



317266

A.H. Reeves - 81

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE INTRODUCCION
EN ESPAÑA POR: "EQUIPO DE CODIFICACION PARA MODULACIONES
POR CODIFICACION DE IMPULSOS", A NOMBRE DE
STANDARD ELECTRICA, S.A. CON DOMICILIO EN MADRID,
CALLE DE RAMIREZ DE PRADO Nº. 5

La presente invención se refiere a convertidores de información analógica a digital, tales como equipos de codificación utilizados en instalaciones de comunicaciones del tipo de modulación por codificación de pulsos (denominadas instalaciones P.C.M.)

5 En las instalaciones de modulación por codificación de pulsos se cuantifica una señal de entrada analógica en uno de k niveles, cada uno de los cuales está representado por una combinación de código de n cifras.

10 La combinación de código se transmite luego por el canal de comunicación y se decodifica en el receptor para volver a crear la señal analógica. Cuando la entrada analógica es una forma de onda variable tal como una forma de onda vocal, se toman muestras de la misma a intervalos frecuentes, y se codifica el valor instantáneo de

./..



317266 2.

la entrada en el momento de tomar la muestra. Del mismo modo, si se
15 logra una velocidad suficientemente elevada de toma de muestras y co-
dificación, resulta posible efectuar la multiplicación o transmisión
múltiple de dos o más conjuntos de señales por un canal único de co-
municaciones.

El término "dispositivo multiestable", tal como se emplea
20 en el presente documento, significa un dispositivo que tiene dos o
más condiciones estables.

Se provee, de acuerdo con la presente invención, y un
convertidor de analógico a digital, que comprende una disposición de
dispositivos multiestables interacoplados, a cada uno de los cuales
25 se imparte una característica de conmutación distinta, y a los cuales
puede aplicarse una cantidad analógica que debe ser convertida en su
equivalente digital, tendiendo la aplicación de dicha cantidad analó-
gica a fijar dichos dispositivos multiestables en una cualquiera de
cierto número de condiciones, y una entrada por la cual puede apli-
30 carse una condición oscilatoria amortiguada a dichos dispositivos
multiestables, siendo tal la disposición que cuando termina dicha
condición oscilatoria las condiciones a que han sido llevados dichos
dispositivos multiestables como consecuencia de la aplicación a los
mismos de una condición analógica al mismo tiempo que dicha condición
35 oscilatoria representan una combinación de código digital que corres-
ponde a dicha condición analógica.

Se describirán a continuación algunas realizaciones de
la presente invención con referencia a los dibujos que se acompañan,
en los cuales:

40 La figura 1 ilustra un dispositivo biestable mecánico;
La figura 2 ilustra un codificador mecánico de tres ci-
fras;

La figura 3 es un gráfico que represente una oscilación
amortiguada;

317266

3.



45 La figura 4 es un gráfico que representa la característica tensión/intensidad de un diodo de tunel;

La figura 5 es un circuito electrónico biestable que utiliza un diodo de tunel;

50 La figura 6 es un diagrama de circuito de un codificador de cuatro cifras;

La figura 7 es un diagrama de circuito de un codificador de compresión digital; y

La figura 8 ilustra ciertas formas de onda utilizadas en el circuito de la figura 7 de los dibujos que se acompañan.

55 En el diagrama de la figura 1 de los dibujos que se acompañan, las barras 1 y 2 están unidas articuladamente entre sí en el punto 3, y a las barras 4 y 5 en los puntos 6 y 7. Las barras 4 y 5 están apoyadas articuladamente en el soporte fijo 8 en los puntos 9 y 10. Un resorte 11 está sujeto a las barras 4 y 5, y los topes 12 y 13 restringen los movimientos de las barras 4 y 5 bajo la acción del resorte 11. La disposición completa forma un dispositivo estable, con el punto 3 sobre el eje XY según se ilustra. Si se desplaza entonces el punto 3 de derecha a izquierda a lo largo del eje XY, aumenta el ángulo entre las barras 1 y 2, y los puntos 6 y 7 se separan. Este movimiento aumenta la tensión del resorte 11, hasta el momento en que las barras 1 y 2 forman una línea recta entre sí. El movimiento ulterior del punto 3 hacia la izquierda provoca el reacercamiento de los puntos 6 y 7, debido a la acción de codillo de las barras 1 y 2, y al aflojamiento consiguiente de la tensión del resorte 11. 65 Ello continua hasta que los topes 12 y 13 impiden la continuación del movimiento de las barras 4 y 5. De esta manera, el par de barras 1 y 2 posee dos posiciones de equilibrio estable: la posición 3 (que se puede denominar condición "1") y la posición 3a (que se puede denominar condición "0"). Si se aplica temporalmente una fuerza

./..

317266



4.

75 al punto 3 que sea suficiente para desplazarlo hasta más de mitad de
camino hacia la posición 3a, al quitar dicha fuerza, y en ausencia
de otras fuerzas externas cualesquiera, el dispositivo adoptará la
condición "0", bajo la influencia del resorte 11. En cambio, si la
fuerza aplicada al punto 3 es tal que lo lleva hasta menos de la mi-
20 tad de la distancia que media hasta la posición 3a, al quitar la fuer-
za el dispositivo vuelve a la condición "1". Las mismas condiciones
son válidas cuando se contempla el movimiento de la condición "0" a
la condición "1". De esta manera, la disposición de la figura 1 y de
los dibujos que se acompañan puede considerarse como una codificación
85 binaria de dos niveles, que desarrolla un código binario de una sola
cifra ("0" ó "1") según la magnitud de la fuerza aplicada al punto 3.

Si se pasa ahora a la disposición de la figura 2 de los
dibujos que se acompañan, la misma incluye tres dispositivos biesta-
bles interconectados de la clase descrita más arriba, cada uno de
90 los cuales consiste en un par de barras articuladas 14 y 15, 16 y 17,
18 y 19 correspondiendo los puntos de articulación 20, 21 y 22 al
punto 3 de la figura 1 de los dibujos que se acompañan. Del mismo
modo, los pares de barras 23 y 24, 25 y 26, 25 y 28, los resortes
29, 30 y 31, y los topes 32, 33, 37 corresponden a sus contra-
95 partes de la figura 1 de los dibujos que se acompañan.

El soporte fijo 38 corresponde al soporte fijo 8 de la
figura 1 de los dibujos que se acompañan. La chapa 39, aunque no se
encuentra fijada rígidamente con respecto a la totalidad de la dis-
posición, actúa como soporte fijo de las barras 25 y 26, y desempe-
ña para ellas igual función que el soporte fijo 38 para las barras
100 23 y 24. La chapa 39 está sujeta también al punto de articulación
20, y por lo tanto todo movimiento del punto 20 a lo largo del eje
XY resulta en un movimiento correspondiente de la totalidad de la
disposición sujeta a la chapa 39. Del mismo modo, la chapa 40 está

./..



105 sujeta al punto de articulación 21, con las mismas consecuencias que en el caso de la chapa 39.

Las chapas 39 y 40, y los puntos 20, 21 y 22, están todos dispuestos de manera de desplazarse solamente sobre el eje XY, y cada par de puntos de articulación 41, 42 y 43, 44 se encuentra en una rec-
110 ta que forma 90 grados con el eje XY. En teoría, todos los movimien-
tos de los vínculos de articulación y chapas deben estar libres de fricción estática aunque se requiere amortiguamiento fluido. En un modelo mecánico la chapa 39 y 40 están dotadas de pernos que corren en una ranura (no ilustrada) situada a lo largo del eje XY. Finalmente,
115 los topes, 34, 35 y 36, 37 están fijos con respecto a sus respectivas chapas 39 y 40, del mismo modo que los topes 32, 33 y el soporte fijo 38.

La disposición completa de la figura 2 de los dibujos que se acompañan, comprende tres dispositivos biestables interconectados.
120 El punto 22 tiene, por tanto, ocho posiciones estables denominadas 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 y 111, donde la primera cifra de cada grupo de tres corresponde a la condición estable del punto 20, la segunda cifra a la del punto 21 con respecto a la chapa 39, y la tercera cifra a la del punto 22 con respecto a la chapa 40. Si las barras de
125 articulación se proporcionan de manera que el desplazamiento individual máximo del punto 21 sea mitad del desplazamiento del punto 20, y el desplazamiento individual máximo del punto 22 sea mitad del desplazamiento del punto 21, las ocho posiciones estables descritas más arriba constituyen las representaciones corrientes del desplazamiento to-
130 tal del punto 22 en un código binario simple.

La posición del punto 22 se considera igual a cero partiendo del código 000. El desplazamiento del punto 22 por el equivalente de siete unidades provoca la producción del código 11 por parte de las tres articulaciones biestables. Se recordará que el desplazamiento



317266 6.

135 máximo de cada conexión articulada biestable está limitada por el par
correspondiente de topes 32, 33 ... 37. Los códigos intermedios que-
darán indeterminados a menos que se conozcan las fuerzas relativas de
los tres resortes 29, 30 y 31. Por ejemplo, si el primer resorte 29
es suficientemente más fuerte que cualquiera de los otros dos, el des-
140 plazamiento del punto 22, en tres unidades puede proporcionar sola-
mente el código 011. Por otra parte si el resorte 29 es suficiente-
mente más débil que los otros dos, el desplazamiento del punto 22 en
tres unidades provocará un código que termina en 00. En este caso, si
se supone que las conexiones articuladas están proporcionadas en una
145 relación de 1 : $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{4}$, el desplazamiento del punto 22 en tres uni-
dades provoca un desplazamiento de tres unidades en el punto 20;
mientras que el desplazamiento mínimo necesario para desplazar al
punto 20 es de cuatro unidades. De esta manera, el código que termina
en 00 para un desplazamiento de tres unidades es inherentemente ines-
150 table, si no se aplica fuerza exterior al dispositivo biestable mayor

En cambio, si las fuerzas de los tres resortes 29, 30 y
31 son diferentes para cada dispositivo articulado, en el grado sufi-
ciente para evitar que una conexión articulada mayor se mueva apre-
ciablemente en un punto cualquiera, durante un aumento o reducción
155 gradual del desplazamiento del punto 22, hasta que la conexión arti-
culada inmediatamente inferior se haya desplazado totalmente en ese
sentido, las configuraciones de código posible para ocho posiciones
de desplazamiento igualmente espaciadas (denominadas "niveles" de
aquí en adelante) 0 a 7, son las que figuran en la tabla siguiente.

<u>Nivel</u>	<u>Configuración</u>	<u>Alternativa posible</u>
0	000	
1	001	
2	010	o bien 0, $\frac{1}{2}$, 1
3	011	



317266 7.

165	4	1/4 11	
	5	101	o bien 1, → 3, 0
	6	110	o bien 1, → 3, 1
	7	111	

En esta tabla, el símbolo $\rightarrow \frac{1}{2}$ significa que se obtiene la configuración indicada si el desplazamiento es casi tan grande pero no igual al valor entero más cercano. El símbolo "1/4" del nivel 4 está destinado a demostrar que el dispositivo biestable mayor se extiende solamente hasta la cuarta parte de su extensión total. Se trata por lo tanto de un código incorrecto en binario simple y tampoco se trata de una condición internamente estable. Los niveles 2, 5 y 6 proporcionan también ambigüedades.

