

346586



A. H. Reeves - J. H. McNeilly 89-3

346586

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE
DE INVENCION EN ESPAÑA POR: "DECODIFICADOR PARA
MODULACION EN CODIGO DE IMPULSOS" A NOMBRE DE
STANDARD ELECTRICA S.A., CON DOMICILIO EN
MADRID, CALLE RAMIREZ DE PRADO Nº 5

Resumen de la descripción. Una señal de modulación en código de im-
pulsos comprimida, preajusta un contador binario y excita un circuito
sintonizado amortiguado para producir una onda amortiguada de ampli-
tud inicial fija y grado de disminución fijo. Esta onda se aplica a un
5 detector de umbral que avanza el contador cada vez que la onda excede
del umbral. Un detector contador de máximo indica cuando el contador
está completo por lo que el medio ciclo siguiente de la onda se aplica
a un circuito almacenador de picos. El circuito almacenador es probado
para dar una versión modulada en amplitud de impulso expandido de la
10 señal de modulación en código de impulsos.

Antecedentes del invento

Este invento se refiere a convertidores de señal y más
particularmente a un decodificador para una señal en forma de modula-
ción de código de impulsos (PCM).

Resumen del invento

15

./..



346586 2.

Un objeto del presente invento es proporcionar un decodificador expansor para palabra en modulación de código de impulsos para colaborar con el codificador compresor de la aplicación pendiente de J.H. McNeilly, Serial No 574.414 presentada el 23 de Agosto de 1.966 para dar un sistema de modulación en código de impulsos con compresión expansión.

Una característica de este invento es la provisión de un decodificador para modulación de palabra en código de impulsos que comprende una fuente de palabra; medios contadores acoplados a la fuente que responden para que la palabra preajuste los medios contadores a un valor numérico, que representa el valor de la palabra, medios generadores acoplados a la fuente que responde a la palabra para producir simultáneamente con la precolocación de los medios de contador una salida de tren de ondas amortiguadas que tienen una amplitud inicial fija y un grado de disminución fijo; medios detectores de umbral acoplados a los medios generadores y a los medios contadores que producen una señal de avance para los medios contadores cuando el tren de ondas amortiguadas excede de un valor de umbral dado; primeros medios acoplados a los medios contadores para producir una señal de control cuando los medios contadores están llenos; y segundos medios acoplados a los medios de generador y a los primeros medios para producir, cuando se produce la señal de control, una versión de la palabra en modulación de amplitud de impulsos (PAM).

El dispositivo decodificador debe corresponder al código empleado. En un sistema de transmisión de conversación, se elige el decodificador que corresponda al codificador. Sin embargo, en las aplicaciones de proceso de datos, en las que por ejemplo, en un multiplicador para dos o más cantidades, se añaden palabras en código pesado exponencialmente, y su suma se expande, el sumador es un dispositivo de proceso de datos y no un codificador de PCM.

./..



346586

3.

En una realización preferida del invento, la señal de PCM se obtiene de un codificador y se comprime de acuerdo con una ley regular de compresión, siendo el decodificador tal que la salida de los segundos medios que comprenden un circuito de almacenamiento de picos es una versión reconstruida PAM de la señal original (por ejemplo, conversación analógica) antes de codificación y compresión.

El invento reside en el método descrito y en los circuitos para realizar el método y también en los sistemas de telecomunicación que incorporan un decodificador del tipo descrito.

Breve descripción de los dibujos

Los antes mencionados y otros objetos y características de este invento quedarán más claros con referencia a la descripción siguiente dada con relación a los dibujos que se acompañan en los que:

La figura 1 es un circuito sintonizado con atenuación positiva, empleado en la aplicación pendiente citada, que es excitado por la aplicación de un impulso PAM de entrada;

La figura 2 representa las distintas respuestas del circuito de la figura 1 a la excitación por señales de diferentes amplitudes de este circuito;

La figura 3 representa las salidas de la figura 2 convertidas a forma digital por un modulador que comprende un detector de umbral;

La figura 4 es un diagrama de bloque de un decodificador de acuerdo con los principios del presente invento; y

La figura 5 representa un número de ondas sinusoidales decrecientes con sus envolventes respectivas.

Descripción de la realización preferida

La descripción siguiente, en lo que se refiere a las fi

./..



guras 1, 2 y 3, es la de un codificador para conversión de una señal en forma de PCM según se describe en la antes citada aplicación pendiente.

