

4 1 8 4 1 8

28



4 1 8 4 1 8

P - 55.364

FPHN 6238

Memoria descriptiva

Int. Cl.:

H03K//H04B

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de TELECOMMUNICATIONS RADIO-ELECTRIQUES
ET TELEPHONIQUES T.R.T.

entidad francesa

con domicilio en 88, rue Brillat Savarin, 75013 París,
Francia.

por: "DISPOSICION PARA LA TRANSMISION DE SEÑALES
DE INFORMACION POR MODULACION DE IMPULSOS
CODIFICADOS" (Clase Internacional H03k, H04b)

- 1 -

15.10.73

418418

23



El invento se refiere a una disposición para la transmisión de señales de información por modulación de impulsos codificados, estando provisto el transmisor de un modulador al cual está conectado un generador de impulsos, siendo transmitidos los impulsos de salida de dicho modula-
5 dor a un receptor que coopera con el transmisor y a un circuito de comparación que comprende un circuito integrador y un productor de diferencia para generar una señal de diferencia que indica la diferencia entre las señales a ser transmi-
10 tidas y una señal de comparación que se obtiene por integración de los impulsos de salida de dicho modulador, cuyos impulsos son aplicados al circuito integrador en el circuito de comparación, controlando dicha señal de diferencia al mo-
 dulador.

15 Se entenderá también que modulación de impulsos co-
 dificados significa modulación delta y modulación delta sigma.

 Con el fin de mejorar la calidad de reproducción en tal disposición mediante una considerable reducción del ruido de cuantización y para hacer posible la transmisión de la se-
20 ñal con una reducción considerable de la frecuencia de impulsos del generador de impulsos, es una práctica común utilizar un dispositivo de control dinámico en el transmisor y en el receptor de tal disposición de transmisión del tipo descrito, por ejemplo, en la Memoria de Patente Francesa Número
25 2.004.446. Este dispositivo está controlado por una señal de

418418



control dinámico continuamente variable que es suministrada por un generador de señal de control dinámico que incluye un analizador de series de impulsos al cual son aplicados los impulsos de salida del modulador de impulsos codificados. El
5 analizador de series de impulsos analiza las series de impulsos que están constituidas por los impulsos de salida del modulador suministrados en un intervalo de tiempo fijo de al menos tres impulsos sucesivos por el generador de impulsos y suministra una señal pulsatoria de salida cuando tienen lugar series de impulsos anteriormente determinadas. Estas series de impulsos previamente determinadas caracterizan dentro de dicho intervalo de tiempo fijo la excedencia de un índice de modulación instantánea de alto valor. Para generar dicha señal de control dinámico continuamente variable el generador
10 de tensión de control dinámico está provisto de un circuito integrador conectado a la salida del analizador de cuyo circuito se obtiene dicha señal de control.

En la práctica este sistema de control dinámico especialmente adaptado a las propiedades de los sistemas de modulación delta o modulación delta sigma proporciona ventajas
20 considerables tales como un factor de compresión muy alto sobre una gama de control del orden de 40 dB, y un alto grado de insensibilidad al ruido particularmente para señales de información de niveles bajos. Adicionalmente, este sistema ofrece la posibilidad de ser construido con elementos digitales,
25

29



418418

lo cual hace a la construcción particularmente atractiva para integración en un cuerpo semiconductor, etc., en lo que respecta a insensibilidad a tolerancias.

5 Un objeto del invento es crear una nueva concepción de una disposición del tipo descrito en la introducción en la cual la calidad de reproducción es considerablemente mejorada al tiempo que se conservan las mencionadas ventajas; la gama de control del control dinámico es considerablemente ampliada y es aumentada la estabilidad de la disposición de transmisión.
10 sión.

A este respecto, la disposición de acuerdo con el invento está caracterizada porque el circuito integrador conectado a la salida del analizador de series de impulsos y que comprende un elemento de almacenamiento y un elemento de resistencia está constituido por un circuito no lineal que tiene una constante de tiempo que disminuye al aumentar el nivel de señal, estando conectado dicho circuito integrador no lineal a una fuente de alimentación conmutada y que es conmutada al ritmo de la señal pulsatoria de salida del analizador de series de impulsos, estando derivada la señal de control dinámico del elemento de resistencia del circuito integrador no lineal.
15 20

Como se encontró en la práctica por el Solicitante, la disposición tal como la descrita en la antes mencionada Memoria de Patente Francesa Número 2.004.446 tiene el fenómeno
25

15.10.73

418418



no deseado de que cuando el sistema de control dinámico se ha
ce activo, el ruido de cuantización comienza a aumentar en un
grado considerable dentro de los intervalos de tiempo de va-
lores bajos de la señal de información.

5 Utilizando las medidas de acuerdo con el invento, no
solamente se evita el último fenómeno no deseado, sino que adi
cionalmente se consigue una considerable mejora con relación
a la velocidad de adaptación de la señal de control dinámico
a las variaciones instantáneas de los valores de la señal de
10 información. Ambos efectos dan lugar a una mejora considerable
de la calidad de reproducción y a un aumento de la estabilidad
de la disposición de transmisión al tiempo que la gama de con-
trol dinámico ha aumentado a un valor del orden de 60 dB.

Amplias investigaciones de la disposición de acuer-
15 do con el invento han demostrado que se obtienen resultados
óptimos en la práctica utilizando circuitos de integradores
con un elemento de almacenamiento en la forma de un condensa-
dor lineal y una resistencia no lineal en la forma de una re-
sistencia de contacto p-n o n-p característica de un diodo o
20 un transistor.

Se describirá el invento con mayor detalle con refe-
rencia a las figuras.

Las figuras 1 y 2 representan un transmisor y un re-
ceptor para modulación delta de acuerdo con el invento.

25 La figura 3 representa un diagrama simplificado de

418418



un circuito integrador no lineal.

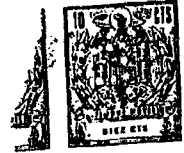
La figura 4 representa un diagrama de la corriente en el elemento de resistencia de este circuito.

5 La figura 5 representa un diagrama en el cual puede ser comparada, con el sistema de acuerdo con el invento, la relación señal ruido en un sistema de transmisión de modulación delta conocido.

10 La figura 6 representa una modificación de un circuito integrador que puede ser utilizado tanto en el transmisor como en el receptor del sistema de acuerdo con el invento, y

Las figuras 7 y 8 representan modificaciones fácilmente realizables en circuito integrado del transmisor y el receptor de acuerdo con el invento.

15 El transmisor de acuerdo con el invento representado en la figura 1 está destinado a la transmisión de señales analógicas por medio de modulación delta. Estas señales son, por ejemplo, señales vocales que son aplicadas al terminal 1 de entrada después de filtrado y amplificación. Este transmisor incluye el modulador 2 de impulsos que está conectado al
20 generador 3 de impulsos de sincronismo y cuyos impulsos de salida son transmitidos, después de regeneración en el regenerador 4 de impulsos, a través de una línea 5 de transmisión, al receptor que coopera con este transmisor. Los impulsos de salida regenerados del modulador 2 están también aplicados a un
25



418418

circuito 6 de realimentación que incluye un circuito 7 integrador y un productor 8 de diferencia. La señal a ser transmitida que está aplicada al terminal 1 y una señal de comparación suministrada por el circuito 7 integrador están aplicadas al productor 8 de diferencia. La señal de diferencia de estas dos señales controla el modulador 2 el cual, como resultado de la polaridad de la señal de diferencia, deja pasar o suprime los impulsos de salida del generador 3. Los impulsos dejados pasar y transmitidos por este modulador 2 están indicados, por ejemplo, como impulsos 1, mientras que los impulsos suprimidos están indicados como impulsos 0.

