

SECCION TECNICA  
CLASIFICACION POR MATERIAS

Grupo VII  
Clase 63  
Epi-grafe I

324356



Int. Cl.º H03M 1/70

CONCEDIDA

19 AGO 1966

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE INTRODUCCION  
EN ESPAÑA POR: "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS DISPOSITIVOS NO LINEALES  
DE CODIFICACION Y DESCODIFICACION" A NOMBRE DE  
STANDARD ELECTRICA, S.A. DOMICILIADA EN MADRID  
CALLE DE RAMIREZ DE PRADO Nº 5

-----

El presente invento se refiere a un dispositivo de descodificación de un número binario, en una señal analógica cuya amplitud no es proporcional al valor del número.

Se puede hacer un dispositivo de codificación no lineal a reacción utilizando dicho descodificador, utilizándose dichos dispositivos en los sistemas en modulación codificada de impulsos o "PCM".

Estos sistemas se utilizan más particularmente en los sistemas de transmisión PCM para hacer las operaciones llamadas de "Compresión" y "expansión".

10 El mecanismo de la mejora introducida por la compresión-expansión en los diversos sistemas de comunicaciones ha sido estudiado por Bernard Smith en el número de Mayo de 1957 del Bell System Technical journal, con el título "Instantaneous companding of quantized signals" artículo al que en lo sucesivo nos referimos con (a).

./..



15 En un sistema de transmisión, la tensión a codificar es una  
 tensión de amplitud máxima  $\pm \frac{E_c}{2}$ . Si se llama  $v$  a la amplitud de un es-  
 calon de cuantificación y  $n$  al número de cifras que componen el número,  
 la gama de tensiones comprendidas entre 0 y  $E_c$  (si se hace sufrir al  
 origen de tensiones una traslación de  $-E_c/2$ ) se divide en  $2^n$  interva-  
 20 los iguales de cuantificación 1, 2, 3 ...  $i$  ...  $2^n$ . La cuantificación  
 consiste en atribuir el mismo número binario a todas las señales cuya  
 amplitud instantánea,  $e_i$ , está comprendida en los límites del interva-  
 lo  $i$ . En el caso particular de la transmisión PCM, se sabe que la ca-  
 lidad disminuye cuando baja el nivel de la tensión a codificar, en el  
 25 caso de codificación lineal, que acaba de describirse, puesto que el  
 número de escalones de cuantificación utilizados efectivamente es me-  
 nor. El tema ha sido tratado por W.R. Bennet en el número de Julio de  
 1948 del Bell System Technical Journal con el título "Spectra of quan-  
 tized Signals". De este estudio se deduce que la compresión en PCM per-  
 30 mite una reducción considerable del ruido de cuantificación para las  
 señales débiles a costa de una ligera deterioración de las señales  
 fuertes. De hecho, esta presenta poca importancia: si se considera una  
 señal a codificar, de tensión eficaz  $V_{eff}$ , que presenta una densidad  
 espectral constante en la banda de las frecuencias vocales, su tensión  
 35 de cresta es de alrededor de 9 dB superior a  $V_{eff}$  y la probabilidad  
 para que la señal alcance este valor de cresta es muy pequeña (alrede-  
 dor de 1/1000), es decir que es mucho más rara la codificación de las  
 señales fuertes que la de las señales medias o débiles.

40 De esta propiedad se obtienen ventajas, escogiendo los es-  
 calones de cuantificación tanto más estrechos cuanto la amplitud de la  
 señal que tiene que codificarse es más pequeña lo que produce una re-  
 ducción global considerable del ruido de cuantificación. Así, en el  
 artículo de referencia (a), el autor estudia una curva de compresión  
 logarítmica que puede definirse como la curva obtenida cuando la rela-



45 ción entre la tensión que tiene que codificarse y la amplitud del esca-  
lón de cuantificación correspondiente a esta tensión es constante.

Se notará que es difícil hacer circuitos que permitan obte-  
ner una curva de compresión logarítmica que sea precisa y estable.

50 Mas generalmente, se sabe que es muy difícil hacer circui-  
tos no lineales que sean completamente complementarios y situados en  
posiciones geográficas distintas. Este es, por ejemplo, el caso de una  
red telefónica de la que por lo menos una parte es explotada en PCM  
y en la que el codificador y el descodificador están situados a cier-  
ta distancia el uno del otro.

55 Para obtener una característica óptima de transmisión, es  
pues necesario que un codificador compresor pueda funcionar con cual-  
quier descodificador-expansor, lo que excluye la utilización de ele-  
mentos no lineales tales como diodos o varistores.

60 El circuito básico del compresor-expansor, de acuerdo con  
el invento, es un descodificador no lineal constituido por elementos  
de circuitos lineales que se utiliza por una parte, como descodifica-  
dor-expansor, y por otra parte como descodificador asociado a un dis-  
positivo codificador-compresor, haciéndose la codificación por reac-  
ción.

65 Se recordará que la codificación a reacción consiste en  
comparar el valor analógico de un número inscrito en un registro con  
la señal que tiene que codificarse, lo que permite determinar si el  
número es demasiado grande o demasiado pequeño. En el primer caso, se  
reduce este número y en el segundo se aumenta. Estas operaciones de  
70 comparación se siguen hasta que las tensiones comparadas no difieran, a  
lo sumo, más que en el valor de un escalón de cuantificación.

Cuando es no lineal el descodificador utilizado, la codi-  
ficación se hace según una curva característica no lineal. Como se pue-  
de utilizar el mismo descodificador para la codificación y la desco-



75      dificación, las características de compresión y de expansión son perfectamente complementarias, si éste presenta características estables y reproducibles.

86      Se conocen descodificadores no lineales que utilizan una red de resistencias y que permiten obtener una característica hiperbólica.

Estas resistencias cuyos valores extremos están en la relación  $2^n$ , deben conmutarse en función del valor del número que tiene que descodificarse.

85      Se sabe que toda resistencia presenta una cierta reactancia que es función de su valor. Si la frecuencia de conmutación es elevada, se hace importante el efecto de esta reactancia y el valor de la impedancia compleja correspondiente depende del número que tiene que descodificarse. Se concibe, pues, que un descodificador que lleva resistencias de este tipo es difícil de hacer y no puede presentar una precisión elevada.

90      Además, cuando se utiliza un conmutador electrónico, éste presenta, cuando es pasante, una resistencia serie (resistencia de saturación en el caso de un transistor) que no es despreciable ante las resistencias de valor pequeño de la red, y que introduce un nuevo origen de errores.

95      Finalmente, en algunos descodificadores de este tipo, se obtiene la característica hiperbólica insertando un amplificador operacional en un bucle de reacción, lo que introduce un nuevo elemento de imprecisión.

100      Para paliar las dificultades de obtención de una característica no lineal continua, que sea logarítmica o hiperbólica, se ha hecho el descodificador, objeto del invento, de forma tal que su característica esté compuesta de una serie de segmentos de recta de pendientes diferentes, pudiendo escogerse estas pendientes de forma,



105 por ejemplo, que sean aproximadamente tangentes a una de las curvas  
logarítmicas de la familia de curvas representadas en la figura 3 del  
artículo de referencia (a).

110 Si el número de segmentos de recta es suficientemente ele-  
vado y si se toman precauciones para evitar distorsiones audibles en  
los puntos de unión, se concibe que el ruido de cuantificación en la  
cadena de codificación-descodificación que utiliza un descodificador  
de este tipo a la entrada y la salida sea un poco diferente de los  
valores teóricos obtenidos con el dispositivo del que simula la carac-  
terística continua.

115 Se señalará que se pueden escoger las pendientes de forma  
que sean tangentes a curvas diferentes en los niveles débiles y en los  
niveles elevados, autoescogiéndose estas curvas de forma que se obten-  
ga una mejora notable de la relación señal-ruido de la cuantificación.

120 El presente invento tiene pues por objeto realizar desco-  
dicadores digitales-analógicos, no lineales, de características esta-  
bles y reproducibles.

Otro objeto del invento consiste en realizar un codifica-  
dor no lineal que utiliza tal descodificador no lineal. Los códigos  
aplicados al descodificador no lineal se expresan en un sistema de nu-  
125 meración de base B que tiene n cifras, estando caracterizado el inven-  
to por el hecho de que los códigos 0 a  $B^n - 1$  están repartidos en un  
cierto número S de grupos referenciados C1, C2 .. Cs .. CS, que lleva  
respectivamente A1, A2 .. As.. AS códigos y de cada grupo está afec-  
tado por un valor particular de escalón de cuantificación V1, V2 ..  
Vs .. VS. La curva característica de descodificación está constituida  
130 así, en cada grupo, por un segmento de recta de pendiente V1, V2 ..  
etc. y, los segmentos de recta sucesivos se escogen de forma que sa-  
tisfagan la relación:

$$E_d = A_1 \times V_1 + A_2 \times V_2 + \dots + A_s \times V_s + \dots + A_S \times V_S,$$

./..



135 (siendo  $E_d$  la tensión máxima descodificada), la característica global es una curva constituida por una serie de segmentos de recta de pendientes diferentes. El número de grupos y las pendientes de los segmentos de recta pueden escogerse de forma que sean una aproximación a una curva característica de descodificación cualquiera.

140 Otra característica del invento reside en el hecho de que para obtener la tensión analógica correspondiente a un código dado  $N_s$ , se determina, primeramente, mediante una descodificación adecuada, el grupo al que pertenece este código, por ejemplo el grupo  $C_s$ , y en segundo lugar, se añade en una red sumadora, una primera tensión es igual a  
 145 la suma de las tensiones:  $A_1 \times V_1 + A_2 \times V_2 \dots A_{s-1} \times V_{s-1}$  y una segunda tensión es igual al producto del número diferencia  $D_s$  entre el código  $N_s$  y el código mínimo del grupo  $C_s$  por el escalón de cuantificación  $V_s$ . Otra característica del invento reside en el hecho de que se escogen los números  $A_1, A_2 \dots A_s$  como potencias enteras de  $B$ , por el  
 150 valor del escalón de cuantificación unidad  $V_1$ , de forma que la descodificación no lleva, en ninguno de los grupos más que en los  $t, u \dots x$  cifras más significativas del código si  $A_1 = B^{n-t}, A_2 = B^{n-u} \dots A_s = B^{n-x}$  y porque el número diferencia está constituido por las cifras del código distintas a las necesarias para la determinación del grupo. En esta  
 155 solución la relación entre las pendientes de los dos segmentos de recta adyacente es como mínimo  $B$ .

Otra característica del invento reside en el hecho de que los escalones de cuantificación  $V_1, V_2, \dots, V_s$ , pueden escogerse como iguales al producto de un escalón de cuantificación unidad  $V_0$ , con una  
 160 potencia no entera de  $B$  igual a la suma de varios términos de potencias enteras de  $B$ , de forma que la relación entre las pendientes de dos segmentos de recta adyacentes puede escogerse de forma que se obtenga la aproximación deseada de la curva a reproducir.

Otra característica del invento reside en el hecho de que



7.

165 cuando los números de códigos son potencias enteras de B y cuando se  
 obtiene cada escalón de cuantificación por el producto de  $V_0$  con uno  
 o varios términos en potencias enteras de B, la red de suma puede es-  
 170 tar constituida por un atenuador en escala que introduce una atenuación  
 de B por célula y porque las señales  $e^d$  y  $e^{-d}$  pueden estar suminis-  
 tradas cada una de ellas por uno o varios generadores de corriente  
 constante idénticos, conectados en diversos puntos del atenuador.

Otros objetos, características y ventajas del presente  
 invento aparecerán con la lectura de la descripción siguiente de un  
 ejemplo de realización, descripción hecha de acuerdo con las figuras  
 175 que se acompañan en las que:

La figura 1 representa los diferentes símbolos utilizados  
 en los dibujos de la presente patente.

La figura 2 representa la curva característica de un co-  
 dificador lineal;

180 La figura 3 representa la curva característica de un des-  
 codificador lineal;

La figura 4 representa el esquema detallado de un atenua-  
 dor en escala;

185 La figura 5 representa la red equivalente del atenuador,  
 cuando está conectado en P1 un generador de corriente;

La figura 6 representa la red equivalente del atenuador,  
 cuando se conecta en P2 un generador de corriente;

La figura 7 representa el esquema detallado de un generador  
 de corriente constante;

190 La figura 8 representa, de forma simbólica, un generador  
 de corriente de acuerdo con la figura 7;

La figura 9 representa el esquema detallado de un descodi-  
 ficador lineal;

La figura 10 representa una curva característica de desco-

./..



195      dificación no lineal;

La figura 11 representa una curva característica de expansión;

La figura 12 representa el esquema detallado del descodificador no lineal;

200      La figura 13 representa el esquema detallado del descodificador 150;

La figura 14 representa el esquema de montaje de las figuras 12 y 13;

205      La figura 15 representa una primera variante de descodificador no lineal;

La figura 16 representa la discontinuidad de la curva característica de descodificación en la proximidad de su centro;

La figura 17 representa una segunda variante del descodificador no lineal;

210      Antes de empezar la descripción del invento, se recordará sucintamente el principio de las notaciones de álgebra lógica que se utilizará en algunos casos para simplificar la escritura en la descripción de operaciones lógicas. Este tema está tratado extensamente en numerosos textos y, en particular, en el libro "Logical design of digital computers" de M. Phister (Editor, J. Wiley).

215      Así, si se escribe  $A$  una condición caracterizada por la presencia de una señal, se escribirá  $\bar{A}$  la condición caracterizada por la ausencia de dicha señal.

220      Estas dos condiciones están unidas por la relación lógica conocida  $A \cap A = 0$  en la que el signo " $\cap$ " simboliza la función lógica de coincidencia o función "ET".

Si no aparece una condición  $C$  más que si están simultáneamente presentes las condiciones  $A$  y  $B$ , se escribe  $A \cap B = C$  y esta función se ejecuta a través de una puerta de coincidencia o circuito ET.