Consideremos primero el funcionamiento del circuito de la figura 1 que comprende el transistor T_1 , las resistencias R_1 , R_2 , R_3 y R_4 y el circuito sintonizado 1 que tiene la inductancia L , la capacidad C y la resistencia R_5 . El circuito sintonizado 1 es excitado por una muestra de PAM aplicada en la entrada y da en la salida una respuesta de la forma

$$V \exp(-kt) \sin \omega t,$$

en la que \exp denota la función exponencial, k es una constante positiva llamada factor de atenuación, ω es la frecuencia de resonancia del circuito, t es el tiempo medido desde $t = 0$ inicial y V es la amplitud de la muestra de PAM. Este tren de ondas se aplica entonces a un detector de umbral (por ejemplo, un biestable con umbral θ_{POS} y θ_{NEG} , respectivamente). El detector da una salida cada vez que la onda sinusoidal amortiguada es superior a θ_{POS} o inferior a θ_{NEG} . Un contador binario cuenta el número de impulsos desde el detector y la lectura del contador se convierte en PCM en un serializador.

La figura 2 representa la respuesta S_a , S_b , S_c , S_d y S a los impulsos de prueba aplicados a un circuito sintonizado que tiene atenuación positiva.

La figura 3 representa las diferentes respuestas, según la amplitud, de un dispositivo biestable al que se aplica cada uno de los trenes de ondas de la figura 2. Las curvas (a), (b), (c), (d) y (e) son las respuestas, respectivamente, debidas a los trenes de ondas S_a , S_b , S_c , S_d y S de la figura 2.

En la curva (a) el biestable se conmuta a ON por la primera onda positiva y permanece en esa posición.

En la curva (b) el biestable se pone en ON por la primera

./..



346586

5.

onda positiva y en OFF por la primera onda negativa y permanece OFF.

En la curva (c) el biestable se coloca ON y OFF por el primer ciclo, se coloca en ON por el segundo ciclo positivo y permanece en ON.

110

En la curva (d) el biestable continúa disparando una onda mas larga puesto que la amplitud inicial es mayor.

En la curva (e) el biestable continúa disparándose durante algún tiempo.

115

El voltaje aplicado al biestable es de la forma $r \exp(-kt) \sin wt$ en la que \exp denota la función exponencial.

k es el factor de amortiguamiento del circuito oscilante, w es la frecuencia de resonancia del circuito sintonizado, t es el tiempo medido positivamente desde el instante $t = 0$,

120

cuando el circuito modulador (cuya respuesta es casi instantánea) se excita, y

r es la amplitud de la envolvente del tren de ondas amortiguadas en el momento $t = 0$ cuyo valor depende del valor de la muestra de PAM.

125

Si r_1 corresponde al tren de ondas S_d , r_2 al S_o , r_3 a S_b y r_4 a S_a y si el umbral de conducción del biestable se ajusta a un potencial de $+v$ y el umbral de corte a un potencial de $-v$, entonces ocurre la curva (a) cuando

$$v = r_1 \exp\left(\frac{-kT}{4}\right)$$

La curva (b) ocurre cuando $-v = r_2 \exp\left(\frac{-3kT}{4}\right)$

130

La curva (c) ocurre cuando $v = r_3 \exp\left(\frac{-5kT}{4}\right)$

La curva (d) ocurre cuando $-v = r_4 \exp\left(\frac{-7kT}{4}\right)$

en las que T es el periodo de oscilación del circuito sintonizado.

$$\text{De aquí, } r_2 = r_1 e^{\frac{kT}{2}}, r_3 = r_2 e^{\frac{kT}{2}}, r_4 = r_3 e^{\frac{kT}{2}}$$

135

De ésto queda claro que para ir de una condición del bias

./..



table a la siguiente, la señal aplicada debe incrementarse en un factor de $\frac{kT}{2}$, que da una ley de compresión expansión suave.

La salida del biestable da una versión cuantificada compandida de la muestra de PAM en forma digital. Para convertir ésta
 140 en PCM necesitamos solamente contar los bordes en la salida del biestable con un contador binario y luego serializarla.

Si el contador tiene m bits, entonces se puede contar $2^m - 1$ impulsos de entrada. Supongamos que la amplitud inicial máxima que se encuentra normalmente es igual a M , por lo que la lista siguiente muestra el número de entradas registradas por el contador
 145 binario del codificador contra el módulo de la amplitud del medio ciclo que da esa cuenta, teniendo la amplitud inicial (de la envolvente) el valor M .

