

31 NUMERO 32 FECHA 33 PAIS		A1	12 PATENTE DE INVENCION 21 NUMERO DE SOLICITUD <b>9201417</b> 22 FECHA DE PRESENTACION <b>9 JUL 1992</b>
----------------------------------	--	----	--

71 SOLICITANTE(S) **D. FELIX RAUL ARNAIZ LOPEZ.** NACIONALIDAD **Española.**  
 DOMICILIO **C/ Colón, nº 6-8º B - 09005 BURGOS.**

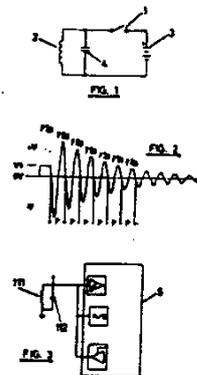
72 INVENTORES) **El mismo solicitante.**

73 TITULARES)

11 N.º DE PUBLICACION	45 FECHA DE PUBLICACION	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA	GI
-----------------------	-------------------------	--------------------------------------	----

51 Int. Cl.

54 TITULO  
**PROCEDIMIENTO PARA LA DETECCION Y ANALISIS DE ELEMENTOS DE NATURALEZA METALICA.**



57 RESUMEN (APORTACION VOLUNTARIA, SIN VALOR JURIDICO)

Procedimiento para la detección y análisis de elementos de naturaleza metálica, que comprende la creación de un campo magnético de oscilación amortiguada, a través del que se hace pasar el elemento metálico a analizar, efectuándose la medición de la amortiguación del campo antes y durante el paso de la pieza metálica a analizar, obteniéndose valores  $K_0$  y  $K_1$ , cuya relación dará un valor propio e indicativo del material del elemento metálico, que se comparará con valores preestablecidos generados por un procesador. La invención prevé además la medición de los períodos de las oscilaciones amortiguadas, en iguales condiciones, para la obtención de un segundo valor indicativo del material del elemento metálico.

**PROCEDIMIENTO PARA LA DETECCION Y ANALISIS DE ELEMENTOS DE NATURALEZA METALICA.**

La presente invención se refiere a un procedimiento para la detección y análisis de elementos de naturaleza metálica, tales como monedas, llaves magnéticas, fichas, aleaciones, etc.

El procedimiento de la invención es esencialmente aplicable en los aparatos selectores de monedas destinados a ser montados, por ejemplo, en las máquinas automáticas cuyo funcionamiento se logra mediante la introducción de una o mas monedas, por un valor prefijado.

Dentro de los selectores de monedas, en el mercado existen varios tipos, casi todos los cuales tienen en común el uso de un elemento emisor y otro receptor de funcionamiento eléctrico. Generalmente los elementos emisores y receptores están constituidos por bobinas cuyas conexiones se efectúan mediante hilos conductores. La rotura de estos hilos constituye una de las averías mas frecuentes de los selectores.

Otro problema que presentan los selectores del tipo comentado radica en su baja fiabilidad, siendo necesario recurrir a la adición de sistemas ópticos para la medición del tamaño de las monedas. Estos sistemas ópticos también son de funcionamiento eléctrico y además presentan el inconveniente de que se ensucian con bastante frecuencia, aumentando así las averías y problemas de funcionamiento.

Como selectores cuyo funcionamiento se basa en el uso de bobinas pueden citarse las patentes británicas 1461404 y 2151062, así como los modelos de utilidad españoles nos. 272.205, 275.542 y 283.742. Dentro de los selectores basados en sistemas ópticos puede citarse la patente española 557.523 y como selector mixto, que incluye bobinas y medios ópticos de medición, puede citarse por ejemplo la patente española 555.181. Todos estos selectores presentan los problemas antes señalados, siendo especialmente destacable la falta e precisión de los sistemas utilizados.

El objeto de la presente invención es un procedimiento para la detección y análisis de elementos de naturaleza metálica que, por su precisión, es especialmente aplicable en el análisis de monedas, fichas o arandelas de pago, así como cualquier otro elemento introducible en un selector.

