

31 MAR 1960

256001  
P. 19,441

B. 166-3 Div.



256091

MEMORIA DESCRIPTIVA  
para solicitar  
P A T E N T E D E I N V E N C I O N  
e n  
E S P A Ñ A  
por VEINTE años

a nombre de COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa, establecida en 69 Rue de Varenne, Paris, Francia, por:

"APARATO PARA LA MEDICION DE LOS CAMPOS MAGNETICOS DEBILES POR INDUCCION NUCLEAR".

-----

La presente invención, debida a los trabajos de los señores Georges BONNET y Antoine SALVI, se aplica a los métodos de medición de los campos magnéticos débiles por inducción nuclear.

5 Las mediciones absolutas de campo magnético de gran precisión se hacen generalmente por el empleo de métodos de resonancia nuclear o de inducción nuclear.

Esta última técnica señalada por primera vez por



y dispositivos anejos.

La disposición de los varios dispositivos de acuerdo con la presente invención, permite eliminar los inconvenientes arriba mencionados.

5 La motocicleta scooter que constituye el objeto de la invención se caracteriza en que el grupo motor está dispuesto a uno de los lados de la rueda trasera, mientras que la unidad que incluye la caja de cambio o transmisión con el gran engranaje de transmisión y el embrague está situado en el lado opuesto  
10 para lo cual, el eje motor pasa a través de un casquillo hueco del soporte del motor y del eje, también hueco, de la rueda trasera.

De acuerdo con una ejecución preferente, el motor, los dispositivos de ignición y de alimentación, el freno y el brazo  
15 de conexión al vehículo están dispuestos en un lado de la rueda trasera, mientras que el grupo constituido por la caja de cambios y transmisión, el embrague y el dispositivo de arranque están dispuestos en el lado opuesto.

Para la mejor comprensión del invento se acompañan di-  
20 bujos de una de las posibles ejecuciones de la invención, en los cuales se muestra en sección diagramática axial la disposición de los varios elementos según esta ejecución preferente.

En la única figura del dibujo, 1 indica el pistón del motor a pistón, 2, el volante incluyendo el dispositivo de igni-  
25 ción, 3, el embrague y el dispositivo de control para dicho embrague, 4, la caja de cambio o transmisión con uno o más engranes de velocidad, 5, el dispositivo de arranque, 6, la rueda dentada provista de un cubo que actúa como soporte y elemento de transmisión para el movimiento transmitido a la rueda trasera,  
30 7, el freno, 8, los pernos de fijación de las pestañas a la rueda, 9, el eje motor, 10, la rueda, 11, el brazo de conexión de todo el grupo al vehículo, estando dicho brazo pivotado en el



256991

te  $\vec{M}$  efectuará, a consecuencia de las propiedades giromagnéticas de los núcleos que le dan origen, un movimiento de precesión alrededor de la dirección  $\vec{H}$ , hasta que se alcance su nueva alineación de equilibrio.

5 El campo giratorio asociado a la precesión del vector de imantación resultante  $\vec{M}$  induce en una bobina que rodea a la muestra y orientada de manera conveniente, una fuerza electromotriz alterna cuya frecuencia  $f$  está relacionada con la amplitud  $H$  del campo  $\vec{H}$  por la fórmula de LARMOR:

$$2\pi f = \gamma H$$

siendo una constante física característica del núcleo. La medición de un campo magnético por inducción nuclear se reduce por consiguiente a una medición de frecuencia.

15 El empleo del campo auxiliar  $\vec{H}'$ , responde, pues, a un doble fin: aumentar la imantación resultante de la substancia de manera que se pueda recoger una señal suficientemente intensa, y por otra parte, causar la precesión de esta imantación.