Con dos umbrales Θ_{POS} y Θ_{NEG} , entonces en la cuenta 1,
 150 la amplitud es $M \exp\left(\frac{-kT}{4}\right)$

en la cuenta 2, la amplitud es $M \exp\left(\frac{-3kT}{4}\right)$

en la cuenta 3, la amplitud es $M \exp\left(\frac{-5kT}{4}\right)$

• •

• •

155

• •

en la cuenta r , la amplitud es $M \exp - (2r-1) \frac{kT}{4}$

• •

• •

• •

160

en la cuenta $2^m - 1$, la amplitud es $M \exp - (2^{m+1} - 3) \frac{kT}{4}$.

La cuenta final $2^m - 1$ ocurre cuando la amplitud del medio ciclo correspondiente es igual al nivel de umbral Θ , esto es, la condición que tiene que satisfacerse si el contador tiene que manejar exactamente el margen total de entrada del codificador es

165
$$\Theta = M \exp - (2^{m+1} - 3) \frac{kT}{4} \quad (1)$$

•/••



346586

7.

Consideremos un valor particular de la muestra aplicada R que es exactamente suficiente para dar una cuenta r , entonces

$$\Theta = R \exp - (2r - 1) \frac{kT}{4} \quad (2)$$

170 El grupo de código que corresponde a una cuenta de r se envía entonces a la línea como una señal PGM. (En una forma alternativa, de detector de umbral, solo hay un umbral Θ que es positivo. Mediante una elección adecuada de los valores de k y Θ puede disponerse la capacidad del contador para que corresponda al margen total de la señal de entrada).

175 En el decodificador de la figura 4, el código entrante de la línea preajusta la condición del contador binario 1 y al mismo tiempo (esto es, sincrónicamente) inicia en el generador de onda sinusoidal 2 una onda sinusoidal amortiguada cuya amplitud inicial está fijada en, digamos, A . La salida de onda sinusoidal se aplica al detector de umbral 3 que da una salida cuando la amplitud del tren de ondas excede del valor del umbral. Las salidas del contador 3 se suman en el contador 1, hecho para contar desde su valor preajustado r . Cuando el contador llega a su máximo y todos los dígitos son unos, la entrada siguiente del detector puede disponerse para que haga que todos los dígitos vuelvan a cero. Esta transición se reconoce por el detector de cuenta máxima que hace que el módulo del medio ciclo siguiente del generador de onda sinusoidal amortiguada 2 se lea vía la puerta analógica 5.

180

185

Supongamos que la amortiguación de los circuitos sintonizados del codificador y del decodificador sean iguales, y que las frecuencias de resonancia sean iguales, así como los niveles de umbral respectivos. Si la entrada R da una cuenta r el código entrante de la línea al decodificador representará r cuentas y, por lo tanto, se requieren $(2m-1) - r$ impulsos adicionales para poner el contador en todo unos. El impulso siguiente lleva el contador de todo unos a todo ceros y el mó-

190

195



dulo del medio ciclo siguiente de la salida vía la puerta analógica 5, esto es la amplitud correspondiente a la cuenta $(2^m - r)$. Esta amplitud está dada por

$$S = A \exp - \frac{kT}{4} (2^m - r) - 1$$

200 esto es $S = A \exp - \frac{kT}{4} (2^m + 1 - 2r - 1)$ (3)

De las ecuaciones (1) y (2)

$$M \exp - (2^m + 1 - 3) \frac{kT}{4} = R \exp - (2r - 1) \frac{kT}{4}$$

De aquí $\frac{R}{M} = \exp - \frac{kT}{4} (2^m + 1 - 2r - 2)$ (4)

De las ecuaciones (3) y (4)

205 $S = \frac{A}{M} R \exp - \frac{kT}{4}$

Para el módulo S del medio ciclo siguiente de la onda sinusoidal del decodificador que sigue a la transición del contador de completo a todo ceros para dar una salida decodificada expandida que, para el nivel más próximo, es igual a la entrada original al decodificador, esto es, para R idéntico a S (o para la entrada al codificador igual a la salida del decodificador) se requiere

210

$$M = A \exp - \frac{kT}{4} \quad (5)$$

En otros términos, la amplitud inicial de la envolvente de la respuesta del circuito sintonizado debe ser superior a la entrada máxima al codificador en un factor de $\exp \frac{kT}{4}$.

