



400984

409984

Int. Cl. ² : <u>H04B</u>

A.C. 22-2-75

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE INVENCION EN
ESPAÑA POR: "SISTEMA DE TRANSMISION DE VOZ EMPLEANDO TECNI-
CAS DIGITALES", A NOMBRE DE STANDARD ELECTRICA, S.A., CON
DOMICILIO EN MADRID, CALLE DE RAMIREZ DE PRADO Nº 5.

El invento se refiere a un sistema de transmisión de voz empleando técnicas digitales.

Para obtener velocidades de transmisión en bites realmente bajas en lá transmisión digital de señales de voz (o anchura de banda realmente baja con transmisión analógica) es necesario emplear un sistema de análisis/síntesis en el que se transmitan los parámetros de la señal de voz. En el Vocoder, estos parámetros se miden, normalmente, midiendo el espectro de potencia en cortos periodos de la señal con un banco de
5 filtros, y se reconstruye la señal usando un banco de filtros
10 similar. En el Vocoder de seguimiento de componente, se localizan las resonancias del elemento vocal empleando filtros



409984

2.

de frecuencia variable (hasta en número de 4). Este método es, en principio, más eficiente, dado que proporciona menos parámetros a transmitir, pero como los constituyentes que han de explorarse son más bien conceptos que fenómenos, este sistema no funciona muy bien en la práctica.

El presente invento se basa en la utilización de filtros auto adaptables para modelar la muestra vocal. Estos filtros se describen en la Patente Británica Nº 1,184,653 (L.S. Moye - 2). Brevemente, estos filtros comprenden dos secciones, una de ellas calcula los coeficientes de la transformación de la función de correlación transversal de una señal de entrada, y la diferencia entre la señal de salida de la otra sección y una señal predeterminada (la cual es una segunda señal de entrada del filtro autoadaptable). La otra sección comprende un filtro autoadaptable que responde a los coeficientes calculados para producir, de la señal de entrada, la de salida. Cada sección incluye un banco de cuádrupolos ortogonales a los cuales se aplica una señal de entrada y diferentes multiplicadores, uno por cada salida del banco de cuádrupolos. Cada multiplicador recibe como una entrada, la salida de su correspondiente cuádrupolo ortogonal. En el caso de la primera sección, las otras entradas del multiplicador son la señal, mientras que para el filtro adaptable, las otras entradas son los correspondientes coeficientes calculados. En el caso de la primera sección, a cada multiplicador le sigue un integrador, cuya salida es un coeficiente calculado. En la sección del filtro adaptable, se suman las salidas de los multiplicadores para dar la señal de salida del filtro autoadaptable.

Según el presente invento, el sistema de transmisión



de voz incluye, en el transmisor, un filtro auto adaptable como el descrito anteriormente, conectado en una configuración de alimentación negativa en el recorrido de la señal de voz, la señal de entrada de voz para el filtro es también una señal determinada. La señal de salida del filtro se resta de la señal de entrada de voz para proporcionar una señal residual a la salida. Medios para determinar la información de excitación de la entrada de voz presente en la señal residual. Medios para codificar digitalmente la información de excitación.

10 Medios para codificar digitalmente la información que se refiere a los valores de los coeficientes calculados del filtro, autoadaptable. En el receptor existen medios para codificar la información de excitación codificada, medios para generar una señal de excitación a partir de la información de excitación decodificada, un filtro transversal adaptable al que se aplica la señal de excitación. Este filtro está conectado en una configuración de realimentación positiva, y su señal de salida se suma a la señal de excitación. Medios para decodificar la información de coeficiente codificada. Dicha información se aplica para controlar las respuestas del filtro autoadaptable, siendo la entrada del filtro adaptable la salida de voz del receptor.

15

20

A fin de entender mejor el presente invento, describiremos algunas de sus características refiriéndonos a los dibujos que se acompañan, y en los cuales:

25

La Fig. 1 es un diagrama bloque del sistema de transmisión de voz básico objeto de este invento.