El procedimiento de la invención presenta como ventajas, además de su gran precisión, la sencillez de los componentes o circuitos mediante los que se lleva a cabo la detección y análisis, no siendo necesario mas que un circuito tanque para su funcionamiento.

5 El procedimiento de la invención es especialmente apropiado como sistema de identificación personal y para la identificación de llaves magnéticas, por su sencillez, economía y fiabilidad.

También el procedimiento de la invención puede ser aplicado para el control de calidad en la fabricación de materiales metálicos.

10 Como ventajas de la invención pueden señalarse: el empleo de una sola bobina para la detección de los elementos metálicos; pese a su sencillez, tiene una gran precisión, lo que permite su uso en la detección de monedas, pudiendo llegar incluso a distinguir el año de su fabricación y la posición de introducción; no es necesario el uso de dos bobinas, una destinada a generar un campo magnético que  
15 atraviese el elemento y la otra lo detecte; dada su precisión, hace innecesario el uso de elementos ópticos, evitando así gastos de montaje y mantenimiento; al usar solamente una bobina no se producen roturas de hilos en las puertas, como sucede en los selectores tradicionales.

20 El procedimiento de detección y análisis de la invención se basa en el estudio de determinadas características de la respuesta de autooscilación de un circuito tanque.

De acuerdo con la invención se crea un campo magnético de oscilación amortiguada y se procede a la medición de su amortiguación para la obtención de un valor  $K_0$ , que corresponde a la media de realización entre las cimas de las  
25 oscilaciones. El elemento metálico a analizar se hace pasar a través del campo creado, efectuándose una segunda medición de la amortiguación de dicho campo para la obtención de un valor  $K_1$ , el cual corresponde a la media de la relación entre las cimas de las oscilaciones alteradas por efecto del paso de la pieza o elemento metálico. A continuación se calcula la relación  $K_0/K_1$ , que dará un valor propio e  
30 indicativo del material del elemento o pieza metálica, valor que se comparará con valores preestablecidos, generados por un procesador.

La invención prevé además hallar el valor de la media de los períodos de las oscilaciones amortiguadas antes y durante el paso de la pieza metálica a analizar, lo cual permite obtener valores  $P_0$  y  $P_1$ , cuya relación  $P_0/P_1$  nos dará un segundo valor propio e indicativo del material del elemento metálico que, como en  
5 el caso anterior, se comparará con valores preestablecidos, generados por un procesador.

El campo magnético de oscilación amortiguada puede generarse mediante un circuito tanque. Las señales de este circuito pueden hacerse pasar por un primer amplificador o separador, para la detección de la longitud del período de  
10 la autooscilación, y por un segundo amplificador o separador, a través del que pasa la señal hasta un convertidor analógico digital.

El convertidor analógico digital podría consistir en un convertidor tensión/frecuencia o en un convertido tensión/pulso.

Las características y ventajas de la invención podrán comprenderse  
15 mejor con la siguiente descripción, hecha con ayuda de los dibujos adjuntos, en los que se muestra, de forma esquemática y a título de ejemplo no limitativo, una posible forma de realización.

La figura 1 corresponde al esquema del circuito mas sencillo utilizable para la creación del campo de autooscilación amortiguada.

20 La figura 2 corresponde a la gráfica de la autooscilación amortiguada del circuito de la figura 1.

La figura 3 muestra el circuito de la figura 1 conectado a un procesador.

25 La figura 4 es un circuito de bloques de una realización mejorada para llevar a cabo el procedimiento de la invención.

La figura 5 corresponde a desarrollo del circuito de la figura 4.

La figura 6 representa las diferentes formas de onda producidas con la circuitería de la figura 4.

