

172817



1947

P. = 4.728.-

Caso N^o. 41.726.-Apperatus

172817

11 ENE. 1947

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

PATENTE DE INVENCION

formulada el 7 de Marzo de 1946 con el N^o. 172.817

EN

ESPAÑA

por VEINTE años

a nombre de HANS TORIKEL FREDRIK LUNDBERG, de nacionalidad británica, residente en 80, Richmond Street West, Toronto, Ontario, Canadá, por:

"UN APARATO PARA LA EXPLORACION GEOFISICA",-

Esta invención se refiere a un aparato para exploración geofísica, y tiene por objeto proveer medios adaptados para obtener una información precisa y muy completa con



172817.

5 respecto a las estructuras geológicas, depósitos minerales de-
bajo de la superficie etc. cuando los instrumentos usados en
la exploración y el operador están en movimiento. La inven-
ción es susceptible de uso durante el transporte de los ins-
trumentos y del operador a lo largo de las superficies de la
10 tierra por seres humanos, animales, vehículos o cualquiera
otra forma conveniente de transporte, así como durante trans-
porte por la superficie o debajo de la superficie, a dife-
rentes profundidades, sobre el agua o debajo de ella, como
por balsa, buque o submarino; pero es de utilidad particu-
lar y de ventaja en el caso de transporte a través del aire
como por ejemplo por medio de aeronaves más pesadas o más li-
geras que el aire. Ciertas de las mediciones o investiga-
15 ciones también pueden hacerse efectivamente de globos, come-
tas o similares, particularmente con respecto a la obtención
de datos con los instrumentos a diferentes alturas sobre la
superficie de la tierra. Si bien la invención es ampliamen-
te aplicable, creemos, sin embargo, que su mayor utilidad y
ventaja reside en su disponibilidad para uso durante la tras-
20 portación de los instrumentos y del operador por aeroplanos
y, particularmente, por aeroplanos del tipo de helicópte-
ro.

25 Otro objeto consiste en proveer medios por los cua-
les la transportación de los instrumentos y del operador en
viajes repetidos sobre una área bajo investigación, y a di-
ferentes alturas sobre dicha área, hace posible el registro
de información y datos que, por procedimientos conocidos y
aprobados, pueden traducirse en una revelación de la posi-



ción aproximada, el contorno la masa y la profundidad debajo de la superficie de la tierra del depósito buscado.

Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales la exploración pueda llevarse a cabo por procedimiento eléctrico o por procedimiento magnético, o un procedimiento electromagnético.

Otro objeto de la invención consiste en proveer medios con los cuales áreas de la superficie de la tierra que son muy grandes y/o difíciles de atravesar, y/o cubiertas de agua, pueden investigarse con respecto a depósitos valiosos debajo de ellas en una manera conveniente, expedita y eficiente; mientras que las porciones específicas de la dicha área indicada como incluyendo depósitos buscados, pueden delineararse para barrenamiento subsecuente o similar mediante la echada de marcadores adecuados como por ejemplo salpicaduras de pintura o palos con banderas o boyas; y/o mediante la sacada de fotografías del terreno.

Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales los instrumentos y el operador pueden ser transportados en cursos repetidos sobre el área bajo investigación a una altura de la superficie de la tierra; y luego transportarse en cursos repetidos a otro altura o alturas; y también transportados verticalmente en uno o más cursos, y también quedar estacionarios durante un periodo o periodos deseados en diferentes sitios horizontales y verticales.

Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales pueden aprovecharse las características y/o peculiaridades de la brújula de inducción terrestre.



172817

5 Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales se pueden aprovechar las características y capacidades de un puente magnético que incorpora un núcleo altamente permeable, como por ejemplo de níromo o de una aleación de hierro y níquel, para investigar el campo magnético natural de la tierra.

Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales se pueden aprovechar ventajosamente las características y capacidades del magnetrón.

10 Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales se pueden aprovechar las características y capacidades de los tubos de magnetrón del tipo de diodo y triodo.

15 Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales puedan aprovecharse las características y capacidades del magnetrón en combinación con aparatos adecuados para aumentar su sensibilidad.

20 Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales puedan aprovecharse las características y capacidades del magnetrón en combinaciones con una bobina auxiliar de reacción o similar.

Otro objeto consiste en proveer medios que incluyan el empleo de impulsos eléctricos de frecuencia ultralevada.

25 Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales los impulsos eléctricos de frecuencia ultralevada se proyectan como rayos, y se registran los efectos sobre dichos rayos causados por su contacto con anomalías en la tierra.



172817

Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales puedan aprovecharse las características y capacidades de dispositivos electrónicos.

5 Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales puedan aprovecharse las características y capacidades de dispositivos electrónicos capaces de radiar a dentro de la tierra impulsos cíclicos cortos de ondas de frecuencia ultraelevada y de alta intensidad.

10 Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales puedan aprovecharse las características y capacidades de dispositivos electrónicos capaces de radiar dentro de la tierra impulsos cíclicos cortos de ondas de frecuencia ultraelevada y de alta intensidad, junto con un indicador de rayo de cátodo o similar, capaz de recibir y de-
15 notar efectos sobre la reflexión, refracción y distorsión de dichas ondas causadas por anomalías en el área de la tierra que está bajo investigación.

Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales puedan aprovecharse las características y capacidades de un dispositivo electrónico nuevo e indicador de
20 rayo de cátodo, resultando en el uso grandemente mejorado de ondas de frecuencia ultraelevada, y el registro de dichas ondas reflejadas, refractadas o distorcionadas por anomalías significantes en la tierra.

25 Otro objeto consiste en proveer medios mediante los cuales todos los dispositivos mencionados en lo anterior adquieren sensibilidad y dependibilidad aumentadas con respecto a las variaciones ligeras en los campos o medios be-



1947

172817

jo investigación.

Otro objeto consiste en proveer ciertos cambios y mejoras en la forma, construcción, material y disposición de los medios o aparatos, mediante los cuales puedan obtenerse los antes mencionados objetos y otros objetos inherentes en esta invención de una manera efectiva:

Incorporaciones prácticas de ciertas formas de aparato que incorporan las características de la invención y que son útiles para llevarla a cabo quedan mostradas diagramáticamente en los dibujos anexos, en los cuales:

La figura 1 representa una disposición que combina magnetrones con una bobina auxiliar de reacción.

La figura 2 representa una forma modificada de una disposición similar, en la cual los magnetrones son del tipo de triodo en lugar del tipo de diodo.

La figura 3 representa una disposición de medios electrónicos para radiar ondas de frecuencia ultraleve y registrar las ondas reflejadas, refractadas o distorsionadas.

Las figuras 3a, 3b y 3c, representan varias formas de las ondas de alta frecuencia como afectadas por el ajuste del aparato.

La figura 4 representa un registro de impulsos de onda de diferentes amplitudes y diferentes intervalos,

25

y
Las figuras 4a, 4b y 4c representan respectivamente el registro de ondas proyectadas en espacio; el registro de ondas que han sido afectadas por contacto con una substan-



172817

1947

cia metálica o similar; y el registro de ondas que han sido afectadas por el contacto con una substancia metálica o similar empotrada en o combinada con una substancia de menor conductividad.

