

372634

372634

PATENTE DE INVENCION

B 2941/3415.3.

SE	TECNICA
CLAS.	6. 01
SUBCLAS.	P

17 OCT.



# Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO Y APARATO DE CONTROL NO DESTRUCTIVO POR  
CORRIENTES DE FOUCAULT DE LAS CARACTERISTICAS DE  
ELEMENTOS CONDUCTORES DE LA ELECTRICIDAD.

*Solicitante:* COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,  
residente en 29, rue de la Fédération, Paris 15<sup>a</sup>,  
Francia.

La presente invención tiene por objeto un  
procedimiento de control no destructivo para corrien-  
tes de Foucault de características de elementos con-  
ductores de electricidad, y en particular, de tubos  
no ferromagnéticos y de aleaciones de combustibles



nucleares. La invención tiene igualmente por objeto un aparato que permite la realización de este procedimiento.

5. Es conocido, para controlar las características físicas de un elemento conductor de la electricidad, colocarle en el interior de la bobina de un oscilador, denominado de Hartley, el cual hace la función a la vez de bobina generadora de un campo magnético alterno que engendra corriente de Foucault en el citado elemento y
10. de bobina de detección del campo inducido por las citadas corrientes de Foucault. En estas condiciones, las modificaciones sufridas por las constantes físicas del elemento debidas en particular a defectos, son detectadas por las variaciones de la tensión tomada en los bornes de
15. la bobina.

- La presente invención propone una técnica de control no destructivo que se apoya igualmente en la detección de las corrientes de Foucault en los elementos examinados, pero permite, con relación a la técnica pre-
20. citada, perfeccionamientos netamente mejorados, sobre todo en lo que se refiere a la identificación de la naturaleza de los defectos.

- De forma mas precisa, la presente invención tiene por objeto un procedimiento de control no destructivo, por corrientes de Foucault, de las características
25. de elementos conductores de la electricidad, según el cual el elemento a controlar es introducido en el interior de un arrollamiento de inducción unido por un punto intermedio al electrodo que hace el papel de cátodo de un órgano electrónico activo, haciendo el citado arro-
- 30.

87 OCT. 198



llamiento la función a la vez de bobina generadora de un campo magnético alterno que engendra corrientes de Foucault en el citado elemento y de bobina de detección del campo inducido por las citadas corrientes, caracterizándose el citado procedimiento porque comprende la aplicación de una tensión eléctrica alterna al electrodo que hace el papel de rejilla del citado órgano activo y la detección de un tipo de defecto dado presentado por el citado elemento por el estudio de las modificaciones resultantes, según la frecuencia de la citada tensión alterna, de la tensión de rejilla del órgano activo y/o de la tensión en los bornes del citado arrollamiento.

La invención tiene igualmente por objeto un aparato que permite la realización de este procedimiento caracterizado porque comprende un montaje electrónico constituido al menos por un arrollamiento de inducción y de un órgano activo cuyo electrodo que hace el papel de cátodo, está conectado a un punto intermedio del citado arrollamiento, un generador de tensión alterna acoplado al citado montaje, un sistema de mando de la frecuencia de la tensión emitida por el citado generador y medios para señalar las variaciones según la citada frecuencia, de la tensión tomada sobre el electrodo que hace el papel de rejilla del citado montaje y/o de la tensión en los bornes del citado arrollamiento.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto por medio de la descripción que sigue, hecha con relación a los dibujos adjuntos y que dá, a título explicativo pero de ningún modo limita-



17 OCT. 1949

tivo, diferentes formas de realización de este aparato.

En estos dibujos:

La figura 1 es el esquema del aparato según la invención equipado de un sistema de visualización de sus reacciones a un defecto presentado por un elemento conductor de la electricidad sometido al examen de sus características.

5.

La figura 2 ilustra la influencia sobre la tensión de rejilla  $v_g$  del tubo de un oscilador Hartley de una variación de la resistencia aparente del arrollamiento del citado oscilador.

10.

La figura 3 ilustra la influencia sobre la citada tensión  $v_g$  de una variación de la autoinducción aparente del arrollamiento.

15.

La figura 4 ilustra la influencia sobre la tensión  $v_g$  de una fisura y de una variación de dimensión de un elemento conductor de la electricidad introducido en el citado arrollamiento.

20.

La figura 5 representa el montaje utilizado para efectuar un muestreo de la tensión  $v_g$  o de la tensión  $V$  en los bornes del arrollamiento.

La figura 6 representa un montaje que permite el registro, con una frecuencia dada, de las variaciones de las tensiones  $v_g$  o  $V$ ,

25.

La figura 7 muestra resultados obtenidos con el montaje de la figura 6, y

Finalmente la figura 8 es el esquema de una versión muy elaborada del aparato según la invención.

30.

El aparato según la invención, tal como el representado en la figura 1, está constituido por la

37 2634

- 5 -



17 OCT. 1945

asociación de un oscilador Hartley 1 y de un generador de tensión alterna 2.

5. El oscilador Hartley 1 está constituido por un arrollamiento 3 cuyos extremos A y B estan unidos, el uno directamente a la masa y el otro a la rejilla de un tubo 4, que forma el elemento activo, por intermedio de un condensador 5. El arrollamiento está provisto de una toma intermedia M unida al cátodo del tubo 4. La rejilla está conectada igualmente a masa por intermedio
10. de una resistencia 6 que constituye la resistencia de polarización automática del montaje. El elemento 7 sometido a examen, un tubo por ejemplo, se introduce en la bobina 3. Se sabe que, en estas condiciones, el arrollamiento 3 hace el papel a la vez de bobina generadora de un
15. campo magnético.alterno y de bobina de detección del campo inducido por la corriente de Foucault en el tubo 7.

- El generador de tensión alterna 2 que posee una gama de frecuencia que se extiende de 1kHz a 1 MHz está conectado a la extremidad B de la bobina 3 por inter
20. medio de una resistencia 8 y de una capacidad 9. Este utiliza, para formar la capacidad de su circuito oscilante, un diodo denominado varicap, cuya capacidad varia con su tensión de polarización; de este modo, su frecuencia está determinada por la tensión de polarización del varicap. Esta tensión de polarización se produce por un
25. generador de señales en dientes de sierra 10 que permite un barrido ciclico de una gama de frecuencia comprendida entre algunas decenas y algunos centenares de KHz.

- Se efectua, por medio de un osciloscopio con
30. doble haz 12, la visualización de la curva que representa



17 OCT 1969

5. la variación, en función de la frecuencia  $f$  de la tensión emitida por el generador 2, por una parte, de la tensión  $V$ , tomada en la extremidad B de la bobina 3 y, por otra parte, de la tensión de rejilla  $v_g$  tomada en los bornes de la resistencia de polarización automática 6 por intermedio de una resistencia de aislamiento 11 de alta frecuencia.

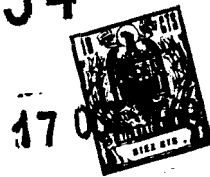
10. La tensión alterna  $V$  está sometida previamente, a un sistema detector-desmodulador 13 con gran impedancia de entrada. Este está esencialmente constituido por un tubo 14 que recibe sobre su rejilla la citada tensión  $V$  y cuyo cátodo está unido a un circuito de filtrado constituido por una resistencia 15 y una capacidad 16 montadas en paralelo. Una tensión continua es recogida de este modo en los bornes de este circuito.

15. En esta tensión la que se aplica entre las placas de deflexión verticales de uno de los haces del osciloscopio 12, mientras que la tensión  $v_g$  se aplica a las mismas placas del otro haz. Las placas de deflexión horizontal reciben las señales procedentes del generador de señales en dientes de sirre 10.

20. En la figura 2a se ha representado la pendiente de la curva  $v_g$ , denominada curva de sensibilidad del aparato, mostrada en la pantalla del osciloscopio 12:

25. - en trazos continuos, para un valor  $R$  de la resistencia aparente (factor resistivo) de la bobina 3,  
 - en trazos discontinuos, para un valor  $R + \Delta R$  de la citada resistencia, permaneciendo el valor  $L$  de la autoinducción aparente (factor reactivo) constante.

30.



Se comprueba que las dos curvas tienen amplitudes diferentes pero que presentan un máximo a la misma frecuencia  $f_p$  que es la frecuencia propia del oscilador Hartley 1, definida por la relación:

5. 
$$f_p = \frac{1}{2 \sqrt{LC}}$$

en la que L y C designan respectivamente los valores de la autoinducción de la bobina 3 y de la capacidad total derivada en los bornes de la citada bobina.

10. Si se traza entonces, como se ha realizado en la figura 2b, la curva correspondiente a las diferencias de tensión  $\Delta v_g$  resultante de una variación  $\Delta R$ , se ve aparecer netamente frecuencias para las cuales la sensibilidad con una variación del factor resistivo es máxima así como frecuencias de insensibilidad; uno de los Máximos se sitúa exactamente en la frecuencia  $f_p$ .