De este modo, el transmisor suministra en instantes determinados por el generador 3 bien un impulso 1 o un impulso 0 lo cual caracteriza la polaridad de la diferencia entre el valor instantáneo de la señal a ser transmitida y el valor instantáneo de la señal de comparación en el instante en que aparece el siguiente impulso del generador 3, es decir, es caracterizada la pendiente de la señal a ser transmitida en estos instantes.

La señal suministrada por el circuito 7 integrador es una aproximación cuantificada de la señal a ser transmitida y la aproximación es mejor cuanto más alta es la frecuencia de los impulsos de salida del generador 3.

La figura 2 representa un receptor que puede cooperar con el transmisor de la figura 1. Los impulsos recibidos

418418



a través de la línea 5 son regenerados en un regenerador 9 de impulsos al cual están aplicados impulsos de control que proceden de un generador 10 de impulsos de sincronismo local sincronizado con el generador 3 de impulsos situado en el transmisor. Estos impulsos regenerados son aplicados al circuito 11 integrador que corresponde al circuito 7 integrador del transmisor, de modo que aparezca en la salida 12 del circuito 11 integrador una tensión que corresponde a la tensión de comparación del transmisor. La tensión obtenida en el terminal 12 se aplica, por ejemplo, a un reproductor de sonido.

En comparación con la señal a ser transmitida y que está aplicada al transmisor, la señal suministrada por el circuito integrador está bloqueada con ruido de cuantificación cuya magnitud es dependiente entre otras cosas de la frecuencia de los impulsos producidos por el generador 3; el ruido de cuantización disminuye cuando esta frecuencia aumenta. Puesto que este ruido es independiente de la amplitud de la señal, es muy perjudicial para la calidad de reproducción de señales que tienen niveles bajos.

Con el fin de reducir este ruido de cuantificación sin aumentar la frecuencia de los impulsos a ser transmitidos, es conocido utilizar sistemas de control dinámico, en el transmisor y en el receptor con los cuales la magnitud del escalón de cuantificación puede ser adaptada continuamente a la pendiente de la señal de información analógica. De acuerdo, por ejem-



418418

plo, con dicha Memoria de Patente Francesa Número 2.004.446, la magnitud del escalón de cuantificación se deriva de las series de impulsos transmitidos de modo que en el receptor puede realizarse una expansión correspondiente a la compresión de la señal en el transmisor. El transmisor y el receptor de las figuras 1 y 2 están provistos del sistema de control dinámico descrito en dicha Memoria de Patente.

En el transmisor de la figura 1, es variada particularmente la amplitud de los impulsos aplicados al circuito 7 integrador en un dispositivo de control dinámico que está constituido por dos moduladores 13 y 14 de amplitud cuyos impulsos de salida son aplicados, a través de un productor 15 de diferencia, al circuito 7 integrador. Los impulsos a ser modulados en amplitud y aplicados a los moduladores 13 y 14 de amplitud son suministrados por las dos salidas 16 y 17 complementarias, respectivamente, del modulador 2 a través de los regeneradores 4 y 18 de impulsos. Ambos moduladores 13 y 14 de amplitud están controlados por una señal de control dinámico continuamente variable que es suministrada por un generador de señal de control dinámico constituido por una disposición en cascada de un analizador 19 de series de impulsos y un circuito 23 integrador.

El analizador de series de impulsos está alimentado por los impulsos de salida del modulador 2 de impulsos. Este analizador analiza las configuraciones de las series de impulsos

418418



5 sos que se producen sucesivamente en la salida del modulador
2, cuyas series de impulsos están formadas siempre por los
impulsos de salida del modulador 2 que tienen lugar en un in-
tervalo de tiempo fijo y limitado de al menos tres impulsos
10 sucesivos del generador 3 de impulsos. Siempre que aparecen
series de impulsos previamente determinadas que corresponden
a la superación de un índice de modulación instantánea de al-
tos valores dentro del mencionado intervalo de tiempo fijo,
el analizador suministra una señal pulsatoria de salida. En
15 la realización representada el analizador 19 tiene un conta-
dor 20 de impulsos que tiene cuatro posiciones para analizar
la estructura de las series de impulsos constituidas por los
impulsos de salida desde el modulador 2 de impulsos y que se
20 producen en un intervalo de tiempo de cuatro impulsos sucesi-
vos del generador 3. El contador de impulsos está alimentado
por los impulsos de salida procedentes del generador 3 a tra-
vés de una puerta "Y" 21. Esta puerta "Y" 21 es utilizada pa-
ra mantener el contador en su posición final cuando se alcan-
za esta posición. El contador 20 es repuesto a cero por un
25 dispositivo 22 de reposición siempre que es interrumpida por
un impulso "cero" o un impulso "uno" una serie de impulsos
de salida del modulador 2 que consiste en impulsos "uno" ex-
clusivamente o bien impulsos "cero" exclusivamente. El anali-
zador 19 proporciona entonces solamente una tensión cuando
aparecen sucesivamente cuatro impulsos "1" o cuatro impulsos



418418

5 "0" en la salida del modulador 2. La señal de impulsos que se produce en la salida del analizador 19 es integrada por el circuito 23 integrador a fin de obtener una señal de control dinámico alisada que controla los moduladores 13 y 14 de amplitud.

10 En el receptor de la figura 2, el sistema de control dinámico incluye componentes que corresponden a los del transmisor. En este receptor se realiza una expansión de las señales recibidas con este sistema de control dinámico, cuya expansión es inversa a la compresión realizada en el transmisor. Los impulsos recibidos a través de la línea 5 controlan un conmutador 24 del mismo tipo que el modulador 2 de impulsos del transmisor. Las dos salidas 25 y 26 complementarias de estos conmutadores están conectadas, a través de regeneradores 9 y 27 de impulsos, a las entradas de moduladores 28 y 15 29 de amplitud, respectivamente. Estos dos moduladores 28 y 29 forman parte de la disposición de control dinámico del receptor. Estos dos moduladores 28 y 29 controlan a través del productor 30 de diferencia la amplitud de los impulsos aplicados al circuito 11 integrador. Es aplicada una señal de control 20 dinámico a estos dos moduladores, cuya señal de control es suministrada por un generador de señal de control dinámico que tiene la misma estructura y funcionamiento que el del transmisor. Este generador incluye también un analizador 31 25 de series de impulsos que analiza los impulsos de salida del

418418



conmutador 24 en grupos. En las mismas circunstancias que el
analizador 19 del transmisor, este analizador de series de
impulsos proporciona una señal de impulsos que es aplicada
al circuito 32 integrador para generar una señal de control
5 dinámico sin rizado aplicada a los dos moduladores 28 y 29
de amplitud. Los componentes del analizador 31 están designa-
dos por las mismas cifras de referencia que los componentes
correspondientes del analizador 19 en el transmisor.

Se hará referencia a los impulsos suministrados
10 por los analizadores 19 y 31 de impulsos como impulsos de
control y la señal entregada por los circuitos 23 o 32 inte-
gradores será designada señal de control.

Como resultado de la adaptación continua del esca-
lón de cuantificación a la pendiente de la señal a ser trans-
15 mitida, tales sistemas de control dinámico hacen posible ob-
tener una reducción del ruido de cuantificación y de este mo-
do una calidad de reproducción satisfactoria sin necesidad de
aumentar la frecuencia de los impulsos transmitidos. Los fac-
tores de compresión que pueden alcanzarse son muy altos (del
20 orden de 34 dB) y la gama de control es del orden de 30 dB.
También se obtiene un alto grado de insensibilidad al ruido
y tolerancias y un aumento de la estabilidad del sistema de
transmisión utilizando tal sistema de control dinámico porque
la señal de control varía del mismo modo tanto en el transmi-
25 sor como en el receptor.



