

227976

P.- 14.301

- 2 NOV. 1956

227976



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

a nombre de ERIK HELMER LAURENTIUS HEDSTROM y de RUBEN VAL-
DEMAR TEGHOLM, de nacionalidad sueca, residentes el 1º en
Eriksbergsgatan 12 A, Estocolmo y el 2º en Simrishamnsvägen
14, Johanneshov, por:

"UN METODO PARA DESCUBRIR Y EXPLORAR YACIMIENTOS MINERALES
Y OTRAS FORMACIONES GEOLOGICAS CUERPOS METALICOS SUBTERRA-
NEOS Y SIMILARES "

El presente invento se refiere a un método elec-
tromagnético de inducción para la prospección, es decir, el
descubrimiento y la exploración, de yacimientos minerales y
de otras formaciones geológicas, cuerpos metálicos subterrá-



1956

227976

neos y similares.

En el pasado se han creado muchos métodos de prospección diferentes por inducción electromagnética, según los cuales un campo electromagnético alterno de audio-frecuencia, el campo primario, se establece por medio de un sistema de transmisión o unidad de transmisión que comprende un solenoide recorrido por un flujo de corriente alterna, o un bucle de cable suspendido por encima o dispuesto sobre el terreno y recorrido por un flujo de corriente alterna, o un cable recto dispuesto sobre el suelo y puesto a tierra en ambos extremos y recorrido por un flujo de corriente alterna. Entonces, las líneas de fuerza del campo primario penetran en la roca y dan origen a corrientes parásitas en cualesquiera conductores eléctricos enterrados en ella, por ejemplo, ciertos cuerpos minerales que son penetrados por ella. El campo magnético alterno producido por tal corriente parásita, el campo secundario, tiene la misma frecuencia que el campo primario pero puede estar más o menos desfasado con relación a él. El campo secundario, o campos secundarios, provocará perturbaciones locales del campo primario que pueden descubrirse y medirse permitiendo localizar cuerpos conductores presentes en la roca. Para detección de las denominadas anomalías en, por ejemplo, la componente real (en fase) y/o la componente imaginaria (desfasada) del campo se emplea a menudo el denominado método de compensación, según el cual el voltaje inducido por el campo total, a saber los campos primario y secundario en



común, en un solenoide o en una denominada bobina recepto-
ra, se compara con un voltaje de referencia transmitido por
cable desde el transmisor. Si en el sistema de transmisión
se usa un solenoide como antes se ha dicho, denominado bobina
5 de transmisión, entonces la amplitud del campo primario
variará inversamente a la tercera potencia de la distancia
desde la bobina de transmisión. Para una mediación exacta es
en extremo importante, desde luego, que la orientación mutua
de, y la distancia entre, la bobina de transmisión y la bobina
10 de recepción se determinen con gran exactitud ya que, por
ejemplo, incluso un error de 1% en la distancia supondrá un
error de 3% en la amplitud del campo que se está midiendo.
Esta condición es cierta, naturalmente, tanto cuando la bobina
de transmisión y la bobina de recepción se mueven simul-
15 táneamente a lo largo de un perfil de terreno a medir, en
cuyo caso se tiende al mantenimiento de una distancia constan-
te entre estas bobinas, y cuando, para hacer mediciones deta-
lladas, la bobina de transmisión se mantiene estacionaria
mientras se cambia progresivamente la distancia desde ella
20 de la bobina de recepción. Con respecto a los métodos que
se han propuesto para llevar a cabo prospección por induc-
ción electromagnética desde aviones, las condiciones que se
acaban de describir han supuesto muchas dificultades ya que
los cambios mutuos en la orientación y en la distancia serán
25 entonces relativamente grandes, por ejemplo entre una bobina
de transmisión que se lleva en el avión y una bobina de re-
cepción que se remolca detrás del avión. (Un sistema que ten-