5 La posibilidad de conducir exploración geofísica con los instrumentos montados en soportes en movimiento ha sido contemplado con anterioridad y tentativas en esta dirección han sido reportadas, pero según sabemos nosotros, todas estas tentativas han resultado poco satisfactorias debido, en gran parte, a la inexactitud en la medición, el registro, información y datos obtenidos, una inexactitud que ha aumentado con la velocidad del soporte en movimiento para los instrumentos usados en la actuación.

15 Hemos descubierto que desengaños previos se deben no solamente a la falta de instrumentos adecuados y al tipo y manejo de los soportes movientes, sino también, y en alto grado, al hecho de no haber previsto la necesidad de proveer montajes adecuados para los instrumentos que necesitan dispositivos giroscópicamente controlados o estabilizados o similares para obviar efectos como por ejemplo el vaivén o titubeo del aeroplano. Este descubrimiento y provisión por lo tanto constituye una característica valiosa de nuestra invención que tiene por objeto vencer las dificultades o obstáculos que antes existían, ya que
20 contemplamos montar instrumentos eficientes hasta en aeroplanos de vuelo rápido y todavía obtener medición exacta así como registros, información y datos exactos. Es-



172817

347

peramos resultados más completos en estos respectos que los resultados obtenidos hasta ahora.

5 Resulta evidente que un aeroplano u otra forma de transportación por aire, puede hacerse pasar en cursos repetidos sobre áreas escogidas de la superficie de la tierra en cualquiera dirección deseada y substancialmente a cualquiera altitud deseada completamente sin estorbo por el carácter de la superficie de la tierra que se atraviesa; y similarmente, que el cubrimiento del áreas-
10 cogidas puede completarse mucho más rápidamente que si la transportación se llevara a cabo sobre la tierra. Además, transportación aérea, en gran parte debido a su flexibilidad, provee un medio para determinar la longitud, el ancho y el grueso aproximados así como el contorno y profundidad
15 debajo de la tierra de depósitos buscados, y proveen así, en efecto, la información completa buscada por la investigación en progreso. Nuestra invención produce tales ventajas prácticas así como otras que se derivan de transportación por aire sin sacrificar exactitud en respecto alguno.
20 De hecho obtenemos indicaciones significantes con una rapidez y una exactitud tales, que el operador del aeroplano o similar, podrá dirigir su curso para mantenerlo dentro del campo de alta intensidad de indicación significante y, mediante la echada de marcadores adecuados, podrá delinear físicamente sobre la tierra el depósito buscado.
25

Nuestra invención es adaptable a investigaciones por medio de unidades detectoras dentro de la influencia de campos naturales o artificiales de energía, y una uni-



NE. 1947

172817

5 dad adecuada de detección para conducir las investigaciones de campos magnéticos podrá consistir de una brújula de inducción terrestre transportado sobre el área por examinar en un helicóptero, por ejemplo, como ya se ha indicado. Un helicóptero se presta perfectamente bien para uso cooperativo y efecto cooperativo con otras características de nuestra invención.

10 Tal brújula de inducción, como lo saben los entendidos en el arte, incorpora una o más bobinas para rotación dentro del campo magnético natural de la tierra, las cuales están conectadas a un tipo especial de conmutador sobre el cual queda situado o quedan situados uno o más pares de escobillas o cepillos construidos a manera de ser ajustables a diferentes posiciones.

15 La brújula puede montarse propiamente en el aeroplano en asociación cooperativa con un dispositivo indicador adecuado, como por ejemplo, un galvanómetro cuando el aeroplano vuela sobre el área bajo investigación. Si ahora se disponen las bobinas a manera de cortar o el componente vertical o el componente horizontal del campo magnético de la tierra, los cepillos pueden ajustarse y fijarse en una posición de cepillo de cero inducción. En caso de que esta posición coincida con o corresponde al ángulo de curso del eje longitudinal del aeroplano en vuelo, como el piloto guía el aeroplano por uso de la brújula, la aguja del galvanómetro conectada con los cepillos de la brújula de inducción normalmente indicará una deflexión cero. Esta indicación persistirá por todo el tiempo en que el pi

20

25



172817.

loto del aeroplano mantenga el mismo ángulo de curso, o por todo el tiempo en que el soporte para la brújula se mantenga en la misma posición y dirección, sin tomar en consideración la dirección actual de curso del aeroplano, como por medio un dispositivo giroscópicamente controlado de equilibrio y dirección, provisto que no haya cambio en la estructura magnética del territorio debajo. Sin embargo, si el piloto sigue el curso por vuelo de contacto o por el uso de algún otro dispositivo o medio de navegación, como por ejemplo un rayo direccional de la tierra, podrá haber una deflección de la aguja del galvanómetro de su posición de cero, cual deflección sería indicativa de una anomalía en las líneas de fuerza magnética local a la posición del plano, y dicha anomalía denota la existencia en este punto de una condición geofísica que sugiere la presencia del depósito buscado. Por medios y procedimientos bien conocidos por los entendidos en el arte, se puede hacer un registro automático de tal fluctuación de la aguja del galvanómetro durante la continuación del vuelo.

Mediante una repetición sistemática de tal vuelo a lo largo de diferentes perfiles por diferentes secciones del área bajo investigación y/o a lo largo de los mismos perfiles pero a diferentes alturas, el operador recogerá una multitud de datos significantes que pueden interpretarse con respecto a significativo geofísico por medio de pasos o procedimientos reconocidos establecidos en este arte que por lo tanto no necesitan describirse aquí. Tales vuelos pueden, y en muchos casos deben, ser suplemen-



1947

172817

tados por la colocación del helicóptero a diferentes alturas verticales arriba de uno o varios puntos específicos dentro del área por investigar, y el registro de fluctuaciones de la aguja a las diferentes alturas para, especialmente, agregar a los datos de información, datos con respecto a la distancia del depósito debajo de la superficie de la tierra y el grueso vertical o extensión del depósito mismo. Estos datos pueden interpretarse por sí mismos y en conexión con los datos previamente mencionados mediante procedimientos adecuados y bien conocidos; el resultado del examen completo permite el operador determinar la existencia, situación, longitud, ancho, perfil, profundidad debajo de la superficie de la tierra, y grueso corporal del depósito buscado.

El principio de los medios de examen de exploración descritos en lo anterior no está limitado al tipo de investigación basado sobre campos magnéticos naturales, sino también puede emplearse en exámenes basados sobre campos magnéticos artificialmente creados y otros tipos de investigación, como por ejemplo investigaciones eléctricas o electromagnéticas, incluyendo la obtención de medidas absolutas, semiabsolutas y proporcionales. También se comprenderá que, cuando las circunstancias lo dictan, el operador podrá hacer uso de medios auxiliares adicionales o dispositivos para facilitar el procedimiento y aumentar su utilidad y su exactitud, como por ejemplo soportes niveladores automáticos de varias clases desde el pivote doble de unión universal simple hasta horizontes artificia-



1947

172817

les en una forma altamente desarrollada, es decir piloto automático.