225

Si aparece una condición C, cuando por lo menos una de las dos condiciones E y F está presente, se escribe  $E \cap F = C$  y esta función se hace a través de una puerta mezcladora o circuito OU.

Por ser estas funciones lógicas, ET y OU, conmutativas, asociativas y distributivas, se puede escribir

230  $A \cup B = B \cup A$ ;  $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$ ;  $(A \cup B) \cap (C \cup D) = (A \cap C) \cup (A \cap D) \cup (B \cap C) \cup (B \cap D)$ ; etc.

Igualmente se va a precisar la significación de los símbolos utilizados en los dibujos de la presente patente.

235 La figura 1 representa los diferentes símbolos particulares utilizados;

La figura 1(a) representa un circuito ET simple.

Se dirá que una entrada de un circuito ET está activada cuando se aplica una señal a dicha entrada, y que el circuito ET es pasante si están activadas simultáneamente todas sus entradas.

240 La figura 1(b) representa un circuito OU simple.

La figura 1(c) representa un circuito biestable o basculador al que se aplica una señal de mando en una de sus entradas 93-1 ó 93-0 para hacerle pasar respectivamente al estado 1 o al estado 0. Se establece una tensión de la misma polaridad que las señales de mando en la salida 94-1, cuando la báscula está en el estado 1 y en la salida 94-0 cuando está en el estado 0. Si la báscula tiene por referencia B1, la condición lógica que caracteriza el hecho de que está en el estado 1 se escribirá B1, la que caracteriza el hecho de que está en el estado 0 se escribirá  $\overline{B1}$ ;

245 La figura 1(d) representa un grupo de varios conductores, 5 en el caso del ejemplo considerado;

La figura 1(e) representa un registro de básculas. En el caso de la figura, lleva cuatro básculas cuyas entradas 1 están atacadas por los conductores del grupo 95a y cuyas salidas 1 están co-



255 nectadas al grupo de conductores 95b. La cifra 0 situada en un extremo del registro significa que este se pone a cero cuando se aplica una señal al conductor 95c.

260 En primer lugar, se van a recordar los principios de la codificación y de la descodificación lineal cuando se hace la codificación con un codificador a reacción como el que se describe en el libro de A.K. Susskind "Notes on analog-digital conversion techniques" (publicación MIT), capítulo V, párrafo E. En lo que sigue este libro se referenciará como (b).

265 La figura 2 representa la curva característica de un codificador lineal en el que las tensiones que tienen que codificarse se llevan en abscisas y los números correspondientes en ordenadas.

270 Se ha representado una curva simétrica con relación al origen de coordenadas de forma que el codificador considerado permite la codificación de tensiones periódicas de amplitud máxima  $\pm \frac{E_c}{2}$ . Para simplificar la figura, se supondrá que los códigos obtenidos son códigos binarios de tres cifras. Cada una de las gamas de tensiones comprendidas entre  $\pm \frac{E_c}{2}$  y 0 y entre 0 y  $\pm \frac{E_c}{2}$  está pues dividida en cuatro escalones de cuantificación iguales de amplitud  $v$  y se ve, por ejemplo, que una tensión positiva de amplitud  $e$  comprendida entre  $v$  y  $2v$  está representada por el número 101.

275 Como regla general, si  $n$  es el número de cifras utilizado en la codificación se tiene

$$\left| E_c \right| = 2^n v \quad \text{y} \quad \left| \frac{E_c}{v} \right| = 2^n \quad (1)$$

280 La ecuación (1) da el número de escalones de cuantificación en la gama.

La figura 3 representa una curva característica de descodificador lineal realizada con una serie de puntos, estando previsto dicho codificador para cooperar con el codificador de la figura 2. Así, el número 101 está representado por la tensión  $+v$ , el número 110



285 por la tensión +2v y el número 111 por la tensión +3v. Este descodifi-  
cador da pués tensiones comprendidas entre -4v y +3v y se puede escri-  
bir más generalmente:

$$|Ed| = (2^n - 1)v$$

290 Se ve pués que la tensión máxima Ed, dada por este desco-  
dificador es inferior en el valor de un escalón de cuantificación a la  
tensión máxima  $|Ec|$  admisible para el descodificador.

El cuadro 1 en el que se han referenciado respectivamente  
la tensión a codificar ec, y la tensión a descodificar ed, muestra que  
el descodificador descrito da, para un número dado, una tensión ed  
295 igual al límite inferior de la tensión ec.

Si, como se ha representado en las figuras 2 y 3, el límite  
inferior de la tensión ec a la que corresponde el número 000 y el va-  
lor de la tensión ed que corresponde al mismo número son iguales, la  
diferencia entre  $|Ec|$  y  $|Ed|$  es igual a la diferencia de los valores  
300 máximo y mínimo de la tensión ec a la que corresponde el número 111.

CUADRO I

Número	ec		ed
	Míni.	Máxi.	
000	- 4 v	- 3 v	- 4 v
305 001	- 3 v	- 2 v	- 3 v
110	+ 2 v	+ 3 v	+ 2 v
111	+ 3 v	+ 4 v	+ 3 v

Se notará que para un número dado, la diferencia máxima  
entre ec y ed puede reducirse al valor de un semiescalón de cuantifi-  
cación aumentando todas las tensiones descodificadas en  $+\frac{v}{2}$  lo que se  
310 indica en la figura por la característica representada por cruces.

Sin embargo, cuando este descodificador se utiliza en un  
codificador a reacción en el que se elabora, según un cierto orden,  
una serie de n números de los que se compara el valor descodificado



315 con la tensión a codificar, esta diferencia no presenta ningun inconveniente.

Sea, por ejemplo, una tensión comprendida entre +v y +2v.

La primera operación consiste en comparar esta tensión con la tensión ed correspondiente al número 100. En este caso se tiene  
320  $ec - ed > 0$ , de donde se determina que la cifra más significativa del número es 1. La operación siguiente consiste en comparar ec con la tensión ed que corresponde al número 110. En este caso se tiene  $ec - ed < 0$  de donde se determina que la cifra siguiente es cero. La última operación consiste en comparar ec con la tensión ed = +v correspondiente  
325 al número 101.

La diferencia  $ec - ed$  está entonces comprendida entre 0 y +v, de donde se deduce que la cifra menos significativa es 1.

Como regla general, si se llama  $M_s$  a la cifra de orden s se tiene:

330 para  $ec - ed > 0$        $M_s = 1$   
                   $ec - ed < 0$        $M_s = 0$

Se ve pues que está fórmula de codificación utiliza la diferencia existente entre las tensiones /Ec/ y /Ed/

A continuación se va a recordar el principio de funcionamiento de un descodificador, que presenta la característica de la figura 3 y que está descrito en el capítulo V, párrafo D1 del libro referenciado (b).  
335

La figura 4 representa el atenuador en escala utilizado en este codificador y que lleva, a título de ejemplo no limitativo, cuatro resistencias 101 a 104 conectadas en serie, que definen cinco "puntos de entrada" P0 a P4 y cinco resistencias 105 a 109 conectadas en derivación entre cada uno de los puntos de entrada y masa.  
340

Las resistencias 101 a 106 tienen un valor R y las resistencias 107 a 109 tienen un valor doble, 2R.



345 Un generador 110, que da una corriente constante de ampli-  
tud, I, está conectado a uno de los puntos de entrada, por ejemplo el  
punto P2.

Se ve que la impedancia de la parte del atenuador que se  
encuentra a la derecha del punto P2 y de la resistencia 108 es igual  
350 a 2R y que esta parte de la derecha puede ser sustituida por una sola  
resistencia que tenga este valor.

Igualmente, la impedancia de la parte del atenuador que se  
encuentra a la izquierda del punto P2 y de la resistencia 108 es igual  
a 2R de forma que la impedancia sobre la que está conectado el genera-  
355 dor 110 es igual a  $\frac{2R}{3}$ . Esta impedancia es la misma sea cual sea el pun-  
to de aplicación P1, P2, P3 ó P4 de la corriente. Cuando se aplica la  
corriente en P0, se encuentra una resistencia de valor 2R (parte de la  
derecha del atenuador) en paralelo sobre la resistencia 105 de valor  
R de forma que la impedancia vista por el generador 110 es todavía  
360 igual a  $\frac{2R}{3}$ .

La figura 5 representa la red equivalente al atenuador  
cuando el generador 110 está conectado al punto de entrada P1. Las  
resistencias 101 y 105 están en serie y se colocan en paralelo sobre  
la resistencia 107 de forma que si se llama i a la corriente que atra-  
365 viesa la resistencia 111, que representa la impedancia de la parte de  
la derecha del atenuador, una corriente i atraviese igualmente la re-  
sistencia 105. Se tiene  $I = 3i$  siendo  $Vs1 = Ri = \frac{RI}{3}$  Vs1 la tensión  
de salida recogida entre el punto P0 y la masa.

La figura 6 representa la red equivalente, cuando el ge-  
370 nerador 110 está conectado al punto de entrada P2. Se ve que  $I = 6i$  y  
que se tiene  $Vs2 = \frac{RI}{2}$ .

Se ve, pues, que cuando el punto de aplicación de corrien-  
te I se desplaza a la derecha, de P0 a PL, de P1 a P2, etc., la ten-  
sión entre las bornas de salida disminuye cada vez en la mitad.



375

De forma general, si el atenuador lleva X + 1 puntos de entrada P0, P1, P2 ....Px .. PX, la tensión de salida Vx obtenida por la aplicación de una corriente I en el punto Px es:

$$V_x = \frac{2RI}{3} \times \frac{1}{2^x} = V_{so} \times 2^{-x} \quad (2) \quad \text{si } V_{so} = \frac{2RI}{3}$$

380

Si se conectan varios generadores idénticos a varias entradas diferentes, la tensión de salida es, en virtud del teorema de superposición, igual a la suma de las tensiones debidas a cada uno de los generadores tomados separadamente. Lo mismo ocurre cuando se conectan varios generadores en paralelo sobre la misma entrada.

385

Este atenuador puede utilizarse en un descodificador lineal en el que cada punto de entrada esté asignado a una cifra de orden dado, estando asignado al punto P0 a la cifra de orden más significativo, el punto P4 a la cifra de orden inmediatamente menos significativo, etc. Con relación a la figura 9 se describirá un circuito semejante.

390

La figura 7 representa un generador a corriente constante equipado, a título de ejemplo no limitativo, con transistores de tipo NPN.

395

Lleva dos transistores T1 y T2 cuyos emisores, conectados juntos, están unidos a un potencial negativo VM = -48 voltios, a través de una resistencia 121. El colector del transistor T1 está conectado al punto de entrada Px del atenuador y está pues cargado por una resistencia 122 de valor  $\frac{2M}{3}$  que está conectado a un potencial VN = +12 voltios. Su base está al potencial cero.

400

El colector del transistor T2 se lleva directamente al potencial VN y su base puede recibir una de las tensiones VB ó VC, habiéndose simbolizado la conmutación de estas tensiones con el inversor 123.

Se ha escogido una resistencia 121 de valor elevado que se referenciará R' y un transistor T1 que tiene una ganancia hfe elevada



405 ( 20). En estas condiciones:

a. La corriente de colector no depende más que de  $V_M$  y del valor de la resistencia 121.

b. El transistor no puede saturarse más que cuando es conductor de forma que presenta una admitancia de salida pequeña, poco diferente de la admitancia de salida  $h_{oe}$  del transistor.

410 Para describir el funcionamiento de este circuito, se supondrá en primer lugar que el inversor 123 está puesto en posición baja de forma que se aplica una tensión  $V_C = 2V$  a la base del transistor T2 que se hace conductor. La tensión  $V_E$  de los emisores de los dos transistores es ligeramente más negativa que  $V_C$ , por ejemplo  $V_E = V_C$  - u voltios representando u la caída de tensión en la unión base-emisor. Como generalmente  $u \leq 0,6$  voltios.,  $V_E$  es una tensión positiva con relación a masa.

420 Estando la base del transistor T1 al potencial cero, es entonces más negativa que su emisor y este transistor está bloqueado de forma que la corriente de colector es nula y la diferencia de potencial en bornas de la resistencia 122 es igualmente nula.

425 Si se pone a continuación el inversor 123 en posición alta, y si  $V_B = -2$  voltios, la tensión  $V_E$  se hace más negativa y tiende hacia  $V_B - u$ . El transistor T1 se hace entonces conductor y  $V_E = -u$  de forma que el transistor T2 se bloquea.

Una corriente  $I \approx \frac{V_M - u}{R_1}$  atraviesa entonces la resistencia 121.

430 Cuando el transistor T2 es conductor, la corriente  $I_2$  que atraviesa la resistencia 121 es:  $I_2 = \frac{V_M + (V_C - u)}{R_1}$

Sustituyendo  $V_M$ ,  $V_C$  y  $u$  por sus valores se obtiene:

$$I_1 = \frac{47,5}{R_1} ; I_2 = \frac{45,5}{R_1} ; \frac{I_2}{I_1} \approx 0,96$$

Esta relación es muy próxima a 1, y la corriente que recorre la resistencia 121 es casi constante. No hay pues régimen transis-

./..



435 torio apreciable en la conmutación y se puede tomar, en la práctica, un valor de resistencia 121 tan elevado como se desee. En resumen, la tensión en el punto Px es de +12v cuando el generador está bloqueado y se hace más negativo cuando está desbloqueado, siendo el valor de esta tensión función de los valores de las resistencias 121 y 122.

440 La figura 8 es una representación simbólica del generador de corriente constante que acaba de describirse. La figura constituida por los dos círculos secantes, que tienen por referencia 124, representa este generador que, cuando está activado por una señal VB ó VC, establece la corriente entre las fuentes de potencial VM y VN. La resistencia 121 y la derivación de la corriente por el transistor T" de  
445 la figura 5 no han sido representados.

