



y mediante el empleo de tipos simplificados de aparatos terminales.

Una característica del expresado invento la constituye una unidad terminal electromecánica para la transformación de las ondas en dos sentidos; otra característica estriba en un detector modular en combinación con un filtro de ondas mecánico; y consiste una tercer característica en una unidad terminal portadora en la que se emplea el mismo aparato tanto para transmitir como recibir mensajes, y en la que no se necesitan ningunos conmutadores para cambiar de un estado á otro.



La unidad terminal portadora, del invento, es del tipo de supresión del portador de simple banda lateral. Se establece un nuevo aparato para combinar las oscilaciones del portador eléctrico y las corrientes de los mensajes, á fin de producir vibraciones mecánicas que comprendan unos componentes superior é inferior de la banda lateral, suprimiéndose el portador. Una de las bandas laterales mecánicas que así se producen se transmite selectivamente por un filtro mecánico y después se convierte en una banda de frecuencia correspondiente, de energía eléctrica, mediante un elemento motor electromecánico adecuado. Esa banda de frecuencia se transmite luego selectivamente a la línea de transmisión. Se utiliza el mismo aparato para transmitir mensajes y para recibirlos, siendo la acción del circuito, en cuanto á la detección ó recepción de los mensajes, inversa á la de la transmisión.

Claramente se comprenderán las características y ventajas particulares del invento por la

Descripción detallada que del mismo pasamos á hacer con ayuda del adjunto dibujo, que en forma esquemática ilustra una estación terminal de un sistema de transmisión portadora con la adaptación del invento.

La estación terminal portadora que ilustra el dibujo comprende una diversidad de canales portadores I, II y III, que se asocian ó combinan con la línea principal ML por medio de los respectivos filtros de banda  $BF_1$ ,  $BF_2$  y  $BF_3$ . El canal I comprende un filtro  $SF_1$  de paso bajo, una fuente de ondas portadoras  $C_1$ , un detector modulador electromecánico  $N_1$ , un filtro mecánico  $MF_1$ , un elemento motor electromecánico  $ME_1$ , y un filtro  $BF_1$  de paso de banda.

El filtro  $BF_1$  de paso bajo, que se intercala entre los elementos telefónicos transmisor y receptor (no se ilustran éstos) y el detector modulador  $M_1$ , puede ser del tipo bien conocido. Ese filtro puede tener un interceptador, por ejemplo, en la proximidad de 2500 ciclos, de suerte que dé paso á las frecuencias esenciales de la palabra y suprima las frecuencias más altas. El circuito antirresonante l del brazo en serie del filtro  $SF_1$  se puede sintonizar para dar el máximo de atenuación con la frecuencia portadora suministrada por la fuente  $C_1$ , á fin de evitar que la corriente portadora entre en el circuito telerónico.

El detector modulador electromecánico  $M_1$  consiste en una bobina fija 2 y en otra movable 3, montándose ésta de modo que gire en un eje en su plano, de un modo parecido al de la armadura de un motor. Ambas bobinas fijas 2 y movable 3 se montan de tal suerte en su relación entre sí que la interacción de



los campos de las corrientes de las dos dé lugar al movimiento vibratorio de la bobina movable 3.

Para explicar el funcionamiento del sistema se supondrá que la fuente portadora  $C_1$  del canal I suministra corriente de 8000 ciclos al circuito selectivo que comprende la capacidad 4 y la bobina fija 2, sintonizándose ese circuito con dicha frecuencia á fin de eliminar las frecuencias extrañas. El expresado circuito antirresonante 1 del brazo en serie del filtro  $SF_1$  se sintoniza entonces para dar el máximo de atenuación á 8000 ciclos. La referida bobina movable 3 se monta en un árbol 5 rígidamente soportado y de la debida elasticidad, de modo que resuene mecánicamente con la misma bobina y con la frecuencia del portador, 8000 ciclos en ese caso.