El análisis simple pone de manifiesto que si los topes del tipo 32, 33 se colocan cercanos para dar un ángulo mínimo entre las conexiones articuladas más pequeño que el correspondiente a la posición neutra del resorte, puede resultar codificado incorrectamente más de un nivel, así como pueden aparecer otras ambigüedades en las configuraciones. Sin embargo, nunca puede ocurrir un error del codificador si la configuración de conjunto es internamente estable, es decir si se encuentra en una condición de mínima energía potencial de conjunto. Esos errores pueden evitarse siempre. Por lo tanto, superponiendo sobre el desplazamiento deseado estacionario del punto 22 una vibración de cualquier forma de onda siempre que sus amplitudes de cresta disminuyan hasta menos de $\pm \frac{1}{2}$ unidad y permanezcan durante un tiempo suficiente en una amplitud suficientemente grande como para permitir que tengan lugar todos los cambios en las posiciones de las articulaciones que son necesarios para obtener el código correcto (este proceso es muy similar al de magnetizar un trozo de hierro que tiene una fuerza coercitiva apreciable para llevarlo a un nivel de imantación determinado puede realizarse superponiendo una oscilación

./..

317266



8.

195 que se amortigua hasta casi cero sobre el campo continuo aplicado, dependiendo de la fuerza coercitiva la amplitud de la oscilación).

Ahora bien, en lugar de una forma de onda cualquiera para esta oscilación superpuesta, se describirá la forma de onda óptima para los fines que se considera. Para cualquier nivel " " sea la forma de onda total que tiene amortiguamiento constante para obtener el desplazamiento $\underline{s} = \underline{l} (1 + \frac{\text{sen } t}{22p})$ donde \underline{p} es el número de períodos a partir del principio y \underline{t} es el tiempo. Por consiguiente, la primera amplitud máxima positiva será $\underline{l} (1 + \frac{1}{2})$, el primer máximo negativo será $\underline{l} (1 - 1/4)$, el segundo máximo positivo será $\underline{l} (1 + 1/8)$, etc., disminuyendo la componente oscilatoria hasta la mitad de su valor anterior en cada medio periodo sucesivo. Se considerarán ahora los efectos de esa forma de onda sobre los tres dispositivos articulados de la figura 2 de los dibujos que se acompañan (con topes de tipo 32, 33 según se ilustra). Se habrá de suponer una periodicidad suficientemente como para que resulten despreciables las fuerzas de inercia debidas a las masas de los elementos que forman al mecanismo articulado.

Nivel 1

215 Para $\underline{p} = \frac{1}{2}$, $\underline{s} = 1 + \frac{1}{2}$. El tercer mecanismo articulado (llamado R3) pasa a la condición "1" y R2 a la condición 1/4 (R2 tiene conexiones de doble longitud que R3). R1 se detiene en "0". Para $\underline{p} = 1$, $\underline{s} = 1 - 1/4$; R3 retrocede a la condición 3/4 mientras que R2 vuelve a "0". Para oscilaciones ulteriores R1 y R2 permanecen en "0"; mientras que R3 se aproxima asintóticamente a "1". Si se agrega un dispositivo de decisión para hacer que R3 proporcione un código de salida de uno tan pronto como no vuelve luego a menos de la mitad, esta decisión puede lograrse para $\underline{p} = \frac{1}{2}$, y el código de salida es 001 correctamente sin ambigüedad.

./..

Nivel 2

225 Para $p = \frac{1}{2}$, $s = 2 (1 + \frac{1}{2}) = 3$. Ello fuerza R3 y R2 a la
 condición "1" sin resto para mover a R1. Para $p = 1$, $s = 2 (1 - 1/4)$
 $= 2 - \frac{1}{2}$, R3 vuelve a la condición "0", R1 permanece en "0" y R2 vuel-
 ve a la condición $3/4$ (es decir desplazamiento $1\frac{1}{2}$). Para $p = 2/3$,
 $s = 2 (1 + 1/8) = 2 \frac{1}{4}$. R1 permanece en "0", R2 pasa a la condi-
 230 ción "1", y R3 a la condición "1/4", después de lo cual R3 se vuelve
 asintótico a "0". El código de salida es, por lo tanto, 010. Luego
 de $p = \frac{1}{2}$, R2 permanece dentro de su intervalo de condiciones final
 (" $\frac{1}{2}$ " a "1"); por consiguiente, la decisión de codificar la segunda
 cifra, ahora en "1", puede realizarse en $p = \frac{1}{2}$. La decisión de codi-
 235 ficar la tercera cifra, en cambio, desde R3, no puede realizarse has-
 ta que sea $p = 1$, momento más próximo después del cual R3 permanece
 dentro del intervalo de la condición final ("0" a " $\frac{1}{2}$ ").

Con la suposición anterior, un análisis sencillo similar
 pone de manifiesto que con este tipo de forma de entrada todo nivel
 240 entero \underline{l} resultará codificado correctamente y sin ambigüedades para
 cualquier número de mecanismos articulados (y por consiguiente para
 cualquier número de cifras del código). En el primer máximo positivo
 $p = \frac{1}{2}$, s será $\underline{l} (1 + \frac{1}{2})$. Sea el mecanismo articulado más grande que
 puede ser codificado como "1" el que es capaz de un desplazamiento
 245 interno ("peso") \underline{w}_m (donde m es el número de sucesión del mecanismo
 articulado, partiendo de $m = 1$, para el mecanismo mayor). Para des-
 plazar este mecanismo a la condición "1" su desplazamiento mínimo es
 $\underline{w}_m/2$; y para obtenerlo en el primer máximo (positivo) deben primero
 trasladarse todos los mecanismos más pequeños a su condición "1", lo
 250 cual requiere un desplazamiento extra de $\underline{w}_{m+1} + \underline{w}_{m+2} + \dots + 1 =$
 $2\underline{w}_{m+1} = \underline{w}_m - 1$. Por consiguiente, el desplazamiento total requerido
 en el enésimo mecanismo es $\underline{w}_m (1 + \frac{1}{2}) - 1$, cuyo valor mínimo para

./..

317266



10.

$p = \frac{1}{2}$, $s = \underline{-(1 + \frac{1}{2})}$ es siempre superior en una unidad. Del mismo modo, las semioscilaciones siguientes son siempre suficientes para volver a los mecanismos más pequeños a la condición "0" si ello es lo que exige la configuración de código correcta, mientras que los obliga a permanecer, o terminar, en la condición "1" cuando la codificación correcta requiere esa configuración, y ello sin ambigüedad. Además, con la excepción teórica pero no práctica de un nivel que provoque la finalización de un mecanismo articulado en condición " $\frac{1}{2}$ " (en equilibrio pero inestable), todo nivel aplicado ya se trate de una etapa entera o no puede aparecer codificado correctamente y sin ambigüedad, correspondiendo el código de salida al nivel entero más próximo que es inferior a $\underline{1} + 1$. (El error de una unidad puede corregirse fácilmente restando 1 del nivel aplicado a la entrada). Del mismo modo, el mismo análisis demuestra que la decisión para codificar el mecanismo articulado más grande que se desplaza a la condición 1, $p = \frac{1}{2}$, es decir durante el "corte de tiempo 1" (indicado como TS1 en la figura 3 de los dibujos que se acompañan). Desde la mayoría si no todos los puntos de vista prácticos, el tren amortiguado simple superpuesto de la figura 1 de los dibujos que se acompañan constituye, por lo tanto, una forma de onda óptima del componente oscilatorio deseado; dado que no solamente codifica correctamente sino que lo hace en el tiempo mínimo.

275 Se considerará ahora el caso en que no es posible despre-
ciar las fuerzas de inercia.

Nivel 4

Tómase el nivel 4 para $p = \frac{1}{2}$. Es entonces $s = 6 - 1 = 5$.
Se obliga primero a los mecanismos articulados R2 y R3 a desplazarse a la condición "1", aproximadamente a la misma velocidad que la forma de onda de entrada, si esta última tiene potencia suficiente como para

./..



no ser afectada apreciablemente por la carga debida a los mecanismos articulados. Cuando s aumenta hasta 3, es forzado R1 (también aproximadamente a la velocidad de la onda de entrada) desde desplazamiento
 285 0 hasta un desplazamiento de 2 unidades (condición " $\frac{1}{2}$ "), que es su punto muerto estático. Pero por haber sido acelerado a la velocidad de la onda de entrada durante el intervalo en que s aumenta de 3 a 5, su impulso, juntamente con la realimentación positiva debida a su resorte después de pasar por el punto muerto, lo lleva a la condi-
 290 ción "1" por lo menos en el tiempo p , que corresponde al primer máximo negativo, que es la corta región de tiempo donde debe realizarse la decisión referente a la condición final del mecanismo articulado. En ese momento p , entonces el segundo mecanismo articulado codifica un "0", seguido inmediatamente de un código "0" del tercer mecanismo
 295 articulado del mismo modo que en los casos anteriores en que se despreciaban las fuerzas de inercia.

Nivel 3

Para $\frac{p}{2}$, $s=4\frac{p}{2} - 1 = 3\frac{1}{2}$. Por consiguiente el primer mecanismo articulado es forzado aproximadamente a la velocidad de la forma de onda de entrada a desplazarse desde 0 a $\frac{1}{2}$ unidades (condición "0" a condición " $\frac{1}{8}$ "). Si el impulso captado durante este desplazamiento de corta duración es bastante para hacer que el desplazamiento continúe suficientemente más allá del punto muerto para terminar en la condición "1", teniendo en cuenta las fuerzas combinadas que
 305 permanecen en el mecanismo durante el proceso incluso el amortiguamiento fluido supuesto del mecanismo, el código de salida será 100 en lugar del resultado usual 011 del nivel 3. Pero ello exigiría parámetros anormales; ya que las experiencias realizadas en una computadora analógica sencilla han puesto de manifiesto que los valores normales requieren un nivel de entrada más cercano a 3,5 que
 310

317266



12.

a 3,0 para obtener en este caso el código 100. Considérese ahora, cualitativamente, los efectos de variar el momento de inercia del primer mecanismo articulado, suponiendo una fuerza inversa constante para una velocidad dada debida al amortiguamiento fluido. Se toma un nivel crítico aproximadamente situado a medio camino entre etapas cuantificadas, donde para $\frac{p}{2}$ el mecanismo se encuentra alrededor del punto muerto. Cuanto mayor sea la inercia del mecanismo articulado, tanto más lento será el mecanismo para desplazarse desde cerca de su punto muerto ya sea a la condición "1" o devuelta hacia la condición "0", por la fuerza de su resorte solamente. Pero a igualdad de los demás factores, cuanto más grande sea la inercia del mecanismo articulado, tanto mayor será la energía cinética recogida por el sistema durante su corto período de aceleración, tanto menos será retardado por su resorte después de cesar la aceleración en $\frac{p}{2}$ hasta alcanzar el punto muerto, y por lo tanto, tanto mayor será su velocidad al atravesar esa región. Es evidente, por lo tanto, que al aumentar la inercia del mecanismo articulado, surgen dos tendencias opuestas que tienden a equilibrarse, siendo el resultado de conjunto que el tiempo de codificación de la primera cifra es bastante independiente de la inercia del mecanismo. Son aplicables los mismos argumentos a todos los otros mecanismos articulados de las disposiciones semejantes a la ilustrada en la figura 2 de los dibujos que se acompañan. Se considerará ahora el efecto de una región de nivel crítico situada aproximadamente a mitad de camino entre las etapas cuantificadas 3 y 4, sobre las acciones combinadas de R1 y R2. Si se despreja la inercia, excepto para niveles muy altamente críticos muy ocasionales, R1 se encuentra aproximadamente en la condición "0" o en la condición "1" en el tiempo $\frac{p}{2}$. Pero con inercia en R1 este mecanismo puede hallarse en su región del punto muerto en $\frac{p}{2}$. Ello, juntamente con la iner-

./..



