

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

18	ES	11	NUMERO	444601	10	AI
		21				
		22	FECHA DE PRESENTACION			

PATENTE DE INVENCION

20	PRIORIDADES	22	FECHA	23	PAIS
	31	NUMERO			
		545.410	30 de enero de 1975		EE.UU. de A.

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			G10L		

54	TITULO DE LA INVENCION
	PERFECCIONAMIENTOS EN DETECTORES DE TONOS

71	SOLICITANTE (S)
	WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED, entidad norteamericana

	DOMICILIO DEL SOLICITANTE
	195 Broadway, New York, N.Y.10007, EE.UU. de A.

72	INVENTOR (ES)
	Jeffrey Neil Denenberg

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
	GOMEZ-ACEBO

POOR
QUALITY

Este invento se refiere a detectores de tono.

5. En los sistemas de comunicaciones, emplean señales o tonos de banda acústica para transmitir datos o información de control, por ejemplo, llamada de frecuencia vocal accionada por pulsador, señal de línea libre, señal de línea ocupada, etc. Las señales de tono pueden comprender tonos simples o tonos múltiples. Los detectores de tonos anteriores han utilizado circuitos filtro que eligen el componente o componentes de la frecuencia de interés por medio de filtros de paso de banda muy estrecha y circuitos de medición de potencia para medir la potencia en las proximidades de la frecuencia elegida. En dichos detectores, se necesita un circuito de filtro por cada componente de tono.

10. Los detectores de tonos anteriores indican la presencia de un tono siempre que haya presente una señal de la frecuencia y potencia deseadas, cualquiera que sea el resto de las características del espectro de la frecuencia y, por lo tanto, exigen frecuentemente circuitería adicional para evitar la generación de señales de salidas erróneas.

15. Según éste invento, un detector de tonos comprende una pluralidad de medios cada uno de los cuales sirve para derivar de una señal de entrada una estimación de un parámetro respectivo del espectro de la frecuencia de dicha señal de entrada, una pluralidad de medios cada uno de ellos para proporcionar una señal predeterminada solamente si la estimación derivada por uno respectivo de dichos medios que derivan las estimaciones es virtualmente igual al valor de parámetro correspondiente de un tono o combinación de tonos a detectar, y

20. medios para proporcionar una señal de salida predeterminada solamente si dichos medios proporcionan dicha señal predeter-

25.

30.

minada solamente si dichos medios proporcionan dicha señal predeterminada.

- La pluralidad de medios que derivan estimaciones puede comprender medios para derivar dicha señal de entrada una estimación de la potencia total de dicha señal de entrada; me-
5. dios para derivar de la señal de entrada una estimación de la frecuencia media de la potencia de dicha señal de entrada, y medios para derivar de la señal de entrada una estimación de la anchura de banda de la potencia media cuadrática de la se-
10. ñal de entrada. La pluralidad de medios que proporcionan señales puede comprender medios para generar dicha señal predeterminada cuando una estimación de la potencia total de dicha señal de entrada es igual dentro de límites predeterminados a la potencia total de un tono o combinación de tonos a detectar,
15. medios para genera dicha señal predeterminada cuando la estimación de la frecuencia media de la potencia de dicha señal de entrada es igual dentro de límites predeterminados a la frecuencia media de la potencia de un tono o combinación de tonos a detectar, y medios para generar la señal predeterminada cuando la estimación de la anchura de banda de la potencia media cuadrática es igual dentro de límites predeterminados a la anchura de banda de la potencia media cuadrática de un tono o combinación de tonos a detectar. La pluralidad de medios que derivan estimaciones puede comprender además me-
20. dios para derivar de dicha señal de entrada una estimación de la potencia de la señal de entrada de una gama de frecuencias predeterminadas, la pluralidad de medios que proporcionan señales puede comprender además medios para genera dicha señal predeterminada cuando la estimación de la potencia de la señal de entrada dentro de una gama de frecuencias predeterminadas
- 25.
- 30.

es menor que un nivel predeterminado.

- En un detector según el invento, para detectar la presencia simultánea de tonos cada uno en una banda de frecuencia diferente en dicha señal de entrada, dicha pluralidad de medios que derivan estimaciones puede comprender medios para derivar la señal de entrada una estimación de la potencia total de la señal de entrada en una banda de frecuencia, medios para derivar de dicha señal de entrada una estimación de la frecuencia media de la potencia de la señal de entrada en dicha banda, medios para derivar de dicha señal de entrada una estimación de la anchura de banda de la potencia media cuadrática de la señal de entrada en dicha banda, medios para derivar de dicha señal de entrada una estimación de la potencia total de la señal de entrada en una banda de frecuencia diferente, medios para derivar de la señal de entrada una estimación de la frecuencia media de la potencia de la señal de entrada en dicha banda diferente, y medios para derivar de dicha señal de entrada una estimación de la anchura de banda de la potencia media cuadrática de la señal de entrada en dicha banda diferente. La pluralidad de medios que proporcionan señales puede comprender, por cada uno de dichos medios que derivan estimaciones, un medio respectivo para generar dicha señal predeterminada cuando la estimación derivada por su medio correspondiente que deriva la estimación derivada por su medio correspondiente que deriva la estimación es igual dentro de límites predeterminados, según pueda ser el caso, a la potencia total de la señal de entrada en dicha primera banda o banda diferente, la frecuencia media de la potencia de dicha señal de entrada en dicha primera banda o banda diferente o la anchura de banda de la potencia media cuadrática de dicha se-
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.

fial de entrada en dicha primera banda o banda diferente.

El invento puede ponerse en práctica empleando integración a gran escala puesto que no se necesitan inductores para una ejecución analógica o digital.

5. El invento se describe a continuación, a título de ejemplo tomando como referencia los dibujos adjuntos, en los que:

10. La figura 1 representa en forma esquemática de conjuntos un circuito detector de tonos que incorpora los principios del invento.

La figura 2 representa en una forma de diagrama detallado un circuito detector de tonos que incorporan los principios del invento.

15. La figura 3 representa un espectro de entrada que sirve de ejemplo para un tono simple, viendo en abscisas la frecuencia en Hz y en ordenadas la densidad de potencia en W/Hz.

La figura 4 representa un espectro de entrada que sirve de ejemplo para una señal de frecuencia vocal accionada por pulsador.

20. La figura 5 representa un circuito detector de llamada de frecuencia vocal accionada por pulsador que incorpora los principios del invento.

La figura 6 representa un espectro de entrada que sirve de ejemplo para una señal de frecuencia múltiples; y

25. La figura 7 es un circuito detector de frecuencia múltiples que incorpora los principios del invento.

30. Refiriéndonos ahora a la figura 1, un detector de tonos para detectar la presencia de uno o más tonos de una fuente de señal 10 comprende un circuito estimador de la potencia total 11, un circuito estimador de la frecuencia media de la

potencia 12, un circuito estimador de la anchura de banda de la potencia media cuadrática 13, teniendo cada uno de los circuitos estimadores 11, 12 y 13 una entrada conectada a una fuente de señal 10.