20 El empleo de un campo polarizante intenso (100 a 200 OERSTEDS) hace delicada, sin embargo, la aplicación de este método, cuyo principio es sencillo. Es necesario, en efecto, que el campo polarizante sea suprimido durante un tiempo extremadamente breve (menos de  $30 \mu$  s en el caso de un magnetómetro de campo terrestre), porque el espectro de decrecimiento del campo magnético durante su supresión ha de tener una densidad espectral energética, a la frecuencia nuclear de LARMOR, suficiente para inducir transiciones. Dada la energía almacenada en la bobina, necesaria para obtener un campo tan intenso, esto plantea un problema de corte ver



256991

daderamente difícil de resolver.

Además, la potencia consumida, en particular para obtener el campo polarizante, hace el método tributario de una instalación importante.

5            Además, la duración del fenómeno de precesión li  
bre está fuertemente influenciada por la falta de homogenei-  
dad del campo magnético medido, lo que constituye una cau-  
sa mayor de imprecisión, dada la dificultad de mantener una  
fuerte homogeneidad en un volumen tan importante como el  
10            que es necesario emplear.

Es posible, sin embargo, con los métodos anterior-  
res a la invención, disminuir el consumo y simplificar el  
problema de corte. Basta emplear un campo polarizante menos  
intenso y disminuir el volumen de líquido; pero es entonces  
15            en detrimento de la precisión de la medición, teniendo por  
efecto todas estas causas disminuir la relación señal/ruido.

Ahora, bien, existe otro medio de aumentar artifi-  
cialmente la polarización nuclear, que consiste en utilizar  
como muestra que sirva para la medición un cierto volumen  
20            de un agua (o de cualquier otro líquido que contenga hidró-  
geno) en la cual se han disuelto impurezas paramagnéticas,  
de manera que el mecanismo de relajación dominante para los  
protones sea su interacción con los Spins electrónicos de  
la impureza disuelta.

25            ABRAGAM (Physical Review 98, nº 6, 1955) y SOLO-  
MON (Physical Review 99, nº 2, 1955) han mostrado que si se  
saturara una de las rayas de resonancia electrónica de la  
impureza paramagnética por aplicación, perpendicularmente  
al campo a medir, de un campo intenso oscilante a la alta  
30            frecuencia de resonancia electrónica, la polarización de



256991

los Spins nucleares aumentaría de manera importante.

ABRAGAM, SOLOMON y COMBRISSE (Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 8 de julio de 1957) han mejorado todavía este efecto utilizando una impureza paramagnética dotada de estructura hiperfina. El momento magnético de los Spins electrónicos de la muestra, relajados por los Spins electrónicos, alcanza entonces, en condiciones bien determinadas, un valor considerable que, en los campos débiles (inferiores a 10 gauss aproximadamente) es independiente de la magnitud del campo magnético de polarización. Por ejemplo, en el campo terrestre, la polarización es aproximadamente 4.000 veces más intensa de lo que sería en ausencia de este efecto.

La presente invención tiene por objeto perfeccionamientos en los métodos de medición de los campos magnéticos débiles por inducción nuclear lo que permite utilizar el aumento de polarización nuclear debido al efecto OBERHAUSER-ABRAGAM.

Estos perfeccionamientos están caracterizados esencialmente porque la imantación resultante de la muestra líquida, sustancialmente perpendicular al campo magnético a medir, es asegurada en cuanto a su dirección, la cual ha de permitir ulteriormente la precesión de esta imantación resultante en este campo a medir, por un campo magnético auxiliar de un orden de magnitud apenas superior al del campo a medir, y en cuanto a su intensidad, por la presencia en la muestra líquida de una impureza paramagnética de la cual se satura una raya de resonancia electrónica dotada de una estructura hiperfina.

Conforme a la invención, la polarización del líquido

do de la muestra es obtenida, pues, por aplicación del efecto OBERHAUSER-ABRAGAM, no teniendo ya el campo auxiliar otra misión que modificar la orientación de la imantación resultante, para ponerla en una dirección casi perpendicular a la del campo a medir. Por esto, una relación del orden de 5 entre estas dos magnitudes es ampliamente suficiente. De esto resulta un consumo de energía eléctrica muy pequeño y una gran simplificación del problema del corte de la corriente magnetizadora, que puede ser efectuado por métodos electrónicos sencillos.