La Fig. 2 es un diagrama bloque de un filtro autoadaptable básico.

30 La Fig. 3 es un diagrama bloque de un sistema de

409984

4.



transmisión de voz modificado.

En el sistema mostrado en la Fig. 1 la entrada de voz al transmisor alimenta al filtro autoadaptable 1, en el cual una línea de retardo comprende el banco de cuadripolos ortogonales como su señal de entrada y su señal de referencia. La señal de entrada de voz se aplica también a un circuito de resta 2, donde la salida del filtro 1 se resta de la señal de voz original. La señal que resulta, denominada anteriormente señal residual, alimenta a un circuito de extracción de excitación 3 donde se determinan los componentes de excitación de la entrada de voz original. Existen dos codificadores p.c.m.; el codificador 4 se utiliza para codificar los coeficientes calculados del filtro autoadaptable 1, y el codificador 5 se emplea para codificar la información de excitación. Las dos salidas de los codificadores están multiplexadas en un canal de transmisión común.

De este modo, el transmisor consiste de un filtro autoadaptable en línea de retardo que se adapta para predecir la muestra de la señal de entrada en curso a partir de muestras pasadas de la señal. Tal elemento tiene una función de transferencia compuesta de ceros. Sus coeficientes se adaptan de tal manera que los ceros cambian tanta energía como sea posible de la señal de entrada, esto es, cambian las resonancias. De esta manera, cuando existe señal de voz a su entrada, se adapta para acoplar sus ceros a los polos del elemento vocal. Sin embargo, no se adapta de la misma manera que un filtro de seguimiento de componente. Dado que son los coeficientes y no los ceros lo que se adaptan, el espacio de error en que se opera tiene un mínimo único y no puede tener un mínimo falso, como ocurre con el seguidor.



En el receptor, las señales p.c.m. son, primeramente, demultiplexadas, y después decodificadas separadamente en los decodificadores 6 y 7 respectivamente. La salida del decodificador de excitación 7 alimenta a un generador de excitación 8, donde se regenera la información de excitación de la señal de voz. Los coeficientes decodificados del decodificador 6 alimentan a un filtro transversal 9. La entrada al filtro transversal es la salida del generador de excitación 8, a la que se ha sumado, en un dispositivo de realimentación positiva, la propia salida del filtro, a través del sumador 10.

El filtro autoadaptable 1 se muestra con más detalle en la Fig. 2 y consiste, básicamente, de dos secciones, un correlador y un filtro adaptable. El correlador tiene una primera entrada 11 a la que se aplica una señal de entrada muestreada. Esta entrada gobierna al primero de un banco de cuadripolos ortogonales 12. El banco de cuadripolos ortogonales puede ser definido como un conjunto de salidas tales que la respuesta al impulso medida desde la entrada a cualquier salida es ortogonal a la respuesta al impulso medida entre la entrada y cualquier salida en el sentido de que, si la respuesta al impulso medida desde la entrada a la salida n es $e_n(\tau)$, entonces

$$\int_{-\infty}^{\infty} e_n(\tau) \cdot e_m(\tau) = 0, \quad \text{si } m \neq n$$

$$= K_m, \quad \text{si } m=n$$

donde K_m es una constante distinta de cero. En casi todos los casos prácticos, $k_m=1$ para cualquier valor de m .

Si el banco de cuadripolos ortogonales está constituido por una línea de retardo que tiene retardos iguales al período de la muestra de la señal de entrada, los coeficien-

409984

6.



tes son muestras de la función de correlación transversal de la entrada 11 a la línea de retardo y la diferencia 13 entre la señal de referencia 14 y la salida 15 del filtro autoadaptable.

5 El correlador incluye diferentes multiplicadores 16, uno por cada salida de la línea de retardo. El correlador tiene una segunda entrada, a la que se aplica la diferencia 13 indicada anteriormente. Esta diferencia se aplica a todos los multiplicadores, y las salidas de cada multiplicador a-
10 limentan a los integradores individuales 17. El correlador computa el coeficiente de la transformación de la función de correlación transversal, la entrada 11 y la diferencia 13.

