejemplo que es de un tipo nuevo y que describiremos más adelante con el nombre de generador sincronizado, son generadores corrientes de cualquier tipo conocido. Las frecuencias de las 5 corrientes así producidas se designan respectivamente por  $F_1, F_2, \dots, F_5$ . Dichas corrientes, que están destinadas a constituir un grupo de corrientes, son afectadas de pesos respectivos  $K_1, K_2, \dots, K_5$ , es decir de coeficientes enteros positivos, negativos o nulos. Los valores nominales de las frecuencias  $F_1, F_2, \dots, F_5$  y los pesos  $K_1, K_2, \dots, K_5$  de dichas corrientes se escogen de tal modo que la expresión:  $K_1(F_1) + K_2(F_1) \dots K_2(F_2) \dots K_5(F_5)$ , significando los paréntesis que se trata de los valores nominales de las frecuen-



- 96 -

1 91875

cias  $f_1$  a  $F_5$ . Las frecuencias reales  $F_1$  a  $F_5$  se gradúan lo mas cerca posible de sus valores nominales, lo que origina que la frecuencia total del grupo de corriente  $F = K_1F_1 + K_2F_2 + \dots + K_5F_5$  sea sensiblemente nula.

306 e 310 designan los circuitos de utilizacion en los cuales son canalizadas las corrientes producidas por los generadores precitados. 311 designa un conjunto de circuitos bifurcados en derivacion en los circuitos de utilizacion 306 a 310. 312 designa un operador de frecuencias que recibe por el circuito las corrientes de frecuencias  $F_1, F_2 \dots F_5$ , y que producen partiendo de dichas corrientes, otras dos nuevas corrientes de baja frecuencia  $f', f''$  cuyo desplazamiento de fases relativo  $\phi$  es, mas o menos con una constante que es determinada por las características de construccion de los circuitos 311 y del operador de frecuencias 312, igual a la fase total del grupo de corrientes. La realizacion de tal operador de frecuencias se ha descrito en los parrafos anteriores.

313 designa los dos circuitos de salida del operador de frecuencias 312. Se notara que los circuitos 311 a 313 pueden ser reemplazados por enlaces equivalentes tales como enlaces radicalétricos.

El generador 314 produce una corriente senoidal de poca potencia, cuya frecuencia se estabiliza por cristal, pero puede sin embargo ser modificada algunos ciclos en ambas partes de su valor nominal por medio de un dispositivo de reglaje



B. 1950

- 97 -

1 91875

constituido por ejemplo por una capacidad variable asociada con el circuito oscilante de que forma el cristal, y maniohrrable por medio de un eje de mando 315.

El transformador de fases 316 maniohrrable por un eje de mando 317 lo atraviesa la corriente producida por el generador 314. Crea entre su corriente de entrada y la de salida, un desplazamiento de fases que es funcion de la posicion de su eje de mando 317, y que con preferencia es igual al angulo que define dicha posicion.

El servo-motor 318 es alimentado por las dos corrientes de frecuencias  $f'$  y  $f''$  que le llegan del operador de frecuencias 312 por los circuitos 313. Dicho servo-motor tiene un arbol de salida 319 cuya velocidad es funcion del desplazamiento de fases relativo de dichas dos corrientes. El arbol de salida 319 mueve a la vez los dos ejes de mando 315 y 317 por modiecion de dos enlaces mecanicos indicados respectivamente en 320 y 321. El enlace 321 es con preferencia lo mas directo y desprovisto de inercia que sea posible, con objeto de su accion sobre la fase de corriente sea lo mas inmediata posible. El enlace 320 esta acondicionado de manera que las acciones respectivas del arbol 319 sobre el transformador de fases 316 por una parte y sobre el dispositivo de reglaje en frecuencia incorporado al generador 314 por otra, sean proporcionadas como sigue : cuando el desplazamiento de fases creado por el transformador de fases 316 aumenta una vuelta, la fre-



R 1950

- 98 -

1 91875

cuencia de la corriente producida por el generador 314 aumenta algunos ciclos. Ventajosamente, el servo-motor 318 y el transformador de fases 316 se realizan conforme a las figs. 21, 22 y 23.

El multigenerador que se acaba de describir funciona como sigue : las cinco corrientes producidas por los generadores 301 a 305 son recibidas por el operador de frecuencias 312 deduciendo de ellas dos nuevas corrientes de frecuencias  $f'$  y  $f''$ , cuyo desplazamiento de fases relativo controla la velocidad del árbol de salida del servo-motor 318, y actúa por consiguiente el reglaje en fase y frecuencia de la corriente producida por el generador 301. Se puede comprobar que toda modificación introducida de este modo en la fase de dicha corriente repercute en la fase total del grupo constituido por las cinco corrientes, y por consiguiente en el desplazamiento de fases relativo de las dos corrientes de frecuencias  $f'$  y  $f''$ , de suerte que la cadena de reacción así realizada se cierra sobre sí misma, funcionando el multigenerador como un sistema subordinado.

Efectivamente, dicho sistema toma muy fácilmente y con mucha rapidez su equilibrio; basta para ello que la bifurcación de los circuitos de alimentación del servo-motor 318 se realice en sentido debido para que dicho equilibrio sea estable, es decir, es decir para que cualquier variación accidental de la fase de la corriente producida por el generador 301 pro-



1 91875

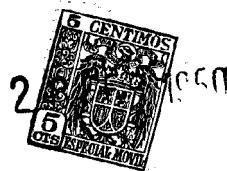
voque una reaccion que se oponga a dicha variacion. El equilibrio que toma el sistema se caracteriza por los puntos siguientes :

- las dos corrientes de frecuencias  $f'$  y  $f''$  tienen exactamente la misma frecuencia una que otra, y su desplazamiento de fases relativo es igual, practicamente a un grado mas o menos, al valor por el cual el arbol de salida del sercomotor esta inmovil;

- la frecuencia total del grupo constituido por las cinco corrientes es rigurosamente nula, y su fase total tiene un valor constante y determinado por las caracteristicas de construccion del multigenerador; con mucha frecuencia se hace ser a dicho valor igual a cero por ejemplo interponiendo en uno de los circuitos del multigenerador un transformador de fases graduado una vez para siempre al valor requerido;

- el arbol de salida del servo-motor 318, y por consiguiente las piezas moviles a que va unido mecanicamente, estan parados, quedando entendido que si las frecuencias y fases de las corrientes producidas por los generadores 301 a 305 son objeto de variaciones accidentales debidas por ejemplo a un desviamiento de los cuarzos incluidos en dichos generadores, las piezas moviles antedichas se mueven precisamente dentro de la medida necesaria para la correccion de dichas variaciones accidentales.

INSTALACIONES ELEMENTALES DE RADIO-BALIZAJE



1 91875

Las instalaciones que se van a describir utilizan los dispositivos descritos en los parrafos anteriores. Se las califica de elementales porque la estacion receptora solo puede efectuar una sola medida de fase total.

Como ya se ha dicho al principio de la descripcion, tales instalaciones son practicamente insuficientes para poder determinar la posicion del movil; Sabido es en efecto, por una parte, que un fasometro vuelve a dar la misma indicacion cuando la fase medida a dado una o mas vueltas, y por consiguiente que dicho aparato deja ignorar el numero de vueltas efectuadas, lo que ocasiona a menudo una indeterminacion conocida de los especialistas con el nombre de ambigüidad. Sabido es por otra parte que para determinar la posicion de un movil, es necesario cortar por lo menos dos indicaciones distintas.

Los parrafos siguientes describiran unas instalaciones que se calificaran de instalaciones completas, puesto que permiten a la estacion receptora efectuar simultaneamente varias medidas de fase total, siendo tales estas medidas que suprimen toda posibilidad de ambigüidad, y que permiten por corte determinar completamente la posicion de dicha estacion receptora.

En la practica, solo se utilizaran estas instalaciones completas. Sin embargo, para comprender el funcionamiento de las mismas, conviene describir antes las instalaciones elementales. Tal es el objeto del presente parrafo.



- 101 y

1 91875

La fig. 37 da el esquema general de tal instalacion en el caso particular en que utiliza cinco ondas emitidas por cinco antenas y de lo cual ya se ha dado un ejemplo particular al comienzo de la descripcion; en dicha figura un multigenerador 322 produce un grupo de cinco corrientes de frecuencias respectivas  $F_1$  a  $F_5$ , y de pesos respectivos  $K_1$  a  $K_5$ . Dichas frecuencias son diferentes las unas de las otras. La frecuencia total del grupo es nula; su fase total tiene un valor constante y determinado, que supondremos igual a cero; estas cinco corrientes son conducidas respectivamente por los circuitos 306 a 310 a cinco antenas emisoras A, B, C, D, E. Si es preciso, unos amplificadores 323 a 327 dan a dichas corrientes la potencia necesaria para la alimentacion de las citadas antenas. Se establecen las antenas en puntos de posiciones fijas y conocidas, y a menudo se hallan muy distantes las unas de las otras, de lo que resulta que el multigenerador, lejos de ser un aparato compacto, es muchas veces un conjunto de aparatos dispersos en puntos geograficos muy distintos. Cada una de estas antenas produce una onda sostenida pura, de la misma frecuencia que la corriente que le da nacimiento.

Una antena receptora R establecida a bordo del movil retransforma las cinco ondas emitidas en un grupo de cinco corrientes de frecuencias  $F_1$  a  $F_5$ , y de pesos  $K_1$  a  $K_5$  que, si es preciso, son filtradas y amplificadas por el filtro amplificador 328; un multifasometro 329, constituido por un operador



1 91 875

de frecuencias 330 y un fasometro 331, mide la fase total de dicho grupo de corrientes.

Dado que dicha fase total era nula al salir de las antenas emisoras, la medida efectuada por el multifasometro 329 da el valor de la variacion sufrida por esta fase total entre las antenas emisoras A, B, C, D, E, y la antena receptora R. Pues sabido es que una onda de frecuencia  $F_N$  que recorre una distancia D expresada en kilometros, sufre un retraso o desplazamiento de fases negativo, igual en grados a  $- 360 \frac{F_N D}{V}$ ,

(10) siendo V la velocidad de propagacion de las ondas (300.000 Km/seg.). Vemos pues que el valor  $\phi$  medido por el multifasometro 329 es funcion de la posicion del movil, y es dado por la relacion siguiente :  $\phi = - 360 \frac{K_1 F_1 D_A + K_2 F_2 D_B + \dots + K_5 F_5 D_E}{V}$

en la que  $D_A, D_B, \dots, D_E$  son las distancias que separan la antena receptora R respectivamente de las antenas emisoras A, B, C, D, E.

Debe hacerse observar que teoricamente, que esta relacion solo es exacta con una constante mas o menos, que es determinada por las caracteristicas de construccion de la instalacion. Pero con mucha frecuencia, esta constante es nula puesto que es sensiblemente igual al valor de la fase total del grupo de corrientes producidas por el multigenerador 322, valor que hemos supuesto nulo. En todo caso, se puede eliminar facilmente dicha constante, por ejemplo por un reglaje del cero del fasometro, efectuado parando el movil en una posicion



1 91875

conocida. En lo que sigue de la descripción, supondremos pues que dicha constante es nula, o ha sido eliminada.

Debe señalarse también que la relación (10) solo es exacta si las antenas utilizadas son omnidireccionales. Si dichas antenas tienen un efecto directivo, la relación habrá de ser completada por términos correctivos, pero el valor de la fase total medida es siempre una función de la posición del móvil. Las instalaciones descritas en ejemplos no recurren a tales efectos directivos y las antenas utilizadas son al contrario tales que dichos términos correctivos son despreciables. Esto no impide utilizar antenas de tipos muy diversos, siendo así que en el caso de ondas ultra-cortas, las antenas estarán constituidas por embudos.

La instalación descrita por medio de la fig. 37 utiliza cinco ondas emitidas respectivamente por cinco antenas. Queda entendido que el número de ondas y el de antenas emisoras pueden ser diferentes del número cinco tomado como ejemplo. En efecto por una parte el número de antenas puede ser cualquiera, por lo menos igual a dos, y por otra parte cada una de las antenas puede emitir cualquier número de ondas. Inversamente, cada una de las ondas que sirve para transmitir una corriente de peso no nulo debe ser emitida por una sola antena; solo las corrientes de pesos nulos destinados a facilitar la realización del multifasómetro pueden ser transmitidas por varias antenas. La elección del número de antenas y del de

28 FEB 1950



191875

ondas emitidas por cada una de ellas depende del problema de balizaje que se quiera resolver, y se precisara mas adelante de qué modo se puede hacer dicha eleccion.

En todos los casos, el valor de la fase total medida esta ligado a la posicion del movil por la siguiente relacion :

$$\phi = - \frac{360}{V} (F_A D_A + F_B D_B + F_C D_C + \dots) \quad (11)$$

en la que  $F_A$  designa el valor de la suma algebraica siguiente:  $K_{A1} F_{A1} + K_{A2} F_{A2} + \dots$

$F_{A1}, F_{A2} \dots$  siendo las frecuencias de las corrientes transmitidas en forma de ondas por la antena A y  $K_{A1}, K_{A2} \dots$  siendo los pesos de dichas corrientes, y asimismo  $F_B, F_C \dots$  designan los valores respectivos de las sumas algebraicas igualmente definidas por cada una de las antenas B, C .... teniendo las otras notaciones la misma significacion que en la relacion (10) de la que la relacion (11) es la generalizacion. Dichos valores  $F_A, F_B, F_C \dots$  seran llamados respectivamente "frecuencia caracteristica" de las antenas A, B, C ...

Con mucha frecuencia, la totalidad o por lo menos la mayoria de los valores  $F_A, F_B, F_C \dots$  tienen sensiblemente el mismo valor absoluto. Dicho valor le llamaremos "frecuencia caracteristica" de la instalacion.

Es comodo entonces poner la relacion (11) en la siguiente forma :

$$\phi = - \frac{360 F_0}{V} (K_A D_A + K_B D_B + K_C D_C \dots) \quad (12)$$



1950

- 105 -

191875

en la que  $F_0$  designa la frecuencia característica de la instalación, y  $K_A$ ,  $K_B$ ,  $K_C$  .... son coeficientes numéricos respectivamente iguales a las relaciones  $F_A/F_0$ ,  $F_B/F_0$ ,  $F_C/F_0$  .... La mayor parte de estos coeficientes son muy sensiblemente sino exactamente iguales a +1 o a -1; los demas, si los hay, son muy sensiblemente sino exactamente iguales a numeros enteros positivos, negativos o nulos. Dichos coeficientes son llamados "pesos de las antenas". Su suma algebraica es nula.

Las frecuencias de las ondas emitidas pueden escogerse en toda la gama de las ondas radio-eléctricas utilizadas, teniendo sin embargo en cuenta las reflexiones de que pueden ser objeto. La eleccion de dichas frecuencias sera pues determinada principalmente por los alcances que se desean realizar, y por las bandas de frecuencias de que se puede disponer. En la practica, las frecuencias utilizadas por una instalacion elementales estaran por otra parte comprendidas en una o varias bandas tan estrechas como lo permite la estabilidad de los emisores y la selectividad de los receptores.

Si una (o varias) de las frecuencias  $F_1$  a  $F_5$  se la juzga muy poco elevada, la corriente correspondiente es omitida, no ya en forma de una onda mantenida pura que tenga la misma frecuencia que ella, sino en forma de una onda de frecuencia conveniente, modulada por dicha corriente, pudiendo hacerse dicha modulacion por cualquier procedimiento conocido, en amplitud por ejemplo. Aquel de los dispositivos 323 a 327



2 1950

- 106 -

191875

correspondiente a la corriente de que se trata ya no es entonces un simple amplificador, sino que comprende además el generador de la corriente portadora, y el modulador necesario para realizar la onda modulada. Paralelamente, el dispositivo 328 no es ya entonces un simple filtro amplificador, sino que comprende además el detector necesario para detectar la onda modulada y sacar la corriente que ha servido a modularla.

Los pesos de las corrientes pueden ser cualesquiera, pero lo más a menudo, serán iguales en valor absoluto, ya sea  $a + c - 1$ , o  $a + c - 4$ , y como se verá más adelante, los pesos de las antenas son con mucha frecuencia también iguales ya sea  $a + c - 1$ , o  $a + c - 4$ . En todos los casos, el peso total del grupo de corrientes será muy ventajosamente igual a cero; esta disposición facilita en efecto considerablemente la realización del multifasometro que puede comprender entonces desde su entrada, dispositivos de transposición de frecuencias y dispositivos de filtrar y de amplificación de calidad corriente.

Las relaciones (10) y (11) son válidas cualesquiera que sean los emplazamientos de las antenas emisoras. Las distancias que separan dichas antenas las unas de las otras pueden ser lo mismo grandes que pequeñas con relación a las longitudes de ondas utilizadas, y lo mismo pasa con las distancias que los separan de la antena receptora R; esta última puede estar situada lo mismo al interior de la zona ocupada por las antenas emisoras que muy distante de dicha zona.



1 91875

Para determinar las características de una instalación, y particularmente el número, los emplazamientos y los pesos de las antenas emisoras, puede ser conveniente en ciertos casos transformar la relación (11) por un desarrollo en serie con objeto de expresar el valor de la fase total  $\phi$  en función de las coordenadas polares del móvil tomadas desde un punto fijo convenientemente escogido. Se puede hacer esto con una aproximación suficiente, cuando las distancias  $D_A, D_B, \dots$  son grandes con relación a las que separan entre ellas las antenas emisoras, que todas estas antenas emisoras se encuentran a la misma altura sobre el suelo, y que la antena receptora R está a una altitud nula o pequeña con relación a su distancia.

La relación que liga el valor de la fase total medida con la posición del móvil puede ponerse entonces en la forma siguiente :

$$\phi = \frac{360 F_0}{V} (U \cos \alpha G + W \sin G + \frac{X \cos 2G + Y \sin 2G - Z}{4D}) \quad (12)$$

en la que :

D y G designan las coordenadas polares del punto ocupado por la antena receptora R, tomándose dichas coordenadas desde un punto fijo O escogido sensiblemente en el centro de la zona ocupada por las antenas emisoras, contándose el yacimiento G desde una dirección OX escogida arbitrariamente;

U, W, X, Y, Z designan coeficientes determinados por



las características de la instalación, y cuyos valores son dados por las siguientes relaciones :

$$\begin{aligned}
 U &= K_A L_A \cos G_A + K_B L_B \cos G_B + \dots \\
 W &= K_A L_A \sin G_A + K_B L_B \sin G_B + \dots \\
 X_A &= K_A L_A^2 \cos 2G_A + K_B L_B^2 \cos 2G_B + \dots \\
 Y &= K_A L_A^2 \sin 2G_A + K_B L_B^2 \sin 2G_B + \dots \\
 Z &= K_A L_A^2 + K_B L_B^2 + \dots
 \end{aligned}$$

en las que  $K_A, K_B \dots$  son los pesos de las antenas emisoras A, B ..... de las que  $L_A$  y  $G_A, L_B$  y  $G_B, \dots$  son las coordenadas polares tomadas desde el punto O y de la dirección OX precisados.

La fig. 50 muestra lo que representan algunas de estas notaciones en el caso de dos antenas emisoras A y B.

Se observará principalmente que si las características de la instalación son tales que los coeficientes U, W, X e Y son nulos, y que el coeficiente Z queda diferente de 0, el valor de la fase total  $\phi$  solo depende sensiblemente de la distancia D.

Una solución particular consiste en utilizar  $N + 1$  antenas emisoras, siendo N por lo menos igual a 3, teniendo las N primeras cada una un peso por lo menos sensiblemente igual a + 1 y hallándose situadas al menos sensiblemente en los N vértices de un polígono regular de centro O, y teniendo la última un peso igual al menos sensiblemente a - N, y se halla colocada en el punto O precisado.



2850

191875

Las instalaciones que satisfacen estas condiciones son particularmente sencillas en el caso en que se toma  $N = 4$ , y ya se ha dado un ejemplo de esto al principio de la descripción. En ese caso la instalación consta de cinco antenas emisoras cuyas cuatro primeras A, B, C, D se hallan por lo menos sensiblemente en las cuatro esquinas de un cuadrado de centro O, y tienen pesos  $K_A, K_B, K_C, K_D$  iguales todos ellos por lo menos sensiblemente a + 1, y la última de ellas E se halla situada en O teniendo un peso por lo menos sensiblemente igual a - 4.

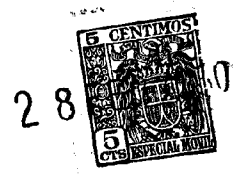
El valor de la fase total medida es entonces aproximadamente igual a :

$$\phi = - \frac{360 F_0}{V} \cdot \frac{L^2}{D}$$

siendo L el largo de la media diagonal del cuadrado.

Las instalaciones representadas en las Figs. 38 y 39 solo difieren de las de la Fig. 37 por el modo de realización del multifasometro. La fig. 37 en efecto, no da ninguna precisión sobre este particular, para indicar bien que el multigenerador puede ser realizado por cualquier procedimiento. Al contrario, el multigenerador 332 de la fig. 38 se realiza exactamente como el descrito en la fig. 36.

El multigenerador 333 de la fig. 39 es una variante del anterior, y se distingue de éste por el hecho de que el operador de frecuencias 312, en vez de recibir las corrientes de frecuencias  $F_1$  a  $F_5$  por los circuitos 311, las recibe por



1 91875

medio de una antena receptora  $R_1$  que se establece en un punto de posicion fija y conocida, y que recibe las ondas emitidas por las antenas A a E. Estas corrientes se amplifican en un filtro amplificador 334 con preferencia idéntico al filtro amplificador 328. La supresion de los circuitos 311 es particularmente ventajosa, pues suprime todo transporte por hilos de corrientes de frecuencias elevadas, a distancias que pueden ser grandes con relacion a las longitudes de ondas. Ademas, la regulacion en fase del generador 301 es mas exacta, pues el operador de frecuencias 312 esta alimentado entonces del mismo modo que el operador de frecuencias 330; esta similitud es ademas a menudo acentuada por una construccion idéntica de los dos operadores de frecuencias 312 y 330.

Desde luego en las practica, los generadores 301 a 305 se hallan colocados respectivamente en los pied de las antenas A a E que alimentan; los operadores 312 y 330 se hallan colocados respectivamente en los pied de las antenas  $R_1$  y R que les alimentan, y solo los circuitos 313 tienen gran longitud; dichos circuitos no transportan mas que corrientes de bajas frecuencias.

La fig. 40 representa esquemáticamente una instalacion que utiliza cuatro ondas de frecuencias  $F_1$  a  $F_4$ , emitidas respectivamente por cuatro antenas A, B, C, D. El multigenerador 335 comprende un generador sincronizado 301 y tres generadores 302 a 304, que producen respectivamente las cor-



2

1950

- 111 -

191875

rientes de frecuencias  $F_1$  a  $F_4$ , y de pesos  $K_1 = +1$ ,  $K_2 = -1$ ,  $K_3 = -1$ ,  $K_4 = +1$ . Dichas frecuencias son tales que  $F_1 - F_2 = f'$ , y que  $F_3 - F_4 = f''$ , siendo  $f'$  y  $f''$  bajas frecuencias vueltas iguales una a otra por la regulacion del multigenerador. Se tendra por ejemplo :  $f' = f'' = 20$  ciclos

$$\begin{array}{ll} F_1 = 520.020 \text{ ciclos} & F_3 = 500.020 \text{ ciclos} \\ F_2 = 520.000 \text{ ciclos} & F_4 = 500.000 \text{ ciclos} \end{array}$$

El multigenerador 335 comprende ademas un operador de frecuencias 336, alimentado por la antena receptora  $R_r$ , y constituido por dos filtros substractores 337 y 338, y por dos filtros amplificadores 339 y 340. El filtro substractor 337 selecciona las corrientes de frecuencias  $F_1$  y  $F_2$ , y produce la corriente de frecuencia  $f'$ ; asimismo, el filtro substractor 338 selecciona las corrientes de frecuencias  $F_3$  y  $F_4$ , y produce la corriente de frecuencia  $f''$ . Sus bandas pasantes estan pues centradas respectivamente sobre 520 y 500 kilociclos; son a lo mas iguales a 20 kilociclos, pero muy ventajosamente reducidas a 100 ciclos por ejemplo con el empleo de filtros de cuarzo. Las corrientes de frecuencias  $f'$  y  $f''$  asi producidas son seleccionadas y amplificadas respectivamente por los filtros amplificadores 339 y 340, conducidas luego por los circuitos 313 al generador sincronizado 301 cuya regulacion efectuan. La estacion receptora establecida en el movil consta de una antena R que alimenta un multifasometro 341 constituido por un generador de frecuencias 342 idéntico a 336, y por un



1 91875

fasometro 331. La fase total  $\phi$  medida por este ultimo esta ligada a la posicion del;movil por la relacion :

$$\phi = - 360 \frac{K_1 F_1 D_A + K_2 F_2 D_B + K_3 F_3 D_C + K_4 F_4 D_D}{V}$$

que conforme a la relacion (11) se puede poner en la forma

$$\text{aproximada : } \phi = - \frac{360 F_0}{V} (D_A - D_B - D_C + D_D) \quad (14)$$

siendo  $F_0$  la frecuencia caracteristica de la instalacion, la cual es igual sensiblemente a 500 kilocilos, de lo que resulta que el coeficiente  $\frac{360 F_0}{V}$  es igual a 0,6 grado por metro.

La fig. 41 da un ejemplo de las posibilidades de tal instalacion. A, B, C, D, R<sub>T</sub> y R designan los emplazamientos supuestos de las distintas antenas. Las curvas 343 son curvas equifasicas definidas como siendo el lugar de los puntos que puede ocupar la antena R cuando la fase total medida por el fasometro 331 tiene un valor determinado.

La instalacion representada en la fig. 42 se distingue de la instalacion de la fig. 40, unicamente por el hecho de que la antena C es suprimida y que la antena B es alimentada a la vez por los generadores 302 y 303, y emite las dos ondas de frecuencias  $F_2$  y  $F_3$ . El valor  $\phi$  medido esta ligado entonces a la posicion del movil sensiblemente por la relacion :

$$\phi = - \frac{360 F_0}{V} (D_A - 2D_B + D_D) \quad (15)$$

teniendo  $F_0$  el mismo valor que en la instalacion de la fig.40, o sea 500 kilocilos.

La fig. 43 da un ejemplo de las posibilidades de tal instalacion. Se ha establecido dicha figura suponiendo



1 91875

que la antena B esta colocada en medio de la linea que reune las antenas A y D. Las curvas 344 representan las curvas equifasicas correspondientes a esta disposicion.

La instalacion representada en la fig. 44 se distingue de la de la fig. 40 unicamente por el hecho de que las antenas C y D son suprimidas, que la antena A es alimentada a la vez por los generadores 301 y 304, emitiendo por consiguiente las dos ondas de frecuencias  $F_1$  y  $F_4$ , en fin que la antena B es alimentada a la vez por los generadores 302 y 303, y emite las dos ondas de frecuencias  $F_2$  y  $F_3$ . El valor medido  $\phi$  esta entonces ligado a la posicion del movil sensiblemente por la relacion :

$$\phi = - \frac{360F_0}{V} (D_A - D_B) \quad (16)$$

teniendo  $F_0$  un valor doble del de la instalacion representada en la fig. 40, es decir 1 Megaciclo lo que ocasiona que el coeficiente  $\frac{360F_0}{V}$  es igual a 1,2 grado por metro.

En la fig. 45, se ve en 345, una de las curvas equifasicas que permite tal instalacion; dichas curvas son simples hipérbolas que tienen las antenas A y B como focos.

La instalacion representada en la fig. 46 se distingue de la instalacion de la fig. 40 unicamente por el hecho de que las antenas C y D son suprimidas, que la antena A es alimentada a la vez por los generadores 301 y 303, y emite por consiguiente las dos ondas de frecuencias  $F_1$  y  $F_3$ , y en fin que la antena B es alimentada a la vez por los generadores 302 y



1 91875

304, y emite por consiguiente las dos ondas de frecuencias  $F_2$  y  $F_4$ . El valor  $\phi$  medido esta entonces ligado a la posición del móvil sensiblemente por la relación :

$$\phi = - \frac{360F_0}{V} (D_A - D_B) \quad (17)$$

siendo  $F_0$  entonces igual a la diferencia  $F_1 - F_3$ , es decir a 20 kilociclos lo que ocasiona que el coeficiente  $\frac{360F_0}{V}$  es igual a 0,024 grado por metro.

Debe hacerse observar que modificando relativamente poco los valores de las frecuencias  $F_1$  a  $F_4$ , es entonces posible modificar de una manera muy importante el coeficiente que afecta la diferencia  $D_A - D_B$ .

Siendo así que aun guardando por  $F_3$  y  $F_4$  los valores 500.020 y 500.000 ciclos, si se toma  $F_1 = 720.020$  ciclos en vez de 520.020 ciclos y  $F_2 = 720.000$  ciclos en vez de 520.000 ciclos, el coeficiente viene a ser igual a 0,24 grado por metro en vez de 0,024. Si al contrario se toma  $F_1 = 502.020$  ciclos y  $F_2 = 502.000$  ciclos, este coeficiente viene a ser igual a 0,0024.

Se observara también que las curvas equifases realizadas por la instalación representada en la fig. 46, son como en la instalación representada en la fig. 40, hipérbolas que tienen como focos las antenas A y B; pero cualesquiera que sean los valores de las frecuencias utilizadas, el coeficiente que en la relación (17) multiplica la diferencia  $D_A - D_B$  es mas pequeño que en la realización (16).