418418

Se observó, sin embargo, un aumento brusco del ruido de cuantificación en los instantes en que el sistema de control dinámico se hacía activo para los niveles bajos de la señal a ser transmitida y en los instantes en que se producían variaciones rápidas en la señal de información.

De acuerdo con el invento, se evita de un modo simple este aumento brusco del ruido de cuantificación al tiempo que, adicionalmente, se aumentan la gama de control y la estabilidad del sistema de transmisión.

De acuerdo con el invento, el circuito integrador que está conectado a las salidas de los analizadores 19 y 31 de series de impulsos y que incluye un elemento de almacenamiento y un elemento de resistencia en el transmisor y el receptor de las figuras 1 y 2, está constituido por un circuito no lineal que tiene una constante de tiempo que disminuye al aumentar el nivel de señal. En la realización de las figuras 1 y 2 este circuito no lineal está compuesto por un elemento de almacenamiento lineal, en este caso los condensadores 33 y 34, y por un elemento de resistencia no lineal, en este caso los diodos 35 y 36. Los circuitos 23 y 32 integradores, no lineales, están conectados a las fuentes 37 y 38 de alimentación conmutada al ritmo de la señal de impulsos de salida de los analizadores 19 y 31 de series de impulsos, respectivamente. La señal de control dinámico se deriva de los elementos 35 y 36 de resistencia. Con el fin de obtener resultados óptimos



418418

el elemento de resistencia puede estar compuesto por una disposición en serie de diversos diodos y adicionalmente pueden estar conectadas resistencias 37 y 38 lineales en serie con este elemento de resistencia no lineal.

5 En la realización de las figuras 1 y 2 la señal de control dinámico se obtiene aplicando la corriente a través de los diodos 35 y 36 a las entradas de los convertidores 39 y 40 de corriente a tensión que están constituidos por amplificadores 41 y 42 operacionales que tienen una resistencia
10 de entrada infinitamente pequeña con resistencias 43, 44 de realimentación, respectivamente. Las salidas de los convertidores 39 y 40 suministran una tensión de control dinámico que es aplicada a los moduladores 13 y 14 y 28 y 29 de amplitud, respectivamente. En la realización de las figuras 1 y 2 las
15 fuentes 37, 38 de alimentación conmutadas están constituidas por transistores 45, 46 n-p-n cuyos electrodos de base están conectados a las salidas de los analizadores 19, 31 de series de impulsos y cuyos electrodos de colector están conectados, a través de resistencias 47, 48 respectivamente, al terminal
20 positivo de una fuente de tensión continua cuyo terminal negativo está conectado a masa del mismo modo que el electrodo de emisor. Los terminales de entrada del circuito integrador no lineal (terminales de los condensadores 33, 34) están acoplados al electrodo de emisor y el electrodo de colector de los
25 transistores 45, 46, respectivamente, estando establecida la



418418

conexión al electrodo de colector a través de diodos 49, 50. Los diodos 49, 50 están dispuestos de tal manera que dejan pasar la corriente positiva de la fuente de alimentación.

5 El integrador 23 o el 32 suministra una tensión de control dinámico alisada, cuyo valor es proporcional al valor medio de los impulsos suministrados por las fuentes 37, 38 conmutadas. Sin embargo, debido al carácter no lineal del circuito integrador, cuyo carácter se obtiene en la pertinente realización con los diodos 35, 36, el rendimiento del sistema de control es aumentado grandemente como se describirá ahora
10 con referencia a las figuras 3 y 4.

La figura 3 representa un diagrama de un circuito 23 o 32 que está reducido a sus componentes esenciales. Más particularmente esta figura representa, por una parte, una
15 fuente de alimentación conmutada que está representada por la disposición en serie de una fuente de tensión continua, una resistencia P y un contacto K controlado por los impulsos de control, y, por otra parte, un circuito integrador no lineal que está constituido por un condensador C de almacenamiento y un
20 elemento R de resistencia, por ejemplo, un diodo. Se supone que la tensión V_c a través del condensador C permanece baja con relación a la tensión E de la fuente de tensión continua de modo que la corriente instantánea aplicada al circuito integrador es igual a $I_M = E/C$ si está presente un impulso de control,
25 mientras que esta corriente es igual a cero si no hay impulso

29 OCT



418418

de control. Debido al condensador C de almacenamiento, el va
lor medio de la corriente i en el diodo D es igual al valor
medio de la corriente I suministrada por la fuente conmutada
de cuya corriente i se deriva la señal de control. Como se
5 expone en la Memoria de Patente Francesa Número 2.004.446, es
ventajoso determinar una señal de control mínimo que corres-
ponde a un escalón de cuantificación mínimo.

En el pertinente invento está conectada, a este efec
to, una resistencia r en paralelo con la fuente conmutada de
10 modo que en ausencia de impulsos de control la corriente I
aplicada al circuito integrador toma el valor $I_m = E/r$ en vez
de cero. En las figuras 1 y 2 la determinación del escalón mí
nimo de cuantificación se consigue por medio de las resisten-
cias 51 y 52 que están dispuestas entre el terminal positivo
15 de la fuente de tensión continua y la salida de las fuentes
37, 38, de alimentación conmutadas, respectivamente.

Cuando se supone en primer lugar que, de un modo aná
logo a la técnica conocida, el elemento de resistencia del cir
cuito integrador es una resistencia lineal que tiene un valor
20 R, la corriente i a través de la resistencia R del circuito
integrador a través de la cual está aplicada la corriente I,
está dada por la ecuación diferencial:

$$(1) \quad \frac{di}{dt} = \frac{1}{RC} (I-i)$$

25



418418

Durante la presencia de un impulso de control, la corriente I es igual a I_M , de modo que:

$$(2) \quad i = I_M + (i_0 - I_M) \cdot \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

5 en la cual i_0 es la corriente inicial en el instante $t = 0$.

La curva a en la figura 4 representa la variación de la corriente i en presencia de un impulso de control en cuyo caso esta corriente i varía de acuerdo con la ecuación (2). La pendiente di/dt de esta curva, es decir la velocidad de ajuste de la corriente i, disminuye desde un valor $(I - i_0)$ inicial continuamente en el valor de la corriente i, como re-
10 sulta evidente de la ecuación (1). Esto significa que la velocidad a la cual es ajustada la señal de control dinámico a su valor correcto disminuye cuando el valor de esta señal de control dinámico aumenta. El tiempo de ajuste inicial del sis-
15 tema de control dinámico se hace de este modo más largo a medida que se hace mayor la señal de control dinámico inicial. Como resultado, es posible, por una parte, que la señal de control dinámico no pueda adaptarse a la velocidad deseada a señales de información que presentan grandes variaciones ta-
20 les, como, por ejemplo, señales vocales, mientras que, por otra parte, el sistema de control dinámico para los niveles bajos de las señales de información sea de activación lenta lo que da lugar a un aumento del ruido de cuantificación.

25 Cuando, sin embargo, se escoge como elemento de re



29

418418

sistencia del circuito integrador de acuerdo con el invento un elemento no lineal cuya resistencia varía de tal modo que la constante RC de tiempo del circuito integrador disminuye cuando aumenta la corriente i a través de la resistencia R, la expresión (1) muestra que la pendiente de la curva que indica la variación de la corriente i es aumentada, lo que da lugar a un tiempo de ajuste más corto del sistema de control dinámico.

10 Cuando se hace uso, como en la figura 3, de un diodo D como elemento de resistencia, la corriente a través de este diodo varía en presencia de un impulso de control de un modo que es particularmente favorable para el control dinámico.