Las entradas de control del filtro adaptable se conectan directamente a las salidas del correlador. El filtro
15 adaptable incorpora también un banco de cuadripolos ortogonales 18, constituyendo nuevamente una línea de retardo bifurcada. La entrada 11 de los cuadripolos 18 es la misma señal de entrada que la del correlador, y las salidas de la línea de retardo alimentan a los multiplicadores 19, que también reci-
20 ben las entradas de control, esto es, los coeficientes de las etapas correspondientes del correlador. Las salidas de los multiplicadores 19 se suman mediante los cuadripolos sumadores 20 para dar la salida final 15 del filtro autoadaptable. Esta salida alimenta también a un circuito comparador 22, cu-
25 ya otra entrada es la señal de referencia 14. La salida del comparador es la diferencia 13.

En la configuración de la Fig. 1, la entrada y la señal de referencia son una misma. Cuando la salida se resta de la entrada mediante el circuito resta 2, la señal residual
30 tiene una envolvente con picos en los puntos de excitación.



La señal residual real incluye también un conjunto de componentes de pequeña amplitud y frecuencia más elevada, pero una vez que se detecta la envolvente, los picos que corresponden a los puntos de excitación son completamente distintos. Estos picos pueden procesarse para dar el equivalente de los impulsos de excitación originales. Ya que las frecuencias de excitación no exceden generalmente los 300 Hz para sonidos vocales, un codificador que opera a 1 kbaudio transmitirá satisfactoriamente la información de excitación.

De la misma manera, los coeficientes computados por el correlador son señales de variación relativamente lenta, y seis u ocho de tales coeficientes pueden ser muestreados y codificados por un sistema p.c.m. que opere a 1,4 kbaudios. El filtro transversal 9 del receptor es idéntico al filtro adaptable del transmisor.

El sistema básico de la Fig. 1 depende, para una transmisión exacta, de los coeficientes entre el transmisor y el receptor de otra manera, puede existir inestabilidad en el receptor. Bajo ciertas condiciones, el circuito de realimentación (compuesto por el filtro 9 y el sumador 10) tiene una Q elevada, y un pequeño error causado al cuantificar un coeficiente puede hacer al filtro inestable. Para evitar el efecto de inestabilidad en el receptor es posible utilizar un sistema en el que la información de coeficiente sea transmitida con suficiente frecuencia para que cualquier inestabilidad sea corregida antes de que sus efectos sean apreciables.

En el sistema modificado de la Fig. 3, el transmisor incluye un circuito de corrección de error de realimentación, idéntico al del receptor, y que es a su vez una modi-

409984

8.



ficación del receptor de la Fig. 1. El filtro transversal de la Fig. 1 está sustituido por un filtro autoadaptable 23, en la Fig. 3. En lugar de transmitir un conjunto de señales exactas multiplexadas, una por cada coeficiente, y que toma un tiempo
5 relativamente largo para enviarse, puede enviarse una señal que se use para adaptar el filtro autoadaptable 23. Esta señal alimenta al filtro autoadaptable 23 en lugar de una señal de referencia, y corresponde a la señal diferencia 13 de la Fig 2. Esto puede representar una señal menos exacta transmitida
10 a intervalos frecuentes. Para obtener esta señal, llamada anteriormente señal "error", el transmisor contiene un filtro autoadaptable 24 y un generador de excitación 25., junto con sus decodificadores principales 26 y 27. Este circuito es idéntico al circuito receptor. La entrada al filtro 24, que
15 sería la misma que la salida de voz del receptor, alimenta también a un filtro transversal adaptable esclavo 28. Los coeficientes computados por el correlador en el filtro autoadaptable 29, que corresponde al filtro en la Fig. 1, no son codificados, sino que alimentan directamente al filtro esclavo 28. La salida del filtro duplicado 24 se resta de la
20 salida del filtro esclavo y se codifica. Esta salida constituye la señal de error y se transmite en lugar de los coeficientes codificados enviados en la configuración de la Fig. 1. Nótese que esta señal de error es la señal diferencia codificada y decodificada entre la salida del filtro autoadaptable
25 24 y la salida del filtro esclavo 28. La salida del filtro esclavo 28 puede considerarse como la señal de referencia del filtro autoadaptable 24, con la excepción de que los errores de cuantización debidos a la codificación de la señal de error se incluyen en la misma. Por consiguiente, el filtro autoadapt-