La figura 9 representa el esquema de un descodificador lineal que utiliza el atenuador en escala, descrito en relación con las figuras 4 a 6, y de los generadores de corriente descritos en relación con las figuras 7 y 8. Las resistencias 112 a 115 tienen un valor R, la resistencia 116 un valor 2R y cada uno de los generadores de corriente 117a a 117c da una corriente de amplitud I cuando la báscula de mando 116a, 116b, 116c a la que está conectado, está en el estado 1.

455 Según la ecuación (2) se reciben las tensiones siguientes entre las bornas PO y M:

$V_{x_0} = V_{s0}$  cuando la báscula 116 a está sola en el estado 1;

$V_{x_1} = V_{s0} \times 2^{-1}$  cuando la báscula 116b está sola en el estado 1;

$V_{x_2} = V_{s0} \times 2^{-2}$  cuando la báscula 116c está sola en el

estado 1;

y se puede escribir la ecuación algébrica siguiente:

$$ed = V_{s0} (a2^0 + b2^{-1} + c2^{-2}) \quad (3)$$



465

En esta ecuación los parámetros  $a$ ,  $b$  y  $c$  tienen el valor 1 cuando la báscula que lleva el mismo índice está en el estado 1 y el valor 0 cuando está en el estado 0.

La tensión máxima que da el descodificador se obtiene para  $a = b = c = 1$ , y es:

470

$$E_d = V_{so} (2^0 + 2^{-1} + 2^{-2}) \quad (4)$$

A continuación se va a exponer el principio de funcionamiento del descodificador no lineal objeto del invento.

475

Se considera la serie natural de números o códigos de "n" cifras expresados en un sistema de renumeración de base B. Estos códigos pueden pues tomar todos los valores discretos cuyos equivalentes decimales están comprendidos entre 0,  $B^n - 1$  (los números B y n están expresados en numeración decimal.)

480

La descodificación consiste en hacer corresponder a cada uno de estos códigos una señal de naturaleza analógica, por ejemplo una tensión variante de forma discontinua de un código al código adyacente y cuya amplitud comprendida entre 0 y  $E_d$  voltios representa el valor del código.

485

Si se llama  $e_d$  a esta tensión y N al número correspondiente se dice que la descodificación es no lineal si la función  $e_d = f(N)$  es una función no lineal, bien entendido que la discontinuidad entre los valores sucesivos de  $e_d$  correspondientes a una serie de números no es considerada como una no linealidad.

490

Para obtener esta característica de descodificación no lineal, se divide la serie de los códigos en S grupos referenciados  $C_1, C_2 \dots C_s, C_S$  y a cada uno de estos se le afecta un valor particular de escalón de cuantificación  $V_1, V_2 \dots V_s, V_S$ .

Si se llama  $A_1, A_2 \dots A_s \dots A_S$  a los números de códigos en cada uno de los grupos se tienen:  $A_1 + A_2 + \dots + A_S = B^n$  (6).

./..



495 El código mínimo del grupo C2 ó código (C2) mín., está re-  
presentado entonces por la tensión A1 x V1, el código (C3) mín. por la  
tensión A1 x V1 + A2 x V2 y el código B<sup>n-1</sup> por la tensión:

$$Ed = A1 x V1 + A2 x V2 + \dots As x Vs + \dots (AS-1)x VS$$

La figura 10 representa esta característica, obtenida lle-  
vando los códigos N a ordenadas y las tensiones descodificadas ed a  
500 abscisas. Se ve que tiene un trazo discontinuo y que está compuesta  
por una serie de segmentos de recta. La pendiente de un segmento dado,  
por ejemplo al asociado al grupo AS, es igual al valor del escalón de  
cuantificación de este grupo, Vs.

La proyección de este segmento sobre el eje de abscisas es  
505 igual a As x Vs y su proyección sobre el eje de ordenadas define el  
grupo de códigos Cs.

Las ecuaciones (6) y (7) definen completamente el sistema  
propuesto y los números de códigos, así como los valores de escalón de  
cuantificación pueden escogerse según las necesidades con la sola con-  
510 dición de permitan satisfacer estas ecuaciones.

Para obtener la tensión es correspondiente a un código Ns,  
se debe:

- 1 - Determinar el grupo Cs al que pertenece el código.
- 2 - Elaborar una tensión e's = A1 x V1 + A2 x V2 + ...  
515 A (s-1) x V (s-1);
- 3 - Determinar la posición del código en el grupo Cs cal-  
culando la diferencia Ds = Ns - Cs (mín.)

4 - Elaborar una tensión e''s = Ds x Vs;

Entonces se tiene es = e's + e''s

520 Cuando Ns = B<sup>n-1</sup>, se tiene Ds = (B<sup>n-1</sup>) - Cs (mín.) = AS-1

de donde e''s = (AS -1) x VS

y e's + e''s = Ed.



La determinación del grupo se hace con la ayuda de un descodificador que tiene S salidas  $Z_1, Z_2 \dots Z_s \dots Z_S$ , apareciendo una señal en la salida s cuando el código pertenece al grupo  $C_s$ .

525 El cálculo del número diferencia  $D_s$  puede efectuarse en una sustracción pero se verá ulteriormente que, mediante una elección conveniente de los parámetros, este número puede obtenerse de forma muy sencilla.

530 Las tensiones  $e's$  y  $e''s$  son suministradas por dos conjuntos de generadores de corriente o de tensión.

El primero de estos conjuntos lleva S-1 generadores  $G_1, G_2 \dots G_s \dots G(S-1)$ , dando cada generador, como el  $G_1$ , señales de amplitud  $A_1 \times V_1$ .

535 Cuando aparece un código en el grupo  $C_s$ , es decir cuando aparece una señal en la salida  $Z_s$  del descodificador, los generadores  $G_1$  a  $G(s-1)$  están activados de forma que se obtiene una señal.

$$e's = A_1 \times V_1 + A_2 \times V_2 + \dots + A(s-1) \times V(s-1)$$

540 El segundo de estos conjuntos lleva S generadores  $H_1, H_2 \dots H_S$  y, en el caso del ejemplo, el generador  $H_s$  da una señal de amplitud  $e''s = D_s \times V_s$ . Las tensiones elaboradas por los generadores activados se suman en una red sumadora que da así una tensión  $e's \times e''s = e's$ .

545 Si se escogen los números  $A_1, A_2 \dots A_S$  como potencias enteras de B, es decir si se tiene  $A_1 = B^{n-t}; A_2 = B^{n-u}; \dots; A_S = A_S = B^{n-x}$  la determinación del grupo se obtiene por la descodificación de un cierto número de cifras más significativas del grupo, siendo este número el mayor de los números t, u ... x. Además el número diferencia en un grupo dado, el grupo  $A_2$ , por ejemplo, está constituido por las n-u cifras menos significativas.

500 Si se escogen, además, los escalones de cuantificación  $V_2, V_3 \dots V_S$  iguales al producto de potencias enteras de B por el valor

./..



del escalón de cuantificación unidad  $V_1$ , es decir si se tiene:

$$V_2 = B^p \times V_1; V_3 = B^q \times V_1 \dots V_S = B^y \times V_1;$$

505 cada una de las tensiones elementales e's y e"s está constituida por la suma de un cierto número de términos en potencias enteras de B.

La tensión correspondiente a cada uno de estos términos puede obtenerse entonces aplicando una corriente I en un punto convenientemente escogido de un atenuador en escala en el que cada célula introduce una atenuación B, estando determinada la posición de dicho punto por el exponente de B. Se ha descrito, en relación con las figuras 4 a 6 un atenuador de este tipo previsto para ser utilizado con un sistema de numeración de base  $B = 2$ .

515 En el caso más favorable, (cuando p, q .. y son diferentes entre sí) se tiene  $q = p+1$ , etc. y las pendientes de dos segmentos adyacentes de recta diferentes de B: por ejemplo  $\frac{V_2}{V_1} = B$ .

Se puede obtener una relación entre las pendientes adyacentes inferiores a B eligiendo un escalón de cuantificación unidad  $V_0$ , tal que  $V_1, V_2 \dots V_S$  sean iguales al producto de  $V_0$  por una suma de términos en potencias diferentes de B. Por ejemplo, en numeración binaria, si  $V_1 = (2^2 + 2^1) V_0 = 6 V_0$  y  $V_2 = (2^2 + 2^1 + 2^0) V_0 = 7 V_0$ , se tiene  $\frac{V_2}{V_1} = \frac{7}{6}$ .

525 Esto permite establecer una característica de descodificación no lineal tan próxima como sea posible a cualquier función a condición de que en esta curva, la correspondencia entre cada código y la tensión descodificada, sea biunívoca.

Si se escoge  $B = 2$ , el dispositivo descrito permite actuar sobre números escritos en el código binario natural. En la presente patente, se describirá a título de ejemplo no limitativo, un descodificador no lineal en el que se han escogido para  $A_1, A_2 \dots A_S$  y para  $V_1, V_2 \dots V_S$  valores expresados por potencias enteras de 2.

./..



Se tiene de esta forma:

$$A1 = 2^{n-t}$$

$$A2 = 2^{n-u}$$

.....

$$AS_i = 2^{n-x}$$

530

y si: V1 es el escalón más pequeño de cuantificación correspondiente al grupo C1.

$$V2 = 2^p V1$$

$$V3 = 2^q V1$$

.....

$$VS = 2^y V1$$

535

Con las relaciones siguientes, correspondientes respectivamente a las relaciones (7) y (6) del caso general:

$$2^{n-t} + 2^{n-u} + \dots + 2^{n-x} = 2^n \quad (5)$$

$$2^{-t} + 2^{-u} + \dots + 2^{-x} = 1$$

540

y

$$\frac{Ed}{V1} = 2^{n-t} + 2^{n-u} + \dots + (2^{n-x} - 1) \times 2^y \quad (9)$$

545

Como se ha visto precedentemente, la determinación del grupo al que pertenece el código NS se hace por la descodificación de un cierto número de sus cifras más significativas. Así, todos los números que pertenecen al grupo C1 están caracterizados por el hecho de que sus t cifras más significativas son las mismas. Si se escoge, por ejemplo, n= 7 y t=3, se tiene  $2^{n-t} = 2^4 = 16$  y las t = 3 cifras de orden más significativo de todos los códigos de este grupo son idénticas.

550

La figura 11 representa la característica elegida para este descodificador no lineal en el que los códigos crecientes de 0 a  $2^7-1$  se llevan a ordenadas y las tensiones descodificadas correspondientes se llevan a abscisas.

555

Esta característica simétrica con relación al origen de

./..



560 coordenadas ocupa el primer y tercer cuadrantes, definidos por los dos ejes de coordenadas. Se adapta más particularmente a la descodificación de números que representan tensiones periódicas. Si estas tensiones son sinusoidales, la tensión descodificada en el origen de coordenadas representa el valor medio de la señal.

565 En cada cuadrante, la gama de tensiones ha sido dividida en tres zonas U1, U2 y U3 a las que corresponden tres grupos de números C'1, C'2 y C'3 en el cuarto cuadrante, y C''1, C''2 y C''3 en el primer cuadrante, de forma que la curva característica, constituida por una serie de segmentos de recta 3', 2', 1', 1'', 2'', 3'', es simétrica respecto al origen de coordenadas contrariamente al ejemplo estudiado en relación con la figura 9.

570 En el caso de señales sinusoidales, las alternancias negativas están representadas por tensiones comprendidas entre 0 y U1 + U2 + U3 y las alternancias positivas por tensiones comprendidas entre U1 + U2 + U3 y Ed menos un escalón de cuantificación, siendo este el intervalo que separa, en la codificación, los números  $2^7-1$  y  $2^7-2$  (véase la descripción de la figura 3).

575 Los números de códigos en cada grupo se escogen de forma que se tenga:

$$A'1 + A'2 + A'3 + A''1 + A''2 + A''3 = 2^n = 128$$

o sea:

$A'1 = A''1 = 32$  lo que corresponde a cada uno de estos grupos a  $2^{n-t}$  códigos con  $t = 2$ .

580  $A'2 = A''2 = A'3 = A''3 = 16$  lo que corresponde en cada uno de estos cuatro grupos a  $2^{n-u}$  códigos con  $u = 3$ .

Estando asignado el escalón de cuantificación más pequeño a los grupos A'1 y A''1 se ha escogido igualmente.

$$V2 = 2^3 V1;$$

585  $V3 = 2^6 V1$



Como se puede ver en la figura, las  $u = 3$  cifras más significativas del número que permiten definir la zona a la que pertenece un código dado, caracterizando además la cifra más significativa el cuadrante ocupado.

596

Los valores de las tensiones  $U_1, U_2, U_3$  están dados por las ecuaciones siguientes:

$$\begin{aligned} U_1 &= A'1 \times V_1 = 2^{7-2} \times V_1 = 2^5 \times V_1; \\ U_2 &= A'2 \times V_2 = 2^{7-3} \times 2^3 \times V_1 = 2^7 \times V_1; \\ U_3 &= A'3 \times V_3 = 2^{7-3} \times 2^6 \times V_1 = 2^{10} \times V_1. \end{aligned}$$

595

Las diferentes cifras del código considerado se referenciarán a, b, c, d, e, f y g; siendo a la cifra más significativa y g la cifra menos significativa.

600

La condición lógica que caracteriza el hecho de que la cifra a, por ejemplo, es igual a 1, será descrita a, y la que caracteriza el hecho de que sea igual a 0 se escribirá:  $\bar{a}$ .

605

A continuación se va a establecer la ecuación que permite hacer corresponder una tensión analógica particular a cada uno de los códigos comprendidos entre 0 y  $2^a - 1$ . Esta ecuación corresponderá a la ecuación (3) estudiada en relación con la figura 9 y que se había establecido para el descodificador lineal. Sin embargo, en este último caso, el peso asignado a cada cifra del código era constante lo que había permitido escribir la ecuación en una forma algebraica simple.