15 Como es sabido, la relación entre la corriente i continua en un diodo y la tensión v en sus terminales está dada por la ecuación:

$$(3) \quad i = j \left\{ \exp \left(\frac{qV}{KT} \right) - 1 \right\}$$

20 en la cual j es la corriente de saturación del diodo, q es la carga del electrón, T es la temperatura absoluta de la unión P-N, y K es la constante de Boltzmann.

25 Puede demostrarse que para una corriente I que está aplicada al circuito integrador, la corriente i a través del diodo está dada por la ecuación diferencial:



418418

$$(4) \quad \frac{d(i+j)}{dt} = \frac{q}{KTC} (i+j) (I-i)$$

5 En presencia de un impulso de control, la corriente aplicada al circuito integrador es igual a I_M , como se ha mostrado antes. Despreciando la corriente j de saturación del diodo, siempre débil con relación a la corriente i , la ecuación (4) diferencial puede escribirse como:

$$(5) \quad \frac{di}{dt} = \frac{qI_n}{KTC} \left(1 - \frac{i}{I_n}\right) i$$

10

Para aquellos valores de i que son bajos con relación a I_M esta ecuación se reduce a:

$$(6) \quad \frac{di}{dt} = \tau \cdot i$$

15

en la cual τ es una constante de tiempo fija que es igual a $\frac{qI_n}{KTC}$.

20 Esto demuestra que inmediatamente después de producirse un impulso de control, la corriente i a través del diodo aumenta de acuerdo con una potencia de e de acuerdo con la ecuación:

$$(7) \quad i = i_0 e^{\frac{t}{\tau}}$$

25

418418



En la figura 4 la curva b representa la corriente i a través del diodo en función del tiempo durante un impulso de control aplicado en el instante $t = 0$. En la primera parte de esta curva b, es decir en la región comprendida entre el punto de ordenada i_0 y el punto de ordenada $I_M/2$ de inflexión, la curva está dada con una aproximación satisfactoria por la función (7). En la segunda parte de la curva b, es decir en la región comprendida entre el punto de ordenada $I_M/2$ y la asíntota de ordenada I_M , la pendiente de la curva disminuye a cero.

En la región comprendida entre i_0 e $I_M/2$ la pendiente di/dt de la curva b aumenta continuamente y esto lo hace de un modo que está representado matemáticamente por la ecuación (6). El valor inicial de la pendiente está dado por ζi_0 . En contraste con un circuito integrador lineal se obtiene en una amplia gama dinámica un considerable aumento de la velocidad de adaptación de la señal de control dinámico a las variaciones instantáneas del valor de la señal de información. Se realiza de este modo un sistema de control dinámico con el cual se obtiene de un modo muy eficiente una reducción muy efectiva del ruido de cuantificación, incluso para la transmisión de señales de información que tienen flancos escarpados y para señales de información de niveles bajos.

La figura 5 representa como ejemplo la mejora de la relación señal ruido obtenida por el invento. Esta figura re-



418418

5 presenta sobre una escala logarítmica la relación señal ruido de la señal de salida en función del nivel de una señal de información de 800 Hz a ser transmitida. La curva p se refiere a un sistema de control dinámico que incluye un circuito integrador lineal que tiene una constante $RC = 2,2$ mS de tiempo en los circuitos 23 y 32 de las figuras 1 y 2. El mencionado fenómeno ocurre ya para un nivel de señal de -50 dB. La curva q se obtiene utilizando un sistema de control dinámico de acuerdo con el invento en el cual el circuito integrador no lineal está compuesto por los condensadores 33 y 34 de $15 \mu F$ (figuras 1 y 2) y los diodos 35 y 36, mientras que la tensión a través de sus terminales varía en 60 mV lo cual corresponde a una variación de 20 dB de la corriente a través de los diodos. En comparación con la curva p se obtiene una considerable mejora de la relación señal ruido a partir de un nivel de señal de -50 dB excepto para los niveles altos de la señal de información. La curva g se obtiene utilizando un circuito integrador no lineal en el cual, sin embargo, están dispuestas resistencias 37 y 38 de 100Ω en serie con los diodos 35 y 36. Como muestra esta curva, este sistema de control dinámico proporciona también una mejora de la relación señal ruido para los niveles altos de la señal de información; en realidad, se evita una reducción demasiado grande de la resistencia constituida por los diodos. Esta reducción originó un aumento considerable del rizado de la señal



418418

de control dinámico y por tanto una reducción de la relación señal ruido.

Adicionalmente a un aumento de la relación señal ruido que da lugar a una considerable mejora de la calidad de reproducción, se obtuvo también una mejor estabilidad del sistema de transmisión mediante el sistema de acuerdo con el invento porque la señal de control dinámico en el transmisor y en el receptor se adaptan muy rápidamente del mismo modo a las variaciones instantáneas de la señal a ser transmitida. También se consiguió un aumento de la gama de control dinámico a 60 dB.

Los diferentes componentes de los circuitos 23 y 32 de las figuras 1 y 2 pueden ser realizados alternativamente de un modo diferente. Por ejemplo, en el circuito integrador puede ser utilizada una resistencia fija como elemento de resistencia y puede ser utilizado un condensador como elemento de almacenamiento cuya capacidad disminuya proporcionalmente a la tensión aplicada a través de este condensador. Tal capacidad está constituida, por ejemplo, por un diodo de capacidad variable. Los dos elementos de almacenamiento y de resistencia formados de esta manera e incluidos en la disposición de circuito del modo que se representa en las figuras 1 y 2 llevan a un circuito integrador no lineal cuya constante RC de tiempo disminuye cuando aumenta la señal aplicada al mismo y con el cual se obtiene una corriente en el elemento de resis



29

418418

tencia cuya corriente varía del modo descrito anteriormente y de la cual se deriva la señal de control dinámico.

Es posible alternativamente incluir una inductancia como elemento de almacenamiento en serie con el elemento de resistencia en el circuito integrador, indistintamente con una inductancia cuyo valor disminuya con la corriente a través de la misma o con una resistencia cuyo valor aumente con la corriente a través de ella. Se obtiene entonces un circuito integrador que tiene una constante L/R de tiempo que disminuye cuando aumenta el valor de la señal aplicada a su entrada porque el valor de inductancia disminuye con la corriente a través de la misma o bien porque la resistencia del elemento de resistencia disminuye con la corriente que pasa a través de él. La señal de control dinámico puede entonces derivarse de la tensión a través del elemento de resistencia.

La figura 6 representa un circuito integrador para utilización en el sistema de control dinámico, que está destinado a acelerar la reducción de la señal de control dinámico en ausencia de impulsos de control. Aunque el aumento de la corriente i del diodo es acelerado en el circuito integrador de la figura 3 mediante la aplicación de un impulso de control, la disminución de esta corriente en este diodo varía con una velocidad crecientemente más lenta a medida que disminuye esta corriente y se aproxima al valor de la corriente que corresponde al escalón mínimo de cuantificación. El resultado



418418

es que el sistema de control dinámico se activa muy rápidamente pero vuelve solamente de un modo lento a la posición de reposo.

Con el fin de alcanzar esta posición de reposo más rápidamente, la figura 6 representa un circuito integrador modificado que puede ser utilizado tanto en el transmisor como en el receptor. Los impulsos de control suministrados por el analizador 19 de series de impulsos son aplicados a la entrada de esta circuito 23. El circuito integrador no lineal está también constituido por el condensador 33 de almacenamiento y el diodo 35 y la corriente i a través de este diodo está aplicada igualmente al convertidor 39 de corriente a tensión para generar la señal de control dinámico. El circuito integrador representado en la figura 6 difiere, sin embargo, del representado en las figuras 1 y 2 en que la fuente 37 de alimentación conmutada está constituida por una resistencia 60 conectada al terminal positivo de una fuente de tensión continua y por dos diodos 61 y 62 que están conectados, a través de un punto de conexión común, a la resistencia 60 en la dirección de conducción con relación a la fuente de tensión continua. El segundo terminal del diodo 61 está conectado al condensador 33 y el segundo terminal del diodo 62 está conectado a la salida del analizador 19.