Describiremos primero el funcionamiento del aparato del canal I. Las corrientes de la voz que pasan por el filtro  $SF_1$  de paso bajo se le suministran á la bobina movable 3 del modulador  $M_1$ . La fuerza resultante en esa bobina movable 3, debido á la interacción de los campos de las corrientes del portador y de la voz, es proporcional á los productos de las corrientes en las dos bobinas. Si la corriente de la voz en la bobina movable es  $i_v = I_v \text{ sen. } \omega_v t$ , y la corriente portadora ó del portador en la bobina fija es  $i_c = I_c \text{ sen. } \omega_c t$ , siendo  $\omega_v = 2$  veces la frecuencia de la voz, y  $\omega_c = 2$  veces la corriente portadora, tendremos que el torque  $F$  en la bobina movable será:

$$F = i_v i_c = I_v I_c \text{ sen. } \omega_v t \text{ sen. } \omega_c t,$$

$$= \frac{I_v I_c}{2} \left[ \cos. (\omega_v - \omega_c) t - \cos. (\omega_c + \omega_v) t \right]$$

Se verá, por lo tanto, que el torque mecánico solamente comprende componentes que representan la suma y la diferencia de las frecuencias del portador y de la voz, sin componentes de frecuencia del portador, frecuencia de la voz, dos veces la frecuencia de la voz, ó dos veces la frecuencia portadora ó del portador, como sucede en otros moduladores que se basan en la ley del cuadrado.

En el determinado caso que nos ocupa, los dos componentes que se obtienen comprenden una banda lateral superior de 8000 á 10.500 ciclos, y una banda lateral inferior de 5500 á 8000 ciclos, suprimiéndose el portador actual. Cuando la bobina movable 3 se mueve, las vibraciones mecánicas torsionales resultantes se le transmiten al filtro mecánico  $MF_1$ , el cual puede servir para suprimir una banda lateral mecánica, como por ejemplo, la banda lateral inferior de 5500 á 8000 ciclos, y para transmitir la otra banda lateral.

El referido filtro mecánico  $MF_1$  puede ser de cualquier tipo adecuado, aunque con preferencia el que se describe, que consiste en un anillo circular, ó en una diversidad de anillos circulares, de varilla metálica, eligiéndose el radio de curvatura de esos anillos y la materia y el diámetro de la varilla de tal suerte que el filtro transmita, con una atenuación prácticamente negligible, vibraciones mecánicas torsionales transmitidas al mismo, de todas las frecuencias más altas que un valor limitador inferior, atenuando esencialmente al propio tiempo las vibraciones mecánicas de todas las frecuencias que se encuentren en el otro lado de la frecuencia limitadora.



Las vibraciones mecánicas que comprenden el componente de la banda lateral, de 8000 á 10.500 ciclos se transmiten por el filtro mecánico  $MF_1$  á un elemento motor electromecánico  $ME_1$ . Ese elemento motor puede ser de cualquier tipo adecuado, aunque con preferencia del tipo que se describe en la Memoria de la patente inglesa número 20.582, del año 1924, tipo que se destina á convertir una banda de frecuencia de energía mecánica suministrada al mismo en una banda de frecuencia correspondiente de energía eléctrica. En ese caso particular el expresado elemento motor  $ME_1$  sirve para convertir la banda lateral mecánica de 8000 á 10.500 ciclos en la correspondiente banda lateral eléctrica de 8000 á 10.500 ciclos. Esa banda de frecuencia se elige por el filtro de banda  $BF_1$  y se transmite por la línea ML.



Corrientes telefónicas de baja frecuencia, procedentes del canal regular de la voz TL, se pueden introducir independientemente en la línea ML por un filtro 6 de paso bajo, el cual sirve para dar paso á esas bajas frecuencias, evitando, sin embargo, que las frecuencias portadoras más altas entren en el canal de la voz.

El funcionamiento del circuito 1 para detectar mensajes recibidos por la línea ML y procedentes de la estación distante, es exactamente inverso al descrito para la transmisión, siendo apropiado el mismo aparato tanto para transmitir mensajes como para recibirlos. Ese funcionamiento es el siguiente:

La onda modulada portadora del mensaje que comprende el componente de banda lateral, de 8000



á 10,500 ciclos, recibida por la línea ML, se elige por el filtro de banda  $BF_1$  y se le transmite al elemento motor electromecánico  $ME_1$ , el cual convierte su energía eléctrica en energía mecánica de frecuencias correspondientes. La banda lateral mecánica de 8000 á 10.500 ciclos que así se produce se transmite selectivamente por el filtro mecánico  $MF_1$  y produce los movimientos correspondientes de la bobina movable 3 del detector modulador  $MD_1$ . El movimiento de esa bobina 3 en el campo magnético del derredor de la bobina fija 2, producido por la corriente portadora de 8000 ciclos procedente de la fuente ó suministrador  $C_1$ , hará que las corrientes de la voz se desmodulen y sean inducidas en la expresada bobina movable 3. Esas corrientes de la voz se transmiten luego de la citada bobina movable 3, por el filtro  $SF_1$ , de paso bajo, al aparato receptor telefónico, el cual no se ilustra.