1050

1 91875

Esto se ilustra ademas por medio de la fig. 47 en la que se ve en 346 una de las hipérbolas equifases realizadas por la instalacion representada en la fig. 46.

Para marcar bien los limites del invento, se describira a continuacion una cuarta variante de la instalacion que ha sido objeto de la fig. 40, que constituye un caso de degeneracion del invento, y que por consiguiente no entra en la esfera del mismo. Segun dicha variante, las antenas C y D son suprimidas, la antena A es alimentada a la vez por los generadores 301 y 302, y emite por consiguiente las dos ondas de frecuencias  $F_1$  y  $F_2$ , y en fin la antena B es alimentada a la vez por los generadores 303 y 304, y emite por consiguiente las dos ondas de frecuencias  $F_3$  y  $F_4$ . Se notara que en esta variante, el coeficiente  $\frac{360F_0}{V}$  que afecta a la diferencia  $D_A - D_B$  es sumamente débil.

Segun una ultima variante de la instalacion representada en la fig. 40, la antena D es suprimida, la antena A es alimentada por el generador 301 y emite por consiguiente la onda de frecuencia  $F_1$ , la antena B es alimentada por el generador 302, y emite por consiguiente la onda de frecuencia  $F_2$ , y en fin la antena C es alimentada a la vez por los generadores 303 y 304, y emite por consiguiente las dos ondas de frecuencias  $F_3$  y  $F_4$ .

Se observara que dicha variante es semejante a la instalacion descrita en la patente citada por referencia al



1950

1 91875

principio de la presente descripción.

La fig. 48 representa esquemáticamente una instalación que utiliza cinco ondas de frecuencias  $F_6$  a  $F_{10}$ , respectivamente emitidas por cinco antenas A a E.

El multigenerador 350 comprende un generador sincronizado 351 y cuatro generadores 352 a 355, produciendo respectivamente las cinco corrientes de frecuencias  $F_6$  a  $F_{10}$ , y de pesos  $K_6$  a  $K_{10}$ . Los pesos  $K_6$  a  $K_9$  se escogen arbitraria o independientemente los unos de los otros iguales a + 1 o - 1; el peso  $K_{10}$  es tal que el peso total del grupo  $K_6 + K_7 + K_8 + K_9 + K_{10}$  es nulo, lo que origina que  $K_{10}$  es igual a + 1 o - 4, + 1 o - 2 o 0.

Los valores nominales de las frecuencias se definen por las siguientes relaciones :

$$\begin{aligned} F_6 &= F_0 + K_6 F_1 & F_9 &= F_0 + K_9 F_4 \\ F_7 &= F_0 - K_7 F_2 & F_{10} &= F_0 \\ F_8 &= F_0 - K_8 F_3 \end{aligned}$$

en las que  $F_0$  designa la frecuencia característica de la instalación, y  $F_1$  a  $F_4$  frecuencias que son netamente mas pequeñas que  $F_0$ , y que satisfacen las condiciones precisadas para estas mismas frecuencias  $F_1$  a  $F_4$  en la descripción de la fig. 40.

Se tendrá por ejemplo :

$$\begin{aligned} K_6 &= K_7 = K_8 = K_9 = + 1 \\ F_6 &= 1.000.320 \text{ c.}, \quad F_7 = 999.700 \text{ c.} \\ F_8 &= 999.780 \text{ c.}, \quad F_9 = 1.000.200 \text{ c.} \end{aligned}$$



1950

- 117 -

1 91875

$$F_{10} = F_0 = 1.000.000 \text{ c.}$$

de lo que resulta :

$$K_{10} = - 4$$

$$F_1 = 320 \text{ c, } F_2 = 300 \text{ c, } F_3 = 220 \text{ c, } F_4 = 200 \text{ c.}$$

$$\text{y por consiguiente : } f' = F_1 - F_2 = 20 \text{ c.}$$

$$f'' = F_3 - F_4 = 20 \text{ c.}$$

El multigenerador 350 consta además de un operador de frecuencias 356, alimentado por la antena receptora  $R_r$ , y constituido por tres filtros substractores 357, 358 y 359, y dos filtros amplificadores 339 y 340.

El filtro substractor 357 selecciona las corrientes de frecuencias  $F_6$  a  $F_{10}$ , y produce las corrientes de frecuencias  $F_1$  a  $F_4$ , su banda pasante está pues centrada sobre un Mc. y se la puede reducir hasta uno o dos kilociclos.

El filtro substractor 358 selecciona las corrientes de frecuencias  $F_1$  a  $F_2$ , y produce la corriente de frecuencia  $f'$ ; asimismo el filtro substractor 359 selecciona las corrientes de frecuencias  $F_3$  y  $F_4$ , y produce la corriente de frecuencia  $f''$ ; sus bandas pasantes están pues centradas respectivamente sobre 310 y 210 ciclos, y son de 100 ciclos aproximadamente. Las corrientes de frecuencias  $f'$  y  $f''$  así producidas son seleccionadas y amplificadas respectivamente por los filtros amplificadores 339 y 340, conducidas luego por los circuitos 313 al generador sincronizado 351 cuya regulación efectúan. La estación receptoréstablecida en el móvil consta de una antena R



1 91875

que alimenta un fasometro 360 constituido por un operador de frecuencias 361 idéntico a 356, y por un fasometro 331. La fase total  $\phi$  medida por este ultimo esta ligada a la posicion del movil por la relacion :

$$\phi = - \frac{360F_0}{V} (K_6D_A + K_7D_B + K_8D_C + K_9D_D + K_{10}D_E)$$

es decir en el ejemplo numérico escogido :

$$\phi = - 1,2 (D_A + D_B + D_C + D_D - 4D_E) \quad (18)$$

expresandose  $\phi$  en grados, y siendo  $D_A$  a  $D_E$  las distancias expresadas en metros que separan la antena receptora R respectivamente de las antenas emisoras A B E.

Se observara que el ancho de la banda de frecuencias utilizada por la instalacion que se acaba de describir es sumamente estrecha; en el ejemplo numérico, es efectivamente de 600 ciclos.

Se observara por otra parte que si la eleccion de los pesos  $K_6$  a  $K_9$  es tal que el peso  $K_{10}$  sea nulo, la instalacion ofrece todas las posibilidades de las que han sido objeto de la fig. 40, y de sus variantes, pero utilizando una banda de frecuencias puramente mas estrecha; ésto muestra el interés de la corriente de peso nulo que es entonces la corriente de frecuencia  $F_{10}$ .

Se observara en fin que la instalacion que se acaba de describir permite por la eleccion de los pesos y emplazamientos de las antenas emisoras realizar formas de superficies o curvas equifases aun mas variadas que las realizadas



1950

- 119 -

1 91875

por la instalación representada en la fig. 40.

Siendo así que disponiendo como se indica en la fig. 51, las antenas A, B, C, D en las cuatro esquinas de un cuadrado en el que la antena E ocupa el centro, y tomando para los pesos de las corrientes los valores indicados en el ejemplo numérico, se obtienen curvas equifases que son sensiblemente círculos de centro E; los resultados dados por la disposición de que se trata ya se han mencionado en el caso en que la estación receptora se encuentra a gran distancia de las antenas emisoras; en la fig. 51, se ve en 392 cuales son las formas de las curvas equifases correspondientes al caso en que la estación receptora se encuentra a proximidad de las antenas emisoras o hasta al interior de la zona que ocupan.

La disposición que constituye el objeto de la fig. 52 se distingue solamente de la que es objeto de la fig. 51 por el hecho de que la antena E está ligeramente descentrada. Las formas de las curvas equifases quedan así modificadas, y se ve en 393 la curva correspondiente al valor de la fase  $\phi = 0$ ; se notará que dicha curva es sensiblemente una recta.

La fig. 49 representa esquemáticamente una instalación que utilice cinco antenas emisoras A a E produciendo cada una dos ondas mantenidas puras, de frecuencias  $F_{11}$  y  $F_{12}$  por la antena A.  $F_{13}$  y  $F_{14}$  por la antena B, y así sucesivamente,  $F_{19}$  y  $F_{20}$  por la antena E. El multigenerador 370 comprende un generador sincronizado 371, y nueve generadores 372



1 91875

a 380 que producen respectivamente las corrientes de frecuencias  $F_{11}$  a  $F_{20}$  y pesos  $K_{11}$  a  $K_{20}$ . Estos pesos tienen los valores siguientes :

$$K_{11} = - K_{12} = K_6$$

$$K_{13} = - K_{14} = K_7$$

$$K_{15} = - K_{16} = K_8$$

$$K_{17} = - K_{18} = K_9$$

$$K_{19} = - K_{20} = K_{10}$$

estando sometidos los pesos  $K_6$  a  $K_{10}$  a las mismas condiciones que en la instalación representada en la fig. 48. La frecuencia  $F_{20}$  es escogida arbitrariamente en la gama de frecuencias de las ondas que se desea utilizar; las otras frecuencias de números pares tienen los siguientes valores :

$$F_{12} = F_{20} + K_6 \cdot 1.600 \text{ ciclos}$$

$$F_{14} = F_{20} - K_7 \cdot 1.500 \text{ ciclos}$$

$$F_{16} = F_{20} - K_8 \cdot 1.000 \text{ ciclos}$$

$$F_{18} = F_{20} + K_9 \cdot 920 \text{ ciclos}$$

las frecuencias de números impares son iguales respectivamente a las frecuencias que tienen el número siguiente aumentadas del valor de la frecuencia característica de la instalación

$F_0$ . Se escogera por ejemplo  $F_0 = 100 \text{ Kc.}$ ,  $K_6 = K_7 = K_8 \neq K_9 = + 1$  lo que origina por ejemplo  $F_{12} = 1 \text{ Mc.} + 1.600 \text{ c.} = 1.001.600 \text{ c.}$  y por consiguiente  $F_{11} = F_{12} + F_0 = 1.101.600 \text{ ciclos.}$

El multigenerador 370 comprende además un operador de frecuencias 381 constituido por ocho filtros substractores



1 91875

382 a 389 , y por dos filtros amplificadores 339 y 340.

El filtro substractor 382 selecciona las corrientes de frecuencias que llevan un numero impar; el filtro substractor 383 selecciona las corrientes de frecuencias que llevan un numero par; cada filtro substractor produce cuatro corrientes de frecuencias respectivas 1.600, 1.500, 1.000 y 920 ciclos; sus bandas pasantes estan centradas respectivamente sobre 1.100 y 1.000 kilociclos, y son de cinco kilociclos aproximadamente.

Los filtros substractores 384 y 386 seleccionan las dos corrientes de frecuencias respectivas 1.600 y 1.500 ciclos producidas por los filtros substractores que les preceden, y cada uno de ellos produce por consiguiente una corriente de 100 ciclos; sus bandas pasantes estan centradas sobre 1.550 ciclos, y son de unos 500 ciclos. Los filtros substractores 385 a 387 seleccionan las dos corrientes de frecuencias respectivas 1.000 y 920 ciclos producidas por los filtros substractores que les preceden, y cada uno de ellos produce por consiguiente una corriente de 80 ciclos; sus bandas pasantes estan centradas sobre 960 ciclos, y son de unos 400 ciclos.

Cada uno de los filtros substractores 388 y 389 selecciona dos corrientes de 100 y 80 ciclos que salen de los filtros substractores que les preceden, produciendo por consiguiente una corriente de 20 ciclos; su banda pasante esta centrada sobre 90 ciclos, y es de unos 100 ciclos. Las dos corrientes de 20 ciclos asi producidas son seleccionadas y ampli-



2050

1 91875

fiadas respectivamente por los filtros amplificadores 339 y 340, y conducidas luego por los circuitos 313 al generador sincronizado 371 cuya regulacion controlan.

La estacion receptora establecida en el movil lleva una antena R que alimenta un multifasometro 390, constituido por un operador de frecuencias 391 idéntico a 381, y por un fasometro 331. La fase total  $\phi$  medida por este ultimo esta ligada a la posicion del movil por la relacion :

$$\phi = - \frac{360F_0}{V} (K_6D_A + K_7D_B + K_8D_C + K_9D_D + K_{10}D_E)$$

es decir en el ejemplo numérico escogido :

$$\phi = - 0,12 (D_A + D_B + D_C + D_D - 4D_E) \quad (19)$$

Se observara, por una parte, que todas las frecuencias de las ondas utilizadas estan contenidas en dos bandas de frecuencias de tres kilociclos de ancho; por otra parte, que la relacion que liga el valor de la fase total a la posicion del movil tiene exactamente la misma forma que en la instalacion representada en la fig. 48, lo que tiene por consecuencia que la instalacion de la fig. 49 da por una misma disposicion de las antenas, las mismas formas de curvas o superficies equifases que la instalacion de la fig. 48. Pero la frecuencia caracteristica  $F_0$  de la instalacion es netamente mas pequena que las frecuencias de las ondas utilizadas y se puede escoger de una manera que depende muy poco de dichas frecuencias.

Las explicaciones que se acaban de dar y se concre-



1950

- 123 -

1 91875

tizan por medio de algunos ejemplos de instalaciones elementales, permiten precisar mejor cuales son, entre las innumerables instalaciones posibles, las que deben ser utilizadas con preferencia en vista de las ventajas que ofrecen. Asi pues, el invento abarca muy particularmente tres tipos de instalaciones elementales cuyas características se definen a continuación, y que se llaman respectivamente "instalaciones de frecuencia única", "instalaciones de frecuencias adicionales", "instalaciones de frecuencias diferenciales". Para facilitar la descripción de estas características, conviene por otra parte definir antes algunas nuevas denominaciones. Conforme se ve en la relación 11, la influencia de cada corriente del grupo utilizado por la instalación sobre el valor de la fase total medida, y por consiguiente sobre la forma de las curvas o superficies equifases, es proporcional al producto de su peso por su frecuencia. De ello se deduce que la influencia de las corrientes de peso nulo es nula y que las de corrientes que tiene frecuencias netamente mas pequeñas que aquellas de las otras, y que son por consiguiente, conforme queda dicho, transmitidas en forma de ondas moduladas, es despreciable. Todas estas corrientes de peso nulo y de frecuencias relativamente pequeñas se calificaran de corrientes inactivas. Al contrario, las corrientes de peso no nulo y de frecuencias relativamente grandes, que son transmitidas en forma de ondas mantenidas puras se calificaran de corrientes activas.



- 124 -

1 91875

Las antenas que emiten por lo menos una onda correspondiente a una corriente activa seran calificadas de antenas activas. Las otras antenas seran calificadas de antenas inactivas. Se observara en efecto que el peso de una antena inactiva es nulo o despreciable, y por consiguiente de tal antena no tiene influencia apreciable en la forma de las superficies o curvas equifases. Muy a menudo, con objeto de economizar las antenas, las instalaciones elementales no llevan ninguna antena inactiva, es decir que las corrientes inactivas si las hay, son transmitidas por las antenas activas, pues éstas son necesarias para la realizacion de las superficies o curvas equifases; el numero de corrientes inactivas es siempre pequeno y con mucha frecuencia nulo.

Las instalaciones de frecuencia unica se caracterizan, por una parte, porque cada antena activa transmite una corriente activa y una sola, por otra parte, porque todas las frecuencias de dichas corrientes estan comprendidas en una banda de frecuencias muy estrecha, y con ventaja lo mas estrecha que lo permitan las posibilidades de seleccion del multifasometro.

Como consecuencia, la frecuencia caracteristica  $F_0$  de la instalacion es entonces igual al valor medio de la banda de frecuencia utilizada, la cual tiene pues un ancho muy pequeno con relacion a dicha frecuencia  $F_0$ ; el peso de una antena activa es sensiblemente igual al peso de la corriente



1950

- 125 -

191875

activa transmitida por dicha antena; el peso de las antenas inactivas es, desde luego, despreciable.

Estas características son, en efecto, ventajosas debido a que reducen al mínimo a la vez el número de corrientes transmitidas y el ancho de la banda de frecuencia utilizada.

La instalación descrita al principio de esta descripción por medio de las figs. 1 a 3, y las representadas en las figs. 40 y 48 son ejemplos de instalaciones de frecuencia única.

Las instalaciones de frecuencias adicionales se caracterizan, por una parte, porque cada una de las antenas activas transmite un par de corrientes activas, en el que, la corriente cuya frecuencia es más elevada se llama corriente superior y la otra corriente inferior. Por otra parte, todas las frecuencias de las corrientes superiores están comprendidas en una banda de frecuencia muy estrecha, y todas las frecuencias de las corrientes inferiores están comprendidas en otra banda de frecuencias muy estrecha; con ventaja, las frecuencias de las corrientes de un mismo par son tales que su suma tiene el mismo valor o sensiblemente el mismo valor, cualquiera que sea el par considerado. Los pesos afectos a las dos corrientes de un mismo par son iguales el uno al otro.

En consecuencia, la frecuencia característica de la instalación  $F_0$  es igual al valor de la suma de las frecuen-



- 126 -

191875

cias medias de las dos bandas de frecuencias utilizadas y cuyos anchos son muy pequenos con relacion a dicha frecuencia  $f_0$ ; los pesos de las antenas activas son iguales a los pesos de las corrientes; los pesos de las antenas inactivas son, desde luego, siempre despreciables.

Un ejemplo de instalacion de frecuencias adicionales se ha descrito en la fig. 44. Las principales ventajas de las instalaciones de frecuencias adicionales resultaran mas adelante, al hacer la descripcion de instalaciones completas constituidas como se vera por la combinacion de varias instalaciones elementales de frecuencia unica, adicionales o diferenciales.

Las instalaciones de frecuencias diferenciales se caracterizan, por una parte, porque cada una de las antenas activas transmite un par de corrientes activas; en cada par, la corriente cuya frecuencia es mas elevada se llamara corriente superior, la otra se llamara corriente inferior. Por otra parte todas las frecuencias de las corrientes superiores se hallan comprendidas en una banda de frecuencia muy estrecha, y las frecuencias de las corrientes inferiores estan comprendidas en otra banda de frecuencias muy estrecha; con ventaja, las frecuencias de las dos corrientes de un mismo par son tales que su diferencia tiene el mismo valor, cualquiera que sea el par considerado. En fin los pesos afectos a las dos corrientes de un mismo par son, en valor absoluto, iguales una



y otra y son de signo contrario.

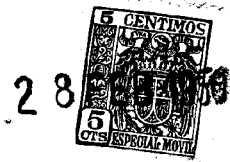
1 91875

En consecuencia, la frecuencia característica  $F_0$  de la instalacion es igual al valor de la diferencia de las frecuencias medias de las dos bandas de frecuencias utilizadas y cuyo ancho es muy pequeno con relacion a dicha frecuencia  $F_0$ ; los pesos de las antenas activas son iguales a los pesos de las corrientes superiores; los pesos de las antenas inactivas son, desde luego, despreciables.

Estas características procuran las mismas ventajas que aquellas de las instalaciones de frecuencias adicionales. Además, ofrecen la ventaja particularmente importante de hacer que la frecuencia característica de una instalacion dependa poco de la eleccion de la gama de frecuencias de las corrientes transmitidas, y por consiguiente permiten dar a dicha frecuencia característica el valor conveniente, aunque escogiendo en cada caso particular dicha gama de frecuencias por lo mejor de las exigencias que se deben satisfacer. Las instalaciones que se han descrito por medio de los figs. 46 y 49 son ejemplos de instalaciones de frecuencias diferenciales.

Antes de terminar el presente parrafo dedicado a la descripcion de las instalaciones elementales, parece conveniente dar un método practico que permite al experto en la materia determinar las características de la instalacion elemental mejor adaptada a un problema concreto. Segun dicho método :

1° - se escogera la forma de las superficies o cur-



1 91875

vas equifases que se quiere obtener; esta eleccion ocasiona la determinacion del numero de antenas, de sus emplazamientos aproximativos y sus pesos aproximados. Lo mas frecuentemente, las formas de las curvas equifases escogidas seran bien sea hipérbolas, o tales como las representadas en la fig. 51. En el primer caso, se tomara dos antenas emisoras de peso + 1 y - 1; en el segundo caso, se tomara cuatro antenas de peso + 1, y una antena de peso - 4 dispuestas tal como se ha dicho en la descripcion de la fig. 51;

2° - se escogera el valor de la frecuencia caracteristica de la instalacion; si por ejemplo se desea que el coeficiente  $\frac{360F_0}{V}$  sea igual a 0,12 grados por metro, se tomara  $F_0 = 100$  kilociclos ;

3° - teniendo en cuenta los alcances que se quieren obtener y las bandas de frecuencias de que se puede disponer, se escogera el orden de grandor de las frecuencias que se quieren utilizar; si la frecuencia caracteristica de la instalacion es del mismo orden de grandor que dichas frecuencias, la instalacion sera preferentemente del tipo de frecuencia unica, o si es necesario del tipo de frecuencias adicionales; si la frecuencia caracteristica de la instalacion es notablemente inferior al orden de grandor escogido para las frecuencias utilizadas, la instalacion sera con preferencia del tipo de frecuencias diferenciales. Siendo asi por ejemplo que si la frecuencia caracteristica  $F_0$  se ha escogido igual a 100 Kc. y que se



1 91875

quieran utilizar frecuencias del orden del Mc., se tomara una instalacion de frecuencias diferenciales, utilizando dos bandas estrechas de frecuencias que estaran distantes una de otra de 100 Kc., y se encontraran todas ellas en los alrededores de un Mc, o sea por ejemplo una banda centrada sobre 1.100 Kc. y una sobre 1.000 Kc. Si entonces se supone que se han escogido curvas equifases tales como las de la fig. 51, con lo cual la instalacion debe comprender cuatro antenas de peso + 1 y una antena de peso - 4, el grupo de corrientes a utilizar comprendera cuatro corrientes de peso + 1 y una corriente de peso - 4 en la banda de 1.100 kilociclos, y cuatro corrientes de peso - 1, y una corriente de peso + 4 en la banda de 1.000 kilociclos ;

4° - se escogera entre los esquemas de multifasometros capaces de medir la fase total de tal grupo, aquel cuya realizacion sea mas ventajosa. Siendo asi que en el ejemplo del grupo de diez corrientes que se acaba de indicar, se podra escoger el multifasometro representado en la fig. 49. Al hacer la eleccion, nos veremos a veces obligados, para facilitar la realizacion del multifasometro, a aumentar ligeramente el numero de corrientes que constituyen el grupo asociando a las corrientes previstas una o mas corrientes inactivas. La eleccion del multifasometro permite determinar con precision, las frecuencias de las corrientes activas, y si es preciso, de las corrientes inactivas. Debe senalarse que en el establecimiento



1 91875

del esquema del multifasometro, y muy particularmente al hacer la determinacion exacta de las frecuencias, es comodo partir del fasometro y volver hacia la entrada del multifasometro. Siendo asi que si se ha adoptado por ejemplo el esquema del multifasometro representado en la fig. 49, se empezara por escoger la frecuencia 20 ciclos en la cual se desea hacer funcionar el fasometro, luego las frecuencias 100 ciclos y 80 ciclos de las corrientes seleccionadas por los filtros substractores 388 y 389, y asi sucesivamente;

5° - se escogera un multigenerador capaz de producir el grupo de las corrientes transmitidas, pudiendo esta eleccion, en ciertos casos, ejercer una reaccion en las elecciones anteriores. Teniendo en cuenta los valores exactos de las frecuencias de las corrientes transmitidas, se determinara por fin el emplazamiento exacto de las antenas emisoras.

#### INTALACIONES COMPLETAS DE RADIO-BALIZAJE

Como ya se ha dicho, el invento tiende particularmente a la realizacion de instalaciones completas, es decir que dan simultaneamente varias indicaciones de posicion y que permiten determinar de este modo la posicion del movil, a la vez de una manera completa, exacta y exenta de ambigüidad.

El primer problema que plantea la realizacion de tales instalaciones es el de la supresion de la ambigüidad, la cual se debe, como se sabe al hecho de que un fasometro vuelve a dar la misma indicacion cuando la fase que mide a v-



- 131 -

1 91875

riado una vuelta o mas, a menos que se asocie un contador a dicho fasometro, pero ya se sabe que ésto necesita un funcionamiento contonuo de la instalacion, y presenta por consiguiente un serio inconveniente en cuanto a la comodidad y seguridad su empleo.

Para resolver este problema, el invento prevé proceder como sigue. Se realiza antes una primera instalacion elemental que se llamara instalacion de primera sensibilidad dando una indicacion de posicion que tiene la precision deseada, pero que debido a ésto, sera muy a menudo ambigua, dado que la fase total medida variara muy a menudo varias vueltas o hasta un gran numero de vueltas cuando la estacion receptora se desplace en toda la extension de su zona de evolucion posible. Se realiza luego una segunda instalacion elemental que llamaremos instalacion de segunda sensibilidad que utiliza las mismas antenas emisoras, pero que emplea un nuevo grupo de corrientes, siendo tal este grupo que el peso de cada una de las antenas tenga el mismo valor que en la primera instalacion, mientras que la frecuencia caracteristica de la segunda instalacion sea  $S$  veces mas pequena que en la primera instalacion, siendo  $S$  un coeficiente francamente mayor que 1.

Las curvas o superficies equifases realizadas por las dos instalaciones tendran pues las mismas formas, pero la fase total medida por la segunda instalacion sera  $S$  veces mayor que la medida por la primera. Claro esta que las indica-



1 91875

ciones dadas respectivamente por el fasometro de la primera instalacion, y por el de la segunda, se presentaran de la misma manera que si fuesen dadas por los dos cuadrantes de un contador cuyas agujas estarian ligadas entre ellas por engranajes que desmultipliquen 8 veces. Para que tales indicaciones sean utilizables, basta que los errores del fasometro de la segunda instalacion sean inferiores a  $\frac{360}{28}$  grados. Si por ejemplo, esos errores son inferiores a  $18^\circ$ , se podra pues tomar  $S = 10$ .

Si la indicacion dada por esta segunda instalacion es todavia ambigua, se realizara asimismo una tercera instalacion que tenga una sensibilidad aun mas reducida y que llamaremos instalacion de tercera sensibilidad, y asi sucesivamente i es necesario.

Con ventaja, la segunda instalacion y si es preciso las instalaciones siguientes, seran instalaciones de frecuencias diferenciales, lo que les permitira utilizar frecuencias del mismo orden de grandor que las de la primera instalacion. Es facil en efecto hacer variar de una manera importante la frecuencia caracteristica de una instalacion semejante, aunque guardando para las frecuencias de las ondas utilizadas, el mismo orden de grandor; esta observacion ya se ha hecho en la descripcion de la instalacion representada en la fig. 46, en la que hemos visto que la frecuencia caracteristica podia ponerse a discrecion igual a  $0,24 - 0,024$  o  $0,0024$  grado por metro,

28



1 91875

aunque utilizando frecuencias que quedan comprendidas entre 500 a 700 kilociclos aproximadamente. Se puede notar igualmente que las instalaciones descritas respectivamente mediante las figs. 48 y 49, permiten obtener utilizando las mismas antenas emisoras, exactamente las mismas formas de curvas equifases, y que la frecuencia característica de la segunda instalacion es 10 veces mas pequena que la de la primera.

El segundo problema que plantea la realizacion de instalaciones completas es el de la economia de los medios, pues ciertamente conviene, en vez de yuxtaponer varias instalaciones elementales combinarlas con objeto de economizar lo mas posible los diferentes medios, y particularmente las ondas utilizadas haciéndoles servir a la vez para varias medidas de fases totales.

Para resolver este problema, el invento prevé proceder, como se describe a continuacion de una manera general, y conforme se ha expuesto primeramente por medio de un ejemplo numérico escogido lo mas sencillo posible.

Segun dicho ejemplo, 12 generadores producen respectivamente las 12 corrientes que tienen las siguientes frecuencias :

$F_{A1} = 16.000$ ciclos	$F_{B1} = 15.800$ ciclos	$F_{C1} = 15.000$ ciclos
$F_{A2} = 14.000$ ciclos	$F_{B2} = 14.200$ ciclos	$F_{C2} = 14.400$ ciclos
$F_{A3} = 13.000$ ciclos	$F_{B3} = 12.800$ ciclos	$F_{C3} = 12.800$ ciclos
$F_{A4} = 15.700$ ciclos	$F_{B4} = 15.500$ ciclos	$F_{C4} = 15.300$ ciclos



1950

y que sirven para constituir los grupos de corrientes a continuación :

Un grupo  $G_1$  constituido por las cuatro corrientes de frecuencias respectivas  $F_{A1}$ ,  $F_{A2}$ ,  $F_{B1}$ ,  $F_{B2}$ , y de pesos respectivos  $+1$ ,  $+1$ ,  $-1$ ,  $-1$ , siendo nulas la frecuencia total y la fase total de dicho grupo merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{B2}$ .

Un grupo  $G_2$  constituido por las cuatro corrientes de frecuencias respectivas  $F_{A1}$ ,  $F_{A3}$ ,  $F_{B1}$ ,  $F_{B3}$ , y de pesos respectivos  $+1$ ,  $-1$ ,  $-1$ ,  $+1$ , siendo nulas la frecuencia total y la fase total de dicho grupo merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{B3}$ .