Si bien, como ya queda indicado, el operador, al llevar a cabo nuestra invención, puede y debe hacer uso de varios dispositivos, instrumentos y procedimientos conocidos por los entendidos en el arte y a su disposición, creemos, sin embargo, que nuestra invención es la primera para dar exploración geofísica práctica satisfactoria y exacta durante transportación de los instrumentos y del operador por vuelos en el aire; también creemos que somos los primeros para sugerir el uso de la brújula de inducción terrestre y el helicóptero en esta conexión.

Otro desarrollo importante o ramo de nuestra invención se refiere a la detección de variaciones menores en campos magnéticos substancialmente uniformes con la ayuda de un mecanismo detector extremadamente sensible y estable que no solamente es de alta utilidad cuando está montado en un soporte estacionario, sino también es de utilidad particular cuando queda adecuadamente montado en un soporte móvil y aún en un soporte de movimiento rápido.

Este mecanismo detector o investigador puede definirse como un puente de permeabilidad de corriente alterna y corriente directa similar al descrito en la patente norteamericana número 1.896.737 de Theodor Zuschlag de febrero 7 de 1933. Este instrumento o mecanismo está basado sobre un efecto magnético establecido en un alambre de níquel o su equivalente, que se usa como un núcleo en una bobina excitada por una corriente alterna y simultáneamente ex-



172817

puesta a los efectos de una corriente directa generada en un campo substancialmente uniforme bajo investigación. La bobina o bobinas si se usan varias, podrán diseñarse y disponerse como parte de un circuito sensitivo de puente similar al circuito mostrado en la patente norteamericana N° 1.676.847 de fecha 10 de julio de 1928 a Theodor Zuschlag, o en cualquiera de las disposiciones de oscilador variable de reacción mostradas en las patentes norteamericanas a Theodor Zuschlag n° 2.267.884 de 30 de diciembre de 1941 y n°: 2.329.810, 2.329.811 y 2.239,812 de 21 de septiembre de 1943.

Un instrumento o mecanismo detector construido de acuerdo con lo antes mencionado puede usarse con un dispositivo indicador de alta velocidad como por ejemplo un oscilógrafo de rayos catódicos; y, especialmente cuando se emplea en investigaciones conducidas desde un soporte moviente, como es la idea de nuestra invención, el instrumento o mecanismo debe incorporar un material de núcleo que no solamente es extremadamente sensitivo a la menor variación en la fuerza del campo magnético substancialmente uniforme bajo investigación, sino en adición, resiste cambio alguno en sus características operativas cuando se expone a efectos como por ejemplo vibraciones, variaciones térmicas y fluctuaciones barométricas.

También es de importancia que dicho instrumento o mecanismo detector sea llevado en tal manera que mantenga sus características estables esenciales, y esto demanda el montaje del mismo sobre una plataforma artificialmente estabilizada o similar, como la que se utiliza en la brújula



172817

giroscópica que es bien conocida en el arte y por lo tanto no necesita descripción aquí.

5 Tal instrumento diseñado y dispuesto como descrito en lo anterior, tiene la gran ventaja de poderse usar la investigación simultánea de tres componentes de campo magnético uno a ángulo recto a otro, como por ejemplo dos componentes horizontales y un componente vertical, y provee así la más completa exploración, investigación o detección de cualquier campo unidireccional sujeto a investigación por procedimiento magnético. Además, tal instrumento o mecanismo, que incorpora un núcleo altamente permeable y está montado sobre un soporte giroscópicamente estabilizado, está destinado a rendir posible la efectucción de tales mediciones magnéticas a la precisión de una sensibilidad de una gama o menos, aún cuando el instrumento o mecanismo se transporte sobre un soporte de movimiento rápido; con lo cual investigaciones llevadas a cabo como queda descrito en lo anterior pueden efectuarse por ejemplo de un aeroplano, como un helicóptero, con un alto grado de celeridad y eficiencia.

15
20 Además hemos descubierto que un avance en este campo, con relación especialmente a sensibilidad en observaciones, se puede obtener mediante el uso de un instrumento detector que consiste de o incluye uno o más magnetrones que son extremadamente sensitivos, en su capacidad para registrar intensidad magnética. Es posible, por ejemplo, usar tres magnetrones colocados a ángulos rectos uno a otro, de modo que cada uno descubre variaciones en intensidad magné-



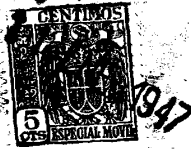
1947

172817

5 tica a lo largo del eje de su eje cilíndrico y así deter-
mina la intensidad y la dirección del campo magnético bajo
investigación en cualquier punto cuando se mantiene la orien-
tación del aeroplano u otro ^{soporte} ~~moviente~~ fijo o conocida o quan-
do se usa un instrumento giroscópicamente sostenido de na-
vegación. Mediante la observación del registro automáti-
co y continuo de la intensidad magnética descubierta por
los magnetrones, se puede controlar el movimiento del aéro-
plano por el operador de modo que los instrumentos empleados
10 en la investigación se mantienen dentro de cierto campo de
intensidad generada por la anomalía que consiste de o se
relaciona al depósito buscado, que simultáneamente puede de-
linearse del aire mediante la echada de indicadores como por
ejemplo, una cubeta de pintura, postes de anuncio y/o me-
15 diante la sacada de fotografías del terreno.

Quando el operador ha determinado el punto de la
mayor intensidad de la fuerza magnética generada por la ano-
malía, podrá determinar la velocidad vertical de variación de
intensidad con movimiento del aeroplano a alturas diferentes
20 arriba de dicho punto de intensidad más alta, y así, es ca-
paz de determinar la profundidad a la cual está situado el
depósito buscado debajo de la superficie de la tierra, así
como el grueso o extensión vertical del depósito mismo.

25 Hemos ideado una clase grandemente mejorada de in-
strumento detector de intensidad para uso en exploraciones
geofísicas desde soportes en movimiento, como explicado en
lo anterior, que aprovecha las características y capacidades
de magnetrones asociados o combinados en disposición nueva



172817

y ventajosa con otros elementos y dispositivos.

Un magnetron en general puede definirse como un tipo especial de diodo que tiene un cátodo axial derecho con un ánodo cilíndrico que lo rodea. Si se aplica un potencial positivo al ánodo de este dispositivo, electrones
5 viajarán radialmente del cátodo al ánodo, pero asumirán una trayectoria curva cuando están bajo la influencia de un campo externo magnético. De hecho si el grado de intensidad de dicho campo magnético pasa de cierto valor crítico, los electrones regresarán al ánodo, y este valor crítico de
10 intensidad también produce una caída fuerte en el flujo de corriente de placa del magnetron. Dicho valor crítico puede describirse como el valor al cual una variación relativamente pequeña en intensidad magnética causa un cambio relativamente grande en corriente de placa o de ánodo. Por lo
15 tanto, si un magnetron está actuando dentro de la magnitud de este valor crítico, cualquier cambio adicional ligero, como el que puede ser causado por variaciones en el campo magnético de la tierra, producirá variaciones más pronunciadas en el flujo de corriente de placa. Estos últimos hechos pueden utilizarse en la medición de campos magnéticos, más particularmente campos magnéticos débiles, tal como el campo natural o normal de la tierra, mediante la colocación del tubo de magnetron coaxialmente con una bobina principal de control que se excita adecuadamente para que las mediciones de
20 la intensidad magnética puedan hacerse a lo largo de la curva o comba de la corriente de placa que se causa por ella. Tal instrumento por lo tanto puede usarse para descubrir y me-



1947

172817

5 dir componentes de campo magnético que están paralelos al eje del cátodo, porque solamente tales componentes afectan el curso de los electrones que caminan del cátodo. La sensibilidad del magnetron a campos magnéticos puede aumentarse pasando su corriente de placa a través de una bobina auxiliar de reacción que también está situada coaxialmente con respecto a la antes mencionada bobina principal de control.