5. La salida del circuito de estimación de potencia total 11 se conecta a la entrada de un circuito comparador 14 que su salida indique si la estimación de la potencia de la señal de entrada se encuentra o no dentro de ciertos límites determinados por la potencia de la señal deseada, por ejemplo, entre 0,9 y 1,1 milivatios para una señal de tono telefónico normal. La salida del circuito estimador de la frecuencia media de la potencia 12 se conecta a la entrada de un circuito comparador 15 que se construye para comparar la frecuencia media de la potencia estimada de la señal de entrada con la frecuencia media de la potencia de la señal que se desea, por ejemplo, una frecuencia dentro del paso de banda acústico de un circuito de transmisión telefónica. La salida del circuito comparador 15 indica si la frecuencia media de la potencia estimada de la señal de entrada se encuentra o no dentro de una cierta tolerancia, por ejemplo, 30 Hz de la frecuencia media de la potencia de la señal deseada. La salida del circuito estimador de la anchura de banda de la potencia media cuadrática 13 se conecta a la entrada de un circuito comparador 16 que se construye de forma que su salida indique si la anchura de la banda de la potencia media cuadrática estimada de una señal de entrada se encuentra o no dentro de límites determinados por la señal deseada, el ruido presente, y el intervalo de tiempo en el que el circuito de estimación 30 calcula la estimación de la anchura de banda, por ejemplo, 10 milisegundos para una señal de tono de tono normal. Para una
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

señal de tono simple normal, la anchura de banda de la potencia media cuadrática requerida sería inferior a $(150 \text{ Hz})^2$. Las salidas de los circuitos comparadores 14, 15 y 16 se conectan a las entradas correspondientes de un circuito de decisión 17 cuya salida indica si los circuitos comparadores indican todos o no que las estimaciones están dentro de los límites requeridos. Un circuito detector de tonos como el que se ilustra en la figura 1, se puede poner en práctica empleando técnicas digitales o analógicas. Una puesta en práctica de un circuito digital que sirve de ejemplo se describe con más detalle en la figura 2.

Refiriéndonos ahora a la figura 2 un circuito para detectar tonos procedentes de una fuente de señal codificada digitalmente 20 comprende multiplicadores digitales 21 y 22. Un multiplicador digital comprende una entrada y una salida. Los números codificados digitalmente presentes en las dos entradas se multiplican matemáticamente y su producto aparece en la salida. Un ejemplo de multiplicador digital del mismo tipo general ha sido descrito por Montgomery Phister, Jr., Logical Design of Digital Computers, páginas 295-314. Una señal de entrada procedente de la fuente de señal 20 se representa como una señal sinusoidal con la forma $x \cos \omega_1 t$ donde x es la amplitud de la señal de entrada, ω_1 es la frecuencia de la señal de entrada en radianes por segundo, v.g., $\omega_1 = 2\pi f$, donde f es la frecuencia en Hz, y t representa la naturaleza variable con el tiempo de la señal de entrada. El multiplicador 21 multiplica la señal de entrada por una señal que tiene la forma $\text{Sen} \omega_0 t$ donde ω_0 es una frecuencia de referencia igual a la frecuencia media de la señal deseada. La señal $-\text{Sen} \omega_0 t$ se genera mediante un oscilador local 23, A título ilustrativo

trativo, un oscilador digital comprende una memoria utilizada para almacenar el valor de $\text{Sen } \omega_0 t$ por cada uno de una serie de incrementos de tiempo. El producto de $x \text{ Cos } \omega_1 t$ y $\text{Sen } \omega_0 t$ es una señal que tienen componentes que representan la suma y la diferencia de las dos frecuencias, como sigue:

5.

$$2 (x \text{ Sen } (\omega_1 - \omega_0) t + X \text{ Sen}(\omega_1 + \omega_0) t). \quad (1)$$

La salida del multiplicador 21 se conecta a la entrada del filtro de paso bajo 24 cuya característica de paso de banda se dispone de forma que el componente de señal correspondiente a la suma de ω_1 y ω_0 se elimine, quedando:

10.

$$x \text{ Sen}(\omega_1 - \omega_0) t. \quad (2)$$

Un filtro de paso bajo digital comprende una entrada para recibir una señal de entrada codificada digitalmente y una salida para proporcionar una señal que corresponde solamente a aquellos componentes de la señal de entrada que tiene una frecuencia menor que una cierta frecuencia de corte. Por ejemplo, un filtro de paso bajo digital del mismo tipo general que describen Leon y Bass, "Designers' Guide to: Digital Filters", (Guía para los diseñadores de filtros digitales), EDN, 20 de enero de 1.974; 20 de Mayo 1.974; 20 de Junio de 1.974. La salida del filtro de paso bajo 24 se conecta a la entrada de un diferenciador 25 que calcula la primera derivada de la señal de entrada (2) que es:

15.

20.

25.

$$x(\omega_1 - \omega_0) \text{cos}(\omega_1 \omega_0) t \quad (3)$$

Un circuito diferenciador se puede construir partiendo de un circuito de filtro de paso bajo que tenga ciertas características previamente definidas.

30.

El oscilador local 23 se dispone para que genere una

señal correspondiente a $\text{Cos } \omega_0 t$ así como a $\text{Sen } \omega_0 t$. Una
puesta en práctica que sirve de ejemplo, comprende un osci-
lador digital con memoria de lectura solamente con dos pala-
bras almacenadas en una memoria de lectura solamente por ca-
da intervalo de tiempo, una correspondiente a $\text{Sen } \omega_0 t$ y la
otra correspondiente a $\text{Cos } \omega_0 t$. La salida $\text{Cos } \omega_0 t$ del oscila-
dor local 23 se conecta a una entrada de un multiplicador 22
y la señal de entrada $x \text{Cos } \omega_1 t$ se conecta a otra entrada del
multiplicador 22, dando por resultado una señal en la sali-
da del multiplicador 22 que tiene componentes correspondien-
tes a la suma y la diferencia de las dos frecuencias ω_0 y
 ω_1 , como sigue:

$$2 (x \text{Cos}(\omega_1 - \omega_0) t + x \text{Cos}(\omega_1 + \omega_0) t). \quad (4)$$

La salida del multiplicador 22 se conecta a la entra-
da del filtro de paso bajo 26 que se construye de forma que
el componente de la señal correspondiente a la suma de las
dos frecuencias se elimine, dando lugar a la señal siguiente
en la salida del filtro de paso bajo 26;

$$x \text{Cos}(\omega_1 - \omega_0) t. \quad (5)$$

La salida del filtro de paso bajo 26 se conecta a la
entrada de un diferenciador 27 que calcula la primera deriva-
da de su señal de entrada, dando por resultado la señal si-
guiente en la salida del diferenciador 27:

$$- x (\omega_1 - \omega_0) \text{Sen}(\omega_1 - \omega_0) t. \quad (6)$$

La salida del filtro de paso bajo 24 se conecta a la
entrada de un circuito esquadrador matemático 30 que calcula
el cuadrado de la señal de entrada como sigue:

$$x^2 \text{Sen}^2(\omega_1 - \omega_0) t. \quad (7)$$

Un circuito escuadrador matemático, a título ilustrativo, comprende un circuito multiplicador digital en el que las mismas señales de entrada se alimenten a ambas entradas del circuito multiplicador.

5. La salida del filtro de paso bajo 26 se conecta a la entrada de dicho circuito escuadrador matemático 31 produciendo en su salida :

$$x^2 \cos^2(\omega_1 - \omega_0) t. \quad (8)$$

10. Las salidas de los circuitos escuadradores matemáticos 30 y 31 se conectan a las entradas de un circuito adicionador 32, produciendo en su salida el cuadrado de la amplitud de la señal de entrada, x^2 , que corresponde a la potencia instantánea de la señal de entrada. Un circuito adicionador digital comprende dos entradas para recibir señales de entrada codificada digitalmente y una salida para proporcionar una señal que corresponde a un número codificado digitalmente igual a la suma matemática de los números representados por las señales presentes en las dos entradas.