340 cia del mecanismo articulado fuerza a R2 más rápidamente hacia su con-
dición "0" durante la primera oscilación negativa desde p a p lo que
a su vez acelera cada día más a R1 hacia su condición "1", y así
aumenta la tendencia a proporcionar un código 100. En cambio, si el
nivel de entrada combinado con las fuerzas oponentes durante esta
345 oscilación negativa, es insuficiente para llevar a R1 bastante cerca
de su punto muerto en p , la oscilación positiva siguiente de p a $\frac{3p}{2}$
hace que R2 adopte la condición "1" con relativa rapidez, lo cual
reacciona a su vez sobre R1 y aumenta su aceleración de retorno ha-
cia la condición "0". La inercia de R1 hace entrar en juego, por lo
350 tanto, una acción de realimentación positiva que tiene el efecto de
acelerar los tiempos de codificación de R1, y R2, lo cual equilibra
en gran parte todo aumento debido a la inercia en los tiempos de co-
dificación. Las experiencias realizadas en una computadora analógica
han confirmado la argumentación cualitativa que precede.

355 Mediante el uso del principio codificador de equilibrio
precedentemente descrito, se provee un codificador que tiene como
máximo el mismo número de elementos de codificación que un codifi-
cador serie normal ($\log_2 n$ si hay n niveles), en comparación con los
 n elementos de esa naturaleza que tiene un codificador en paralelo:
360 mientras que al mismo tiempo se logra una velocidad de codificación
más rápida para valores dados de las constantes de tiempo de los
componentes. Esta ventaja obedece al hecho de que en el codificador
normal en serie, los elementos de codificación biestables o de otra
naturaleza han de moverse en secuencia estricta, manteniéndose cada
365 uno de ellos durante aproximadamente media etapa cuantificada antes
de que pueda iniciarse realmente el funcionamiento del siguiente. En
el codificador de equilibrio, en cambio, pueden ocurrir simultánea-
mente gran parte de estos movimientos, no debiendo en general cada
uno de ellos moverse más que aproximadamente la mitad antes de que

317266



14.

370 pueda comenzar el siguiente. La cuantificación de niveles, además, tiene lugar en el codificador mismo; no se requiere discriminador externo tal como es la práctica, algunas veces, cuando se trata de codificadores convencionales que funcionan en serie.

Además, puede obtenerse un aumento de la tolerancia en lo que se refiere a la exactitud de los "pesos" de los elementos de codificación (es decir de su desplazamiento interno desde sus posiciones "0" a sus posiciones "1"). Sin factor de seguridad alguno, en un codificador normal en serie que tiene n niveles, puede ocurrir un serio error de codificación si la tolerancia del peso del elemento más grande es superior a $\frac{+1}{2n}$; ya que un aumento de nivel de un paso o etapa puede proporcionar entonces un código que representa un incremento de nivel de dos pasos o etapas, lo que provoca una deformación indebida. Pero puede demostrarse que mediante ajuste adecuado un error de peso en cualquier cifra de un codificador de equilibrio se divide parcialmente y comparte con otras cifras, lo cual suaviza lo que de otro modo constituiría una fuerte irregularidad en la linealidad de la curva de codificación, y por consiguiente reduce apreciablemente en muchas aplicaciones los efectos perjudiciales de ese error de paso. En la práctica, en un codificador en serie o de equilibrio, la tolerancia que puede obtenerse prácticamente en el paso del elemento suele constituir un factor limitativo para el proyecto.

Realizaciones Electrónicas del Principio del Codificador de Equilibrio.

La base de cada elemento de cifra es simplemente un elemento biestable. A modo de ejemplo sencillo se describe una realización con diodo de tunel que contiene 4 elementos de cifra, y es capaz, por lo tanto, de codificar 16 niveles en una base binaria simple. Debe observarse que el codificador de equilibrio utiliza básicamente un componente de dos electrodos de esta clase en sus elementos codi-



400 ficadores; mientras que en muchos codificadores en serie se requiere
un tercer electrodo de control desacoplado de su salida, lo cual eli-
mina la gran cantidad de dispositivos puros de dos electrodos que de
otra manera podrían utilizarse. El circuito básico de esa biestabili-
dad en un diódo de tunel único es bien conocido; se observa en la fi-
405 gura 5 de los dibujos que se acompañan, siendo la característica está-
tica del diódo la ilustrada por la línea 41, 42, 43, 44 de la figura
4 de los dibujos que se acompañan. Hay una batería 50 en serie con el
resistor 51 y el diódo de tunel 52 tal como se observa en la figura 5
de los dibujos que se acompañan, lo que proporciona la línea de carga
410 45, 46. El circuito tiene un punto de equilibrio inestable 47 y dos
puntos de equilibrio estable 48 y 49, según figura 4 de los dibujos
que se acompañan. Si el circuito se encuentra inicialmente en la
posición de equilibrio 48, una tensión adicional adecuada en el pun-
to 52, por ejemplo aplicada a través del capacitor 53 desde el punto
415 54 dispara al circuito hacia su segunda posición de equilibrio 49,
en la cual permanece hasta que se lo hace volver a la posición 48
empleando medios externos, tales como pueden ser una tensión negati-
va aplicada en 54.

El circuito codificador de la figura 6 de los dibujos que
420 se acompañan utiliza una componente de forma de onda de entrada os-
cillatoria de 2 megaciclos por segunda (para proporcionar un tiempo de
codificación adecuado para una instalación de transmisión de la voz
mediante modulación por codificación de pulsos de 24 canales que ten-
ga 128 niveles comprimidos). Dado que los diodos de tunel utilizados
425 pueden ser capaces de velocidades de conmutación muy superiores a 2
megaciclos por segundo, este circuito, es por lo tanto, más típico
del ejemplo considerado anteriormente, donde pueden despreciarse las
fuerzas de inercia que del ejemplo en el cual son importantes esas
fuerzas de inercia.

317266



16.

430 En la figura 6 de los dibujos que se acompañan, la fuente
55 de muestras de señal analógica está conectada a la entrada de un
amplificador o transistor de base común 56 por intermedio de un poten-
ciómetro 57 de control de ganancia y un resistor 58. El circuito de
colector de 56 se cierra, tal como se aprecia en las figuras que se
435 acompañan, por medio de un resistor 59, y un circuito resonante 60,
51 amortiguado por el resistor 62, ajustándose los valores de estos
componentes para proporcionar en el colector una forma de onda de
tensión que corresponde a la ilustrada en la figura 3 de los dibujos
que se acompañan. El colector de 56 está conectado a la entrada de
440 una etapa seguidora de emisor 63 por medio de un capacitor 64, lo cual
proporciona una fuente de baja impedancia en el punto de salida 65.
El circuito de emisor de 63 se cierra a través de los primarios de los
transformadores 66, 67 y 68 y un inductor 69. El transformador 66
tiene una relación descendente de 4:1, el transformador 67 una rela-
445 ción reductora de 2:1, el transformador 68 tiene una relación ascen-
dente de 1:2 y la relación de tensiones en el inductor 69 es unitaria.
Los diodos de tunel, 70, 71, 72 y 73 están conectados a los secunda-
rios de transformadores y al inductor 69 en la forma ilustrada. La
diferencia de intensidad entre los valores de máximo y de valle de la
450 característica estática del diodo de tunel 70 es de 1 miliampere, la
del diodo 71 es de 4 miliampere, la del diodo 72 es de 16 miliampere,
y la del diodo 73 es de 64 miliampere. El diodo 73 está representado
por un par de diodos en paralelo, cada uno de los cuales exige 32 mi-
455 liamperes; aunque podrían sustituirse por un diodo único de 64 miliam-
peres.

Los resistores 74, 75, etc. están destinados a obtener
las polarizaciones correctas de los diodos de tunel. El capacitor 76
conectado en paralelo con el diodo de tunel 73 "más grande" (un par
de diodos) está destinado a evitar oscilaciones esúreas. Debido a la

./..



460 forma de sus características, cuando se utilizan diodos de tunel es
preciso codificar tensiones en lugar de intensidades: ello podría
realizarse, por supuesto, utilizando como elemento más pequeño un
diodo que tenga una unidad de tensión entre las dos posiciones de
equilibrio estable, dos unidades para la cifra inmediatamente mayor,
465 cuatro para la siguiente, y así sucesivamente. Con diodos de tunel
de materiales dados, empero, la diferencia de tensión entre la cresta
positiva y el valle negativo en la característica estática es sustan-
cialmente una cantidad constante; y por lo tanto se utiliza la dis-
posición de transformadores de la figura 6 de los dibujos que se
470 acompañan para obtener el mismo resultado efectivo, pero empleando
diodos de tunel de diferencia constante de tensión entre los puntos
de equilibrio.

El funcionamiento de las cuatro unidades de diodo de tunel
acopladas en la forma indicada es completamente análogo al fun-
475 cionamiento del mecanismo de brazos articulados que aparecen en la
figura 7 de los dibujos que se acompañan, correspondiendo la mayor
de estas unidades de diodo de tunel al mecanismo articulado más gran-
de, y la unidad más pequeña al mecanismo articulado más pequeño.

Se observará que los circuitos de retorno de corriente
480 continúa de los diodos de tunel se cierran solamente por intermedio
de resistores 74, 75, etc. de valor relativamente elevado que se
utilizan para las fuentes de alimentación de tensión de polarización,
que están en paralelo con capacitores 77, 78. La finalidad de esta
disposición es lograr una pequeña magnitud de autopolarización de
485 corriente continúa en estos diodos, que actúa en sentido directo,
por lo cual un pulso previo ayuda en lugar de perjudicar al disparo
que se debe al pulso siguiente, con lo cual se equilibra en gran
parte el retardo en sentido opuesto que se debe al ancho de banda
finito de los transformadores. Los diodos tunel pueden funcionar,

317266



18.

490 en realidad, satisfactoriamente como elementos biestables sin lazo al-
guno de retorno de la corriente continua, se se utiliza un capacitor
adecuado.