227976

ga bobinas de transmisión y de recepción fijamente inter-
situadas no puede usarse en este caso porque la distan-
cia entre las bobinas será entonces demasiado pequeña en
comparación con la altitud de vuelo necesaria, con lo que
5 los cuerpos conductores presentes en la roca ya no reve-
larían su presencia). Con el fin de vencer estas dificul-
tades se ha propuesto entre otras cosas usar simultáneamen-
te un sistema de una pluralidad de bobinas de transmisión
dispuestas mutuamente cerca e interconectadas rígidamen-
10 te y destinadas a transmitir una pluralidad de campos pri-
marios de frecuencias diferentes, y un sistema correspon-
diente de una pluralidad de bobinas receptoras dispuestas
mutuamente cerca y rígidamente interconectadas, registrán-
dose el voltaje inducido en cada una de las bobinas recepto-
15 ras con respecto solamente a una de dichas frecuencias, res-
pectivamente (filtro de separación). Aún cuando ésto permite
que los cambios de distancia sean compensados, quedarán to-
davía en esencia los errores resultantes de los cambios en
la orientación relativa de las bobinas de transmisión y
20 de recepción. Con el fin de compensar estas condiciones, se
ha propuesto en el pasado la incorporación de disposiciones
muy complicadas que suponen "bobinas de corrección", control
por seguimiento de las bobinas de transmisión y de recepción
e incluso una basculación continua de una bobina receptora
25 para que ocupe repetidamente una posición en la cual el campo
primario induce en la bobina un voltaje cero.

El presente invento tiene por objeto crear un



227976

método simplificado y mejorado para la prospección por inducción electromagnética, por el cual se vencen las dificultades que se acaban de mencionar debidas a variaciones incontrolables con respecto a la distancia mutua y a la orientación recíproca entre las bobinas de transmisión y de recepción, dificultades que nacen primordialmente en los equipos de prospección desde aviones.

En un método de acuerdo con el presente invento, se hace uso de un campo alterno magnético establecido por una unidad transmisora estacionaria o que se mueve de modo continuo, y el detalle característico principal de este invento reside en que por medio de por lo menos dos dispositivos receptores que no están eléctricamente interconectados con la unidad de transmisión y que son movidos de modo continuo sobre la región de exploración por tierra, agua o aire, los gradientes sobre el espacio entre dichos dos dispositivos receptores de anomalías establecidas en dicho campo alterno magnético en la región de explotación, se miden y/o se registran de modo continuo. La utilización para tal exploración, de los gradientes sobre el espacio entre dos bobinas receptoras de anomalías establecidas hará innecesario el uso de un voltaje de referencia desde la unidad transmisora de modo que no habrá necesidad de un cable de transmisión que interconecte la unidad transmisora y la unidad receptora y, además, aquellas dificultades que entran en juego en variaciones incontrolables de distancia y orientación entre las bobinas receptora y transmi-

227976

sora serán evitadas.

Otros objetos y ventajas del presente invento se expondrán o resultarán evidentes por la siguiente descripción tomada en relación con los dibujos anejos en los cuales:

5 Las figs. 1 y 2 forman juntas una representación diagramática en bloque de aparatos preferidos para llevar a la práctica el método modificado según el invento, ilustrando la fig. 1 una unidad de transmisión, e ilustrando la fig. 2 una unidad de recepción que comprende dos dispositivos receptores y su disposición en el circuito de interconexión.

10 La fig. 3 es una vista diagramática en planta desde arriba de dos aviones uno de los cuales lleva una unidad de transmisión, mientras que el otro lleva dos dispositivos receptores; y

15 La fig. 4 es una vista en planta desde arriba de un avión remolcando tras él dos cajas aerodinámicas o "bombas" que contienen dispositivos receptores.

20 Con referencia ahora más particularmente a las figs. 1 y 2 la unidad transmisora de la fig. 1 comprende un oscilador o generador 51 destinado a suministrar una corriente alterna (a una frecuencia de, por ejemplo, 1.000 ciclos por segundo) a una bobina de transmisión 52 de modo que se haga que esta última establezca un campo primario.

25 Los voltajes inducidos en las dos bobinas receptoras 53 y 54 de la unidad receptora de la fig. 2 por los campos primario y secundario, respectivamente, son amplificadas por



227976

los dos amplificadores 55 y 56. Los voltajes de salida de las bobinas 53 y 54 estarán mutuamente en fase mientras las bobinas sean excitadas exclusivamente por el campo primario establecido por la bobina de transmisión 52 e independientemente de la orientación mutua de las bobinas. Cuando se mueve sobre una formación geológica eléctricamente conductora será establecido un campo secundario que provoca un desfase entre los voltajes inducidos en las dos bobinas receptoras. En la fig. 2, el número 57 designa un dispositivo usual adecuado de medición y registro del tipo destinado a medir o registrar solamente la diferencia de fase entre los dos voltajes de salida obtenidos de los dos dispositivos receptores. Así, un registro o indicación de este dispositivo se obtendrá solamente cuando la unidad receptora se esté moviendo más allá de una formación geológica eléctricamente conductora (por ejemplo, una masa de mineral). Como el dispositivo registrador 57 es del tipo bien conocido apto para la medición o registro directos del desfase, indicará directamente el gradiente del desfase sobre el espacio entre las dos unidades receptoras.