15. Se ha representado en la figura 3a la pendiente de la misma curva  $v_g$  mostrada en la pantalla del osciloscopio:

20. - en trazos continuos, para un valor L de la autoinducción aparente de la bobina 3,

- en trazos discontinuos, para un valor  $L + \Delta L$  de la citada autoinducción permaneciendo el valor R de la resistencia aparente constante.

25. En este caso, la variación  $\Delta L$  entraña un desplazamiento del máximo de la curva un valor  $\Delta f$  tal que

$$\Delta f = \frac{1}{2} f_p \frac{\Delta L}{L}$$

30. Se tiene pues un desplazamiento hacia la iz-

17 OCT.



quiera mientras que la amplitud de la oscilación aumenta sensiblemente en razón de la mejora del factor de calidad de la bobina.

5. La curva correspondiente, representada en la figura 3b, de las diferencias de tensión  $\Delta v_g$  que resultan de una variación  $\Delta L$ , hace aparecer un máximo de sensibilidad con una variación del factor reactivo para una frecuencia  $f_L$  netamente mas baja que la frecuencia propia  $f_p$ . Aparece igualmente por encima de
10.  $f_p$  una frecuencia de anulación  $f_{oL}$  de la sensibilidad, estando invertido el signo de  $\Delta v_g$  más allá de esta frecuencia.

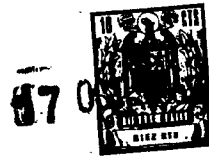
- De este modo, las curvas de sensibilidad con una variación de resistencia pura (figura 2b) y con una
15. variación de autoinducción pura (figura 3b) se distinguen perfectamente las unas de las otras por:

- la frecuencia del máximo de sensibilidad ( $f_p$  en el primer caso,  $f_L$  en el segundo caso),
  - la existencia de una frecuencia de anulación
20.  $f_{oL}$  de la sensibilidad con una variación de la autoinducción.

- Ahora bien, se sabe que un defecto presentado por el tubo 7 provoca a la vez una variación  $\Delta R$  de la resistencia aparente  $R$  y una variación  $\Delta L$  de la
25. autoinducción aparente  $L$ . Así pues si se traza la curva  $v_g$  en función de la frecuencia, en presencia de un defecto del tubo, esta curva se situará en posiciones que tendrán en cuenta a la vez la componente  $R$  y la componente  $L$ . Según la naturaleza del defecto, la curva  $\Delta v_g$  en
30. función de la frecuencia podrá entonces definirse por:

372634

- 9 -



- la frecuencia del máximo de sensibilidad,  
- la frecuencia para la cual la sensibilidad es nula o muy poco aparente.

5. La figura 4 da, a título de ejemplo, las curvas  $\Delta v_g$  obtenidas en el caso de un defecto dimensional del tubo (en trazos continuos), tal como una variación local de su diámetro, y en el caso de una grieta o fisura (en trazos discontinuos).

10. Si se les compara a las curvas de las figuras 2b y 3b, (representadas en trazos mixtos), se ve que el defecto dimensional se aproxima ventajosamente a una variación  $\Delta R$  mientras que la grieta o figura se aproxima ventajosamente a una variación  $\Delta L$ .

15. Además, se comprueba que el defecto dimensional da una curva  $\Delta v_g$  caracterizada por:

- una frecuencia del máximo de sensibilidad  $f_D$  inferior a  $f_p$ ,  
- una frecuencia de anulación de la sensibilidad  $f_{oD}$  elevada.

20. La curva que resulta de una grieta o fisura en el tubo es perfectamente distinta de la precedente y se caracteriza por:

- una frecuencia del máximo de sensibilidad  $f_F$  inferior a  $f_D$ ,

25. - una frecuencia de anulación  $f_{oF}$  intermedia entre  $f_p$  y  $f_{oD}$ .

30. Un estudio análogo de la pendiente de la curva  $V$  mostrada sobre la pantalla del osciloscopio permite igualmente definir, para cada tipo de defecto, una frecuencia del máximo de sensibilidad y una frecuencia para

87 OCT. 1954

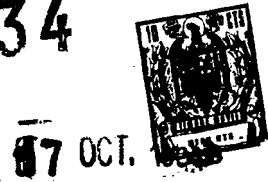
la cual la sensibilidad es nula o muy pequeña.

5. De este modo, el aparato descrito, que resulta del acoplamiento eléctrico de un oscilador Hartley que produce corrientes de Foucault en un tubo metálico, con otro generador de tensión alterna, proporciona una respuesta perfectamente distinta para cada tipo de defecto.

10. Practicamente, la detección y la identificación inmediatas de un defecto presentado por un tubo 7 puede efectuarse, por medio del aparato representado en la figura 1, haciendo pasar el citado tubo por el arrollamiento 3 y barriendo una banda de frecuencia que se extiende alrededor de la frecuencia propia  $f_p$  del oscilador Hartley; se deduce entonces, sobre la pantalla del osciloscopio 12, los desplazamientos y las deformaciones de la curva  $v_g$  y/o de la curva V, resultante del paso de un defecto por la bobina 3. Teniendo en cuenta la remanencia de la pantalla del osciloscopio y mediante la elección de un tiempo de barrido suficientemente corto para ser despreciable frente a la duración del paso del defecto en la zona de detección de la bobina, se puede en efecto localizar las partes de las curvas que se desplazan y las que permanecen inalteradas e identificar de este modo el tipo de defecto.

25. Es evidente que esta detección del defecto por comparación de la curva que corresponde a la ausencia de defecto con la curva que corresponde a la presencia de defecto, realizada aquí de forma visual por el operador, puede efectuarse de una forma mucho mas rigurosa por medio de una calculadora electronica que elabore, por ejemplo, a cada paso del defecto, la curva  $\Delta v_g$  y/o

30.



la curva  $\Delta$  V e identifique este defecto por comparación de esta curva con curvas - tipo o por las diferentes frecuencias características de cada curva.

5. Esta comparación se puede efectuar igualmente por medio de un dispositivo bastante simple, representado en la figura 5, que asegura un muestreo de la tensión proporcionada por el aparato ( $v_g$  o V). Este dispositivo está esencialmente constituido por una serie de puertas  $P_1, P_2, \dots, P_n$  con umbrales regulables (sobre la figura se ha limitado su número a tres), cada una de cuyas entradas recibe la tensión a muestrear y cada una de las salidas alimenta las placas de deflexión vertical del osciloscopio 12. La abertura de estas puertas está mandada por el generador de impulsos en diente de sierra 10 que define la duración del barrido en frecuencia.
- 10.
- 15.

- Las puertas  $P_1, P_2, \dots, P_n$  dejan pasar la tensión a muestrear hacia el osciloscopio durante algunos microsegundos, respectivamente por niveles  $U_1, U_2, \dots, U_n$  de la señal emitida por el generador 10, provocando de este modo en cada ciclo de barrido la mostración sobre la pantalla de un punto que representa el valor de la citada tensión a las frecuencias  $f_1, f_2, \dots, f_n$ . Como cada tipo de defecto está asociado con al menos una frecuencia característica, los umbrales  $U_1, U_2, \dots, U_n$  pueden elegirse de modo que las frecuencias correspondientes  $f_1, f_2, \dots, f_n$  constituyen las frecuencias características de los defectos buscados. De este modo, un defecto será señalado por la abscisa de un punto de la pantalla que indique una variación de ordenada máxima e identificado por la abscisa de un punto de la pantalla que no sufra
- 20.
- 25.
- 30.

372634

- 12 -

17 OCT. 19



ninguna variación de ordenada, correspondiendo a cada abscisa una frecuencia determinada.

5. Este dispositivo puede mejorarse por la adición, a la salida de cada una de las puertas, de una contratensión que anule la tensión emitida en ausencia de defecto, de tal forma que solo los defectos dan lugar a una visualización sobre la pantalla.

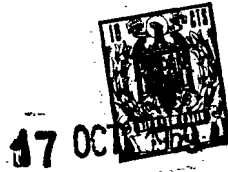
10. En lo que precede, la detección y la identificación de los defectos se ha efectuado, barriendo una banda de frecuencia que se extiende de una a otra parte de la frecuencia propia  $f_p$  del oscilador, pero se puede igualmente, en particular cuando se trata de señalar un tipo dado de defecto, colocarse en una frecuencia determinada, elegida en una zona en la que la sensibilidad con este tipo de defecto es la mayor posible y la sensibilidad a los otros tipos de defecto la menor posible y seguir a este frecuencia las variaciones de  $v_g$  y/o de  $V$ .

20. En este caso, el generador en diente de sierra 10 está pues puesto fuera de servicio y reemplazado por un generador de tensión continua que fija la frecuencia de examen; el osciloscopio 12 se reemplaza por un registrador. Las tensiones  $v_g$  y  $V$  no pueden sin embargo aplicarse directamente a este registrador; se las somete previamente a un balance electrónico cuyo esquema está dado en la figura 6.

25. La tensión a registrar se somete, en primer lugar, a una contra-tensión 17 después ataca la rejilla de un primer triodo 18. Este está unido por su placa a la placa de un segundo triodo 19 cuya rejilla está co-
- 30.

