

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

19 ES	11 NUMERO
21	22 FECHA DE PRESENTACION
22	MAR. 1980

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

489454

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
	79.06206	12 de Marzo de 1.979	Francia

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G01B 7/00, G01C 13/00	

64 TITULO DE LA INVENCION
PERFECCIONAMIENTOS EN CAPTADORES DE DESPLAZAMIENTO.

71 SOLICITANTE (S)
EFFA-ETUDES.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
36, rue La Bruyère, 75009 PARIS (Francia)

72 INVENTOR (ES)
Alain ROUSSEAU, Ing., François RAMEL, Ing.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO y POMBO

La presente invención se refiere a unos perfeccionamientos en captadores de desplazamientos ó de acercamiento de corrientes de Foucault.

5 Generalmente estos captadores destinados a la medida de dimensiones ó de conteo de piezas metálicas está, en el arte anterior, constituídos por un oscilador cuyos arrollamientos representan la cara sensible. El paso de una masa metálica conductora por el campo magnético alterno creado por el oscilador tiene como efecto engendrar corrientes inducidas en la masa metálica. El oscilador es regulado de tal modo que la carga suplementaria que así resulta detenga su funcionamiento: el dispositivo es por tanto un detector de proximidad y no un captador que proporciona una señal lineal en función del desplazamiento.

10 La presente invención se propone realizar un captador lineal apto para medir desplazamientos muy débiles (que no sobrepasan algunos milímetros), con una resolución elevada (del orden del 1/10 de micrón por ejemplo), y una buena insensibilidad a las variaciones térmicas y a los parásitos eléctricos. Dicho captador, apto para efectuar medidas industriales (niveles, caudales, presiones ú otros) debe ofrecer una gran simplicidad de fabricación y de montaje.

15 El captador según la invención comprende dos bobinas sensiblemente idénticas de las que una al menos coopera con una pieza conductora de la que se trata de medir los desplazamientos, medios para aplicar a estas bobinas, respectivamente, en serie con dos resistencias, señales rectangulares de baja frecuencia, medios para detectar los valores de crestas de las tensiones respectivamente recogidas en los puntos comunes entre las bobinas respectivas y las resistencias correspondientes y medios para determinar la diferencia entre estos valores de cresta, y se

caracteriza, en combinación, porque la pieza es de metal no ferromagnético, porque las dos bobinas se conectan directamente a un punto común de aplicación de las señales, y porque un diodo de rueda libre conecta el punto común al punto común de las resistencias.

Según una forma de ejecución preferida, las señales rectangulares son engendradas por un multivibrador y aplicadas a la base de un transistor que conecta el punto común de las dos bobinas a la masa, aplicándose una tensión continua de referencia al punto común de las resistencias.

Otras particularidades así como las ventajas propias de la invención surgirán claramente con el transcurso de la descripción que sigue y con referencia a los dibujos anexos, en los que:

La figura 1 representa esquemáticamente un dispositivo captador conforme a la invención.

La figura 2 representa una primera forma de ejecución del órgano captador propiamente dicho, con sus dos bobinas enfrente de una pieza metálica única.

La figura 3 representa una variante en la que las dos bobinas están dispuestas enfrente de dos piezas metálicas distintas.

La figura 4 es un esquema de un circuito detector de cresta apto para ser utilizado en el dispositivo de la figura 1.

La figura 5 representa una forma de ejecución preferida del dispositivo captador de la figura 1.

La figura 6 representa formas de ondas destinadas a ilustrar el funcionamiento del dispositivo.

La figura 7 representa parcialmente una primera variante del montaje de la figura 5, en la que unos diodos suplementa-

rios están destinados a compensar la influencia de la temperatura.

La figura 8 representa, según una vista en sección, una tercera forma de ejecución del órgano captador propiamente dicho, más particularmente destinado a la medida de los desplazamientos de un empujador.

En la figura 1, se ha representado dos bobinas idénticas 1 y 2, dispuestas en dos semi-receptáculos de ferrita 3 y 4 destinados a concentrar las líneas de campo dirigidas hacia dos piezas metálicas conductoras idénticas 5 y 6, de las cuales una es, por ejemplo, fija y la otra es de la que se trata de medir los desplazamientos. Estas piezas tienen por ejemplo un espesor comprendido entre 2/10 de mm y 1 mm.