30



table 24 adapta sus coeficientes a los mismos valores de los del filtro esclavo 28, a pesar de los errores de cuantización necesariamente introducidos en la señal de error. Esta señal de error es, por supuesto, decodificada por el decodificador 27, junto con la señal de excitación decodificada a través del decodificador 27, y proporciona las señales necesarias para adaptar el filtro autoadaptable 23 a la situación correcta.

Este sistema puede describirse del siguiente modo. El filtro autoadaptable duplicado 24, en el transmisor, se adapta moviendo su vector de estado en la dirección del vector de señal en una cantidad proporcional a la señal de error. El vector de señal, en el filtro del receptor 23, puede conocerse en el transmisor si se producen en el mismo el filtro duplicado 24 y su generación de excitación. Así, es conveniente adaptar el vector de estado del filtro duplicado 23 en la dirección de este vector de señal, derivando la señal de error apropiada. Se deriva esta señal de error poniendo la salida del filtro duplicado a través de un filtro adaptable 28 controlado por el filtro autoadaptable 29 y comparando su salida con la del filtro 24.

Aunque solamente se transmita un sólo bit representando la polaridad de esta señal de error, puede hacerse una vez cada algunas muestras cuando se trata de un sistema de baja velocidad de transmisión en bites. Si la señal de entrada se muestra a 8 kHz en un sistema de transmisión de 2,4 kbit, solamente puede emplearse una muestra de cada seis para adaptar el filtro 24. Esto puede dar un adecuado margen de adaptación, pero puede conducir a un comportamiento patológico cuando, por ejemplo, la señal de entrada tiene resonancias con períodos de seis muestras. Esto debe evitarse empleando

409984

10.



una secuencia especial de intervalos pseudo-aleatorios para crear una inestabilidad en la cronometración de las muestras de error.

5 No es necesario transmitir la amplitud de la señal de error, con la condición de que sea modificada la regla de adaptación. En el filtro normal autoadaptable, el producto de los cambios en los coeficientes están normalizados para tener en cuenta las variaciones en el tamaño de la señal de entrada. La señal diferencia (13 en la Fig. 2) y las muestras
10 de entrada retrasadas son proporcionales a la magnitud de la señal de entrada, de tal manera que su producto está dividido por la suma de los cuadrados de las señales de entrada retrasadas. Si la señal de error se transmite con amplitud constante, solamente las muestras de entrada retrasadas varían con la ampli
15 tud de las señales de entrada y el producto está normalizado dividiendo por la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las señales de entrada retrasadas.

El inconveniente principal de este sistema de codificación es que requiere información exacta para reproducir,
20 en el circuito de realimentación, la forma exacta de la excitación en el receptor. Esto significa que la excitación de ruido fortuito no puede emplearse por fricativos. Este problema no puede resolverse empleando un dispositivo para codificar la duración de un impulso en el que se determina y codifica
25 el momento exacto de aparición de cada impulso de excitación.

La amplitud de excitación puede controlarse mediante bits incluidos en el flujo de bits de excitación, uno por cada ocho bits de excitación. Esto provoca que la amplitud de la salida de un integrador aumente o disminuya según el signo del
30 bit. Pensando el sistema en términos digitales, la envolvente



podria actualizarse por $e' = e + a \frac{e}{2^k}$ donde a es el bit (+1 ó -1) y k es una constante de cambio.