30 En el circuito de la figura 1 cuando se encierra el interruptor 1, por la bobina 2 circula una corriente con una intensidad que será igual a  $V/R$ , siendo  $R$  la resistencia de la bobina 2 y  $V$  la tensión de la batería de alimentación 3. Al abrir el interruptor 1, la corriente que circula por la bobina 2 disminuye creando entre sus

bornas una fuerza contraelectromotriz inducida, que carga el condensador 4 de una tensión equivalente a la fuerza contraelectromotriz inducida e inversa a la tensión inicial. Cuando la intensidad de la corriente que circula por este circuito es cero, por el desfase entre la corriente y la tensión en este tipo de circuitos, la tensión del condensador 4 es máxima pero negativa. En este momento el condensador 4 empieza a descargarse a través de la bobina 2. Esta descarga produce un campo magnético en la bobina 2. Cuando la intensidad en esta bobina es máxima, la tensión entre sus bornas es cero y el campo magnético empieza a disminuir, produciendo entre sus bornas una fuerza contraelectromotriz inducida, que carga el condensador 4 de una tensión equivalente a esta fuerza contraelectromotriz inducida, e inversa a la tensión anterior. Este ciclo en teoría se convertiría en una oscilación perfecta de duración indefinida. Sin embargo, en la práctica no es así, debido a la resistencia del circuito, la resistencia magnética, pérdidas en el condensador y otras que hacen que la oscilación sea amortiguada, tal y como se representa en el gráfico de la figura 2.

En la figura 2 puede observarse además otro efecto: la tensión de inicio  $V$  es menor que la tensión de la cima del primer ciclo. La razón es muy sencilla, si en vez de poner una batería entre las bornas del circuito solo hubiésemos cargado el condensador 4, la carga de tensión de este condensador sería mayor que la tensión de la primera cresta. Sin embargo, al conectar directamente la batería al circuito, la carga inicial es la intensidad de la bobina 2, porque tiene más fuerza que la tensión del condensador 4. Se ha usado este sistema ya que es la forma como en el presente ejemplo se genera la oscilación.

La frecuencia de estos ciclos es siempre la misma y viene determinada por la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$$

siendo:

$f$  = Frecuencia en ciclos/segundo o hercios

$R$  = Resistencia del circuito en ohmios

$L$  = Impedancia de la bobina en henrios

C = Capacidad del condensador en faradios

Si la resistencia del circuito no se tiene en cuenta o sea es 0, lo cual no es posible, la fórmula es más conocida y es:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

y el período del ciclo que vemos indicado en la gráfica es:

$$P = \frac{1}{f}$$

5 P = Tiempo de duración de cada ciclo en segundos.

Con la descripción se deduce rápidamente que el primer parámetro que se mide es la longitud del ciclo "P", que nos da el valor de la inductancia de la bobina 2 en una función cuadrática. Y la permeabilidad relativa del circuito vendrá dada  $P_0/P_1$ , siendo  $P_0$  el valor del período en vacío y  $P_1$  el valor del período cuando un material interviene en el campo magnético.

10 El segundo valor que se interacciona con el primero, para el análisis de materiales, es la relación entre las cimas positivas o negativas de la oscilación. La 1ª Cima que se produce depende siempre del material que interaccione en el medio, incluido el propio aire; la 2ª Cima es el resultado de multiplicar la 1ª Cima por un factor K que es siempre menor que 1; la 3ª Cima es el resultado de multiplicar la 15 2ª Cima por el mismo factor K; así sucesivamente hasta la última cima apreciable. Si consideramos que el primer instante, cuando en la bobina hay una máxima intensidad, es el equivalente a la 0ª Cima o cima fantasma, ésta siempre será del mismo valor y solo depende de la intensidad que pasa por la bobina, antes de 20 desconectar S1, pudiendo saber con precisión cual será la 2ª Cima, o bien el valor de K con solo medir la 1ª Cima.

De forma similar tendría lugar con las cimas negativas.

Para una mayor precisión podría utilizarse, en vez de la relación entre cima (K), la media de ellas.

Esta amortiguación es debida al sumatorio de los vectores de los siguientes parámetros con desigual factor:

- Cierre del circuito magnético por el material.
- Conductancia magnética del material.
- 5 Histéresis del material.
- Pérdidas por Foucolt del material.
- Forma del material.
- Superficie del material.
- Masa del material.
- 10 Volumen del material.

Logrando que con algunos materiales, como por ejemplo las ferritas, la amortiguación sea menor que en vacío.