Un grupo  $G_3$  constituido por las cuatro corrientes de frecuencias respectivas  $F_{A1}$ ,  $F_{A4}$ ,  $F_{B1}$ ,  $F_{B4}$ , y de pesos respectivos  $+1$ ,  $-1$ ,  $-1$ ,  $+1$ , siendo nulas la frecuencia total y la fase total de dicho grupo merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{B4}$ .

Un grupo  $G_4$  constituido por las cuatro corrientes de frecuencias respectivas  $F_{A1}$ ,  $F_{A2}$ ,  $F_{C1}$ ,  $F_{C2}$ , y de pesos respectivos  $+1$ ,  $+1$ ,  $-1$ ,  $-1$ , siendo nulas la frecuencia total y la fase total de dicho grupo merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{C2}$ .

Un grupo  $G_5$  constituido por las cuatro corrientes de frecuencias respectivas  $F_{A1}$ ,  $F_{A3}$ ,  $F_{C1}$ ,  $F_{C3}$ , y de pesos respectivos  $+1$ ,  $-1$ ,  $-1$ ,  $+1$ , siendo nulas la frecuencia total y la

23



- 135 -

875

1 91875

fase total de dicho grupo merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{C3}$ .

Un grupo  $G_3$  constituido por las cuatro corrientes de frecuencias respectivas  $F_{A1}$ ,  $F_{A4}$ ,  $F_{C1}$ ,  $F_{C4}$ , y de pesos respectivos  $+1, -1, -1, +1$ , siendo nulas la frecuencia total y la fase total de dicho grupo merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{C4}$ .

Tres antenas emisoras A, B, C, transmiten estas 12 corrientes en forma de 12 ondas mantenidas puras que tiene las mismas frecuencias, precisandose que cada una de dichas antenas A, B, C emite las cuatro ondas cuyas frecuencias se marcan con el indice A, B o C correspondiente.

La estacion receptora establecida en el movil consta de multifasometros que miden las fases totales  $\phi_1$  a  $\phi_6$  de los grupos de corrientes  $G_1$  a  $G_6$  constituidas por las cuatro corrientes recibidas, quedando que estos multifasometros utilizaran, como se vera en los ejemplos dados mas adelante, lo mas posible medios conocidos. De conformidad con la relacion (11), estas fases totales estan ligadas a la posicion del movil por las siguientes relaciones :

$$\begin{aligned} \phi_1 &= - 36 (D_A - D_B) & \phi_4 &= - 36 (D_A - D_C) \\ \phi_2 &= - 3,6 (D_A - D_B) & \phi_5 &= - 3,6 (D_A - D_C) \\ \phi_3 &= - 0,36 (D_A - D_B) & \phi_6 &= - 0,36 (D_A - D_C) \end{aligned}$$

siendo  $D_A$ ,  $D_B$ ,  $D_C$  las distancias expresadas en kilometros que separan los moviles respectivamente de las antenas emisoras



2 OCT 1950

1 91875

emisoras A, B, C, y expresandose en grados los valores  $\phi$ .

Se ve que la instalacion realizada de este modo es efectivamente una instalacion completa. Por una parte, los valores de  $\phi_2$  y de  $\phi_3$  siendo respectivamente diez veces y cien veces mas pequenos que el de  $\phi_1$ , las medidas de estos tres valores se completan como ya se ha dicho, y permiten determinar el valor de la diferencia  $D_A - D_B$ , a la vez sin ambiguidad mientras dicha diferencia varie menos de 1.000 kilometros, y con precision puesto que  $\phi_1$  varia 3,6 grados cuando dicha diferencia varia 100 metros. Asimismo las medidas de  $\phi_4$ ,  $\phi_5$  y  $\phi_6$  permiten determinar el valor de la diferencia  $D_A - D_C$ , a la vez sin ambiguidad y con precision. En fin, el conocimiento de los valores respectivos de las dos diferencias  $D_A - D_B$  y  $D_A - D_C$  permite determinar por recorte, la posicion del movil cuya altitud se supone conocida.

Se observara por otra parte que los seis grupos  $G_1$  a  $G_6$  de cuatro corrientes cada uno, se realizan por medio de doce corrientes en vez de veinticuatro, lo que ocasiona una economia de medios, y particularmente de ondas emitidas.

Pero se observara sobre todo que las frecuencias de las corrientes transmitidas verifican las siguientes relaciones :

$$\begin{aligned} F_{A1} + F_{A2} &= 30.000 \text{ ciclos} \\ F_{A1} - F_{A3} &= 3.000 \text{ ciclos} \\ F_{A1} = F_{A4} &= 300 \text{ ciclos} \end{aligned}$$



y que es lo mismo con las otras antenas.

Muy generalmente, las corrientes transmitidas por cualquiera de las antenas emisoras de una instalacion completa, la antena A por ejemplo, verifican las siguientes relaciones :

$$\begin{aligned}
F_{A1} + eF_{A2} &= F_{o1} \\
F_{A1} - F_{A3} &= F_{o2} \\
F_{A1} - F_{A4} &= F_{o3}
\end{aligned}
\tag{21}$$

y asi sucesivamente si es preciso, en las que  $F_{o1}$ ,  $F_{o2}$  y  $F_{o3}$  son respectivamente la frecuencia caracteristica comun a las instalaciones elementales de primera sensibilidad, la frecuencia caracteristica comun a las instalaciones elementales de segunda sensibilidad, la frecuencia caracteristica comun a las instalaciones elementales de tercera sensibilidad... cuya instalacion completa es la combinacion y e es un coeficiente igual a + 1 si las frecuencias utilizadas son del mismo orden de grandor que la mitad de  $F_{o1}$  o igual a - 1, si estas frecuencias son netamente mayores que  $F_{o1}$  ; lo mas frecuentemente, se tendra :  $F_{o2} = \frac{F_{o1}}{10}$  ,  $F_{o3} = \frac{F_{o1}}{100}$  , ....

Las relaciones (21) se pueden poner en la forma de las siguientes relaciones :

$$\begin{aligned}
F_{A1} &= F_1 + f_A \\
F_{A2} &= F_2 + e f_A \\
F_{A3} &= F_3 + f_A \\
&\dots\dots\dots
\end{aligned}
\tag{22}$$



1 91875

y en las que se deducen de ellas reemplazando el índice A por cualquiera de los otros índices correspondiente a las otras antenas emisoras. En todas estas relaciones  $F_1, F_2, F_3 \dots$  son frecuencias escogidas en la gama que se quiere utilizar, y que son tales que :

$$F_1 + e F_2 = F_{o1}$$

$$F_1 - F_3 = F_{o2}$$

$$F_1 - F_4 = F_{o3}$$

-----

y  $f_A, f_B, f_C \dots$  son frecuencias que son pequeñas con relación a las frecuencias  $F_1, F_2 \dots$ , que son todas ellas diferentes las unas de las otras y que se han escogido para facilitar la realización de la estación receptora. Siendo así que en el ejemplo numérico se tenía :

$F_1 = 15.000$ ciclos	$e = + 1$
$F_2 = 15.000$ ciclos	$f_A = 1.000$ ciclos
$F_3 = 12.000$ ciclos	$f_B = 800$ ciclos
$F_4 = 14.700$ ciclos	$f_C = 600$ ciclos

lo que daba efectivamente :

$$F_1 + e F_2 = 30.000 \text{ ciclos}$$

$$F_1 - F_3 = 3.000 \text{ ciclos}$$

$$F_1 - F_4 = 300 \text{ ciclos}$$

Para demostrar las posibilidades de una instalación completa que utiliza las corrientes cuyas frecuencias son definidas por las relaciones 22 y 23, supondremos que se quiere



1 91875

realizar una instalacion elemental de primera sensibilidad, que tiene la frecuencia caracteristica  $F_{01}$ , una instalacion elemental de segunda sensibilidad que tiene la frecuencia caracteristica  $F_{02}$ , una instalacion elemental de tercera sensibilidad que tiene la frecuencia caracteristica  $F_{03}$ , y asi sucesivamente si es preciso, siendo tales estas instalaciones que los pesos  $K_A$ ,  $K_B$ ,  $K_C$  ... de las antenas emisoras A, B, C ... son numeros enteros escogidos como se desee y sometidos solamente a la condicion general  $K_A + K_B + K_C + \dots = 0$ . Para realizar la instalacion elemental de primera sensibilidad, se utilizara un grupo de corrientes constituido por las corrientes de frecuencias respectivas  $F_{A1}$  y  $F_{A2}$ ,  $F_{B1}$  y  $F_{B2}$ ,  $F_{C1}$  y  $F_{C2}$  ....., afectadas respectivamente con los pesos  $K_A$  y  $e K_A$ ,  $K_B$  y  $e K_B$ ,  $K_C$  y  $e K_C$  ...; para realizar una instalacion elemental de segunda sensibilidad, se utilizara un grupo de corrientes constituido por las corrientes de frecuencias respectivas  $F_{A1}$  y  $F_{A3}$ ,  $F_{B1}$  y  $F_{B3}$ ,  $F_{C1}$  y  $F_{C3}$  ... respectivamente afectadas a los pesos  $K_A$  y  $- K_A$ ,  $K_B$  y  $- K_B$ ,  $K_C$  y  $- K_C$  ...; para realizar la instalacion elemental de tercera sensibilidad, se utilizara un grupo de corrientes constituido por las corrientes de frecuencias respectivas  $F_{A1}$  y  $F_{A4}$ ,  $F_{B1}$  y  $F_{B4}$ ,  $F_{C1}$  y  $F_{C4}$  ....., afectadas respectivamente a los pesos  $K_A$  y  $- K_A$ ,  $K_B$  y  $- K_B$ ,  $K_C$  y  $- K_C$  ...; y asi sucesivamente si es preciso.

Se puede comprobar, por una parte, que las frecuencias totales de estos diferentes grupos son nulas y, por otra,



1 91 875

que conforme a la relacion (11) dada por el paragrafo relativo a las instalaciones elementales, sus fases totales medidas por la estacion receptora, tienen respectivamente los valores siguientes :

$$\begin{aligned} X_1 &= - \frac{360 F_{01}}{V} ( K_A D_A + K_B D_B + K_C D_C + \dots ) \\ X_2 &= - \frac{360 F_{02}}{V} ( K_A D_A + K_B D_B + K_C D_C + \dots ) \\ X_3 &= - \frac{360 F_{03}}{V} ( K_A D_A + K_B D_B + K_C D_C + \dots ) \end{aligned} \quad (24)$$

y asi sucesivamente si es preciso.

Siendo asi que en el ejemplo numérico, se puede utilizando tres grupos de corrientes constituidos como queda dicho, realizar instalaciones elementales que tengan frecuencias características respectivamente iguales a 30.000, 3.000 y 300 ciclos, y tales que los pesos de las antenas emisoras A, B, C sean respectivamente iguales a  $K_A$ ,  $K_B$ ,  $K_C$ . Particularmente, si se escoge  $K_A = + 1$ ,  $K_B = - 1$ ,  $K_C = 0$ , los tres grupos de corrientes son los grupos  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$  definidos mas arriba, y se ve facilmente, por una parte, que las frecuencias totales de dichos grupos son nulas y, por otra, que los valores de sus fases totales medidas por la estacion receptora, es decir los valores  $\phi_1$ ,  $\phi_2$ ,  $\phi_3$  dados anteriormente, son conformes a los dados por las formulas (24).

Se ve pues que la instalacion que utiliza las corrientes cuyas frecuencias son definidas por las relaciones (22 y 23) es en efecto una instalacion completa, como se ha visto en el caso particular del ejemplo numérico. Por una



191875

parte en efecto, la estación receptora podrá, al medir las fases totales de los grupos constituidos como se acaba de decir, obtener tales valores como los dedos por las formulas (24) y situarse así de una manera a la vez precisa y exenta de ambigüedad, en una primera curva o superficie equifase. Por otra parte dicha estación podrá, midiendo las fases totales de grupos igualmente constituidos pero correspondientes a valores diferentes de los pesos  $K_A$ ,  $K_B$ ,  $K_C$  ... situarse en una segunda curva o superficie equifase, luego en una tercera si es preciso, y determinar así por procedimiento de intersección su posición de una manera a la vez completa, exacta y exenta de ambigüedad.

Naturalmente, cada uno de los grupos de corrientes utilizados deberá tener una frecuencia total igual a cero, y una fase total igual a un valor constante y determinado, el que por otra parte es muy a menudo nulo. Conforme se ha descrito en el párrafo "Multigenerador", un medio ventajoso de lograr este resultado consiste esencialmente en realizar un operador de frecuencias que produce partiendo de las corrientes que entran en la constitución del grupo y se las supone producidas por generadores, dos corrientes de bajas frecuencias cuyo desplazamiento de fases relativo es igual, a una constante mas o menos, a la fase total del grupo, después en realizar por medio de estas dos corrientes, la regulación de uno de los generadores que producen las corrientes, escogiéndose



- 142 -

191875

como se desee dicho generador, con la única condición de que el peso de su corriente no sea nulo.

Sucedera además con frecuencia que el número de regulaciones que sea necesario hacer sea más pequeño que el número de grupos de corrientes utilizados. Se observara en efecto, que si por ejemplo la fase total de un grupo constituido por corrientes de frecuencias  $F_{A1}$ ,  $F_{A2}$ ,  $F_{B1}$ ,  $F_{B2}$ , afectados con pesos  $+1$ ,  $+1$ ,  $-1$ ,  $-1$ , es nula merced a la regulación de la corriente de frecuencia  $F_{B2}$ , y que la fase total de un grupo constituido por corrientes de frecuencias  $F_{A1}$ ,  $F_{A2}$ ,  $F_{C1}$ ,  $F_{C2}$ , afectadas a los pesos  $+1$ ,  $+1$ ,  $-1$ ,  $-1$ , es nula merced a la regulación de; la corriente de frecuencia  $F_{C2}$ , resultara de ello que la fase total del grupo constituido por las corrientes de frecuencias  $F_{B1}$ ,  $F_{B2}$ ,  $F_{C1}$ ,  $F_{C2}$ , afectadas a los pesos  $+1$ ,  $+1$ ,  $-1$ ,  $-1$ , sera nula sin que sea necesario efectuar ninguna regulacion suplementaria.

Siendo así que en el ejemplo numérico dado anteriormente en el caso de una instalacion que utiliza 12 corrientes, la regulacion del grupo  $G_1$  cuyo empleo da una frecuencia característica igual a 30.000 ciclos e hipérbolas equifases que tienen como focos las antenas A y B, y la regulacion del grupo  $G_4$  cuyo empleo da la misma frecuencia característica e hipérbolas equifases que tienen como focos las antenas A y C, garantzizen además la anulacion de la fase total de un grupo suplementario dando la misma frecuencia característica e hi-



191875

pérbolas equifases que tienen como focos las antenas B y C.

Igualmente, si por ejemplo la fase total de un grupo constituido por corrientes de frecuencias  $F_{A1}$ ,  $F_{A3}$ ,  $F_{B1}$ ,  $F_{B3}$ , afectadas de los pesos + 1, - 1, - 1, + 1, es nula merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{B3}$ , y que la fase total de un grupo constituido por corrientes de frecuencias  $F_{A1}$ ,  $F_{A4}$ ,  $F_{B1}$ ,  $F_{B4}$ , afectadas de los pesos + 1, - 1, - 1, + 1, es nula merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{B4}$ , resultara de ello que la fase total del grupo constituido por las corrientes de frecuencias  $F_{A3}$ ,  $F_{A4}$ ,  $F_{B3}$ ,  $F_{B4}$ , afectadas a los pesos + 1, - 1, - 1, + 1, sera nula sin que sea necesario efectuar ninguna regulacion suplementaria.

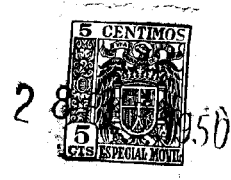
Por lo demas, para que las frecuencias totales de los grupos utilizados sean todas ellas nulas, no siempre es necesario que las relaciones (22) y (23) se verifiquen exactamente, es decir que es posible a veces, con objeto de facilitar la realizacion de la estacion receptora, escoger los valores de las frecuencias un poco diferentes de las definidas por estas relaciones.

En fin, debe senalarse que las relaciones (23) pueden ser objeto de variantes. Siendo asi por ejemplo que en vez de

$$F_1 - F_3 = F_{02}$$

se podra tener :

$$F_3 = F_4 = F_{02}$$



1 91875

Basta en efecto que cada una de las frecuencias caracteristicas  $F_{02}$ ,  $F_{03}$  .... sea igual a la diferencia de dos cualesquiera de las frecuencias  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  ...

Teniendo en cuenta las dos observaciones que se agoban de hacer, conviene para hacer que sean validas las relaciones (22), en todos los casos modificarlas ligeramente y reemplazarlas por las relaciones siguientes y las que de ellas se deducen reemplazando el indice A por cualquiera de los otros indices correspondientes a las otras antenas emisoras B, C ...

$$\begin{aligned}
 F_{A1} &= F_1 + e_1 f_{A1} \\
 F_{A2} &= F_2 + e_2 f_{A2} \\
 F_{A3} &= F_3 + e_3 f_{A3}
 \end{aligned}
 \tag{25}$$


---

En estas relaciones,  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  ... son como anteriormente frecuencias comprendidas en la gama que se quiere utilizar ;  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$  .... son coeficientes iguales a + 1 o a - 1 ;  $f_{A1}$ ,  $f_{B1}$ ,  $f_{C1}$  ... son, como lo eran anteriormente  $f_A$ ,  $f_B$ ,  $f_C$ , frecuencias que son pequenas con relacion a las frecuencias  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  ... que son todas ellas diferentes las unas de las otras y que se han escogido de modo que faciliten la realizacion de la estacion receptora ;  $f_{A2}$ ,  $f_{A3}$  ... son frecuencias escogidas por lo menos muy proximas de  $f_{A1}$ ;  $f_{B2}$  y  $f_{B3}$  ... son frecuencias escogidas por lo menos muy proximas de  $f_{B1}$ , y asi sucesivamente.



1 91875

Los valores de las frecuencias  $F_1, F_2, F_3 \dots$  y de los coeficientes  $c_1, c_2, c_3 \dots$  se escogen de manera que por cada una de las frecuencias características  $F_{01}, F_{02} \dots$  se puedan encontrar dos números de orden  $m$  y  $n$  tales que, por una parte la diferencia  $F_m - F_n$  le sea igual y, por otra, que los coeficientes  $c_m$  y  $c_n$  tengan ambos el mismo signo, y se precisa además, que el número de corrientes transmitidas por cada una de las antenas emisoras es una unidad superior al número de frecuencias características que se quiere realizar por medio de esta antena.

En tales condiciones, para realizar la instalación elemental que tenga la frecuencia característica igual a la diferencia  $F_m - F_n$  y la cual las antenas emisoras  $A, B, C, \dots$  tienen respectivamente pesos  $K_A, K_B, K_C \dots$  se utilizará el grupo de corrientes constituido por las corrientes de frecuencias  $F_{Am}$  y  $F_{An}, F_{Bm}$  y  $F_{Bn}, \dots$  respectivamente afectados a los pesos  $K_A$  y  $-K_A, K_B$  y  $-K_B, \dots$

Las condiciones expresadas por las relaciones (25) pueden además extenderse en otra forma.  $F_{01}, F_{02} \dots F_{0n}$  siendo las frecuencias características de las instalaciones elementales cuya instalación que se quiere realizar es la combinación, se escoge por cada una de las antenas emisoras  $A, B, C \dots n + 1$  frecuencias y se afecta a estas frecuencias números de orden  $1$  a  $n + 1$ , de tal suerte que dichas frecuencias son así designadas, por ejemplo por la antena  $A$ , por  $F_{A1}, F_{A2} \dots$

22



- 146 -

191875

$F_{A2} + 1$ . Las frecuencias  $F_{A1}$ ,  $F_{B1}$  ... son todas ellas diferentes pero relativamente poco las unas de las otras ; las frecuencias  $F_{A2}$ ,  $F_{B2}$  ... son tales que e siendo un coeficiente igual a  $+ 1$  o  $- 1$ , cada una de las sumas algebraicas  $F_{A1} + e F_{A2}$ ,  $F_{B1} + e F_{B2}$  ... es exacta o muy sensiblemente igual al valor de la frecuencia característica  $F_{01}$ , lo que origine que las frecuencias  $F_{A2}$ ,  $F_{B2}$  ... son repartidas las unas con relacion a las otras exacta o muy sensiblemente de la misma manera que las frecuencias  $F_{A1}$ ,  $F_{B1}$  .... precisandose que el espectro que forman tiene, si e es igual a  $- 1$ , el mismo sentido que el formado por las frecuencias  $F_{A1}$ ,  $F_{B1}$  ...., y si e es igual a  $+ 1$ , tiene el sentido inverso; las frecuencias  $F_{A3}$ ,  $F_{B3}$  son también repartidas las unas con relacion a las otras exacta o muy sensiblemente de la misma manera que las frecuencias  $F_{A1}$ ,  $F_{B1}$ ...., quedando entendido que el espectro que forman puede tener el mismo sentido o el sentido inverso del formado por dichas frecuencias  $F_{A1}$ ,  $F_{B1}$  ... y así sucesivamente. Se precisa además que los valores de las frecuencias escogidas deben ser tales que cada una de las frecuencias características  $F_{02}$  ...  $F_{0n}$  sea igual a la distancia que existe entre dos espectros de igual sentido.

La forma de realizacion de una instalacion completa que se acaba de describir se; comprendera mejor por medio de los ejemplos dados a continuacion.

La instalacion completa representada en la fig. 53



1950

1 91875

utiliza nueve antenas emisoras A a I transmitiendo cada una tres corrientes en forma de tres ondas mantenidas puras. Para definir sus frecuencias por medio de las relaciones (25) se han escogido los valores siguientes :

$$F_1 = 1.097 \text{ Kc} \quad F_2 = 997 \text{ Kc} \quad F_3 = 1.007 \text{ Kc}$$

$$c_1 = c_2 = c_3 = + 1$$

$$f_{A1} = f_{A3} = 5.750 \text{ c} \quad f_{A2} = 5.740 \text{ c}$$

$$f_{B1} = f_{B3} = 4.450 \text{ c} \quad f_{B2} = 4.460 \text{ c}$$

$$f_{C1} = f_{C2} = f_{C3} = 5.220 \text{ c}$$

$$f_{D1} = f_{D2} = f_{D3} = 5.020 \text{ c}$$

$$f_{E1} = f_{E2} = f_{E3} = 3.000 \text{ c}$$

$$f_{F1} = f_{F2} = f_{F3} = 5.000 \text{ c}$$

$$f_{G1} = f_{G2} = f_{G3} = 5.200 \text{ c}$$

$$f_{H1} = f_{H3} = 1.450 \text{ c} \quad f_{H2} = 1.460 \text{ c}$$

$$f_{I1} = f_{I3} = 350 \text{ c} \quad f_{I2} = 340 \text{ c}$$

Se observara por una parte que estos valores permiten cualesquiera que sean los pesos que se quieren afectar respectivamente a las antenas emisoras, realizar instalaciones que tienen las dos frecuencias características siguientes :

$$F_{O1} = F_1 - F_2 = 100 \text{ kilociclos}$$

$$F_{O2} = F_3 - F_2 = 10 \text{ kilociclos}$$

Por otra parte, se puede comprobar que conforme a las relaciones (25), las frecuencias de las corrientes transmitidas respectivamente por las nueve antenas emisoras A a I de la instalacion tienen los siguientes valores :



22

191875

$F_{A1} = 1.100 \text{ Kc} + 2.750 \text{ ciclos}$	$F_{A2} = 1 \text{ Mc} + 2.470 \text{ ciclos}$
$F_{B1} = " + 1.450 "$	$F_{B2} = " + 1.460 "$
$F_{C1} = " + 2.220 "$	$F_{C2} = " + 2.220 "$
$F_{D1} = " + 2.020 "$	$F_{D2} = " + 2.020 "$
$F_{E1} = "$	$F_{E2} = "$
$F_{F1} = " + 2.000 "$	$F_{F2} = " + 2.000 "$
$F_{G1} = " + 2.200 "$	$F_{G2} = " + 2.200 "$
$F_{H1} = " - 1.550 "$	$F_{H2} = " - 1.540 "$
$F_{I1} = " - 2.650 "$	$F_{I2} = " - 2.660 "$

$F_{A3} = 1.010 \text{ Kc} + 2.750 \text{ ciclos}$
$F_{B3} = " + 1.450 \text{ ciclos}$
$F_{C3} = " + 2.220 \text{ ciclos}$
$F_{D3} = " + 2.020 \text{ ciclos}$
$F_{E3} = "$
$F_{F3} = " + 2.000 \text{ ciclos}$
$F_{G3} = " + 2.200 \text{ ciclos}$
$F_{H3} = " - 1.550 \text{ ciclos}$
$F_{I3} = " - 2.650 \text{ ciclos}$

En la fig. 53, A a I designan las nueve antenas emisoras y 401 a 409 designan los nueve emisores que las alimentan. A, B, H e I estan en los cuatro angulos de un cuadrado cuyo centro es E, y cuyo largo de la media diagonal se designa por  $L_1$ . C, D, F, G se encuentran también en los cuatro angulos de un cuadrado en el que E ocupa el centro, y cuyo largo de la media diagonal se designa por  $L_2$ . Cada uno de los emi-



1 91875

sores 401 a 409 este constituido por tres generadores produciendo cada uno una de las tres corrientes a transmitir, y por un amplificador que da a dichas corrientes la potencia necesaria; el emisor 405 que alimenta la antena central E, es preferentemente mas potente que las otras.

La instalacion utiliza siete grupos de corrientes constituidas como sigue :

Un grupo  $G_{11}$  constituido por las cuatro corrientes de frecuencias  $F_{C1}$ ,  $F_{C2}$ ,  $F_{G1}$ ,  $F_{G2}$ , afectados respectivamente con los pesos + 1, - 1, - 1, + 1, cuya frecuencia y fase son nulas merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{C1}$ .

Un grupo  $G_{12}$  constituido por las cuatro corrientes de frecuencias  $F_{C2}$ ,  $F_{C3}$ ,  $F_{G2}$ ,  $F_{G3}$ , afectadas respectivamente con los pesos + 1, - 1, - 1, + 1, cuya frecuencia y fase total son nulas merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{C3}$ .

Un grupo  $G_{13}$  constituido por las cuatro corrientes de frecuencias  $F_{D1}$ ,  $F_{D2}$ ,  $F_{F1}$ ,  $F_{F2}$ , afectadas respectivamente con los pesos + 1, - 1, - 1, + 1, cuya frecuencia y fase total son nulas merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{F1}$ .

Un grupo  $G_{14}$  constituido por las cuatro corrientes de frecuencias  $F_{D2}$ ,  $F_{D3}$ ,  $F_{F2}$ ,  $F_{F3}$ , afectadas respectivamente con los pesos + 1, - 1, - 1, + 1, cuya frecuencia y fase to-



1 91875

tal son nulas merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{F3}$ .

Un grupo  $G_{15}$  constituido por las cinco corrientes de frecuencias  $F_{A2}$ ,  $F_{B2}$ ,  $F_{H2}$ ,  $F_{I2}$  y  $F_{E2}$ , afectadas respectivamente de los pesos + 1, + 1, + 1, y - 1, cuya frecuencia y fase total es nula merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{A2}$ .

Un grupo  $G_{16}$  constituido por las diez corrientes de frecuencias  $F_{A1}$ ,  $F_{A2}$ ,  $F_{B1}$ ,  $F_{B2}$ ,  $F_{H1}$ ,  $F_{H2}$ ,  $F_{I1}$ ,  $F_{I2}$ ,  $F_{E1}$ ,  $F_{E2}$ , afectadas respectivamente con los pesos + 1, - 1, + 1, - 1, + 1, - 1, + 1, - 1, - 4, + 4, cuya frecuencia total y fase total son nulas merced a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{A1}$ .

Un grupo  $G_{17}$  constituido por las diez corrientes de frecuencias  $F_{A2}$ ,  $F_{A3}$ ,  $F_{B2}$ ,  $F_{B3}$ ,  $F_{H2}$ ,  $F_{H3}$ ,  $F_{I2}$ ,  $F_{I3}$ ,  $F_{E2}$ ,  $F_{E3}$ , afectadas respectivamente con los pesos + 1, - 1, + 1, - 1, + 1, - 1, + 1, - 1, - 4, + 4, cuya frecuencia y fase total son nulas gracias a la regulacion de la corriente de frecuencia  $F_{A3}$ .

Los generadores que producen las corrientes de frecuencias  $F_{C1}$ ,  $F_{C3}$ ,  $F_{F1}$ ,  $F_{F3}$ ,  $F_{A1}$ ,  $F_{A2}$ ,  $F_{A3}$  son por consiguiente generadores sincronizados, accionados como se dira.