Un generador de almenas 9 proporciona señales rectangulares de frecuencia y de relación cíclica determinadas, que se aplican a las bobinas a través de las resistencias de carga 7 y 8 respectivamente.

Los puntos comunes A y B a las resistencias respectivas y a las bobinas correspondientes se conectan a las dos entradas de un amplificador diferencial 12, por mediación de dos circuitos detectores de cresta 10 y 11 respectivamente. Un diodo 13 denominado "de rueda libre" conecta el punto común de las bobinas al punto común de las resistencias, a fin de permitir la descarga de las bobinas a través de las resistencias, durante los intervalos entre las almenas.

El conjunto constituido por una bobina y por su resistencia de carga constituye un montaje integrador de la señal rectangular de control; dicho montaje es muy insensible a los parásitos eléctricos y posee una eficacia elevada. Un montaje derivador que proporciona impulsos estrechos de gran amplitud, no sería

satisfactorio en la práctica.

Los valores respectivos de las resistencias de carga R, de la inductancia L de las bobinas y de la frecuencia f de la señal, deben ser tales que  $3 \times L/R$  sea inferior a f. Más allá  
5 aparece un fenómeno de saturación, tendiendo las señales recogidas hacia la señal de control.

El metal constitutivo de las piezas 5 y 6 es no ferromagnético, por ejemplo, aluminio, bronce al berilio ó acero inoxidable, tal como el tipo Z80NT18. Las líneas de campo emitidas  
10 por cada bobina desarrollan en su superficie, según la ley de LENZ, corrientes inducidas que tienden a abrir estas líneas de campo. Por consiguiente, contra más próxima esté la pieza de la bobina, más decrece la inductancia de la bobina, de ahí el aumento de la señal de cresta medido. Si el metal fuese ferromagnético,  
15 tendría tendencia a cerrar las líneas de campo y a hacer aumentar la inductancia de la bobina al acercarse. La experiencia pone de manifiesto que se desarrollaría sin embargo sobre un metal ferromagnético corrientes de Foucault, cuyo efecto sería despreciable a las bajas frecuencias para resultar preponderante a  
20 las altas frecuencias del orden de algunas centenas de kHz. Pero, contrariamente al efecto de las corrientes de Foucault, el efecto propio para los metales ferromagnéticos es muy dependiente de la temperatura, por lo que el empleo de un metal ferromagnético debe finalmente ser excluído en la práctica.

La señal proporcionada a las bobinas es una señal de  
25 baja frecuencia, entre algunos kHz y algunas decenas de kHz. Se comprueba para cada metal un pico de sensibilidad en función de la frecuencia, y una evolución de esta sensibilidad a una y otra parte del pico, cuya explicación parece muy compleja. Para el  
30 aluminio por ejemplo, este pico está en aproximadamente 30 kHz,

cayendo la sensibilidad a partir de 50 kHz para volverse nula a 100 kHz.

5 Resulta ventajoso que las dos piezas estén constituidas del mismo metal. En efecto, las curvas de variación de las dos tensiones de cresta recogidas en A y B en función del desplazamiento sufrirán entonces la misma evolución en función de la temperatura, lo que evitará la presencia de una deriva térmica de la diferencia de estas dos tensiones.

10 El montaje de las bobinas en un circuito magnético -abierto en ferrita tiene como efecto suprimir la influencia de la temperatura sobre la estructura de las líneas de campo y sobre la inductancia en vacío de las bobinas, lo que reduce todavía las derivas térmicas del captador.

15 Se ha simbolizado por una línea con trazo punteado - (35, respectivamente 45), una pantalla constituida por una lámina de una aleación de protección de la bobina contra fluidos -eventualmente corrosivos. Dicha aleación deberá tener la propiedad de ser totalmente transparente a las líneas de campo a la frecuencia de funcionamiento del captador. El "Inconel" posee dichas propiedades.