Con referencia a las figuras esquemáticas 1 a 3 adjuntas, se describirá a continuación un ejemplo, dado a título no limitativo, de puesta en práctica de los perfeccionamientos en los métodos de medición de los campos magnéticos débiles por inducción nuclear, objeto de la invención. Las disposiciones de realización que serán descritas a propósito de este ejemplo deberán ser consideradas como formando parte de la invención, entendiéndose que cualesquiera disposiciones equivalentes podrán ser utilizadas igualmente sin salir del marco de ésta.

Sólo han sido representados en las figuras los elementos necesarios para la comprensión de la invención, llevando los elementos correspondientes de estas figuras números de referencias idénticos.

La figura 1 es una representación esquemática de un magnetómetro de inducción nuclear, perfeccionado conforme a la presente invención.

La figura 2 es un corte de la muestra cuyos Spins nucleares son utilizados, que muestra la disposición de las bobinas de alta y de baja frecuencia.

La figura 3 es una representación esquemática de la caja de conmutación destinada en particular a la supresión rápida del campo magnético auxiliar.

5 El magnetómetro que utiliza el nuevo procedimiento, que va a ser descrito, está realizado en una versión portátil. La fuente de energía es, por consiguiente, una batería de acumuladores de doce voltios (podrían bastar seis voltios).

10 Como se ve en la figura 1, un oscilador 1 de alta frecuencia proporciona la potencia necesaria para saturar la raya de resonancia electrónica con la impureza paramagnética contenida en la muestra 2. Su frecuencia depende de la naturaleza del radical paramagnético y de la raya elegida, así como del valor del campo magnético auxiliar que guía la polarización. En el caso en que la impureza utilizada en nitrosodisulfonato de potasio y en que el campo auxiliar es de tres gauss, esta frecuencia está próxima a 60 megahertz. Un cable coaxial 3 de la longitud conveniente y una red de adaptación 4 unen el oscilador 1  
15 a una bobina 5 de alta frecuencia colocada en el interior del recipiente 2 de aproximadamente 100 cm<sup>3</sup>. que contiene la impureza disuelta en el agua. Como indica la figura 2, la bobina 5 de alta frecuencia se compone de una o dos espiras de hilo 6 aislado, orientadas de tal manera que  
20 el campo magnético que creen sea perpendicular al campo magnético  $\vec{H}$  que se mide, y cuya dirección está representada por la flecha 7.

Otra bobina 8 de eje perpendicular al de la primera (5) así como al campo magnético  $\vec{H}$ , está bobinada directamente alrededor del recipiente 2. Tiene una doble mi-  
30



256991

sión:

-Crear el campo magnético auxiliar que modifica la orientación de los Spins, provocando su precesión ulterior;

5 -recoger la señal inducida durante la precesión.

Esta señal es dirigida por medio de una caja relé 9 hacia un amplificador 10 sintonizado a la frecuencia de resonancia de los protones en el campo medido, y luego hacia un frecuencímetro 11 del tipo contador de décadas.

10 El oscilador de alta frecuencia, el amplificador y el frecuencímetro son de un tipo conocido y no serán descritos. Se debe mencionar, sin embargo, que estos dos últimos aparatos pueden ser fácilmente equipados con transistores, en cuyo caso el órgano de alimentación 12 indicado en el diagrama no tendrá otro objeto que proporcionar, a partir de la batería 13, la alta tensión necesaria para el funcionamiento del oscilador de alta frecuencia, o sea una potencia de una quincena de vatios para una potencia de aproximadamente cinco vatios suministrada en la bobina 5.