610

Ya no es igual para el descodificador no lineal, objeto del invento, y se verá, examinando las tensiones correspondientes a cada uno de los códigos, que los pesos asignados a las cifras, a excepción del asignado a la cifra más significativa, son función del valor, 0 y 1, de algunas de las cifras más significativas y más precisamente de una o varias de las cifras a, b, c.

615

La tensión analógica mínima correspondiente a un código cuya cifra más significativa es 1 (condición lógica a) es:

./..



$$U_3 + U_2 + U_1 = V_1 \times (2^5 + 2^7 + 2^{10})$$

Lo que puede escribirse:

$$U_3 + U_2 + U_1 = V_1 (2^5 + 2^7 + 2^{10}) \times a$$

Se pondrá

620 
$$D_a = (2^5 + 2^7 + 2^{10}) \times a \quad (11)$$

lo que significa que para la condición a, la tensión analógica correspondiente es  $D_a \times V_1$  con  $D_a = 2^5 + 2^7 + 2^{10}$ ;  $D_a$  representa pues el peso de la cifra a.

625 Examinando la figura 11 se ve que un número cuya cifra b es igual a 1 (condición lógica b) pertenece a uno de los grupos C'1, C'2 ó C'3.

Si pertenece al grupo C'1 se tiene la condición lógica  $\bar{a} \wedge b$  y la tensión analógica mínima correspondiente es  $U_2 + U_3 = (2^7 + 2^{10}) \times V_1$ .

630 Si pertenece al grupo C'2 ó C'3, se tiene la condición lógica a  $\wedge$  b y la tensión analógica mínima correspondiente es:  $(U_1 + U_2 + U_3) + U_1 = (2^5 + 2^7 + 2^{10}) \times V_1 + 2^5 \times V_1$ .

635 El primer término de esta ecuación ha sido ya dado por la ecuación (11) de forma que la contribución dada por la condición a  $\wedge$  b es:  $2^5 \times V_1$ . Se tiene pues:

$$(2^7 + 2^{10}) \times V_1 \text{ para la condición } \bar{a} \wedge b;$$

$$2^5 \times V_1 \text{ para la condición } a \wedge b$$

Estos dos terminos se agruparán como sigue:

$$V_1 \left( \left[ a \times (2^5) \vee \bar{a} (2^7 + 2^{10}) \right] \wedge b \right) = D_b + V_1 U_2$$

640 Esta expresión significa que cuando la cifra b es igual a 1 su peso es  $2^5 \times V_1$  si la cifra a es igual a 1 y de  $(2^7 + 2^{10}) \times V_1$  si esta cifra es igual a cero;  $D_b$  representa pues el peso de la cifra b siendo este peso función de la cifra a.

645 Un código cuya cifra es igual a cero (condición lógica c) pertenece a uno de los grupos C'2 (condición  $\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge c$ ), C'1 (condi-



ción  $\bar{a} \cap b \cap c$ )  $C''1$  (condición  $a \cap b \cap c$ ) ó  $C''3$  (condición  $a \cap b \cap c$ ).

1 - Para la condición  $\bar{a} \cap \bar{b} \cap c$  no se introduce ninguna contribución en las cifras a y b y la tensión mínima es  $U3 \neq 2^{10} \times V1$ .

650 2 - Para la condición  $\bar{a} \cap b \cap c$ , la tensión mínima es  $U3+U2+\frac{U1}{2}$  siendo debido el factor  $1/2$  del último término al hecho de que la condición c no está presente más que a partir de la mitad del grupo  $C''3$ . Habiéndose introducido ya una contribución  $U3+U2$  por la condición  $\bar{a} \cap b$ , queda:  $\frac{U1}{2} = 2^4 \times V1$ ;

655 3 - Para la condición  $a \cap \bar{b} \cap c$  la tensión mínima es  $U3+U2+U1+\frac{U1}{2}$  y habiendo sido introducida ya una contribución  $U3+U2+U1$  para la condición a, queda:

$$\frac{U1}{2} = 2^u \times V1;$$

660 4 - Para la condición  $a \cap b \cap c$ , la tensión mínima es  $U3 + U2 + U1 + U1 + U2$ . Como la condición a introduce una contribución  $U3 + U2+U1$  y la condición  $a \cap b$  una contribución  $U1$ , queda  $U2 = 2^7 \times V1$ .

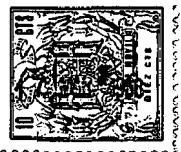
Estos cuatro términos pueden agruparse de la forma que sigue:

$$Dc \times V1 = V1 \times \left[ \bar{a} \cap \bar{b} (2^{10}) + \bar{a} \cap b (2^4) + a \cap \bar{b} (2^4) + a \cap b (2^7) \right] \cap c \quad (13)$$

665  $Dc$  representa el peso de la cifra c, siendo este peso función del valor de las cifras a y b. Como se ha visto precedentemente, el número diferencia constituido por las cifras c a g ó d a g, indica la posición del código en el grupo. El peso asignado a cada una de estas cifras en el interior de un grupo dado es pues constante.

670 Cuando el código está situado en uno de los grupos  $C''1$  ó  $C''1$ , este corresponde a la condición lógica  $D1 = (\bar{a} \cap b) \cup (a \cap \bar{b})$  y el valor del escalón es igual a  $V1$ . Se tiene pues una contribución  $D1 \times (2^3d + 2^3e + 2^1f + 2^0g) \times V1$  (14-1)

675 Se notará que esta expresión que representa el número diferencia no contiene la cifra c, lo que se debe a que se ha tenido



cuenta de la contribución de esta cifra al establecer la ecuación (13).

Cuando el código está situado en uno de los grupos C'2 ó C"2, se tiene  $D2 = (\bar{a} \cap \bar{b} \cap c) \cup (a \cap b \cap c)$  y se tiene una contribución

$$D2 \times (2^3 d + 2^2 e + 2^1 f + 2^0 g) \times 2^3 \times V1 \quad (14-2)$$

680

Cuando el código está situado en uno de los grupos C'3 ó C"3 se tiene  $D3 = (\bar{a} \cap \bar{b} \cap \bar{c}) \cup (a \cap b \cap c)$  y una contribución

$$D3 \times (2^3 d + 2^2 e + 2^1 f + 2^0 g) \times 2^6 \times V1 \quad (14-3)$$

Las tres ecuaciones (14-1), (14-2) y (14-3) pueden combinarse de la forma que sigue:

685

$$Dx \times V1 = (D1 \cup 2^3 D2 \cup 2^6 D3) \times (2^3 d + 2^2 e + 2^1 f + 2^0 g) \times V1 \quad (14)$$

La suma de las cuatro ecuaciones (11), (12), (13) y (14)

es igual a la tensión descodificada  $ed$ :

$$ed = (Da + Db + Dc + Dx) \times V1 \quad (15)$$

$$\text{y } \frac{ed}{V1} = Da + Db + Dc + Dx$$

690

Los términos de la derecha de esta ecuación (15) se combinan y se agrupan de forma sencilla y se tiene, después de haber multiplicado el conjunto por  $2^{-10}$ :

$$\frac{ed}{2^{10} V1} = (2^0 + 2^{-3} + 2^{-5}) \times a + (2^0 + 2^{-3}) \times (\bar{a} \cap b) + 2^{-5} \times (a \cap \bar{b}) \quad (16-1),$$

$$(16-2), (16-3)$$

695

$$+ D3 \times (2^{-3} c + 2^{-1} d + 2^{-2} e + 2^{-3} f + 2^{-4} g) \quad (16-4)$$

$$+ D2 \times (2^0 c + 2^{-4} d + 2^{-5} e + 2^{-6} f + 2^{-7} g) \quad (16-5)$$

$$+ D1 \times (2^{-6} c + 2^{-7} d + 2^{-8} e + 2^{-9} f + 2^{-10} g) \quad (16-6)$$

Este descodificador se ha hecho, como el descrito en la figura 9 con la ayuda de generadores de corriente constante que dan en el atenuador en escala números de 3 a 5, la ecuación (16) compuesta por la suma de las ecuaciones (16-1) a (16-6) es de la misma forma que la ecuación (3) y se tiene:

700

$$2^{10} V1 = \frac{2RI}{3}, \text{ de donde } V1 = 2^{-9} \frac{RI}{4} \quad (18)$$

La tensión máxima dada por el codificador es  $Ed$  cuando todas las cifras del código son iguales a 1. Este valor se obtiene

705

./..



Facilmente a partir de la ecuación (16) escribiendo:

$$E_d = 2 (U_1 + U_2 + U_3) V_1 - 2^6 V_1$$

$$E_d = (2^8 + 2^{11}) V_1 \quad (19)$$

Combinando las ecuaciones (18) t y (19) se obtiene  $E_d = 1,5 RL$

710

Si se toma  $R = 500$  ohmios e  $I = 10mA$ , se obtiene:

$$E_d = 1,5 \times 0,5 \times 10 = 7,5 \text{ voltios} \quad (20)$$

y

$$V_1 = \frac{2^{-9} \times 5}{3} = \frac{1,67}{512} = 3,25 \text{ mv} \quad (21)$$

715

La figura 12 representa el esquema detallado de un descodificador no lineal hecho de acuerdo con la ecuación (16).

Lleva:

El bloque de registros 130;

El grupo de los circuitos de conmutación 140;

El bloque de los generadores de corriente 160;

720

El atenuador en escala 170.

Igualmente se ha representado un reloj 120 que dá, de forma cíclica, señales de tiempo  $t_1$  a  $t_8$  que permite hacer la descodificación de un código de siete cifras recibido en forma serie en el conector 11, conectado al bloque de los registros 130. Cada grupo de señales  $t_1$  a  $t_8$  define un "periodo de repetición" y se llamará "momento" a cada uno de los intervalos de tiempo  $t_1$  a  $t_8$ .

725

Los momentos  $t_1$  a  $t_7$  están reservados respectivamente, a las cifras a a g de dicho código y el momento  $t_8$  está reservado a las diversas operaciones que se hacen en los registros.

730

Además, cada momento está dividido en cuatro momentos elementales iguales a, b, c y d.

El bloque de registros 130 lleva los circuitos siguientes:

El registro 131 que lleva las básculas 131 a a 131g;

El registro 132 que lleva las básculas 132a a 132g;

735

El convertidor serie-paralelo 133 que lleva los circuitos



ET133 a 133g activados sucesivamente por las señales t1 a t7 de forma que si se recibe el código con la cifra más significativa en primer lugar este se inscribe en la báscula 131a y así a continuación;

740 El circuito de transferencia 134 que lleva circuitos ET 134a a ET134g y que permite que se vuelva a copiar en el registro 132 el código inscrito en el registro 131 cuando está activado en el tiempo t8b, es decir en el tiempo elemental b del momento t8.

El bloque 130 funciona de la forma siguiente, suponiendo que los dos registros no contienen ningún código inicialmente.

745 Durante los tiempos t1 a t8 de un primer periodo de repetición, PR1, un número que llega en forma serie por el conductor 11 se inscribe en las siete básculas del registro 131. En t8b se activa el circuito de transferencia 134 y este código se vuelve a copiar en el registro 132, y en t8c, el registro 131 se pone a cero. Un nuevo código que llegue en PR2 puede inscribirse en ese registro entonces. El 750 código inscrito en el registro 132 es borrado en t8a del periodo de repetición PR2 de forma que está disponible durante casi todo un periodo de repetición.

El grupo de los circuitos de conmutación 140 lleva tres 755 grupos de cinco circuitos ET referenciados respectivamente 141, 142 y 143. Cada uno de los circuitos ET lleva una letra de referencia suplementaria que caracteriza la báscula del registro 132 a la que está conectada su primera entrada: así, la primera entrada del circuito ET141e está conectada a la salida 1 de la báscula 132e.

760 Las segundas entradas de los grupos 141, 142 y 143 están conectadas respectivamente a los conductores 17, 18 y 19.

Estos conductores reciben señales del descodificador 150 representado en la figura 13, caracterizando respectivamente dichas señales las condiciones D3, D2 y D1 de la ecuación (16).

765 El bloque de los generadores de corriente 160 lleva un



cierto número de generadores del tipo descrito en relación con las figuras 7 y 8. Cada uno de estos generadores está referenciado de la forma siguiente:

Una letra: K,

770

Una primera cifra que caracteriza el punto de entrada del atenuador al que está conectado y una segunda cifra que caracteriza su número de orden, en el grupo de generadores conectado a la misma entrada: así, el generador K42 es del segundo generador conectado al punto de entrada P4 del atenuador 170.

775

El atenuador en escala 170 lleva las resistencias 171 a 182 de valor R y las resistencias 183 a 191 de valor 2R. Estas resistencias definen once puntos de entrada P0 a P10 y el atenuador introduce pues una pérdida máxima de  $2^{10}$ .

780

La figura 13 representa a título de ejemplo no limitativo, una forma de realización del descodificador 150 que da señales que caracterizan las condiciones lógicas  $\bar{a} \wedge b$ ,  $a \wedge b$ , D1, D2 y D3 puestas en evidencia en la ecuación (16). Este descodificador lleva los circuitos ET151 á 157 y los circuitos OU 149, 158 y 159. Recibe las señales de entrada por el grupo de seis conductores 20, que están conectados a las salidas 0 y 1 de las básculas 132a, 132b, 132c. Esta conexión no se ha representado en la figura 11 para no sobrecargarla. De acuerdo con los convenios hechos al hablar de la figura 1, las condiciones a y  $\bar{a}$ , por ejemplo, se obtienen respectivamente en la salida 1 y en la salida 0 de la báscula 132a.

785

790

La condición lógica  $a \wedge b$  correspondiente a la ecuación (16-2) es establecida por el circuito ET151 que da una señal en su salida 15 cuando la báscula 131a está en el estado 1 (condición a) al mismo tiempo que la báscula 131b está en la condición 1 (condición b).