10 Aprovechando los hechos que se acaban de mencionar, así como otros relacionados con nuestra invención, hemos ideado ciertas mejoras y características nuevas con respecto a la construcción y disposición de un instrumento detector para medir intensidades magnéticas que sea particularmente sensitivo, rápido y exacto, y y especialmente adaptado para llevar a cabo exploración geofísica desde soportes movientes, más particularmente soportes llevados por el aire, y especialmente aeroplanos del tipo de helicóptero. Una de las grandes ventajas prácticas de este instrumento es su habilidad para medir cambios muy pequeños en el campo magnético de la tierra con un alto grado de sensitividad y exactitud. También hemos ideado una forma modificada de este instrumento que no solamente tiene todas las aptitudes que se acaban de mencionar sino también está adaptado para el descubrimiento simultáneo con la medición de dos, y aún más componentes del campo magnético bajo investigación, es decir, líneas horizontales y verticales de fuerza.

15
20
25

Sin mencionar más de las ventajas y utilidades de nuestro nuevo instrumento detector magnético, mucho más de



1947

172817

las cuales son inherentes en su construcción y disposición ahora procederemos a describir dos incorporaciones prácticas que están representadas diagramáticamente en las figuras 1 y 2 de los dibujos anexos.

5 Con referencia primero a la figura 1, la estructura comprende un par de diodos de magnetron 1 y 2, cada uno de los cuales incluye alambres derechos de cátodo 3 y 4 respectivamente, que están rodeados por ánodos cilíndricos 5 y 6 respectivamente. Los magnetrones se excitan por pilas 7 y 8. Los ánodos 5 y 6 están conectados en circuito con un galvanómetro registrador 9 que está puesto en derivación por un par de bobinas auxiliares de campo 10 y 11 que están conectadas en serie con una sección 13 de conmutador bipolar doble de polo simple. Una sección 14 de conmutador bipolar doble de polo simple sirve para conectar los cátodos 3 y 4 en serie con un resistor ajustable 15. Dichos conmutadores 13 y 14 constituyen secciones de un conmutador compuesto único para asegurar siempre un funcionamiento simultáneo. Un extremo del resistor 15 está conectado por medio de un conmutador bipolar doble de polo simple 16 en serie con una pila de ánodo 17 y, por medio del milliamperímetro 18, el brazo de contacto del conmutador 13. Dos bobinas principales de campo 19 y 20 axialmente rodean los magnetrones 1 y 2 respectivamente y están conectadas en serie con una pila eléctrica 21, un resistor ajustable 22 y un interruptor de muletila 23. Las secciones de conmutador 13 y 14 están conectadas por medio de resistores fijos 24 y 25, los extremos comunes de los cuales están unidos al ánodo del magnetron 2,

10

15

20

25



172817

como queda indicado en 26.

5 Al hacer uso de la forma de instrumento detector magnético que se acaba de describir para llevar a cabo investigaciones geofísicas con transportación del instrumento y del operador por un soporte moviente, como por ejemplo un avión del tipo de helicóptero, los magnetrones 1 y 2, junto con sus bobinas principales de campo 19 y 20 y bobinas auxiliares de campo 10 y 11 quedan colocadas separadas por una distancia adecuada, una a ángulos rectos a otra, con los ejes de sus ánodos dispuestos en direcciones que son a paralelas con o a ángulos rectos a los componentes del campo por examinar. Así, por ejemplo, cuando se usa un soporte giroscópicamente controlado, una dirección podrá ser horizontal norte-sur otra dirección horizontal este-este y la tercera dirección vertical. En la ausencia de soporte giroscópicamente controlado, una dirección podrá quedar dentro de la dirección de vuelo horizontal, y las otras dos direcciones a ángulos rectos horizontalmente y verticalmente. De este modo habrá un componente vertical y dos componentes horizontales de tipo fijo o de tipo de dirección de vuelo. La posición específica de dichos dispositivos y direcciones de sus ejes serán dictadas en gran parte por el objeto específico de la investigación. Si ahora se asume un valor alto para el resistor ajustable 22, una corriente alta de placa fluirá a través del miliamperímetro 18, y al ajustarse progresivamente el resistor 22 para reducir su valor, se llegará a un punto en el cual dicha corriente de placa cae repentinamente y



172817

pronto llega a cero. La fuerza magnética de campo necesaria para causar este efecto repentino sobre la corriente podrá llamarse la fuerza crítica de campo de los magnetrones 1 y 2, como queda explicado en lo anterior, y puede considerarse como el punto de operación de estos dispositivos. Hay que agregar, que cambios muy pequeños en fuerza magnética de campo producen, bajo estas condiciones de operación, fluctuaciones relativamente grandes en la corriente de placa. Si se conectan las dos bobinas auxiliares de campo 10 y 11 en oposición a las bobinas principales de campo 19 y 20, es decir, de manera que la dirección del campo magnético producido en las bobinas auxiliares queda opuesta a la dirección del campo magnético producido en las bobinas principales, cualquier aumento o disminución en la intensidad del campo bajo investigación, no solamente producirá fluctuaciones en la corriente de placa, sino que las dichas fluctuaciones serán aumentadas o agrandadas debido a la acción de reacción de las bobinas auxiliares sobre el flujo de corriente de placa en los magnetrones.

Suponiendo que el operador ha seleccionado un punto adecuado de operación, como explicado en lo anterior, el circuito a través del instrumento puede equilibrarse por manipulación del conmutador 16 para conectar el resistor 15 con el magnetron 1 o el magnetron 2 como podrá ser necesario para equilibrar el galvanómetro 9, junto con el ajuste del valor del resistor 15. En este paso, el cambio en el valor del resistor 15 que el operador encuentra necesario para establecer el equilibrio del circuito, constitu-



172817

ye una medida de la fuerza del campo magnético existente. Variaciones en la intensidad magnética del campo que son comunes para ambos magnetrones, por ejemplo variaciones de día se neutralizarán mutuamente y no causarán deflecciones de la aguja del galvanómetro. Esta última característica es muy deseable en conexión con mediciones que requieren un alto grado de sensibilidad a cambios en intensidad magnética, pero no siempre es importante en el caso de exámenes de intensidad inferior. De hecho, en estos últimos casos, es posible y práctico eliminar el magnetron 2 colocando el conmutador 14 a la izquierda y reequilibrando el circuito por manipulación adecuada del conmutador 16 y ajustando el resistor 15. La cantidad necesaria de ajuste del resistor 15 resulta en una medida de las variaciones en la intensidad magnética de campo. Bajo estas circunstancias, el valor actual de resistores fijos 24 y 25 debe ser proporcional a la resistencia del magnetron 2 y su bobina auxiliar de campo, porque los resistores forman una red de puente con magnetron 1 y bobina auxiliar de campo 10, y el circuito que resulta de esta eliminación del magnetron 2 podrá operarse en la misma manera que la descrita en conexión con el uso de ambos magnetrones. Puede agregarse que se pueden usar o un tipo indicador o registrador de galvanómetro u otro dispositivo adaptado para el mismo objeto en conexión con cualquiera de las dos maneras de operar nuestro instrumento detector magnetronico es decir, con un solo magnetron o con ambos.