Al moverse la unidad receptora sobre la superficie de la tierra a una gran velocidad, el desfase entre los voltajes de salida de las bobinas receptoras cuando se mueven a través de un campo secundario cambiará con rapidez relativamente grande. Un segundo registrador automático 58 está destinado a registrar la proporción de cambio con el tiempo de la diferencia de fase entre los dos voltajes inducidos en las bobinas. Este registro supone una

227976

gran ventaja puesto que no se registrará el nivel de ruido constante que no puede ser eliminado por completo.

5 Un tercer instrumento registrador 59 está destinado a registrar el voltaje diferencial o la razón (cociente) entre los voltajes inducidos en las dos bobinas receptoras. Este registro indicará el gradiente del campo alterno magnético sobre el espacio entre las dos bobinas receptoras. En este caso el registro no dependerá apreciablemente de las variaciones en las distancias entre la unidad
10 de transmisión y los dos dispositivos receptores. Si estas distancias aumentaran, por ejemplo, desde 200 y 222 metros respectivamente, a 205 y 230 metros, respectivamente, esto implicaría un cambio entre los voltajes de las dos bobinas de solo 1,25%, al paso que el cambio de voltaje sufrido por
15 cada bobina receptora debido al cambio de la distancia sería unas 10 veces este porcentaje.

Otro registrador 60 está destinado a registrar la proporción de cambio con el tiempo del gradiente obtenido del registrador 59. Como se señaló en el caso anterior,
20 el registro de una proporción de cambio con el tiempo no será afectado por el nivel de ruido constante ni por las variaciones lentas en las relativas posiciones.

Análogamente a lo que hemos señalado antes los componentes del equipo descrito, tales como bobinas, amplificadores y registradores, son puramente corrientes en su
25 naturaleza y, por tanto, la elección de los diversos elementos en cualquier caso real sería evidente para cual-



227976

quier técnico, de modo que no es preciso describir espe-
cíficamente en detalle tales componentes o elementos. Los
amplificadores, con el fin de obtener un bajo nivel de ruido,
deben sintonizarse a la frecuencia del transmisor. El regis-
5 trador automático para el desfase es de cualquier tipo
usual conveniente. Podría consistir también, por ejemplo, en
un registrador para inscribir automáticamente una variación
de voltaje de corriente continua, en cuyo caso estaría asocia-
do con los amplificadores a través de cualquier dispositivo
10 corriente destinado a suministrar un voltaje de corriente con-
tínua proporcional al desfase entre los dos voltajes de sa-
lida obtenidos de las bobinas receptoras. Tales disposicio-
nes han sido descritas en la bibliografía especial a este
respecto. Los otros instrumentos de registro son también
15 de cualquier tipo usual adecuado y podrían emplearse también,
entre otras cosas, para el registro de cociente a que antes
se ha aludido. Los aparatos necesarios para registrar deri-
vados de los cambios antes mencionados de desfase y volta-
je diferencial podrían consistir también, por ejemplo, en
20 una resistencia y un condensador conectados en la forma
usual, bien conocida para los técnicos.

La unidad de transmisión y la unidad de recep-
ción que comprenden los dos dispositivos receptores puede mo-
verse sobre la superficie del terreno en cualquiera de las
25 diversas formas. La unidad transmisora puede montarse en
un avión 61, fig. 4, que mediante un cable arrastra dos
cajas aerodinámicas o bombas 62 y 63 que contienen bobi-

227976

nas receptoras y amplificadores conectados a través de un cable eléctrico con los restantes componentes que van en el avión. La distancia entre las bobinas receptoras (unos 24 metros) es relativamente corta en comparación a su distancia desde la unidad de transmisión (unos 200 metros) las mediciones o registros pueden realizarse con bobinas dispuestas horizontal o verticalmente orientadas en el último caso en ángulo recto a la dirección de vuelo. La dirección de vuelo es en esencia adecuadamente perpendicular a la del yacimiento 69 de la formación geológica considerada.