Una antena receptora fija  $R_r$  alimenta un operador de frecuencias 410 constituido por 19 filtros substractores 411 a 429, y por 12 filtros amplificadores 430 a 441. 411



191875

tiene una banda pasante de 10 kilociclos centrada en  $F_{E1}$ ; selecciona las 9 corrientes de frecuencias  $F_{A1}$  a  $F_{E1}$  y efectua 8 subtracciones de frecuencias con relacion a  $F_{E1}$ . 412 tiene una banda pasante de 100 ciclos centrada en 2.200 ciclos; selecciona las corrientes de frecuencias  $F_{C1} - F_{E1} = 2.220$  ciclos, y  $F_{G1} - F_{E1} = 2.200$  ciclos, y produce una corriente de 20 ciclos. 413 tiene una banda pasante de 400 ciclos centrada en 2.700 ciclos; selecciona las corrientes de frecuencias  $F_{A1} - F_{E1} = 2.750$  ciclos, y  $F_{E1} - F_{I1} = 2.650$  ciclos, y produce una corriente de 100 ciclos. 414 tiene una banda pasante de 400 ciclos, centrada en 1.500 ciclos, selecciona las corrientes de frecuencias  $F_{B1} - F_{E1} = 1.450$  ciclos, y  $F_{E1} - F_{H1} = 1.550$  ciclos, y produce una corriente de 100 ciclos. 415 tiene una banda pasante de 100 ciclos, centrada en 2.000 ciclos; selecciona las corrientes de frecuencias  $F_{D1} - F_{E1} = 2.020$  ciclos y  $F_{F1} - F_{E1} = 2.000$  ciclos, y produce una corriente de 20 ciclos.

416 a 420 actuan lo mismo por las frecuencias  $F_{A2}$  a  $F_{I2}$  y 421 a 425 actuan lo mismo por las frecuencias  $F_{A3}$  a  $F_{I3}$ , precisandose sin embargo que a cause de la eleccion de los valores  $F_{A2}$  a  $F_{I2}$ , 418 y 419, en vez de producir cada uno, como 413, 414, 423 y 424, una corriente de 100 ciclos, producen cada uno una corriente de 80 ciclos. 426 a 429 tienen bandas pasantes de 60 ciclos centradas en 90 ciclos; cada uno de ellos selecciona una corriente de 100 ciclos y una corriente de



1 91875

80 ciclos, y produce una corriente de 20 ciclos. Cada uno de los filtros amplificadores 430 a 439 selecciona y amplifica una corriente de 20 ciclos. Cada uno de los filtros amplificadores 440 a 441 selecciona y amplifica una corriente de 80 ciclos. Los siete pares de corrientes que salen del operador de frecuencias 410 respectivamente por los circuitos 451 a 457, actúan las regulaciones anulando las frecuencias y fases totales respectivamente de los grupos de corrientes  $G_{11}$  a  $G_{17}$ .

La estación receptora que equipa el móvil cuya posición se desea saber, consta de una antena receptora R que alimenta un aparato 458, que es la combinación de varios multifasómetros, y que está constituido por un operador de frecuencias 459, de idéntica constitución a la del operador 410, y por siete fasómetros 461 a 467. Puede comprobarse que dichos fasómetros miden respectivamente las fases totales de los grupos  $G_{11}$  a  $G_{17}$ , constituidos por las corrientes recibidas por la antena R. Conforme a la relación dada en el párrafo relativo a las instalaciones elementales, las fases totales así medidas tienen respectivamente los siguientes valores :

$$\begin{aligned}\phi_{11} &= 120 (D_C - D_G) & \phi_{13} &= 120 (D_D - D_F) \\ \phi_{12} &= 12 (D_C - D_G) & \phi_{14} &= 12 (D_D - D_F) \\ \phi_{15} &= 1.200 (D_A + D_B + D_H + D_I - 4D_E) \\ \phi_{16} &= 120 (D_A + D_B + D_H + D_I - 4D_E) \\ \phi_{17} &= 12 (D_A + D_B + D_H + D_I - 4D_E)\end{aligned}$$



191875

expresandose en grados las fases totales y las distancias  $D_1$  a  $D_I$  que separan el movil respectivamente de las antenas omisoras A a I se expresan en kilometros. Se observara que los coeficientes 120 grados por kilometro y 12 grados por kilometro corresponden efectivamente a las frecuencias caracteristicas  $F_{o1} = 100$  kilociclos y  $F_{o2} = 10$  kilociclos que se han anunciado al principio de la descripcion de la presente instalacion. Al contrario, el coeficiente 1.200 grados por kilometro que interviene en el valor de  $\phi_{15}$  no se habia anunciado; conviene senalar en efecto que tal resultado no es siempre posible y es bastante raro que sea ventajoso.

Cuando el movil esta muy distante y que su altitud es nula o relativamente poca, las relaciones anteriores pueden, tomando :  $L_1 = 15$  km y  $L_2 = 7$  km, ser reemplazadas por las siguientes relaciones que se aproximan :

$$\begin{aligned} \phi_{11} &= 1.680 \cos G & \phi_{12} &= 168 \cos G \\ \phi_{13} &= 1.680 \sin G & \phi_{14} &= 168 \sin G \\ \phi_{15} &= \frac{270.000}{D} & \phi_{16} &= \frac{22.000}{D} & \phi_{17} &= \frac{2.700}{D} \end{aligned}$$

designando D y G las coordenadas polares del movil tomadas partiendo del punto ocupado por la antena E, expresandose D en kilometros, contandose el yacimiento G partiendo de la direccion de la antena I, y las diferentes fases totales se expresan en grados.

Se puede comprobar, por una parte, que la determinacion de la posicion del movil no da lugar a ninguna ambigui-



7050

1 91 875

dad mientras la distancia  $D$  sea superior a 10 kilometros; se podria ademas suprimir toda posibilidad de ambiguidad si ello presentase un interes practico, tomando  $I_1 = 7$  km. Por otra parte, si las medidas de fase son efectuadas a 10 grados mas o menos y si la distancia  $D$  es igual a 200 km, podra ser determinada la posicion del movil a 1.500 metros mas o menos.

#### APLICACION A LA NAVEGACION AEREA Y MARITIMA.

##### A GRAN DISTANCIA

La instalacion completa descrita en el presente paragrafo comprende 25 estaciones emisoras fijas que se llaman respectivamente estacion A, estacion B.... estacion Z, llevando cada una de ellas una antena llamada respectivamente antena A, antena B, ..... antena Z.

Cada una de estas antenas transmite en forma de cuatro ondas mantenidas puras, cuatro corrientes cuyas frecuencias se fijan una vez para siempre y se definen por las relaciones :

$$\begin{aligned} F_{A1} &= F_1 + f_A \\ F_{A2} &= F_2 - f_A \\ F_{A3} &= F_3 + f_A \\ F_{A4} &= F_4 + f_A \end{aligned} \quad (26)$$

ya dadas con el numero 22 en el paragrafo relativo a las instalaciones completas, y por las que se deducen reemplazando la letra A por una letra cualquiera. Las frecuencias  $F_1$  a  $F_4$  se han escogido como sigue :



1 91875

- $F_1 = 15.030$  ciclos
- $F_2 = 14.970$  "
- $F_3 = 12.030$  "
- $F_4 = 14.730$  "

Las relaciones ya dadas con el numero 23 en el paragrafo relativo a las instalaciones completas muestra que esta eleccion permite obtener las tres frecuencias caracteristicas siguientes :

$$\begin{aligned}
 F_{o1} &= F_1 + F_2 = 30.000 \text{ ciclos} \\
 F_{o2} &= F_1 - F_3 = 3.000 \text{ " } \\
 F_{o3} &= F_1 - F_4 = 300 \text{ " } \quad (27)
 \end{aligned}$$

Las frecuencias  $f_A$  a  $f_Z$  se han escogido como sigue:

- $f_A = 120$  ciclos
- $f_B = 240$  "
- $f_C = 360$  "

-----

$$f_Z = 3.000 \text{ ciclos}$$

Se ve que la instalacion utiliza visiblemente un total de 100 frecuencias (4 frecuencias por cada una de las 25 letras A a Z) regularmente repartidas de 60 en 60 ciclos, de 12 a 18 kilociclos. Con mas exactitud, debe senalarse que la estacion A emite tres ondas solamente, pues la frecuencia 14.850 ciclos sirve a la vez de frecuencia  $F_{A2}$  y de frecuencia  $F_{A4}$  ; el numero total de frecuencias utilizadas por el sistema queda pues reducido a 99. Inversamente, debe senalarse que



191875

las frecuencias 12.030, 17.870 y 17.970 no se utilizan, y por consiguiente que las frecuencias utilizadas por la instalacion desbordan ligeramente la banda que va de 12 a 18 kilociclos; las frecuencias extremas son en efecto 11.970 y 18.030 ciclos.

Cada uno de los grupos de corrientes utilizadas en la instalacion esta constituido por cuatro corrientes de las cuales dos son transmitidas por cualquiera de las estaciones emisoras, por ejemplo la estacion B, siendo transmitidas las otras dos por otra estacion emisora cualquiera, por ejemplo la estacion M. Las frecuencias de las ocho corrientes transmitidas por dichas estaciones tienen conforme a las relaciones (26) los valores siguientes :

- $F_{B1} = 15.030 + 240 = 15.270$  ciclos
- $F_{B2} = 14.970 - 240 = 14.730$  "
- $F_{B3} = 12.030 + 240 = 12.270$  "
- $F_{B4} = 14.730 + 240 = 14.970$  "
- $F_{M1} = 15.030 + 1.560 = 16.590$  "
- $F_{M2} = 14.970 - 1.560 = 13.410$  "
- $F_{M3} = 12.030 + 1.560 = 13.590$  "
- $F_{M4} = 14.730 + 1.560 = 16.290$  "

Dichas corrientes sirven para constituir los tres grupos siguientes :

un grupo  $G_{BM1}$ , constituido por las corrientes de frecuencias  $F_{B1}$  y  $F_{B2}$  ,  $F_{M1}$  y  $F_{M2}$  , afectadas respectivamente a los pesos siguientes: + 1, + 1, - 1, - 1 ;



1950

- 157 -

1 91875

un grupo  $G_{BL2}$ , constituido por las corrientes de frecuencias  $F_{B1}$  y  $F_{B3}$ ,  $F_{M1}$  y  $F_{M3}$ , afectadas respectivamente a los pesos  $+ 1, -1, - 1, + 1$  ;

un grupo  $G_{BL3}$ , constituido por las corrientes de frecuencias  $F_{B1}$  y  $F_{B4}$ ,  $F_{M1}$  y  $F_{M4}$ , afectadas respectivamente  $+ 1, - 1, - 1, + 1$ .

La frecuencia total y la fase total de cada uno de dichos grupos de corrientes son nulas merced a regulaciones efectuadas como se expondra al describir la fig. 55.

La fig. 54 da el esquema del receptor con que esta equipado el movil. Como vamos a ver, se puede graduar dicho receptor en dos cualesquiera de las estaciones emisoras que supondremos a titulo de ejemplo y para facilitar la descripcion, que es la estacion B y la estacion M. Mide entonces las fases totales de los tres grupos constituidos como se acaba de decir ;

En la fig. 54 :

R designa una antena receptora, y 501 un operador de frecuencias; 502 designa un filtro amplificador cuya banda pasante va de 10 a 20 kilociclos.

503 y 504 designan dos heterodinas reglables que producen respectivamente dos corrientes senoidales de frecuencias  $H'$  y  $H''$ . Para graduar el receptor en la estacion B y la estacion M, basta por una parte graduar la heterodina de modo que se tenga :



1950

1 91875

$$R' = 84.975 - f_B = 84.735 \text{ ciclos}$$

y por otra parte graduar la heterodina 504 de modo que se tenga :

$$R'' = 84.965 - f_x = 83.405 \text{ ciclos.}$$

Este reglaje que se debe efectuar con una precisión del orden del ciclo, se lograra por medio de 25 cuarzos (uno por cada una de las letras A a Z que designan las estaciones emisoras) establecidos y utilizados de tal modo que, cuando se emplee uno de los dos en la heterodina 503, procure la frecuencia  $84.975 - f_X$  (siendo X la letra que designa la estación emisora a la cual corresponde), y que cuando se emplee en la heterodina 504, procure la frecuencia  $84.965 - f_X$  (o sea 10 ciclos menos).

505 a 509 designan cinco lámparas substractoras cuyas bandas pasantes son de 30 ciclos (merced a un filtro de cuarzo) y estan centradas respectivamente sobre 100.000, 70.000, 97.000 y 99.700 ciclos.

518 a 521 designan filtros amplificadores que funcionan en 10 ciclos.

522, 523 y 524 designan cada uno un servo-motor que funciona en 10 ciclos, y cuyo arbol de salida tiene una velocidad que es funcion (proporcional al seno por ejemplo) desplazamiento de fases relativo de las dos corrientes que alimentan este ultimo, siendo nula dicha velocidad cuando el desplazamiento de fases de que se trate es nulo. Algunos ejemplos



191875

de realizacion de tales servo-motores se han descrito por medio de las figs. 21 y 22.

525, 526 y 527 designan cada uno un transformador de fases que crea entre su corriente de entrada y su corriente de salida un desplazamiento de fases igual al angulo que define la posicion de su eje de mando. Un ejemplo de realizacion de tal transformador de fases se ha descrito por medio de la fig. 23.

528 a 530 designan unos enlaces mecanicos convenientemente desmultiplicados (10 veces por ejemplo) ligando cada uno el arbol de salida de uno de los servo-motores 522 a 524 con el eje de mando de uno de los transformadores de fases 525 a 527.

531, 532 y 533 designan cada uno un aparato indicador que lleva una aguja que gira delante de un cuadrante regularmente graduado de 0 a 9.

534 a 536 designan enlaces mecanicos que unen respectivamente los ejes de mando de los transformadores de fases 525 a 527 con las agujas de los aparatos indicadores 531 a 533. Estos enlaces no son desmultiplicados, sino que al contrario son tales que el angulo con el cual ha girado cada aguja partiendo de su cero, sea igual al desplazamiento de fases creado por el transformador de fases correspondiente.

El receptor asi constituido funciona como sigue, quedando entendido que por razones de simplicidad, se supondra

1 91875

- 160 -



2 0 1000

por una parte que la velocidad de desplazamiento del móvil es bastante débil para no influir de una manera sensible en el funcionamiento y, por otra parte que las corrientes serán designadas simplemente por sus frecuencias :

la antena R y el filtro amplificador 502 envían a cada uno de las mezcladoras 505 a 509, las corrientes que resultan de todas las ondas emitidas por las antenas A a Z de la instalación.

Las mezcladoras 505 a 509 reciben por otra parte, la primera la corriente H' que viene de la heterodina 503, las tres siguientes la misma corriente H' que viene de la misma heterodina pero por los transformadores de fases 525 a 527 respectivamente, la última la corriente H'' que viene de la heterodina 504. Dichas mezcladoras efectúan respectivamente y en particular las mezclas que dan las frecuencias siguientes :

$$\begin{aligned}
 \text{por 505: } F'_1 &= H' + F_{B1} = 100.000 \text{ ciclos} \\
 \text{por 506: } F'_2 &= H' - F_{B2} = 70.005 \quad " \\
 \text{por 507: } F'_3 &= H' + F_{B3} = 97.005 \quad " \\
 \text{por 508: } F'_4 &= H' + F_{B4} = 99.705 \quad " \\
 \text{por 509: } F''_1 &= H'' + F_{M1} = 99.995 \quad " \\
 &\left\{ \begin{aligned} F''_2 &= H'' - F_{M2} = 69.995 \quad " \\ F''_3 &= H'' + F_{M3} = 96.995 \quad " \\ F''_4 &= H'' + F_{M4} = 99.695 \quad " \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

Los filtros substractores 510 a 513 seleccionan respectivamente, con exclusión de toda otra corriente,  $F'_1$  y  $F''_1$ ,



2 150

1 91 875

$F'_2$  y  $F''_2$ ,  $F'_3$  y  $F''_3$ ;  $F'_4$   $F''_4$ .

Estos efectúan respectivamente las subtracciones de frecuencias que dan las frecuencias siguientes :

$$f_1 = F'_1 - F''_1 = 10 \text{ ciclos}$$

$$f_2 = F'_2 - F''_2 = \text{''}$$

$$f_3 = F'_3 - F''_3 = \text{''}$$

$$f_4 = F'_4 - F''_4 = \text{''}$$

Los servo-motores 522 a 524 son alimentados respectivamente por las corrientes  $f_1$  y  $-2$ ,  $f_1$  y  $f_3$ ,  $f_1$  y  $f_4$  y ponen en posición los transformadores de fases 525 a 527 de manera que anulen los desplazamientos de fases relativos de las corrientes que les alimentan, conforme a la descripción del multifasometro de la fig. 35.

los aparatos indicadores 531 a 533 dan los valores respectivos de las fases totales de los grupos  $G_{BM1}$ ,  $G_{BM2}$  y  $G_{BM3}$  :

$$\phi_{BM1} = 36(D_M - D_B)$$

$$\phi_{BM2} = 3,6(D_M - D_B)$$

$$\phi_{BM3} = 0,36(D_M - D_B)$$

expresándose en grados las fases y designando  $D_B$  y  $D_M$  las distancias expresadas en kilometros que separan el mobil respectivamente de la estación B y de la estación M.

Se puede comprobar este resultado por ejemplo por  $\phi$  considerando que :

$$f_1 - f_2 = F'_1 - F''_1 - F'_2 + F''_2$$



$$\begin{aligned} &= H' + F_{B1} - H'' - F_{M1} - H' + F_{B2} + H'' - \mathbf{1.291875} \\ &= F_{B1} + F_{B2} - F_{M1} - F_{V2} \end{aligned}$$

expresion que no es otra sino la frecuencia total del grupo  $G_{BM1}$ , lo que origina que el desplazamiento de fases relativo de las corrientes  $f_1$  y  $f_2$  es, con una constante mas o menos, igual a la fase total de dicho grupo.

Por otra parte, se ve dados los valores de  $\phi_{BM1}$ ,  $\phi_{BM2}$ ,  $\phi_{BM3}$ , que los aparatos indicadores 531, 532 y 533 pueden ser graduados directamente en kilometros, decenas de kilometros y centenas de kilometros, y dan pues a conocer el valor de la diferencia  $D_M - D_B$  practicamente sin ambigüedad (pues para que  $\phi_{BM3}$  varie una vuelta, es preciso que la diferencia  $D_M - D_B$  varie 1.000 kilometros) y con precision (pues  $\phi_{BM1}$  varia 3,6 grados cuando la diferencia  $D_M - D_B$  varia 1 hectometro).

La fig. 55 da el esquem de la estacion emisora B tomada a titulo de ejemplo. En dicha figura:

550 designa el emisor y B designa la antena de la estacion. Estos elementos estan adaptados a las frecuencias de 15 Kc. aproximadamente, de las ondas a emitir y estan dimensionados de manera que realicen alcances del orden de 3.000 kilometros; la antena debe ser pues de gran dimension, y el emisor ha de ser de grande potencia, por lo menos 100 Kw.

551 a 554 designan respectivamente un generador ordinario y tres generadores sincronizados que producen respetivamente cuatro corrientes de frecuencias  $F_{B1}$  a  $F_{B4}$ .

1 91875

- 163 -

28



555 es un amplificador que da a dichas corrientes la potencia necesaria para la alimentacion de la antena.

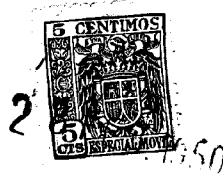
$R_B$  designa una antena receptora establecida en un punto de posicion fija y conocida, y cuya distancia a la antena B es del orden de 100 kilometros.

556 designa un operador de frecuencias de construccion idéntica a la del operador de frecuencias 501 de la fig. 54. Dicho operador se gradua, por pregraduacion de sus heterodinas reglables, en la estacion B y en otra estacion, estacion A por ejemplo, que se escoge como se expone mas adelante, entre las mas proximas.

Las agujas de los tres aparatos indicadores 557 a 559 estan posicionadas de manera que anuncien el numero de kilometros igual a la diferencia de las distancias  $D_M - D_B$ . Este posicionamiento se efectua una vez para siempre manobrando con la mano los enlaces mecanicos 560 a 562 idénticos a los enlaces 528 a 530 de la fig. 54.

563 designa unos enlaces eléctricos o radioeléctricos que permiten transmitir a la estacion B, las cuatro corrientes de bajas frecuencias  $f_1$  a  $f_4$  producidas por el operador 556.

Los generadores sincronizados 552 a 554 reciben respectivamente las corrientes de frecuencias  $f_1$  y  $f_2$ ,  $f_1$  y  $f_3$ ,  $f_1$  y  $f_4$ . Dichas corrientes realizan la regulacion de dichos generadores sincronizados, para anular todos sus desplazamien-



191875

tos de fases relativos, lo cual debido a la posición de las agujas de los aparatos indicadores 557 a 559, hace que las fases totales de los grupos de corrientes  $G_{BM1}$  a  $G_{BM3}$  sean nulas al salir de las estaciones emisoras.

La fig. 56 representa una carta del Océano Atlántico que tiene la escala de 1/60.000.000. En dicha figura, A, B, C, L, M, N, V, X, Y, Z designan los emplazamientos de las estaciones emisoras A, B, .... Z.

$R_B, R_C, \dots R_Z$  designan los emplazamientos de las estaciones receptoras que dirigen la regulación de las estaciones emisoras correspondientes.

R designa el emplazamiento del receptor que equipa el móvil.

Se observará que la figura no lleva ninguna estación receptora que dirija la regulación de la estación emisora A. En efecto, al establecer la fig. 56, se ha supuesto que esta estación A no está reglada en ninguna otra, y que al contrario, son todas las demás que están graduadas en ella, bien sea directa o indirectamente, es decir por ejemplo que las estaciones L, M, N, X, Y, Z están regladas directamente en la estación X, y la estación V en la estación M.

Se puede comprobar en efecto, por ejemplo en lo que se refiere a la estación V, que basta por una parte que la estación M esté reglada en la estación A, es decir que las fases totales  $\phi_{MA1}, \phi_{MA2}, \phi_{MA3}$  sean nulas, y por otra parte que la



1 91875

estacion V esté reglada en la estacion M, es decir que las fases totales  $\phi_{VM1}$ ,  $\phi_{VM2}$ ,  $\phi_{VM3}$  sean nulas, para que la estacion V esté reglada en la estacion A, es decir para que las fases  $\phi_{VA1}$ ,  $\phi_{VA2}$ ,  $\phi_{VA3}$  sean nulas.

En la practica, con el fin de atenuar los efectos perturbadores que pueden resultar de las irregularidades de propagacion, se utilizaran ademas algunas disposiciones mas evolucionadas, que consisten en graduar cada una de las estaciones emisoras, incluso la estacion A, no en una, sino en todas las estaciones proximas. Por ejemplo, la estacion M se graduará a la vez en las estaciones A, B, C, V, X, Y, es decir que por una parte la estacion receptora R, comprenderá 6 operadores de frecuencias graduados respectivamente en las estaciones M y A, M y B, M y C, M y V, M y X, M y Y, y por otra parte que cada uno de los generadores sincronizados 552 a 554 comprenderá seis servo-motores, bloqueados todos ellos en el mismo arbol, y alimentados respectivamente por las corrientes procedentes de los seis operadores de frecuencias de la estacion R. Para evitar que cualquier instalacion sea objeto de un desviamiento, aun sumamente débil, se puede ver de incluir en cada uno de los generadores sincronizados, un dispositivo suplementario que cree una tendencia muy ligera a poner en su valor nominal la frecuencia de la corriente producida por el generador considerado.

En resumen, la infraestructura de la instalacion com-



1 91875

siste en una triangulacion de grandes mallas mas o menos regular, en la cada vertice esta constituido por una estacion emisora fija y cuyos lados pueden tener largos del orden de 3.000 kilometros. Cada estacion lleva una antena y produce de una manera continua, cuatro ondas mantenidas puras.

El equipo del movil consiste en un receptor que lleva dos heterodinas reglables. Basta graduar la primera en cualquier estacion, B por ejemplo, y la segunda en cualquier estacion, M por ejemplo, para saber el valor de la diferencia  $D_M - D_B$  de las distancias que separan el movil de la estacion M y de la estacion B. Dicho valor es dado por tres aparatos indicadores que son unos fasometros que miden las fases totales de los tres grupos constituidos por las corrientes transmitidas en forma de ondas por las dos estaciones en las cuales esta graduado el receptor. Dichas fases totales son nulas a la salida de las estaciones emisoras. Sus valores en el receptor solo dependen por consiguiente de las distancias recorridas por las ondas, y son precisamente iguales a la diferencia  $D_M - D_B$  afectadas respectivamente de tres coeficientes en progresion decimal, y que en este caso son 0,36 - 3,6 y 36 grados por kilometro. Los tres aparatos indicadores estan pues graduados, el primero en centenas de kilometros, el segundo en decenas de kilometros, el ultimo en kilometros, y si es preciso en hectometros.

Basta modificar la graduacion del receptor para



1 91875

conocer el valor de otra diferencia de distancias, y obtener así por procedimiento de intersección, la posición del móvil.

#### APLICACION A LA NAVEGACION MARITIMA. A PEQUENA DISTANCIA

La instalación completa descrita en el presente párrafo comprende 50 estaciones emisoras fijas que son llamadas respectivamente estación A, estación B, ... estación Z, estación a, estación b, ... estación z, llevando cada una de ellas una antena llamada respectivamente antena A, antena B, ... antena Z, antena a, antena b, ... antena z.

Cada una de estas antenas transmite, en forma de seis ondas mantenidas puras, seis corrientes cuyas frecuencias se fijan una vez para siempre y se definen por las relaciones:

$$\begin{aligned} F_{A1} &= F_1 + f_A \\ F_{A2} &= F_2 - f_A \\ F_{A3} &= F_3 + f_A \\ F_{A4} &= F_4 + f_A \\ F_{A5} &= F_5 + f_A \\ F_{A6} &= F_6 + f_A \end{aligned} \quad (28)$$

ya dadas bajo el n° (22) en el párrafo relativo a las instalaciones completas, y por las que de ellas se deducen sustituyendo la letra A por una letra mayúscula o minúscula cualquiera. Las frecuencias  $F_1$  a  $F_6$  se han escogido como sigue :

$$\begin{aligned} F_1 &= 1.615.555 \text{ ciclos} \\ F_2 &= 1.634.445 \quad " \\ F_3 &= 1.904.805 \quad " \end{aligned}$$



191875

$$F_4 = 1.908.055 \text{ ciclos}$$

$$F_5 = 1.940.230 \quad "$$

$$F_6 = 1.940.555 \quad "$$

Como ya se ha dicho en el paragrafo relativo a las instalaciones completas, las relaciones (23) dadas en este paragrafo, pueden ser objeto de variantes; una de estas variantes muestra que la eleccion de las frecuencias  $F_1$  a  $F_6$  permite obtener las cinco frecuencias caracteristicas siguientes :

$$F_{01} = F_1 + F_2 = 3.250.000 \text{ ciclos}$$

$$F_{02} = F_6 - F_1 = 325.000 \text{ ciclos}$$

$$F_{03} = F_6 - F_4 = 32.500 \text{ ciclos} \quad (29)$$

$$F_{04} = F_4 - F_3 = 3.250 \text{ ciclos}$$

Las frecuencias  $f_A$  a  $f_Z$  y  $f_a$  a  $f_z$  se han escogido

como sigue :

$$f_A = 715 \text{ ciclos}$$

$$f_B = 2 \times 715 = 1.430 \text{ ciclos}$$

---

$$f_Z = 25 \times 715 = 17.875 \text{ ciclos}$$

$$f_a = 715 - 50 = 665 \text{ ciclos}$$

$$f_b = 2 \times 715 - 50 = 1.380 \text{ ciclos}$$

---

$$f_z = 25 \times 715 - 50 = 17.825 \text{ ciclos}$$

Se ve que la instalacion utiliza pues un total de 300 frecuencias (6 frecuencias por cada una de las 50 estaciones) repartidas de una manera casi regular, en tres bandas de



1 91875

frecuencias de unos 20 kilociclos cada una, centradas respectivamente sobre 1.625, 1.915 y 1.950 kilociclos.

Cada uno de los grupos de corrientes utilizados en la instalacion esta constituido por cuatro corrientes de las cuales dos son transmitidas por cualquiera de las estaciones emisoras marcadas con una letra mayuscula, por ejemplo la estacion A, siendo transmitidas las otras dos por la estacion marcada con la letra minuscula correspondiente, en este caso estacion a; el conjunto constituido por estas dos estaciones se llamara "agrupamiento emisor", en este caso agrupamiento emisor A. Las frecuencias de las 12 corrientes transmitidas por el agrupamiento emisor A tienen, conforme a las relaciones (28) los siguientes valores :

- $F_{A1} = 1.615.555 + 715 = 1.616.270$  ciclos
- $F_{A2} = 1.634.445 - 715 = 1.633.730$  "
- $F_{A3} = 1.904.805 + 715 = 1.905.520$  "
- $F_{A4} = 1.908.055 + 715 = 1.908.770$  "
- $F_{A5} = 1.940.830 + 715 = 1.940.945$  "
- $F_{A6} = 1.940.555 + 715 = 1.941.270$  "
- $F_{a1} = 1.615.555 + 665 = 1.616.220$  "
- $F_{a2} = 1.634.445 - 665 = 1.633.780$  "
- $F_{a3} = 1.904.805 + 665 = 1.905.470$  "
- $F_{a4} = 1.908.055 + 665 = 1.908.720$  "
- $F_{a5} = 1.940.230 + 665 = 1.940.895$  "
- $F_{a6} = 1.940.555 + 665 = 1.941.220$  "

1 91875

- 170 -



Estas corrientes sirven para constituir los cinco grupos siguientes :

Un grupo  $G_{A1}$  constituido por las corrientes de frecuencias  $F_{A1}$  y  $F_{A2}$ ,  $F_{B1}$  y  $F_{B2}$  afectadas respectivamente con los pesos + 1, + 1, - 1, - 1.