Con referencia a la forma modificada del instrumento detector representado en la figura 2 de los dibujos,



E. 1947

172817

la construcción y la disposición son las mismas que las mostradas en la figura 1 con excepción de que los magnetrones en la figura 2 son triodos en lugar de diodos, la resistencia ajustable 15 y el conmutador 16 se han omitido, y se han agregado ciertos otros elementos.

En esta forma de la figura 2, los magnetrones están indicados por 27 y 28, e incluyen rejillas 29 y 30 que sirven para controlar el flujo de corriente de placa a través de los magnetrones cuando están conectados a un potencial negativo. Los potenciómetros 31 y 32 están en circuito con pilas 7 y 8 y están derivados de una pila de polarización 33 que tiene su polo positivo conectado al conductor negativo de la pila de ánodo 17. Los cursores de los potenciómetros 31 y 32 están conectados a las rejillas de control 29 y 30 y se puede efectuar ajuste de estos cursores para establecer el potencial negativo para los magnetrones mencionados arriba.

En la operación de la forma de instrumento mostrada en la figura 2, el punto deseado de operación se establece por el ajuste de la fuerza de campo de las bobinas 19 y 20, como queda descrito en conexión con la forma de instrumento mostrada en la figura 1, y se obtiene equilibrio final mediante ajuste adecuado de los cursores de los potenciómetros 31 y 32.

Esta forma modificada de instrumento mostrada en la figura 2, también puede operarse con un solo magnetron, como queda descrito en conexión con la forma mostrada en la figura 1. Para hacer ésto, se echa el conmutador 14 a la izquierda, con lo cual se desconecta el magnetron 28 y tam-



172817

bien la bobina principal de campo 20, después de lo cual el circuito puede manejarse como queda descrito en lo anterior en la descripción de una manera similar de operar el instrumento mostrado en la figura 1.

5 Al efectuar la exploración, el operador puede combinar dos o tres de cualquiera de las formas de instrumento mostradas en las figuras 1 y 2, usándolas con un magnetron o con dos magnetrones en circuito, y puede explorar o examinar continuamente el campo bajo investigación con
10 respecto a dos o tres de sus componentes coordinados, y, al hacer uso de estos instrumentos detectores, es deseable emplear galvanómetros registradores de modos que sus registros resultantes queden disponibles para interpretación con respecto a su significativo geofísica.

15 Al llevar a cabo la exploración desde el aire como por ejemplo desde un avión del tipo de helicóptero, es aconsejable tener en curso del aeroplano coincidiendo con uno de los componentes de campo por medir, como por ejemplo mediante selección arbitraria de un curso de brújula
20 y seguimiento del mismo, o mediante predeterminación de una línea de fuerza magnética y seguimiento de ella, con los otros dos componentes a ángulos rectos, verticalmente y horizontalmente, al curso del avión mientras que el piloto del avión continúa siguiendo su curso definido. Los
25 perfiles cubiertos durante el vuelo del avión, pueden marcarse sobre la superficie por medio de pintura y/o banderas de señales, y/o otros marcadores adecuados, o por medio de la sacada de fotografías como se ha descrito en lo



1947

172817

anterior, parecí establecer una conexión directa entre la exploración llevada a cabo desde el aire y el área de la tierra por examinar o investigar. También resulta evidente para los entendidos en el arte, que pueden usarse muchas modificaciones y ramificaciones en el procedimiento de exploración que, según la opinión del operador sean las más adecuadas o valiosas bajo las condiciones prevaletientes, y todavía emplear los principios y características esenciales de nuestro aparato o dispositivo.

Nuestra invención también incluye medios para exploración geofísica del tipo eléctrico, en la cual hacemos uso de la transmisión de ondas de frecuencia ultralevada desde un soporte moviente, como por ejemplo desde un aeroplano, y el descubrimiento y registro de dichas ondas como reflejadas, refractadas o distorcionadas por varios cuerpos conductores en la tierra, como por ejemplo cuerpos de mineral y/o horizontes de agua de mar.

Es conocido que ondas de alta frecuencia tienen una capacidad muy baja de penetración en medios conductores como por ejemplo, la superficie de la tierra y estratos de subsuelo, y que su capacidad de penetración disminuye con respecto a las mismas características de conductividad con aumento en la frecuencia de las ondas. Sin embargo, algo de la energía de las ondas, aunque poca, sucede actualmente a penetrar y puede descubrirse y medirse de tal manera que proporciona datos de valor en la exploración geofísica. Hemos encontrado que, cuando se usan ondas de alta frecuencia,



172817

5 y cuando se concentran éstas en un rayo que tenga una cantidad alta de energía, dicho rayo puede dirigirse a la tierra, y siempre quedará una cantidad suficiente de energía eléctrica, después de la penetración del rayo en la tierra, para ser medida con instrumentos sensitivos adecuados. Así, por ejemplo, proponemos producir de un transmisor portátil de campo una serie de tales liberaciones de energía mediante la aplicación de varios centenares de kilovatios de fuerza durante períodos muy cortos como por ejemplo unos pocos millonesésimos de un segundo. Nuestro dispositivo receptor para descubrir y medir las ondas se hace muy sensitivo, de modo que un residuo, hasta el más pequeño de energía que queda en el rayo que ha sido reflejado, refractado o distorsionado por las varias sustancias conductoras en la tierra, como por ejemplo, cuerpos de mineral o horizontes de agua de mar, podrá captarse y registrarse. La dirección del rayo reflejado, refractado o distorsionado, junto con la intensidad del residuo de energía descubierto por el receptor, dan datos con respecto al carácter y configuración de un depósito buscado que son más completos e informativos que los que ha sido posible obtener con aparatos y métodos usados hasta ahora.

25 Según una manera de llevar a cabo esta invención prácticamente, se radia un impulso cíclico extremadamente corto de frecuencia ultraelevada de alta intensidad adentro de la tierra y las ondas reflejadas refractadas o distorsionadas que resultan, se reciben y se inspeccionan por medio de un indicador de rayo de cátodo, después de lo cual



VE. 1947

172817

el diagrama de rayo de cátodo así derivado se analiza sistemáticamente y se interpreta con respecto a su significado geofísico.