El circuito representado en la figura 6 difiere del mismo modo de los circuitos integradores de acuerdo con las



418418

figuras 1 y 2 en que está incorporado un circuito 63 que ha
ce posible ajustar no solamente una corriente mínima en di
do 35 con el fin de determinar un escalón mínimo de cuanti-
ficación, sino también acelerar la disminución de la corrien
5 te a través de este diodo en ausencia de los impulsos de con
trol. Este circuito que está dispuesto para la finalidad de
alimentación entre los terminales 64 y 65 de la fuente de ten
sión continua tiene una salida 66 conectada al circuito 33,
35 integrador. Dicho circuito 63 incluye la disposición en
10 serie de una resistencia 67 y dos diodos 68 y 69 entre los
terminales 64 y 65. Este circuito está también provisto de
dos transistores 70 y 71 cuyos electrodos correspondientes
están conectados entre sí y cuyos electrodos de colector es-
tán conectados al terminal 64 de alimentación mientras que
15 los electrodos de base están conectados al punto de unión de
la resistencia 67 y el diodo 68 y los electrodos de emisor
están conectados al terminal 66 de salida. El camino emisor
colector de un tercer transistor 72 está dispuesto entre el
terminal 66 de salida y el terminal 65 de alimentación y su
20 unión base emisor está conectada en paralelo con el diodo 69.

Con el fin de aclarar el funcionamiento del circui
to 63, el punto de partida es el caso ventajoso y fácilmente
realizable en el que todos los componentes están fabricados
sobre un único y mismo substrato semiconductor junto con el
25 diodo 35 del circuito integrador mientras que todos los tran-

418418



sistores o diodos tienen las mismas dimensiones de modo que estos componentes son portadores de corrientes iguales cuando estén aplicadas las mismas tensiones a la unión base emisor de los transistores y a la unión de los diodos.

5 En la posición de reposo del circuito 23 en la cual la influencia del último impulso de compresión suministrado por la fuente 37 conmutada sobre la corriente i del diodo 35 está totalmente eliminada, la rama del circuito constituido por los elementos 67, 68, 69 es portadora de la misma corriente I_m cuyo valor está determinado por el valor de la resistencia 67. La caída de tensión a través del diodo 69 causada por esta corriente I_m produce una corriente I_1 en el electrodo de colector del transistor 72 cuya corriente es aproximadamente igual a I_m . Ambos transistores 70 y 71 suministran las corrientes I_2 e I_3 a fin de constituir una corriente $I_2 + I_3$ de suma que está distribuida aproximadamente igual entre el transistor 72 y el diodo 45. El terminal 66 de salida proporciona así una corriente I_4 en la posición de reposo, cuya corriente es aproximadamente igual a I_m y que tiene una dirección correspondiente a la dirección de carga del condensador 33 mientras que el diodo 35 es también portador de una corriente i que no es igual a I_m y que descarga su condensador 33 de modo que se termina un escalón mínimo de cuantificación.

10

15

20

25 En un segundo estado, cuando tiene lugar un impulso de control, la fuente 37 de alimentación conmutada provoca un

291 104
418418



aumento rápido de la tensión a través del condensador 33 de modo que la corriente I_2+I_3 de suma disminuye rápidamente. Puesto que la tensión entre los extremos del diodo a través del cual fluye la corriente I_m permanece inalterada, la corriente I_1 a través del transistor 72 permanece sin modificar, y para compensar la reducción de la corriente I_2+I_3 de suma, es ajustada rápidamente a través del terminal 66 de salida una corriente I_4 que tiene un valor I_m máximo, cuya corriente tiene una dirección que es opuesta a la dirección de I_4 en el estado de reposo de manera que esta corriente tiene tendencia a descargar el condensador 33.

En un tercer estado que tiene lugar después de la desaparición de un impulso de compresión, el condensador 33 es descargado por la corriente i a través del diodo 35 y por la corriente I_4 ajustada durante el impulso de control. Como resultado se acelera la descarga del condensador 33 y la disminución de la corriente i .

Cuando la tensión entre los extremos del condensador 33 alcanza un valor que corresponde a un valor de i del orden de 6 dB por encima de su valor I_m final, la corriente I_4 se hace igual a cero y aumenta subsiguientemente en la dirección opuesta para tomar el valor I_m correspondiente al estado de reposo.

Es de observar que, puesto que la corriente de descarga adicional del condensador 33 está limitada a un valor



418418

I_m , la disminución de la señal de control dinámico para los niveles bajos de esta señal puede ser acelerada por los circuitos antes descritos sin influir sobre el rápido aumento de la señal de control dinámico para los niveles más altos de esta señal.

Las figuras 7 y 8 representan realizaciones de un receptor y un transmisor en un sistema de transmisión de acuerdo con el invento. Estas disposiciones representan, entre otras cosas, un circuito de modulación de amplitud que es eminentemente adecuado para ser conectado a un diodo utilizado como elemento de resistencia no lineal del circuito integrador mientras que esta disposición hace que el escalón de cuantificación varíe sin introducir distorsión y puede ser fácilmente integrada en un cuerpo semiconductor.

En la figura 7 la mayor parte de los componentes del transmisor de la figura 1 tienen números de referencia correspondientes. La señal a ser transmitida y la señal suministrada por el circuito 7 integrador están aplicadas a las entradas del productor 8 de diferencia. La salida del productor 8 de diferencia está conectada al modulador 2 de impulsos. Las dos señales complementarias proporcionadas por el modulador 2 son aplicadas al regenerador 4 y 18 de impulsos uno de los cuales, por ejemplo el 4, proporciona los impulsos codificados a ser transmitidos al receptor. El sistema de control dinámico incluye el analizador 19 de series de impulsos al cual son aplica-



418418

das las series de impulsos codificados suministradas por el regenerador 18, siendo aplicados los impulsos de control proporcionados por este analizador a un circuito 23 que, de acuerdo con el invento, consiste en el condensador 33 de almacenamiento y un elemento de resistencia no lineal constituido por el diodo 35. Los terminales del diodo 35 están conectados directamente a un circuito 80 de modulación que desempeña la función del modulador 13, 14 de amplitud y el productor 15 de diferencia de la figura 1. La salida 81 de este circuito 80 está conectada al circuito 7 integrador para generar la señal de comparación. Adicionalmente, los impulsos mutuamente complementarios proporcionados por los regeneradores 4 y 18 de impulsos están aplicados a los terminales 82 y 83 del circuito 80 de modulación.

El circuito 80 de modulación comprende en su lado de entrada un transistor 84 cuya unión base emisor está conectada en paralelo con la unión del diodo 35. Esta unión base emisor del transistor 84 constituye junto con el diodo 35 el elemento de resistencia no lineal del circuito integrador y la corriente total que fluye a través de este elemento no lineal es la corriente indicada antes por i que es utilizada para el control dinámico. El circuito m_1 que está formada por el diodo 35 y el transistor 84 es la realización más simple de un llamado "espejo de corriente" en cuyo circuito el transistor 84 se comporta como un generador ideal de corriente que

418418

29



proporciona una corriente j_1 que es una imagen casi perfecta de la corriente i aplicada a su entrada cuando la unión 35 de diodo y la unión base emisor del transistor 84 están combinadas satisfactoriamente, lo que se realiza automáticamente cuando el diodo 35 y el transistor 84 están integrados sobre un único substrato semiconductor. En ese caso la relación j_1/i depende sustancialmente solo de la superficie de las dos uniones.