Descrito queda el funcionamiento del sistema, de dos modos ó endos sentidos, para un solo canal portador. Si se quiere transmitir una diversidad de mensajes, al propio tiempo, por la línea ML, se pueden utilizar unos canales adicionales II, III..... El aparato de esos canales, excepto para la frecuencia de las fuentes portadoras y los campos de transmisión de los filtros mecánicos y eléctricos, es igual al del canal I y funciona del mismo modo descrito.

Por ejemplo, como se indica en el dibujo, las frecuencias de las fuentes portadoras  $C_2$  y  $C_3$ , los campos ó alcances de transmisión de los filtros mecánicos  $MF_2$  y  $MF_3$ , y de los filtros de banda  $BF_2$  y  $BF_3$ ,

se pueden elegir de tal suerte que además de las corrientes telefónicas ordinarias de baja frecuencia de la línea TL y de la simple banda lateral de 8000 á 10,500 ciclos, del canal portador I, unas ondas moduladas portadoras de los mensajes, que comprendan unas bandas de frecuencia de 11.000 á 13.500 ciclos y de 14.500 á 17.000 ciclos, ó de cualesquiera otras frecuencias adecuadas, se puedan respectivamente transmitir, sin inconveniente, por la citada línea NL. Las determinadas frecuencias indicadas en el dibujo solo se dan á los fines descriptivos y no deben considerarse como limitadoras del invento.



En caso de que solo se quiera un canal conductor ó portador, los filtros de banda eléctricos  $BF_1$ , pueden no ser necesarios, toda vez que el filtro mecánico  $MF_1$  separará satisfactoriamente las frecuencias de la voz de TL y la simple banda lateral portadora.

El filtro 6 de paso bajo y los filtros de banda  $BF_1$ ,  $BF_2$ ,  $BF_3$ .....se pueden establecer con arreglo á los principios bien conocidos.

Los valores definidos que la constante del sistema detector modulador electromecánico descrito deben tener á fin de que se pueda alcanzar un máximum de eficiencia con una predeterminada banda ú orden de frecuencias, pueden determinarse por el siguiente análisis matemático, en el que emplearemos los siguientes símbolos para las diversas constantes del sistema:

$N$  = número de vueltas en la bobina movable. 3.

$a$  = de esa bobina movable 3.

$B$  = densidad del flujo del campo portador de la bobina 2 por la bobina movable 3.

$L$  = inductancia de dicha bobina movable 3.

$m$  = momento de inercia de la susodicha bobina movable 3.

$S$  = elasticidad del árbol 5 en el cual se monta la precitada bobina movable 3.

$Z_1$  = impedancia del circuito eléctrico de la estructura.

$Z_2$  = impedancia mecánica del circuito mecánico de la estructura.

$Z_a$  = impedancia de imagen del circuito eléctrico.

$Z_b$  = impedancia de imagen del circuito mecánico.

$\theta$  = ángulo cuyo plano de bobina movable 3 se forma con el campo portador. (Se supondrá que  $\theta$  es pequeño, de suerte que  $\theta = \theta$  radianes).

$i$  = corriente eléctrica de la bobina movable 3.

$F$  = torque que obra en esa bobina movable 3.

$P$  = constante de transporte.

$E$  = fuerza electromotriz por la bobina movable 3.

$w_1$  = 2 X frecuencia de la voz.

$w_3$  =  $2\pi$  X frecuencia del portador.

$w_2$  =  $2\pi$  X frecuencia de la banda lateral superior.