372634

- 13 -



5. nectada a masa por intermedio de una tensión de equilibrio 20. Los cátodos de los triodos 18 y 19 están unidos por una parte entre sí por intermedio de un potenciómetro 21 y por otra parte, a masa por las resistencias 22 y 23 respectivamente y por una parte de la resistencia común de equilibrio 24. La tensión a registrar es tomada sobre el potenciómetro 21 y aplicada en el registrador 25.
10. La figura 7 ilustra, a título de ejemplo, los registros de la tensión  $v_g$  obtenidos con dos frecuencias diferentes  $f_1$  y  $f_2$  en el caso de un tubo que presenta un defecto dimensional (pico D) y una fisura externa (pico F). Se ve que a la frecuencia  $f_1$ , el pico D aparece mucho más fuerte que el pico F mientras que a la frecuencia  $f_2$ , se tiene el efecto contrario.
15. Se ha representado en la figura 8 una versión muy elaborada del aparato de acuerdo con la invención, que permite la determinación de las frecuencias características de cada tipo de defecto y un control automático de serie con posibilidades de accionamiento de un aparato de selección de los tubos defectuosos.
20. En este caso, el elemento activo del oscilador Hartley es un transistor de efecto de campo 26, cuya fuente está unida al punto intermedio M del arrollamiento 3, y cuya rejilla, que recibe la tensión con frecuencia variable, está unida al punto B por el condensador 5, el cual un interruptor 27 permite poner fuera de servicio. El oscilador Hartley se vuelve entonces un amplificador que trabaja en régimen lineal, contrariamente al oscilador Hartley. El tubo a probar 7, colocado en el arrollamiento 3, puede desplazarse en el interior de
- 25.
- 30.

17 OCT.



este bajo la acción del rodillo de arrastre 28 accionado por un motor 29.

5. La tensión con frecuencia variable se obtiene aplicando en un circuito mezclador 30 dos tensiones procedentes la una de un oscilador 31 con frecuencia fija (30 MHz), la otra de un oscilador 32 con frecuencia variable que utiliza un varicap para formar la capacidad de su circuito oscilante.

10. Para establecer la amplitud de la tensión procedente del mezclador 30, se la introduce en un amplificador 33 contra-reaccionado al nivel del citado mezclador. La tensión aplicada a la rejilla del transistor 26 es la tensión emitida por este amplificador.

15. La tensión V tomada en el punto B del enrollamiento 3 es detectada por el circuito 34 y transmitida con baja impedancia hacia un filtro de paso-bajo constituido por un circuito clásico con inductancia 35 y capacidad 36, y después aplicada a la entrada de un osciloscopio 37. La misma tensión V se introduce en un amplificador 38 de ganancia variable que actúa como filtro activo, el cual va seguido de un circuito detector de cresta 39 que aplica igualmente en el osciloscopio 37 una tensión que representa la variación de la tensión engendrada por la presencia de un defecto del tubo.

20. Un conmutador 40 con cuatro posiciones permite aplicar al varicap del oscilador 32 una tensión de polarización emitida:

25. - en posición A, por un generador de señales en dientes de sierra 41 que tiene una frecuencia de recurrencia constante (100 Hz) que hace efectuar a la tensión

30.

372634

- 15 -



17 OCT 1953

- aplicada al transistor 26 el barrido cíclico de una gama de frecuencias que se extiende del valor  $f$  al valor  $f + \Delta f$  siendo ajustable por medio de dos potenciómetros no representados;
5. - en posición B, por un dispositivo 42 que genera señales en dientes de sierra que crecen por escalones sucesivos, que hacen variar la frecuencia de la citada tensión del valor  $F$  al valor  $F + \Delta F$  por una serie de tramos regularmente espaciados, los valores  $F$  e  $\Delta F$  son ajustables por dos potenciómetros no representados;
10. la longitud de un tramo, es decir la duración durante la cual la tensión de acoplamiento conserva una frecuencia determinada, está definida por otro generador de señales en diente de sierra 43 y que corresponde al tiempo necesario para que el motor 29 haga efectuar al tubo 7 una pasada en la bobina 3 (algunos centímetros);
15. - en posición C, por un generador de tensión continua 44 de valor ajustable por un potenciómetro, que mantiene la tensión proporcionada al transistor 26 con una frecuencia  $F_0$  fija; un sistema de mando 45 permite, por medio de dos botones pulsadores AV y AR, hacer girar el motor 29 en un sentido o en otro según el sentido de paso deseado; la tensión emitida por el filtro activo 38 se aplica a la entrada de un circuito con umbral 46: cuando alcanza un valor suficiente para desenclavar el umbral, enviando el citado circuito en dirección del mando 45, una señal que provoca la detención del motor de arrastre 29;
20. - en posición D, por un generador de tensión continua 47 asociado a un conmutador 48 cuyas cuatro posi-
- 25.
- 30.

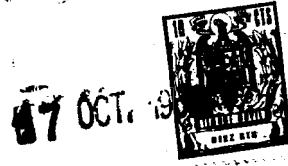


17 OCT. 1969

- ciones corresponden al envío sobre el Varicap de cuatro tensiones diferentes, de valores ajustables por medio de potenciómetros, que fijan la frecuencia de la tensión de acoplamiento a valores  $F_0$  (valor idéntico al regulado en 0),  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$ ; un órgano de programa 49 que acciona, para cada tubo a examinar una secuencia de cuatro pasadas por el arrollamiento 3 (dos idas y dos venidas), acciona al mismo tiempo las cuatro posiciones del conmutador 48 con el fin de que cada una de las cuatro pasadas se efectúe para cada una de las cuatro frecuencias  $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$ .
- El circuito con umbral 46 está igualmente unido a la salida a un dispositivo memoria 50 que utiliza, por ejemplo, cuatro biestables que sucesivamente, merced a un conmutador 51, igualmente accionado por el órgano de programa 49 en sincronismo con el conmutador 48, pasando al estado 1 o conservando el estado inicial 0 según que el umbral haya sido desenclavado o no por la tensión emitida por el filtro 38 para cada una de las cuatro frecuencias  $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$ , Según el estado de estos cuatro biestables con el fin de que cada secuencia de cuatro pasadas, un dispositivo de control pueda actuar sobre un aparato de selección 52 que asegura la eliminación automática de los tubos defectuosos.
- Quando el aparato funciona en posición B del conmutador 40, la tensión procedente del circuito detector 39 es registrada, para cada frecuencia definida por el dispositivo 42, en un conjunto de memorias analógicas 53. En este caso, si el número de frecuencias de trabajo es  $n$ , se hace efectuar a cada tubo examinado  $n$  pasadas

372634

- 17 -



5. por la bobina 3; el generador de señales en dientes de sierra 43 asegura entonces, en sincronismo con los n tramos, la conmutación de las memorias y el accionamiento de las n pasadas. En el último tramo efectuado, un conmutador 54 une automáticamente el conjunto 53 a un reloj de lectura 55 que acciona la transferencia del contenido de las memorias al osciloscopio 37.

10. El aparato representado en la figura 8 posee cuatro modos de funcionamiento que corresponden a las cuatro posiciones del conmutador 40. Las posiciones A, B y C sirven para determinar, para un tipo de tubo dado, los parámetros característicos de cada defecto que puede afectar a la calidad de este tubo. La posición C corresponde a un funcionamiento automático para el control de tubos en serie, con accionamiento del órgano de selección que elimina los tubos defectuosos. El aparato puede trabajar tanto con un oscilador Hartley como con un amplificador selectivo, efectuándose el paso del primero al segundo por simple desconexión, realizada por la apertura del interruptor 27, del condensador 5 ramificado entre la rejilla del transistor de efecto de campo 26 y el punto B del arrollamiento 3. El amplificador que trabaja en régimen lineal, contrariamente al oscilador Hartley, permite medidas menos sujetas a variaciones y ofrece la posibilidad de modificar la relación del número de espiras de las dos partes del arrollamiento 3.

25. En el modo de funcionamiento en posición A del conmutador 40, se obtiene sobre la pantalla del osciloscopio 37 la curva de sensibilidad del aparato. Introduciendo en el enrollamiento 3 tubos que presenten defectos

30.

372634



17 001-1952

5. conocidos, se puede pués determinar, para cada tipo de defecto, la frecuencia  $F_0$  del máximo de sensibilidad y, eventualmente, la frecuencia para la cual esta sensibilidad se hace nula o muy poco aparente. Igualmente se puede obtener sobre la pantalla del osciloscopio la curva que representa, para cada tipo de defecto, el valor de la tensión emitida por el detector 39 en función de la frecuencia de trabajo y notar, en particular, su valor a la frecuencia del máximo de sensibilidad.
10. En el modo de funcionamiento con posición B del conmutador 40, las  $n$  pasadas de un tubo que presenta un defecto conocido, utilizando cada vez una frecuencia de trabajo diferente, permite obtener, sobre la pantalla del osciloscopio 37 tras transferencia a este del contenido de las memorias analógicas del conjunto 53,  $n$  valores de la tensión detectada por el detector 39 que representan pués la curva característica de este defecto. Repitiendo esta operación con tubos que tengan diversos tipos de defectos conocidos, se dispone de una serie de curvas
15. que permite definir, para cada tipo, frecuencias  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  que, con la frecuencia  $F_0$  las caracterizan perfectamente.
20. En el modo de funcionamiento en posición C del conmutador 40, estando el umbral del circuito 46 ajustado a un nivel característico de un tipo de defecto (determinado en el modo de funcionamiento en posición A) y estando la tensión emitida por el generador 44 ajustada con el fin de que la tensión aplicada sobre la rejilla del transistor 26 tenga la frecuencia  $F_0$  que corresponde a
25. este defecto, se hace desfilar los tubos por medio de los
- 30.