5 En la siguiente descripción de una forma práctica de aparato que incorpora nuestra invención, y mediante la cual se pueden utilizar ondas de frecuencia ultraelevada para este procedimiento muy adelantado y eficiente en exploración geofísica, se hace referencia a la figura 3 de los dibujos anexos en la cual un oscilador de frecuencia
10 oia ultraelevada está indicada por 34 y se excita de una fuente directa de corriente 35, como por ejemplo una batería o generador. Esta fuente de fuerza 35 se conecta al oscilador 34 en serie con un triodo electrónicamente controlado 36 y con una resistencia de drenaje 37 que está
15 derivada a través del oscilador 34. Al oscilador 34 se conecta un resonador o guía de ondas 38 que es capaz de proyectar las ondas de frecuencia ultraelevada en cualquier dirección deseada, preferiblemente en la forma de un rayo compacto angosto.

20 El flujo de corriente a través del triodo 36 se interrumpe normalmente por la polarización negativa de control que se desarrolla a través de un resistor de polarización 39 que está conectado en serie con un tubo rectificador 40, un potenciómetro 41 y el centro de un transformador de placa 42 que está suministrado de energía por una
25 fuente adecuada 43 de frecuencia variable, como por ejemplo un oscilador ordinario de alta frecuencia o transmisor de radio. Dicho potenciómetro 41 está derivado a través



1947

172817

de una pila de polarización 44 y esta adaptado para controlar la antes mencionada interrupción en el tubo rectificador 40. La fuente de frecuencia variable 43 está adaptada para establecer, por medio de un dispositivo de acoplamiento 45, una base relacionada de tiempo en un osciloscopio 46 que está conectado a la salida de un receptor 47 que, a su vez, está unido a una antena 48.

La acción controladora del triodo 36 sobre la administración de corriente de placa al oscilador 34 es una función de la onda de polarización producida en el resistor 39, y la forma de esta onda, cuando el cursor del potenciómetro 41 está situado en su extremo inferior o negativo, es la de un rectificador típico de onda llena como ilustrada en la figura 3a. Si ahora se mueve el cursor del potenciómetro 41 hacia su extremo superior o positivo, el efecto resultante es, por decirlo así, el recorte de los puntos agudos del dibujo de onda representado en la figura 3 y la producción de una forma de onda similar a la mostrada en la figura 3b, y en la figura 3c ~~este~~ dicho movimiento del cursor continúa.

Con excepción de períodos muy cortos, la corriente no fluye a través del triodo 36 y, si se toma la línea a-a de las figuras 3a, 3b y 3c como correspondiente a la polarización interruptora del triodo 36, este último conducirá corriente únicamente los períodos de tiempo representados por las cumbres de las ondas rectificadas que se extienden arriba de dicha línea a-a. Sobre esta base, la forma de onda mostrada en la figura 3a puede usarse para es-



ENE. 1947

172817

5 tabeacer conducción por un periodo de tiempo o duración que está representada por la expresión $\frac{2k}{f}$, en que k es un factor que denota la agudez de la cumbre de la onda en términos de grados por medio ciclo, y f es la frecuencia de la fuente 43 en megaciclos. Cualquiera disminución o aumento en la onda en su cumbre denota un aumento de k o un alargamiento de la duración del impulso como queda mostrado por ejemplo, en las figuras 3b y 3c; mientras que la frecuencia f, por otro lado determina el intervalo entre impulsos sucesivos. La siguiente tabla ~~adita~~ gráficamente los valores de $\frac{2k}{f}$ en segundos como una función de la frecuencia medida en ciclos, mientras que k es igual a 1.8 grados por medio ciclo o numéricamente .01;

15

f =	.1x10 ⁶	1.0x10 ⁶	10.10 ⁶
$\frac{2k}{f}$ =	.2x10 ⁻⁶	.02x10 ⁻⁶	.002x10 ⁻⁶

20 Este control del flujo de corriente a través del triodo 36 tiene dos efectos deseables. En primer lugar, la fuente de fuerza únicamente necesita tener una capacidad limitada, porque su energía se suministra durante un periodo muy corto, como por ejemplo, una fracción de un segundo, que corresponde al valor de k. En segundo lugar, la duración de cada impulso es tan corta, ^{que} únicamente empieza a efectuar la propagación posible de onda en espacio, con el resultado de que el osciloscopio 46 no mostrará una o más líneas que

25 representan el efecto de transmisión y recepción casi instantáneas, sino descompondrá las señales recibidas en un espectro o una serie de impulsos sucesivos que llegan con amplitud diferente y a intervalos diferentes, como se ve en la

172817:

figura 4 de los dibujos anexos. Estas señales sucesivamente recibidas, indicadas por las líneas en la figura 4, representan partes de los impulsos originales de transmisión de ondas que han sido retardados en transmisión directa o por medios de tierra de conductividad diferente y constante dieléctrico diferente, o que han sido reflejados irregularmente por los medios.

Nuestra invención hace uso deliberado de estos efectos al producir una serie de espectros de impulsos para fines de comparación e interpretación de las diferencias entre ellos con respecto a su significativo geofísico. Para ilustrar esta última declaración, supongamos que el resonador 38 esté situado a manera de descargar los rayos al espacio, en cual caso el espectro recibido incluirá únicamente líneas como las mostradas en la figura 4a e indicadas por 49, porque no se ha llevado a cabo ninguna reflexión, refracción o distorsión; y las líneas en la figura solamente representan impulsos sucesivos o descargas visualmente registrados por el osciloscopio 46 de acuerdo con la regulación de tiempo de los impulsos transmitidos que también se imprime sobre el osciloscopio por la acción del dispositivo de acoplamiento 45. Si ahora se asume además que la posición del resonador 38 ha cambiado tanto que los rayos que emanan de él viajan a la tierra y hacen contacto con una sustancia metálica, entonces fracciones pequeñas de los impulsos originales de frecuencia ultraelevada se reflejarán hacia atrás adentro del receptor 47 y registrarán líneas pequeñas situadas en algún punto entre cada dos de las líneas



172817

más largas, como queda indicado en la figura 4b, donde las líneas cortas están indicadas por 50. En este caso, el espacio entre las líneas largas 49 y las líneas cortas 50 es una medida del tiempo necesario para que los impulsos descargados lleguen a la substancia metálica para ser refle-

5

tados hacia atrás al receptor, mientras que la longitud de las líneas 50 sería una medida de la intensidad de la reflexión, y, por consiguiente, del tamaño de la substancia metálica. La amplitud o fuerza de las líneas cortas 50 no

10

puede variarse definitivamente por el ajuste del resonador 38, pero el espacio de dichas líneas cortas (entre ellas), cuando menos teóricamente, puede variarse en un grado substancial mediante el ajuste de la fuente de frecuencia 43.