215

El detector de cuenta máxima 4 da una indicación cuando el contador 1 está lleno y la puerta 5 está abierta (por ejemplo, estando cortocircuitada). La onda sinusoidal amortiguada puede llegar así a un voltímetro de pico o circuito almacenador 6 que registra y almacena la amplitud del primer medio ciclo positivo que se obtiene a través de la puerta. La anchura del impulso de prueba no es importante puesto que todos los medios ciclos positivos siguientes serán menores que el primero. La salida PAM se obtiene usando la puerta de muestra 7 para probar el voltaje del almacén de pico 6. Sin embargo, puesto que la entrada PCM puede representar tanto una muestra positiva

220

225



346586 9.

como negativa, es necesario invertir la salida del almacén de picos cuando la señal de la línea indica una muestra negativa y así la indicación de polaridad se lleva de la entrada de PCM al inversor condicional 8.

230 En el caso de que la onda sinusoidal amortiguada esté aplicada a dos umbrales en $\pm \theta$ se requerirán dos circuitos de almacenamiento de pico; uno para las señales positivas y uno para las señales negativas. La anchura del impulso de disparo del detector contador de máximo debe ser tal que solamente pueda pasar un medio ciclo a través de la puerta. La amplitud de este medio ciclo se mantiene en uno de los circuitos de almacenamiento de pico mientras que la otra permanece en cero y la salida se obtiene probando la suma de los voltajes en los dos almacenes de picos. Esta salida puede tener que ser invertida según la indicación de polaridad de la línea.

240 Puede ser necesario dejar mas tiempo entre la detección de la cuenta de máximo del contador de decodificador y el registro de la amplitud del medio ciclo siguiente. Se puede esperar un medio ciclo extra antes de leer la salida y obtener aún la respuesta correcta aumentando la amplitud inicial en otro factor $\exp \frac{kT}{2}$, esto es, haciendo la amplitud inicial de la envolvente del decodificador igual a B en la que $B = M \exp \frac{3kT}{4}$

245 Si solo se usa un umbral, digamos $+\theta$, entonces para obtener el mismo número de cuentas en un tiempo dado, la frecuencia de onda sinusoidal amortiguada tiene que ser el doble de la frecuencia usada en la disposición de dos umbrales, pero se evita el problema de tener la salida decodificada tanto positiva o negativa según que sea un medio ciclo positivo o negativo el que de la cuenta final.

250 La ley de compresión del codificador se adapta con la ley de expansión del decodificador en forma directa teniendo las frecuencias de resonancia de los generadores de onda sinusoidal del codifica-



dor y decodificador iguales y también iguales las constantes de amortiguamiento respectivas.

En la figura 5 se ilustran otras posibilidades que muestran un número de formas de onda con sus envolventes asociadas. La forma de onda $\exp(-kt) \sin wt$ tiene la envolvente $\pm \exp(-kt)$. La forma de onda con umbrales positivo y negativo colocados simétricamente da el mismo código que $\exp(-kt) \sin 2wt$ con solo un umbral positivo, estando determinada la equivalencia de códigos por la relación de los pares de picos sucesivos relevantes (así si se usan dos umbrales, la relación es (módulo del primer medio ciclo positivo de ida) (módulo del medio ciclo negativo de ida siguiente), mientras que con la situación de un solo umbral la relación es de medios ciclos positivos sucesivos).

La forma de onda $\exp(-2kt) \sin 2wt$ con envolvente $\pm (-2kt)$ es equivalente a $\exp(-kt) \sin wt$ con un cambio de escala de tiempo (tiempo anterior / tiempo actual = 2/1). La ley, según se determina por la relación de picos sucesivos (que alternan de signo), es la misma; por ejemplo $m_1/m_2 = n_1/n_2$. (el hecho de que la codificación se hace más rápidamente que la decodificación no es un defecto en un compresor-expansor para transmisión de PCM).

La onda generada por el generador de onda amortiguada puede ser una onda amortiguada exponencialmente simple de la forma $\exp(-bt)$.

Esto es equivalente a la envolvente de una sinusoidal amortiguada sinusoidalmente. Una prueba sinusoidal amortiguada a intervalos iguales de los mismos valores de amplitud de muestra que se obtendrían de una sinusoidal amortiguada con $k = b$ y solo un ajuste de umbral (positivo).