El filtro autoadaptable puede realizarse en forma digital según se describe en la Patente Británica Nº 1,184,653. También pueden ser realizadas digitalmente las otras funciones, tales como la extracción de excitación. Del mismo modo que puede controlarse la amplitud de excitación mediante aumento o disminución exponencial empleando operaciones de cambio, suma ó resta, los detectores de envolventes empleados normalmente en la extracción de excitación, pueden ser sustituidos por simples equivalentes digitales.

Ha de quedar entendido que la anterior descripción de una forma determinada del invento, se hace a modo de ejemplo y no ha de considerarse como limitación de su alcance.

Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Gran Bretaña, el día 23 de Diciembre de 1971, señalada con el Nº 59932/71 y se acoge, por lo tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

-----NOTA-----

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

1. Un sistema de transmisión que incluye, por el lado del transmisor, un filtro autoadaptable como se ha descrito anteriormente, conectado en una configuración de alimentación negativa y en el camino de la señal de voz. La señal de entrada de voz al filtro constituye también la señal de referencia. La señal de salida del filtro se resta de la señal de entrada de voz dando una señal residual. Elementos para determinar la información de excitación de la entrada de voz en

409984

12.



la señal residual. Elementos para codificar digitalmente la información relativa a los valores de los coeficientes computados del filtro autoadaptable. En el lado del receptor existen elementos para decodificar la información de excitación
5 codificada, elementos para generar una señal de excitación a partir de la información de excitación decodificada, un filtro transversal adaptable al que se aplica la señal de excitación, un filtro transversal adaptable conectado en una configuración de realimentación positiva de tal modo que su señal
10 de salida se suma a la señal de excitación, y elementos para decodificar la información de coeficiente codificada. Dicha información de coeficiente decodificada se utiliza para controlar las respuestas del filtro adaptable. La entrada del filtro adaptable es la salida de la voz del receptor.

15 2. Un sistema de transmisión que incluye, en el transmisor, un primer filtro autoadaptable, como se ha descrito anteriormente, conectado en alimentación negativa y en un camino de la señal de voz. La señal de entrada de voz al filtro es también la señal de referencia. La señal de salida del filtro
20 se resta de la señal de entrada de voz dando una señal de salida residual. Elementos para determinar la información de excitación de la entrada de voz presente en la señal residual. Elementos para codificar digitalmente la información de excitación. Un filtro transversal adaptable cuyas entradas de control
25 son los coeficientes computados del primer filtro autoadaptable. Un segundo filtro autoadaptable. Elementos para decodificar la primera información de excitación. Elementos para generar una señal de excitación a la que se suma la salida del segundo filtro autoadaptable. La señal resultante constituye
30 la señal de entrada del segundo filtro autoadaptable y del



filtro transversal adaptable. Elementos para restar la salida del segundo filtro autoadaptable de la salida del filtro transversal adaptable para proporcionar una señal de error. Elementos para codificar digitalmente dicha señal de error. Elementos para decodificar la señal de error codificada y aplicar la señal resultante como señal de error para el segundo filtro autoadaptable. Elementos para transmitir a un receptor la información de excitación codificada y la señal de error codificada. En el receptor, elementos para decodificar la información de error y de excitación codificada, un tercer filtro autoadaptable con un segundo generador de la señal de excitación. Este tercer filtro y segundo generador están conectados en una configuración idéntica a la del segundo filtro autoadaptable y primer generador de excitación en el transmisor.

3. Un sistema de transmisión, según el punto 2 en el que los elementos para codificar digitalmente la señal de control de error incluyen medios para generar un bit de información que representa la polaridad de la señal de error.

4. Un sistema de transmisión, según el punto 3, en el que los elementos para transmitir la señal de control de error transmiten dicho bit a intervalos de tiempo determinados por una secuencia pseudoaleatoria predeterminada.

5. Un sistema de transmisión, según cualquiera de los puntos del 2 al 4, en el que los elementos para codificar la información de excitación comprenden medios para determinar el momento en que tiene lugar cada impulso de excitación y medios para expresar tal información de tiempo en forma codificada digitalmente.