15. Un ejemplo de circuito adicionador digital del mismo tipo general se ilustra en el artículo de Montgomery Phister, Jr, Logical Design of Digital Computers (Diseño Lógico de Ordenadores Digitales) páginas 253-275. La salida del adicionador 32 se conecta a la entrada de un circuito integrador 33 que realiza la función de promediar la potencia instantánea x^2 sobre un periodo de tiempo para dar una estimación de la potencia total de la señal de entrada P , donde el símbolo $\bar{}$ indica una estimación de la cantidad que se encuentra por debajo del mismo. Un circuito de la cantidad que se encuentra por debajo del mismo. Un circuito integrador comprende una entrada
- 20.
- 25.
- 30.

da en la que aparece una señal variable con el tiempo y una salida para presentarse una señal correspondiente a un promedio de la señal de entrada en un cierto periodo de tiempo. Un ejemplo de algoritmo de integración numérica se ilustra en el artículo de James Singer, Elements of Numerical Analysis, (Elementos de Analisis Numéricos), páginas 259-293.

Las salidas del filtro de paso bajo 24 y el diferenciador 27 se conectan a las entradas de un multiplicador 40, produciéndose en la salida del multiplicador 40:

$$-x^2(\omega_1 - \omega_0) \sin^2(\omega_1 - \omega_0) t \quad (9)$$

Las salidas del diferenciador 25 y el filtro de paso bajo 26 se conectan a entradas de un multiplicador 41, produciendo la señal siguiente en la salida del multiplicador 41:

$$x^2(\omega_1 - \omega_0) \cos^2(\omega_1 - \omega_0) t. \quad (10)$$

Las salidas de los multiplicadores 40 y 41 se conectan a las entradas de un circuito substractor 42 cuya salida corresponde al producto de la frecuencia de la potencia $x^2(\omega_1 - \omega_0)$. Un circuito substractor digital comprende una entrada de minuendo y una entrada de substraendo. La salida del substractor 42 se conecta a la entrada del integrador 43 para calcular el producto de la frecuencia de la potencia por término medio en un cierto periodo de tiempo dando una estimación del producto de la frecuencia de la potencia $\overline{P\omega_d}$, donde ω_d es la frecuencia media de la frecuencia con relación a la frecuencia de referencia ω_0 . La salida del integrador 43 se conecta a la entrada del dividendo de un divisor 44, y la salida del integrador 33 se conecta a la entrada del divisor del divisor 44. Un circuito divisor comprende una entra-

da de dividendo para recibir una primera señal de entrada codificada digital 20, una entrada de divisor para recibir una segunda señal de entrada codificada digitalmente y una salida para presentar una señal correspondiente a un número codificado digitalmente igual a la primera señal de entrada dividido matemáticamente por la segunda señal de entrada. Un ejemplo de circuito divisor digital del mismo tipo general se describe en un artículo de Montgomery Phister, Jr. Logical Design of Digital Computers, (Diseño Lógico de Ordenadores Digitales), páginas 316-319.

La señal del diferenciador 25 se conecta a la entrada de un circuito escuadrador matemático 50, cuya salida es:

$$x^2(\omega_1 - \omega_0)^2 \cos^2(\omega_1 - \omega_0) t \quad (11)$$

La salida del diferenciador 27 se conecta a la entrada de un circuito escuadrador matemático 51 cuya salida es:

$$x^2(\omega_1 - \omega_0)^2 \text{Sen}^2(\omega_1 - \omega_0) t. \quad (12)$$

Las salidas de los circuitos escuadradores matemáticos 50 y 51 se conectan a las entradas de un circuito adicionador 52 cuya salida es:

$$x^2(\omega_1 - \omega_0)^2. \quad (13)$$

La salida del adicionador 52 se conecta a la entrada de un circuito integrador 53 que calcula el promedio de su entrada en un cierto periodo de tiempo. La salida del integrador 53 corresponde a una estimación de la potencia multiplicada por la suma de la anchura de banda de la potencia media cuadrática y la frecuencia media de la frecuencia elevada al cuadrado.

$$P(B^2 + \omega^2).$$

La salida del integrador 53 se conecta a la entrada del dividendo de un circuito divisor 54 y la salida del integrador 33 se conecta a la entrada del divisor del divisor 54 dando en su salida una estimación de la suma de la anchura de banda de la potencia media cuadrática y la frecuencia media de la potencia elevada al cuadrado:

5.

$$\sqrt{B^2 + \omega_d^2}$$

10.

La salida del divisor 44 se conecta a la entrada de un circuito escuadrador matemático 55 que da en su salida una estimación de la frecuencia media de la potencia, elevada al cuadrado, ω_d^2 . La salida del divisor 54 se conecta a la entrada del minuendo del circuito substractor 56 y la salida del escuadrador matemático 55 se conecta a la entrada del substraendo del adicionador 56 dando en su salida una estimación de la anchura de banda de la potencia media cuadrática, B^2 .

15.

20.

La salida del divisor 44, correspondiente a una estimación de la frecuencia media de la potencia, se conecta a una entrada de un circuito comparador 60, que compara la frecuencia media de la potencia estimada de la señal de entrada con la frecuencia media de la potencia de la señal esperada menos una cierta pequeña cantidad, por ejemplo 30 Hz o 60 γ radianes por segundo, puesto que $\omega = 2\pi f$ donde ω es la frecuencia en radianes por segundo y f es la frecuencia en Hz.

25.

30.

La salida del circuito comparador 60 tiene una primera señal de entrada que se presenta si la frecuencia media de la potencia estimada de la señal de entrada es mayor que el valor con el que se compara, y de otro modo una segunda señal de salida. La salida del divisor 44 se conecta también a una entrada de un circuito comparador 61 y la frecuencia media de la

5. potencia estimada de la señal de entrada se compara con la frecuencia media de la frecuencia de la señal deseada más un cierto pequeño valor, por ejemplo 30Hz. La salida del circuito comparador 61 tiene presente una primera señal si la frecuencia media de la potencia estimada de la señal de entrada es menor que el valor con el que se compara, y de otro modo una segunda señal.

10. La salida del circuito integrador 33, que corresponde a una estimación de la potencia total de la señal de entrada, se conecta a una entrada de un circuito comparador 62 y se compara en el mismo con un cierto valor correspondiente a la potencia total esperada inferior de la señal deseada, por ejemplo 0,9 miliwatios. La salida del circuito comparador 62 tiene presente una primera señal si la potencia total de la señal de entrada es mayor que el valor con el que se compara, y de otro modo una segunda señal. La salida del integrador 33 se conecta también a una entrada de un circuito comparador 63 donde se compara con la potencia aceptable más elevada de la señal deseada, por ejemplo 1,1 miliwatios. La salida del circuito comparador 63 tiene presente una primera señal si la potencia total estimada es menor que el valor contra el que se compara, y de otro modo una segunda señal.

25. La salida del substractor 56, correspondiente a la anchura de banda de la potencia media cuadrática estimada de la señal de entrada, se conecta a una entrada de un circuito comparador 64 y se compara en el mismo con un valor correspondiente a la anchura de banda de la potencia media cuadrática esperada máxima de la señal deseada durante el periodo de cálculo de la estimación. Por ejemplo $(150 \text{ Hz})^2$. La

30.

salida del circuito comparador 64 tiene presente una primera señal si la estimación de la anchura de banda de la potencia media cuadrática es menor que el valor con el que se compara y de otro modo una segunda señal.