20 El ciclo de funcionamiento del aparato comprende dos períodos:

-Se envía una corriente continua a la bobina 8 de baja frecuencia por medio de la caja relé 9, para orientar la imantación resultante de los protones perpendicularmente al campo  $\vec{H}$  a medir. La duración necesaria para la orientación depende de la naturaleza de la impureza paramagnética y de su concentración, así como de la naturaleza del disolvente. En el caso del nitrosodisulfonato de potasio disuelto en el agua en concentración milimolecular, la operación requiere aproximadamente dos segundos. El campo de

256991



orientación es del orden de tres gauss.

Durante este período, el amplificador 10 está cortocircuitado y el contador 11 puesto a cero.

5 -Una programación sencilla permite mandar entonces, por medio de la caja relé 9, el corte brusco del campo auxiliar y conmutar la bobina 8 de baja frecuencia en los bornes del amplificador 10.

10 La duración del recuento es del mismo orden que la del período precedente. Hay que señalar que es perfectamente posible parar el oscilador 1 de alta frecuencia durante el período de recuento, lo que permite reducir el consumo medio. La polarización inducida por efecto OVERHAUSER tiene, en efecto, una ley de decrecimiento temporal regida por el tiempo de relajación, lo mismo que la precesión libre.

15 La caja de conmutación incluida en la caja 9 está representada en la figura 3. Para evitar crear una falta de homogeneidad del campo en el lugar de la medición, esta caja está situada a una distancia de uno o dos metros de la bobina 8 de baja frecuencia despreciable.

20 Existe, pues, una capacidad parásita  $C_0$  de 100 ó 200 pF en los bornes de la inductancia  $L_0$  de la bobina 8 de baja frecuencia.

25 Cuando se suprime bruscamente la corriente magnética que atraviesa  $L_0$ , el régimen transitorio que se establece en la red  $L_0 C_0$  puede ser oscilatorio o amortiguado.

30 Por razones de consumo, es preferible elegir el régimen oscilatorio, a condición de que su frecuencia propia sea muy superior a la frecuencia de LARMOR del régimen de precesión nuclear. La bobina 8 tiene, por consiguiente 4.000 vueltas, distribuidas en cuatro discos, de hilo de 40/100 mm.



256

de diámetro, aislado con seda. La frecuencia propia (con  $C_0 = 150 \text{ pF}$ ) es  $F_0 = 15 \text{ kliz}$ . Para crear un campo auxiliar de tres gauss, basta una corriente de  $10 \text{ mA}$ , lo que representa una caída ohmica de  $V = \text{un voltio aproximadamente}$ .

5                    Se sabe que si  $Q$  es la sobretensión del circuito, la curva de la tensión oscilante tendrá una amplitud máxima igual a  $QV$ , y su envolvente decrecerá con una constante de tiempo  $Q/\pi F_0$ . Se tiene, pues, interés en reducir esta sobretensión, lo que es la misión de la resistencia 15 del orden de  $500.000 \Omega$ ;  $Q$  es próximo a diez y el régimen oscilante tiene una duración de algunos milisegundos con una tensión máxima del orden de  $10 \text{ voltios}$ ; no se plantea ya ningún problema de conmutación.

15                    Aunque un relé mecánico sea perfectamente utilizable en estas condiciones, es preferible el empleo de un relé electrónico, porque su corte es muy rápido y no depende ya del estado de los contactos metálicos, lo que asegura una buena reproducibilidad. Además, la resistencia interna  $R$  de un relé electrónico no es nula, lo que ofrece la ventaja de introducir una constante de tiempo en el establecimiento de la corriente de la bobina 8 que crea el campo. En el ejemplo elegido,  $L_0/R$  es del orden de  $500 \mu \text{ seg.}$  y la orientación de los Spins nucleares, cuando se establece el campo magnético auxiliar, se produce sin precesión.

25                    El relé 16 recibe la señal  $S$  de mando. Su contacto 17 permite aportar a través de la resistencia 18 de aproximadamente  $500 \Omega$  una polarización fuertemente positiva a la rejilla del tubo 19 (tipo 12 AU 7). Al mismo tiempo, su contacto 20 provoca la excitación del relé 21 y el cierre del contacto 22, que une la bobina 8 a la batería cuyo electrodo

30



negativo está conectado al borne 23 por medio del tubo 19, cuya resistencia interna está regulada por el potenciómetro 24 (regulación del tiempo auxiliar). Simultáneamente, el contacto 25 conecta a la masa el cable 26 unido a la entrada del amplificador 10.