372634

- 19 -



botones pulsadores AV y AR del sistema de mando o accionamiento 45. Cuando el circuito con umbral es desenclavado, el movimiento del tubo es detenido, lo que indica la presencia del defecto buscado exactamente en la bobina.

5. En el modo de funcionamiento en posición D del conmutador 40, el aparato asegura de manera automática un control en serie de los tubos. Esto efectuando automáticamente cuatro pasadas en la bobina con frecuencias que tienen sucesivamente los valores  $F_0$ ,  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$ , que definen perfectamente un tipo de defecto. Si, por ejemplo
10. al término de estas cuatro pasadas, el dispositivo memoria 50 señala que el umbral se ha desenclavado una vez al menos, el tubo concerniente se encuentra eliminado automáticamente por el aparato de selección 52. La misma operación se repite para todos los tipos de defectos buscados, los tubos eliminados por el aparato de selección 52 se encuentra así agrupados por tipos de defecto.

15. Debe indicarse que la presente invención no se limita a los únicos modos de realización representados y descritos a título de ejemplos y que el alcance de la
20. presente patente se extiende igualmente a las variantes de todo o parte de las disposiciones descritas permaneciendo en el cuadro de las equivalencias así como a todas las aplicaciones de tales disposiciones.

25. N O T A

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle
30. en cuanto no alteren su principio fundamental. También

17 OCT. 1969



- se hace constar que el invento se refiere a una solicitud de patente francesa nº PV.170.227 de 17 de Octubre de 1968, y a una edición francesa nº de 2 de octubre de 1969, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: Procedimiento y aparato de control no destructivo por corrientes de Foucault de las características de elementos conductores de la electricidad; caracterizándose por lo siguiente:
5. 1ª.- Procedimiento de control no destructivo por corrientes de Foucault de las características de elementos conductores de la electricidad, del tipo en
10. el que el elemento a controlar se introduce en el interior de un arrollamiento de inducción unido por un punto intermedio al electrodo que hace el papel de cátodo de un órgano electrónico activo, haciendo el papel el citado arrollamiento a la vez de bobina generadora de un
15. campo magnético alterno que engendra corrientes de Foucault en el citado elemento y de bobina de detección del campo inducido por las citadas corrientes, caracterizado porque comprende la aplicación de una tensión eléctrica alterna al electrodo que hace el papel de rejilla del
20. citado órgano activo y la detección de un tipo de defecto dado presentado por el citado elemento por el estudio de las modificaciones resultantes, según la frecuencia de la citada tensión alterna, de la tensión de rejilla del órgano activo y/o de la tensión en los bornes del
25. citado arrollamiento.
- 30.

372634

- 21-



17 OCT. 1969

5. 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se hace variar ciclicamente la frecuencia de la citada tensión alterna y se analizan los desplazamientos y las deformaciones de la curva que representa la variación en función de la frecuencia de la citada tensión de rejilla y/o de la curva que representa la variación en función de la frecuencia de la tensión en los bornes del citado arrollamiento.
10. 3ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se utiliza una frecuencia determinada, elegida en una zona en la que la sensibilidad al tipo de defecto buscado es la mayor posible y la sensibilidad a los otros tipos de defectos la menor posible y se sigue, a esta frecuencia, las variaciones de la citada tensión de rejilla y/o de la tensión en los bornes del citado arrollamiento.
15. 4ª.- Aparato para la realización del procedimiento según las reivindicaciones 1ª a 3ª, caracterizado porque comprende un montaje electrónico constituido al menos por un arrollamiento de inducción y de un órgano activo cuyo electrodo que hace el papel de cátodo está conectado a un punto intermedio del citado arrollamiento, un generador de tensión alterna acoplado al citado montaje, un sistema de mando de la frecuencia de la tensión emitida por el citado generador y medios para señalar las variaciones, según la citada frecuencia, de la tensión tomada sobre el electrodo que hace el papel de rejilla del citado montaje y/o de la tensión en los bornes del citado arrollamiento.
20. 5ª.- Aparato según la reivindicación 4ª, carac-
- 25.
- 30.



terizado porque el citado montaje electrónico comprende una capacidad conectada entre una extremidad del citado arrollamiento y su electrodo que hace el papel de rejilla, formando así un oscilador, denominado de Hartley.


5. 6ª.- Aparato según la reivindicación 4ª, caracterizado porque el citado órgano activo es un transistor con efecto de campo.

10. 7ª.- Aparato según la reivindicación 4ª, caracterizado porque el citado generador de tensión alterna comprende un oscilador con frecuencia fija, un oscilador con frecuencia ajustable por un diodo, denominado diodo varicap, cuya capacidad varía al mismo tiempo que su tensión de polarización, y un circuito mezclador que recibe las tensiones procedentes de estos dos osciladores.

15. 8ª.- Aparato según la reivindicación 4ª, caracterizado porque el citado sistema de mando de la frecuencia comprende un generador de señales en dientes de sierra, conectado al citado generador de tensión alterna, que permite hacer variar cíclicamente y de manera continua la citada frecuencia.

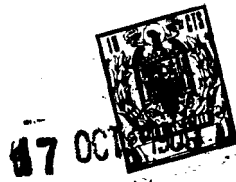
20. 9ª.- Aparato según la reivindicación 4ª, caracterizado porque el citado sistema de mando de la frecuencia comprende un generador de señales en dientes de sierra con crecimiento por escalones sucesivos, conectado al citado generador de tensión alterna, que permite hacer variar la citada frecuencia según una serie de tramos regularmente espaciados y cuya duración corresponde sensiblemente al tiempo necesario para que un elemento controlado, movido en traslación por medios de arrastre apropiados, efectúe una pasada en el citado arrollamiento.

25. 30.



372634

- 23 -



5. 10ª.- Aparato según la reivindicación 4ª, caracterizado porque el citado sistema de mando de la frecuencia comprende un generador de tensión continua que comprende varias salidas que emiten tensiones de valores diferentes y un acumulador que permite enviar sucesivamente las citadas tensiones continuas al generador de tensión alterna para que su frecuencia tome sucesivamente varios valores diferentes.

10. 11ª.- Aparato según la reivindicación 4, caracterizado porque el citado sistema de mando de la frecuencia está constituido por un generador de señales en dientes de sierra, un generador de señales en dientes de sierra con crecimiento por escalones sucesivos, y por un generador de tensión continua que comprende varias salidas que emiten tensiones de valores diferentes y un acumulador que permite enviar sucesivamente las citadas tensiones continuas al generador de tensión alterna para que su frecuencia tome sucesivamente varios valores diferentes, siendo seleccionado cada uno de estos sistemas por un conmutador.

15 , 20. 12ª.- Aparato según la reivindicación 4ª, caracterizado porque los medios para señalar las variaciones de la tensión de rejilla del órgano activo y/o de la tensión en los bornes del arrollamiento comprenden una calculadora electrónica.

25. 30. 13ª.- Aparato según la reivindicación 8ª, caracterizado porque los medios para señalar las variaciones de la tensión de rejilla del órgano activo y/o de la tensión en los bornes del arrollamiento comprenden al menos una puerta electrónica cuya apertura está ac-



17 00

cionada por el citado generador de señales en dientes de sierra y un osciloscopio conectado a la salida de la citada puerta.

5. 14ª.- Aparato según la reivindicación 8ª, caracterizado porque los medios para señalar las variaciones de la tensión rejilla del órgano activo y/o de la tensión en los bornes del arrollamiento comprenden un circuito detector de cresta en cresta que recibe las citadas tensiones y un osciloscopio conectado a la salida del citado circuito.
10. 15ª.- Aparato según la reivindicación 9ª, caracterizado porque los medios para señalar las variaciones de la tensión de rejilla del órgano activo y/o de la tensión en los bornes del arrollamiento comprenden un circuito detector de cresta a cresta que recibe las citadas tensiones, un conjunto de memoria analógicas conectadas a la salida del citado circuito y un osciloscopio en el que puede transferirse el contenido de las citadas memorias y en el que comprende, además un generador de sincronización encargado de asegurar en sincronismo con los citados tramos de frecuencia, la conmutación de las citadas memorias y el accionamiento de los citados medios de arrastre para que cada elemento controlado efectue un número dado de pasadas en el arrollamiento.
20. 16ª.- Aparato según la reivindicación 10ª, caracterizado porque comprende un órgano de programa que acciona, para cada elemento a controlar, una secuencia de varias pasadas en el arrollamiento al mismo tiempo que, por cada pasada, el cambio de posición del
25. 30.