La compresión para la información de modulación de código de impulsos no es hecha necesariamente al mismo tiempo que la cuanti-

346586



zación. La compresión puede hacerse con un método distinto del descrito con relación al codificador de las figuras 1-3.

290 Naturalmente es necesario elegir el codificador para que esté de acuerdo con el código (cuando haya un codificador y se requiera que la salida sea una reconstrucción sin distorsión de la entrada original al codificador, el decodificador debe adaptarse al codificador). Esto se consigue, por ejemplo, haciendo que el decremento logarítmico (medido como relación de muestras de pico sucesivas) de la salida del generador de onda amortiguada del dispositivo decodificador, se adapte a la ley de compresión del codificado. que puede ser por ejemplo del tipo descrito con relación a las figuras 1-3. Una ley regular de compresión es una ley que es conocida en tal forma (por ejemplo como una relación matemática explícita) que permita que una ley de expansión, se adapte en el dispositivo decodificador.

300 Aunque en lo anterior se han descrito los principios del invento en relación con aparatos específicos debe sobrentenderse que esta descripción se ha hecho solamente a título de ejemplo y no como una limitación del alcance del invento según se establece en sus objetos y en las reivindicaciones que se acompañan.

305 Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Inglaterra el 31 de Octubre de 1966 señalada con el nº. 48.615/66 y se acoge por lo tanto a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

----- N O T A -----

310 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 decodificador para modulación en código de impulsos para palabras que comprende:

Una fuente de dichas palabras;



346586

12.

315

medios contadores aplicados a dicha fuente que responden a dicha palabra para preajustar dichos medios contadores a un valor numérico que representa el valor de dicha palabra;

320

medios generadores acoplados a dicha fuente que responden a dicha palabra para producir simultáneamente al ajuste de dichos medios contadores un tren de ondas amortiguadas de salida que tienen una amplitud inicial fija y una constante de disminución fija;

325

medios detectores de umbral acoplados a dichos medios generadores y dichos medios contadores para producir una señal de avance para dichos medios contadores cuando dicho tren de ondas excede de un valor de umbral dado;

330

primeros medios acoplados a dichos contadores para producir una señal de control cuando dichos medios contadores están llenos; y segundos medios acoplados a dichos medios generadores y dichos primeros medios para dar, cuando dicha señal de control se produce, una versión de salida modulada en amplitud de impulsos de dicha palabra.

335

2.- Un decodificador como el del punto 1 en el que dicho tren de ondas amortiguadas es una onda sinusoidal amortiguada exponencialmente.

340

3.- Un decodificador como el del punto 1 en el que dicha palabra se deriva de una entrada modulada en amplitud de impulsos comprimida y dicha salida de modulación de amplitud de impulsos de dichos segundos medios es una salida en modulación de impulsos de amplitud expandida para reconstruir dicha entrada de modulación de impulsos antes de la compresión de amplitud.

4.- Un decodificador como el del punto 1 en el que dicha palabra comprende una indicación de polaridad, y dichos segundos medios están acoplados a dicha fuente en

./..



346586

13.

345 respuesta a dicha indicación de polaridad para determinar la polaridad de dicha salida de modulación de amplitud de impulsos.

5.- Un decodificador como el del punto 1, en el que dichos medios de detección de umbral comprenden valores de umbral positivo y negativo dispuestos simétricamente alrededor del valor
350 lor cero de dicho tren de ondas amortiguadas.

6.- Un decodificador como el del punto 1 en el que dichos medios contadores comprenden un contador binario que tiene un margen de cuenta igual a la palabra de modulación de código de impulsos máxima, normalmente en-
355 contrada.

7.- Un decodificador como el del punto 1 en el que dichos primeros medios comprenden un detector de cuenta máxima.

8.- Un decodificador como el del punto 1 en el que
360 dichos segundos medios comprenden medios de puerta acoplados a dichos medios generadores y dichos primeros medios abiertos por dicha señal de control para pasar un medio ciclo de dicho tren de ondas después de que se haya producido dicha señal de control,

365 medios de almacenamiento de pico acoplados a dichos medios de puerta para almacenar el valor de pico de dicho medio ciclo dado, y medios de puerta de prueba acoplados a dichos medios de almacenamiento de pico para dar dicha salida de modulación de amplitud de impulsos.