La interacción de estos dos parámetros, y comparándolos con unos valores preestablecidos, nos da el valor del material que se esta analizando. Estos  
15 valores son comparados con los generados por el procesador y este contesta si el elemento está dentro del rango permitido.

Como el circuito anteriormente explicado no sería muy operativo, a continuación se vera un ejemplo para la conexión de un procesador.

En la figura 3 se representa un circuito que incluye un circuito tanque  
20 compuesto por la bobina 111 y condensador 112 en paralelo, conectado a un procesador 5.

En el circuito de la figura 4 con la referencia número 110 se indica el captador, constituido por el circuito tanque. Este esquema incluye además un  
25 amplificador o separador 120, para la detección de la longitud de pulso, un amplificador o separador 130, para el convertidor analógico digital, y el generador de potencia 140 para dar energía al captador.

El captador 110 está formado por una bobina captadora 111, figura 3, y por un condensador 112 en paralelo. Esto forma un conjunto LC resonante como  
30 el de muchos sensores electrónicos, pero su funcionamiento es totalmente diferente, tal y como se vio antes, pudiendo incluso funcionar el circuito con una sola bobina, sin necesidad de instalar otra captadora en el lado opuesto al que pasa el material, como ocurre en la mayoría de los selectores, aunque esto no impide que se puedan

poner dos o mas bobinas en lugar de una, ya sea en paralelo, serie, estrella, etc., sin salirse del marco de la presente invención.

El elemento 120 de la figura 4 es un amplificador disparador schmitt-trigger, y su cometido es convertir la señal de la bobina en algo que la circuitería  
5 lógica conectada a 102, pueda medir la longitud del período de la autooscilación.

El elemento 130 es un atenuador. El elemento 140 es un amplificador.

El circuito 110 de la figura 4 está formado por los elementos 111 y 112, figura 3 y 5 siendo el elemento 111 la bobina captadora de amortiguación magnética y permeabilidad magnética, mientras que el elemento 112 es el condensador de resonancia del elemento anterior.  
10

Como mejor se aprecia en la figura 5, el circuito 120 está formado por los elementos 121, 122, 123 y 124. El elemento 121 tiene la función de limitar la señal de entrada y de polarizar el elemento 124. La función del elemento 122 es únicamente polarizar el 124. El elemento 123 es la resistencia de carga del elemento  
15 124, para poder calcular los valores de polarización de los elementos 121 y 122.

El elemento 124 es el elemento activo del circuito 120 y su misión es la de amplificar y convertir en niveles lógicos la señal generada por el circuito 110, para poder después medir la longitud de los pulsos generados o un conjunto de los mismos.

El circuito 130 está formado en este caso por los elementos 131, 132, 133 y 134: el elemento 131 tiene la función de limitar la corriente de los pulsos generados por el circuito 110. El elemento 132 tiene como misión cortocircuitar pequeños ruidos parásitos. El elemento 133 tiene la misión de poner como límite la tensión de alimentación a los pulsos generados, de tal manera que si un pulso tiene  
25 una tensión superior, automáticamente es cortocircuitado y limitado hacia la tensión de alimentación. El elemento 134 tiene la misión de poner como límite la tensión negativa de alimentación a los pulsos generados, de tal manera que si un pulso tiene una tensión inferior, automáticamente es cortocircuitado y limitado hacia la tensión de alimentación.

El circuito 140 está formado por los elementos 141, 142, 143, 144, 145 y 146: el elemento 141 tiene como misión el impedir que en caso de un mal funcionamiento, un pulso generador de tensión sea mayor que un valor determinado;  
30

si no fuera por ello, un pulso excesivamente largo en 104 podría quemar los elementos 144 y 145. El elemento 142 es una resistencia de polarización para que el elemento 144 esté normalmente desactivado. El elemento 143 es una resistencia de polarización para que el elemento 145 esté normalmente desactivado. La función del elemento 144 es la de amplificar el pulso de entrada en 104, para inyectárselo al elemento 145. Este elemento 145 tiene la misión de amplificar la señal de entrada para poder inyectar un pulso con la suficiente energía al circuito 110. La función del elemento 146 consiste en dejar pasar el pulso de energía amplificado por los elementos anteriores hacia el circuito 110, pero no permite el rebote de la señal hacia el propio circuito.