Fácilmente se comprenderá, por las consideraciones en cuanto á la energía, que las ecuaciones



de los circuitos eléctricos y mecánicos del sistema son, respectivamente, como sigue:

$$Z_1 i + Na \frac{d}{dt} (B\theta) = E \quad (1)$$

$$Z_2 \theta - NaBi = F \quad (2)$$

Se supone que cada uno de esos circuitos tiene una gran impedancia para las frecuencias que se encuentren fuera del campo ó alcance al cual responde, En esas condiciones,

$$B = B_0 \text{ sen. } \omega_3 t \quad (3)$$

$$\theta = H \text{ sen. } \omega_2 t \quad (4)$$

$$i = I \text{ cos } \omega_1 t = I \text{ cos. } (\omega_2 - \omega_3) t \quad (5)$$

De la expresión ecuaciones 1 á 5 se derivan estas otras ecuaciones:

$$Z_1 + Na \left( I + \frac{\omega_3}{\omega_2} \right) \frac{B_0 (H)}{2l} = \frac{E}{I} \quad (6)$$

$$Z_2 - Na \frac{B_0 I}{2 (H)} = \frac{F}{\theta} \quad (7)$$



Si consideramos el circuito mecánico cerrado por una impedancia  $Z_b$  con el torque  $F=0$ , y el circuito eléctrico asimismo cerrado por una impedancia  $Z_a$  con  $E=0$ , entonces se puede tratar la estructura á modo de un filtro con las respectivas impedancias de imágenes  $Z_a$  y  $Z_b$  y con una constante de transporte  $P$ . La teoría de las impedancias de imágenes y de las constantes de transporte de las redes se expone con todo detalle en la obra publicada por K. S. Johnson acerca de "Transmission Circuits for telephonic communication", edición de 1924, por lo que no creemos necesario hacer aquí su descripción.

Por las fórmulas 6 y 7 se puede ver que:

$$Z_a = \sqrt{Z_1^2 + M^2 \frac{Z_1}{Z_2}} \quad (8)$$

$$Z_b = \sqrt{Z_2^2 + M^2 \frac{Z_2}{Z_1}} \quad (9)$$

$$P = \cos. h - 1 \sqrt{1 + \frac{Z_1 Z_2}{M^2}} \quad (10)$$

de donde resulta que:

$$M = 1/2 Na B_0 \sqrt{1 + \frac{3}{2}} \quad (11)$$

$Z_1$  se tomará como una reactancia inductiva  $j \frac{L}{2}$  y como la reactancia de una masa y elasticidad resonante que resuene en  $f_c$ .

De lo expuesto se desprende que:

$$Z_2 = j \omega 3m \left( \frac{\omega_2^2 - \omega_3^2}{\omega_2 \omega_3} \right) \quad (12)$$

Substituyendo los valores de  $Z_1$ ,  $Z_2$  y  $M$  en la ecuación 10, es evidente que la estructura, por lo que respecta á las frecuencias de la voz, tiene una impedancia de imagen de filtro de paso bajo, con una frecuencia de interceptación dada por:

$$f_c = \frac{Na B_0}{2\pi \sqrt{2mL}} \quad (13)$$

Toda vez que  $Z_a$  resulta entonces el promedio de impedancia en serie de un filtro de paso bajo, se le pueden agregar otras secciones, y la impedancia completa de la bobina movable 3 puede tomarse por  $EZ_1$ , siendo  $L$  la inductancia de la bobina,

La estructura puede entonces establecerse como sigue:

I, la inductancia de la bobina movable 3, se considera como la inductancia completa en serie de un filtro eléctrico de paso bajo, y se fija por las relaciones de tipo ordinarias para esas estructuras,

por la impedancia del circuito eléctrico y la pretendida frecuencia de interceptación.

El máximo requerido de densidad de flujo del portador se fija por la ecuación 13 y es igual á:

$$E_0 = \frac{2\pi f_e \cdot 2mL}{Na} \quad (14)$$

La debida impedancia del filtro mecánico de paso alto que hay que conexionar con la bobina movable 3 será entonces aproximadamente  $4 f_{cm}$ . Ese valor no se fija de un modo definitivo toda vez que el lado mecánico no tiene la característica regular de impedancia del filtro de paso de banda. Sin embargo, el valor dado se aproxima al valor real en una gran parte del campo de frecuencia.