La unidad de transmisión puede instalarse también en un avión que remolca tras él un planeador en el cual están instalados dos o más dispositivos de recepción. En este caso, el registro se lleva a cabo fácilmente en el planeador, ya que no se necesita interconexión directa de las unidades de transmisión y de recepción en la disposición descrita en lo que antecede. Será posible también en la forma que acabamos de describir instalar el equipo de medición en dos aviones separados absolutamente entre sí, uno de los cuales se hace volar a una distancia constante predeterminada tras el otro. La distancia entre los dos aviones no será crítica. En este caso, como en el anterior, uno de los dos aviones, por supuesto, podría remolcar tras él en un cable relativamente corto bombas que contienen los receptores, para hacer que éstos últimos se muevan tan cerca como sea posible de la superficie del sue-



227976

lo, aumentando así su sensibilidad.

Por mediciones se ha encontrado que los campos secundarios resultantes, y especialmente la proporción de cambio con el tiempo de los campos secundarios y de sus gradientes, aumentarán considerablemente si los dispositivos receptores, poco espaciados uno tras otro y alineados en relación yuxtapuesta con la unidad de transmisión, son movidos perpendicularmente a la dirección del yacimiento geológico 70, fig. 3, en comparación al caso en que los dispositivos receptores son remolcados detrás de la unidad de transmisión, como se ha propuesto antes. En esta realización del invento, la unidad de transmisión puede instalarse en el avión 66, fig. 3, o remolcarse detrás de él, mientras que los dispositivos receptores pueden disponerse en tandem en el otro avión 67 o remolcarse detrás de él. Los voltajes inducidos en los dispositivos receptores variarán en magnitud inversamente a la tercera potencia de la distancia entre los dos aviones. El voltaje de salida obtenido de una de las bobinas, por ejemplo la bobina 53, fig. 2, después de amplificación en el amplificador 55, accionará un instrumento indicador 68 que puede ser un voltímetro usual, lámparas indicadores, etc. Guiada por este instrumento indicador, el piloto del avión 67 podrá mantener la distancia desde el avión 66 dentro de límites muy estrechos ya que, como hemos dicho antes, el voltaje inducido en la bobina receptora varía inversamente a la tercera potencia de la distancia desde la unidad transmisora de modo que un cambio relativamente peque-

227976

ño en esta distancia dará como resultado una desviación relativamente grande del instrumento indicador.

5 Cuando se usan dos aviones que vuelan en dirección yuxtapuesta, de acuerdo con este método, se cubrirá en la primera pasada de investigación una zona relativamente ancha de la región de exploración a lo largo del perfil de vuelo, que corresponde aproximadamente a la separación de los dos aviones, al paso que en el caso de remolque o vuelo de los dispositivos receptores detrás de la unidad de transmisión, se cubrirá solamente una zona
10 de la región de exploración que tiene una anchura del orden de magnitud de la altitud de crucero que, a su vez, está muy restringida.

15 Aún cuando el presente invento ha sido descrito conjuntamente con realizaciones preferidas, ha de entenderse que puede recurrirse a modificaciones y variaciones sin apartarse del espíritu y del alcance del invento, como comprenderán fácilmente los técnicos. Se considera que tales modificaciones y variaciones quedan dentro del alcance de las reivindicaciones anejas.
20

.oOo. N O T A .oOo.

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los si-



227976

güentes:

5 1º.- Un método para descubrir y explorar yaci-
mientos minerales y otras formaciones geológicas, cuerpos
metálicos subterráneos y similares en el cual un campo
magnético alterno es establecido por medio de una unidad
transmisora estacionaria o que se mueve continuamente, ca-
10 racterizado porque, por medio de por lo menos dos disposi-
tivos receptores que no están eléctricamente interconec-
tados con la unidad transmisora y que se mueven continua-
mente sobre la región de exploración, por tierra, agua o
aire, los gradientes sobre el espacio entre dos disposi-
15 tivos receptores, de anomalías establecidas en dicho cam-
po magnético alterno en dicha región de exploración se mi-
den y/o registran continuamente.

15 2º.- Un método según se reivindica en el punto
1º, caracterizado porque la medición y/o el registro de
los gradientes y anomalías establecidas en dicho campo
magnético alterno se realiza mientras se mueven la unidad
transmisora y los dispositivos receptores mientras se man-
20 tiene sustancialmente constante la distancia entre ellas
a lo largo de un perfil de exploración con la unidad trans-
misora y los dispositivos receptores en relación mutua
en tandem.

25 3º.- Un método según se reivindica en el punto
1º, caracterizado porque la medición y/o el registro de
los gradientes de anomalías establecidas en dicho campo
magnético alterno se lleva a cabo mientras se mueve la

227976

unidad transmisora sobre la región de exploración en una dirección, y moviendo simultáneamente los dispositivos receptores en una segunda dirección sustancialmente paralela a dicha dirección primeramente mencionada y de tal modo que se haga que la unidad transmisora y los dispositivos receptores se muevan sustancialmente alineados en relación lado a lado.