Todos los elementos anteriores son para un ejemplo de esta aplicación, pudiendo ser variado cualquiera de ellos o todos, sin que por ello el funcionamiento de la invención varíe y sin que se salga del marco o alcance de la misma.

En una de las múltiples pruebas de laboratorio se usaron los siguientes elementos, dando muestras de un correcto funcionamiento:

- 111 - Bobina elíptica de unos 2 mH. de 300 espiras con un grosor de 0,2 mm.
- 112 - Condensador de poliéster de 68 nf.
- 121 - Resistencia de 100K.
- 122 - Resistencia de 390K.
- 123 - Resistencia de 2.2K.
- 124 - Transistor BC547.
- 131 - Resistencia de 33K.
- 132 - Condensador cerámico de 100pf.
- 133 y 134 - Un BAV99, doble diodo en serie.
- 141 - Condensador cerámico de 100nf.
- 142 - Resistencia de 47K.
- 143 - Resistencia de 1K.
- 144 - Transistor BC547.
- 145 - Transistor BC557.
- 146 - Diodo 1N 4148

L alimentación VCC, de este ejemplo de la invención fue de 5V y su masa OV.

La figura 6 muestra el diagrama de tiempos del funcionamiento de este ejemplo, donde:

5 La forma de onda F1 corresponde al pulso en la entrada 104. Simplemente es un pulso positivo indicador del instante en que el circuito 140 ha de dar uno de energía hacia al bobina.

Las formas de onda F2, F3 y F4 se refieren a la ampliación en intensidad del circuito 140.

10 La forma de onda F5 es la que contesta la bobina al pulso de energía.

La forma de onda F6 corresponde a la semirrectificación positiva que se puede leer en el punto 103.

La forma de onda F7 corresponde al paso intermedio del amplificador 120 para generar la señal 102.

15 La forma de onda F8 es lo que se puede leer en el punto 102 de la circuitería, después de haber sido amplificado por el circuito 120.

Todas estas formas pertenecen al circuito de la figura 5 y viene indicado en el mismo circuito, para una mejor comprensión del ejemplo de la invención.

20 Para el funcionamiento del ejemplo descrito, en el primer instante se inyecta un pulso positivo de una duración determinada en el punto 104. Este pulso, con una forma de onda F1, es amplificado por el circuito 140, dando un pulso de energía al circuito 110. Este circuito comienza a autooscilar, como se representa en F5, con una oscilación amortiguada tendente a cero. En este momento, en el  
25 punto 103 está la misma forma de onda que en el circuito 110, pero solo la parte positiva y limitado por la alimentación positiva, tal y como se muestra en F6. Esta señal es medida por un convertidor analógico digital en su punto álgido en las crestas inferiores a la tensión de alimentación. La razón entre las crestas y la separación entre ellas nos da el valor del elemento a medir, tal y como se ha expuesto ya  
30 anteriormente. Comparándolo con unos parámetros preestablecidos podemos saber de que material está compuesto el elemento a comprobar.