5. Las salidas de los circuitos comparadores 60, 61, 62, 63 y 64 se conectan a entradas correspondientes de un circuito de decisión 65. La salida del circuito de decisión 65 tiene presente una primera señal si todas sus entradas tienen presente una primera señal, y de otro modo una segunda señal.
10. Una primera señal presenta en la salida del circuito de decisión 65 indica el cumplimiento con todas las condiciones y, por lo tanto, la presencia de la señal deseada.

15. Ahora podemos considerar un funcionamiento ilustrativo del circuito detector de tonos. La figura 3 es un diagrama de un espectro de señal de entrada que sirve de ejemplo. Una señal 70 que se ha de detectar se ilustra como un impulso localizado a 1000 Hz y que tiene un área de densidad de potencia contra la frecuencia que corresponde a una potencia de un miliwatio. Esta señal se conoce comúnmente como tono de un miliwatio en una central telefónica y se utiliza, por ejemplo, para verificar trayectos de transmisión. La figura 3 ilustra también la presencia de una señal de ruido 71 que es constante a través de la gama de frecuencia ilustrada. El paso de banda de la señal de entrada al circuito detector
20. de tonos corresponde a un paso de banda de frecuencia acústica telefónica normal de 300-3000 Hz. El paso de banda efectivo del circuito detector de tonos, que está en función a los filtros de paso bajo 24 y 26, se ilustran en la figura 3 y es para este ejemplo de 500-1500 Hz. El área bajo la señal de ruidos 72 dentro del paso de banda del detector de tonos
25. corresponde, por ejemplo a un área de potencia de un microwa
- 30.

tio (μW).

5. En primer lugar, consideramos una señal de entrada según se ilustra en la figura 3 que tiene presentes señal de ruido y la señal deseada. La potencia total de la señal de entrada dentro del paso de banda del detector de tonos es la suma de la potencia de la señal y la potencia de ruido, o 1,01 miliwatios. La estimación de potencia total calculada por el circuito de estimación de potencia 11 es de 1,01 miliwatios más o menos una desviación normal debido a condiciones de medición no ideales como es el tiempo de medición definido que se encuentra, con un alto grado de certeza, dentro de los límites establecidos por el circuito de comparación 14 de 0,9 y 1,1 miliwatios y, por lo tanto, dá por resultado una señal de salida positiva del circuito comparador 14.
10. La frecuencia media de la potencia de la señal de entrada es de 1 KHz puesto que el ruido es completamente simétrico con el tono de un miliwatio de 1 KHz. Como la frecuencia de referencia $\frac{\omega_0}{2\pi}$ del circuito de estimación de la frecuencia media de la potencia 12 es también de 1 KHz, la salida del circuito de estimación de la frecuencia media de la potencia 12 es cero más o menos una desviación normal debido a imprecisiones de medición que se encuentra, con un alto grado de certeza, dentro de los límites de ± 30 Hz necesarios para el circuito comparador 15 y, por lo tanto, dá por resultado salida positiva del circuito comparador 15.
15. La anchura de banda media cuadrática B^2 , que es el cuadrado de la desviación normal del espectro de las frecuencias, sería de cero si solo estuviera presente el tono de un miliwatio y si B^2 se calculara en un periodo de tiempo infinito. Como hay presente una señal de ruido según se ilustra en la figura 3
- 20.
- 25.
- 30.

y B^2 se calcula sobre un periodo de tiempo limitado, por ejemplo de 10 milisegundos, B^2 no es cero. La anchura de banda de la potencia media cuadrática resultante de la presencia de ruido B_n^2 se puede calcular por la fórmula siguiente:

5.
$$B_n^2 = (f_m^2/3) \times (P_n / (P_n + P_s)) \quad (14)$$

donde f_m es el paso de banda del detector de tono medido a partir de la frecuencia central hasta un extremo, P_n es la potencia debida a ruido y P_s es la potencia debida a la señal deseada. Una sustitución de los parámetros de este ejemplo de $B_n^2 = (9 \text{ Hz})^2$. El aumento de anchura de banda de la potencia media cuadrática por término medio debido al intervalo de medición limitado B_t^2 se puede calcular de acuerdo con la fórmula siguiente:

10.
$$B_t^2 = f_m / \gamma^2 t \quad (15)$$

15. La anchura de banda de la potencia media cuadrática real debida a ambos factores es aproximadamente igual a $(B_n^2 + B_t^2)$ o $(72 \text{ Hz})^2$. El promedio de salida de $(72 \text{ Hz})^2$ del circuito de estimación de anchura de banda de potencia media cuadrática 13 está dentro de los límites $(150 \text{ Hz})^2$ necesario para el circuito de comparación 16 que tiene por lo tanto, con un alto grado de certeza, presente una señal positiva en su salida. El circuito de decisión 17 tiene presentes señales positivas en todas sus tres entradas y, por lo tanto, presenta una señal positiva en su salida indicativa de la presencia de la señal deseada.

20. Consideremos ahora una señal de entrada que tiene ruido presente como en la figura 3 pero una señal de tono de 1,2 KHz, y una potencia de un miliwatio en lugar del tono deseado de 1 KHz. La estimación de la potencia calculada por el circuito 11 y la anchura de banda de la potencia media cua

25.

30.

- drática calculada por el circuito 13 permanecerían iguales. No obstante, la estimación de la frecuencia media de la potencia calculada por el circuito 12 resultaría aproximadamente de 1,2 KHz. Como la potencia de tono de entrada es mucho mayor que la potencia de la señal de ruido, la reducción en la estimación de la frecuencia media de la potencia debido a ruido asimétrico alrededor de la señal del tono sería imperceptible. La señal de salida del circuito 12 correspondería a + 200 Hz que no se encontraría dentro de los ± 30 Hz exigidos por el circuito de comparación 15 cuya salida sería por lo tanto negativa. El circuito de decisión 17 tendría, por lo tanto, dos entradas positivas y una entrada negativa y su salida sería negativa indicando la ausencia de la entrada de tono de 1 miliwatios deseada.
- 5.
- 10.
15. A continuación consideramos el caso en que solamente está presente la señal de ruido. La potencia total estimada de la señal de entrada procedente del circuito de estimación de potencia 11 sería aproximadamente de 0,01 miliwatios lo cual no se encontraría dentro de los límites de 0,9 y 1,1 miliwatios necesarios por el circuito de comparación 14 cuya salida sería por lo tanto negativa. La frecuencia media de la potencia estimada de la señal de entrada en la salida del circuito de estimación de la frecuencia media de la potencia 12 sería de 1 KHz puesto que el ruido es simétrico alrededor de 1 KHz. La salida del circuito de estimación 12 sería por lo tanto de cero lo cual se encontraría dentro de los límites de + 30 Hz requeridos por el circuito de comparación 15 cuya salida sería por lo tanto positiva. La anchura de banda de potencia media cuadrática de la señal de entrada se calcularía de acuerdo con la ecuación 14 insertando $P_s = 0$; $P_n = 10$
- 20.
- 25.
- 30.

miliwatios; y $f_n = 500$ Hz. De acuerdo con este calculo B^2 es $= (290 \text{ Hz})^2$ que no se encuentra dentro del limite de $(150 \text{ Hz})^2$ que necesita el circuito de comparación 16 cuya salida es por lo tanto negativa. El circuito de decisión 17 tiene dos entradas negativas y una entrada positiva, y por lo tanto, tiene presente una señal negativa en su salida indicando la ausencia de la señal de tono de 1 miliwatio deseada.

5.

10.

15.

20.

25.

30.