20 Para un desplazamiento dado de una pieza de un metal -dado, es siempre posible obtener una señal lineal en función del desplazamiento jugando sobre la disposición de las bobinas y sobre la relación cíclica de la señal. En la práctica, se regula  
25 principalmente la distancia de cada bobina a la pieza metálica -correspondiente para que el funcionamiento intervenga alrededor de un punto apropiado de la curva representativa de la tensión -de cresta en A (respectivamente en B) en función de la distancia:  
30 para esta zona de funcionamiento, la tensión diferencial será -sensiblemente lineal en función del desplazamiento. Este ajuste

del montaje es más fácil y la deriva térmica es más reducida cuando las bobinas presentan sensiblemente la misma relación entre la inductancia y el cuadrado del número de espiras (de hecho esto es lo que se ha querido expresar al decir que deben ser "sensiblemente" idénticas).

5. La figura 2 representa en sección un captador destinado a medir el desplazamiento de una pieza conductora única 20 (de aluminio, por ejemplo) bajo el efecto de una diferencia de presión a una y otra parte de una membrana de elastómero 21 de la que es solidaria. Dos bobinas 22 y 23 se colocan a una y otra parte de la pieza 20, cuya amplitud máxima de desplazamiento es, a título de ejemplo, de 1 mm a una y otra parte de la posición 10 cero en la que la pieza 20 está distante 3 mm de las bobinas. - Se obtiene en este caso una señal lineal en función del desplazamiento, para una relación cíclica de 0,4 de señal rectangular 15 (el montaje eléctrico es el de la figura 1).

La figura 3 representa en sección un captador que mide el desplazamiento de una cápsula con fuelle 30, desplazamiento representativo de la presión reinante en esta cápsula. Dos bobinas 20 31 y 32 están respectivamente dispuestas enfrente de una arandela de aluminio, solidaria de la cápsula y de otra pieza de igual naturaleza 34. En posición de reposo, la pieza 33 está a una distancia del orden de 0,5 mm de la bobina 31 y, cuando ha sufrido su desplazamiento máximo, la pieza 33 está a una distancia del orden de 0,1 mm de la bobina 31. La relación cíclica de la señal rectangular 10 que da una señal lineal en función del desplazamiento es de 0,45 (el montaje eléctrico es el de la figura 1).

30 Como se vé con ayuda de estos ejemplos, la realización práctica del captador según la invención es simple, y su fabrica

ción cómoda. El principio diferencial de la medida permite evitar un centrado muy riguroso de las bobinas con respecto a la ó a las piezas metálicas, corrigiéndose los desvios por regulación del punto de funcionamiento expuesto anteriormente.

5 El montaje de la figura 3 es particularmente apto para la realización de un captador de presiones elevadas (del orden de una a varias decenas de bares); para dichos captadores, es usual utilizar una cápsula con fuelle tal como 30 y el desplazamiento a medir es muy débil. La cápsula se acopla en derivación sobre la canalización ó sobre el recinto donde reina la presión superior. El recinto 36 en el que se montan los órganos del captador comunica con la presión inferior. Se realiza de forma clásica.

15 Debe hacerse notar que, en el montaje de la figura 2, la pieza metálica 20 no debe desplazarse necesariamente en una dirección rigurosamente perpendicular al eje de las bobinas: - si por ejemplo está constituida por una lámina encajada en una extremidad en una de las paredes del recinto 24; a pesar del hecho de que dicha lámina se deforme y no sufra un desplazamiento paralelo al eje de las bobinas, se comprueba que la diferencia de los valores de cresta de las tensiones correspondientes a las dos bobinas permanece sensiblemente proporcional al desplazamiento de la extremidad libre de la lámina.

20 El montaje de la figura 2 será preferido en la mayoría de las aplicaciones a causa de la linealidad de su respuesta. - En el ejemplo representado, puede aplicarse a la medida de presiones diferenciales muy pequeñas, aplicadas por los orificios 240 y 241 agenciados en la pared del recinto. Sin embargo, el recinto 24 podrá estar agenciado para dejar pasar por ejemplo un vástago (ú otro cuerpo) móvil una de cuyas extremidades vendría

30

a apoyarse sobre la lámina encajada en su extremidad libre y cuyo captador mediría entonces el desplazamiento. Dicha disposición se describe más tarde con referencia a la figura 8.