6. Un sistema de transmisión, según el punto 5, que incluye, entre los medios para codificar la información de

Handwritten signature or initials.

409984

14.



excitación, medios para determinar la amplitud de los impulsos
de excitación y medios para expresar dicha información de am-
plitud como bits de información multiplexados con grupos de dí-
gitos codificados que expresan la información de tiempo de los
5 impulsos de excitación.

7. Un sistema de transmisión, según el punto 6, don-
de el receptor incluye un integrador cuya salida aumenta o dis-
minuye según el signo de los bits multiplexados con los dígitos
codificados. La salida del integrador se muestrea a intervalos
10 de tiempo determinados por el contenido de la información de
los grupos p.c.m. a fin de proporcionar los impulsos de excita-
ción enviados por los primero y segundo generadores de señal de
excitación.

8. Un sistema de transmisión de voz como se describe
15 en las Figs. 1 ó 3 de los dibujos que se acompaña.

9. Un sistema de transmisión de voz empleando técni-
cas digitales.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede,
representado en los dibujos que se acompañan y a los fines espe-
20 cificados.

Esta memoria consta de 14 hojas escritas por una
sola cara.



22 DIC 1972

Madrid,

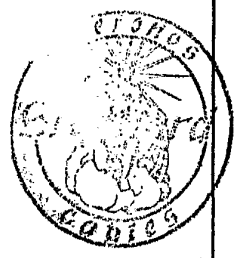
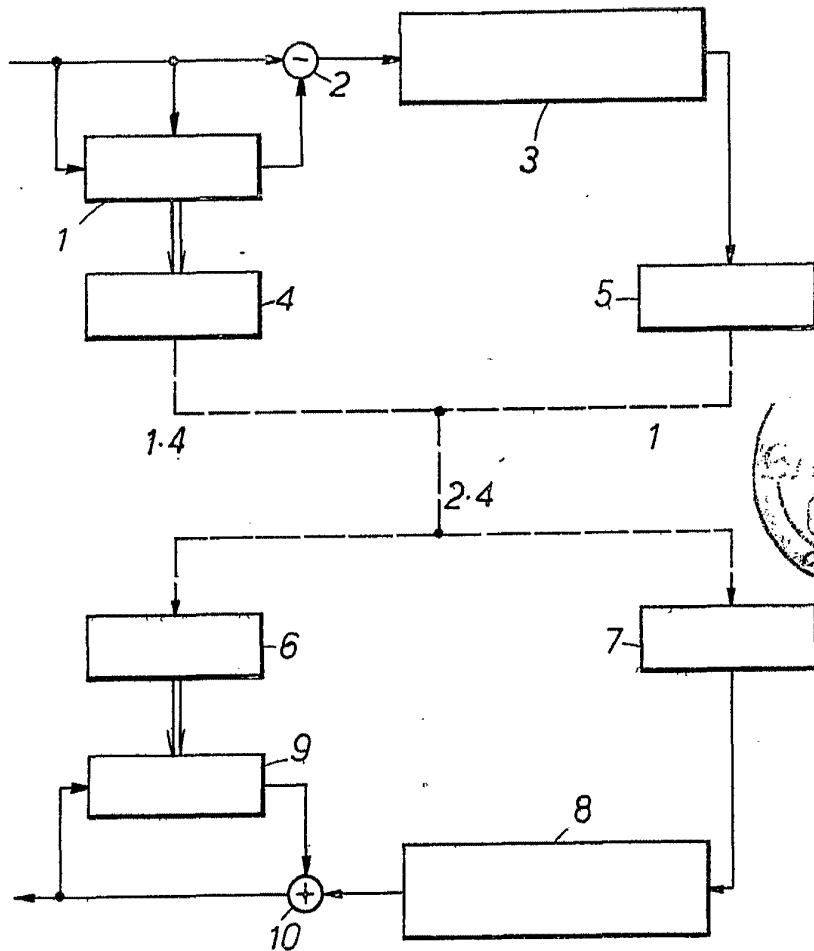

M. G. SANTAMARÍA
VICE-SECRETARIO GENERAL





409984

FIG.1.