Consideremos ahora un empleo del invento, que sirve de ejemplo, en un sistema de frecuencia vocal accionada por pulsador que utiliza 8 tonos distintos separados en un grupo alto y un grupo bajo. Estos tonos se ilustran en la figura 4 de idénticas unidades en coordenadas a la figura 3, como 81-88. Una señal de llamada de frecuencia vocal accionada por pulsador comprende una combinación de un tono de la banda baja 81-84 y un tono de la banda alta 85-88. Un circuito que incorpora el invento para detectar señales de llamada de frecuencia vocal accionada por pulsador se ilustra en la figura 5. Se utilizan dos juegos de estimadores, un juego para la banda baja y un juego para la banda alta. Los estimadores de banda baja 101, 102 y 103, tienen una frecuencia de referencia de 811 Hz y una anchura de banda desde el centro hasta un extremo de aproximadamente 300 Hz que, por lo tanto, comprenden de todos los tonos de banda baja y ninguna de los tonos de banda alta. Los estimadores de banda alta, 104, 105 y 106 tienen una frecuencia de referencia de 1406 Hz y una anchura de banda desde el centro hasta un extremo de aproximadamente 300 Hz, incluyendo por lo tanto todos los tonos de banda alta y ninguno de los tonos de banda baja. La circuitería de decisión es necesaria para determinar si hay presente o no dos tonos que comprendan una combinación válida de frecuencia

vocal accionada por pulsador, teniendo ambos tonos la potencia y la anchura de banda apropiadas.

5. Los circuitos comparadores 107 y 108 determinan si la señal presente en la banda baja y la señal presente en la banda alta se encuentran o no cada una dentro de los límites de potencia permisibles de 0,009 miliwatios a 2,5 miliwatios. Los circuitos de comparación 109 y 110 determinan si las señales presente en la banda baja y en la banda alta están o no dentro de las exigencias de anchura de banda de potencia media cuadrática de $B^2 < (150 \text{ Hz})^2$. Para los fines de este ejemplo, se supone que cada una de las señales de frecuencia vocal accionada por pulsador tiene una potencia típica de 1 miliwatio y que el ruido dentro de la anchura de la banda del detector tiene una potencia típica de un microwatio, por lo que los cálculos de la anchura de banda esperada por cada señal en condiciones ideales y no ideales sería igual que en el ejemplo anterior.
- 10.
- 15.

20. La salida del estimador de frecuencia media de la potencia de banda baja 102 se conecta a una entrada de cada uno de los circuitos comparadores 111 a 114, cada uno de los cuales compara la estimación de la frecuencia media de la potencia de la señal de entrada de banda baja con la frecuencia media de la potencia de uno de los cuatro tonos válidos de la banda baja más o menos 30 Hz que son, respectivamente:
25. 697 Hz, 770 Hz, 852 Hz y 941 Hz. Las salidas de los comparadores 111 a 114 comprenden cuatro del conjunto de nueve terminales de salida. Las salidas de los comparadores 111 a 114 se conectan también a cada una a una entrada de una puerta "O" 115. La salida de la puerta 115 indica si hay presente
30. o no una señal válida en la gama de baja frecuencia.

La salida del estimador de frecuencia media de la potencia de banda alta 105 se conecta a una entrada de cada uno de los circuitos comparadores 116 a 119. Las salidas de los comparadores 116 a 119 indican si la frecuencia media de la potencia estimada de la señal de entrada de banda alta es o no igual a la frecuencia media de la potencia de uno de los tonos válidos más o menos 30 Hz que son, respectivamente: 1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz, y 1633 Hz. Las salidas de los comparadores 116 a 119 comprenden cuatro del conjunto de nueve líneas de salida. Las salidas de los comparadores 116 a 119 se conectan a cada una a una entrada de una puerta "O" 120 cuya salida indica la presencia o la ausencia de un tono válido en la gama de frecuencia alta. Una puerta Y 125 tiene 6 entradas conectadas respectivamente, a la salida de los comparadores 107, 108, 109, 110 puerta "O" 115 y puerta "O" 120. La salida en la puerta Y 125 comprende una de las líneas de salida e indica la presencia o ausencia de una señal válida de frecuencia vocal accionada por pulsador. Una señal de frecuencia vocal accionada por pulsador válida según la puerta Y 125 exige la presencia de tonos válidos en ambas bandas alta y baja que cumplan cada una con las exigencias de anchura de banda de la potencial total.

La salida de éste detector de tonos que sirve de ejemplo comprende 8 líneas, cada una de ellas indicando la presencia o ausencia de las 8 frecuencias individuales de frecuencia vocal accionada por pulsador y una novena línea de señal válida que indica si la información presente en las líneas de línea del indicador de 8 tonos es válida o no. Existen muchas formas codificadas o decodificadas de esta información que el experto en la materia podría poner en

- práctica fácilmente; no obstante, esta forma es una representación típica. Este ejemplo ilustra el empleo de un conjunto de circuitos estimadores para proporcionar la información necesaria para detectar un número de tonos diferentes dentro del paso de banda de los circuitos estimadores. Los detectores de llamada de frecuencia vocal accionada por pulsadores anteriores a éste invento exigen un detector de tonos del tipo de filtro completo por cada posible frecuencia y, por lo tanto, el circuito del invento representa un ahorro considerable. Se observará también que el estimador de banda baja que comprende los elementos 101 a 103 y el estimador de banda alta que comprende los elementos 104 a 106 podría ponerse en práctica empleando un conjunto simple de estimadores, multiplexados en el tiempo entre las dos bandas proporcionando una frecuencia de referencias diferentes para cada una de las dos bandas. Con el fin de realizar la multiplexación serían necesarios ciertos circuitos de control y de memoria. Finalmente, consideremos la detección de señales de frecuencia múltiples. Una señal de frecuencias múltiples comprende la combinación de cualesquiera 2 a 6 tonos individuales según se ilustra en la figura 6. Como estos 6 tonos están separados unos de otros 200 Hz comenzando con el inferior y progresando hasta el superior, y como cualesquiera dos tonos comprende una señal válida, no es posible emplear el mismo enfoque que el utilizado con las señales de llamada de frecuencia vocal accionada por pulsador. Por lo tanto, refiriéndonos al circuito ilustrado en la figura 7, un conjunto de estimadores 150, 151, 152 y 201 se conectan a la señal de entrada para calcular estimaciones, respectivamente, de la frecuencia media de la potencia, potencia total, potencia
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

- de protección y anchura de banda de la potencia media cuadrática. La salida del estimador de la frecuencia media de la potencia 150 se conecta a los circuitos comparadores 160 a 168, en cuya salida se indica si la frecuencia media de la potencia estimada de la señal de entrada es o no prácticamente igual a una de las nueve frecuencias medias de la potencia posibles de las señales de frecuencia múltiples válidas según se ilustra en la figura 7. Para que la señal de entrada sea prácticamente igual a uno de los valores esperados para los circuitos de comparación 160 a 168, es necesario que haya presentes dos de las frecuencias permitidas representadas en la figura 6 de idénticas unidades en coordenadas de las figuras 3 y 4) que los dos componentes de la frecuencia tengan esencialmente igual potencia, y que la señal de ruido sea imperceptible en comparación con las señales de tono.
- 5.
- 10.
- 15.

- La salida del circuito de anchura de banda de potencia media cuadrática 152 se conecta a una entrada de cada uno de los circuitos comparadores 170 a 174 que indican en sus salidas si la estimación de la anchura de banda de potencia media cuadrática de la señal de entrada es o no prácticamente igual a uno de los cinco valores de la anchura de banda de potencia media cuadrática para las señales válidas de frecuencia múltiples según se ilustra en la figura 7.
- 20.