La salida del espejo m_1 de corriente está conectada al punto de conexión de los electrodos de emisor de los transistores 85 y 86. Los electrodos de base de estos transistores 85 y 86 están conectados a los terminales 82 y 83, respectivamente, y sus electrodos de colector están conectados a las entradas de los espejos m_2 y m_3 de corriente, respectivamente.

En la realización representada estos espejos de corriente están constituidos por el transistor 87 en combinación con el diodo 88 y por el transistor 89 en combinación con el diodo 90, respectivamente. La salida del espejo m_2 de corriente está conectada a la salida 81 del circuito 80 de modulación. La salida del espejo m_3 de corriente está conectada a la entrada de un espejo m_4 de corriente que está constituido por un transistor 91 en combinación con un diodo 92. La salida del espejo m_4 de corriente está conectada del mismo modo a la salida 81.



25

418418

El funcionamiento del circuito 80 de modulación es como sigue: dependiendo del valor de los impulsos complementarios codificados aplicados a los electrodos de base de los transistores 85 y 86, bien el transistor 85 está conduciendo y el transistor 86 está al corte o bien el transistor 85 está al corte y el transistor 86 está conduciendo. Ambos transistores 85 y 86 funcionan así como conmutador de corriente para la corriente j_1 . En el primer caso (transistor 85 conduciendo) la corriente j_1 está aplicada a la entrada del espejo m_2 de corriente que suministra una corriente j_2 en la salida 81 en una dirección que aumenta la señal suministrada por el circuito 7 integrador. En el segundo caso (transistor 86 conduciendo) la corriente j_1 está aplicada a la entrada del espejo m_3 de corriente que proporciona una corriente j_3 para la entrada del espejo m_4 de corriente. Este produce una corriente j_4 en la salida 81 en una dirección que da lugar a la disminución de la señal de comparación suministrada por el circuito 7 integrador. Las corrientes j_1 y j_4 son en definitiva imágenes de la corriente i del circuito integrador y reproducen esta corriente sin deformación. Integrando los componentes del circuito 80 sobre un único substrato semiconductor estas corrientes pueden ser hechas exactamente iguales entre sí, de modo que para la misma corriente i se obtenga el mismo escalón de cuantificación para valores crecientes y decrecientes de la señal a ser transmitida.

418418



La figura 8 representa una modificación del receptor de acuerdo con la figura 2. En esta figura 8 los componentes correspondientes a los de la figura 2 tienen los mismos números de referencia. En este receptor, al igual que en el receptor de la figura 7, es utilizado un circuito 93 de modulación que tiene exactamente la misma estructura que el circuito 80 de modulación en el transmisor de acuerdo con la figura 7 y funciona del mismo modo. En este circuito 93 de modulación la unión base emisor del transistor 84 de entrada está conectada en paralelo con el diodo 36 del circuito integrador en el circuito 32. Los electrodos de base de los transistores 85, 86 dispuestos como conmutadores reciben impulsos codificados complementarios a través de regeneradores 9 y 28 de impulsos. La salida del circuito 93 de modulación está conectada al circuito 11 integrador que reproduce la señal transmitida en una forma analógica. El circuito de modulación 80 del transmisor y el circuito 93 del receptor pueden ser construidos por integración en un cuerpo semiconductor de tal modo que el funcionamiento del sistema de control dinámico sea el mismo en el transmisor y en el receptor, mejorando así la estabilidad del sistema de transmisión.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Francia, el 4 de Septiembre de 1.972, bajo el N° 7231270, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

418418



REIVINDICACIONES

5 Los puntos de invención propia y nueva que se pre-
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de
Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen
en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Disposición para la transmisión de señales de
información por modulación de impulsos codificados, estando
provisto el transmisor de un modulador al cual está conectado
un generador de impulsos, siendo transmitidos los impulsos
de salida de dicho modulador a un receptor que coopera con el
transmisor y a un circuito de comparación que comprende un
15 circuito integrador y un productor de diferencia para generar
una señal de diferencia que indica la diferencia entre las se-
ñales a ser transmitidas y una señal de comparación que se ob-
tiene por integración de los impulsos de salida de dicho modu-
lador aplicados al circuito integrador en el circuito de com-
paración, controlando dicha señal de diferencia al modulador,
20 estando tanto el transmisor como el receptor en dicho sistema
provistos de un sistema de control dinámico que comprende un
dispositivo de control dinámico que está controlado por una
señal de control dinámico continuamente variable proporciona-
da por un generador de señal de control dinámico que incluye
25 un analizador de series de impulsos al cual están aplicados

15.10.73

14 NOV 1976

418418

los impulsos de salida del modulador, analizando dicho
analizador de series de impulsos las series de impulsos
que tienen lugar sucesivamente, que están constituídas
por los impulsos de salida del modulador suministrados
5 en un intervalo de tiempo fijo de al menos tres impul-
sos del generador de impulsos y que suministra una señal
pulsatoria de salida exclusivamente cuando tienen lugar
series de impulsos previamente determinadas que corres-
ponden a la superación de un índice de modulación ins-
10 tantáneo de calor alto dentro de dicho intervalo de tiem-
po fijo, incluyendo dicho generador de señal de control
dinámico un circuito integrador conectado a la salida
del analizador de series de impulsos para suministrar la
señal de control dinámico continuamente variable, carac-
15 terizada porque el circuito integrador conectado a la sa-
lida del analizador de series de impulsos y que compren-
de un elemento de almacenamiento y un elemento de resis-
tencia está constituido por un circuito no lineal que
tiene una constante de tiempo que disminuye con un nivel
20 de señal creciente, estando conectado dicho circuito in-
tegrador no lineal a una fuente de alimentación conmuta-
da y que es conmutada al ritmo de la señal pulsatoria de
salida del analizador de series de impulsos, estando de-
rivada la señal de control dinámico del elemento de re-
25 sistencia del circuito integrador no lineal.



418418

5 2ª.- Disposición de acuerdo con la reivin-
dicación 1ª, caracterizada porque el circuito integrador
no lineal del sistema de control dinámico incluye un sis-
tema de almacenamiento en forma de un condensador lineal
que está conectado a la salida de la fuente de alimenta-
ción conmutada y un elemento de resistencia no lineal en
forma de, al menos, una unión p-n o una unión n-p de un
diodo o de un transistor, que está conectada en paralelo
con el condensador.

10 3ª.- Disposición de acuerdo con la reivin-
dicación 2ª, caracterizada porque el elemento de resis-
tencia no lineal está constituido por un circuito en cas-
cada de una pluralidad de dichas uniones, estando aplica-
da la corriente a través de dicha unión (o uniones) a un
15 amplificador que tiene una resistencia de entrada baja
que suministra la señal de control dinámico.

20 4ª.- Disposición de acuerdo con la reivin-
dicación 2ª, caracterizada porque el elemento de resis-
tencia no lineal del circuito integrador está constitui-
do por la resistencia de entrada de circuito espejo de
corriente.

25 5ª.- Disposición de acuerdo con la reivin-
dicación 4ª, caracterizada porque la resistencia de en-
trada del circuito espejo de corriente está constituida
por la resistencia de una unión de diodo que está conec-

418418



tada en paralelo con la unión base emisor de un transistor cuyo electrodo de colector constituye la salida del espejo de corriente.

5 6ª.- Disposición de acuerdo con la reivindicación 4ª o la reivindicación 5ª, caracterizada porque la corriente de salida del circuito espejo de corriente está aplicada a un circuito de conmutación que tiene dos posiciones cuyo circuito forma parte del modulador de amplitud del dispositivo de control dinámico, siendo activado dicho circuito de conmutación por los impulsos a ser transmitidos, mientras que las dos salidas de dicho circuito de conmutación están conectadas a la entrada del circuito integrador del circuito de comparación a través de dos ramas de circuito que proporcionan corrientes iguales y dirigidas en sentidos opuestos.