Un grupo  $G_{A2}$  constituido por las corrientes de frecuencias  $F_{A6}$  y  $F_{A1}$ ,  $F_{B6}$  y  $F_{B1}$  afectadas respectivamente con los pesos + 1, - 1, - 1, + 1.

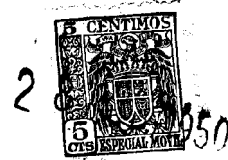
Un grupo  $G_{A3}$  constituido por las corrientes de frecuencias  $F_{A6}$  y  $F_{A4}$ ,  $F_{B6}$  y  $F_{B4}$  afectadas respectivamente con los pesos + 1, - 1, - 1, + 1.

Un grupo  $G_{A4}$  constituido por las corrientes de frecuencias  $F_{A4}$  y  $F_{A3}$ ,  $F_{B4}$  y  $F_{B3}$ , afectadas respectivamente con los pesos + 1, - 1, - 1, + 1.

Un grupo  $G_{A5}$  constituido por las corrientes de frecuencias  $F_{A6}$  y  $F_{A5}$ ,  $F_{B6}$  y  $F_{B5}$ , afectadas respectivamente con los pesos + 1, - 1, - 1, + 1.

La frecuencia total y la fase total de cada uno de dichos grupos de corrientes son nulas merced a regulaciones efectuadas como se expondra al describir la fig. 58.

La fig. 57 da el esquema del receptor con que esta equipado el movil. Como veremos, se puede graduar este receptor en cualquiera de los grupos emisores que supondremos como ejemplo y para facilitar la descripcion, que es el grupo emisor A. Este mide entonces las fases totales de los cinco gru-



pos constituidos como acabamos de decir. **1 91875**

En la fig. 57 :

R designa una antena receptora ordinaria que alimenta un operador de frecuencias 601 produciendo seis corrientes de 50 ciclos, que cinco fasómetros 602 a 606 miden los desplazamientos relativos de fases.

El operador de frecuencias 601 esta constituido por 28 organos de reglaje fijo y un organo de reglaje variable.

Los organos de reglaje fijo son los siguientes :

7 lamparas mezcladoras 607 a 613.

6 filtros amplificadores 620 a 625, cuyas bandas pasantes son de 25 kilociclos aproximadamente, y estan centradas respectivamente sobre 1.625, 1.915, 1.950, 1.65, 124 y 159 kilociclos.

Un filtro amplificador 526 cuya banda pasante es de 4 kilociclos aproximadamente, y esta centrada sobre 308 kilociclos.

6 filtros substractores 628 a 633 cuyas bandas pasantes son de unos 300 ciclos, y estan centradas respectivamente sobre 24.245, 18.505, 15.255, 16.920, 17.245 y 21.245 ciclos.

6 amplificadores 634 a 639, que dejan pasar y amplifican las frecuencias del orden de 50 ciclos.

2 heterodinas 640 y 641, que producen cada una una corriente senoidal, cuya frecuencia se estabiliza por cuarzo



- 172 -

1 91875

a 20 ciclos mas o menos, respectivamente sobre  $H_1 = 1.791$  y  $H_2 = 329$  kilocilos.

Se observara que la reunion 627 de los elementos 613, 626, 633 y 641 es equivalente a un filtro substractor cuya banda pasante es aproximadamente de 300 ciclos y estuvo centrada sobre 308 kilociclos.

El organo de graduacion variable es una heterodina 642, que produce una corriente senoidal, cuya frecuencia debe ser graduada a unos 20 ciclos, sobre el valor siguiente :

$H = 132.285 \text{ ciclos} + f = 153.000 \text{ ciclos}$ , lograndose esta graduacion por medio de 25 cuarzos (1 por cada uno de los grupos emisores A e Z).

El receptor asi constituido funciona como sigue : quedando entendido que por razon de simplicidad, se supondra por una parte que la velocidad de desplazamiento del movil es bastante débil para no influir sensiblemente en el funcionamiento del aparato, y por otra parte que las corrientes se designaran simplemente por sus frecuencias.

Los filtros amplificadores 620, 621 y 622 reciben de la antena R, las corrientes que resultan de todas las ondas emitidas por todas las estaciones emisoras; seleccionan respectivamente las corrientes cuyas frecuencias llevan los numeros 1 y 2, 3 y 4, 5 y 6, y las envian después de doble transposicion de frecuencias por medio de  $H_1$  y  $H_3$ , respectivamente a 627 y 628, 629 y 630, 631 y 632.



1 91875

Cada uno de los elementos 627 a 632 selecciona entre todas las corrientes que recibe, dos corrientes de las que efectua la substraccion de frecuencias, produciendo asi las frecuencias siguientes :

$$\begin{aligned} \text{por 627: } f_1 &= - (H_1 + H_3 - F_{A1}) + (H_1 + H_3 - F_{a1}) \\ &= - 308.730 + 308.780 = 50 \text{ ciclos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{por 628: } f_2 &= (H_1 - H_3 - F_{A2}) - (H_1 - H_3 - F_{a2}) \\ &= 24.270 - 24.220 = 50 \text{ ciclos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{por 629: } f_3 &= - (H_1 + H_3 - F_{A3}) + (H_1 + H_3 - F_{a3}) \\ &= - 18.480 + 18.530 = 50 \text{ ciclos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{por 630: } f_4 &= - (H_1 + H_3 - F_{A4}) + (H_1 + H_3 - F_{a4}) \\ &= - 15.230 + 15.280 = 50 \text{ ciclos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{por 631: } f_5 &= (F_{A5} - H_1 - H_3) - (F_{a5} - H_1 - H_3) \\ &= 16.945 - 16.895 = 50 \text{ ciclos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{por 632: } f_6 &= (F_{A6} - H_1 - H_3) - (F_{a6} - H_1 - H_3) \\ &= 17.270 - 17.220 = 50 \text{ ciclos} \end{aligned}$$

Los fasometros 602 a 608, alimentados respectivamente por las corrientes  $f_1$  y  $f_2$ ,  $f_6$  y  $f_1$ ,  $f_6$  y  $f_4$ ,  $f_4$  y  $f_3$ ,  $f_6$  y  $f_5$  (de conformidad con las relaciones 29 dadas mas arriba) dan los valores respectivos de las fases totales de los grupos  $G_{A1}$  e  $G_{A5}$ :

$$\phi_{A1} = 3.900 (D_a - D_A)$$

$$\phi_{A2} = 390 (D_a - D_A)$$

$$\phi_{A3} = 39 (D_a - D_A)$$

$$\phi_{A4} = 3,9 (D_a - D_A)$$



1 91875

$$\phi_{A5} = 0,39 (D_a - D_A)$$

expresándose las fases en grados y designando  $D_A$  y  $D_a$  las distancias expresadas en kilometros que separan el movil respectivamente de la antena A y de la antena a.

Si suponemos que cada uno de los fasómetros lleva una aguja que gira delante de una graduacion regular de 0 a 9, dichas agujas se presentaran de la misma manera que las de un contador dando la primera las unidades, la segunda las decenas y así sucesivamente, de un numero que basta multiplicar por el coeficiente  $\frac{V}{10 F_{01}} = 9,23$  m. para obtener el valor de la diferencia  $D_a - D_A$  expresada en metros.

La fig. 58 da el esquema del agrupamiento emisor A tomado como ejemplo. En dicha figura :

A designa la antena de la estacion A, cuyo emisor 650 esta constituido por seis generadores ordinarios 651 a 656, que producen respectivamente seis corrientes de frecuencias  $F_{A1}$  a  $F_{A6}$ , y por un amplificador 657 que dan a dichas corrientes la potencia necesaria (100 vatios por corriente) para alimentar la antena con objeto de realizar alcances de algunos cientos de kilometros;

a designa la antena de la estacion a, cuyo emisor 660 esta constituido por cinco generadores sincronizados 661 a 665 y un generador ordinario 66 produciendo respectivamente seis corrientes de frecuencias  $F_{a1}$  a  $F_{a6}$ , y por un amplificador 667 dando a dichas corrientes la potencia necesaria (100



1 91 875

vattios por corriente) para alimentar la antena con objeto de realizar alcances de algunos cientos de kilometros.

$R_A$  designa una antena receptora establecida en un punto de posicion fija y conocida cuya distancia a la antena  $a$  es del orden de algunas decenas de kilometros y que alimenta un operador de frecuencias 670 de idéntica construccion a la del operador de frecuencias 601 de la fig. 57.

Dicho operador de frecuencias 670 esta reglado en el grupo emisor A cuya regulacion controla; suministra las seis corrientes de frecuencias  $f_1$  a  $f_6$  precisadas. Dichas corrientes son transmitidas a la estacion  $a$  por medio de unos enlaces eléctricos o radieléctricos 669; las corrientes de frecuencias  $f_1$  a  $f_5$  atraviesan respectivamente cinco transformadores de fases 671 a 675. Los generadores sincronizados 661 a 665 reciben respectivamente las corrientes de frecuencias  $f_1$  y  $f_6$ ,  $f_2$  y  $f_1$ ,  $f_3$  y  $f_4$ ,  $f_4$  y  $f_6$ ,  $f_5$  y  $f_6$ . Dichas corrientes accionan la regulacion de dichos generadores sincronizados, con el fin de anular todos sus desplazamientos de fases relativos a la entrada de la estacion  $a$ , lo que mediante un reglaje conveniente de los transformadores de fases 671 a 675 tiene por consecuencia que las fases totales de los grupos de corrientes  $G_{A1}$  a  $G_{A5}$  sean nulas a la salida de las estaciones emisoras.

La fig. 59 representa una carta de la Mancha a la de 1/5.000.000.



1 91875

A a H y a a h designan los emplazamientos de las estaciones emisoras A a H y a a h.

R<sub>A</sub> a R<sub>H</sub> designan los emplazamientos de las estaciones receptoras que accionan las regulacion respectivamente de las e estaciones a a h.

R designa el emplazamiento del receptor con que esta equipado el movil.

Para simplificar la descripcion de la instalacion, se ha supuesto que todas las estaciones son distintas, tal y como se representa en la fig. 59, pero claro esta que en la practica se confundiran a menudos varias estaciones en una sola, que utilizara lo mas posible medios comunes y particularmente una sola antena.

En resumen, la infraestructura de la instalacion consiste en unos grupos emisores formado cada uno de dos estaciones emisoras distantes unos cientos de kilometros, emitiendo cada una por medio de una sola antena, seis ondas mantenidas puras, cuyas frecuencias ocupan tres bandas de 20 kilociclos, centradas sobre 1.625, 1.915 y 1.950 kilociclos.

El equipo del movil consiste en un receptor que lleva una heterodina que basta graduar en cualquiera de los agrupamientos, para conocer a unos metros mas o menos el valor de la diferencia des las distancias que seperan el movil de las dos estaciones del agrupamiento. Basta modificar el reglaje del receptor para conocer el valor de otra diferencia de dis-



1 91 875

tancia, y lograr así por método de intersección la posición del móvil.

#### OBSERVACIONES

Se ha supuesto en la descripción que todas las corrientes utilizadas son corrientes senoidales. Debe señalarse que una corriente modulada periódicamente de cualquier manera puede, como es sabido, ser descompuesta en varias corrientes senoidales. Por consiguiente, el invento se pueda aplicar al caso en que una instalación utilizase corrientes senoidales resultantes de tal descomposición, quedando entendido que los productos de dicha descomposición que no se utilicen deben dentro de la medida en que sean molestos, ser eliminados bien sea a la emisión, o a la recepción.

Asimismo, se ha supuesto para facilitar la descripción, que todas las ondas utilizadas son ondas radio-eléctricas. Debe señalarse, por una parte, que una corriente eléctrica senoidal puede, por medio de radiadores apropiados, ser transformada ya sea en una onda de compresión de igual frecuencia (ultra-son por ejemplo), o en una onda luminosa modulada por la corriente y, por otra parte, que la onda de compresión así obtenida puede, por medio de un colector apropiado, ser transformada en una corriente eléctrica que tiene la misma frecuencia que la corriente que ha creado dicha onda. Se podrá pues aplicar el invento a las instalaciones que utilicen tales ondas.



1 91875

En fin se ha supuesto en la descripción que la velocidad de propagación de las ondas utilizadas es constante y conocida y que las instalaciones están destinadas a determinar una posición desconocida. Debe señalarse que si todas las estaciones emisoras y receptoras que constituyen una instalación tienen posiciones fijas y conocidas, las medidas de fases totales permiten estudiar la propagación de las ondas utilizadas.

Para facilitar la comprensión de las reivindicaciones, se utilizarán en éstas las denominaciones que se han empleado en la descripción. El sentido de dichas denominaciones se recuerda a continuación.

Grupo de corrientes: conjunto de corrientes eléctricas senoidales afectadas respectivamente con coeficientes enteros llamados "pesos".

Fase total de un grupo de corrientes: valor de la suma algebraica de los productos respectivos de las fases instantáneas de las corrientes por sus pesos en el dicho grupo.

Frecuencia total de un grupo de corrientes: valor de la suma algebraica de los productos respectivos de las frecuencias de las corrientes del grupo por sus pesos en el citado grupo.

Frecuencia característica de un emplazamiento de emisión: valor de la suma algebraica de los productos respectivos de las frecuencias de las corrientes transmitidas partiendo del citado emplazamiento por los pesos de dichas corrientes en un grupo.



1 91875

Multigenerador: conjunto de aparatos que producen corrientes formando un grupo cuya fase total tiene un valor constante y determinado.

Conjunto multigenerador: conjunto de aparatos que producen corrientes formando por lo menos un grupo cuya fase total tiene un valor constante y determinado.

Multifasometro: aparato que mide la fase la fase total de un grupo de frecuencias total sensiblemente nula.

Conjunto multifasometro: aparato que mide la fase total de por lo menos un grupo de frecuencias total sensiblemente nula.

Detector de desplazamiento de fases: aparato que hace corresponder con el desplazamiento de fases relativo de dos corrientes, otro elemento fisico tal como una posicion, una velocidad, un momento, un voltaje, una intensidad.

Operacion elemental de frecuencia: substraccion de dos frecuencias, adicion de dos frecuencias o multiplicacion de una frecuencia por un numero entero.

Filtro substractor: conjunto constituido por un filtro y un mezclador y que va siempre seguido de otros filtros; el primer filtro selecciona corrientes y el mezclador efectua las substracciones de frecuencias de las mismas; las corrientes resultantes son seleccionadas por los demas filtros.

Transformador de grupo: conjunto que esta constituido por una heterodina y un mezclador po lo menos, y seguido siempre de filtros; cada una de las corrientes que entra en el transformador



2 950

- 180 -

1 91875

mador de grupo es mezclada con la corriente producida por la heterodina en uno de los mezcladores, el cual efectua ya sea la adiccion o la subtraccion de las dos frecuencias; la corriente que resulta es seleccionada por los filtros que sigue.



- N O T A -

**1 9 1 8 7 5**

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar nuevamente que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle, en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que dicho invento corresponde a una patente presentada en Francia con fecha 22 de Febrero de 1949 bajo el n° 568.112 acogiéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita patente de invención, por veinte años en España: "Procedimiento de señales y sus aplicaciones", caracterizándose por lo siguiente :

1.- Un procedimiento para efectuar medidas en los desplazamientos de fases sufridos al menos por un grupo de dos corrientes por el hecho de su transmisión, que se caracteriza porque consiste en producir cierto número de corrientes eléctricas senoidales formando por lo menos un grupo de más de dos corrientes, teniendo cada grupo su fase total igual a un valor constante y determinado, lo que origina que su frecuencia total sea nula; en transmitir todas estas corrientes desde varios puntos de emisión, siendo transmitidas cada una de dichas corrientes desde un solo punto de emisión; en recibir todas estas corrientes en puntos de recepción de los que uno al



1950

191875

menos es distinto de los puntos de emisión, siendo recibida cada una de dichas corrientes en un solo punto de recepción; en constituir con las corrientes recibidas un número de grupos igual al de los grupos constituidos por las corrientes transmitidas, siendo las frecuencias y los pesos de las corrientes los mismos en un grupo recibido que en el grupo transmitido correspondiente, y en medir la fase total de cada grupo recibido.

2.- Un procedimiento según el punto 1, que se caracteriza porque se efectúa la medida de una fase total obteniendo por medio de operaciones elementales de frecuencias efectuadas partiendo de la corrientes recibidas, dos corrientes cuyas frecuencias son respectivamente idénticas a sumas algebraicas de los productos respectivos de las frecuencias de las corrientes recibidas por coeficientes enteros tales que dichas sumas algebraicas tienen valores positivos y que su diferencia es idéntica a la frecuencia total del grupo cuya fase total se desea medir, y midiendo el desplazamiento de fases relativo de las corrientes obtenidas, el cual desplazamiento de fases es, con una constante más o menos, igual a la fase total del citado grupo.

3.- Un procedimiento según el punto 1, que se caracteriza porque consiste en añadir a las corrientes del grupo cuya fase total se desea medir, por lo menos una corriente peso nulo, y en medir la fase total del nuevo grupo así constituido.



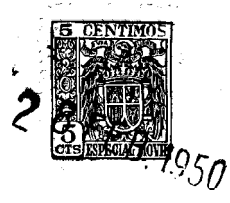
1250

191875

4.- Un procedimiento según el punto 1, que se caracteriza porque la fase total de un grupo de corrientes transmitidas es mantenida igual a un valor constante y determinado, obteniendo por medio de operaciones elementales de frecuencias efectuadas partiendo de las corrientes del citado grupo, dos corrientes cuya diferencia de frecuencias es idéntica a la frecuencia total de dicho grupo, y haciendo obrar estas dos corrientes sobre la frecuencia y la fase de por lo menos una corriente de peso nulo del citado grupo.

5.- Un procedimiento según la reivindicación 1, que se caracteriza porque las corrientes son transmitidas en la forma de un mismo número de ondas emitidas desde varios emplazamientos de emisión, constanding cada una de las ondas de una sola corriente y siendo ésta transmitida desde un solo emplazamiento; las frecuencias de las ondas son todas ellas distintas las unas de las otras y dichas ondas son recibidas en un emplazamiento de recepción donde se transforma en un mismo número de corrientes que tienen respectivamente las mismas frecuencias que las corrientes transmitidas.

6.- Un procedimiento según el punto 5, que se caracteriza porque dichos emplazamientos de emisión excepto uno de ellos, se encuentran en los vértices de un polígono regular y tienen frecuencias características sensiblemente iguales y del mismo signo, encontrándose el último emplazamiento en el centro del citado polígono de suerte que la fase total medida



**1 91875**

en el emplazamiento de recepción solo depende aproximadamente de la distancia que separa dicho emplazamiento del centro del polígono.

7.- Un procedimiento según el punto 5, que se caracteriza porque se transmite un mismo número de corrientes desde cada emplazamiento de emisión en forma de ondas mantenidas puras, estando clasificadas dichas corrientes respectivamente en un mismo número de categorías, de modo que cada categoría comprende una corriente transmitida desde cada emplazamiento de emisión, siendo la frecuencia de una corriente sensiblemente igual a una suma algebraica de dos términos siendo el primero una frecuencia que es la misma por todas las corrientes de una misma categoría y el segundo una frecuencia que es la misma para todas las corrientes transmitidas desde un mismo emplazamiento de emisión, tomándose esta última frecuencia con un signo que es el mismo para todas las corrientes de una misma categoría y que se le llama signo característico de la categoría; las citadas corrientes forman grupos que están constituidos cada uno por las corrientes transmitidas desde varios emplazamientos y pertenecientes a dos categorías, siendo los pesos de las dos corrientes transmitidas desde un mismo emplazamiento iguales uno al otro en valor absoluto y de signos contrarios cuando los dos signos característicos que corresponden respectivamente a las dos categorías son los mismos e inversamente.



191875

8.- Un procedimiento según el punto 7, que se caracteriza porque por cada emplazamiento de emisión los pesos de las corrientes transmitidas tienen todos ellos el mismo valor absoluto por un conjunto de varios grupos y las frecuencias características que corresponden respectivamente a dichos grupos tienen todas ellas el mismo signo, de lo que resulta que en un mismo emplazamiento de recepción las fases totales de los citados grupos están dentro de ciertas relaciones que son independientes de dicho emplazamiento de recepción.

9.- Un procedimiento según el punto 8, que se caracteriza porque las mencionadas frecuencias características forman una progresión sensiblemente geométrica.

10.- Un procedimiento para efectuar medidas en los desplazamientos de fases sufridos al menos por un grupo de más de dos corrientes por el hecho de su transmisión, que se caracteriza porque se utiliza en combinación un conjunto multigenerador para producir corrientes que forman por lo menos un grupo de más de dos corrientes, teniendo cada grupo su fase total a un valor constante y determinado; medios para transmitir las corrientes desde varios puntos de emisión; medios para recibir las corrientes en puntos de recepción, siendo transmitida cada una de las corrientes desde un solo punto de emisión y recibida en un solo punto de recepción; y un conjunto multifasómetro para medir la fase total de los grupos constituidos por las corrientes recibidas, afectadas respecti-



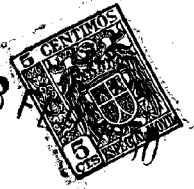
191875

vamente con los mismos pesos que en los grupos transmitidos.

11.- Un procedimiento según el punto 10, que se caracteriza porque un multifasómetro comprende en combinación un operador de frecuencias que consta de medios para obtener por medio de operaciones elementales de frecuencias efectuadas partiendo de las corrientes recibidas, dos corrientes cuyas frecuencias son idénticas a sumas algebraicas de los productos respectivos de las frecuencias de dichas corrientes recibidas por coeficientes enteros tales que dichas sumas algebraicas tienen valores positivos y que su diferencia es idéntica a la frecuencia total del grupo cuya fase total se quiere medir; y un detector de desplazamiento de fases alimentado por las dos corrientes suministradas por el operador de frecuencias para hacer que corresponda su desplazamiento de fases relativo con un elemento físico.

12.- Un procedimiento según el punto 11, que se caracteriza porque el detector de desplazamiento de fases en un fasómetro que hacer corresponder el desplazamiento de fases relativo de las dos corrientes que recibe, con un elemento físico que es una posición.

13.- Un procedimiento según el punto 11, que se caracteriza porque el detector de desplazamiento de fases en un servo-motor cuyo árbol de salida tiene una velocidad que es función del desplazamiento de fases relativo de las dos corrientes/<sup>que</sup>alimentan el citado servo-motor; dicho árbol de salida



191875

acciona un transformador de fases incluso en el operador de frecuencias e interpuesto en un circuito recorrido por una corriente de peso no nulo, es decir tal que una modificación eventual del desplazamiento de fases creado por dicho transformado de fases ocasiona una modificación del desplazamiento de fases relativo de las dos corrientes dadas por el operador de frecuencias, de suerte que el desplazamiento de fases creado por el mencionado transformador de fases tiende a tomar un valor que da una medida indirecta de la citada fase total.

14.- Un procedimiento según el punto 11, que se caracteriza porque las operaciones elementales de frecuencias efectuadas por el operador de frecuencias son con exclusión de cualesquiera otras operaciones, adiciones y substracciones de frecuencias, siendo efectuadas dichas operaciones por unos mezcladores y seleccionadas las corrientes resultantes por unos filtros amplificadores.

15.- Un procedimiento según el punto 11, que se caracteriza porque el operador de frecuencias está constituido por cierto número de escalones sucesivos que comprenden esencialmente filtros y mezcladores, y por una antena final que comprende dos filtros, yendo dispuestos los filtros y los mezcladores de tal forma que las corrientes seleccionadas por los filtros de un escalón forman un grupo cuya frecuencia total tiene idénticamente el mismo valor cualquiera que sea el escalón considerado.



1950

**1 91875**

16.- Un procedimiento según el punto 15, que se caracteriza porque al menos un escalón está constituido por filtros substractores, comprendiendo cada filtro substractor un filtro que selecciona varias corrientes y un mezclador que está alimentado por dichas corrientes mezclando sus frecuencias; dichos filtros substractores están instalados de manera que sus filtros reciban las corrientes que entran en el escalón considerado y que sus mezcladores produzcan las corrientes que salen del citado escalón; los filtros del escalón siguiente seleccionan entre las corrientes producidas por cada uno de los mezcladores del escalón considerado, un número de corrientes resultantes únicamente de un número igual de substracciones de frecuencias efectuadas respectivamente entre un número igual de corrientes seleccionadas por el filtro anterior el mezclador considerado y otra corriente seleccionada igualmente por dicho filtro.

17.- Un procedimiento según el punto 16, que se caracteriza porque los escalones sucesivos del operador de frecuencias están constituidos por filtros substractores de los cuales cada uno selecciona dos corrientes y produce una corriente de frecuencia igual a la diferencia de las frecuencias de ambas corrientes, comprendiendo el último de estos escalones dos filtros substractores que alimentan respectivamente los dos filtros del escalón final, y cada escalón precedente comprende un número de filtros substractores igual al doble del número



1050

**191875**

de filtros substractores del escalón que le sigue.

18.- Un procedimiento según el punto 15, que se caracteriza porque al menos un escalón está constituido por cierto número de transformadores de grupo seguidos de varios filtros substractores, llevando cada transformador de grupo una heterodina asociada por lo menos con un mezclador que mezcla la corriente de la heterodina por lo menos con una corriente que entra en el escalón considerado, y seleccionando cada filtro substractor una corriente procedente de cada transformador de grupo.

19.- Un procedimiento según el punto 18, que se caracteriza porque el detector de desplazamiento de fases incluso en el multifasómetro es un servo-motor cuyo árbol de salida tiene una velocidad que es función del desplazamiento de fases relativo de las dos corrientes que alimentan el mencionado servo-motor, accionando el citado árbol de salida un transformador de fases incluso en un transformador de grupo que consta por lo menos de dos mezcladores, yendo interpuesto el citado transformador de fases en un circuito que lleva la corriente producida por la heterodina del transformador a uno de los mencionados mezcladores, de modo que una modificación eventual del desplazamiento de fases creado por dicho transformador de fases ocasiona una modificación del desplazamiento de fases relativo de las dos corrientes que alimentan el servo-motor y que el desplazamiento de fases creado por el



191875

- citado transformador de fases tiende a tener un valor que da una medida indirecta de la fase total medida por el multifasómetro.

20.- Un procedimiento según el punto 10, que se caracteriza por el hecho de que un multigenerador consta de cierto número de generadores para producir un grupo de corrientes; un dispositivo de graduación de frecuencias maniobrable por medio de un árbol de mando va incorporado a uno de los citados generadores, y un transformador de fases maniobrable por medio de un árbol de mando va interpuesto en el circuito de salida de uno de los citados generadores; un operador de frecuencia para obtener partiendo de dichas corrientes dos corrientes cuya diferencia de frecuencias es idéntica a la frecuencia total del citado grupo; un servo-motor alimentado por las dos corrientes precitadas y tal que la velocidad de su árbol de salida es función del desplazamiento de fases de estas dos corrientes, yendo enlazado dicho árbol de salida por medio de transmisiones mecánicas con los dos árboles de mando precitados.

21.- Un procedimiento según el punto 20, que se caracteriza porque el citado transformador de fases es tal que el ángulo que define el desplazamiento de fases que produce en la corriente que le atraviesa es igual al ángulo que define la posición de su árbol de mando.

22.- Un procedimiento según el punto 20, que se caracteriza porque la transmisión mecánica que enlaza el árbol de



50 2050

**1 91875**

salida del servo-motor con el árbol de mando del transformador de fases es directa, es decir no desmultiplicada.

23.- Un procedimiento según el punto 20, que se caracteriza porque el conjunto de las dos transmisiones mecánicas está acondicionado de modo que por una variación de 360 grados del desplazamiento de fases creado por el mencionado transformador de fases corresponda una variación de unos ciclos de la frecuencia reglados por el dispositivo de regulación de frecuencia.

24.- Un procedimiento según el punto 10, que se caracteriza porque los medios para transmitir las corrientes consisten en unos emisores que transforman dichas corrientes en un mismo número de ondas partiendo de varios emplazamientos de emisión, transmitiendo cada una de las ondas una sola corriente y siendo emitida desde un solo emplazamiento y siendo las frecuencias de las ondas distintas las unas de las otras; los medios para recibir dichas corrientes consisten en unos receptores que reciben las ondas emitidas en un emplazamiento de recepción y las transforman en un número igual de corrientes que tienen respectivamente las mismas frecuencias que las corrientes transmitidas.

25.- Un procedimiento según el punto 24, que se caracteriza porque los emplazamientos de emisión son fijos y el emplazamiento de recepción es un móvil cuya posición se quiere saber.



**1 91875**

26.- Un procedimiento según el punto 25, que se caracteriza porque los emplazamientos de emisión excepto uno de ellos se encuentran en los vértices de un polígono regular teniendo frecuencias características sensiblemente iguales y del mismo signo, encontrándose el último emplazamiento en el centro del citado polígono, de modo que la fase total medida en el emplazamiento de recepción sólo depende aproximadamente de la distancia que separa dicho emplazamiento del centro del polígono.

27.- Un procedimiento según el punto 24, que se caracteriza porque las ondas utilizadas son ondas radioeléctricas.

28.- Un procedimiento según el punto 27, que se caracteriza porque las ondas utilizadas son ondas mantenidas puras, que tienen respectivamente las mismas frecuencias que las corrientes transmitidas, y en cada grupo la suma algebraica de los pesos es nula.