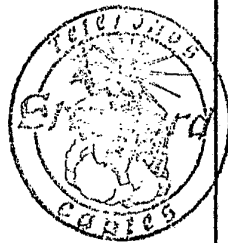
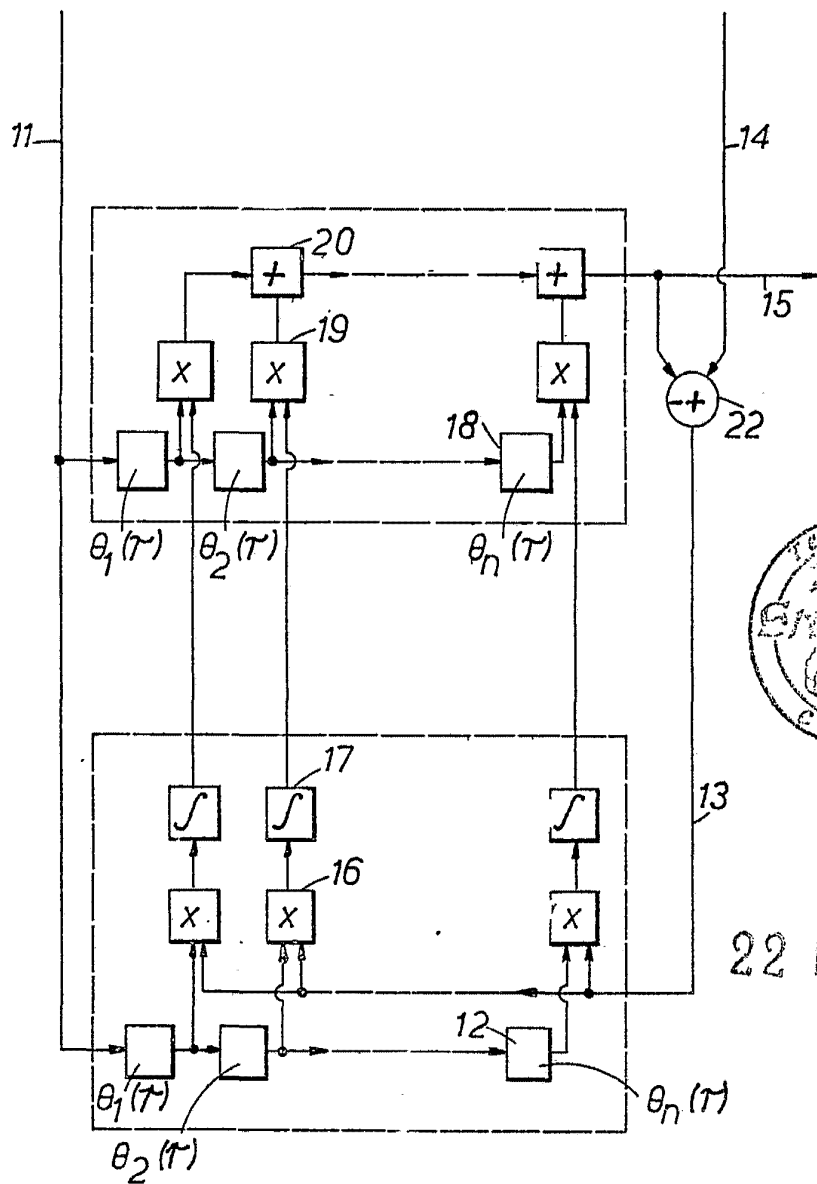
22 DIC 1972

M. G. Santamaria
M. G. SANTAMARIA
VICE-SECRETARIO GENERAL



409984

FIG. 2.