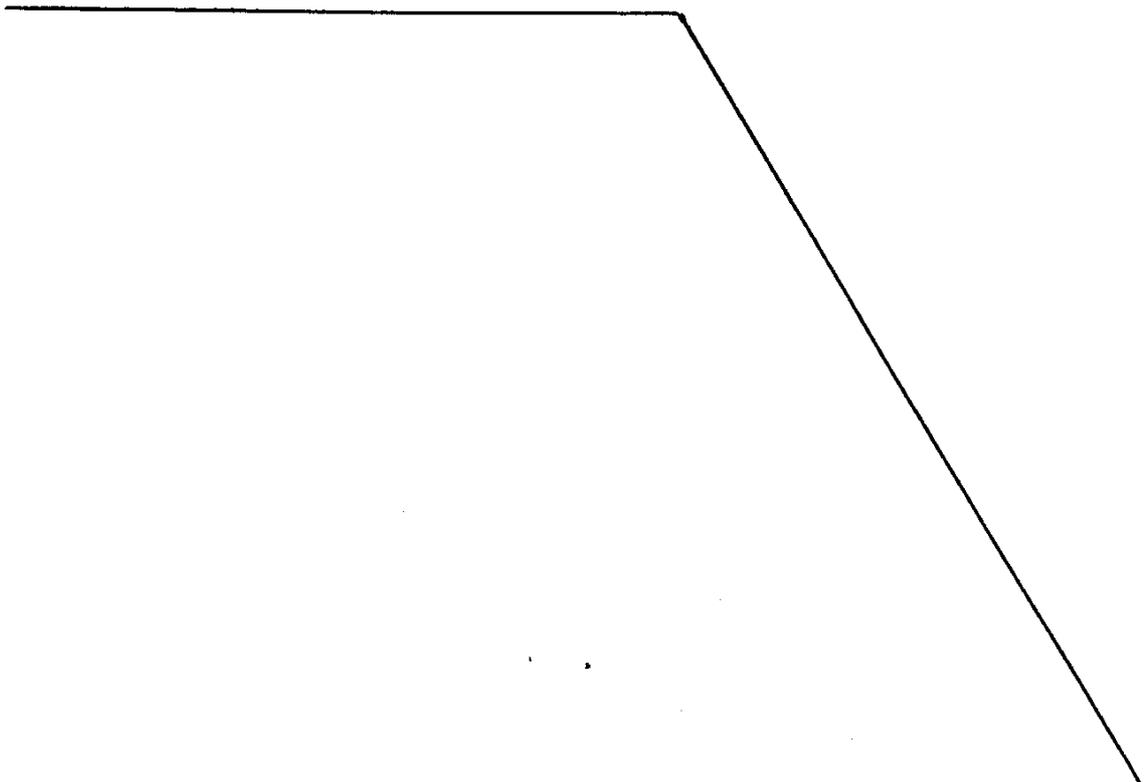
El punto 102 es una señal para poder medir el período del ciclo de la oscilación de respuesta y saber así en que momento medir la cresta. De este modo se tiene una relación entre la permeabilidad magnética del elemento, su masa, su histeresis, etc.

5 En el caso de monedas o fichas, la medición se efectúa en cada uno de los instantes en que la moneda pasa a través del campo magnético de la captadora. De esta manera, monedas o fichas con dos o mas aleaciones son diferenciables de falsificaciones de una sola aleación, al quedar una memoria holográfica de la forma de onda dentro de la circuitería de cada momento del paso de la moneda.

10 La amortiguación viene siempre dada por un factor K. Este siempre es menor que 1 y nos da la relación entre los picos de la señal generada por 110, de tal manera que excepto fugas y otras pérdidas, el segundo pico será el primera multiplicado por K, tal y como se ha explicado anteriormente.

15 La fórmula puede ser también representada por  $e^{-lnK}$ , siendo (n) el número de la cresta y "1" otra forma de presentar la constante.

Con la constitución comentada, sin ningún otro tipo de elemento, como por ejemplo optoacopladores, se puede distinguir el tamaño, masa y material del compuesto.



### REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la detección y análisis de elementos de naturaleza metálica, caracterizado porque se procede a la creación de un campo magnético de oscilación amortiguada, efectuándose la medición de su amortiguación para la obtención de un valor  $K_0$  que corresponde a la media de la relación entre las cimas de las oscilaciones; A continuación se hace pasar la pieza metálica analizar a través del campo, efectuándose una segunda medición de la amortiguación de dicho campo para la obtención de un valor  $K_1$  que corresponde a la media de la relación entre las cimas de las oscilaciones alteradas por efecto del paso de la pieza o el elemento metálica; calculándose por último la relación  $K_0/K_1$  que dará un valor propio e indicativo del material del elemento o pieza metálica, el cual se comparará con valores preestablecidos, generados por un procesador,

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se halla además el valor de la media de los períodos de las oscilaciones amortiguadas, antes y durante el paso de la pieza metálica a analizar, obteniéndose valores  $P_0$  y  $P_1$ , cuya relación  $P_0/P_1$  nos dará un segundo valor propio e indicativo del material del elemento metálico, el cual se comparará con valores preestablecidos, generados por un procesador.