Al final del período de orientación, el relé 16 no está ya excitado. Al abrirse el contacto 17, la rejilla del tubo 19 tiende hacia una polarización fuertemente negativa merced a la pila 27 (de 10 voltios aproximadamente), lo que bloquea el tubo 19. La duración del corte del relé electrónico está determinada por la resistencia 28 y la capacidad rejilla/masa: con una resistencia 28 de 100.000  $\Omega$ , esta duración es del orden del microsegundo.

La apertura del contacto 29 suprime la excitación del relé 21, pero la presencia del condensador 30 en sus bornes retrasa su desenganche. Así, en la duración del fenómeno transitorio en la bobina 8, la resistencia 15 de amortiguación permanece conectada y el amplificador está cortocircuitado.

Cuando el relé 21 se desengancha, la resistencia 15 es desconectada y la bobina 8 es unida al amplificador por el contacto 31, lo que permite una medición de la frecuencia de precesión.

Dada la poca sobretensión del fenómeno transitorio, es posible sustituir el tubo 19 por un transistor. Este debe ser del tipo de alta frecuencia para asegurar un corte rápido, debe poder disipar 100 mW (alimentación de seis voltios) y admitir una tensión inversa emisor-base de veinte voltios.

Se observará que durante el período de precesión,



los relés no están alimentados, para no perturbar el campo magnético que se mide. Con el mismo objeto, existe interés en utilizar relés miniatura para telemando cuyo volumen de materiales ferromagnéticos es muy reducido.

5                   Se ha visto que la muestra mide como máximo 100 cm<sup>3</sup>., lo que reduce las exigencias de homegeneidad de campo. Aunque el aparato sea portátil y de poco consumo, su precisión es del mismo orden que la de los aparatos mucho más voluminosos que utilizan la precesión libre. Contentándose  
10 con una precisión de  $\pm 10^{-5}$  Oerstedes, se puede reducir el volumen a 10 cm<sup>3</sup>. y no consumir más que un vatio en alta frecuencia.

                  Recíprocamente, conservando un volumen importante se puede aprovechar la polarización muy grande debida al  
15 efecto OVERHAUSER-ABRAGAM para utilizar un amplificador no sintonizado, lo que proporciona una medición inmediata de un campo magnético, sin ningún conocimiento previo de su orden de magnitud.

                  Esta solicitud que corresponde a la presentada en  
20 Francia, el 23 de diciembre de 1958, bajo el número PV782.472 se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

#### N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se pre-

256991



sentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

5 1º.- Aparato para la medición de los campos magnéticos débiles por inducción nuclear que comprende, en combinación, una muestra líquida que contiene una impureza paramagnética disuelta, medios para saturar una de las rayas de resonancia electrónica de dicha impureza paramagnética y medios apropiados para orientar la imantación resultante de la muestra líquida y para recoger la fuerza electromotriz  
10 alterna inducida por la precesión de la imantación resultante.

15 2º.- Aparato según la reivindicación 1, en el cual los medios para saturar una de las rayas de resonancia electrónica de la impureza paramagnética disuelta consisten en un bobinado de alta frecuencia, de algunas espiras, situado en el interior del frasco que contiene el agua dopada, estando alimentado dicho bobinado, de modo conocido, por un oscilador de alta frecuencia y estando aisladas dichas espiras de la muestra por un dieléctrico de escasas pérdidas,

20 3º.- Aparato según la reivindicación 1, en el cual los medios para orientar la imantación resultante y recoger la fuerza electromotriz inducida por la precesión consisten en un solo bobinado, de eje perpendicular al bobinado de alta frecuencia, que un dispositivo conmutador  
25 sencillo permite ramificar, sucesivamente, sobre una fuente de corriente continua durante la fase de orientación del momento magnético, y luego a través de un amplificador, sobre un frecuencímetro durante la fase de detección de la señal de precesión de dicho momento magnético.