29.- Un procedimiento según el punto 28, que se caracteriza porque un multigenerador comprende cuatro generadores que producen cuatro corrientes que constituyen un grupo en el/ dos de estas corrientes tienen un peso igual a  $+1$  y las otras dos un peso igual a  $-1$ , yendo repartidas las frecuencias de las cuatro corrientes en dos bandas relativamente estrechas, y medios para mantener la fase total del citado grupo igual a un valor constante y determinado; unos emisores transmiten por medio de antenas emisoras estas cuatro corrientes en forma



EP 1050

191875

de cuatro ondas radioelétricas mantenidas puras que tienen respectivamente las mismas frecuencias; un receptor recibe las cuatro ondas por medio de una antena receptora y transforma estas cuatro ondas en cuatro corrientes que tienen respectivamente las mismas frecuencias que las cuatro corrientes transmitidas; el multifasómetro del receptor consta de dos filtros substractores seleccionado cada uno dos corrientes cuyas frecuencias se hallan comprendidas en una de las bandas y produce la corriente que resulta del desviamiento de estas dos corrientes, dos filtros amplificadores de los que cada uno selecciona y amplifica la corriente de desviamiento producida por un filtro substractor y un fasómetro que está alimentado por las corrientes producidas por los dos filtros amplificadores y que da la medida de la fase total del grupo recibido.

30.- Un procedimiento según el punto 28, que se caracteriza porque un multigenerador comprende cuatro generadores que producen cuatro corrientes que constituyen un grupo en el que dos de estas corrientes tienen un peso igual a  $+1$  y las otras dos un peso igual a  $-1$ , y medios para mantener la fase total del citado grupo igual a un valor constante y determinado; unos emisores transmiten por medio de antenas emisoras estas cuatro corrientes en forma de cuatro ondas radioelétricas mantenidas puras que tienen respectivamente las mismas frecuencias; un receptor recibe las cuatro ondas por medio de una



1 91875

antena receptora y transforma estas cuatro ondas en cuatro corrientes que tienen respectivamente las mismas frecuencias que las cuatro corrientes transmitidas; el multifasómetro consta de dos transformadores de grupo estando constituido cada uno de ellos por una heterodina y dos mezcladores, dos filtros substractores que seleccionan cada uno de ellos una corriente procedente de cada transformador de grupo y produce una corriente resultante del desviamiento de las dos corrientes que selecciona, dos filtros amplificadores que seleccionan y amplifican cada uno la corriente de desviamiento producida por un filtro substractor y un servo-motor alimentado por los filtros amplificadores y de tal modo que la velocidad de su árbol de salida es función del desplazamiento de fases relativo de dichas dos corrientes, accionando el servo-motor un transformador de fases interpuesto en un circuito que conduce la corriente que va de la heterodina a un mezclador.

31.- Un procedimiento según el punto 28, que se caracteriza porque un multigenerador comprende cinco generadores que producen cinco corrientes que constituyen un grupo en el que cuatro de dichas corrientes tienen pesos iguales a 1 en valor absoluto y la quinta tiene un peso igual a la suma algebraica cambiada de signo de los pesos de las cuatro primeras corrientes, y medios para mantener la fase total del citado grupo igual a un valor constante y determinado; unos emisores transmiten por medio de antenas emisoras estas cinco corrientes



191875

en forma de cinco ondas radioeléctricas mantenidas puzas que tienen respectivamente las mismas frecuencias; un receptor recibe las cinco ondas por medio de una antena receptora, y transforma estas cinco ondas en cinco corrientes que tienen respectivamente las mismas frecuencias que las cinco corrientes transmitidas; el multifasómetro del receptor comprende tres filtros substractores, dos filtros amplificadores y un fasómetro; el primer filtro substractor selecciona las cinco corrientes recibidas y produce por substracciones de frecuencias efectuadas con relación a la corriente correspondiente a la quinta corriente transmitida, cuatro nuevas corrientes que son seleccionadas de dos en dos por los otros dos filtros substractores; las dos corrientes de desviamiento producidas por dichos dos filtros substractores son seleccionadas y amplificadas por los filtros amplificadores y dirigidas al fasómetro que mide su desplazamiento de fases relativo y da así el valor de la fase total del grupo recibido.

32.- Un procedimiento según el punto 28, que se caracteriza porque el conjunto multigenerador comprende unos generadores que producen corrientes transmitidas por unos emisores situados en varios emplazamientos de emisión, siendo clasificadas dichas corrientes en cierto número de categorías, de modo que cada categoría comprende una corriente transmitida desde cada uno de los emplazamientos de emisión; la frecuencia de una de las corrientes así transmitidas es sensiblemente



191875

igual a una suma algebraica de dos términos siendo el primero una frecuencia que es la misma para todas las corrientes de una misma categoría, y el segundo igual a una frecuencia que es la misma para todas las corrientes transmitidas desde un mismo emplazamiento de emisión, tomando esta última frecuencia con un signo que es el mismo para todas las corrientes de una misma categoría y que se llama signo característico de la categoría; las citadas corrientes forman grupos que están constituidos cada uno por las cuatro corrientes transmitidas por varios emplazamientos y pertenecientes a dos categorías, siendo los pesos de las dos corrientes transmitidas por un mismo emplazamiento iguales uno al otro en valor absoluto y son de signos contrarios cuando los dos signos característicos que corresponden respectivamente a las dos categorías son los mismos e inversamente; y medios para mantener las fases totales de los citados grupos respectivamente iguales a valores constantes y determinados.

33.- Un procedimiento según el punto 32, que se caracteriza porque en cada emplazamiento de emisión los pesos de las corrientes transmitidas tienen todos ellos el mismo valor absoluto por un conjunto de varios grupos, y las frecuencias características que corresponden respectivamente a dichos grupos tienen el mismo signo, lo que origina que en un mismo emplazamiento de recepción las fases totales de los mencionados grupos se hallan dentro de relaciones que son independientes



1 91875

de dicho emplazamiento de recepción.

34.- Un procedimiento según el punto 33, que se caracteriza porque el número de emplazamientos de emisión es por lo menos igual á 3, y que los grupos utilizados están formados por las corrientes transmitidas partiendo de dos emplazamientos de emisión asociados según una cualquiera de todas las combinaciones de dos en dos de los citados emplazamientos.

35.- Un procedimiento según el punto 33, que se caracteriza porque los emplazamientos de emisión están asociados por pares, siendo el número de estos pares por lo menos igual á 2, y estando formados los grupos utilizados por las corrientes transmitidas por los dos emplazamientos de emisión de cualquiera de los pares.

36.- "PROCEDIMIENTO DE SEÑALES Y SUS APLICACIONES", todo tal y conforme se describe en la presente memoria descriptiva y se representa en el adjunto dibujo,

28 FEB. 1950

Alberto de Elizaburu

For Poder

*Elizaburu*

Fig. 1

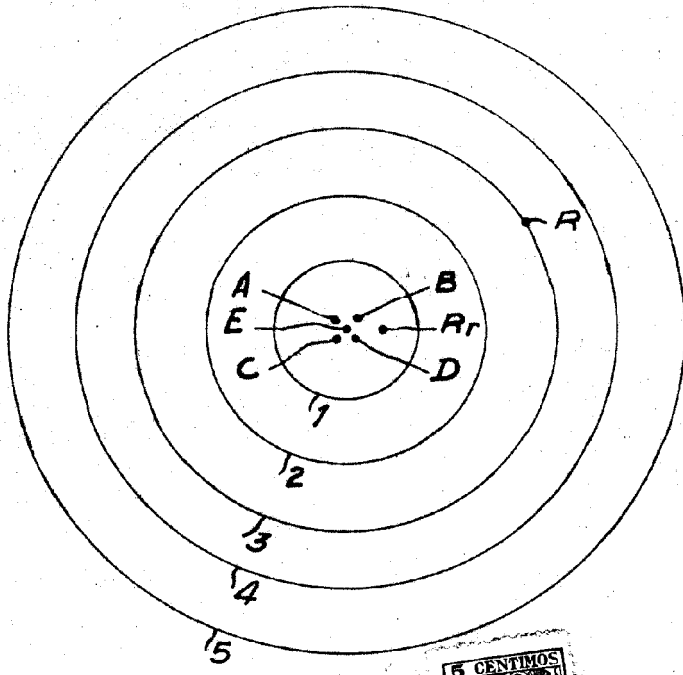


Fig. 2

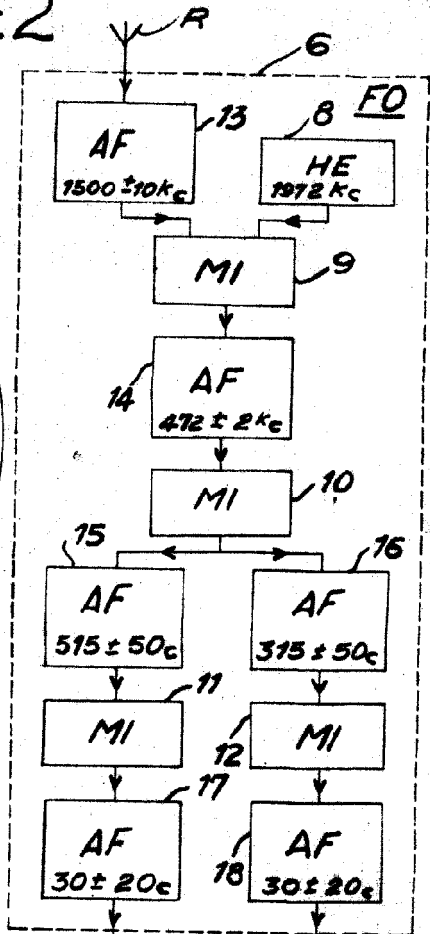
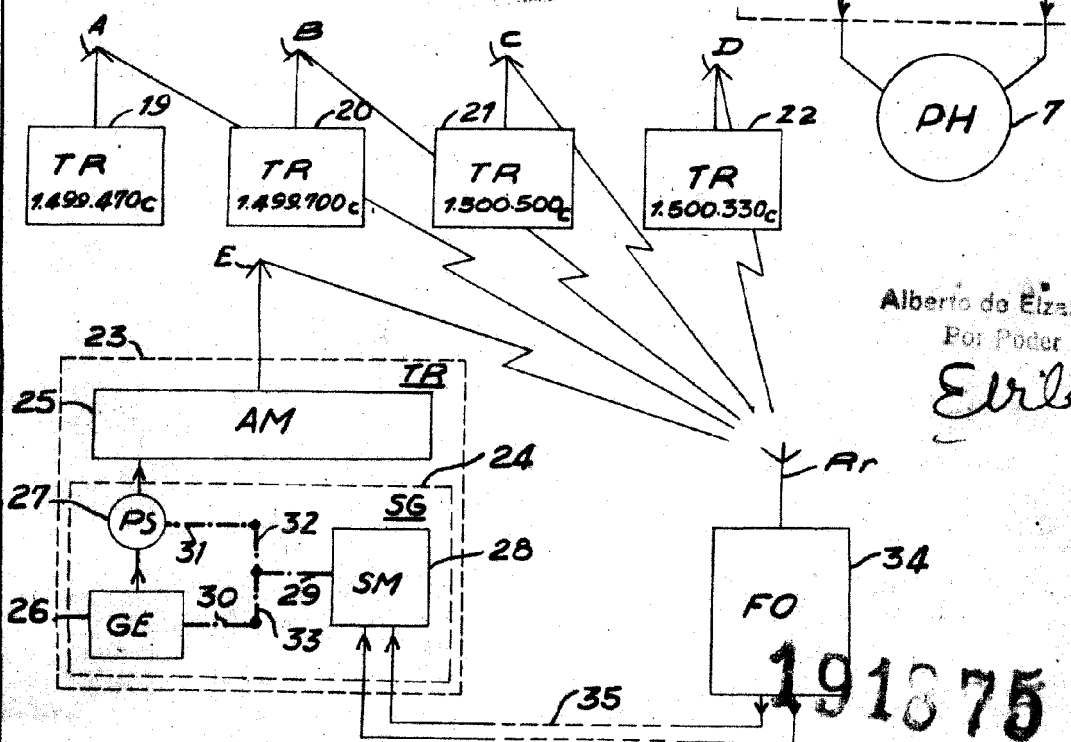


Fig. 3



Alberto de Elizaburu  
 Por Poder  
*Elvira*

191875

1 91875



1950

Fig. 4

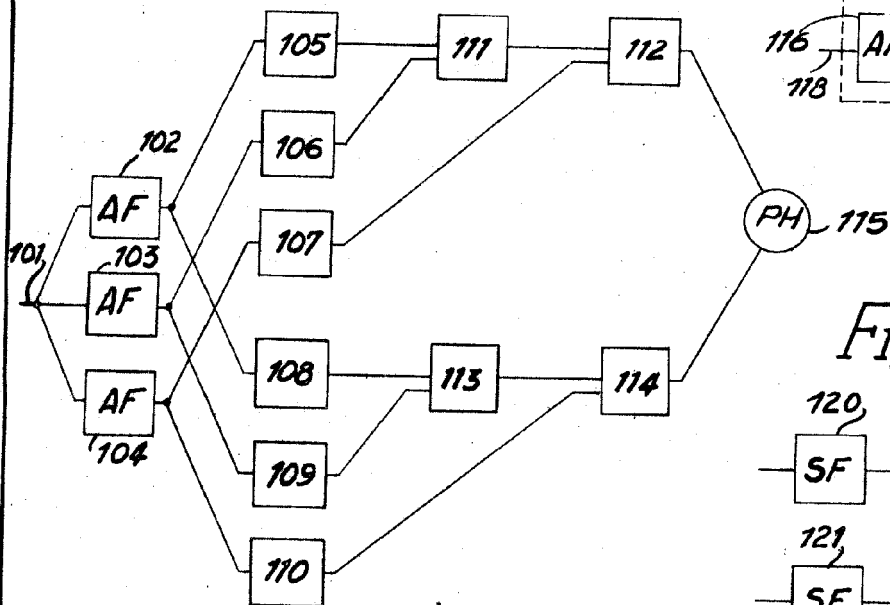


Fig. 5

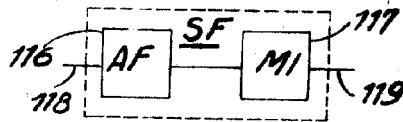


Fig. 6

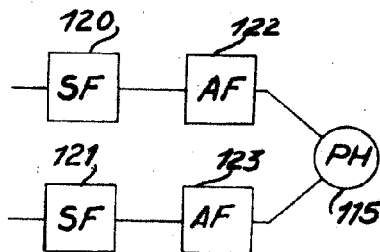


Fig. 7

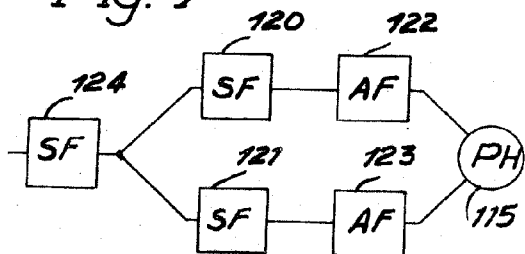


Fig. 8

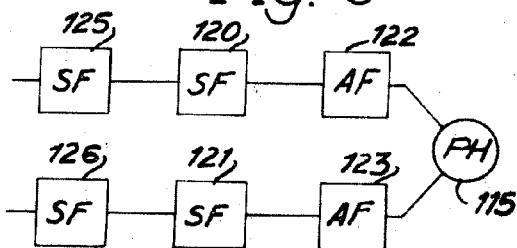


Fig. 9

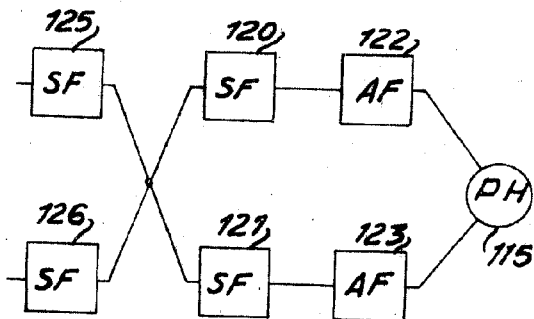
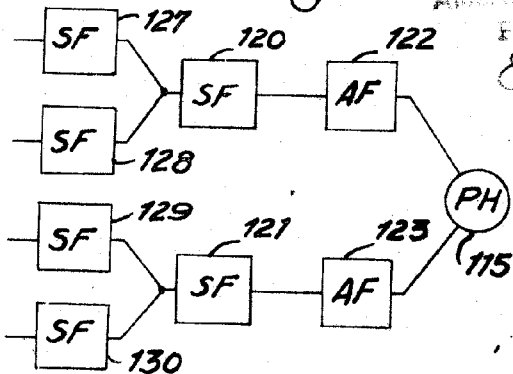


Fig. 10



P. A.  
Alfredo...  
For Pedro...  
E. de

Fig. 11 191875

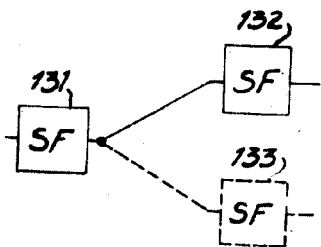


Fig. 12

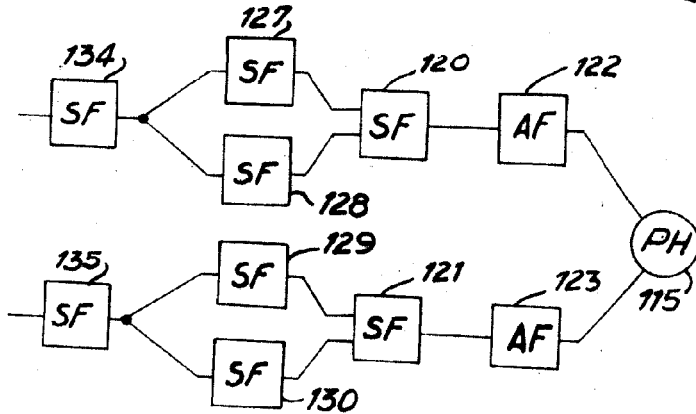


Fig. 13

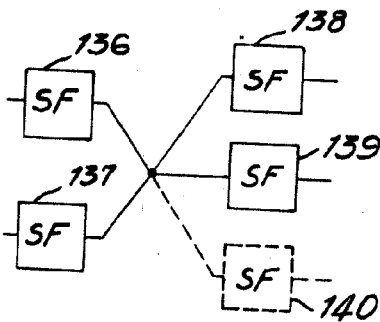


Fig. 14

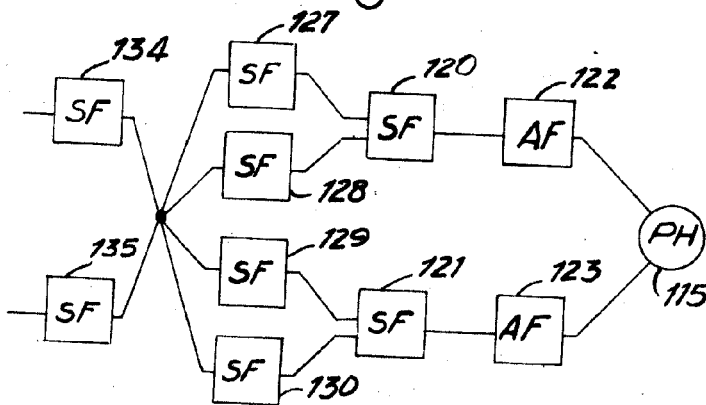


Fig. 15

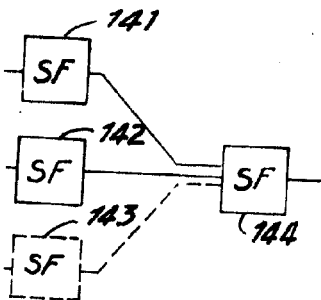
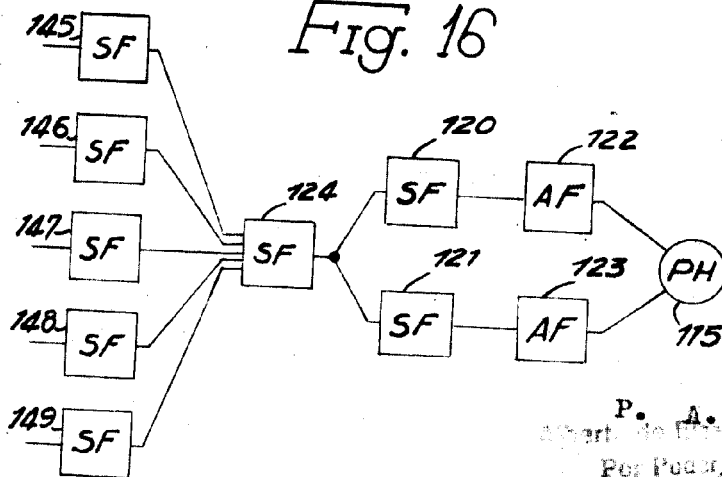


Fig. 16



P. A.  
 Albert de...  
 Por...  
 E...

1 91875

Fig. 18

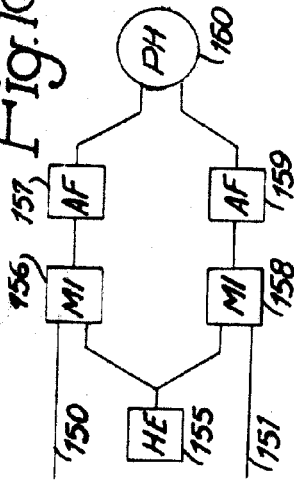


Fig. 23

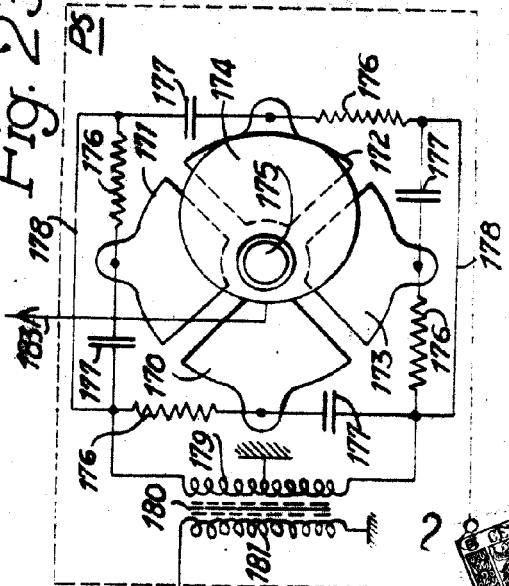


Fig. 20

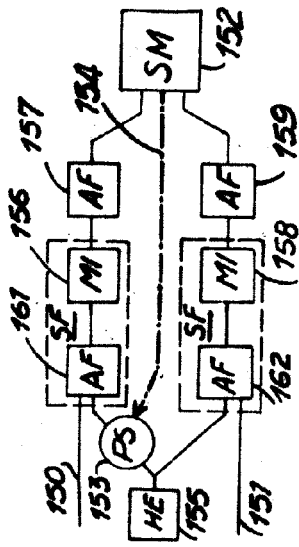


Fig. 22

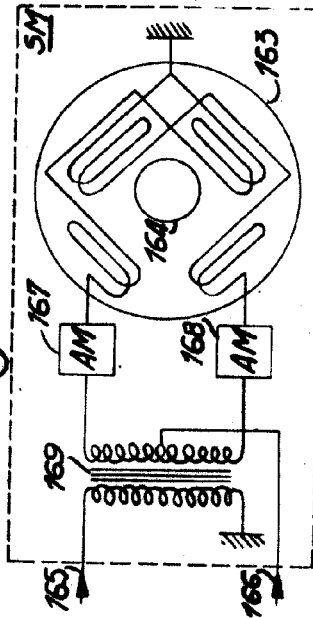


Fig. 19

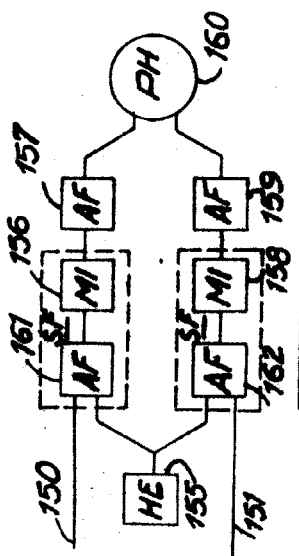


Fig. 21

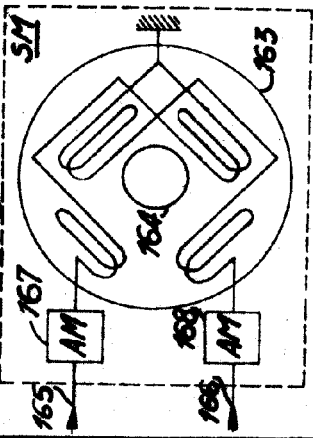
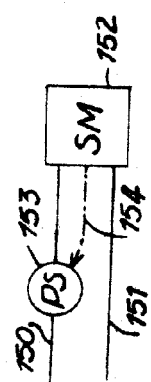


Fig. 17



P. A.  
 Alberto de  
 Por  
*[Signature]*



Fig. 24

191875

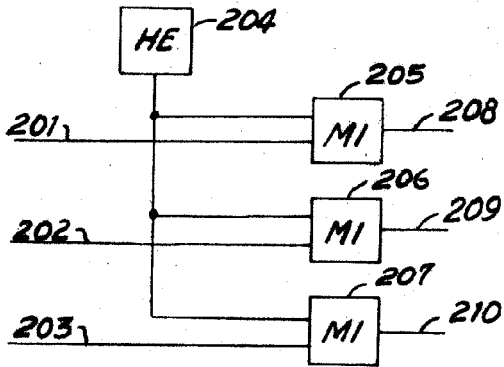


Fig. 25

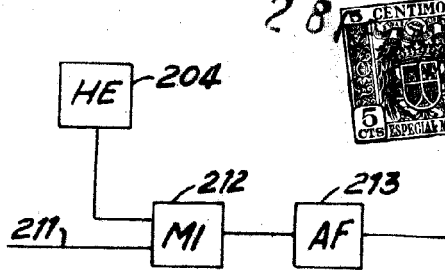


Fig. 27

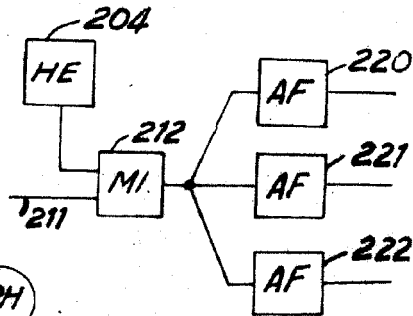


Fig. 26

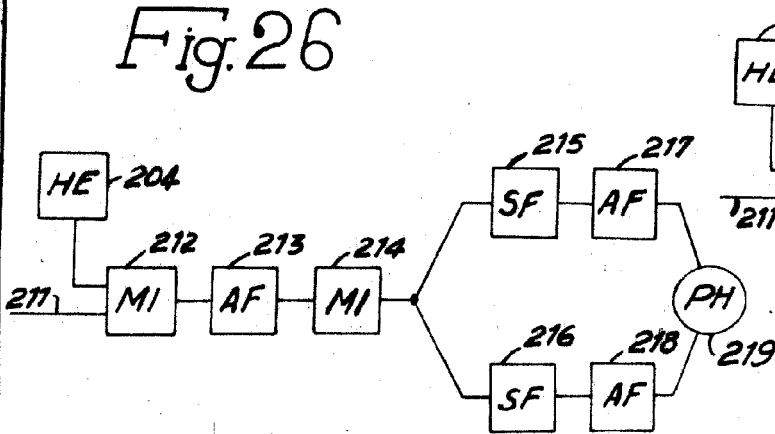


Fig. 28

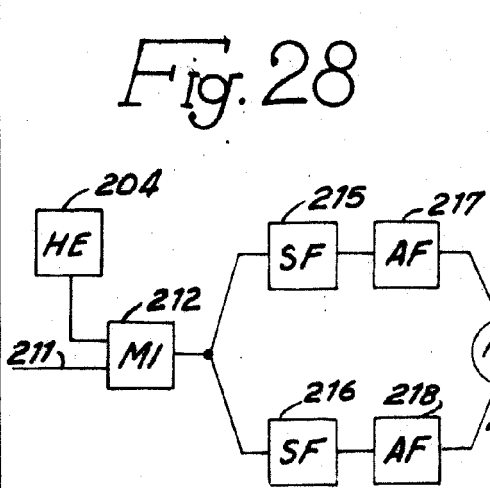
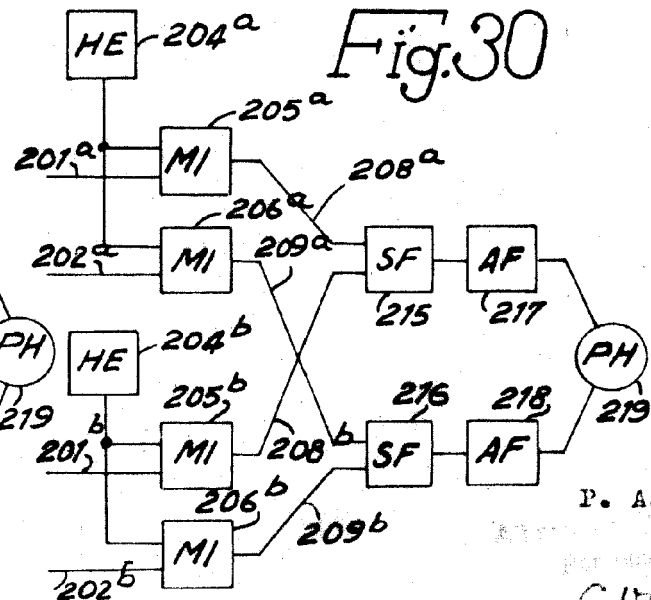