495 La recepción del pulso de muestra de la fuente 55 excita
al circuito resonante amortiguado 60, 61 y 62 que produce una forma
de onda tal como la que se ilustra en la figura 3 de los dibujos que
se acompañan. Esta forma de onda, cuyo primer máximo tiene una ampli-
tud máxima positiva equivalente a $\underline{1} (1 + \frac{1}{4})$, se aplica mediante la
etapa seguidora de emisor 63 y los acoplamientos 66, 67, 68 y 69 a
los diodos 70, 71, 72 y 73. Los parámetros del circuito son tales
500 que esta amplitud máxima positiva es suficiente, teniendo en cuenta
las relaciones de acoplamiento de los acoplamientos 66-69, para con-
mutar al diodo correspondiente a la cifra "1" más grande hacia la
condición "1", y también todos los diodos de orden inferior. En el
medio ciclo negativo subsiguiente de amplitud $\underline{1} (1 - 1/4)$ aquellos
505 diodos que se encuentran en condición "1" y sin embargo tienen una
exigencia de conmutación suficientemente baja para ser afectados por
el semiciclo negativo, volverán a la condición "0". Cada uno de los
medios ciclos subsiguientes conmutará aquellos diodos cuyas exigencias
de conmutación son inferiores a la amplitud del medio ciclo correspon-
diente, aunque dejando aquellos diodos cuya exigencia es mayor en la
510 condición en que se encontraban antes de este medio ciclo. Así cuando
desaparece la oscilación amortiguada, los diodos quedarán en las con-
diciones "0" o bien "1" según la amplitud inicial de la forma de onda
de entrada y la velocidad de amortiguamiento resultante del contenido
515 de la oscilación de la misma. La lectura de las condiciones de estos
diodos proporciona la combinación de código correspondiente al nivel
analógico codificado.

Al final de la entrada de la fuente 55, todos los diodos
de tunel vuelven a sus posiciones de equilibrio "0". Los anchos de

./..



520 banda de los transformadores son tales que dan paso sustancialmente a
la totalidad de los componentes importantes de la forma de onda que se
muestra en la figura 3 de los dibujos que se acompañan. El resistor
79 (conectado directamente a la fuente 55) y el capacitor 80, se in-
cluyen para proporcionar compensación adicional para los anchos de
525 banda finitos de los transformadores; corrección que es más necesaria
en el elemento de diodo 70.

En la figura 7 de los dibujos que se acompañan, los trans-
formadores 81 hasta 85 y los diodos de tunel 86 hasta 90, representan
la última parte del circuito de la figura 6 de dichos dibujos, con la
530 única diferencia que en el presente caso se agrega un quinto elemento
de codificación adicional. Los diodos de tunel 86, 87, 88, 89 y 90
tienen diferencias de intensidad entre los niveles de cresta y de va-
llo de 256, 64, 16, 4 y 1 miliamperas respectivamente. La unidad 84
aparece ilustrada bajo la forma de un transformador, aunque podría ser
535 un inductor, del mismo modo que en la figura 6 de los dibujos que se
acompañan. El transformador 81 tiene una relación reductora de 8:1, el
transformador 82 tiene una relación reductora de 4:1, el transforma-
dor 83 tiene una relación reductora de 2:1, el transformador 84 tiene
una relación unitaria y el transformador 85 una relación elevadora de
540 1:2. La parte hasta ahora descrita, proporciona por lo tanto, un co-
dificador lineal de equilibrio de 32 niveles, que provee un código de
salida de cinco cifras. Son fines de compresión digital, las últimas
dos cifras representarán la posición de la cifra más significativa del
código de cinco cifras, y las primeras tres cifras representan las tres
545 siguientes cifras más significativas del código de cinco cifras.

Los diodos de tunel de igual intensidad 91 hasta 95, y
96 están ubicados en conexión serie directa, según se ilustra, cerran-
do el circuito que va desde el punto 97 a tierra por intermedio del
resistor 98. El punto 97 tiene aplicada una tensión continua suficiente

317266



20.

550 en presencia del resistor común 98 para mantener uno solamente de los diodos de tunel 91 hasta 95 en una condición "1"; mientras que todos los demás se encuentran en condición "0". Se halla superpuesta a la tensión continua del punto 97 la forma de onda pulsante ilustrada en la figura 8 (a) de los dibujos que se acompañan, obtenida por cualquier medio convencional. Los máximos de esta forma de onda pulsante son 555 suficientes para que uno, pero solamente uno, de los diodos de tunel 91-96 se dispare simultáneamente de la condición "0" a la condición "1". Los diodos de tunel 91 hasta 95 se conectan en la forma ilustrada por medio de los resistores de desacoplamiento 99 hasta 103, y los 560 capacitores 104 hasta 108 a los secundarios de los transformadores 109 hasta 113, cuyos primarios están conectados a los diodos de tunel 86 hasta 90 por intermedio de los resistores de desacoplamiento 114 hasta 118.

565 Cuando el diodo de tunel 86 cambia hacia la condición "1" se aplica una tensión positiva pequeña al ánodo del diodo de tunel 91. Similarmente, el disparo del diodo de tunel 87 produce una tensión positiva sobre el ánodo del diodo de tunel 92, etc. El sexto diodo de tunel 96 de la segunda cadena no está conectado a diodo alguno de la primera cadena. Debido a las impedancias derivación conectadas a través de cada uno de los diodos 91 hasta 96, incluso la inductancia de dispersión de los transformadores 109 hasta 113 y 119 hasta 570 123, cada uno de estos diodos actúa como un circuito estable (es decir de autoreposición), siendo el tiempo de reposición ligeramente inferior a la duración de la forma de onda de muestra de entrada de la fuente 55 de la figura 6 de los dibujos que se acompañan.

Las características de los transformadores 109 hasta 113, en combinación con las impedancias totales en derivación con cada uno de ellos, son tales que las tensiones positivas alimentadas desde el transformador 109 al diodo de tunel 91, o del transformador 110 al



580 diodo de tunel 92, etc., disminuyen muy poco hasta que por lo menos se alcanza el tiempo $2p$ (véase la figura 3 de los dibujos que se acompañan). Se agrega en el circuito del diodo 96 un inductor 124 de tal valor que el tiempo de restauración del circuito estable formado por el diodo 96 sea igual al de los demás diodos de esa serie.

585 Los tiempos de restauración de todos los circuitos estables de la serie 91-96 son iguales a $\frac{p}{2}$, pero mediante elección adecuada de los valores de los componentes, los tiempos de "redisparo" son tales que cuando uno cualquiera de ellos se ha disparado en el tiempo $\frac{3p}{2}$, no puede volver a disparar después de haberlo restaurado hasta el

590 final de la onda de muestra de entrada proporcionada por la fuente 55 de la figura 6 de los dibujos que se acompañan. Todos los diodos de tunel de la cadena 91 hasta 96, tienen exactamente las mismas características y no tienen polarizaciones separadas aplicadas en derivación. Por consiguiente, cuando llegan las crestas de la forma de onda

595 de pulsos de la figura 8 (a) de los dibujos que se acompañan, la elección del diodo que se dispara, es por supuesto, una cuestión puramente aleatoria. Pero si se aplican tensiones separadas para ayudar al disparo, el diodo que recibe la tensión más elevada comienza a disparar primero, y al hacerlo inhibe a los demás. Mientras que un diodo

600 de la serie 86 se encuentra todavía retrocediendo y avanza más allá de su punto muerto durante la oscilación amortiguada de entrada, con la excepción bajo ciertas circunstancias del mayor de los diodos al efectuar esa oscilación, se encuentra en la región de condición "0" en los tiempos p , $2p$, $3p$, etc.; pero se encontrará en la región de

605 la condición "1" en esos periodos completos, si finalmente se asienta en la condición "1", en el momento y después del momento en que ocurre ese asentamiento. Este tiempo de asentamiento para cada uno de los diodos 86 hasta 90, en el periodo completo correspondiente p , $2p$, $3p$, etc., es el más temprano de los momentos en que pueden tomarse

317266



22.

610 muestras de un diodo para determinar su condición final: es decir, es el "tiempo de decisión" de ese diodo.

Si la frecuencia de la forma de onda de entrada es suficientemente reducida como para que sean despreciables las fuerzas de inercia en los diodos, debidas a sus inductancias interna y externa combinadas con toda acción de retardo que puedan tener los portadores en sus junturas, el diodo de la serie 86 hasta 90 que produzca la cifra de código más grande que termina en la condición "1" se fijará siempre en el tiempo p o un poco antes; y los tiempos de decisión para los demás diodos que proporcionan cifras de condición "1" no excederán jamás de $p(1 + \frac{u}{2})$ donde p proporciona la cifra de orden u a partir del principio del grupo de código. Por consiguiente, en el caso presente en que se requieren los cuatro cifras de código más significativas (y se necesitan 3 cifras para transmitir las últimas tres de este grupo de cuatro), el último tiempo de decisión para cualquier diodo de codificación es $3p$. Por otra parte, si no pueden despreciarse las fuerzas de inercia que actúan sobre los diodos para la forma de onda y frecuencia utilizadas, el tiempo de decisión más posterior, con un máximo práctico de esa fuerza de inercia, para el diodo de cifra mayor, sería $2p$, y para el resto $p(2 + \frac{u}{2})$, que en este ejemplo daría $4p$, para el tiempo de decisión más retardado de cualquier diodo de codificación. En la figura 8 de los dibujos que se acompañan se ha supuesto la fuerza de inercia más pequeña y corresponde a un diodo de tunel normal que efectúa la conmutación para una frecuencia de 2 megaciclos por segundo.

635 El primer máximo positivo de la forma de onda de la figura 8 (a) de los dibujos que se acompañan, aplicado al terminal 97, dispara siempre, por lo tanto, el diodo de la cadena 91 hasta 95 que está conectado al diodo más grande la cadena 86 hasta 90 que se ha fijado en condición "1". Si la cifra de código siguiente es un "1",

./..



640 el diodo inmediatamente más pequeño de la cadena 86 hasta 90, será desplazado hacia su condición "1" en el tiempo $2p$ en que llega el segundo máximo de la onda para el caso de la figura 8 (a) de los dibujos que se acompañan.

Los diodos 91 hasta 95 están conectados por intermedio de
645 los resistores de desacoplamiento 125 hasta 129, transformadores 119 hasta 123 y compuertas 130 a un amplificador de pulsos 131, tal como por ejemplo un amplificador convencional a transistor. La compuerta 130 conduce solamente al recibir la forma de onda de la figura 8 (b) en el terminal 132, siendo obtenida esta forma de onda por métodos conocidos, y rechazada por lo tanto la primera cifra de código (que es
650 siempre un 1), y por lo tanto no es necesario enviarla pero deja pasar a las tres siguientes, que proporcionan las cifras más insignificativas segunda, tercera y cuarta, en los tiempos $2p$, $3p$, y $4p$. Este amplificador 131 puede ser también "regenerativo" si es necesario
655 (es decir que puede cambiar la forma de onda del pulso de entrada en amplitud y tiempo).

Los transformadores 119 hasta 123 están conectados también por intermedio de resistores de desacoplamiento 133, 134, etc., a los diodos de tunel 135, 136, etc., cada uno de los cuales constituye un
660 estable, con un tiempo de restauración que tiene lugar posteriormente al borde trasero del pulso de entrada de la figura 3 de los dibujos que se acompañan (o, en la práctica, el pulso de muestra de la modulación por codificación de pulsos). Aplicando al terminal 137 un pulso adecuado en el tiempo p , por medios convencionales, se provoca, el
665 disparo de uno de los diodos 135, 136, etc., según cual de ellos esté conectado al diodo serie 91 hasta 95 que se dispara primero en el tiempo p .

Los diodos 135, 136, etc., están conectados por intermedio de los resistores de desacoplamiento 138, 139, etc., a la entrada de un

317266²⁴.