370 9.- Un decodificador como el del punto 8 en el que dicha palabra comprende una indicación de polaridad; y dichos segundos medios comprenden además un inversor de polaridad acoplado a dicha fuente y dichos

./..



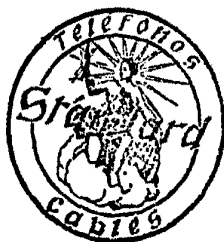
375 medios de puerta de prueba que responden a dicha indicación de polaridad para determinar la polaridad de dicha salida de modulación de amplitud de impulsos.

380 10.- Un decodificador como el del punto 1 en el que dichos medios contadores comprenden un contador binario; y dichos primeros medios comprenden un detector de cuenta máxima; y dichos segundos medios comprenden medios de puerta acoplados a dichos medios generadores y dicho detector de cuenta máxima abierto por dicha señal de control para que pase un medio ciclo dado de dicho tren de ondas después de que se produzca dicha señal de control,

385 medios de almacenamiento de pico acoplados a dichos medios de puerta para almacenar el valor de pico de dicho medio ciclo dado, y
390 medios de puerta de prueba acoplados a dichos medios de almacenamiento de pico para dar dicha salida de modulación de amplitud de impulso.

11.- Un decodificador para modulación en código de impulsos. Tal y como se describe en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.
395 Esta memoria consta de catorce hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 30 OCT. 1967

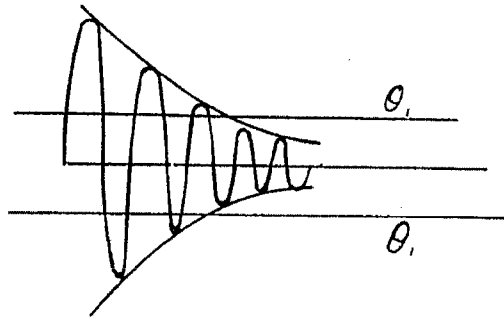
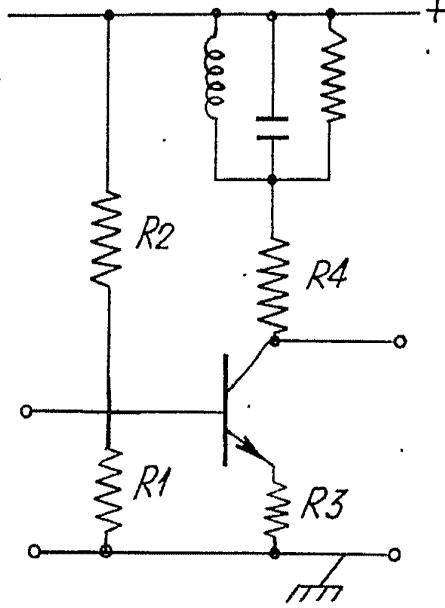



EUGENIO BARROSO
Secretario General



346586

Fig. 1.