5 En la figura 4, se ha representado un circuito detector de valor de cresta utilizable para tratar la señal procedente de las bobinas. Este circuito comprende un diodo 40, un condensador 41 y una resistencia 42. La señal emitida por este circuito es igual al valor de la cresta de la señal de entrada, menos la caída de tensión causada por el diodo, es decir por ejemplo 0,6 voltios. La capacidad C y la resistencia R de los componentes 41 y 42 deben ser tales que RC sea por ejemplo 4 ó 5 veces superior al periodo  $1/f$  de la señal, a fin de obtener una señal continua a la salida del detector.

15 En la figura 5, donde se encuentran los mismos componentes que en la figura 1, afectados de los mismos números de referencia, el generador 9 está constituido por un multivibrador 90, que engendra señales rectangulares (a, figura 6) aptas para desbloquear periódicamente un transistor 91. Cuando este último está bloqueado, las inductancias se descargan a través del diodo 13, por lo que la tensión entre los bornes del transistor (forma de onda b con trazo lleno, figura 6) es igual a la tensión continua de referencia  $V_r$  (de 8 voltios por ejemplo), aumentada en la caída de tensión  $V_D$  en los bornes del diodo. Cuando el transistor conduce, la tensión entre sus bornes cae a un valor muy débil y bien definido.

25 La amplitud de las almenas inversas b es por tanto perfectamente definida. La tensión entre el punto A (ó B) y la masa, aplicada al detector de cresta (10 ó 11) se representa con trazo punteado en b.

30 Durante los intervalos de conducción del transistor, -

las inductancias se cargan a través de las resistencias, mientras que se descargan en el mismo sentido a través del diodo 13 durante los intervalos de bloqueo.

En la figura 7, se ha reproducido parcialmente una variante del circuito de la figura 5: se vé que dos diodos 70-71 se insertan entre la fuente  $V_r$  y el punto de alimentación de la resistencia 7-8, que un diodo 72 se inserta entre el emisor del transistor 91 y la masa, y que un diodo de Zener 73 se inserta entre el diodo 71 y el diodo montado en sentido inverso 13. En primer lugar se vá a explicar como los diodos 70 - 71 y 72 permiten una compensación de la influencia de la temperatura sobre el resultado de la medida. En caso de elevación de la temperatura, se comprueba que con el circuito de la figura 5, la tensión engendrada a la salida del amplificador 12, para un desplazamiento dado de la pieza metálica, disminuye (en virtud de que  $V_r$  disminuye). Cuando el captador sirve para medir presiones elevadas y se realiza conforme a la figura 3, esta pérdida de ganancia puede compensarse por aumento del desplazamiento que corresponde a una presión dada, aumento debido a una reducción del módulo de elasticidad del metal de la cápsula 30 provocada por la elevación de temperatura.

Por el contrario, con el montaje de la figura 2, el desplazamiento de la pieza metálica 20 es prácticamente independiente de la temperatura, ligándose ésta térmicamente a la caja 24 del captador. Es entonces necesario compensar la influencia de la temperatura, lo que se obtendrá ventajosamente haciendo aumentar al mismo tiempo que la temperatura, la tensión de carga de cada bobina a través de la resistencia correspondiente.

Un primer medio de conseguir este resultado consiste en añadir a la tensión fija de referencia  $V_r$  una tensión auxiliar

creciente en función de la temperatura, ó estabilizar la tensión  $V_r$  en temperatura, lo que puede realizarse por medios conocidos.

Un segundo medio consiste en utilizar el diodo 72, cuya misión es hacer decrecer, cuando la temperatura aumenta, la amplitud que corresponde al umbral inferior de las almenas b, -  
5 figura 6 (esta amplitud corresponde a la caída de tensión en los bornes del diodo): resulta así un aumento de la tensión de cresta recogido en A y en B. Dicho de otro modo, al mismo tiempo que la tensión diferencial, se aumenta el "modo común" lo que  
10 es un inconveniente, desde el punto de vista de las derivas térmicas, en su eliminación por el amplificador diferencial 12.

Una tercera solución consiste en utilizar uno ó varios diodos tales como 70 - 71, figura 7, lo que tiene por efecto reducir la tensión aplicada en el punto de alimentación de las -  
15 resistencias 7 y 8, de un valor que decrece cuando la temperatura aumenta. Naturalmente se podrá combinar la segunda y la tercera soluciones.