3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el campo magnético de oscilación amortiguada se genera mediante un circuito tanque.

4.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque las señales del circuito tanque se hacen pasar por un primer amplificador o separador, para la detección de la longitud del período de la autooscilación, y por un segundo amplificador o separador a través del que pasa la señal hasta un convertidor analógico digital.

5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque el convertidor analógico digital consiste en un convertidor tensión/frecuencia.

6.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque el convertidor analógico digital consiste en un convertidor tensión/pulso.

Esta memoria consta de 13 hojas escritas a máquina por una sola cara y 3 hojas de dibujos.

- 13 -

Madrid,

D. FELIX RAUL ARNAIZ LOPEZ.

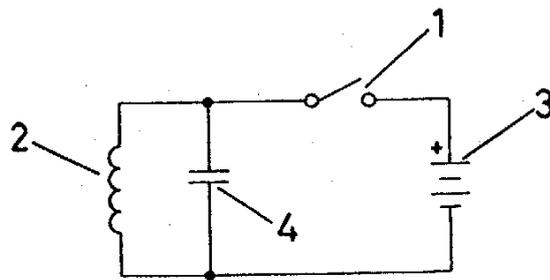


FIG. 1

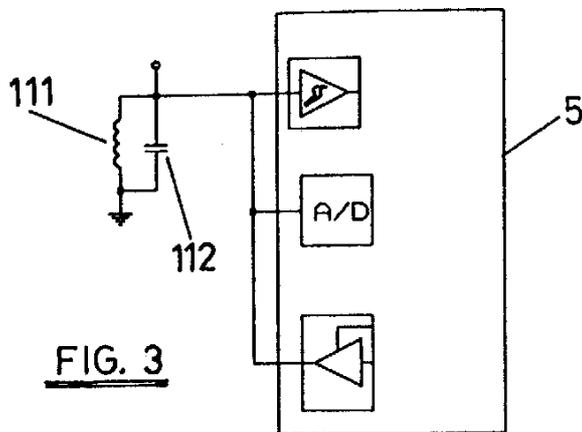
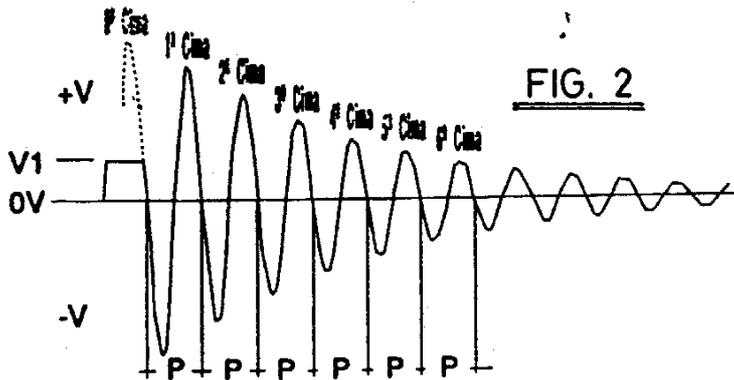