- La salida del circuito de estimación de potencia total 151 se conecta a la entrada del circuito comparador 176 que genera una señal de salida indicativa de si la potencia total de la señal de entrada se encuentra o no dentro de los límites aceptables según se ilustra en la figura 7.
- 25.

- La salida del circuito estimador de potencia de pro-
- 30.

tección 201 se conecta a la entrada del circuito comparador 202 que genera una señal de salida indicativa de si la potencia de la señal de entrada dentro de una gama predeterminada de frecuencias se encuentra o no por encima o por debajo del valor umbral que se ha determinado entre la potencia de ruido esperada máxima y la potencia de la señal esperada mínima.

5. El hecho de que esté presente o no una de las 15 señales de frecuencias múltiples válidas está indicado por la salida de las puertitas Y 180 a 194, respectivamente. Cada una de las puertitas Y 180 a 194 comprenden tres entradas que se conectan a la salida del circuito comparador 176, a la salida de uno de los circuitos comparadores 170 a 174. Cada una de las puertitas Y 190, 192, 193 y 194 tiene una cuarta entrada conectada a la salida de un circuito comparador 202 que es necesario para el caso en que haya presente una señal de ruido con el fin de asegurar que el ruido no sea detectado falsamente como una señal válida. Cada una de las puertitas Y 180 a 194 exige, por lo tanto, que haya presente una estimación aceptable de la potencia total, que la potencia de protección estimada sea menor que un cierto nivel para ciertas combinaciones, y que una de las combinaciones válidas de la frecuencia de la potencia media estimada aceptable y la anchura de banda de la potencia media cuadrática estimada de la señal de entrada esté presente.

10. Muchas otras señales de tonos múltiples podrían detectarse por la construcción de circuitos similares que incorporaran los principios del invento y que pueden diseñar los expertos en la materia. Se observará por los ejemplos anteriores que la comparación de estimaciones de los primeros

15.
20.
25.
30.

tres momentos espectrales de la señal de entrada con los mismos parámetros de la señal deseada dá por resultado un sistema de detección de señales de tono sensible y fiable.

5. Muchas señales que darían herroneamente por resultado una salida positiva de un sistema de detección de tonos analógicos clásicos se pueden detectar como entradas erróneas gracias a éste invento.

10. Describas suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalles en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

15. 1.- Perfeccionamientos en detectores de tonos del tipo que comprenden medios para producir una señal de salida predeterminada solamente si un tono o combinación de tonos está presente en una señal de entrada, caracterizados porque

20. dichos medios comprenden una pluralidad de medios cada uno para derivar de la señal de entrada una estimación de un parámetro respectivo con espectro de frecuencias de la señal de entrada, una pluralidad de medios cada uno para proporcionar una señal predeterminada solamente si la estimación derivada por uno respectivo de dichos medios que derivan estimaciones es prácticamente igual al valor del parámetro correspondiente de un tono o combinación de tonos que se ha de detectar, y medios para producir dicha salida predeterminada

25. solamente si todos los medios que proporcionan señales proporcionan dicha señal predeterminada.

30.

mCe

5. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicha pluralidad de medios que derivan estimaciones comprenden medios para derivar, de dicha señal de entrada una estimación de la potencia total de dicha señal de entrada, medios para derivar, de dicha señal de entrada, una estimación de la frecuencia media de la potencia de dicha señal de entrada, y medios para derivar de dicha señal de entrada, una estimación de la anchura de banda de potencia media cuadrática de dicha señal de entrada.

10. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque la pluralidad de medios que proporcionan señales comprenden medios para generar dicha señal predeterminada cuando dicha estimación de la potencia total de la señal de entrada es igual dentro de límites predeterminados a la potencia total de un tono o combinación de tonos que se han de detectar, medios para generar dicha señal predeterminada cuando la estimación de la frecuencia media de la señal de entrada es igual dentro de límites predeterminados a la frecuencia media de la potencia de un tono o combinación de tonos que se han de detectar, y medios para generar dicha señal predeterminada cuando la estimación de la anchura de banda de potencia media cuadrática es igual dentro de límites predeterminados a la anchura de banda de la potencia media cuadrática de un tono o combinación de tonos que se han de detectar.

25. 4.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 2 ó 3, caracterizados porque la pluralidad de medios que derivan estimaciones comprende además medios para derivar de dicha señal de entrada una estimación de la potencia de la señal de entrada dentro de una gama de frecuencia predeterminadas, y porque la pluralidad de medios que proporcionan seña-

30.

ME

les comprenden además medios para generar la señal predeterminada cuando la estimación de la potencia de la señal de entrada dentro de una gama de frecuencias predeterminadas es menor que un nivel predeterminado.

5. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque para detectar la presencia simultánea de tonos cada uno en una banda de frecuencias diferentes en dicha señal de entrada la pluralidad de medios que derivan estimaciones, comprende medios para derivar de dicha señal de entrada una estimación de la potencia total de la señal de entrada en una banda de frecuencias, medios para derivar de dicha señal de entrada una estimación de la frecuencia media de la potencia de dicha señal de entrada en dicha banda, medios para derivar de la señal de entrada una estimación de la anchura de banda de la potencia media cuadrática de la señal de entrada en dicha banda, medios para derivar de la señal de entrada una estimación de la potencia total de la señal de entrada en una banda de frecuencia diferente, medios para derivar de la señal de entrada una estimación de la frecuencia media de la potencia de la señal de entrada en dicha banda diferente, y medios para derivar de dicha señal de entrada una estimación de la anchura de banda de la potencia media cuadrática de la señal de entrada en dicha banda diferente.
- 10.
- 15.
- 20.
25. 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, caracterizados porque la pluralidad de medios que proporcionan señales comprenden, por cada uno de los medios que derivan estimaciones, un dispositivo respectivo para genera dicha señal predeterminada cuando la estimación derivada por su dispositivo de derivación de estimaciones asociado es igual dentro de límites predeterminados, según sea el caso, a la po-
- 30.

m/e

5. potencia total de dicha señal de entrada en dicha primera banda o en la banda diferente, la frecuencia media de la potencia de dicha señal de entrada en dicha primera banda o en la banda diferente, o la anchura de banda de la potencia media cuadrática de la señal de entrada en dicha primera banda o en la banda diferente.

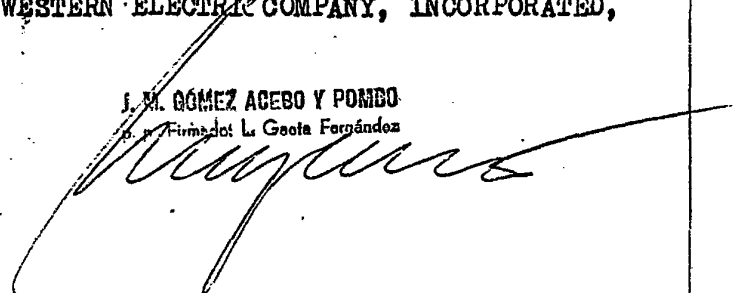
7.- Perfeccionamientos en detectores de tonos, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