795

El circuito ET152 es pasante para la condición lógica  $\bar{a} \wedge b$  correspondiente a la ecuación (16-3) y da en este caso una señal en su



salida 16. Los circuitos ET153, 154 y el circuito OU158 materializan la condición lógica  $D3 = (a \wedge b \wedge c) \cup (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge \bar{c})$  y aparece una señal en el conductor 17 cuando se cumple esta condición. Igualmente:

800 Aparece una señal en el conductor 18 para la condición lógica  $D2 = (\bar{a} \wedge \bar{b} \wedge c) \cup (a \wedge b \wedge c)$  materializada por los circuitos ET155 156 y el circuito OU 159.

Aparece una señal en el conductor 19 para la condición lógica  $D1 = (\bar{a} \wedge b) \cup (a \wedge \bar{b})$  materializada por los circuitos ET152, 157 y el circuito OU 149.

805 Si se llama  $V_s$  a la tensión entre el punto P0 y la masa, y  $e_d$  a la tensión analógica correspondiente al número inscrito en el registro 132, se tiene  $V_s = V_N + e_d$  siendo la tensión  $V_N$  una de las tensiones de alimentación de los generadores de corriente (véase la descripción de la figura 3).

810 La figura 14 representa el esquema de unión de las figuras 12 y 13.

Se notará que en un instante dado no puede presentarse más que una de las condiciones  $D1$ ,  $D2$  ó  $D3$ .

815 A continuación se va a describir de forma detallada el funcionamiento de este descodificador que realiza la transposición física de la ecuación (16), interpretándose los coeficientes expresados en potencias de 2 como en la ecuación (3).

820 A continuación se va a describir el funcionamiento de los circuitos asignados a la transposición de las ecuaciones (16-1) y (16-2) cuyos generadores de corriente están agrupados en el circuito 161'.

825 La ecuación (16-1) significa que, cuando se tiene la condición  $a$ , debe aplicarse una corriente  $I$  a los puntos de entrada P0, P3 y P5 del atenuador 170. En consecuencia, las entradas de activación de los generadores K01, K31 y K51 están conectados a la salida 1 de la



báscula 132a.

La ecuación (16-2) significa que, cuando se tiene la condición  $\bar{a} \cap b$ , debe aplicarse una corriente I a los puntos de entrada PO y P3 del atenuador 170. Esta condición se materializa por la presencia de una señal en el conductor 16, estando unidas las entradas de activación de los generadores K02 y K32 a este conductor.

A continuación se va a describir el funcionamiento de los circuitos asignados a la transposición de las ecuaciones (16-3) a (16-6), funcionamiento que está regido por los mismo principios que para las ecuaciones (16-1) y (16-2). Así, el generador K52, gobernado por la presencia de una señal en el conductor 15, materializa la ecuación (16-3).

Los términos entre paréntesis de la ecuación (16-4) están materializados por los generadores K33, K11, K21, K34 y K41 cuyas entradas de mando están conectadas, respectivamente a las salidas de los circuitos ET141c a 141g situadas en el grupo de los circuitos de conmutación 140.

La primera entrada de cada uno de estos circuitos ET está conectada a la salida de las básculas 132c a 132g de forma que no está activada más que cuando la báscula correspondiente está en el estado 1 lo que corresponde a las condiciones establecidas en el término entre paréntesis de esta ecuación. Las segundas entradas de estos circuitos ET están conectadas en paralelo y unidas al conductor 17, en el que aparece la señal D3. La ecuación (16-4) no introduce pues ninguna contribución a la tensión de salida más que cuando está presente la condición D3, siendo función esta contribución de las de las cifras c, d, e, f, g, que son iguales a 1.

Las ecuaciones (16-5 y 16-6) están materializadas de forma idéntica:

Para la ecuación (16-5), los generadores referenciados

./..



K03, K42, K53, K61 y K71 están gobernados por las señales dadas por los circuitos ET ET 142c a 142g;

860 Para la ecuación (16-6), los generadores referenciados K62, K72, K8, K9 y K10 están gobernados por las señales dadas por los circuitos ET143c a 143g.

865 Se ve que se han conectado a ciertos puntos de entrada del atenuador, varios generadores de corriente activados por dos de las condiciones D1, D2 o D3. Se ha visto, al final del estudio de la figura 13 que solo puede estar presente una de estas condiciones en un instante dado. Así, los generadores K71 y K72 asociados al punto P7 están gobernados, el primero por la condición lógica  $D2 \wedge g$ , y el segundo por la condición lógica  $D1 \wedge d$ . Por lo tanto se los puede reemplazar por un solo generador gobernado por la condición lógica  $(D2 \wedge g) \vee (D1 \wedge d)$ , utilizando el circuito OU cuyas entradas están conectadas a las salidas de los circuitos ET 142g y 143d.

870

El descodificador que acaba de describirse tiene pues, para  $n = 7$  cifras, 21 generadores de corriente. Se ha visto, al estudiar la figura 6, que la relación entre las corrientes  $I_2$  e  $I_1$ , que son las corrientes absorbidas por un generador respectivamente cuando no está activado y cuando está activado es  $\frac{I_2}{I_1} \approx 0,96$

875

Se van a establecer los límites entre los que varía la corriente absorbida por los generadores.

Examinando la ecuación (16) se ve que los límites son:

Nueve generadores activados y doce generadores bloquea-

880 dos.

Ningún generador activado y veintiún generadores bloquea-

dos.

El primer caso límite da un consumo total de

$$9 \times I_1 + 12 \times I_2 = I_1 (9 + 12 \times 0,96) = 20,52 \times I_1$$

885

El segundo caso límite da un consumo total de:

./..



$$21 \times I_2 = 21 \times 0,56 \times I_1 = 20,16 \times I_1$$

La corriente consumida en el generador a partir de la cual se obtiene la tensión ( $V_M - V_N$ ) varía pues al máximo con la relación  $\frac{20,52}{20,16} < 1,02$ . Esta variación es muy pequeña de forma que no es preciso que el generador de tensión presente una impedancia interna muy pequeña.

Se acaba de describir, con relación a las figuras 12 y 13, un descodificador no lineal en el que todos los generadores de corriente dan una misma corriente  $I$ . El mismo resultado puede obtenerse defasando el punto de aplicación de un generador cualquiera un cierto número  $r$  de puntos de entrada del lado de los puntos de entrada afectados con índices decrecientes y reduciendo la corriente  $I$  a un valor  $I^1 = I \times 2^{-r}$ .

Se ha visto al estudiar la figura 7 que el generador de corriente descrito daba una corriente inversamente proporcional al valor de la resistencia de emisor 121 a condición de que la ganancia  $h_{fe}$  del transistor T1 sea suficientemente elevada. Para obtener una corriente  $I^1 = 2^{-r}I$ , basta pues con dar a la resistencia 121 un valor  $2^{-r} \times R^1$ .

Así, refiriéndonos al circuito 161' de la figura 12, los tres generadores K01, K31 y K51, que están activados por la misma condición lógica  $a$ , pueden ser sustituidos por un solo generador que da una corriente de amplitud  $I (1 + 2^{-3} + 2^{-5})$  aplicada al punto P0 del atenuador.

Igualmente, los generadores K02 y K32 que están activados por la misma condición lógica  $\bar{a} \cap b$  pueden ser sustituidos por un solo generador que de una corriente de amplitud  $I (+2^{-3})$  aplicada al punto P1 del atenuador.

Además se ha representado en la figura 15, la parte de los circuitos 160 y 170 de la figura 12 relativa a los puntos de en-

./..



trada P4, P5, P6 y P7 del atenuador, constituyendo ahora el punto P7 el último punto de entrada, de forma que la resistencia 192 tiene un valor R. Los generadores K8, K9 y K10 situados en el circuito 162 del bloque de los generadores 160 (figura 12) están pues suprimidos.

920 A título de ejemplo no limitativo, se han sustituido en la figura 15, respectivamente por generadores K54, K63, K73 lo que corresponde para cada uno de los generadores considerados a un defasaje en el que  $r = 3$ . La corriente dada por cada uno de estos generadores es pues igual a  $I^1 = 2^{-3}I$ .

925 En la figura, estos generadores se han particularizado mediante la cifra 3 (correspondiente al valor de r escogido) situada en el círculo inferior del símbolo.

A continuación se va a determinar, para el descodificador descrito en relación con las figuras 12 y 13, y cuya curva característica está representada en la figura 11, la forma de elaboración de las tensiones analógicas correspondientes a los códigos que pertenecen a los grupos C'3, C'2, C'1 y C''1, lo que permitirá estudiar como varía la tensión analógica cuando se pasa de un código máximo de un grupo al código mínimo del grupo siguiente cuando los índices crecen.

935 Como se ha hecho anteriormente, se referenciarán los códigos extremos de un grupo por el índice "mín" para el código cuyo equivalente decimal es más pequeño y por el índice "máx" para el código cuyo equivalente decimal sea el más elevado.

940 En el cuadro II se han llevado los códigos extremos para los grupos C'3, C'2, C'1 y C''1, así como las tensiones descodificadas correspondientes que se calculan por medio de la ecuación (16). Cuando en este cuadro dos términos en potencias negativas de dos están separados por puntos suspensivos, esto quiere decir que están presentes todos los términos intermedios. así,  $(e'3) \text{ máx} = 2^{10}V_1 (2^{-1} + \dots + 2^{-4})$  debe leerse  $(e'3) \text{ máx} = 2^{10}V_1 (2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-3} + 2^{-4})$ . La última columna



de la derecha da los valores calculados de estas tensiones en función de  $V_1$ .

		C U A D R O II								
Grupo	Código	Cifras							Tensiones descodif.	Valores calculados
		a	b	c	d	e	f	g	corresp. Expresión Algebraica	
950										
C'3	(C'3)min	0	0	0	0	0	0	0	(e'3)min = 0	} 960 V1
	(C'3)max	0	0	0	1	1	1	1	(e'3)max = $2^{10}V_1$ ( $2^{-1} + \dots + 2^{-4}$ )	
955										
C'2	(C'2)min	0	0	1	0	0	0	0	(e'2)min = $2^{10}V_1(2^0)$ = V16.1	1024 V1
	(C'2)max	0	0	1	1	1	1	1	(e'2)max = $2^{10}V_1$ ( $2^0 + 2^{-4} + \dots + 2^{-7}$ )	1144 V1
960										
	C'1	(C'1)min	0	1	0	0	0	0	0	(e'1)min = $2^{10}V_1$ ( $2^0 + 2^{-3}$ ) = V32.1
(C'1)max		0	1	1	1	1	1	1	(e'1)max = $2^{10}V_1$ ( $2^0 + 2^{-3} + 2^{-6} + \dots + 2^{-10}$ )	1183 V1
965										
	C''	(C''1)min	1	0	0	0	0	0	0	(e''1)min = $2^{10}V_1$ ( $2^0 + 2^{-3} + 2^{-5}$ ) = V64
(C''1)max		1	0	1	1	1	1	1	(e''1)max = $2^{10}V_1$ ( $2^0 + 2^{-3} + 2^{-5} + \dots + 2^{-10}$ )	1215 V1

Si se considera el paso del grupo C'3 al grupo C'2 se ve que:

La tensión (e'2) max es dada por la activación simultánea de cuatro generadores conectados respectivamente a los puntos de entrada P1, P2, P3 y P4 del atenuador 170 (figura 12);

La tensión (e'3) min es dada por la activación de un solo generador conectado al punto de entrada P0 del atenuador (generador K03, figura 12).

Si además se considera ahora la elaboración de las ten-

./..



siones en el grupo C'2 que está caracterizado por la condición lógica  $(\bar{a} \cap \bar{b} \cap c)$  y por la ecuación (16-5), se ve que este generador KO3 está activado permanentemente para todos los códigos del grupo puesto que, para todos estos, la cifra de orden c es 1.

980 Se puede pues considerar que cuando se pasa del código (C'3) max al código (C'2) min se sustituyen cuatro generadores por un solo generador que da una tensión  $V16.1 = (e'2)_{\text{mín.}} = U3 = 1024 V1$ .

Igualmente se ve que, en el grupo C'1, los generadores KO2 y K32 conectados respectivamente a los puntos de entrada P0 y P3  
985 están activados simultáneamente para todos los códigos de este grupo. Todos los generadores activados por el código (C'2) máx. están pues bloqueados y sustituidos por estos dos generadores que dan una tensión  $V32.1 = (e'1)_{\text{mín.}} = U2 + U3 = 1152 V1$ .

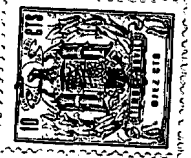
Dege señalarse que en estos dos grupos C'2 y C'1, la co-  
990 rriente aplicada al punto P0 es suministrada por generadores diferentes. Las tensiones V16.1 y V32.1 se elaboran pues independientemente.

Finalmente en el grupo C''1, los generadores KO1, K31, K51 conectados respectivamente a los puntos de entrada P0, P3, P5 son activados simultáneamente por todos los códigos de este grupo. Todos  
995 los generadores activados por los códigos del grupo (C'1) máx son pues bloqueados y sustituidos por tres generadores que dan una tensión:

$$V64 = (e'1)_{\text{mín.}} = U1 + U2 + U3 = 1184 V1$$

Se señalará que en estos dos grupos C'1 y C''1, las co-  
rrientes aplicadas en los puntos P0 y P3 son suministradas por gene-  
1000 radores diferentes. Las tensiones V32.1 y V64 se elaboran pues inde-  
pendientemente.

En resumen, se puede decir que la tensión descodificada correspondiente a un código perteneciente a los grupos C'2, C'1, C''1 está compuesto por la suma de una tensión fija V16.1, V32.1 ó V64, de-  
1005 terminada en función del grupo y de una tensión variable, función de



la posición del código en el grupo y que los generadores que producen cada una de dichas tensiones fijas son diferentes.