30 OCT. 1967

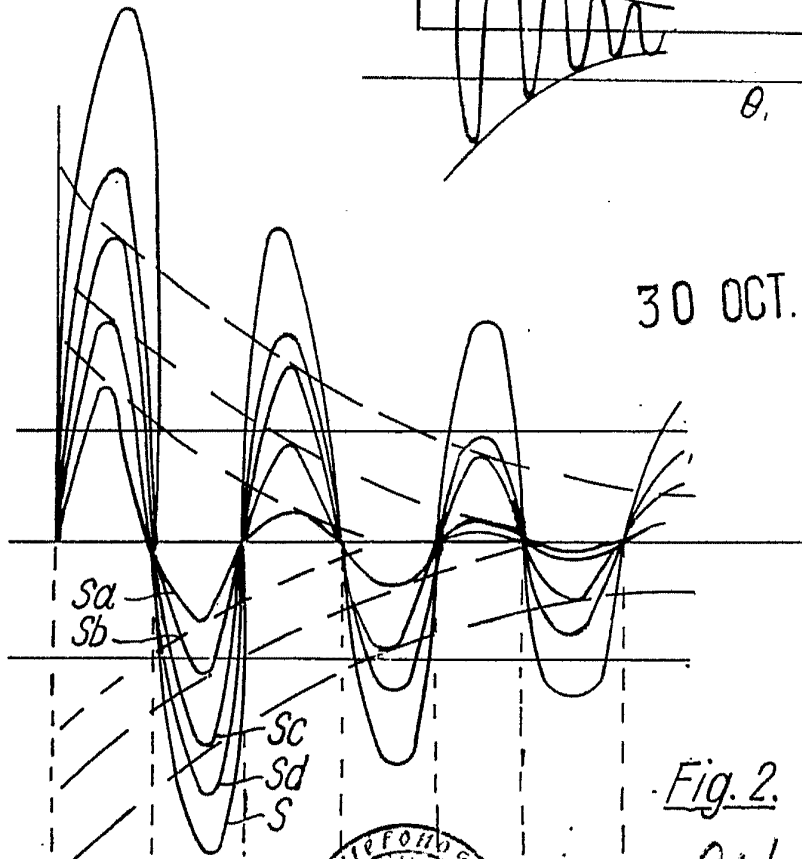


Fig. 2.

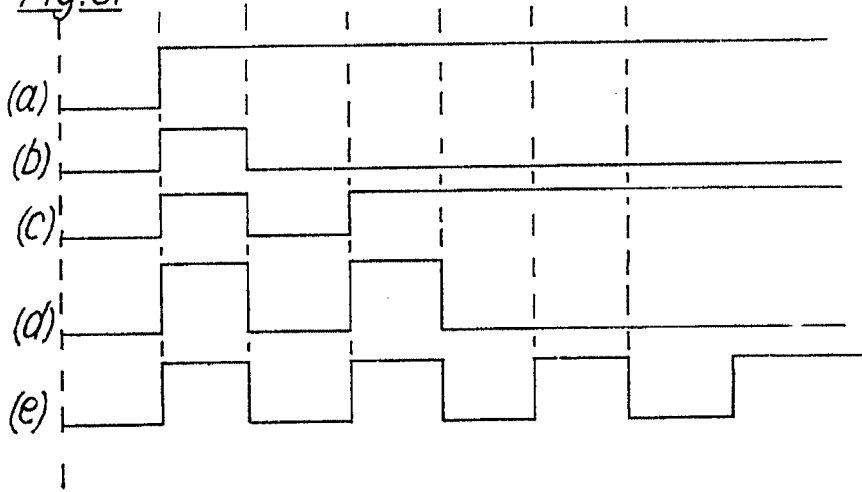


Eugenio Barroso
 EUGENIO BARROSO
 Secretario General



346586

Fig. 3.



30 OCT. 1967

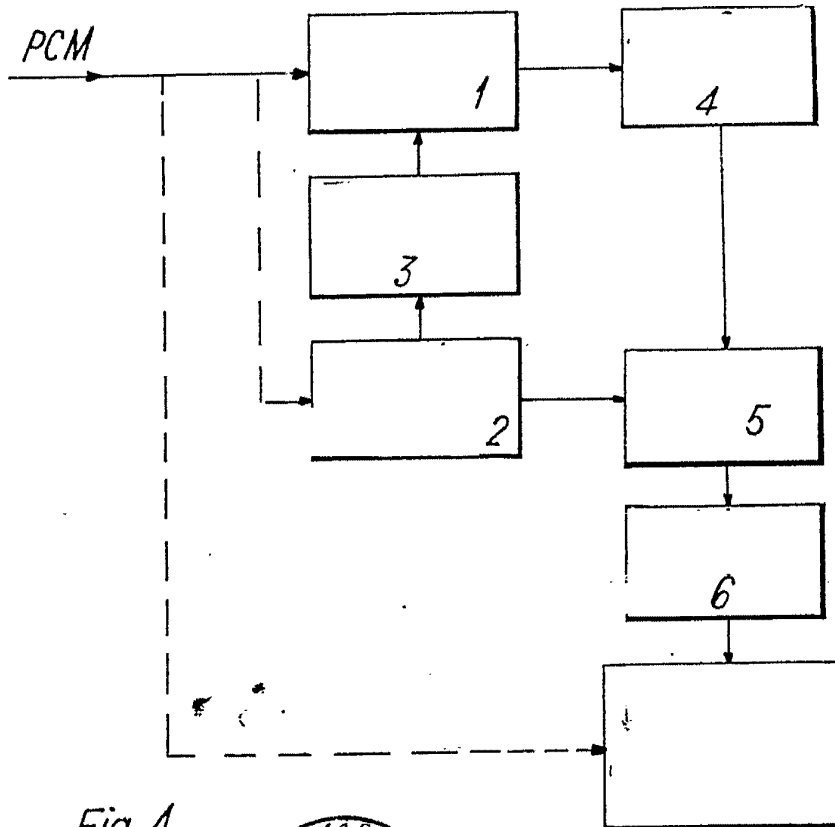


Fig. 4.