Fig. 30



P. A.

*Handwritten signature*

191875

Fig. 31

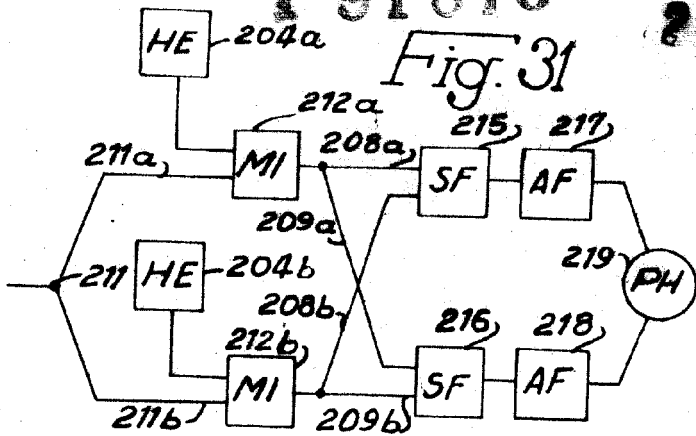
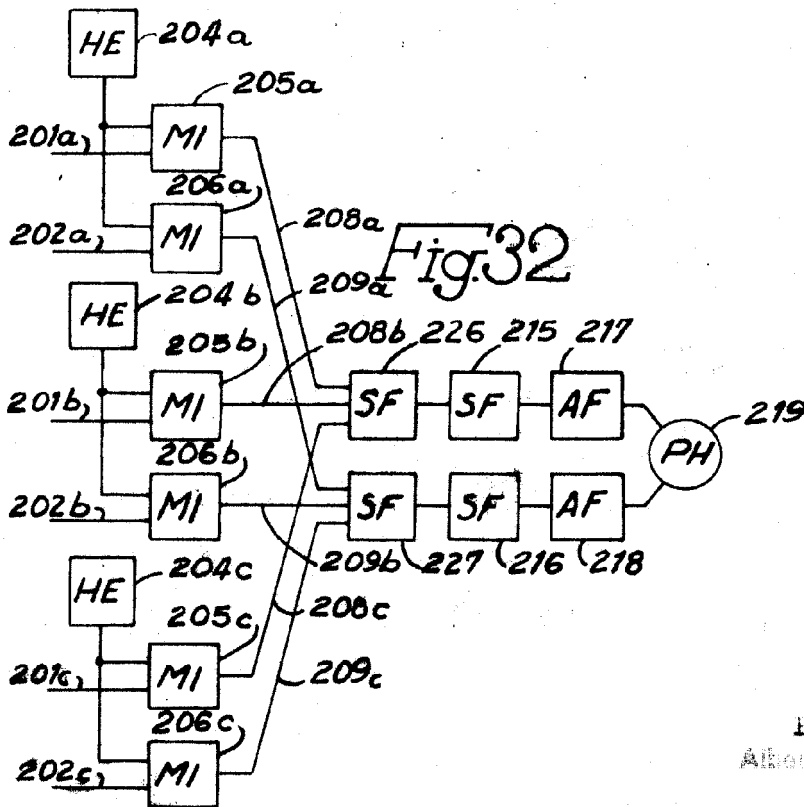


Fig. 32

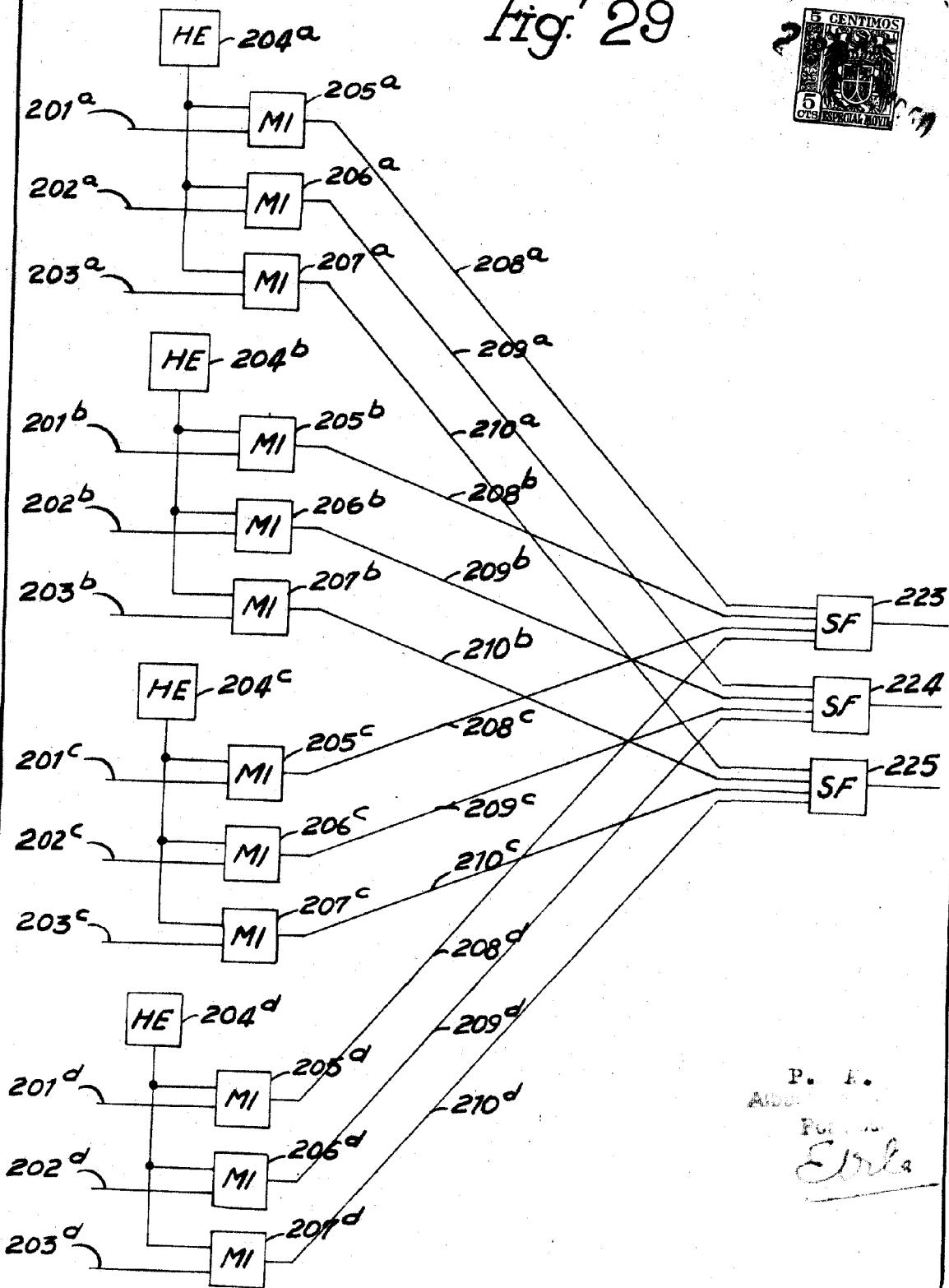


P. A. Alben

Handwritten signature

191875

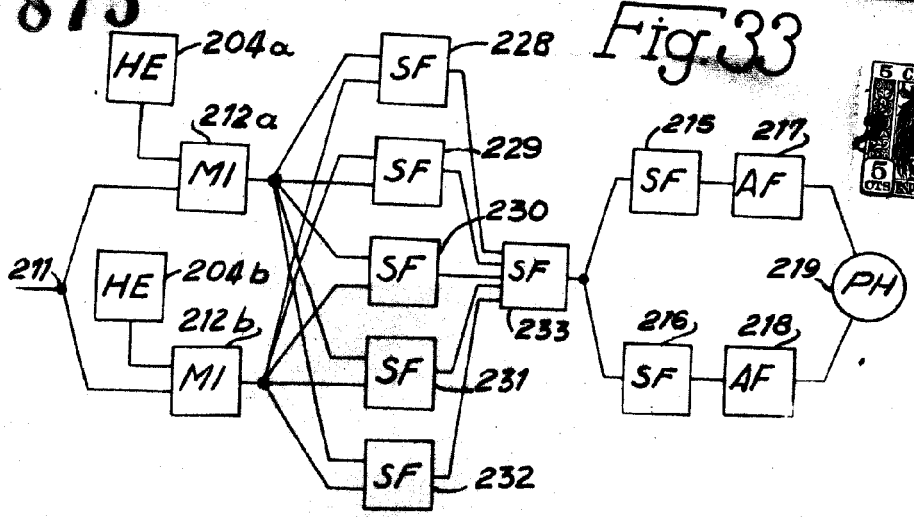
Fig. 29



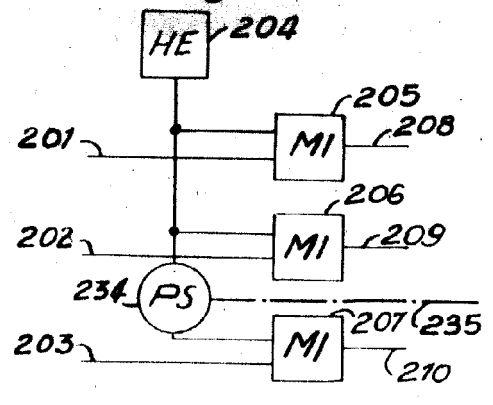
P. I.  
Aldo

For  
*Erla*

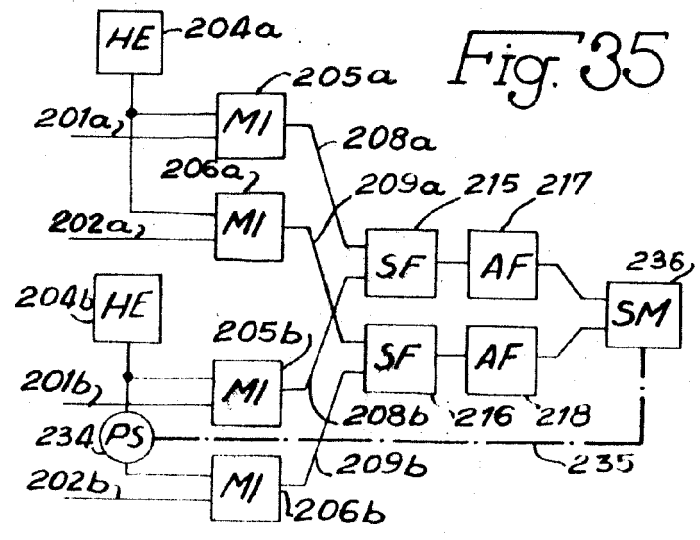
191875



**Fig. 34**



**Fig. 35**



P. A.  
Alberto  
For  
21

1 91875



Fig. 36

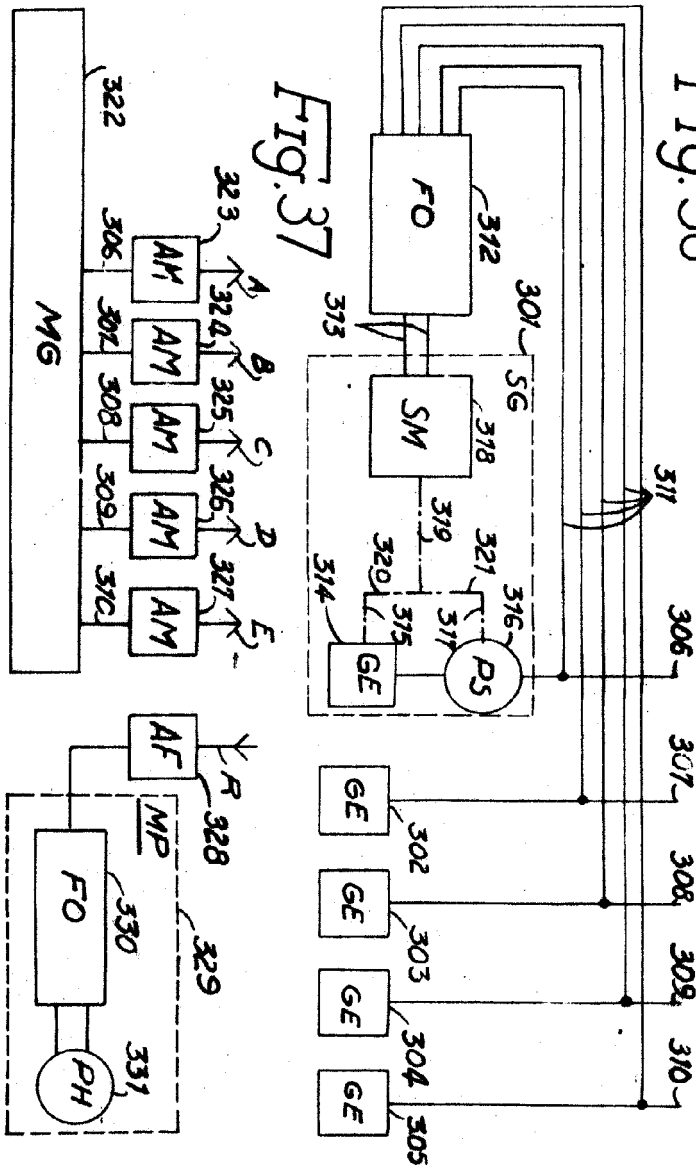
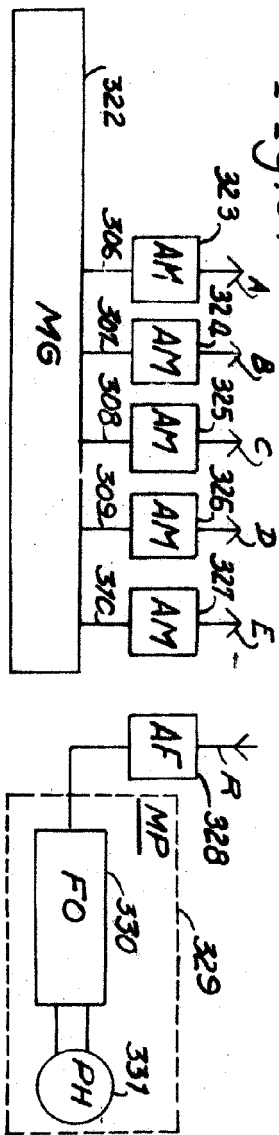


Fig. 37



P. A.

Albornoz

Polanco

*Elvira*

1 91875



Fig. 38

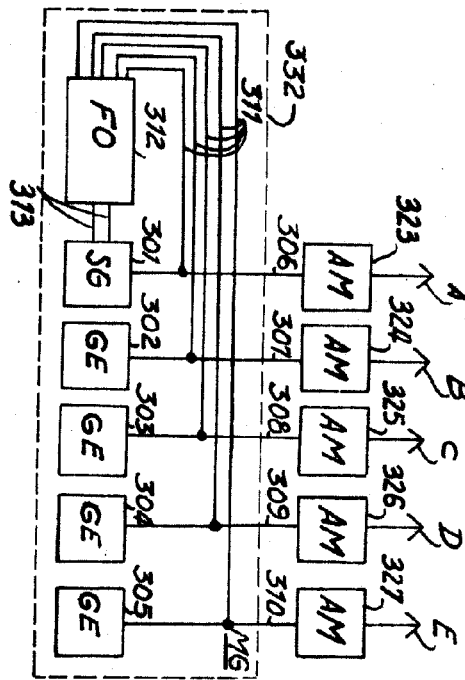
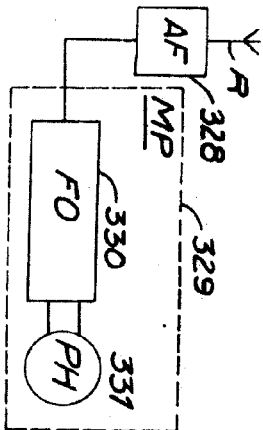
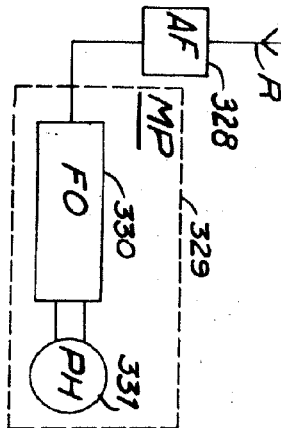
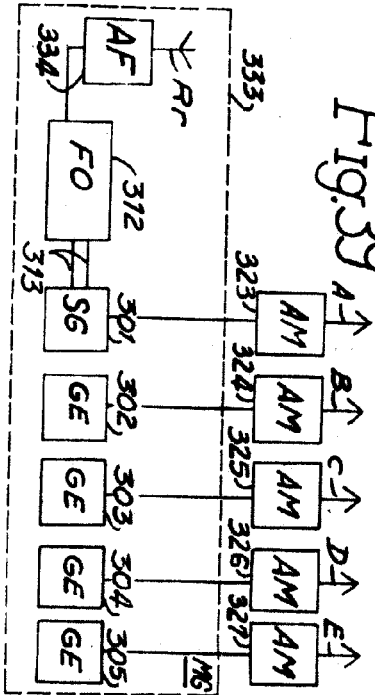


Fig. 39



P. A.  
Alberto del  
Por Poder



Fig. 40

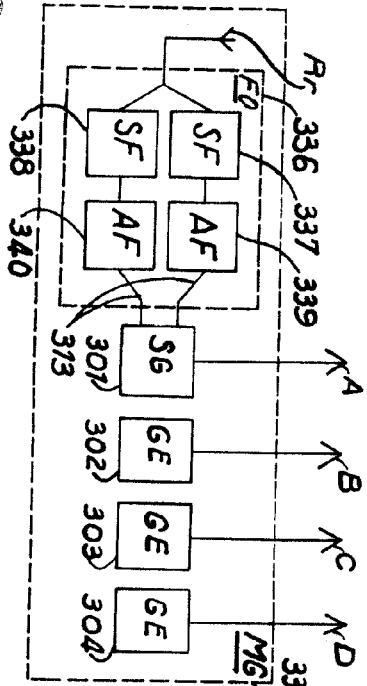


Fig. 43

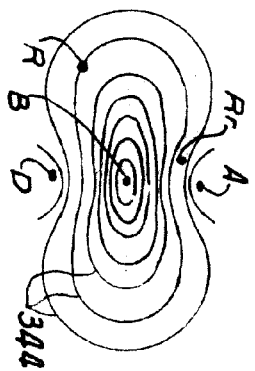


Fig. 42

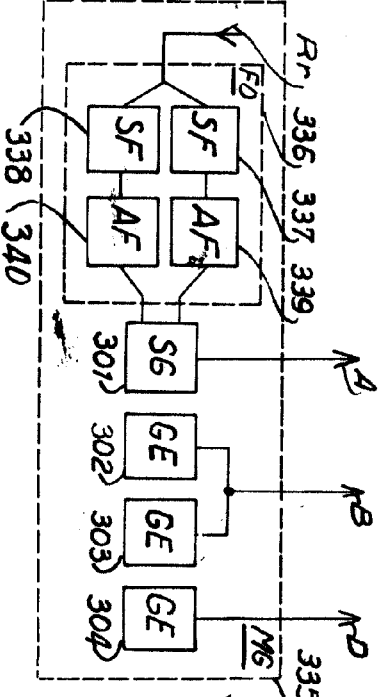
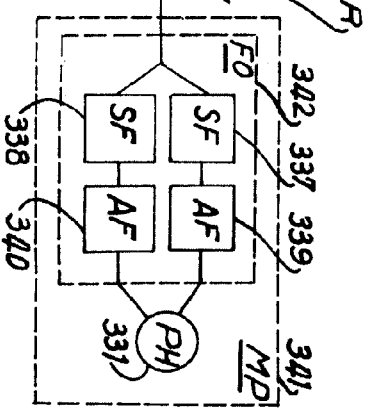
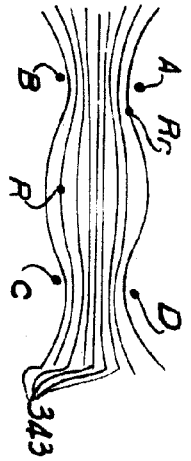


Fig. 41



91875

Fig. 47

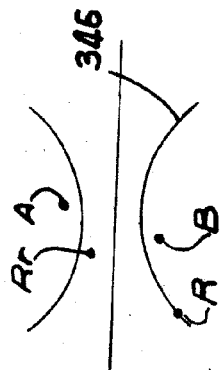


Fig. 44

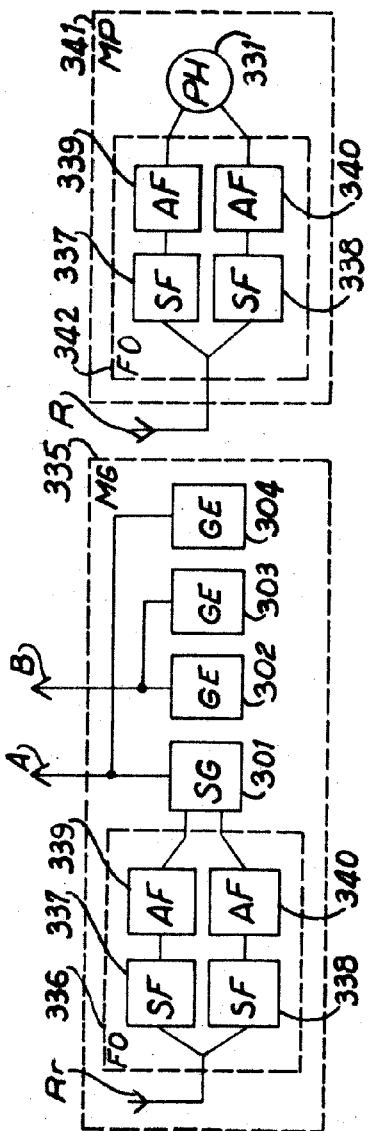


Fig. 45

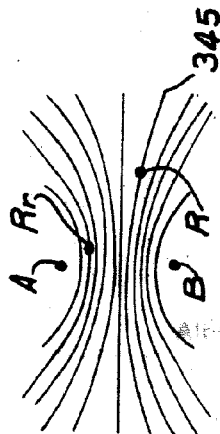
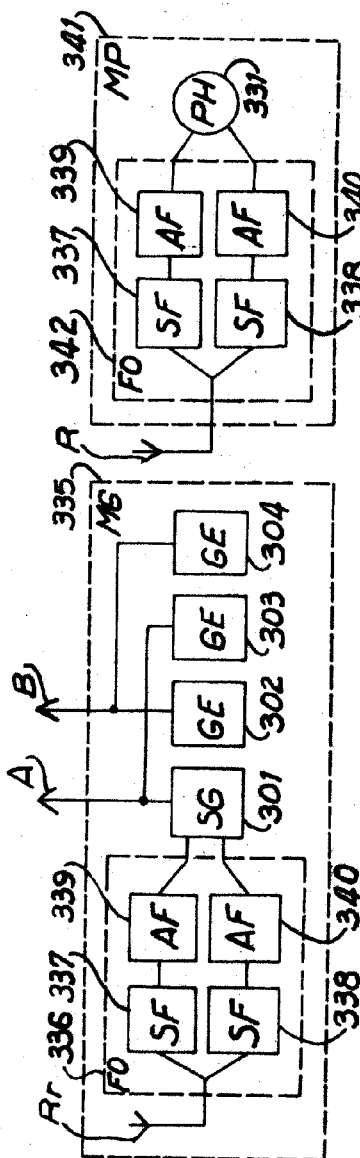


Fig. 46



P. A.

For

191875.



28

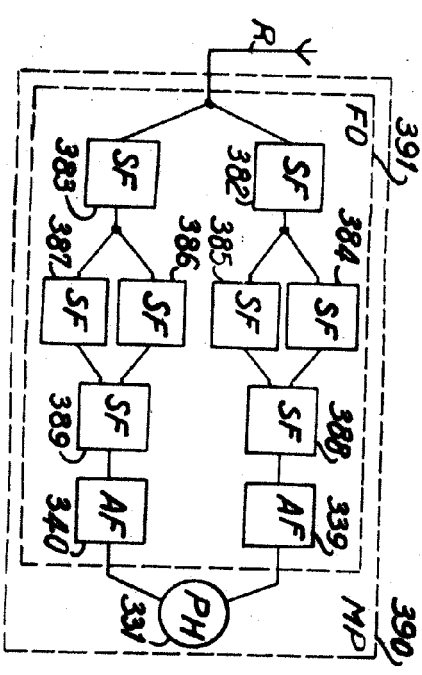


Fig. 49

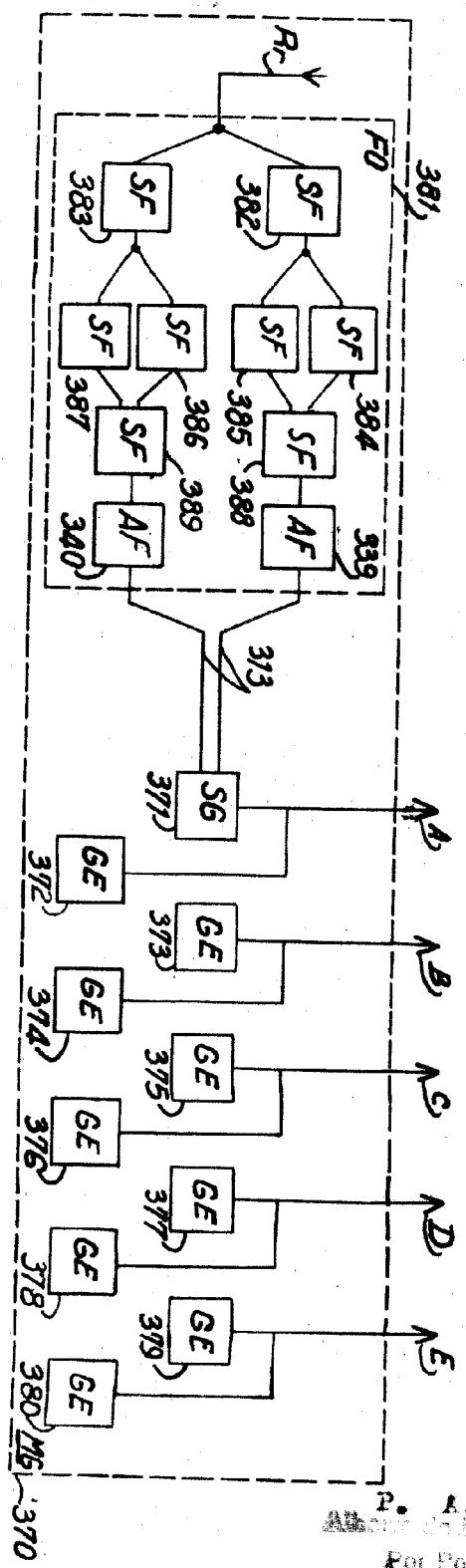
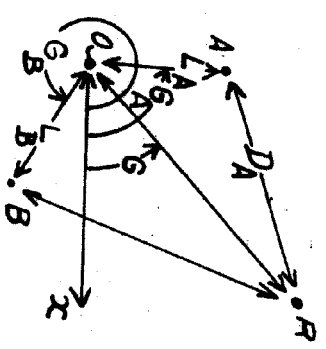