A título de ejemplo, utilizando una tensión  $V_r$  de 8 - voltios, un captador del tipo descrito, que funciona a la frecuencia de 80 kHz, dará una señal de salida de 600 mV (antes de la  
20 amplificación) para un desplazamiento de 1 mm. Este rendimiento muy elevado permite liberarle de los problemas de offset en la amplificación.

La inserción de un diodo Zener (73 figura 7) elevando en particular el umbral superior de las almenas (b, figura 6),  
25 tiene todavía por efecto multiplicar este rendimiento por dos aproximadamente.

En la figura 8, se ha representado, según una vista - en sección, un captador destinado a medir los desplazamientos  
30 de un empujador 80 que se desliza en un tope regulable 81 soli-

dario del cuerpo inferior 82 del captador. Entre el cuerpo inferior 82 y el cuerpo superior 83 se encaja por una extremidad - una lámina metálica 84 cuya extremidad libre sigue los desplazamientos del empujador 80. Dos bobinas 85 y 86 se disponen a una y otra parte de esta lámina y forman parte de un montaje electrónico similar a los que se han descrito anteriormente. Este montaje puede alojarse en una cavidad 87 formada por el cuerpo superior y cerrada por una tapa 88. La placa 6 es por ejemplo de bronce al berilio, y tiene un espesor de 0,25 mm.

Vá sin decir que podrán imaginarse diversas variantes de ejecución por el experto, sin alejarse del espíritu de la invención.

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 en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

1.- Perfeccionamientos en captadores de desplazamiento, que comprenden dos bobinas sensiblemente idénticas de las cuales una al menos coopera con una pieza conductora de la que se trata de medir los desplazamientos, medios para aplicar a estas bobinas, respectivamente en serie con dos resistencias, señales rectangulares de baja frecuencia, medios para detectar los valores de crestas de las tensiones respectivamente recogidos en los puntos comunes entre las bobinas respectivas y las resistencias correspondientes y medios para determinar la diferencia entre estos valores de cresta, caracterizados, en combinación, porque la pieza es de metal no ferromagnético, porque las dos bobinas se conectan directamente a un punto común de aplicación de las señales, y porque un diodo de rueda libre conecta el punto común al punto común de la resistencias.

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque las señales rectangulares son engendradas por un multivibrador y aplicadas a la base de un transistor que conecta el punto común de las dos bobinas a la masa, aplicándose una tensión continua de referencia al punto común de las resistencias.

3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 ó 2, caracterizados porque las dos bobinas se montan en un circuito magnético abierto en ferrita.

4.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizados porque una pantalla protectora constituida por una aleación resistente a los fluidos corrosivos y desprovista de influencias sobre las líneas de campo, se interpone entre cada bobina y la pieza conductora.

5.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones

nes 1 a 4, caracterizados porque las dos bobinas se montan a una y otra parte de una pieza conductora única que sufre el desplazamiento a medir.

5 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, caracterizados porque la pieza es una lámina encajada en una extremidad libre en su otra extremidad.

10 7.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizados porque cuando están destinados estos captadores a la medida de presiones elevadas, comprenden una cápsula con fuelle en comunicación con la alta presión, dos piezas metálicas de las que una está ligada a la pared móvil de la cápsula y la otra es fija y dos bobinas que cooperan respectivamente con estas dos piezas metálicas.

15 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque comprenden un diodo conectado en serie entre el transistor y la masa.

20 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2 ú 8, caracterizados porque comprenden al menos un diodo que conecta la tensión de referencia al punto común de las resistencias.

10 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, 8 ó 9, caracterizados porque comprenden un diodo de Zener que conecta el punto común de las resistencias al diodo de rueda libre.

25 11.- Perfeccionamientos en captadores de desplazamiento; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

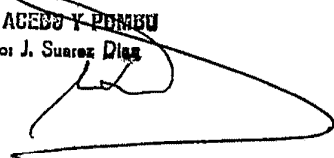
Esta Memoria consta de 14 hojas escritas a máquina -  
por una sola cara.