Eugenio Barroso
EUGENIO BARROSO
 Secretario General



346586

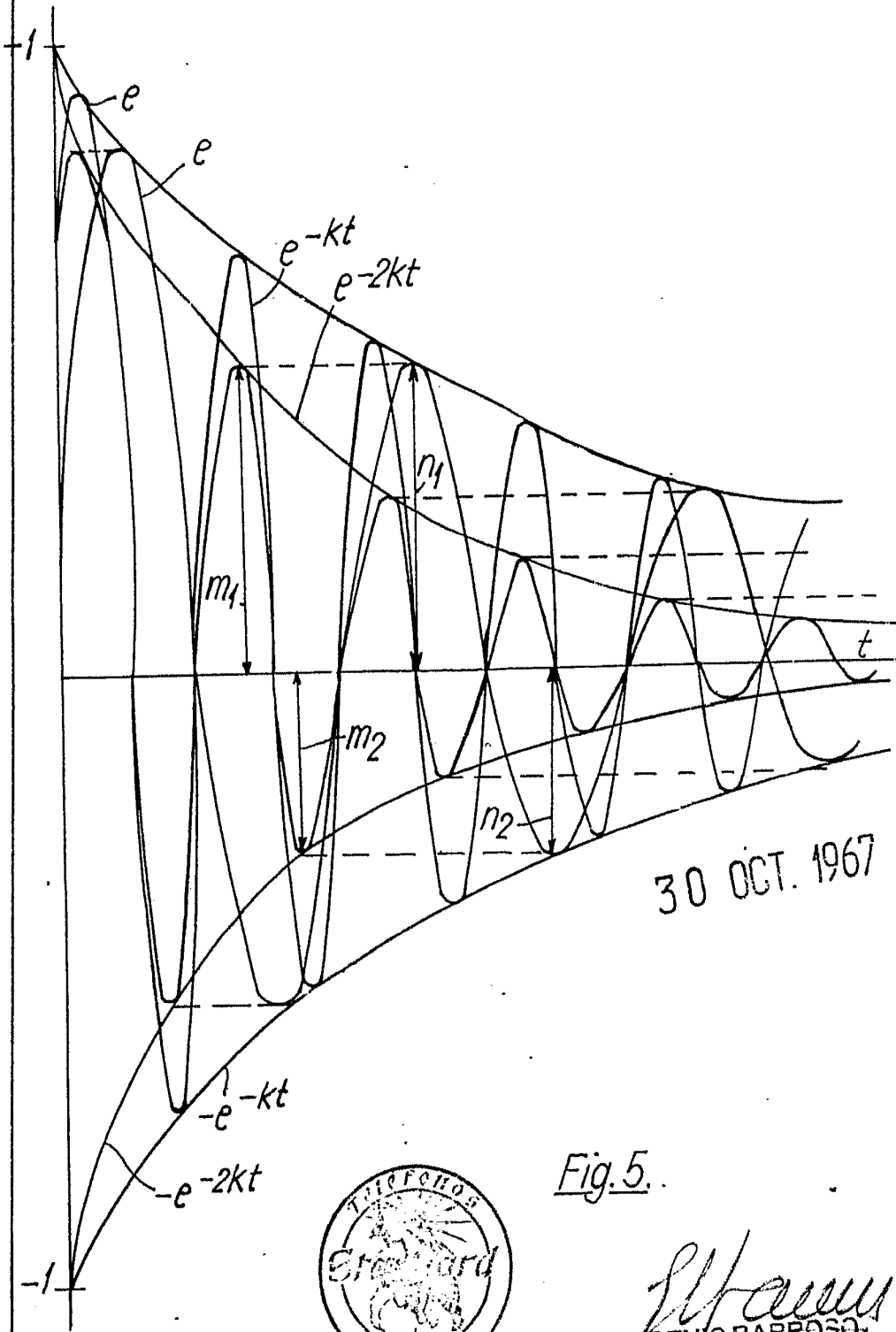


Fig. 5.



Eugenio Barroso
 EUGENIO BARROSO
 Secretario General