22 DIC 1972

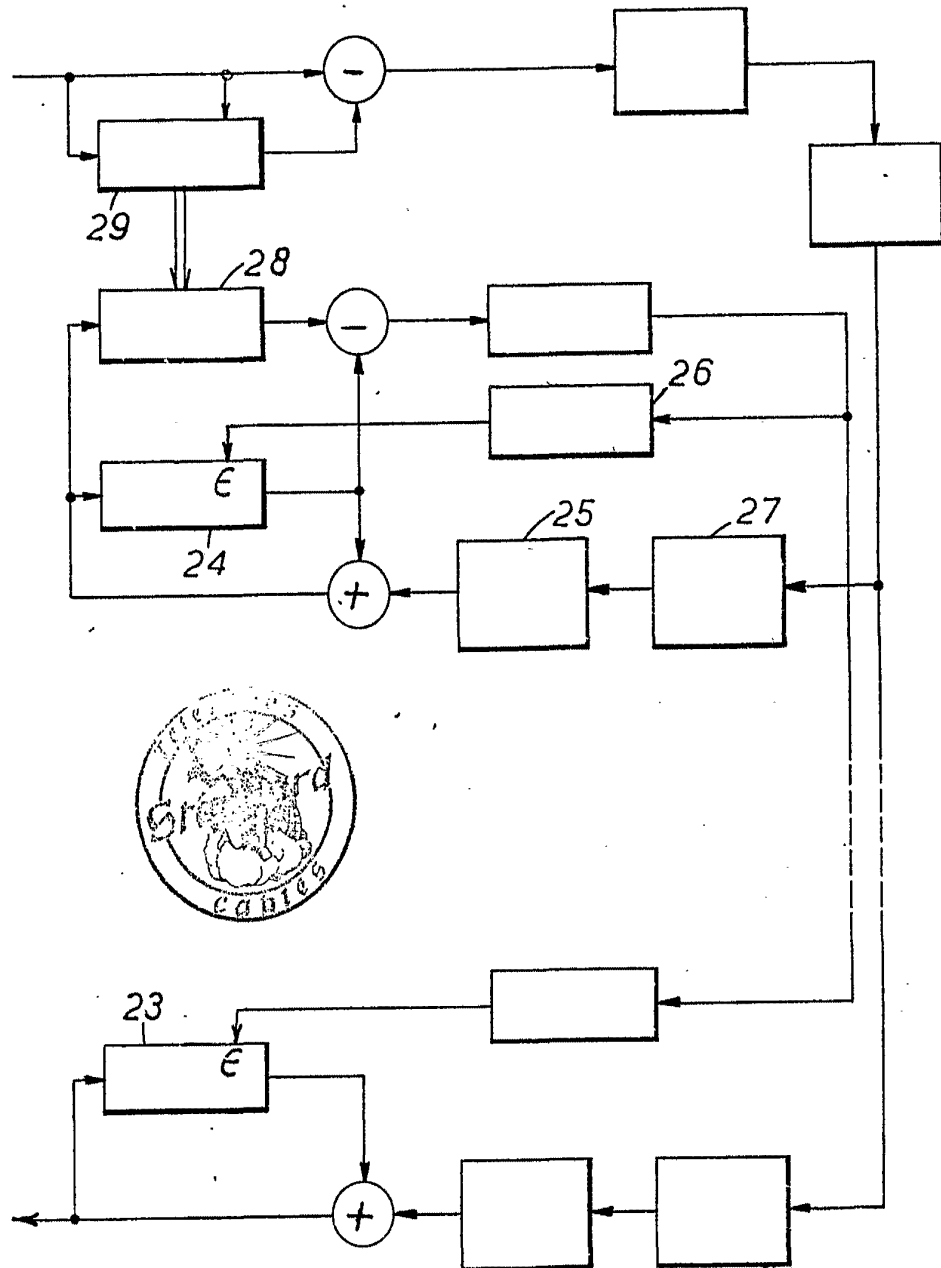
M. G. Santamaria
 M. G. SANTAMARIA
 VICE-SECRETARIO GENERAL



409984

FIG. 3.

22 DIC 1972



M. G. Santamaría
M. G. SANTAMARÍA
VICE-SECRETARIO GENERAL