670 amplificador 140 que puede ser del tipo de transistor de una sola etapa
que tiene impedancia de entrada elevada. Por medio de un inductor 141
y resistor 142 adecuados (u otro medio sencillo equivalente) la forma
de onda de la entrada y salida de 140 recibe la forma de la figura 8
(c) de los dibujos que se acompañan, que se amortigua exponencialmen-
675 te, y los resistores 138, 139, etc., son de valores tales que su po-
tencial inicial es de 1 unidad del diodo 135, 2 decibels menos que 1
unidad del diodo 136, cuatro decibels menos que 1 unidad del diodo
siguiente, etc.

La salida de 140 se aplica a través del punto 143 al diodo
680 96 (desconectado de la serie 86 hasta 90) de manera que si el diodo
135 se ha disparado en el tiempo p , se suministra suficiente tensión
de ayuda al diodo 96 para permitirle que se dispare en los tiempos $2p$,
 $3p$, etc., en lugar de cualquiera de los diodos 92 hasta 95, excepto
cuando en esos momentos existe una tensión de ayuda sobre cualquiera
685 de estos últimos procedentes del diodo correspondiente de la serie 87
hasta 90. El efecto de este circuito es, por lo tanto, hacer que los
diodos de las series 91 hasta 95 se disparen siempre en el orden co-
rrecto, ya sea el código de cifra en el periodo p , $2p$, etc., un "0"
o un "1".

690 Todos los diodos de tunel de la serie 135, 136, etc., a
excepción de los tres más pequeños (es decir 135 y 136 en el presente
ejemplo de la figura 7 de los dibujos que se acompañan) se utilizan
también para obtener y transmitir las últimas dos cifras del código
de salida, consistentes en el presente caso en —00, —01 ó —10,
695 que indican la posición y valor de la cifra más significativa, donde
las primeras tres cifras proporcionan las siguientes tres cifras más
significativas. Cada uno de los diodos 135, 136, etc. está conectado
según se ilustra a uno o más compuertas 144, 145, etc., de las cua-
les una es capaz de ser abierta solamente en el tiempo q 1, otra en



700 el tiempo q_2 , la tercera en el tiempo q_3 , etc. hasta llegar al tiempo q_n , por lo cual existen m posiciones posibles para la cifra más significativa, n es el número de cifras necesario para transmitir este número m en código binario simple, y q_1, q_2, q_3 , etc. son los tiempos deseados de transmisión para las cifras de código. En el caso presente m es 3, de manera que n es 2. Los tiempos de apertura correctos de las compuertas se obtienen aplicando pulsos cuadrados en esos tiempos, obtenidos empleando medios convencionales sencillos, sobre los terminales 146, 147, etc. Si m es mayor que tres, algunos de los diodos 135, 136, etc., estarán conectados a más de una compuerta del tipo 144; por ejemplo, el diodo de la serie 135, 136, etc., que indica al disparar la posición "5" para la cifra más significativa estará conectado tanto a una compuerta del tipo 144 ó 145 que se abre en el tiempo q_{m-2} , como a otra que se abre en el tiempo q_m , en la forma convencional en que se codifican y conectan en serie las salidas de los elementos separados de un codificador binario paralelo. Las salidas de las compuertas 144, 145, etc. están conectadas en paralelo, por intermedio de resistores de desacoplamiento adecuados 148, 149, etc. y el resistor común 150 a la entrada del amplificador 131, que transmite el resto del código de salida. De esta manera se transmite el grupo de código completo que representa tanto la cifra más significativa como las siguientes tres cifras más significativas al circuito de línea por intermedio de los terminales 151.

Pueden también obtenerse ciertos códigos distintos del binario simple mediante codificadores basados en el principio de "equilibrio" mediante modificaciones simples adecuadas. Así por ejemplo, el código de "pulso invertido" es un tipo de ternario que el codificador de equilibrio binario simple puede producir meramente mediante la adición de una etapa divisora binaria en su salida. Otro código ternario, utilizable en la práctica cuando la atenuación de la línea

317266



26.

730 aumenta con la frecuencia es el ternario simple, que empleando medios sencillos conocidos puede ser transformado a su salida en una forma de código binario equilibrado que bajo esas circunstancias es casi siempre más eficiente que el binario simple, y en algunos casos prácticos, también más eficiente que un ternario del tipo de "pulso invertido".

735

Cada uno de los elementos de codificación, tales como por ejemplo, los mecanismos articulados de la figura 2 de los dibujos que se acompañan o los diodos de tunel de la serie 86 hasta 90 de la figura 7 de los dibujos que se acompañan, tiene tres condiciones estables en lugar de dos, que se describen, por ejemplo, como "condición "E", "condición "1" y "condición "2", la relación de peso entre elementos de codificación sucesiva es de 3 en lugar de 2, de manera que un codificador de esta naturaleza proporciona un código ternario simple. En la práctica es generalmente inconveniente que los elementos de codificación tengan mas de dos condiciones estables; en tales casos, es decir cuando se utilizan diodos de tunel tal como se ha descrito cada diodo de tunel que constituye un elemento de codificación (u otro dispositivo biestable) se sustituye por un par de tales elementos iguales, considerándose el peso elemental total en cada una de las cuatro permutaciones de condiciones estables igual a la suma de los dos pesos separados. Existen así cuatro pesos elementales totales posibles que son 0+0, 0+1, 1+0, y 1+1. Pero la segunda permutación proporciona el mismo peso total que la tercera; de manera que existe una redundancia de una permutación. Existen, por lo tanto solamente tres pesos diferentes, que son 0, 1 y 2. Puede demostrarse por medio de un análisis cualitativo que en la acción de ese codificador de equilibrio ternario en el cual cada elemento consiste en un par de elementos iguales, la llegada desde un nivel "1" de la permutación "0", "1" es equiprobable a la correspondiente a la permutación

740

745

750

755



760 ción "1", "0"; la decisión es aleatoria. Pero este factor aleatorio
no influye sobre los resultados finales, ya que es solamente la suma
de las dos cifras de código de cada par que tiene alguna influencia
sobre el código de salida dado.

Además es indudable que pueden llevarse a la práctica mu-
765 chas realizaciones ampliamente diferentes de la presente invención
pero siempre y cuando sin apartarse de los principios fundamentales
que se especifican claramente en las cláusulas reivindicatorias que
siguen a continuación.

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

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan
770 para que sean objeto de esta Patente de diez años son los siguien-
tes:

1 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos que comprende un convertidor de análogo a digital,
con un conjunto de dispositivos multiestables interacoplados a cada
775 uno de los cuales se imparte una característica de conmutación dife-
rente, y a los cuales puede aplicarse una cantidad analógica que debe
convertirse en su equivalente digital, teniendo la aplicación de dicha
cantidad analógica a disponer dichos dispositivos multiestables hacia
una cualquiera de cierto número de condiciones y una entrada a través
780 de la cual puede aplicarse una condición oscilatoria amortiguada a
dichos dispositivos multiestables, siendo tal la disposición que cuan-
do termina dicha condición oscilatoria la condición a que han sido
llevados dichos dispositivos multiestables como consecuencia de una
condición analógica aplicada a los mismos al mismo tiempo que dicha
785 condición oscilatoria representa una combinación de código digital
que corresponde a dicha condición analógica.

2 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual cada

./..

317266



28.

790 uno de dichos dispositivos multiestables es un dispositivo biestable,
siendo los dispositivos biestables sucesivos sensibles a condiciones
que varían de manera binaria, y en el cual dicha condición oscilato-
ria amortiguada incluye un número de semiciclos que es por lo menos
igual al número de dichos dispositivos biestables, adoptando cada uno
de dichos dispositivos biestables su posición final durante uno dife-
795 rente de dichos semiciclos.

3 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos que comprende un convertidor de información de aná-
lógico a digital en el cual se cuantifica una entrada analógica en uno
entre k niveles cada uno de los cuales está representado por una com-
800 binación de código en un código de n cifras, incluyendo el convertidor
una disposición de dispositivos multiestables permanente o temporal-
mente interacoplados sobre la cual se aplica la entrada analógica,
siendo tal la disposición de dispositivos multiestables que para un
nivel de entrada aplicado invariablemente con el tiempo hay un inter-
805 valo de permutaciones entre los dispositivos multiestables proporcio-
na combinaciones de código de salida de n cifras que representan k
niveles, pero que representan solamente un nivel, el de la entrada,
después de la superposición sobre la disposición interacoplada de una
oscilación amortiguada.

810 4 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos que comprende un convertidor de analógico a digital,
que incluye medios para generar una forma de onda que es una combina-
ción de una función de escalón del nivel de entrada analógico y una
oscilación amortiguada superpuesta, una disposición de n dispositivos
815 multiestables permanente o temporalmente interacoplados, cada uno de
los cuales se encuentra normalmente en una primera condición estable,
estando cada uno de los dispositivos polarizado de manera de cambiar
desde la primera condición estable a otra condición estable en res-

317266



29.

820 puesta al primer semiciclo de una forma de onda oscilatoria cuando
esta última excede de un valor predeterminado, y cambiar de una con-
dición estable existente a otra condición estable en los semiciclos
subsiguientes según que la amplitud de la forma de onda exceda o no
exceda de la amplitud predeterminada, siendo diferente dicha ampli-
tud predeterminada para todos los dispositivos multiestables, medios
825 para aplicar la forma de onda generada a todos los dispositivos mul-
tiestables juntos de manera que a la terminación de la oscilación
amortiguada superpuesta la combinación de dispositivos multiestables
permanezca en una u otra de sus condiciones estables, la cual combi-
nación puede leerse como combinación de código de n cifras para la
830 entrada analógica cuantificada.

5 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos en el cual se aplica una muestra de señal a codifi-
ficar bajo una forma de n cifras a un circuito oscilatorio para pre-
vocar la generación por este último de una forma de onda que es una
835 combinación de una función escalón del nivel de entrada analógico y
una oscilación amortiguada superpuesta, teniendo el codificador una
disposición de n dispositivos biestables, cada uno de los cuales se
encuentra normalmente en una primera condición estable (llamada de
aquí en adelante condición "0"), los cuales dispositivos biestables
840 están todos polarizados de manera de cambiar de la condición "0" a
una segunda condición estable (llamada de aquí en adelante condición
"1") en respuesta a una forma de onda de entrada de amplitud prede-
terminada, siendo dicha amplitud diferente para todos los n disposi-
tivos biestables, un circuito de conexión mediante el cual se aplica
845 dicha forma de onda generada a todos dichos dispositivos biestables
juntos de manera que el primer semiciclo de la misma establece una
combinación de los dispositivos biestables, dependiente de su ampli-
tud, hacia sus condiciones "1", y el semiciclo siguiente repone una

./..

317266



30.

850 combinación de los dispositivos, dependiente de su amplitud, a sus
condiciones "0", y los semiciclos sucesivos provocan ajustes y rea-
justes sucesivos de combinaciones de los dispositivos hacia sus con-
diciones "1" y "0" hasta que a la terminación de la oscilación super-
puesta una combinación de dispositivos biestables permanece en la con-
855 dición "1" la cual combinación puede ser leída como código de n ci-
fras para la muestra de señal.

6 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 5, en el cual ca-
da dispositivo biestable incluye un diodo de tunel en serie con un
resistor y una fuente de potencial.

860 7 - Equipos de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual ca-
da dispositivo biestable está acoplado a la salida del circuito os-
cilatorio por medio de un transformador.

865 8 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 7, en el cual la
relación de tensión del transformador asociado con un dispositivo
biestable es doble de la que corresponde al transformador que tiene
la relación inmediatamente mayor.