Si se asume que la substancia metálica esté em-

15

potrada en un medio de menor conductividad, como por ejemplo en agua de mar, entonces se puede esperar que la mayor parte de la energía del rayo que entra en el agua de mar será absorbida o reflejada directamente y que únicamente fracciones muy pequeñas de ella llegarán al objeto metálico, y solamente fracciones todavía más pequeñas serán refle-

20

jadas por él. Sin embargo, cuando ocurre esta última reflexión, el espectro retratado por el osciloscopio 46 tomará una forma como la mostrada en la figura 4c donde las líneas largas 49 nuevamente representan los efectos directos de transmisión, las líneas medianas 51 representan la reflexión de agua de mar, y las líneas cortas 50 representan la reflexión de la sustancia metálica, especialmente si el

25

medio de agua de mar es de profundidad considerable. En vis-



E. 1947

172817

ta de la explicación anterior, se puede decir que, si nuestra combinación de receptor y transmisor se lleva arriba del agua, como por ejemplo en un aeroplano, y si la onda de frecuencia ultralevada se dirige verticalmente hacia la tierra, el osciloscopio 46 normalmente mostrará únicamente dos líneas, como representadas en la figura 4b, mientras que la aparición repentina de una tercera línea como en la figura 4, sería indicativa de un objeto con una conductividad diferente de la del agua de mar, y condiciones similares existirían con respecto a trabajo geofísico.

Así, si se lleva el instrumento arriba de una área de la superficie de la tierra que es bastante uniforme de un punto de vista geológico, aparecería una vista del tipo mostrado en la figura 4, y esta vista persistiría hasta que cambie el carácter del subsuelo en tal grado que causa un cambio en dicha vista. El área indicada por dicho cambio en la vista podría marcarse o investigarse más tarde, por medio de cualquiera de un número de procedimientos para exploración geofísica bien conocidos, sobre la superficie de la tierra para llegar a una conclusión final con respecto al significativo exacto del cambio observado en la vista.

Como queda dicho en lo anterior, nuestra invención produce una exploración geofísica muy rápida y precisa desde el aire o de la mar, mediante la cual el operador puede determinar no solamente la posición, sino también el largo, el ancho, el grueso, el perfil y la profundidad debajo de la superficie de la tierra, de los depósitos buscados de una manera aproximada. En el caso de exploración del



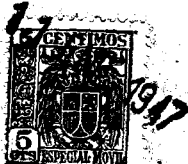
172817

tipo magnético, el operador simultáneamente puede investi-
gar tres componentes magnéticos de campo uno a ángulos rec-
tos al otro, y le es posible llevar a cabo mediciones mag-
néticas con una sensibilidad de una gama o aún menos. Aun-
5 que nuestro aparato está adaptado para uso durante su trans-
portación en cualquier manera arriba de áreas bajo investi-
gación, hemos encontrado, como previamente se ha notado, que
se puede llevar a cabo una exploración especialmente efec-
tiva desde aeroplanos del tipo de helicóptero, en gran par-
10 te debido a su habilidad para vuelos horizontales y vertica-
les a velocidades muy variadas.

Donde, en las reivindicaciones, nos referimos a
aviones, este término se usa en su sentido genérico y debe
cubrir tanto aeropaves más ligeros que el aire como aerona-
15 ves más pesados que el aire, no impelidos y impelidos en
cualquier manera, captivos o libres. Similarmente, el tér-
mino buques de mar debe cubrir tantos buques de superficie y
buques submarinos, y todos tipos de dispositivos flotantes
impelidos o no impelidos.

20 Queremos que se entienda bien, que pueden hacerse
muchos cambios en la forma, construcción, disposición y ma-
terial de nuestro aparato; en la manera de montarlo y trans-
portarlo, sin salir del espíritu y alcance de la invención
y que no queremos limitarnos a los detalles aquí mostrados
25 y descritos, sino únicamente por las reivindicaciones ane-
xas.

Habiendo así descrito nuestra invención, conside-
ramos como de nuestra exclusivo derecho, lo contenido en



172817

las siguientes reivindicaciones.

- o - N O T A - o -

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España por VEINTE años, son las siguientes:

10

1ª.- Un aparato para exploración geofísica que comprende: un instrumento para descubrir la presencia de anomalías de la tierra, un aeroplano para transportar dicho instrumento, medios estabilizadores automáticos para montar el instrumento en el aeroplano, y medios también montados en el aeroplano para registrar efectos de dichas anomalías, mediante el cual se puede averiguar la posición aproximada y las características geofísicas de dichas anomalías.

2ª.- Aparato según la reivindicación 1ª, en el cual el medio estabilizador es giroscópico.

3ª.- Aparato según la reivindicación 1ª o 2ª, en



1947

172817

el cual el vehículo es un buque de mar.

5 4º.- Aparato para exploración geofísica que comprende: un instrumento para descubrir la presencia de anomalías en la tierra, un aeroplano del tipo de helicóptero para transportar dicho instrumento, y medios montados en el aeroplano para registrar efectos de dichas anomalías, mediante el cual se pueden averiguar la posición aproximada y las características geofísicas de dichas anomalías.

10 5º.- Aparato según la reivindicación 1ª o 2ª, en el cual el aeroplano es del tipo de helicóptero.

6º.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el instrumento para descubrir la presencia de anomalías en la tierra incorpora una brújula inductora.

15 7º.- Aparato según las reivindicaciones 1ª, 2ª, 3ª, 4ª o 5ª, en el cual el instrumento para descubrir la presencia de anomalías de la tierra incorpora un puente de permeabilidad.

20 8º.- Aparato según las reivindicaciones 1ª, 2ª, 3ª, 4ª o 5ª, en el cual el instrumento para descubrir la presencia de anomalías de la tierra incorpora una pluralidad de magnetrones.

25 9º.- Aparato según las reivindicaciones 1ª, 2ª, 3ª, 4ª o 5ª, en el cual el instrumento para descubrir la presencia de anomalías en la tierra incorpora un transmisor de ondas de frecuencia ultraelevada.

10º.- Aparato según las reivindicaciones 1ª, 2ª



172817

3^a, 4^a o 5^a, en el cual el instrumento para descubrir la presencia de anomalías de la tierra incorpora un transmisor de ondas de frecuencia ultraelevada y un indicador de rayos de cátodo.

5

11^a.- En un aparato para exploración geofísica un instrumento para magnéticamente descubrir la presencia de anomalías de la tierra que comprende: una pluralidad de magnetrones, una bobina de control para cada magnetron y conectada a él, y medios para suministrar corriente eléctrica a las bobinas de control.

10

12^a.- Aparato según la reivindicación 11^a que también incluye una bobina auxiliar de reacción conectada a cada magnetron.

15

13^a.- En un aparato para exploración geofísica, un instrumento para eléctricamente descubrir la presencia de anomalías de la tierra, que comprende un transmisor de ondas de frecuencia ultraelevada, y un dispositivo receptor para descubrir y medir tales ondas cuando se reflejan, se refractan o se distorsionan.

20

14^a.- Aparato según la reivindicación 13^a, en el cual el dispositivo receptor es un indicador de rayos de cátodo.

15^a.- Aparato según la reivindicación 13^a o 14^a, que también incluye un triodo conectado al transmisor.

25

16^a.- Aparato para exploración geofísica sustancialmente como queda descrito.