10. Esta Memoria consta de veintiocho hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 7 ABR. 1977

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED,

J. M. GÓMEZ ACEBO Y POMBO
Firmado: L. Ceola Fernández



mCe

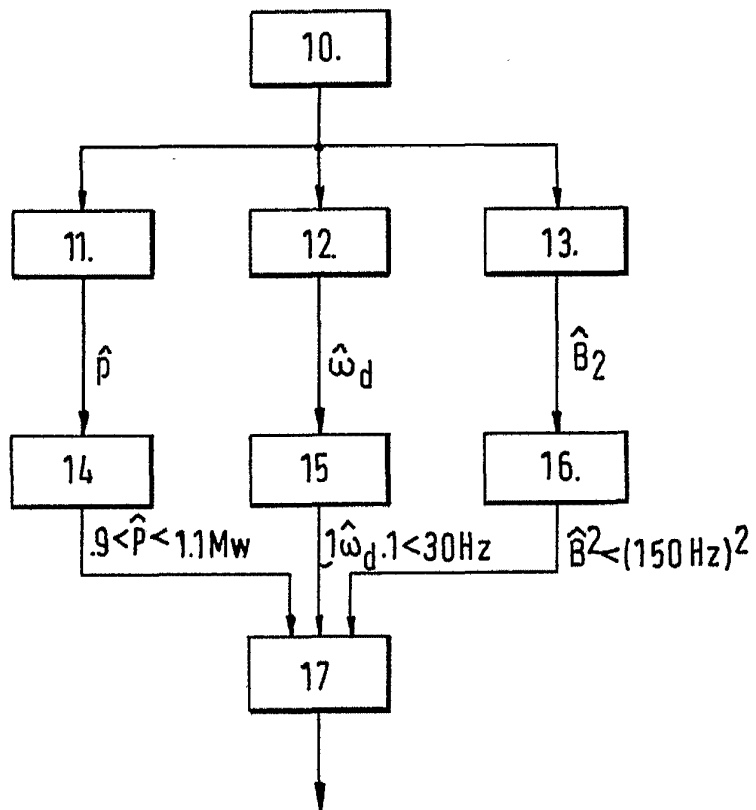


FIG. 1

ESCALA
VARIABLE

Madrid 27 573 1977

J. M. GOMEZ ACESO Y POMEJO
p. p. Firmados L. Gaeta Fernández

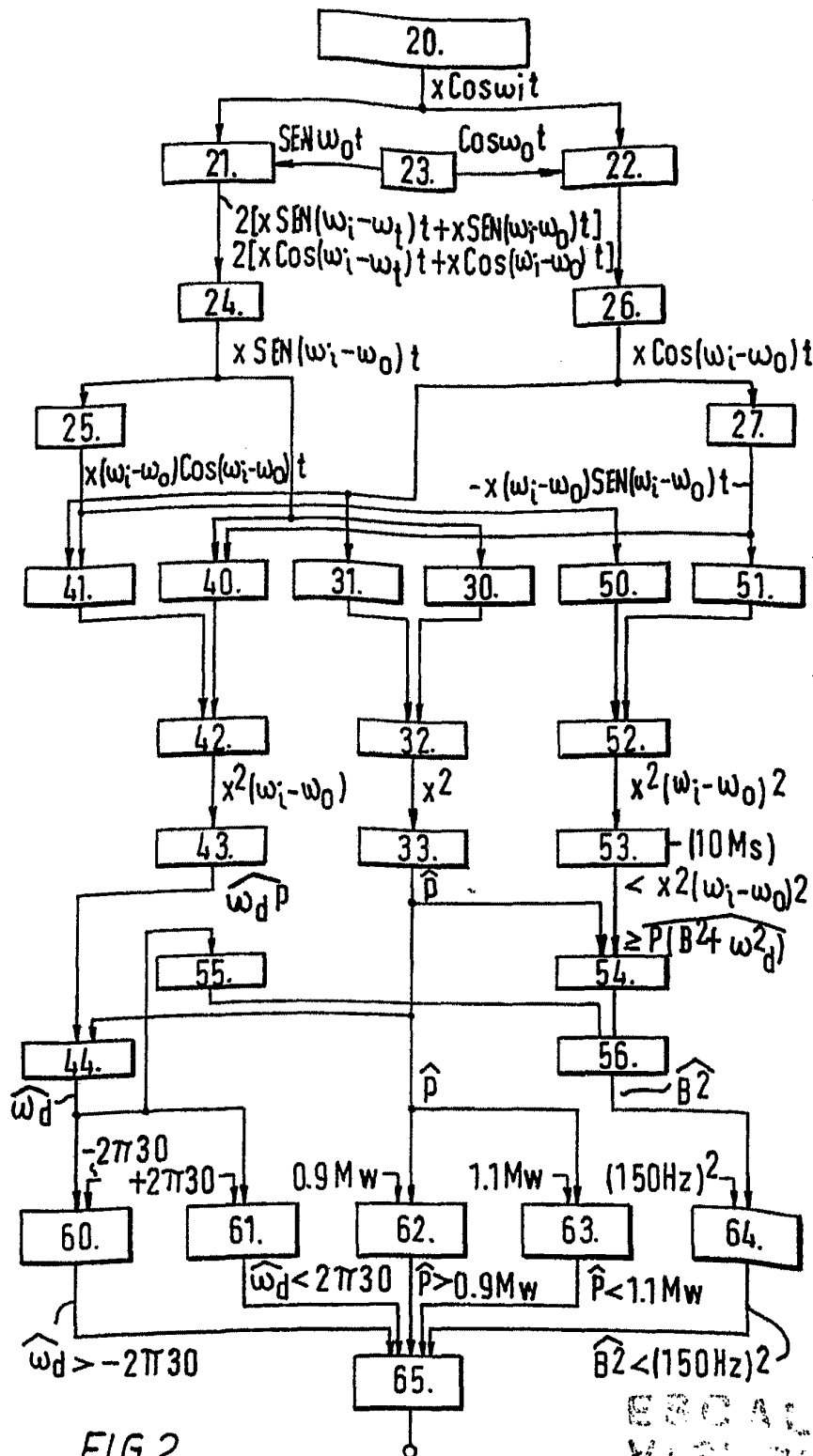


FIG. 2

ERICALA
VARIABLE

Madrid

[Handwritten signature]

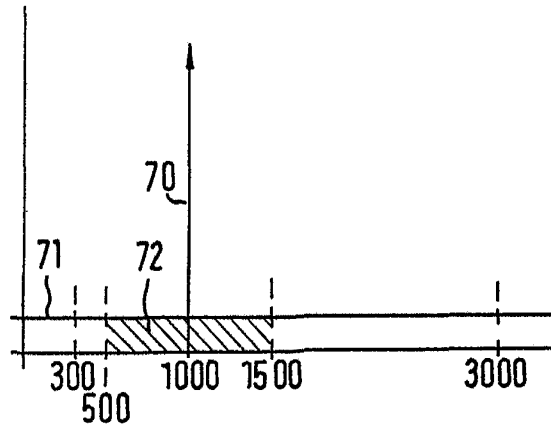


FIG. 3

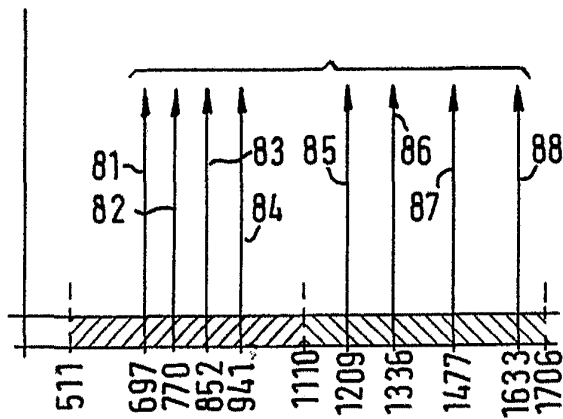


FIG. 4

WESTERN ELECTRIC COMPANY
INCORPORATED
NEW YORK, N. Y.