30 4º.- Aparato según la reivindicación 3, en el cual

256991



el corte rápido del campo de orientación está asegurado por polarización negativa de las dos rejillas de un doble triodo de un tipo corriente, cuya corriente de placa condiciona la intensidad de la corriente en la bobina que crea dicho campo de orientación, no siendo conectada luego dicha bobina al frecuencímetro más que después de amortiguación de las oscilaciones eléctricas provocadas por la supresión del campo magnético auxiliar.

52.- Aparato para la medición de los campos magnéticos débiles por inducción nuclear.

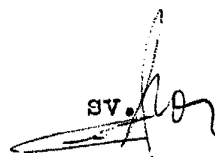
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

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

Madrid, 31 MAR 1931

P.A.

Alfonso Martínez Solera

sv. 

P. 1777



256991

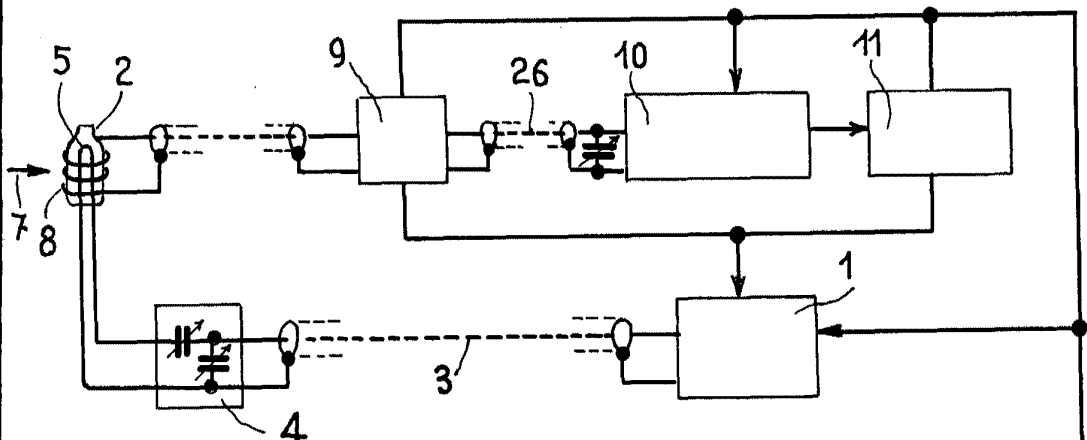


Fig: 1

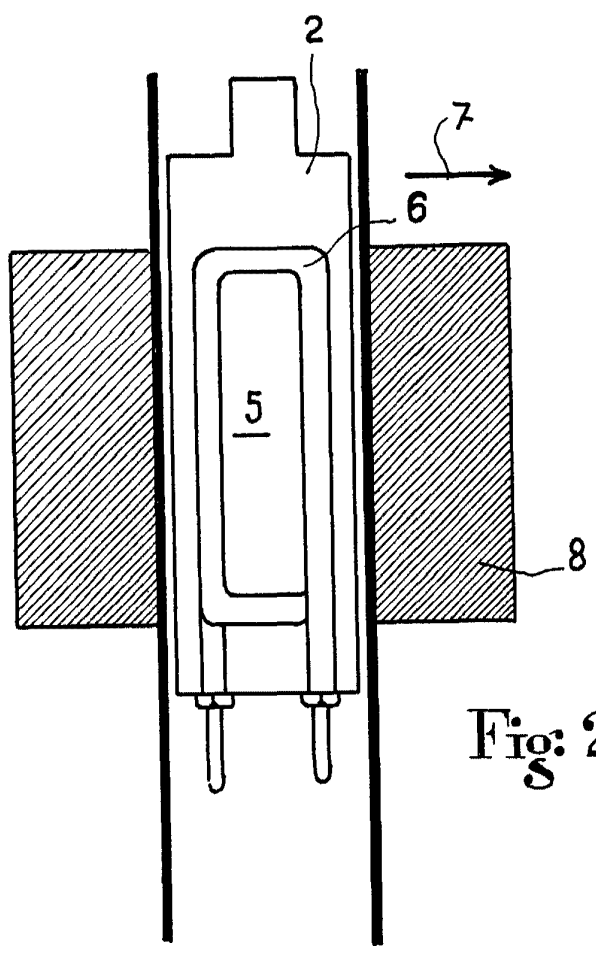
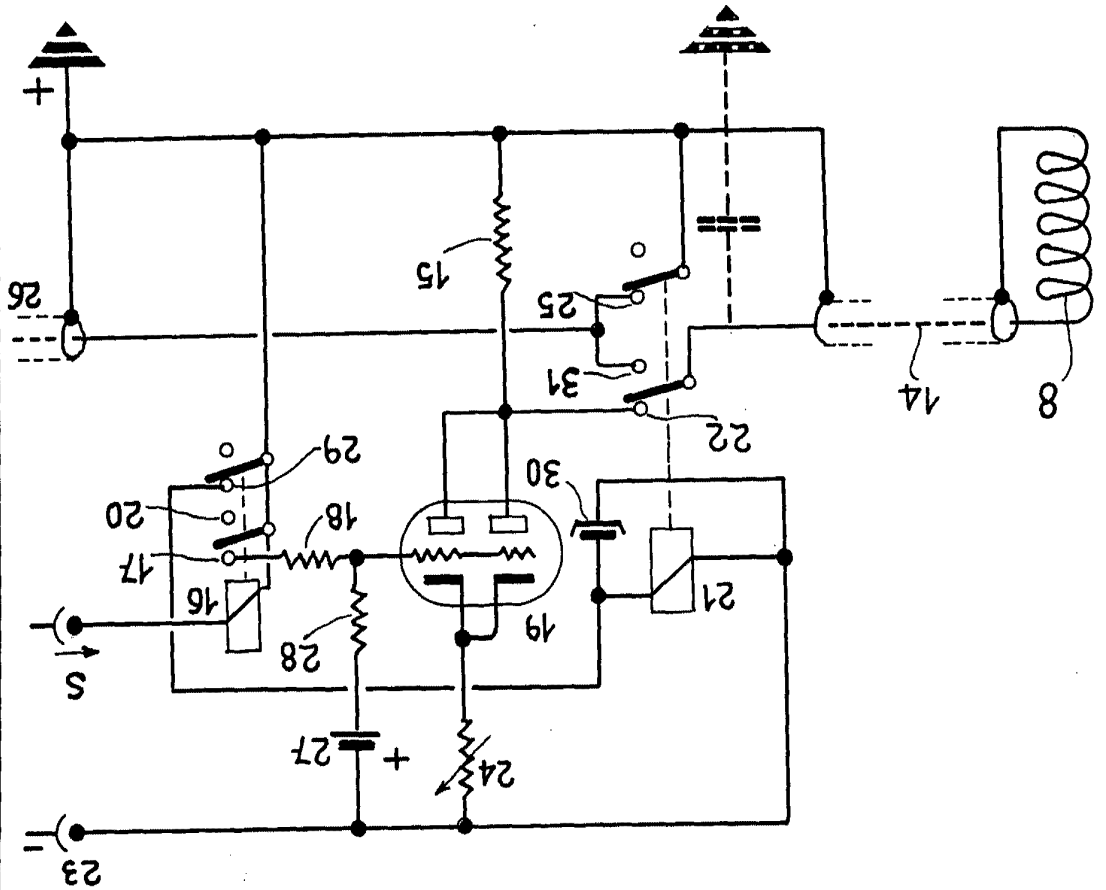


Fig: 2

*Handwritten signature or mark.*

*Fig. 3*

FIG. 3



256991