17^a.- Un aparato para la exploración geofísica.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante-



1947

172817

cede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Entre líneas "soporte" y "que", valen.

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

5

Madrid, 11 ENE. 1947

P. A.
Alberto de Elzaburu

Por medio

172817



Fig. 1.

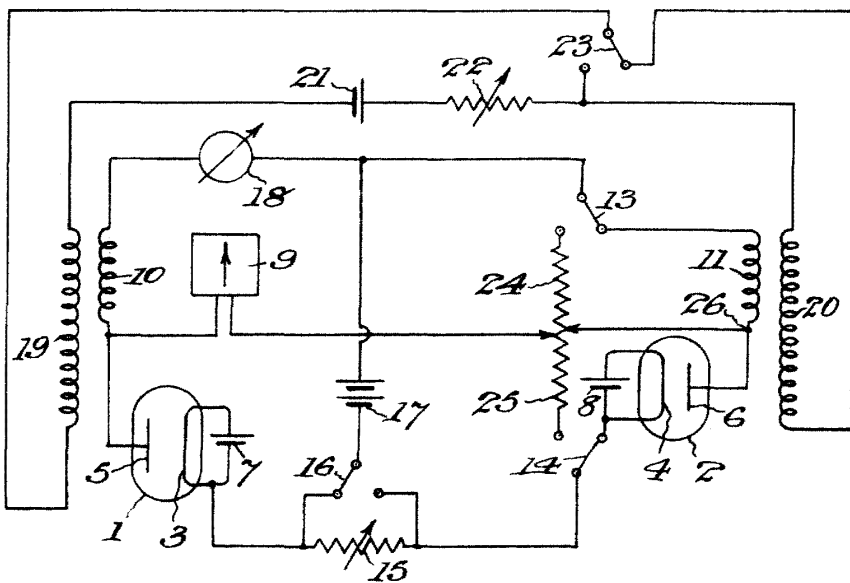
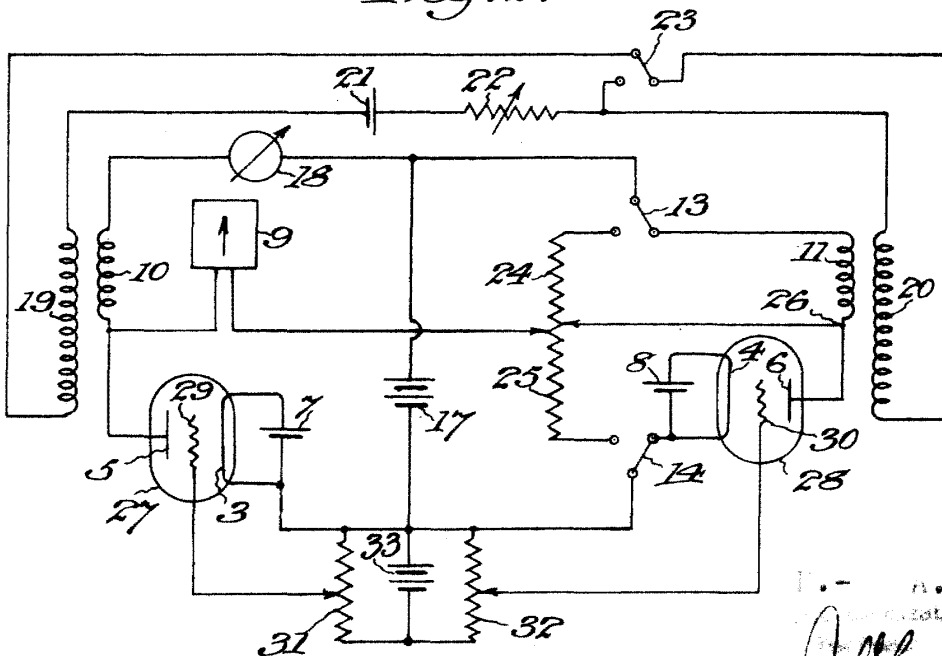


Fig. 2.



Handwritten signature and text at the bottom right of the page.

172817



Fig. 3.

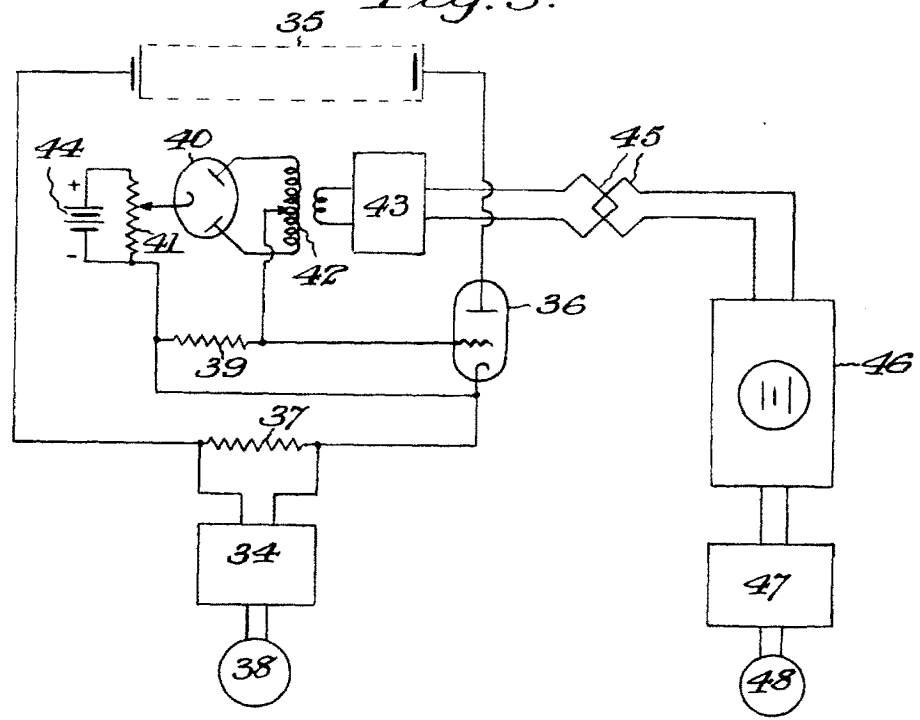


Fig. 3^a

Fig. 3^b

Fig. 3^c

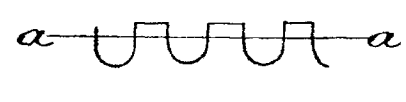
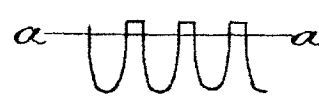
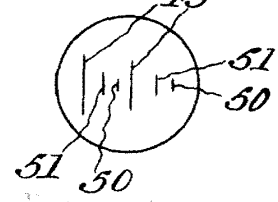
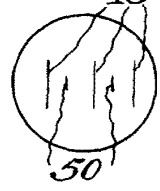
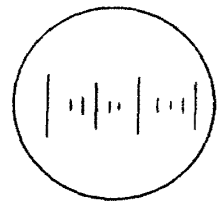


Fig. 4.

Fig. 4^a

Fig. 4^b

Fig. 4^c



[Handwritten signature]