1010 Estas tensiones fijas son suministradas con una cierta tolerancia con relación a su valor nominal llevado a la columna de la derecha del cuadro II.

Se admitirá, por ejemplo, para cada una de estas tensiones una tolerancia de  $\pm 1\%$ . Se tendrá pues en particular:

$$(e'1)_{\text{máx}} = (1183 \pm 12)V_1;$$

$$\text{y } (e''1)_{\text{mín}} = (1184 \pm 12)V_1.$$

1015 Como se ha visto precedentemente, estas dos tensiones se obtienen con generadores diferentes de forma que pueden diferir en  $24V_1$  cuando no deberían diferir más que  $V_1$ . Hay pues un error máximo de amplitud  $\Delta r_0 = 23V_1$ .

1020 La figura 16, que representa la característica de descodificación de los códigos próximos a los códigos  $N_0 = (C'1)_{\text{máx}}$  y  $N_0 + 1 = (C''1)_{\text{mín}}$ , pone en evidencia una discontinuidad en dicha característica, debida al error citado.

1025 La semi-recta 1 trazada en trazo lleno, fuerte, representa la característica para los códigos iguales e inferiores a  $N_0$ . La semi-recta 2 trazada con trazo mixto fuerte, representa la característica ideal para los códigos superiores a  $N_0$ . Finalmente la característica 3 trazada con trazo doble, representa la característica real de un ejemplo particular en el que  $\Delta r = 2V_1$  y que se deduce de la característica 2 para una traslación de amplitud  $\Delta r$ .

1030 Si los códigos tratados en el descodificador considerado representan señales de palabra, esta región de la característica corresponde a los códigos que se transmiten cuando el nivel medio de dichas señales es prácticamente nulo. En el caso en que este nivel sea nulo, los códigos transmitidos son los códigos  $N_0 = 2^6 - 1$  y  $N_0 + 1 = 2^6$ .

1035 si se considera para simplificar la exposición, que la amplitud instan-



tánea del ruido en la codificación era inferior a  $\pm V_1$ .

Se ve, pues en la figura 16, que las tensiones analógicas correspondientes a los códigos No y No+1 difieren en  $V_1$  respecto a la curva ideal (semi-rectas 1 y 2) y en  $3V_1$  respecto a la curva defasada (semi-rectas 1 y 3).

Con más generalidad estas tensiones difieren en  $(\Delta r + V_1)$

Si se considera una señal sinusoidal cuyo valor medio descodificado debiera ser igual a  $(e''_1)$  máx, se ve que sería igual para la descodificación de todos los códigos pertenecientes a los grupos C''1 y C''1.

Así, si dos números representan el valor de cresta, respectivamente de una alternancia negativa y de una alternancia positiva de una tensión sinusoidal, la tensión descodificada correspondiente a la alternancia negativa, por ejemplo, es  $(e''_1)$  máx -  $5V_1$ , la tensión correspondiente a la alternancia positiva es entonces  $(e''_1)$  máx +  $7V_1$ .

Esta discontinuidad en la característica de descodificación en las inmediaciones de los códigos correspondientes al nivel medio de la señal provoca pues una restitución disimétrica de las dos alternancias de una señal sinusoidal. La distorsión resultante es tanto más apreciable cuanto menor sea el nivel de dicha señal.

En el caso de este ejemplo, la amplitud de cresta a cresta de la señal descodifica es de  $12V_1$  en lugar de ser de  $10V_1$ . Hay pues una amplificación de la señal que es particularmente molesta dado que el nivel de la palabra es nulo ya que se trata entonces de una amplificación de ruido.

Finalmente, el nivel medio de esta señal es:  $(e''_1)$  máx +  $\frac{\Delta r}{2}$  y debería ser:  $(e''_1)$  máx. Por lo tanto hay una modificación del nivel medio de la señal.

Para reducir este error  $\Delta r$ , la tensión  $(e''_1)$  mín, se obtendrá por la adición de la tensión  $V_{32.1}$ , utilizada para la descodifica-



ción de los números del grupo C'1, con una tensión V32.

La amplitud de esta tensión deberá ser:

$$V32.2 = V64 - V32.1 = 32V1 \quad (22)$$

En estas condiciones la discontinuidad entre los puntos

1070 No y No+1 de la figura 16 se reducirá a  $\pm 0,3 V1$  lo que es perfectamente aceptable.

Las ecuaciones (16-1) ty (16-2) dan las tensiones V64 y V32.1:

$$V64 = 2^{10}V1 (2^0 + 2^{-3} + 2^{-5}) a \quad (16-1)$$

1075  $V32.1 = 2^{10}V1 (2^0 + 2^{-3}) (\bar{a} \wedge b) \quad (16-2)$

La suma de las tensiones V32.1 y V32.2 debe sustituir a la tensión V64 para la descodificación de los códigos que pertenecen a los grupos C"1, C"2 y C"3, teniendo que estar presentes estas dos tensiones para la condición a. El factor lógico de la ecuación (16.2) es

1080 entonces  $(\bar{a} \wedge b) Ua = aUb$  y se tiene

$$V32.1 = 2^{10}V1 (2^0 + 2^{-3}) (a \wedge b) \quad (23-1)$$

Además se tiene, según la ecuación (22):

$$V32.2 = 2^{10}V1 (2^{-5}) a \quad (23-2)$$

1085 Estas ecuaciones (23-1) y (23-2) sustituyen a las ecuaciones (16-1) y (16-2). Las ecuaciones (16-3) a (16-6) no se modifican y se referenciarán (23-3) a (23-6).

Los cambios de grupos se hacen entonces de la forma siguiente:

1090 a. Paso de C'3 a C'2: La tensión (e'3) máx - véase cuadro I- es sustituida por la tensión V16.1;

b. Paso de C'2 a C'1: La tensión (e'2)máx es sustituida por la tensión V32.1;

c. Paso de C'1 a C"1: La tensión (e'1)máx es sustituida por la tensión V32.1 + V32.2

1095 Se acaba de estudiar, en relación con la figura 16 la



40.

distorsión en la descodificación de los códigos No y No +1.

Los puntos angulares de la característica de descodificación de la figura 11 provocan igualmente distorsiones de unión.

Así para el paso del grupo C'2 al grupo C'1, se tiene:

1100  $(e'2)_{\text{máx.}} = (1144 \pm 11,5)V1$

$(e'1)_{\text{mín.}} = (1152 \pm 11,5)V1$

Estas dos tensiones pueden diferir a lo sumo en  $31V1$ , y teóricamente deberían diferir en  $8V1$ . El error máximo es de  $\Delta r = 23V1$ .

1105 Se tiene por lo tanto una distorsión de la señal y una modificación del nivel continuo que presentan poca importancia puesto que los niveles considerados son muy superiores a los del ruido.

Se señalará que si se desea reducir el error, se puede - como en el caso precedentemente estudiado - sustituir la tensión  $V32.1$  por la suma de la tensión  $V16.1$  y una tensión  $V16.2$  de amplitud  $U2$ .

1110 La figura 17 representa una parte de los circuitos constitutivos del descodificador funcionando de acuerdo con este principio.

En esta figura se han representado:

La parte del atenuador 170 que comprende los puntos de entrada P0 a P5.

1115 La parte del bloque de los generadores que llevan los generadores conectados a estos mismos puntos de entrada. Este bloque se ha referenciado 160" y los generadores que dan la tensión correspondiente a las ecuaciones (23-1), (23-2), (23-3) están agrupados en el circuito 161".

1120 Todos los generadores del bloque 160" distintos de los agrupados en 161", son idénticos a los del bloque 160, figura 12, y están conectados a los mismos puntos del atenuador;

Las básculas 132a y 132b del bloque de registros 130;

1125 El circuito ET 152 y el circuito OU 147 que pertenecen al bloque 150 (figura 13) y que dan respectivamente las condiciones lógicas

./..



a b (salida 16) y a<sub>v</sub> b (salida 20).

Las ecuaciones (23) están materializadas por los generadores siguientes, cada uno de los cuales da una corriente I:

1130 La ecuación (23-1) por el generador L52 cuya salida está conectada al punto P5 y que está gobernado cuando la báscula 132a está en el estado 1;

La ecuación (23-2) por el generador L51 cuya salida está conectada en el punto P5 y que está activado por una señal 16;

1135 La ecuación (23-3) por los generadores L01 y L31 cuyas salidas están conectadas respectivamente a los puntos P0 y P3 y que están activados por una señal 20. Esta ecuación puede materializarse igualmente por un solo generador conectado al punto P0 y que da una corriente de amplitud  $I(1+2^{-3})$ .

1140 Las diferentes variantes de descodificadores no lineales que acaban de describirse pueden utilizarse directamente para hacer un codificador no lineal a reacción cuyos órganos estén agrupados como se ha descrito en el libro referenciado (b).

1145 La presente descripción se ha dado a título de ejemplo no limitativo de una forma de realización preferida del invento no alterando el alcance del invento las modificaciones en el agrupamiento, la denominación o el número de circuitos.

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

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

- 1150 1 - Perfeccionamientos en los dispositivos no lineales de codificación y descodificación en los que la descodificación de un número expresado en un sistema de numeración de base B, en una señal analógica, cuya amplitud no es proporcional al valor del número, y el circuito de codificación no lineal a reacción que utiliza dicho desco-



1155 difificador está caracterizado porque los  $B^n$  códigos están repartidos en S grupos  $C_1, C_2 \dots C_s \dots C_S$  que tienen asignado respectivamente un escalón de cuantificación particular  $V_1, V_2 \dots V_s \dots V_S$ , teniendo estos grupos respectivamente  $A_1, A_2 \dots A_s \dots A_S$  códigos cuyos diferentes valores están escogidos de forma que se tenga

1160 
$$E_d = A_1 \times V_1 + A_2 \times V_2 + \dots + A_s \times V_s + \dots + A_S \times V_S$$

2 - Perfeccionamientos en los dispositivos no lineales de codificación y descodificación caracterizados porque para determinar la tensión analógica es correspondientes a un número  $N_s$  se efectúan dos operaciones distintas, la primera de las cuales consiste en la determinación del grupo  $C_s$  al que pertenece el código y la elaboración en una red de suma de la tensión.

1165

$$e's = A_1 + V_1 + A_2 \times V_2 + \dots + A_s - 1 \times V_s - 1$$

Consistiendo la segunda de dichas operaciones en la determinación de la posición del código  $N_s$  en el grupo  $C_s$  por la elaboración del número  $D_s = N_s - (C_s) \text{ mín}$ , siendo  $(C_s) \text{ mín}$  el código mínimo del grupo  $C_s$ , y en la producción de la tensión  $e''s = D_s \times V_s$  y la elaboración en una red de suma de la tensión analógica  $e_s = e's + e''s$  correspondientes al código  $N_s$ .

1170

3 - Perfeccionamientos en los dispositivos no lineales de codificación y descodificación como los de los puntos 1 y 2 caracterizados en éste porque si los números  $A_1, A_2 \dots A_S$  y las amplitudes  $V_1, V_2 \dots V_S$  son potencias enteras o sumas de potencias enteras de B, las tensiones  $e's$  y  $e''s$  pueden obtenerse con la ayuda de un cierto número de generadores de corriente constante conectados en puntos convenientes de un atenuador en escala que presenta una atenuación de B por célula.

1180

4 - Perfeccionamientos en los dispositivos no lineales de codificación y descodificación.



43.

1185 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, re-  
presentado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

Esta Memoria consta de cuarenta y tres hojas escritas por una sola cara.