870 9 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual la
amplitud de intensidad necesaria para cambiar un dispositivo biesta-
ble de "0" a "1" es cuatro veces la amplitud de la intensidad inme-
diatamente superior necesaria.

875 10 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual el
dispositivo biestable que requiere la máxima intensidad de inversión
corresponde al transformador que tiene la relación elevadora más baja.

11 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-

./..

317266



31.

880 cación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 10, en el cual cada uno de los diodos de tunel está provista de una pequeña magnitud de autopolarización de continua en sentido directo:

12 - Equipo de codificación para modulaciones por codificación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 11, en el cual la forma de onda generada para cualquier nivel de entrada analógico l tiene un desplazamiento. $s = \frac{l}{2p} \left(1 + \frac{\sin \omega t}{2} \right)$ donde p es el número de períodos a partir del principio, y t es el tiempo.

890 13 - Equipo de codificación para modulaciones por codificación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 12, en el cual la combinación de dispositivos biestables que permanecen en condición "1" a la terminación de la oscilación amortiguada superpuesta puede leerse como una combinación de código binario de n cifras para el nivel de muestra de señal.

895 14 - Equipo de codificación para modulaciones por codificación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 13, que incluye una segunda disposición de n dispositivos biestables cada uno de los cuales se encuentra normalmente en la condición "0" y está acoplado a uno de los n dispositivos biestables de la primera disposición, medios para aplicar un potencial de polarización a la segunda disposición de dispositivos biestables, medios para aplicar una forma de onda pulsante, en períodos p a partir de la iniciación de la forma de onda generada, a la segunda disposición de dispositivos biestables de manera que en cada periodo p uno solamente de dichos dispositivos biestables cambie hacia la condición "1" bajo la influencia combinada del potencial de polarización, la forma de onda pulsante y la salida de condición "1" del dispositivo biestable correspondiente de la primera disposición, cambiando los dispositivos biestables de la segunda disposición hacia la condición "1" en el orden de significación de los n dispositivos biestables de la primera disposición, y medios

./..

317266



32.

910 para obtener un pulso de salida sobre una conexión común desde los n dispositivos biestables de la segunda disposición cada vez que uno de ellos cambia hacia la condición "1".

915 15 - Equipo de codificación para modulaciones por codificación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 13, que incluye una tercera disposición de n dispositivos biestables cada uno de los cuales está acoplado a uno correspondiente de los n dispositivos biestables de la segunda disposición, medios para aplicar una forma de onda pulsante de frecuencia $\frac{1}{p}$ a la tercera disposición de dispositivos biestables de manera que los dispositivos acoplados al dispositivo biestable de la segunda disposición que cambia hacia la condición "1" proveen una salida, medios para obtener de dicha salida una forma de onda amortiguada que se aplica a la segunda disposición de dispositivos biestables de manera que las disposiciones biestables de dicha segunda disposición cambian siempre hacia la condición "1" en el orden correcto de significación.

925 16 - Equipo de codificación para modulaciones por codificación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 15, que incluye medios para seleccionar los m pulsos de salida más significativos obtenidos de la segunda disposición de n dispositivos biestables, y medios para generar una combinación de código de cifras adicional de acuerdo con la significación del más significativo de los m pulsos de salida.

930 17 - Equipo de codificación para modulaciones por codificación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 16, que incluye medios para rechazar el más significativo de los m pulsos de salida.

935 18 - Equipo de codificación para modulaciones por codificación de impulsos de acuerdo con la reivindicación 17, en el cual los medios para generar la combinación de código de cifras adicional incluye medios para obtener pulsos de salida de los $n-m$ dispositivos biestables de la tercera disposición que tienen la mayor significación, y

./..



medios para seleccionar una combinación de dichos pulsos de salida a
940 intervalos predeterminados para formar dicha combinación de código
de cifras adicional.

19 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos que comprende un convertidor de analógico a digital
sustancialmente como se ha descrito con referencia a las figuras 1 a
945 3 de los dibujos que se acompañan.

20 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos sustancialmente como se ha descrito con referencia
a las figuras 4 a 6 de los dibujos que se acompañan.

21 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
950 cación de impulsos sustancialmente como se ha descrito con referencia
a las figuras 7 y 8 de los dibujos que se acompañan.

22 - Equipo de codificación para modulaciones por codifi-
cación de impulsos.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, re-
955 presentada en los dibujos que se acompañan y a los fines especifica-
dos.

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

MADRID,

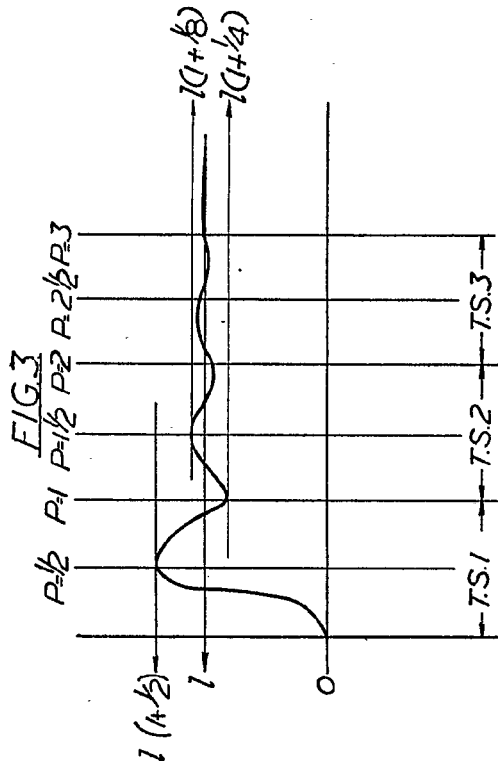
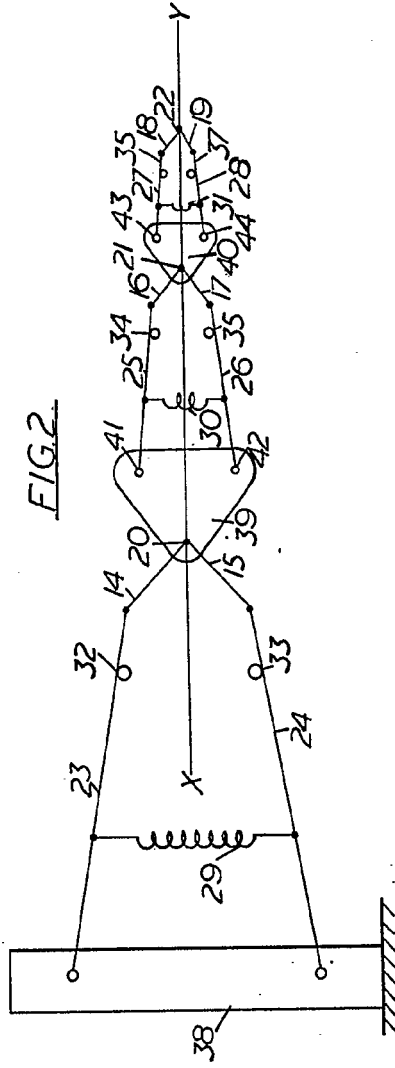
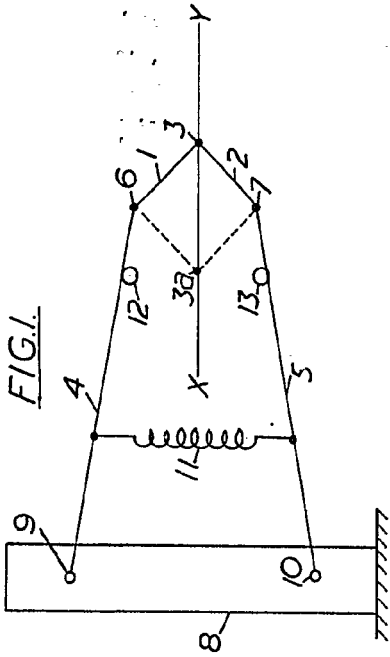
8 SEP. 1965



Eugenio Barroso
EUGENIO BARROSO
Secretario General



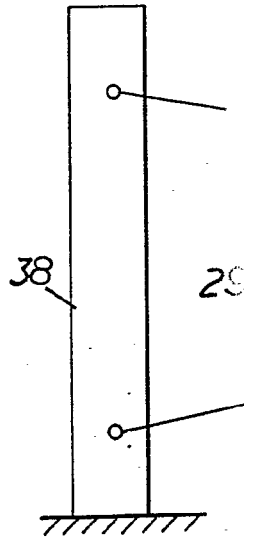
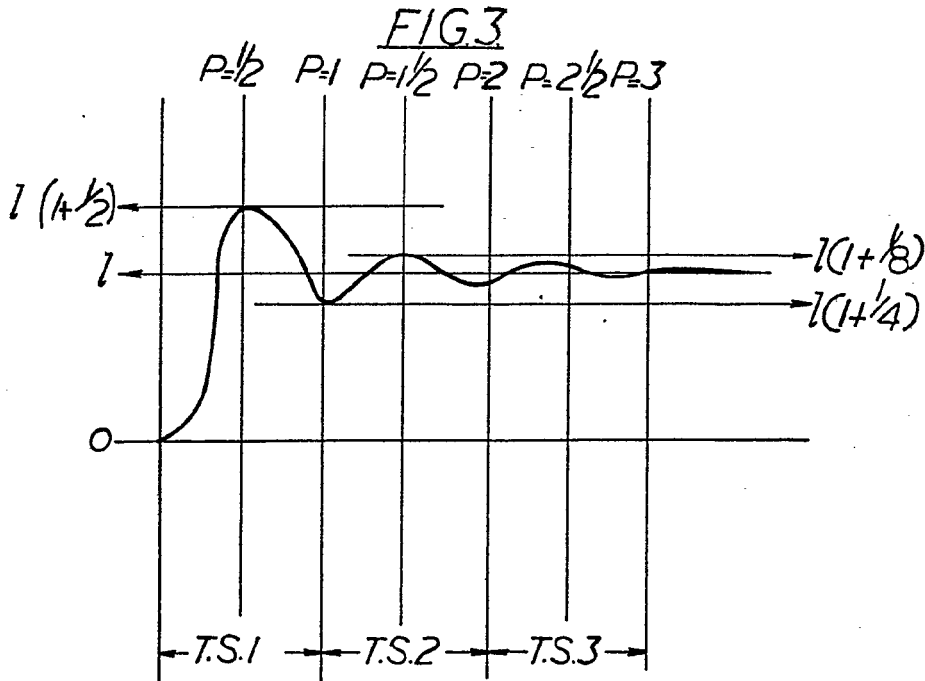
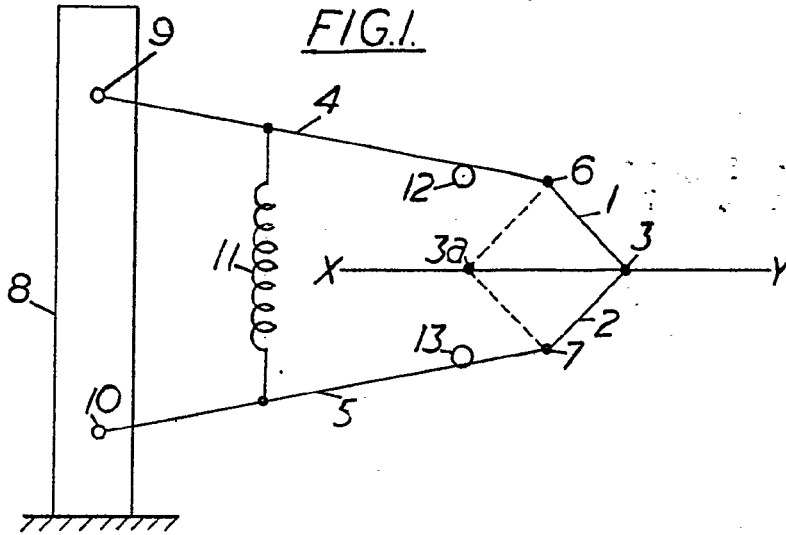
317266