La bobina movable se monta en un árbol que tiene una elasticidad de la debida cantidad, de suerte que esa bobina resonará mecánicamente con la frecuencia portadora ó del portador. El debido valor de esa elasticidad es, por lo tanto:

$$S = \frac{1}{3} 2m \quad (15)$$

Aun cuando hemos descrito el invento con referencia á un sistema portador telefónico, claro es que no se limita á él, sino que igualmente se puede utilizar en un sistema portador telegráfico. Asimismo debe tenerse en cuenta que el expresado invento no se limita á la determinada disposición ilustrada y descrita, ni aun á la transmisión por hilos, sino que en él se podrán introducir todas aquellas alteraciones y modificaciones que no se aparten de su espíritu é idea general.



Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de VEINTEN años, son los siguientes:

1º - Un sistema de señales para ondas portadoras, que tiene una fuente ó suministrador de corrientes eléctricas de alta frecuencia y otra fuente ó suministrador de corrientes eléctricas de frecuencia baja, caracterizado por el establecimiento de un modulador que comprende unos medios electromagnéticos destinados á combinar esas corrientes de alta frecuencia y de baja frecuencia, é fin de producir vibraciones mecánicas de las que formen parte componentes que representan la suma y la diferencia de esas frecuencias altas y bajas.



2º - Un sistema como el reivindicado en el punto anterior, caracterizado por el establecimiento de un filtro mecánico para transmitir selectivamente uno de los expresados componentes de las referidas vibraciones mecánicas, con la exclusión esencial del otro componente.

3º - Un sistema como el reivindicado en los puntos 1º ó 2º, caracterizado por el hecho de que el mencionado sistema modulador comprende una bobina fija que recibe corrientes de una frecuencia; una bobina movable que recibe corriente de la otra frecuencia; y un filtro mecánico del que forma parte un elemento mecánico que responde á los movimientos de la citada bobina movable originados por la interacción de los campos producidos por las corrientes que circulan tanto por la bobina fija como por la bobina movable.

4º - Un sistema como el reivindicado en

el punto 3º, caracterizado por el hecho de que la bobina fija se asocia con el portador en tanto que la movable lo hace con las corrientes de señales, yendo la expresada bobina movable montada de modo que se mueva libremente en el campo producido por la corriente del portador que circula por la bobina fija.

5º - Un sistema como el reivindicado en los puntos 3º ó 4º, caracterizado por el hecho de que el elemento mecánico es de tal elasticidad que debido á los campos producidos por las corrientes de las dos bobinas resuena mecánicamente con la expresada bobina movable, con la frecuencia ó con casi la frecuencia de la corriente portadora ó del portador.

6º - Un sistema como el reivindicado en el punto 5º, caracterizado por el hecho de que el elemento mecánico comprende un anillo ó una diversidad de anillos de varilla metálica, siendo tales la materia y las dimensiones de esos anillos que las vibraciones torsionales de una determinada frecuencia aplicadas á uno de sus extremos se le transmiten al otro extremo esencialmente sin atenuación alguna, mientras que se suprimen esencialmente las de frecuencia diferente que se le aplican así.

7º - Un sistema como el reivindicado en cualquiera de los puntos precedentes, caracterizado por el establecimiento de unos medios transformadores electromecánicos á los cuales se le transmite energía vibratoria mecánica del modulador y de los que á su vez se transmiten oscilaciones eléctricas correspondientes á las expresadas vibraciones mecánicas.

8º - Un sistema como el reivindicado en el punto 7º, caracterizado por el hecho de que los



expresados medios van incluidos en un canal del sistema que tiene una frecuencia de base característica, combinándose con el modulador unos medios receptores de la frecuencia de la voz, con lo que por los expresados medios se efectúa en el canal un trabajo dúplex.

9º - Un sistema como el reivindicado en los puntos 7º ú 8º, caracterizado por el hecho de que los referidos medios transformadores electromecánicos y el expresado filtro mecánico se sintonizan para responder á, ó para transmitir esencialmente sin atenuación, una sola de las bandas laterales.

10º - Un sistema múltiple de señales por ondas portadoras con canal dúplex, esencialmente como el descrito con referencia al adjunto dibujo.