Madrid, 12 MAR. 1980

EFFA-ETIDES.

J. M. GOMEZ ACEBO Y PINO

v. p. Firmador: J. Suarez Diaz



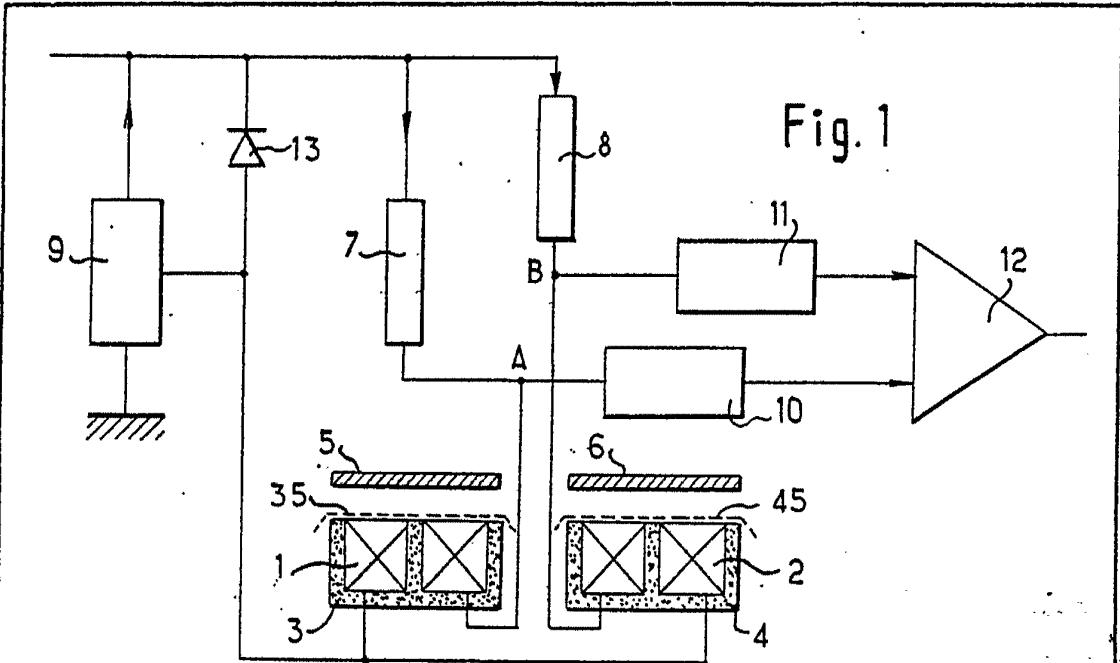


Fig. 2

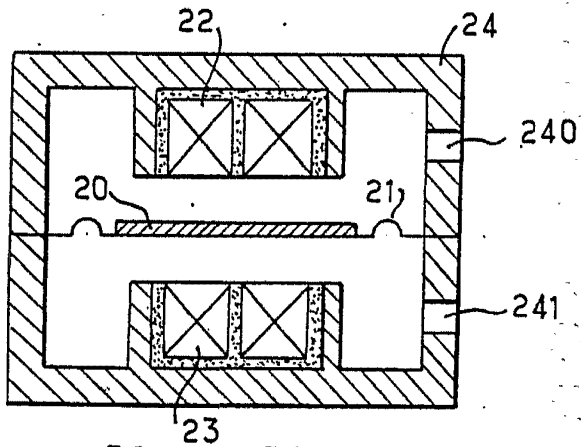
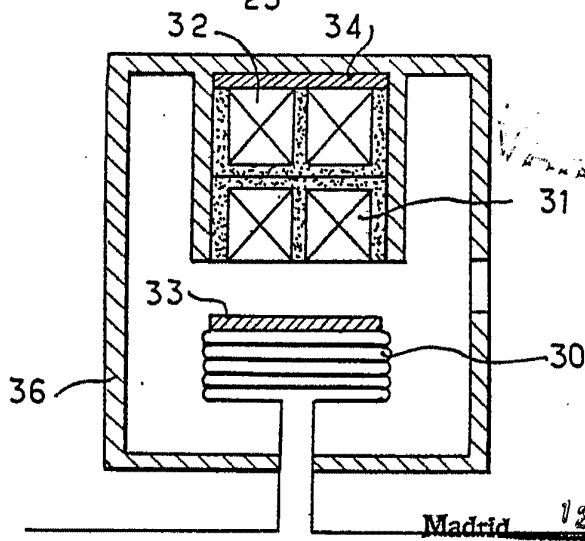