8 SEP. 1965

Eugenio Barroso

EUGENIO BARROSO
Secretario General

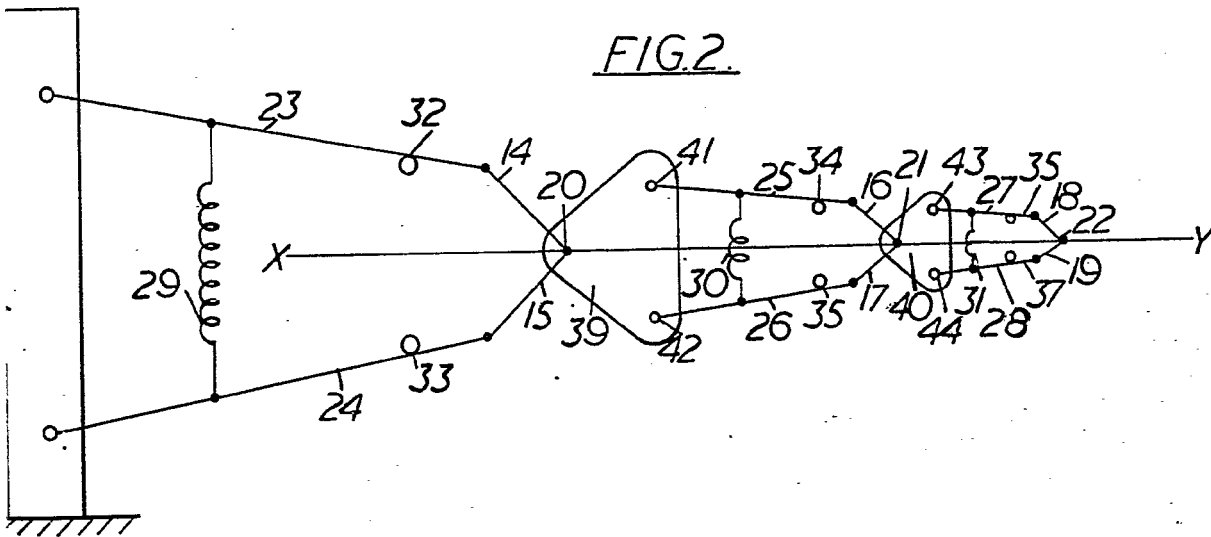


3/1



317266

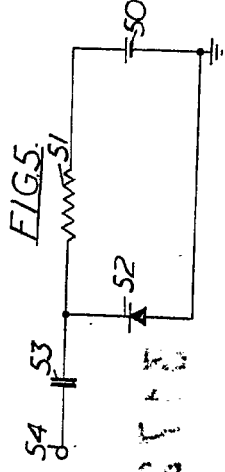
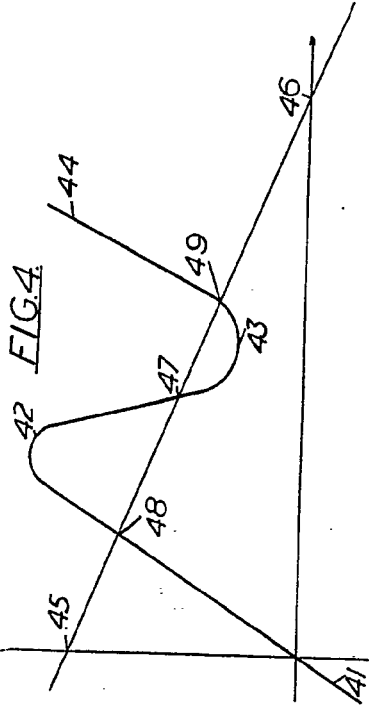
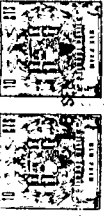
FIG. 2.



8 SEP. 1965

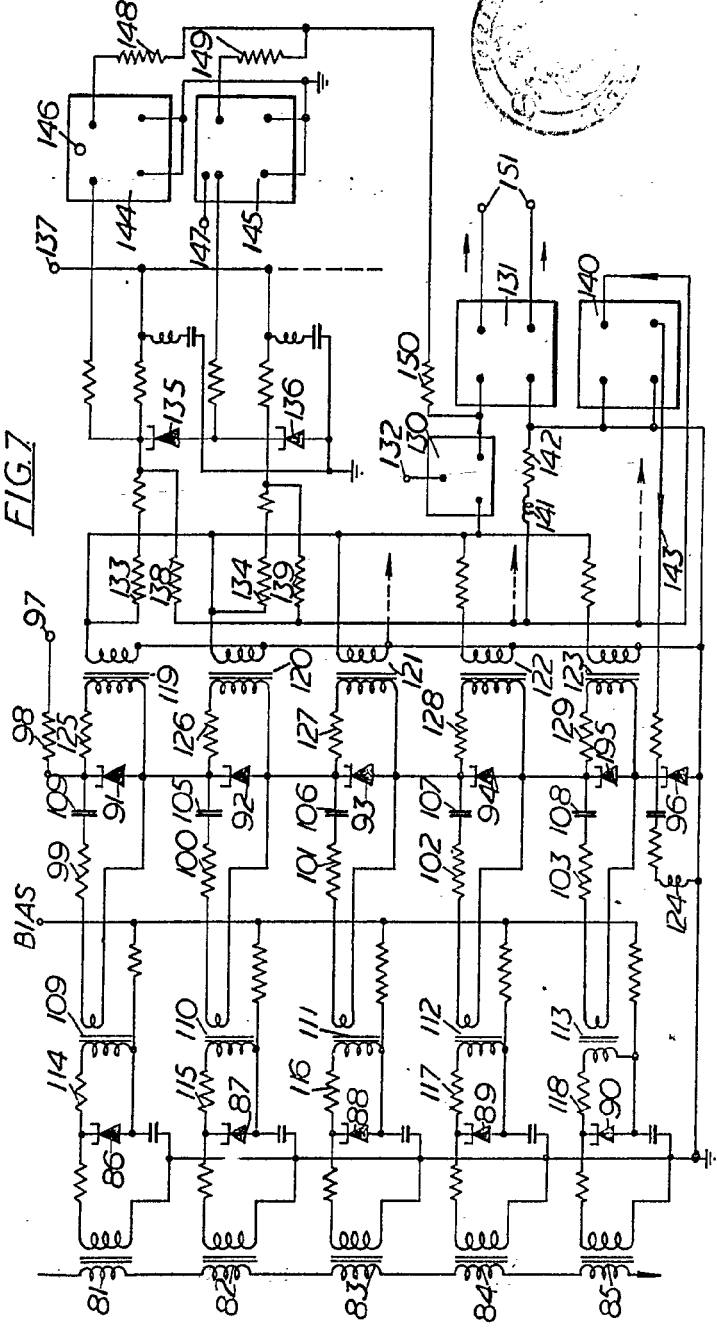
Eugenio Barroso

EUGENIO BARROSO
Secretario General



317266

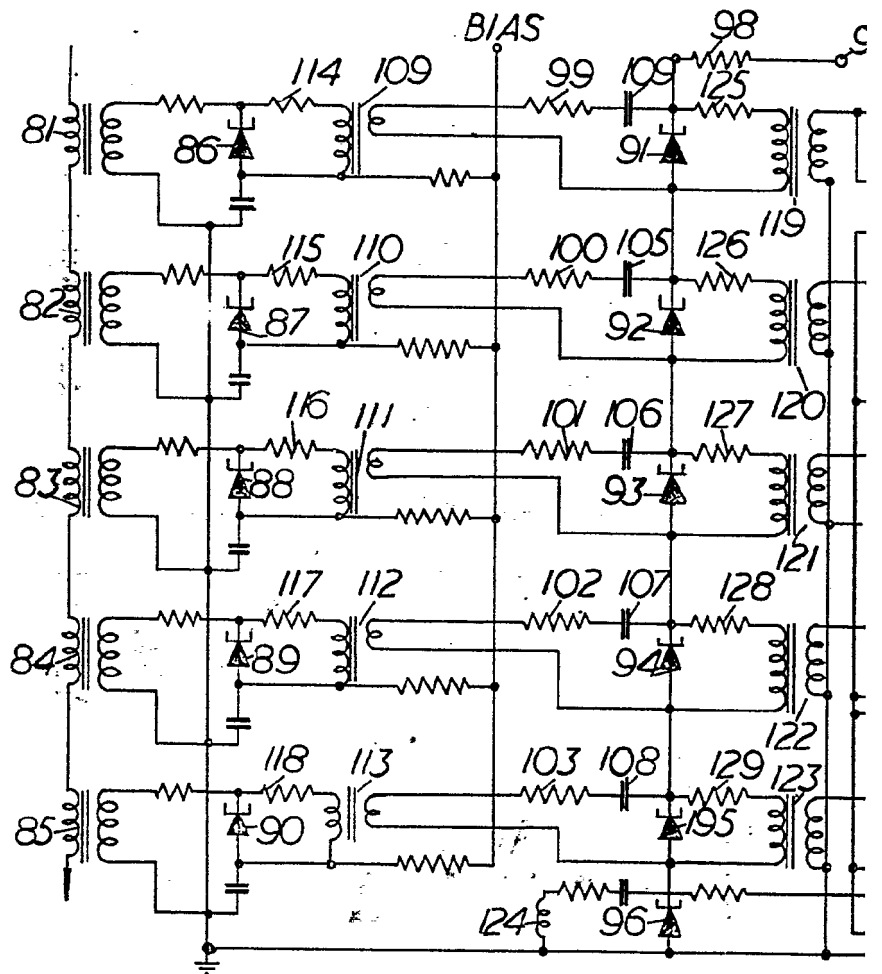
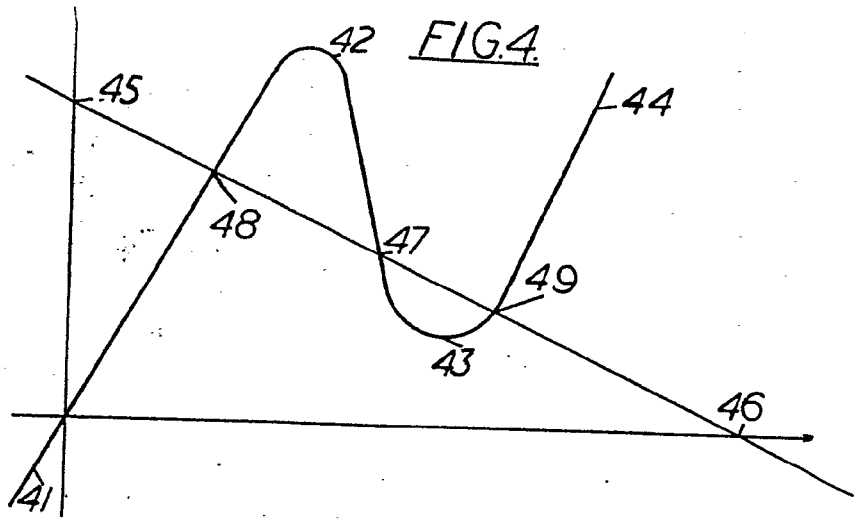
FIG. 7