11º - Mejoras en los sistemas de señales por ondas portadoras.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de diez y seis hojas escritas por una sola cara.

Madrid 13 de enero de 1926

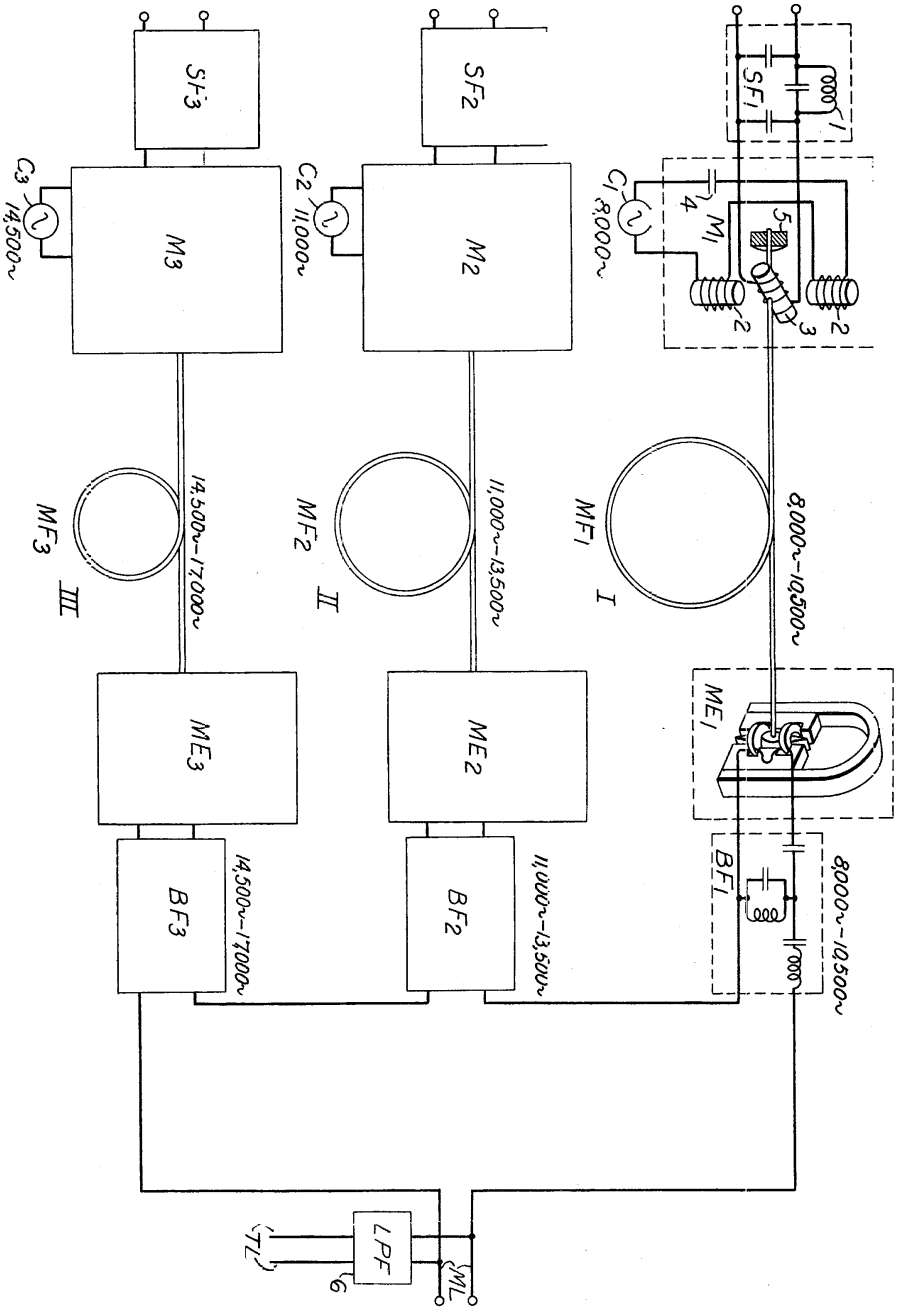
P. A.

Alberto de Elzaburu

Por Poder



# ESCALA VARIABLE



PA  
 Alberto de la Cruz  
 11 a. Noviembre