Fig. 3



Madrid 12 MAR 1900

J. M. GONZALEZ REYES  
P. P. Firmador J. Suarez Giluz

Fig.4

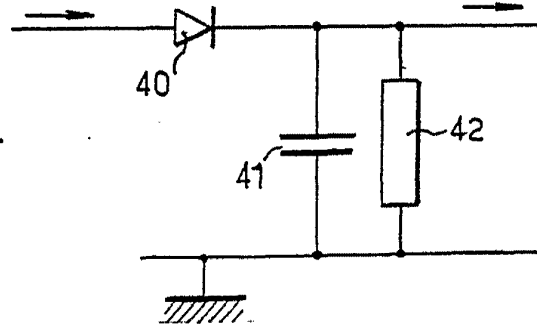


Fig.5

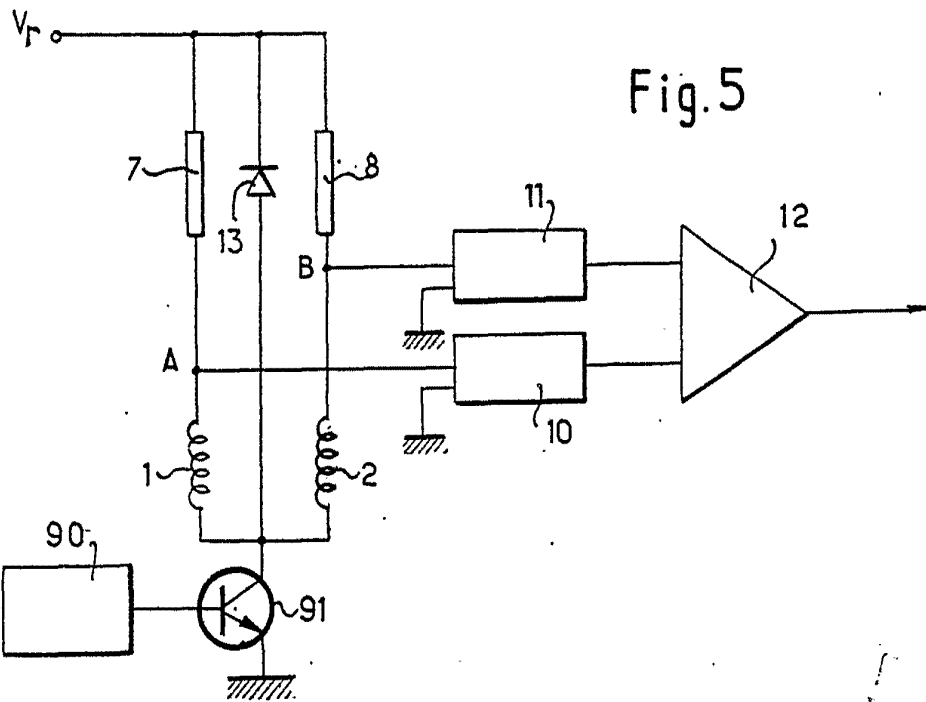
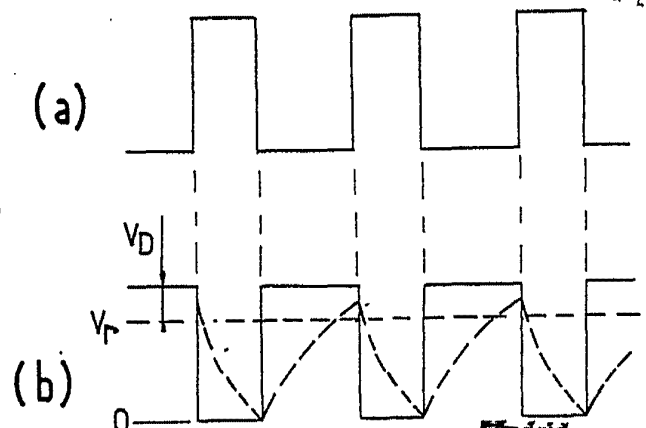


Fig.6



Madrid 12 MAR 1980  
 A. M. GONZALEZ AGUILAR  
 S. S. Elvadoro, 4, 28013 BSC

Fig. 7.