372634

- 25 -

17 OCT. 1969



5. citado conmutador; un circuito con umbral que recibe la tensión de rejilla del órgano activo o la tensión en los bornes del arrollamiento, y un dispositivo memoria conectado a la salida del citado circuito para registrar, a cada paso, el desenclavamiento de este, accionando el citado dispositivo, en función de las informaciones registradas, un aparato de eliminación de los elementos defectuosos.

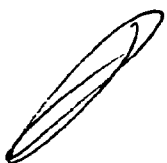
10. 17ª.- Procedimiento y aparato de control no destructivo por corrientes de Foucault de las características de elementos conductores de la electricidad, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

15. Esta Memoria consta de veinticinco hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 17 OCT. 1969

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

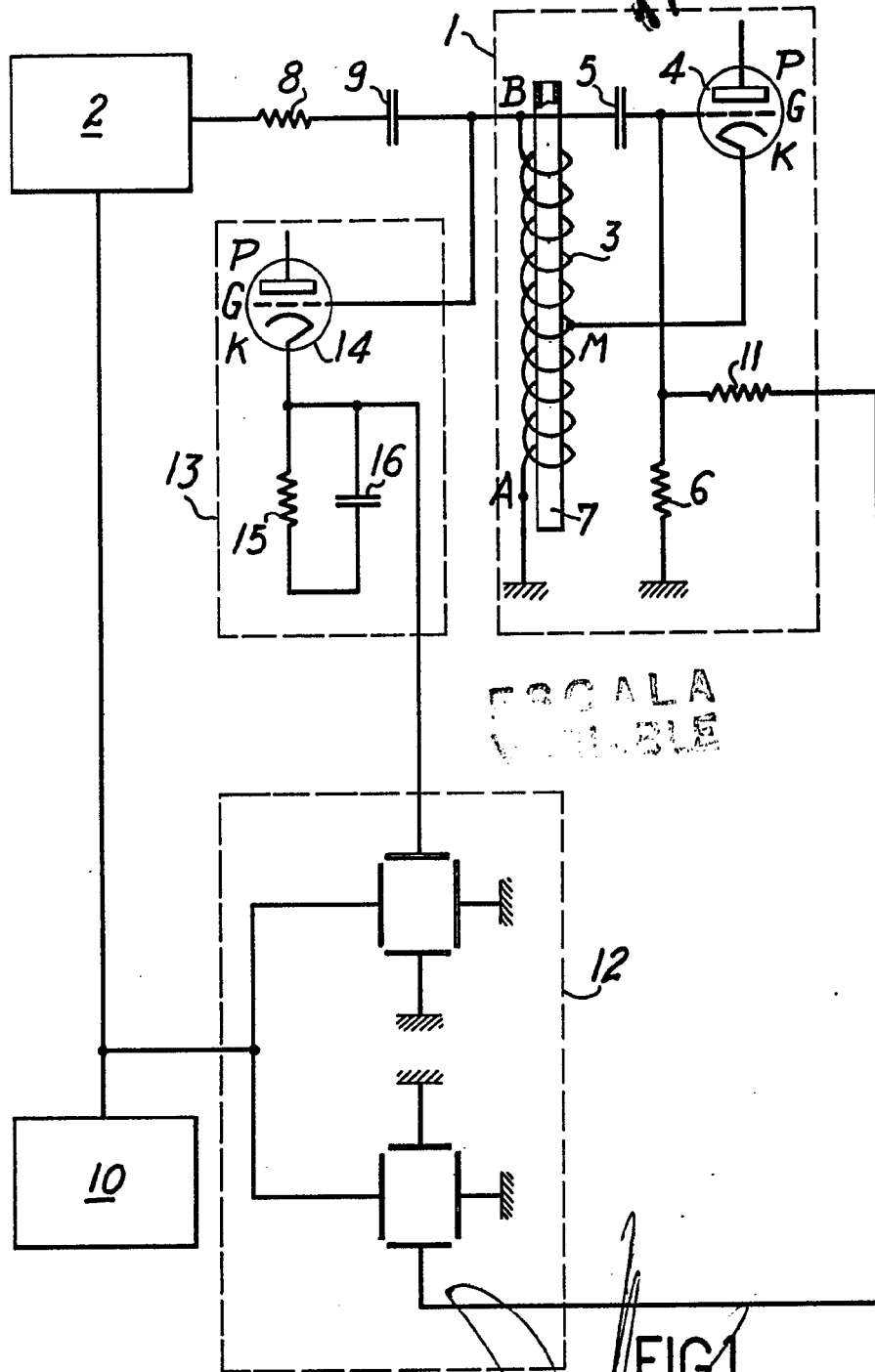
J. GOMEZ APEYO Y MODEY  
por F. Hernández Rata



372634



17 OCT.



ESCALA VARIABLE

FIG. 1

Madrid 17 OCT. 1969

GOMEZ ACEBO Y MODER  
Firmado: F. Hernandez Ruiz



37 2634

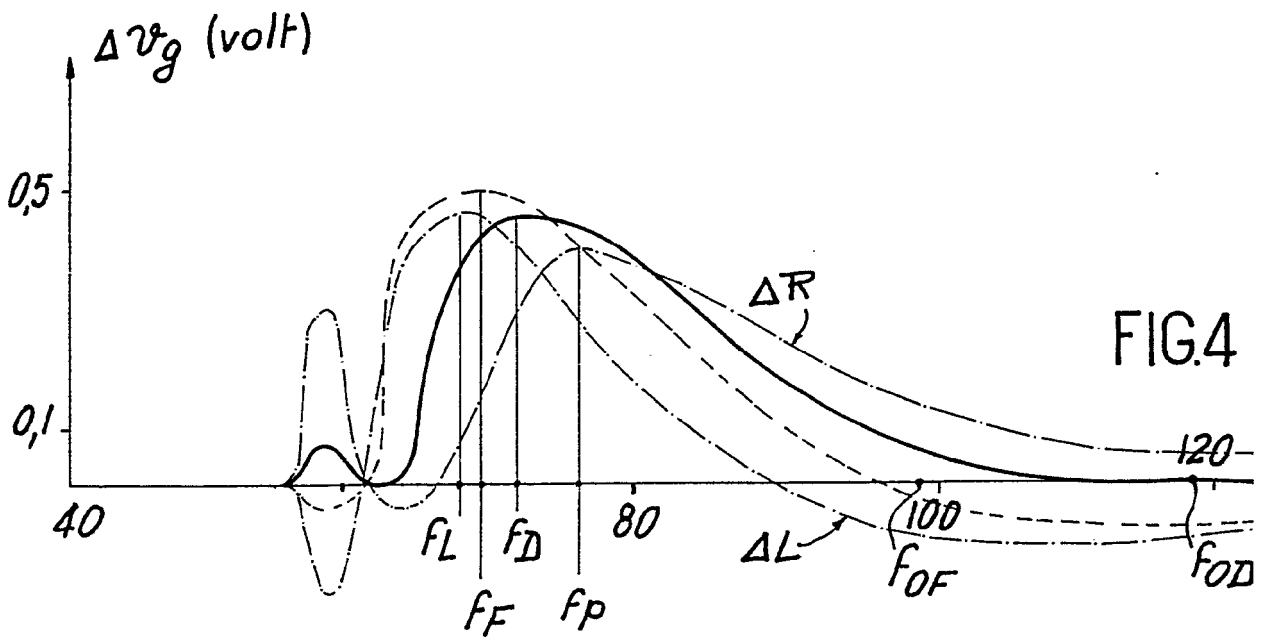


FIG.4

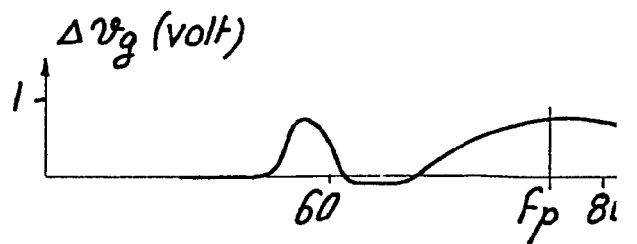
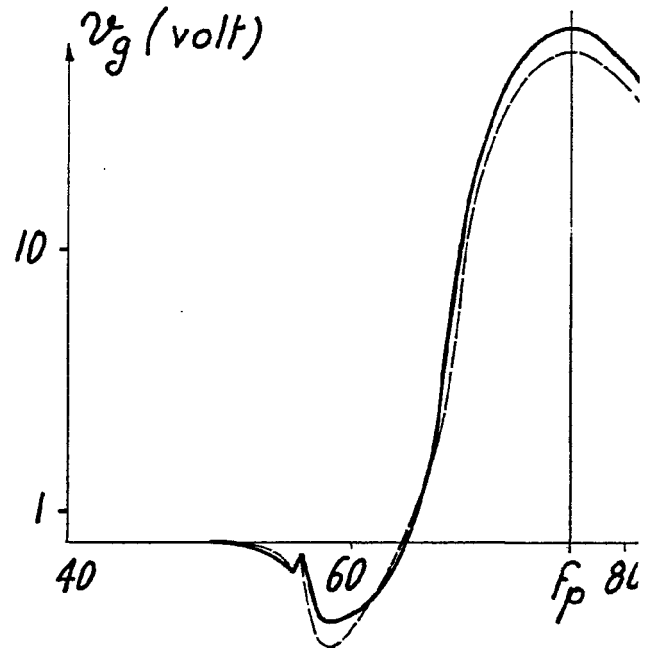
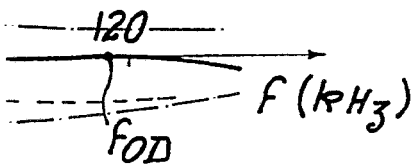