8 SEP. 1965

Eugenio Barroso

EUGENIO BARROSO
Segretario Generale



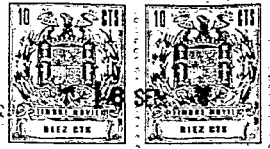
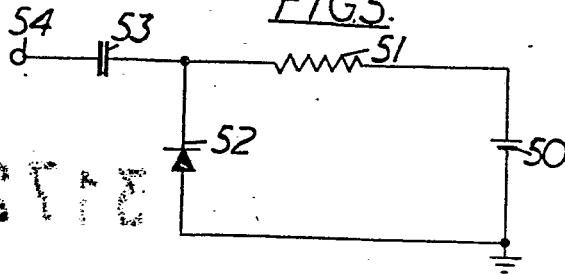


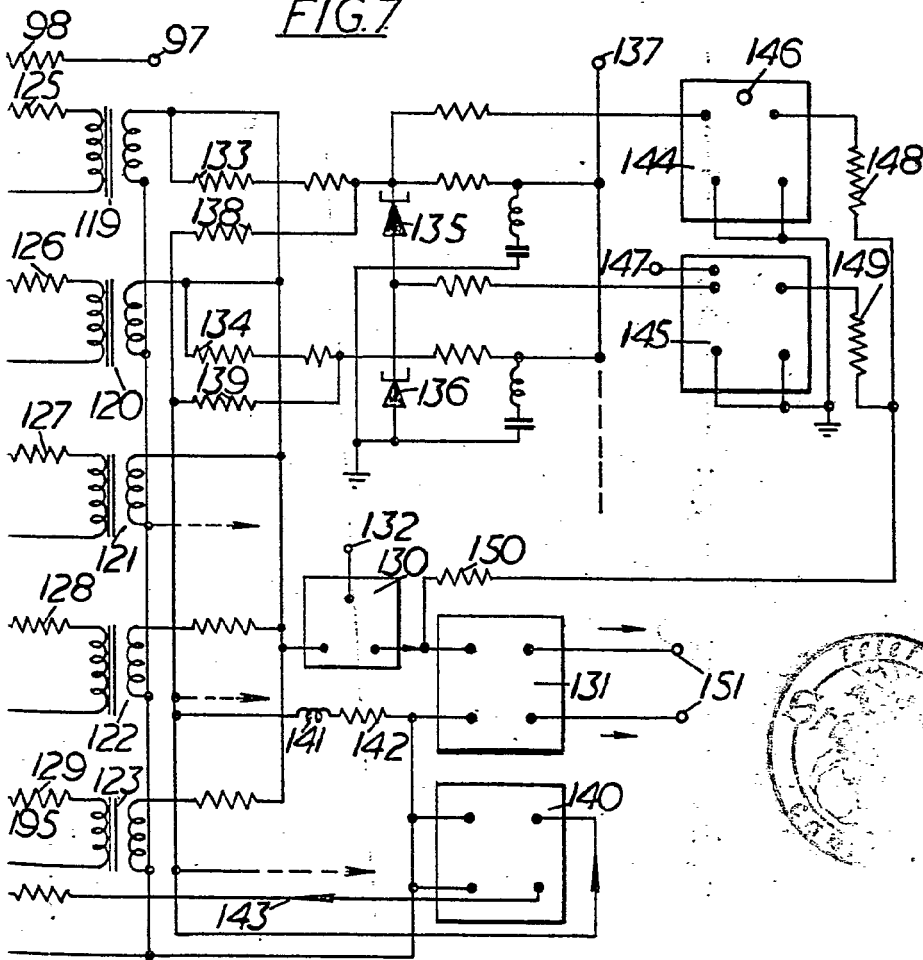
FIG. 5.



317266

46

FIG. 7.



8 SEP. 1965

Eugenio Barros

EUGENIO BARROS
Secretario General

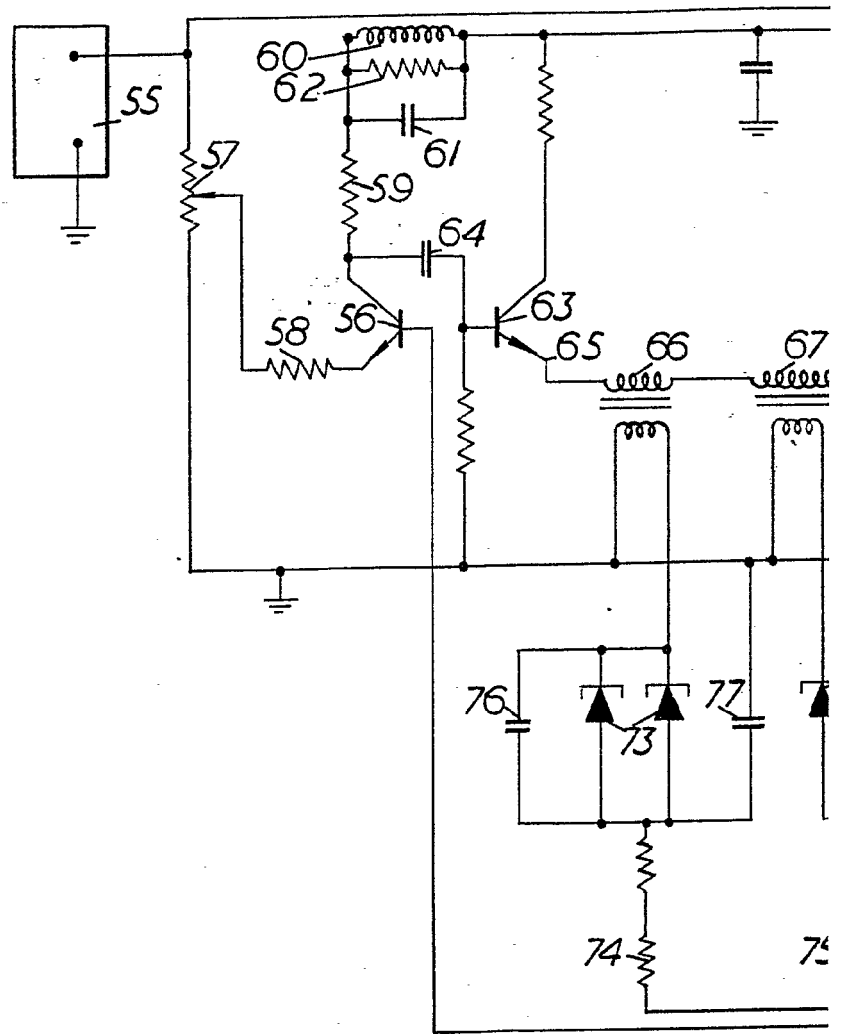
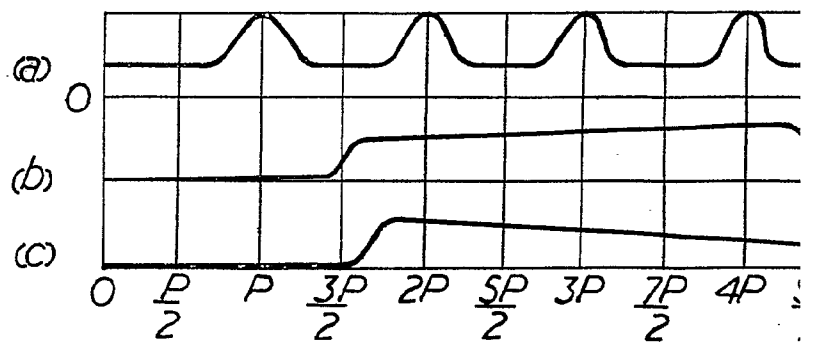


FIG. 8.



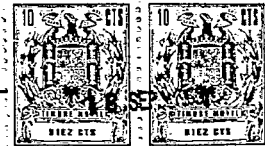
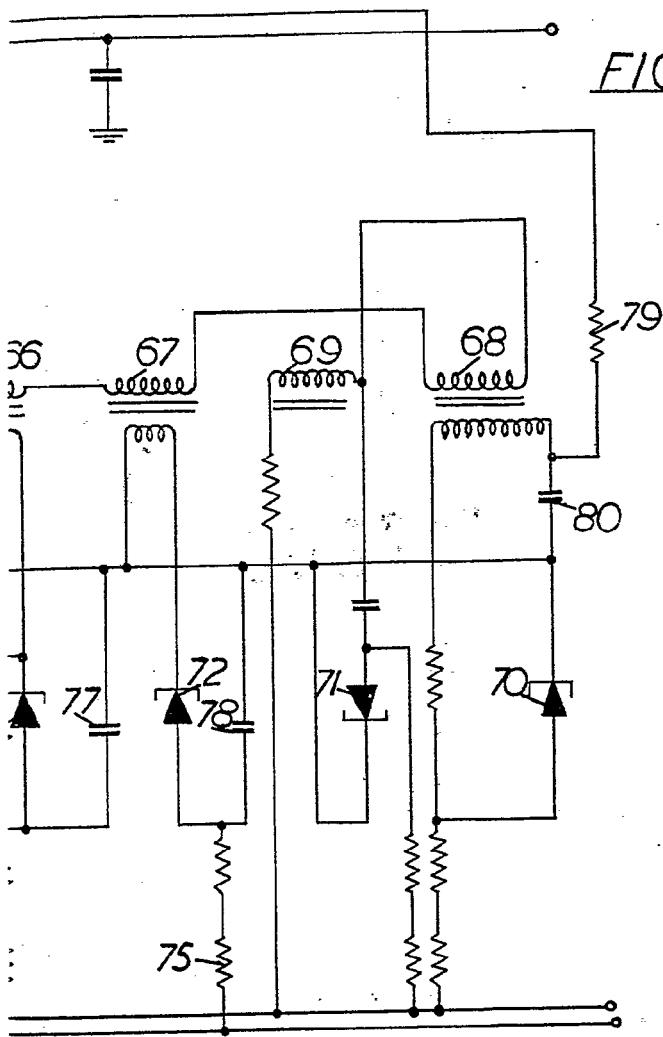
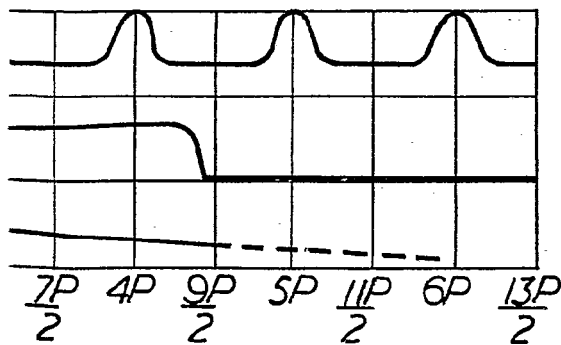


FIG. 6.



317266

3



8 SEP. 1965

Eugenio Barroso

EUGENIO BARROSO
Secretario General