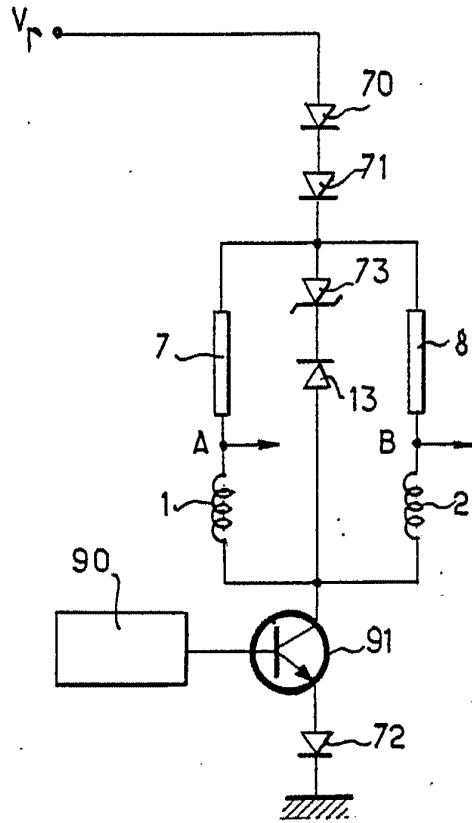
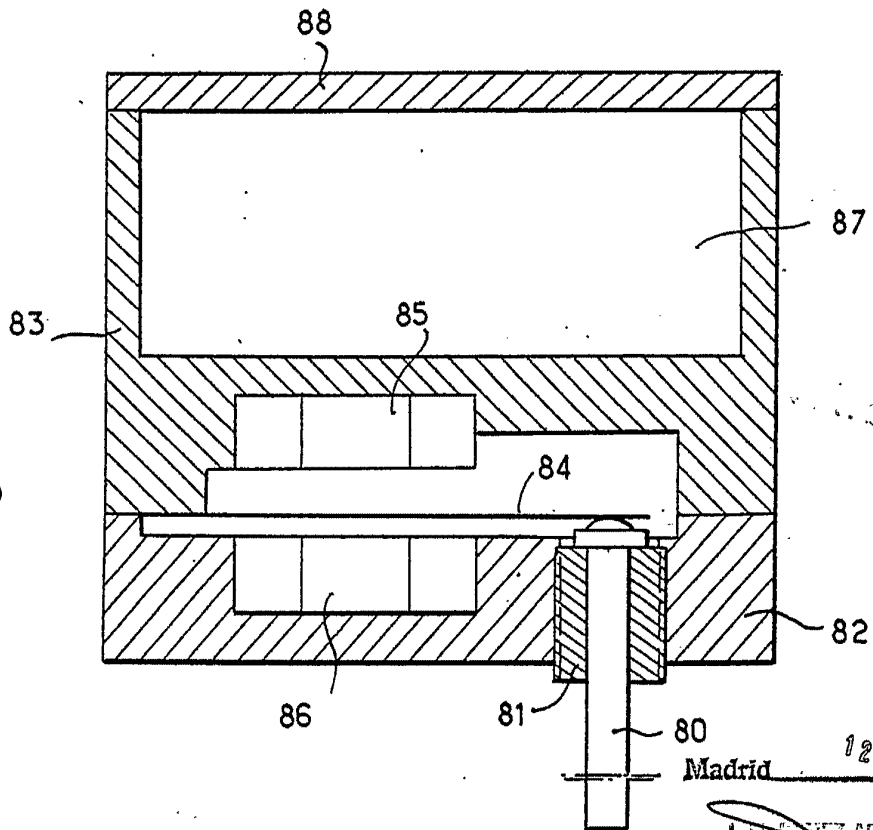


Fig. 8



Madrid

12 MAR 1960

J. M. GARCIA AGUIRRE Y CA.  
C/ de Euzkadi, 1. - San Sebastián