FIG. 3

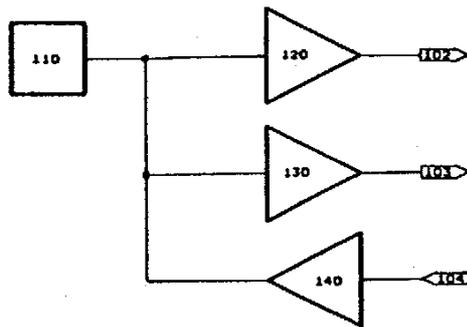


FIG. 4

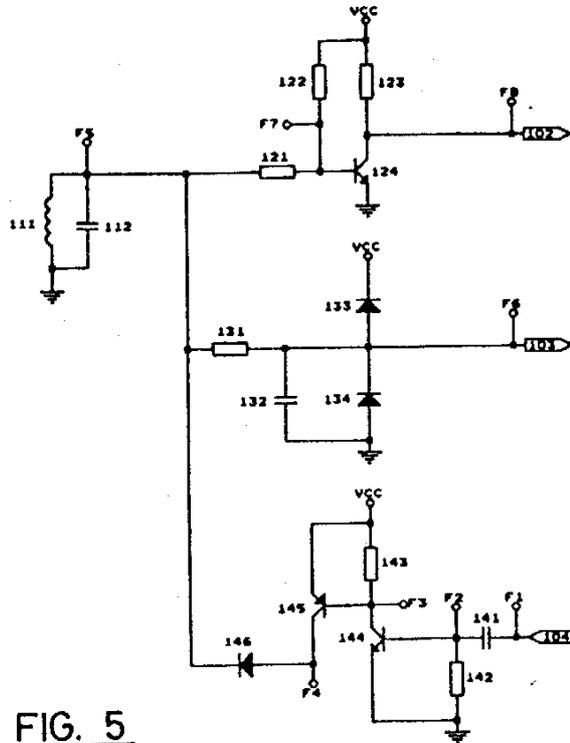


FIG. 5

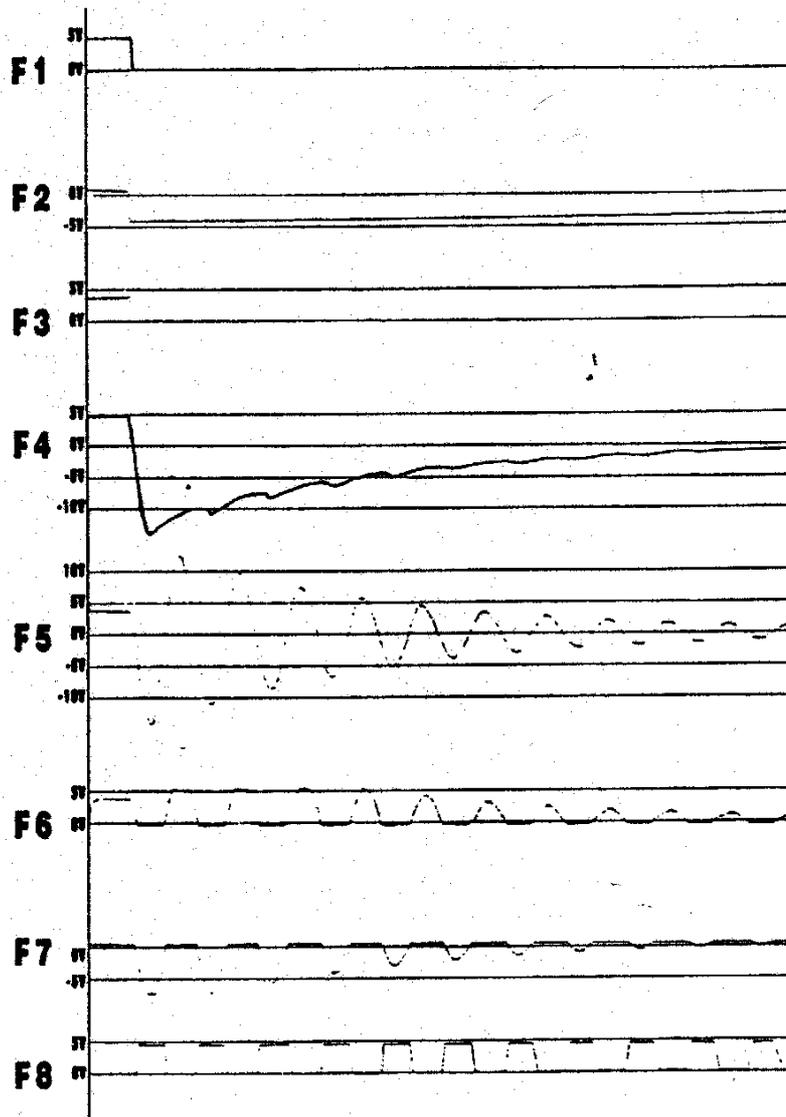


FIG. 6