Handwritten signature

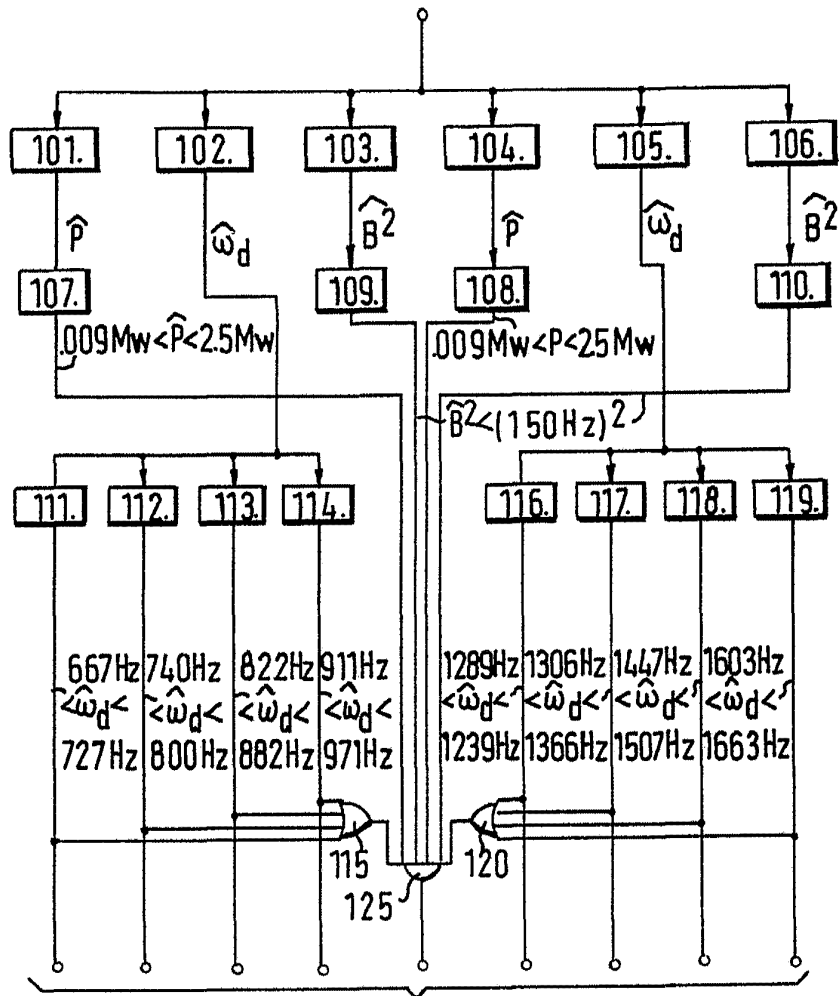


FIG. 5

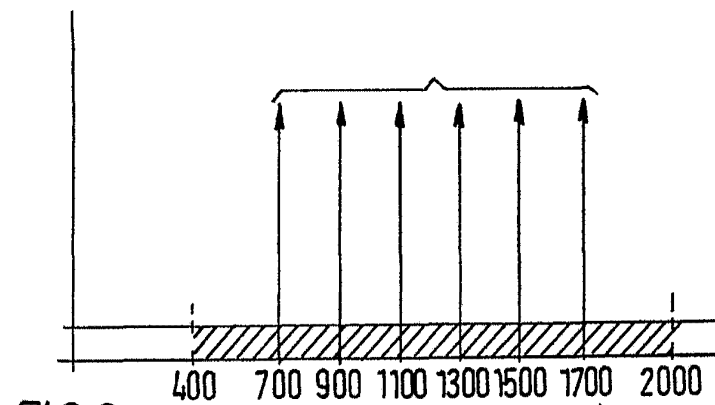
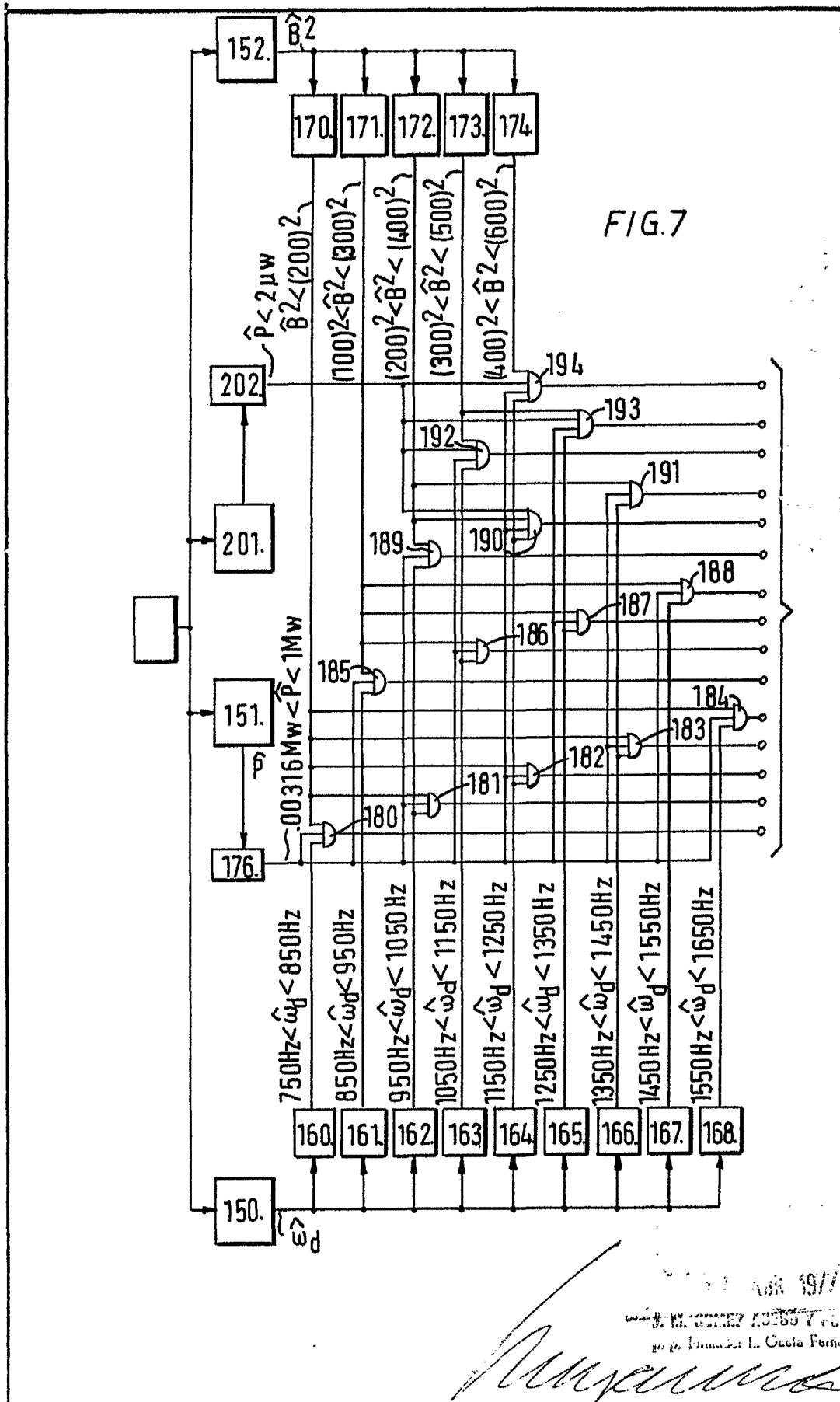


FIG. 6

[Handwritten signature and stamp]



JUN 1977
 No. de expediente 702807
 Sr. Sr. Encargado La Cacia Fernández

[Handwritten Signature]