FIG.4



ESCALA  
VARIABLE

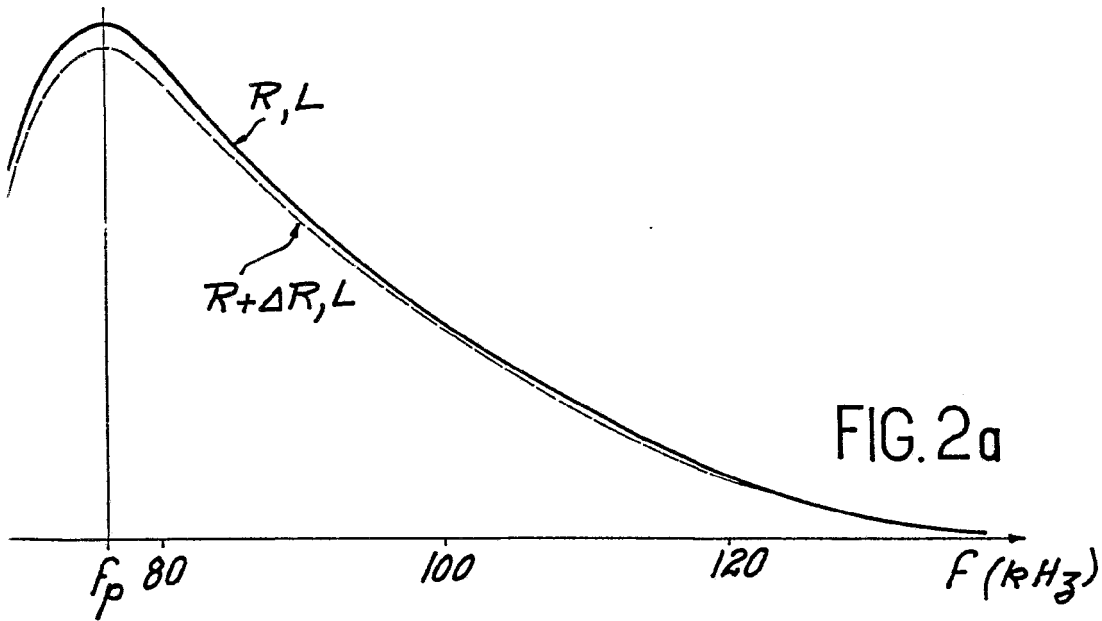


FIG.2a

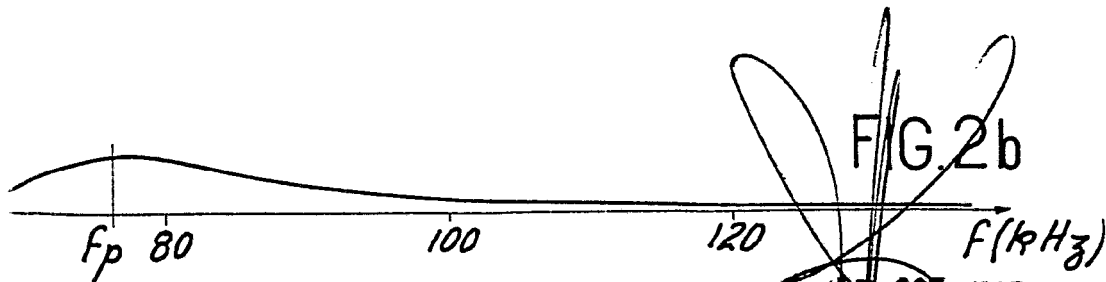


FIG.2b

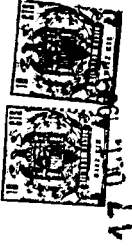
17 OCT. 1969

Madrid

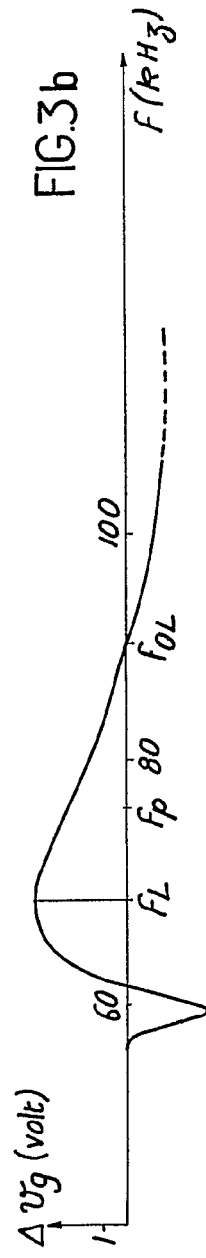
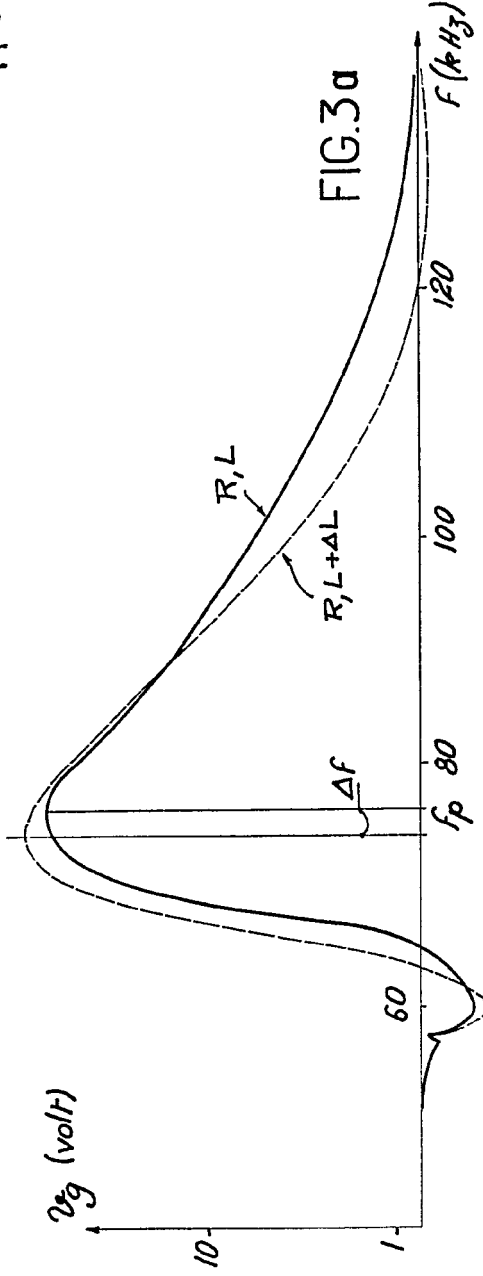
A. GÓMEZ AÑESO Y MODESTO

37 2634

37 2634

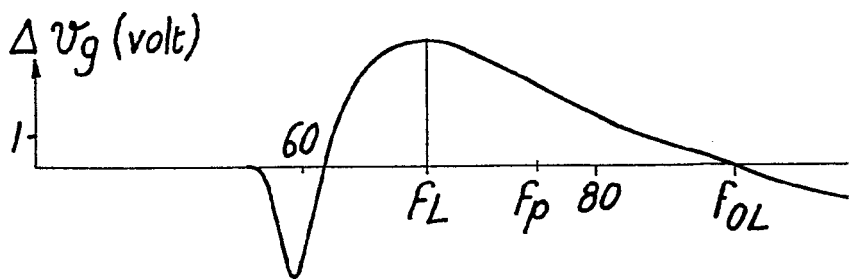
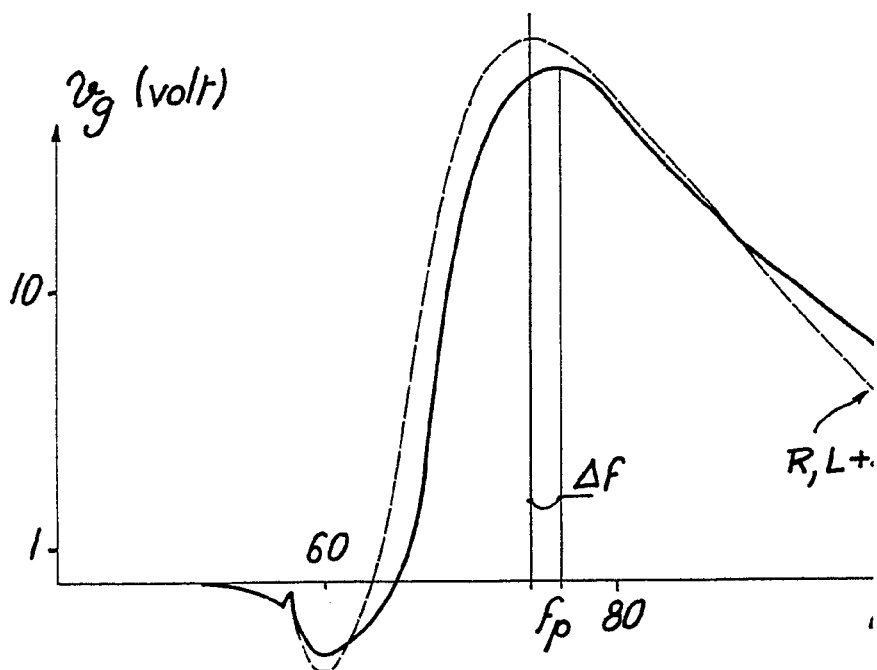