Fig. 50



P. A. For Poder

191875

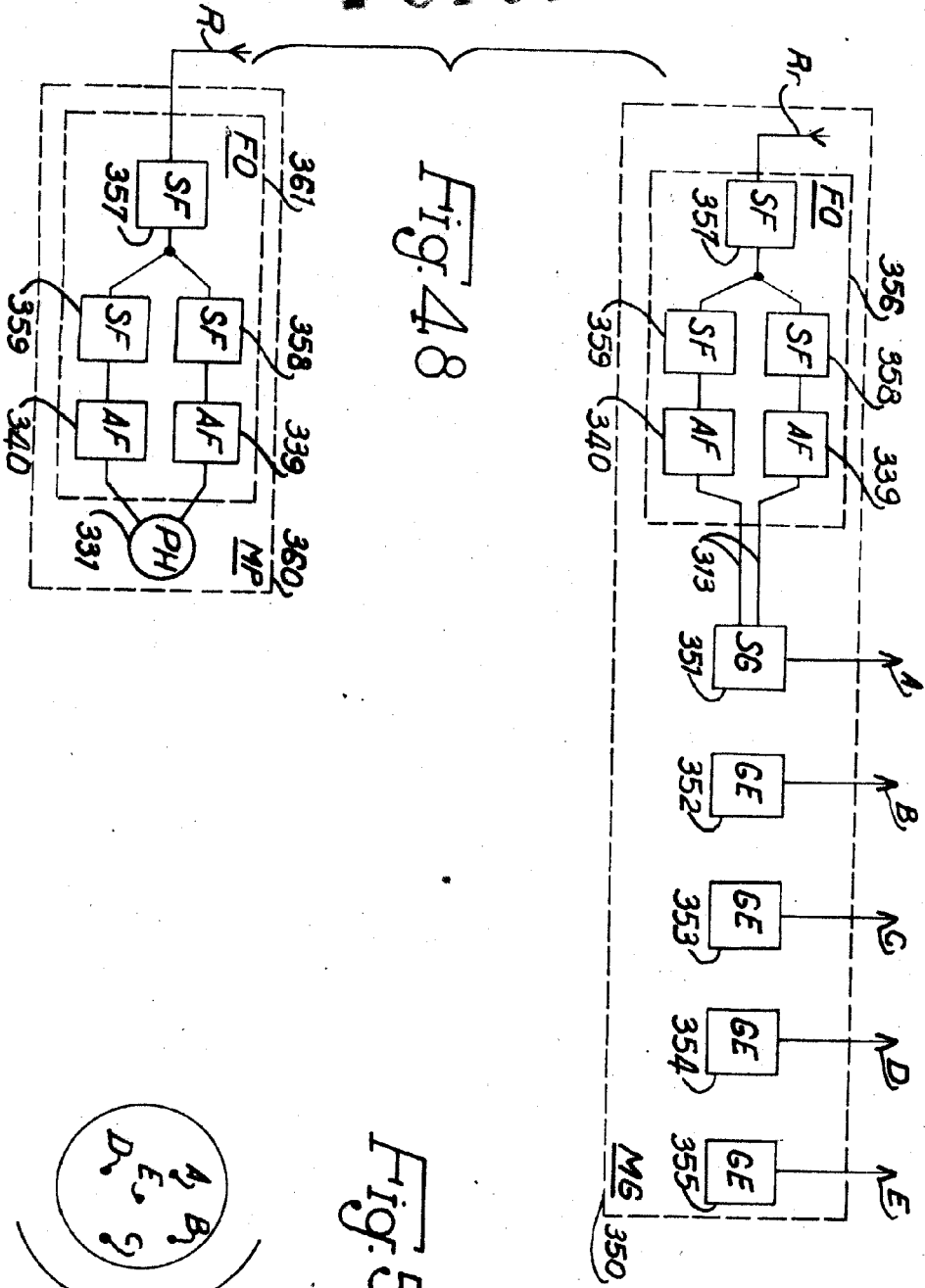
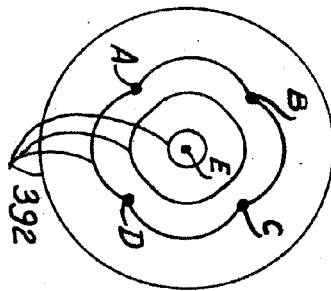


Fig. 48

Fig. 51



P. A.  
 Consejo de El  
 Por Poder

*[Handwritten signature]*

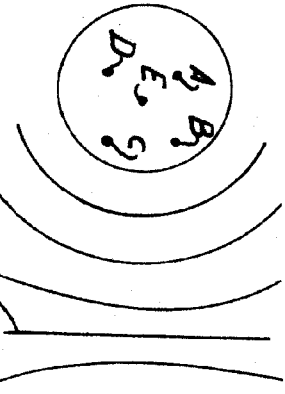


Fig. 52

392

191875

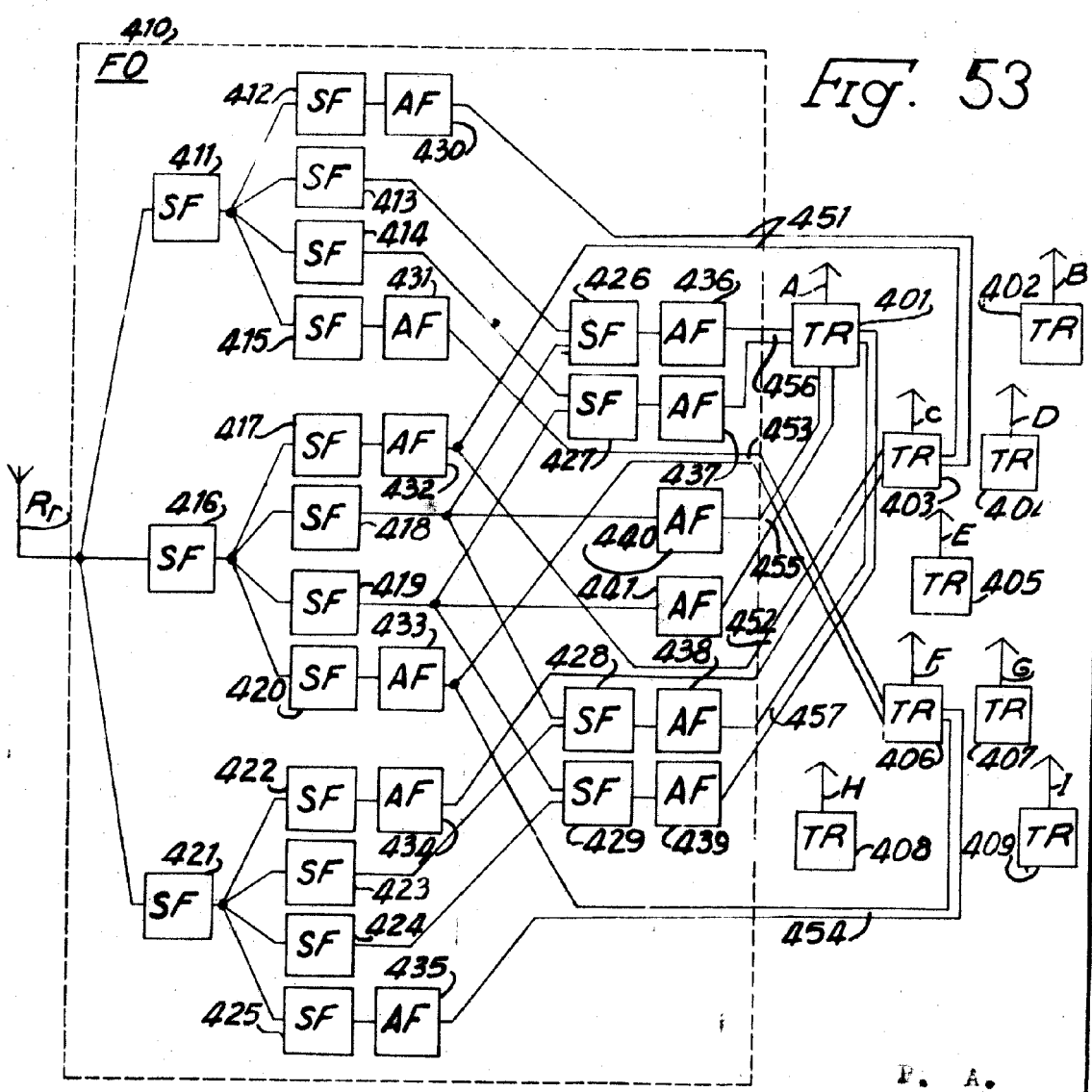


Fig. 53

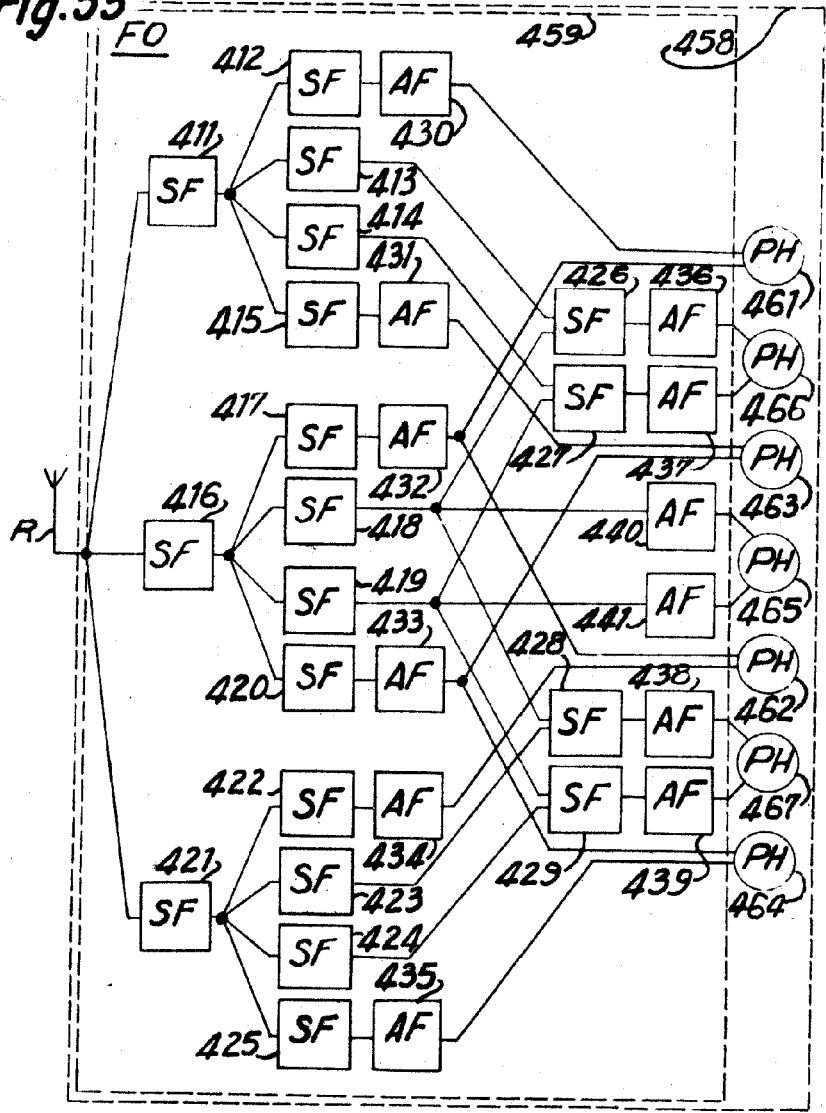
P. A.  
 Alcaide de ...  
 Por Poder ...  
*Ench*

la variable... HILZNER... AUGUST II  
HENRI HONORE.

191875



Fig. 53



P. A.  
 Alberto S. ...  
 Por Poder  
*El...*

191875



Fig. 54

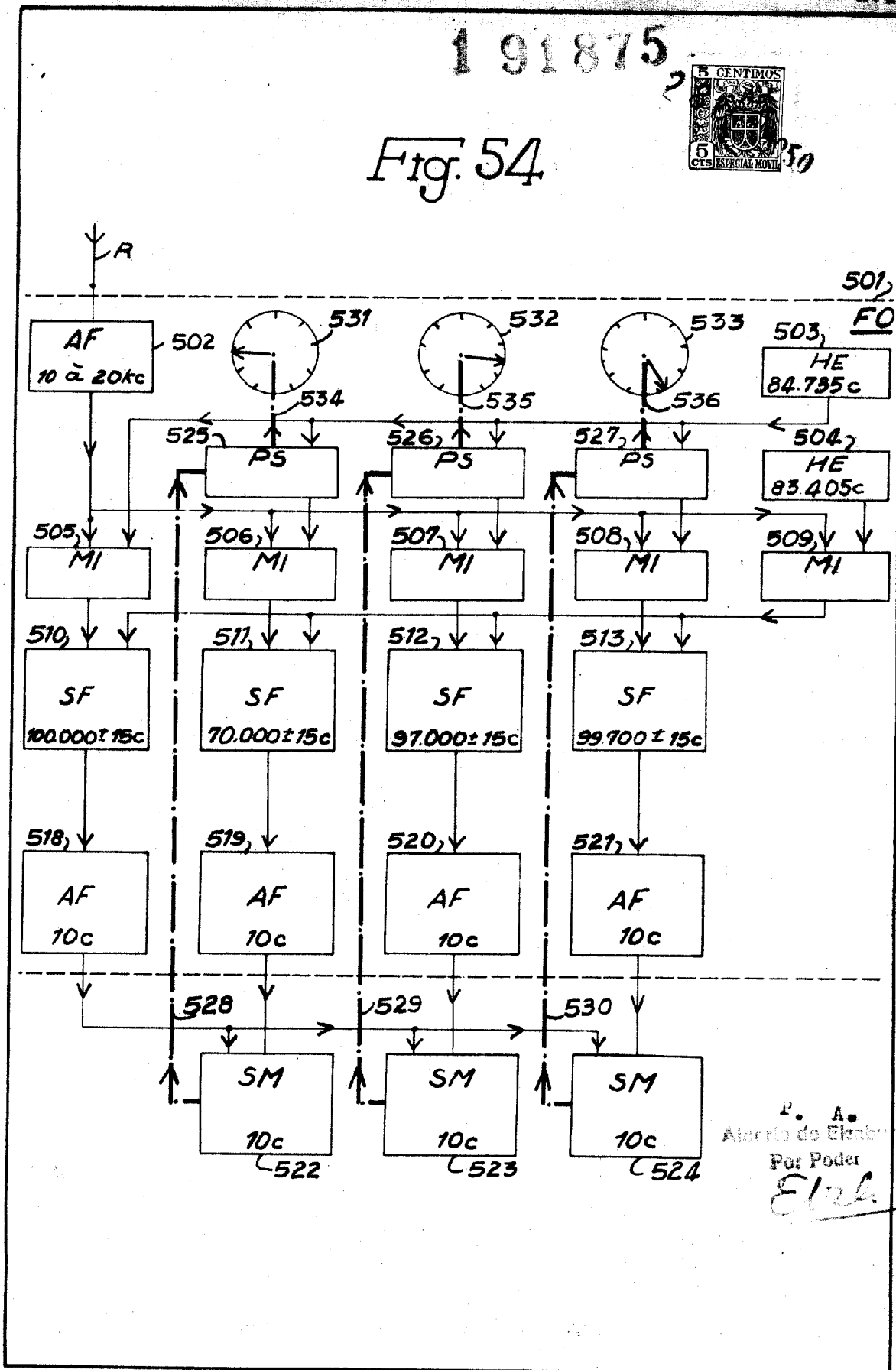


Fig. 55 91875

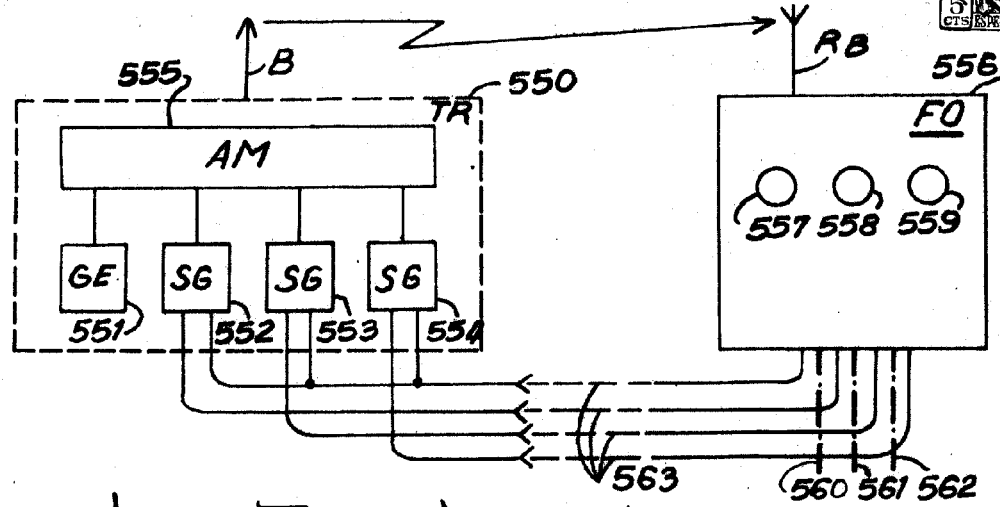
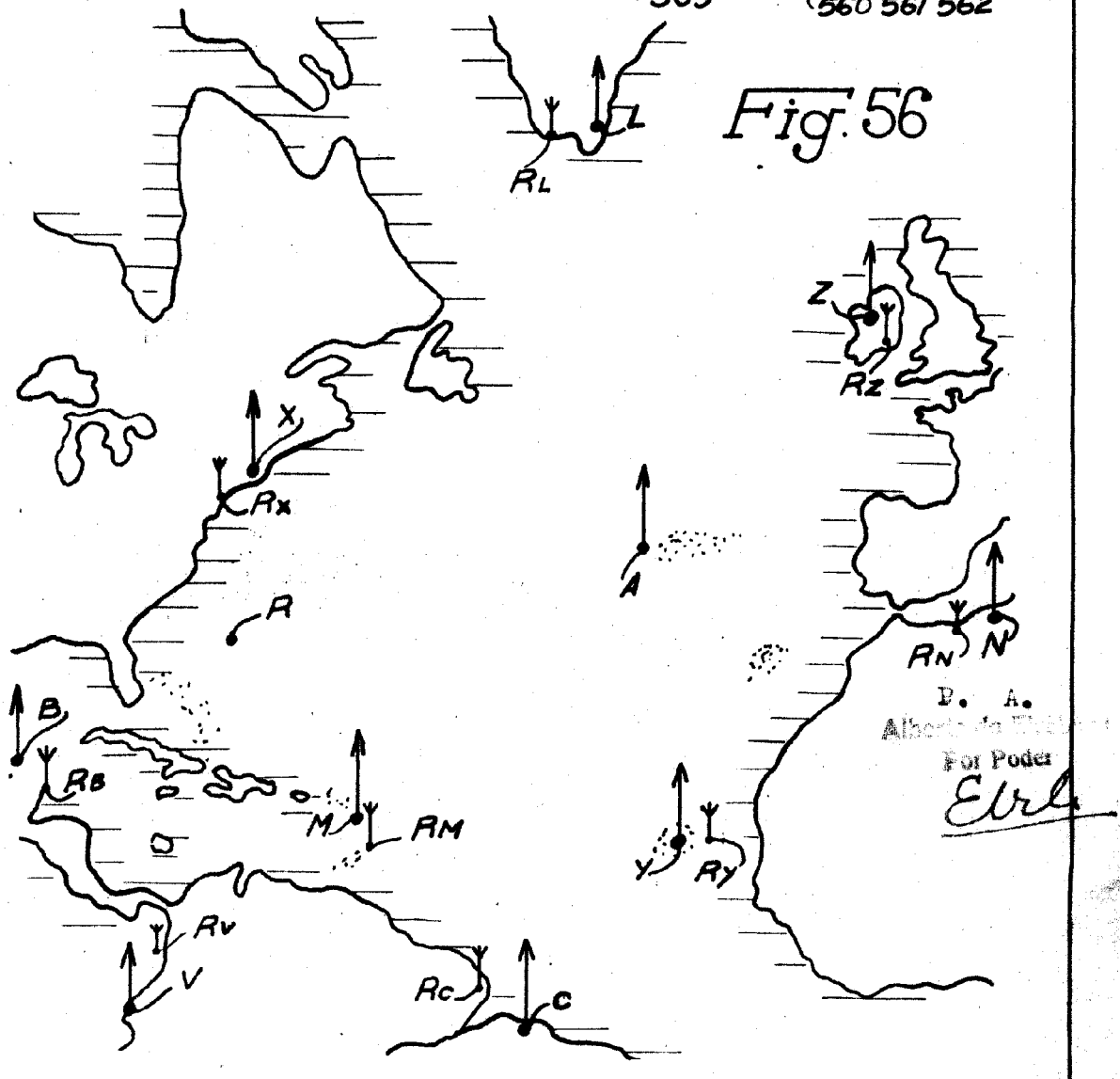
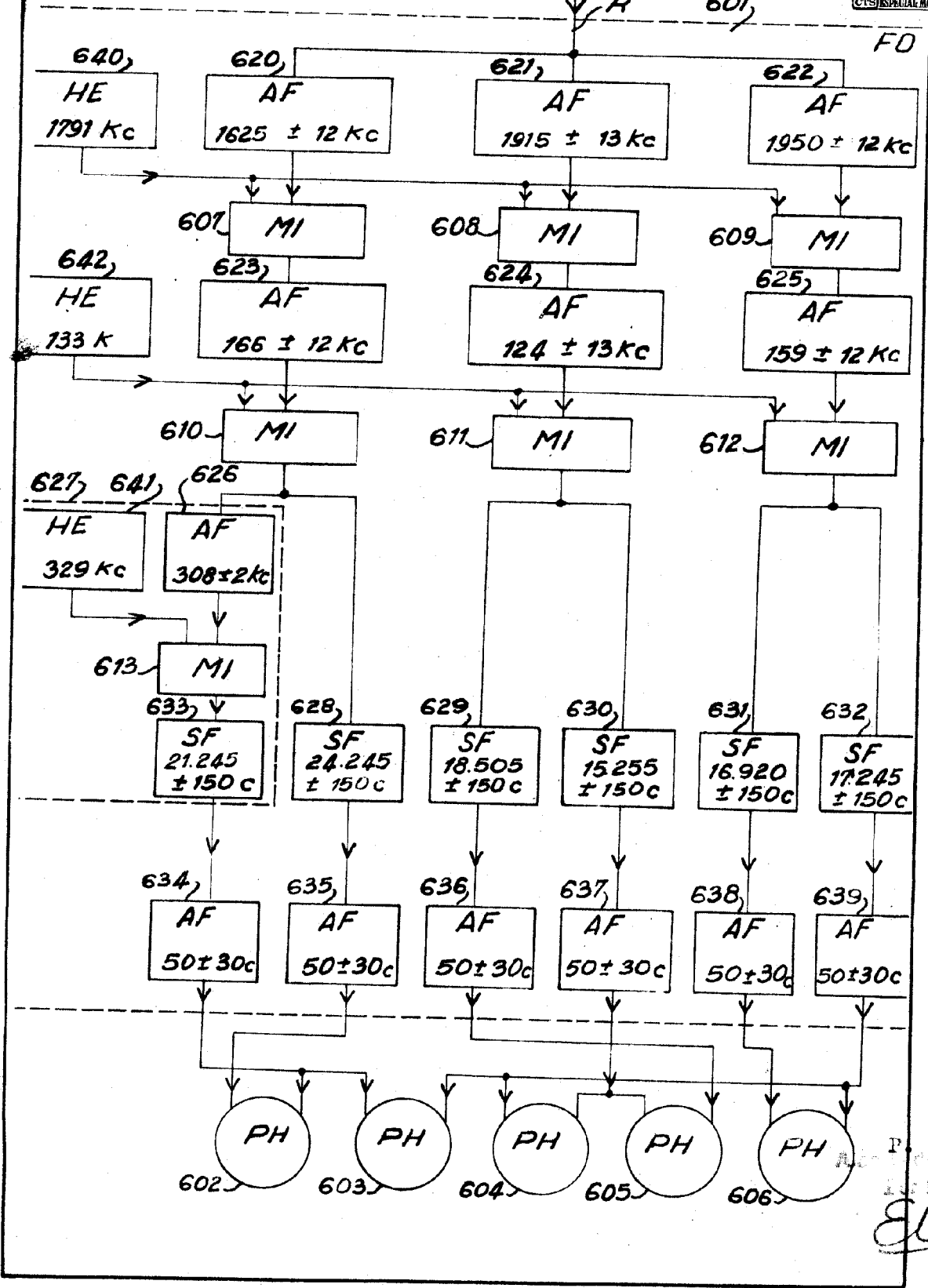


Fig. 56



**Fig. 57 191875**



Pat. de Estado  
 Poder  
*[Signature]*

191875

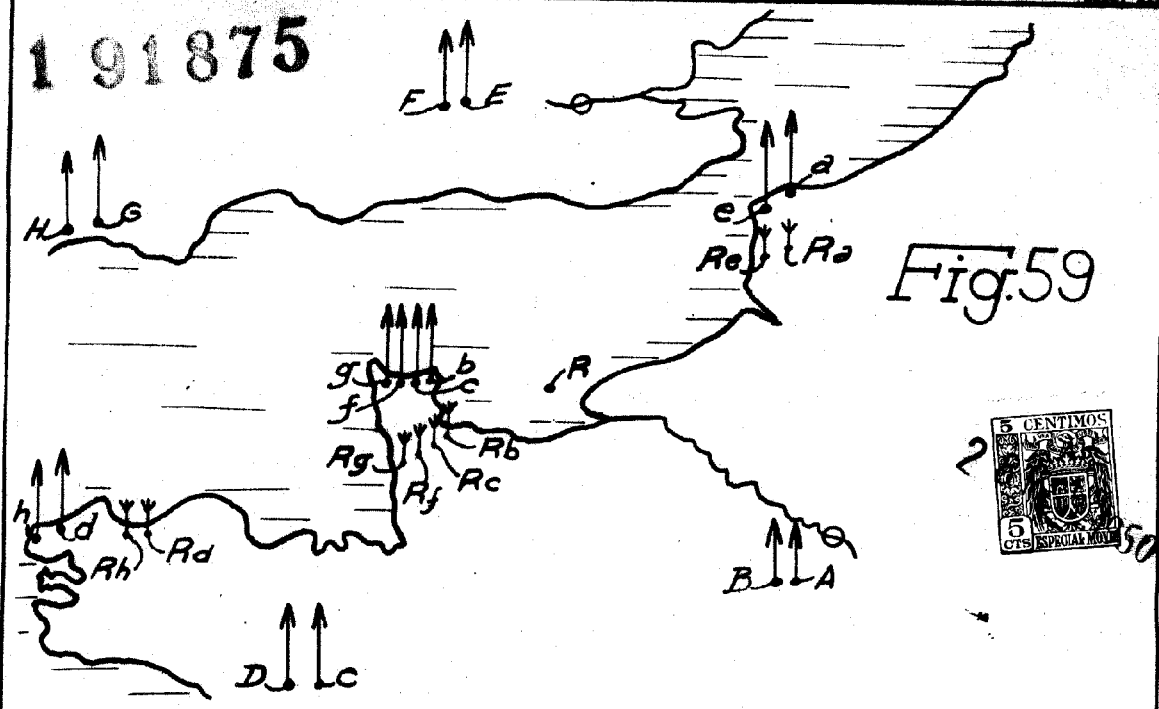


Fig. 59

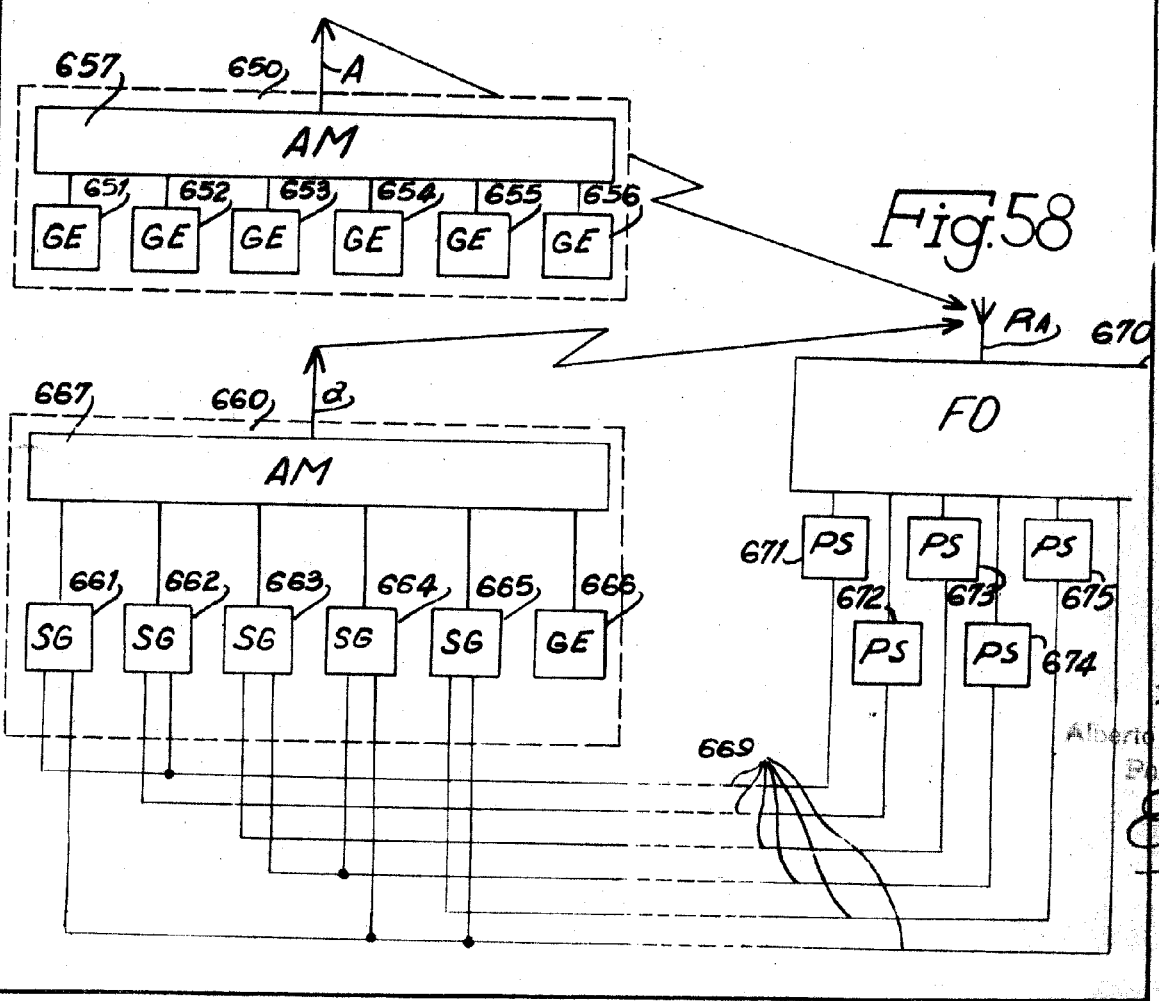


Fig. 58

P. A.  
Alberto de Elzab.  
Por Poder  
*Ebrlo*