MADRID, 17 MAR 1966



*Eugenio Barroso*  
EUGENIO BARROSO  
Secretario General

324356

FIG 2

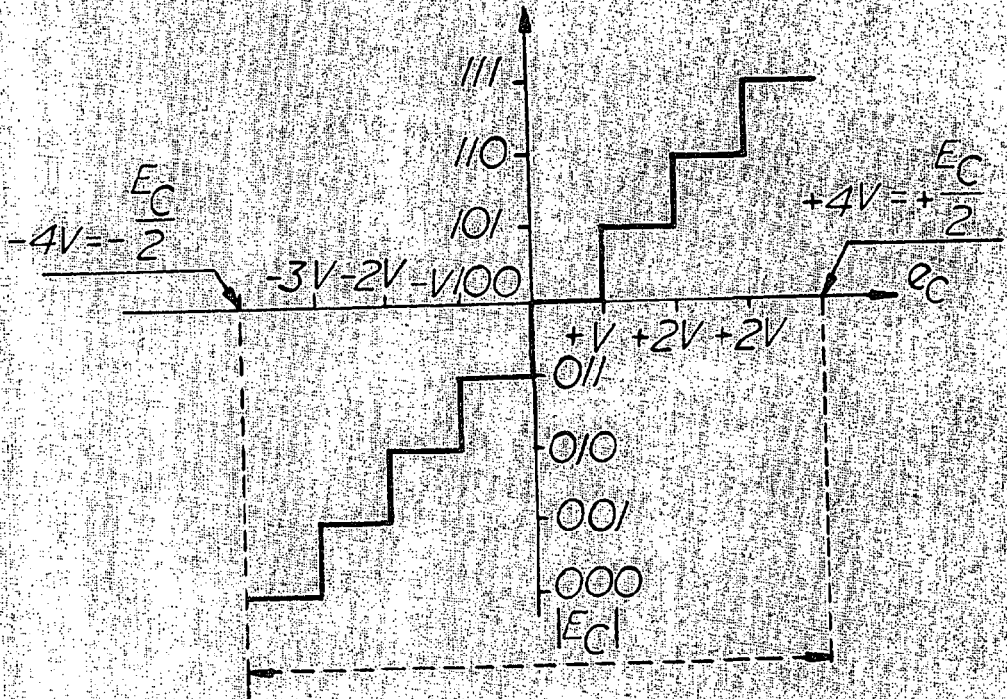
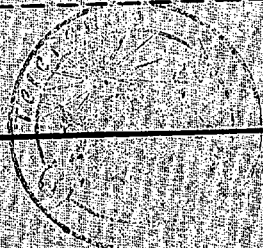
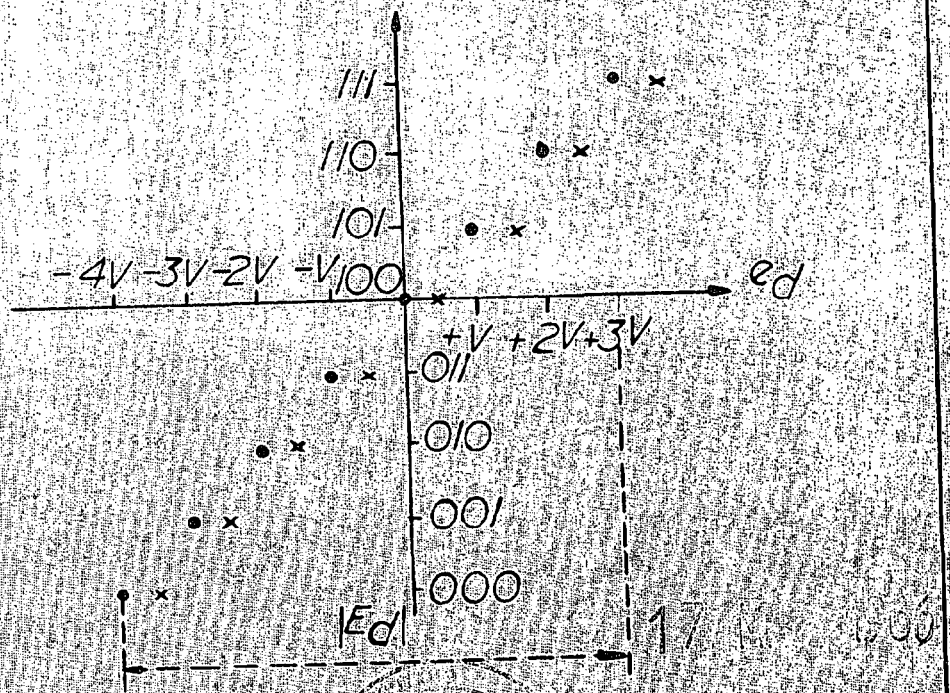


FIG 3



*Eugene C. ...*  
 EUGENE C. ...  
 Sec. of Gen. ...



324550

FIG 4

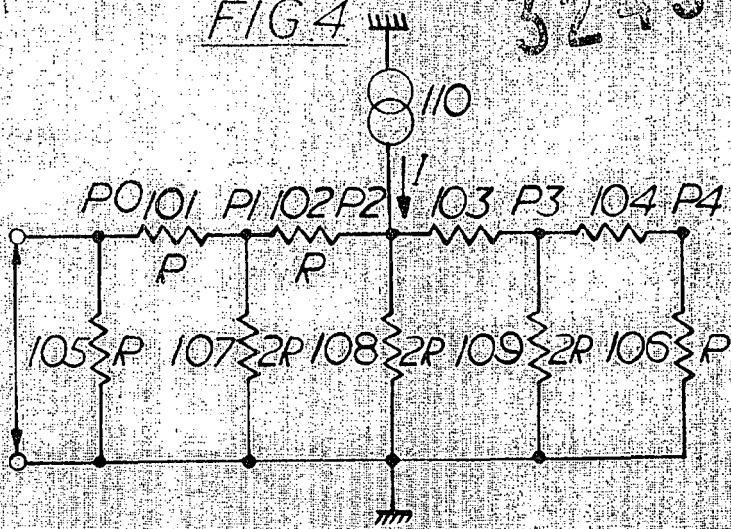


FIG 8

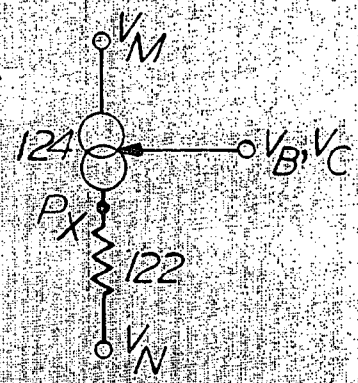


FIG 5

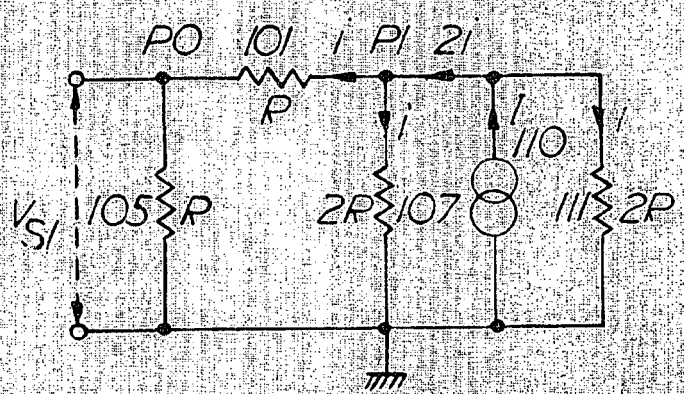


FIG 7

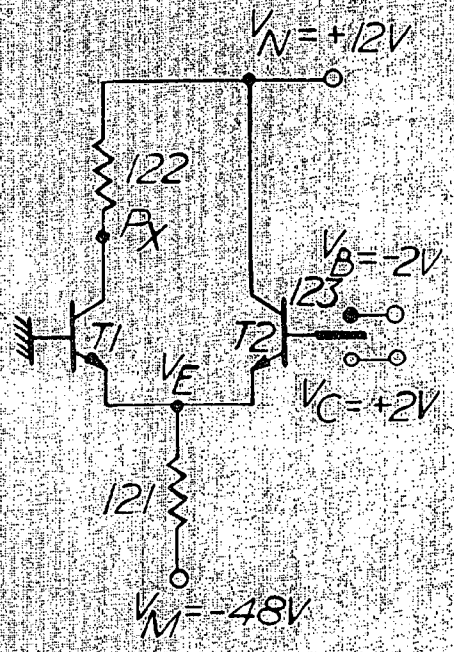
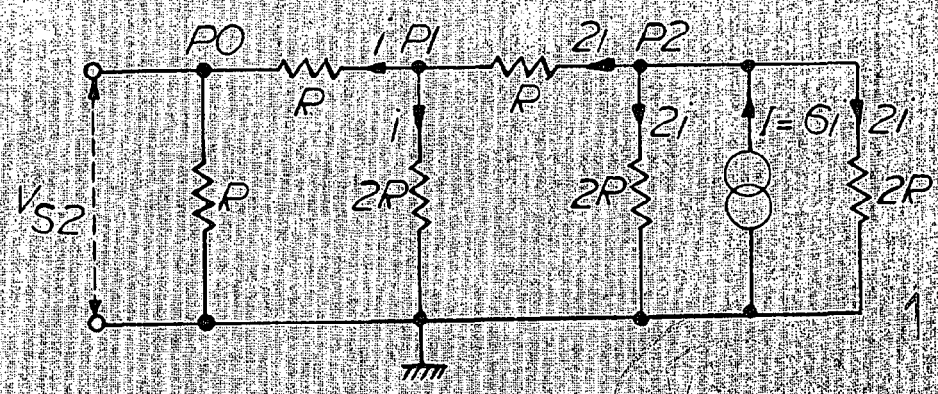


FIG 6



1 1/2 W.P. 1956  
*W. W. W.*  
 FIG 7



324356

FIG. 10

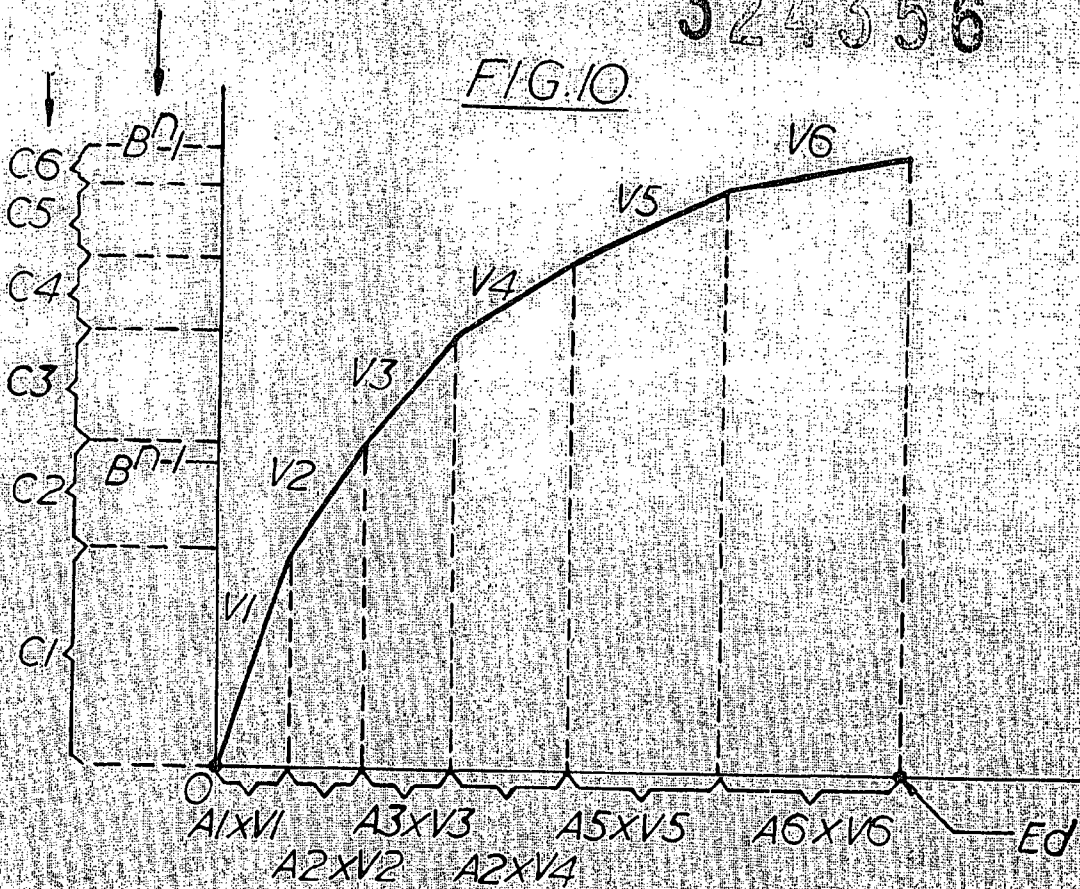
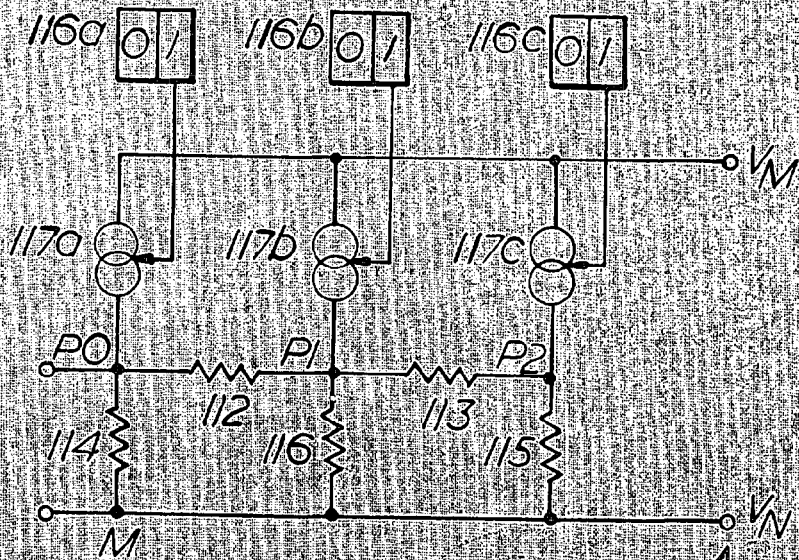