ESQUEMA  
VARIABLE



17 OCT 1969  
Madrid  
L. DOMÍNGUEZ ARCE Y MONTE  
1969

372634



37 2634



ESCALA  
VARIABLE

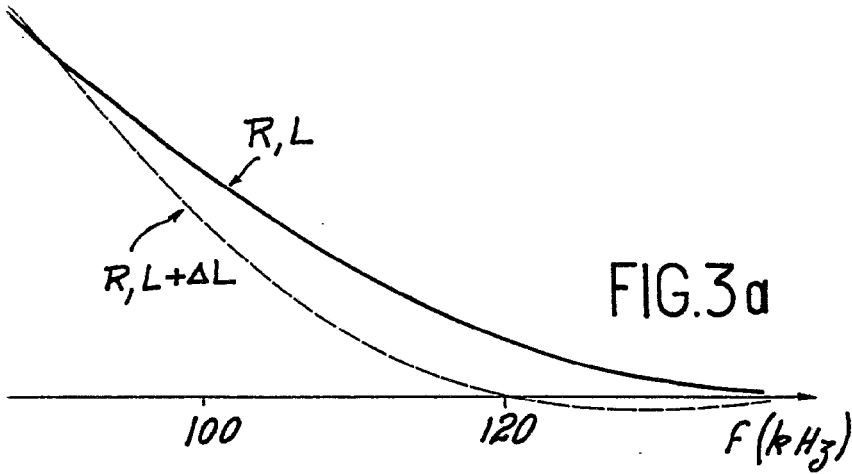
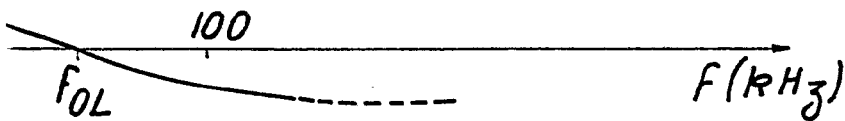
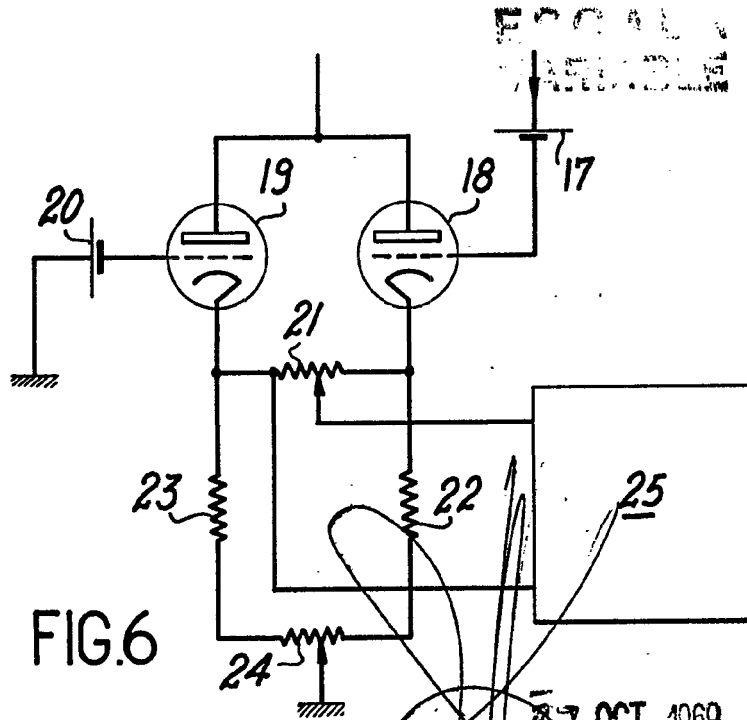
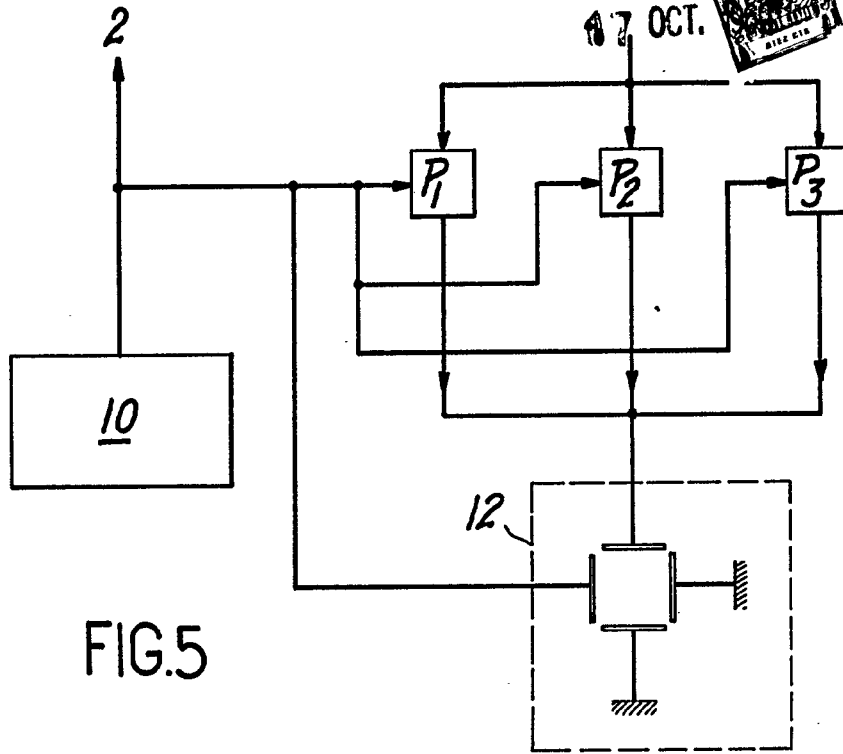