5
4º.- Un método según se reivindica en cualquiera de los puntos 1º a 3º, caracterizado porque el gradiente de la anomalía de fase sobre el espacio entre dos dispositivos receptores se mide y/o se registra midiendo la diferencia de fase entre voltajes inducidos en los dos dispositivos receptores.

10
5º.- Un método según se reivindica en cualquiera de los puntos 1º a 3º, caracterizado porque el gradiente del campo magnético alterno sobre el espacio entre dos dispositivos receptores se mide y/o se registra midiendo la diferencia de voltaje o la relación de voltajes inducidos en los dos dispositivos receptores.

15
6º.- Un método según se reivindica en cualquiera de los puntos 1º a 3º y 4º, caracterizado por medir y/o registrar la proporción de cambio con el tiempo del desfase entre voltajes inducidos en dos dispositivos receptores.

20
7º.- Un método según se reivindica en cualquiera de los puntos 1º a 3º y 5º, caracterizado por medir y/o registrar la proporción de cambio con el tiempo de la diferencia de voltaje o de la relación de voltajes inducidos en



- 2 NOV

227976

dos dispositivos receptores.

5 8^o. - Un método según se reivindica en cualquiera de los puntos 1^o a 7^o, caracterizado por determinar la distancia de un dispositivo receptor desde la unidad transmisora por medio de un instrumento indicador conectado al dispositivo receptor y destinado a responder a la amplitud del voltaje inducido en el dispositivo receptor.

10 9^o. - Un método para descubrir y explorar yacimientos minerales y otras formaciones geológicas, cuerpos metálicos subterráneos y similares.

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

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

Madrid, - 2 NOV. 1956

P.A.

Alberto de Elizaberr

Art



1056

Fig. 1

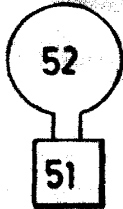


Fig. 2

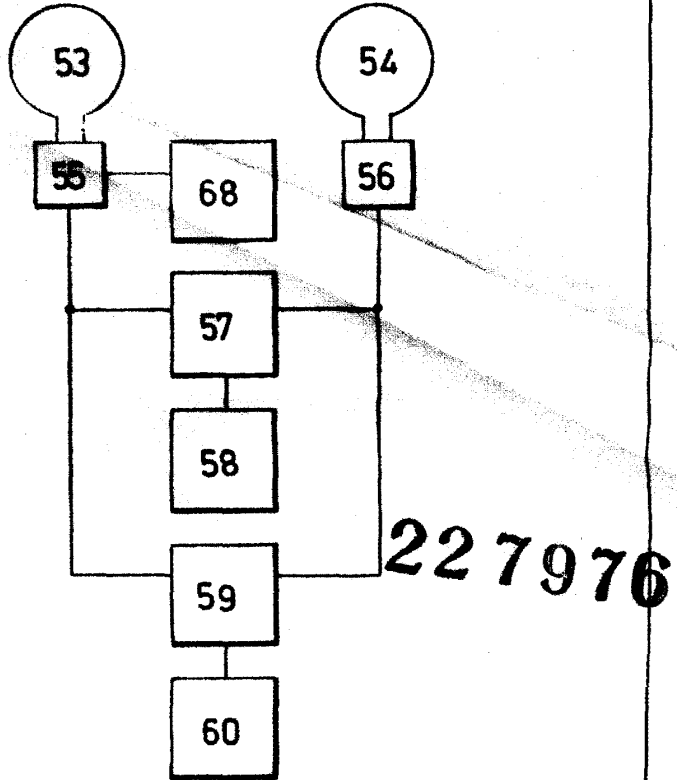


Fig. 3

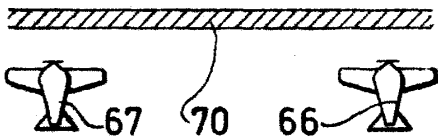
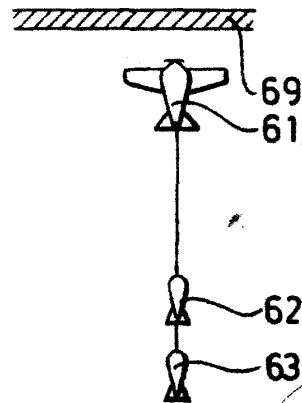


Fig. 4



Alberto de Bizzbur
Pat. Pden