FIG. 9



324556



FIG. 11

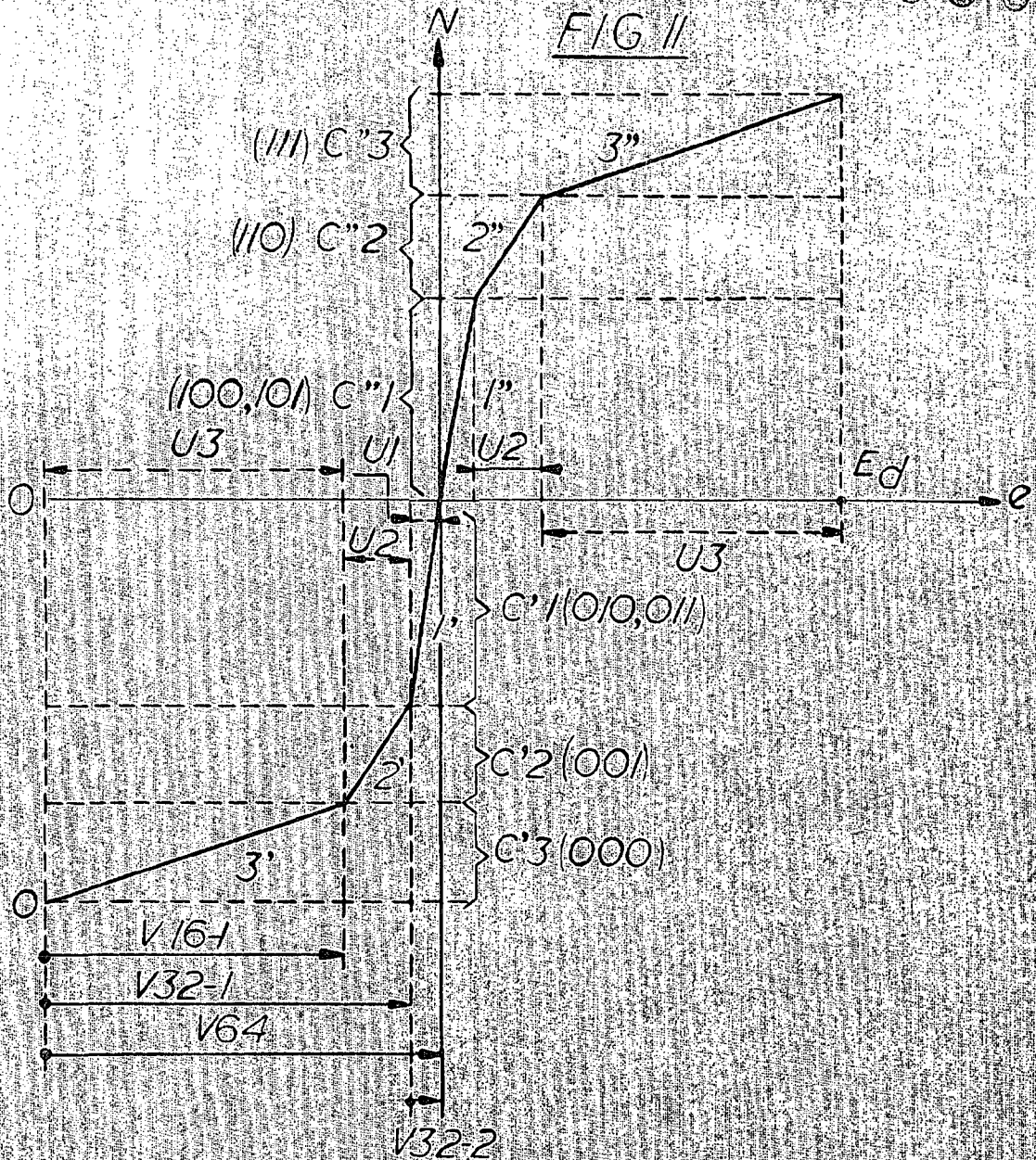


FIG. 14

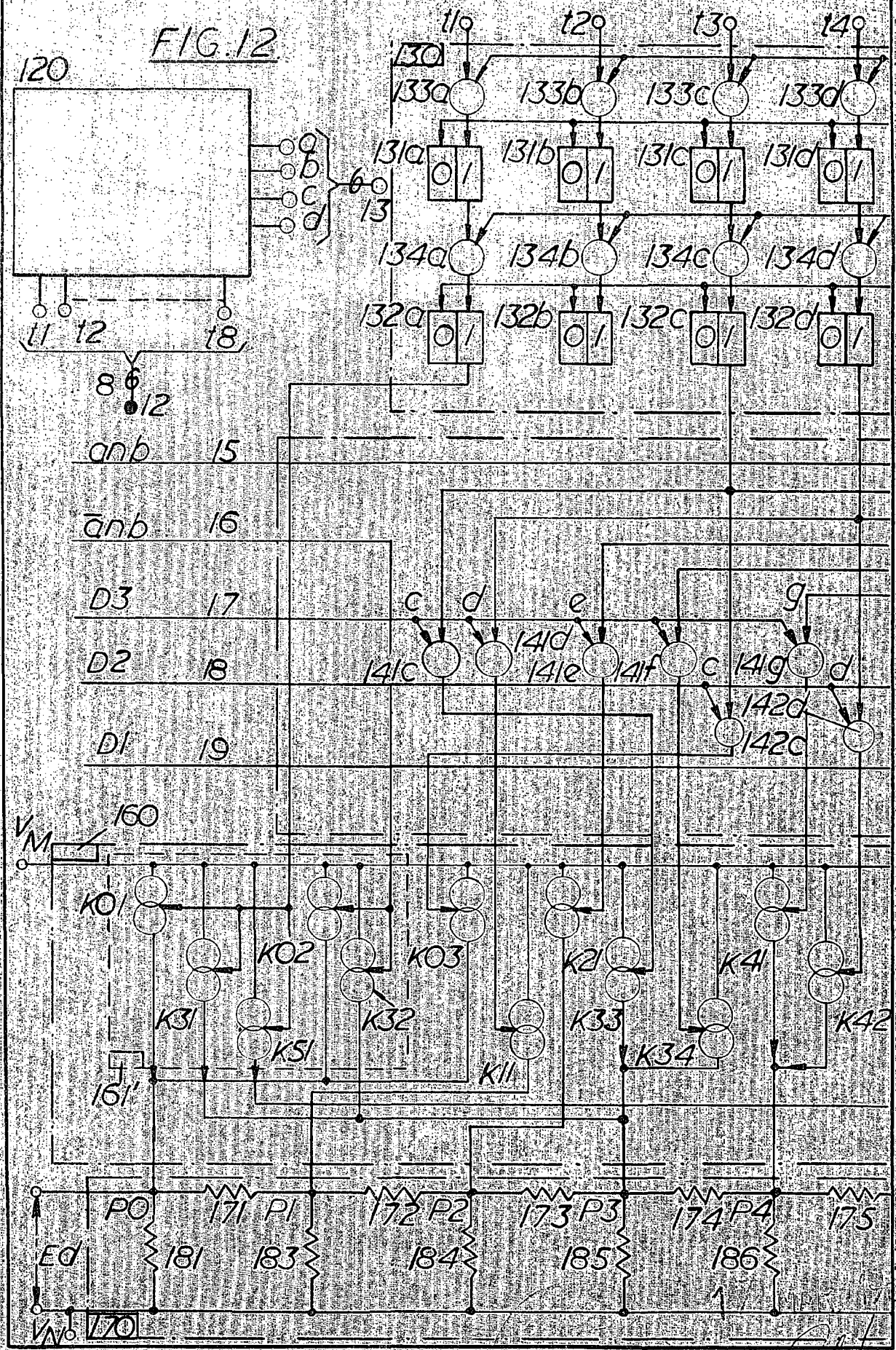


17 MAR 1950

755



FIG. 12



*Handwritten signature or initials.*

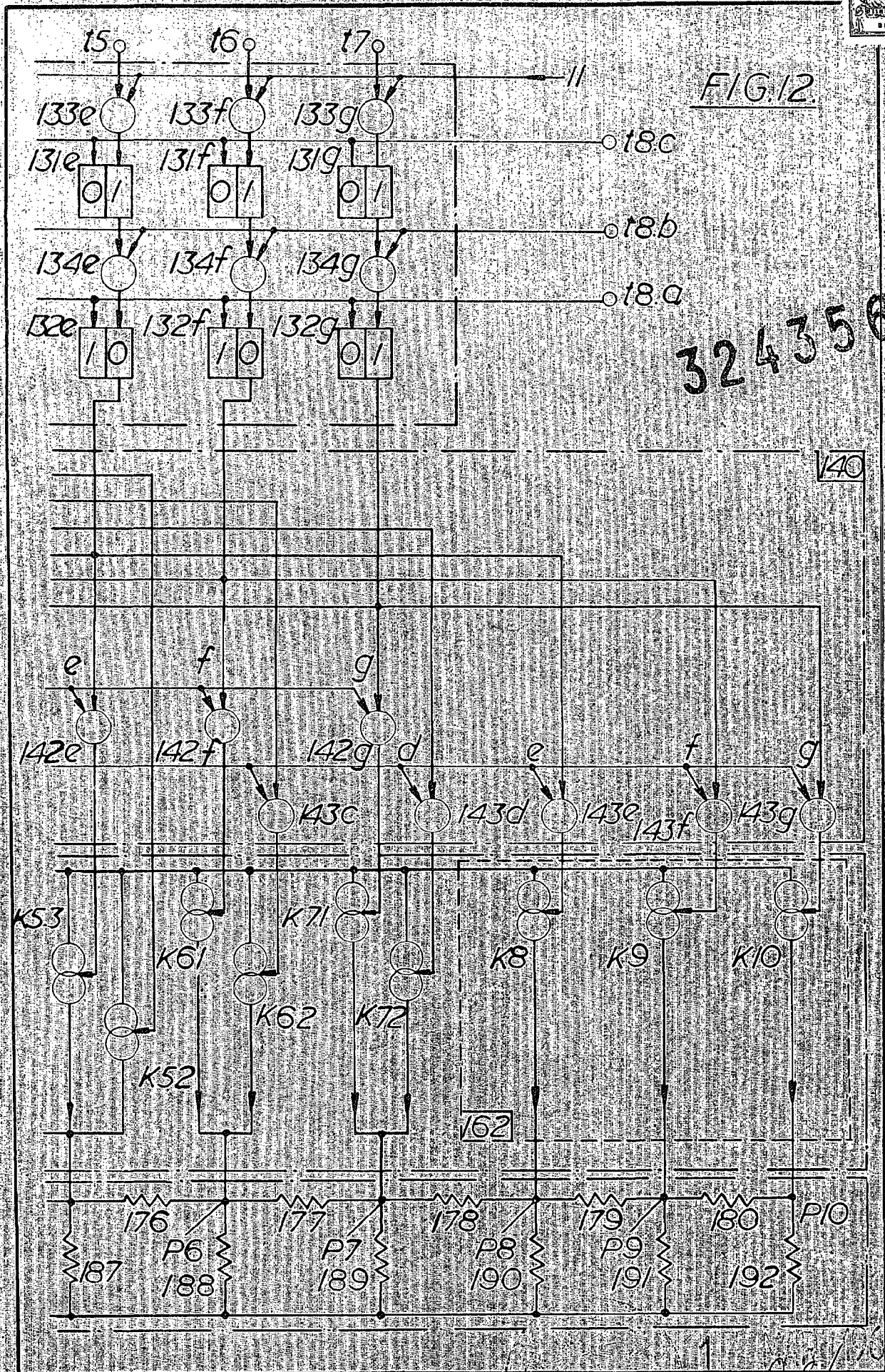


FIG. 12

324356

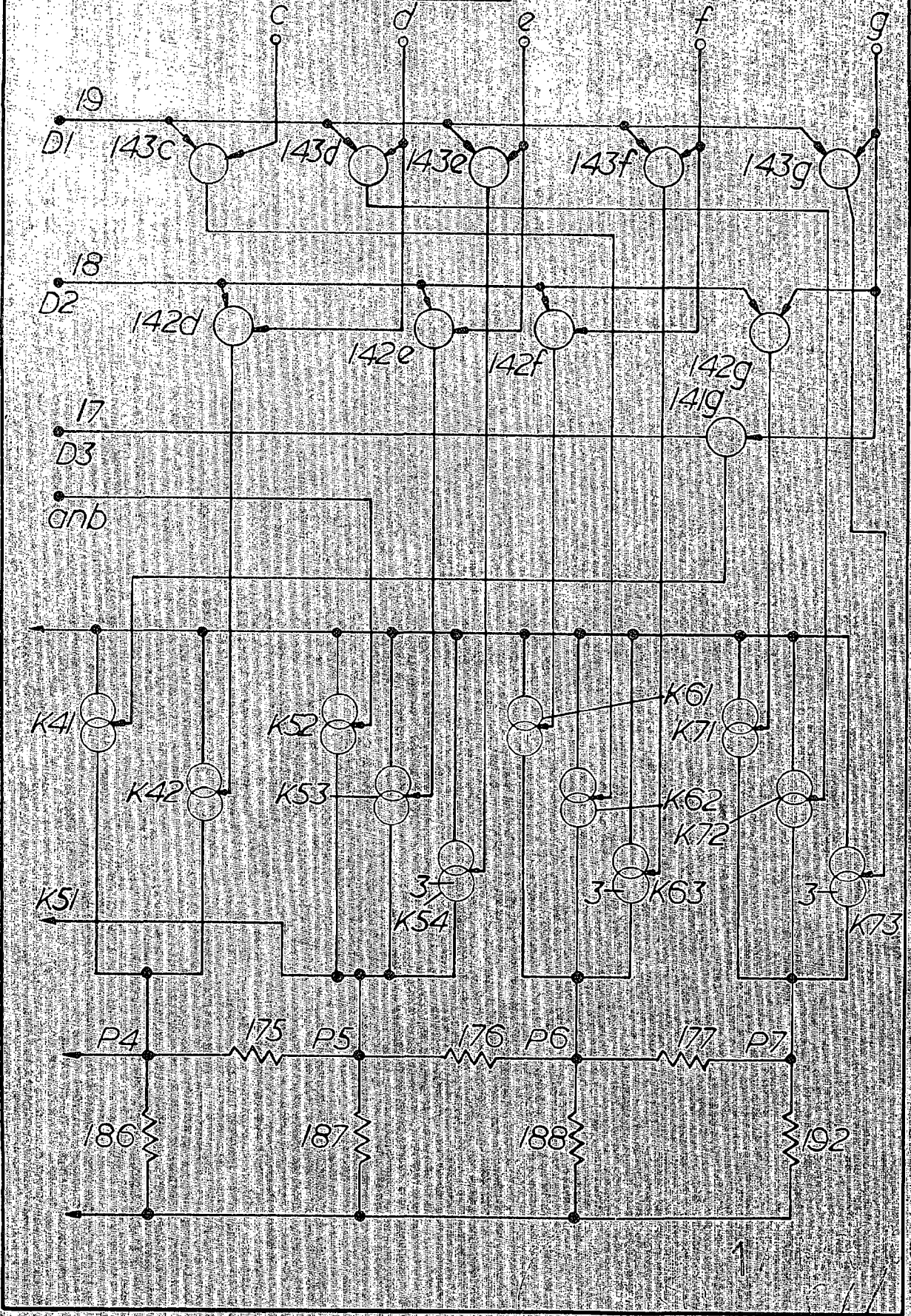
1  
EUGENE W. ...  
SECRETARY OF THE ...



324356



FIG 15



*Handwritten signature or initials.*