FIG.3b



17 OCT 1969  
Madrid  
GOMEZ ACERO Y MOYER  
S.A. - Ing.



Madrid 17 OCT. 1969

L. GOMEZ ACEBO Y MODET

Firmador: F. Hernandez Ruiz

17 OCT 1969

RECIBO

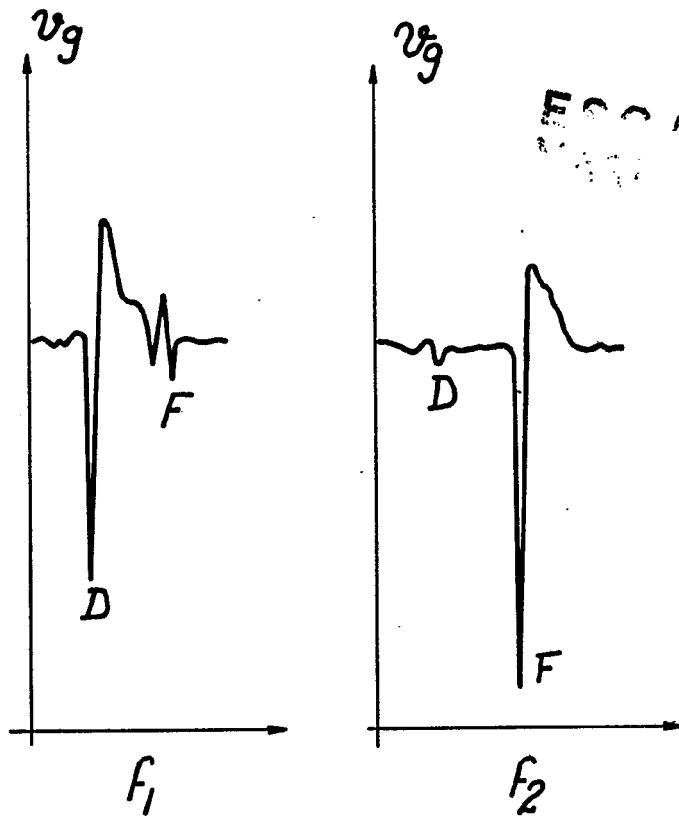


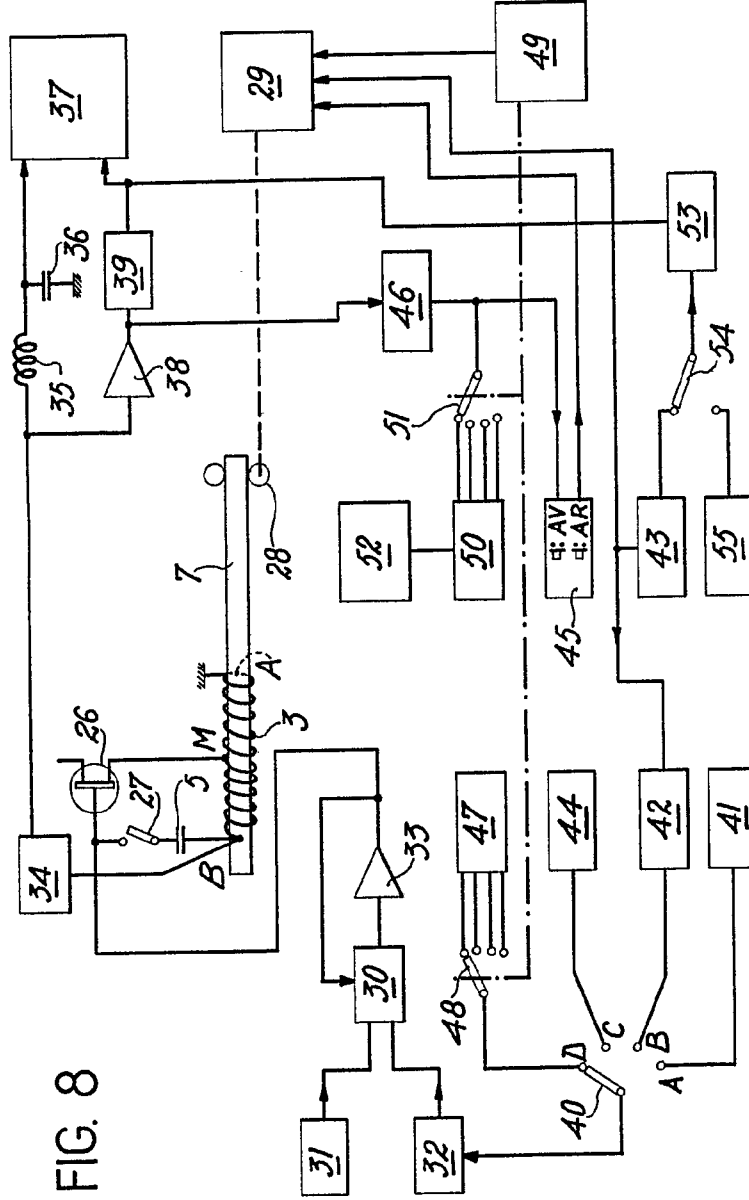
FIG.7

Madrid ~~17 OCT. 1969~~  
I. GOMEZ ACERO Y MODEY  
Firmado: E. Hernández Ruiz

37 2634



FIG. 8



ESC A F I

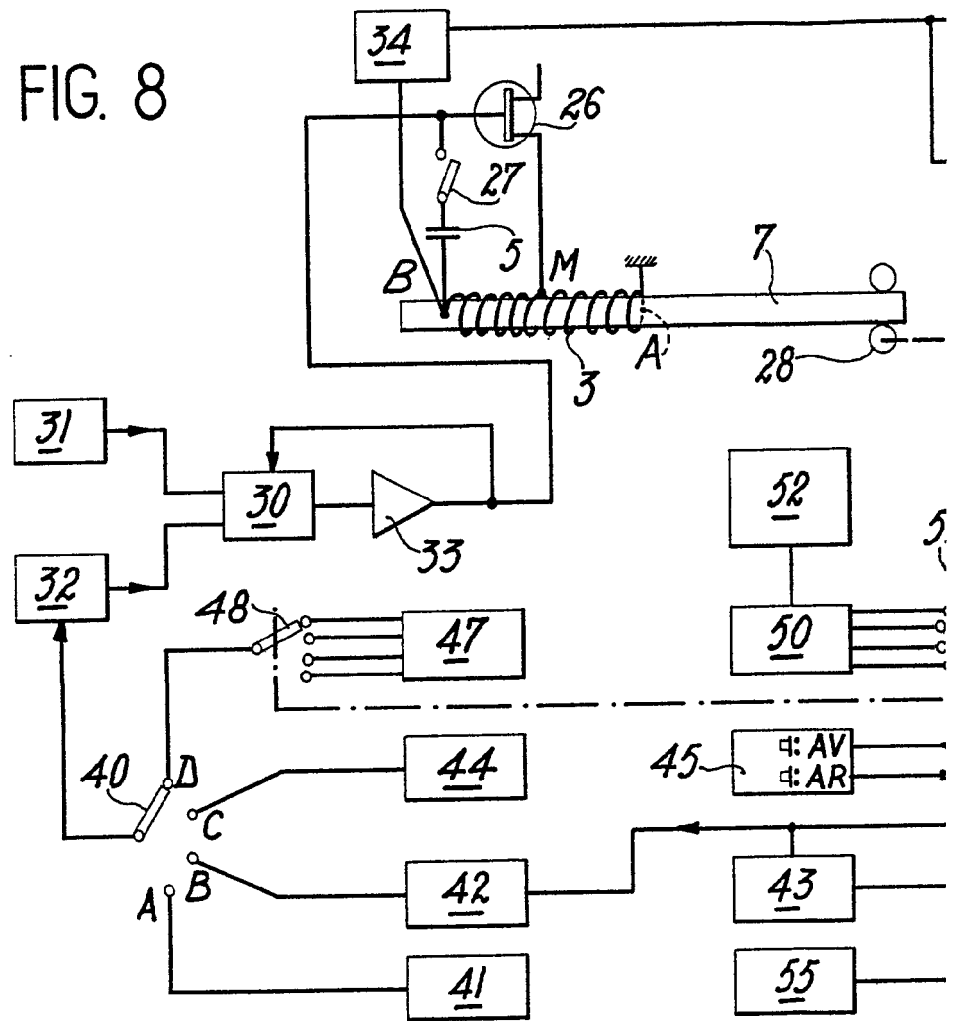
17 OCT 1969

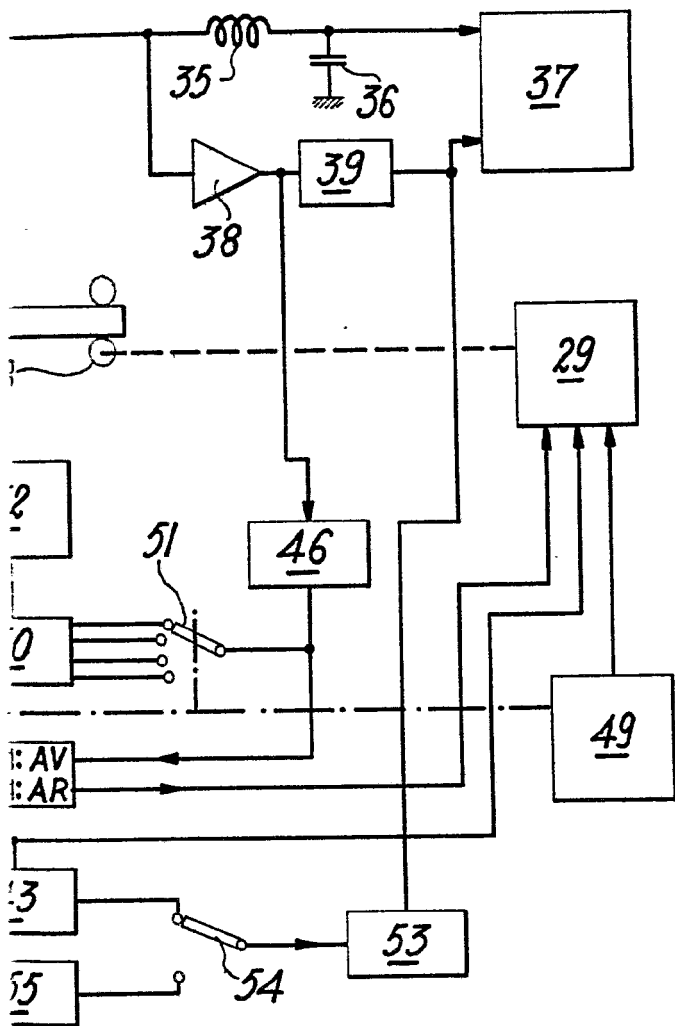
SECRETARY GENERAL

SECRETARY GENERAL

37 26 34

FIG. 8





ESCALA  
MARI-1000

17 OCT 1969  
S. GOMEZ APEYO Y MODET  
C. S. P.