10

15

7ª.- Disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2ª a 7ª, caracterizada porque está dispuesta una resistencia lineal en serie con el elemento de resistencia no lineal del circuito integrador.

20 8ª.- Disposición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 7ª, caracterizada porque el circuito integrador no lineal está conectado a una fuente de alimentación de tensión continua a fin de determinar una señal mínima de control dinámico.

25 9ª.- Disposición de acuerdo con cualquier-

418418



ra de las reivindicaciones 2ª a 7ª, caracterizada porque el condensador del circuito integrador no lineal está conectado a una fuente de alimentación de tensión continua a través de un circuito que incluye un primer transistor cuyos electrodos de colector y emisor están conectados a los terminales de dicho condensador, estando conectado el electrodo de emisor de dicho primer transistor a un terminal de la fuente de alimentación de tensión continua a través de los caminos emisor colector de dos transistores, mientras que están dispuestos una resistencia, un primer y un segundo diodos en serie entre los dos terminales de dicha fuente de alimentación, estando conectado el punto de conexión de la resistencia y el primer diodo a los electrodos de base interconectados de dichos dos transistores, estando conectado el terminal común del primer y del segundo diodo a la base de dicho primer transistor.

10ª.- Disposición para la transmisión de señales de información por modulación de impulsos codificados.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

25

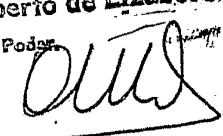


14 NOV 1975

418418

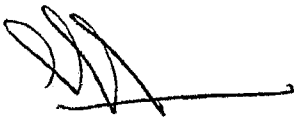
La presente Memoria consta de treinta y
ocho hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 14 NOV. 1975

P.A. Alberto de Elizaburu
por Poder 

7.11.75
JGM/.

- 38 -





418418

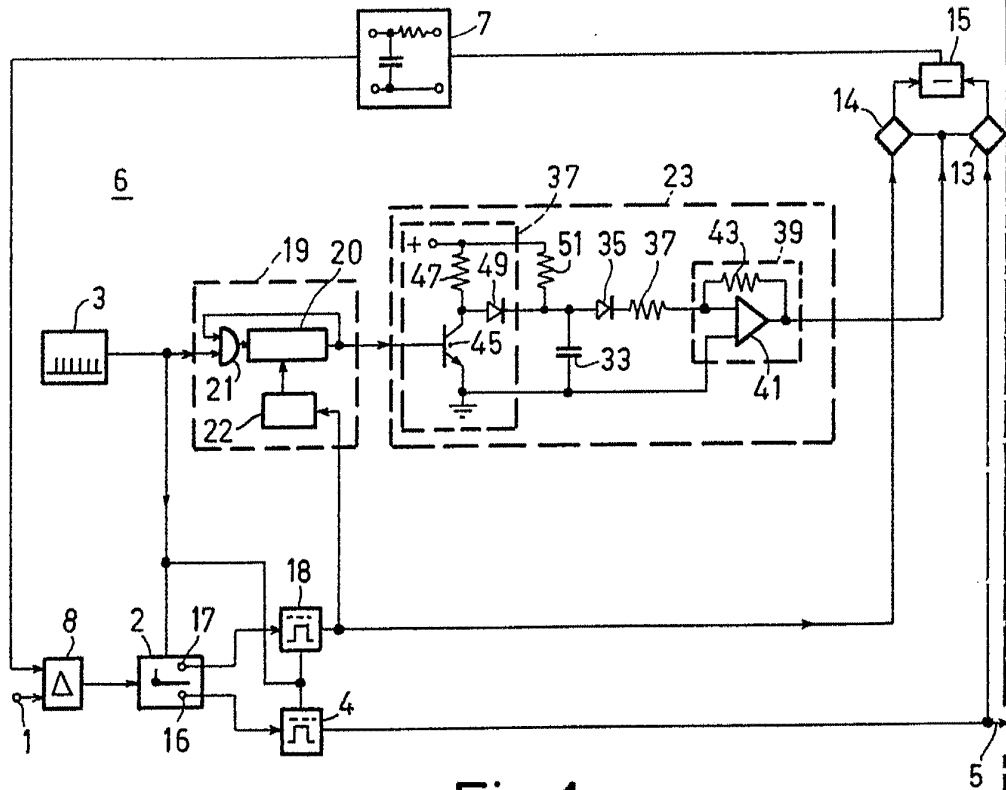


Fig. 1

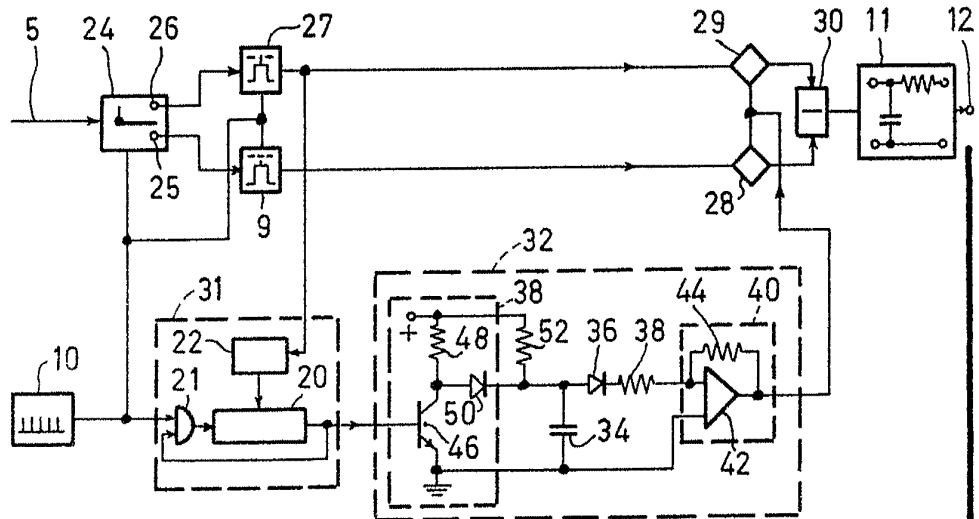


Fig. 2

Handwritten signature and text at the bottom right of the page.



418418

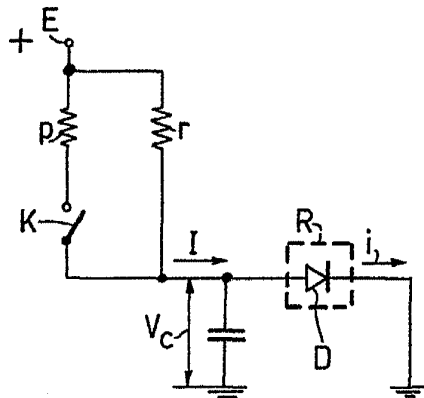


Fig. 3

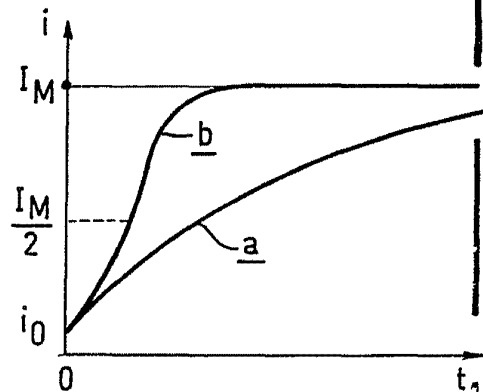


Fig. 4

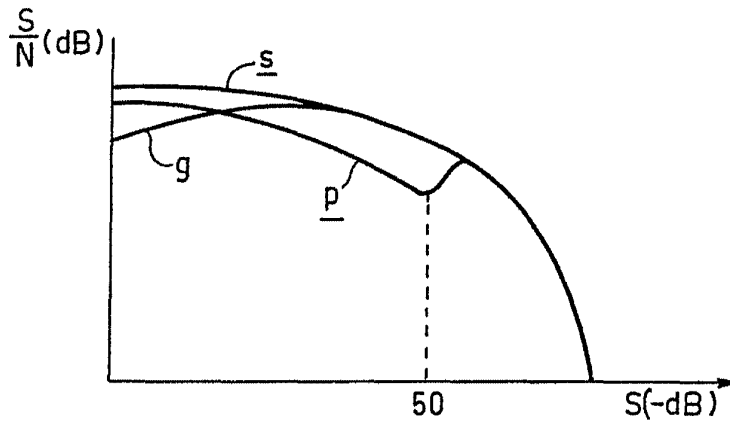


Fig. 5

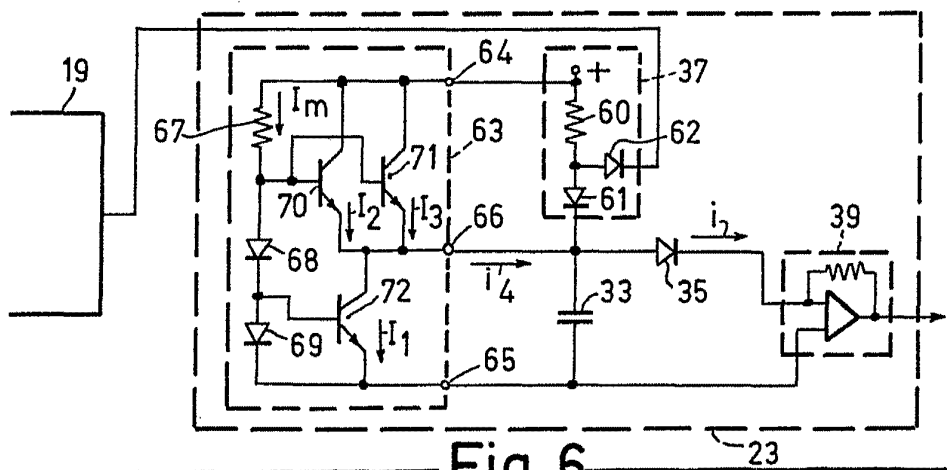


Fig. 6

[Handwritten signature]



418418

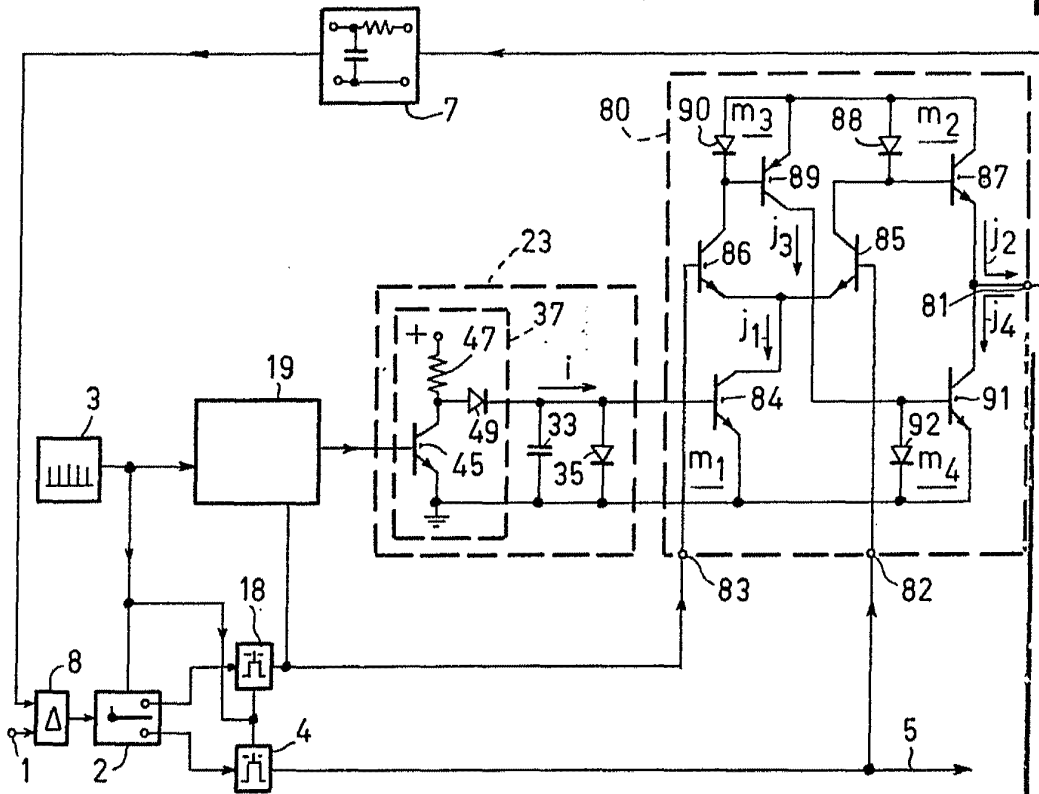


Fig. 7

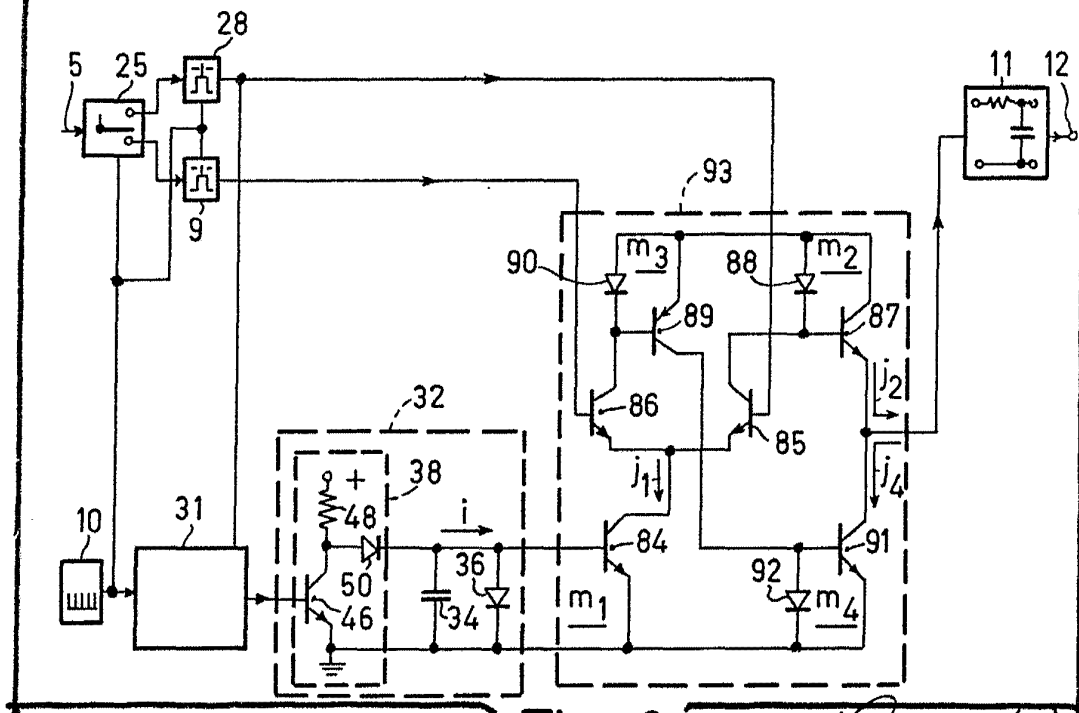


Fig. 8

Handwritten signature or initials.