

7520
EX-CA-II



Nº 431.024

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

=====

por VEINTE años

cuyo privilegio se solicita para España,
sus territorios y plazas de soberanía, a
favor de:

BARRINGER RESEARCH LIMITED

entidad canadiense, domiciliada en 304
Carlingview Drive, Rexdale, Ontario,
Canadá, relativa a:

"METODO PARA DETECTAR UN CUERPO CONDUCTOR
EN UN AREA"

=====

Inventor: Anthony Rene Barringer



En: GOIV

MEMORIA DESCRIPTIVA

Esta invención se refiere a la detección o percepción a distancia de cuerpos conductores y, en particular, a un método, realizado desde el aire ("aerotransportado") y desde el suelo, de exploración de minerales. - - - - -

5.

Muchas clases de depósitos de minerales valiosos contienen suficiente concentración de minerales sulfuro para hacerlos fuertemente conductores en comparación con las rocas que los rodean. Durante muchos años, los sistemas geofísicos para detectar estos depósitos han empleado campos electromagnéticos inductivos generados por bobinas transmisoras que llevan corrientes alternas que inducen corrientes parásitas dentro de cuerpos conductores situados por debajo de la superficie. Estas corrientes parásitas generan campos electromagnéticos secundarios que se combinan con el campo inductor primario para producir campos electromagnéticos resultantes. Estos campos electromagnéticos resultantes pueden ser detectados por medio de bobinas captadoras adecuadas y su fase y magnitud, con referencia al campo primario, pueden vigilarse durante el recorrido continuo o en una serie de puntos o estaciones predeterminadas. - - - - -

10.

15.

20.



- El problema de detectar los depósitos de debajo de la superficie aumenta substancialmente cuando quedan a profundidades mayores de unos 200 pies (aprox., 60 m) y cuando están cubiertos por terreno de recubrimiento conductor. Tal terreno de recubrimiento puede tomar la forma de arcilla glaciaria que es frecuentemente muy conductora debido a la capacidad de las partículas de arcilla de llevar cargas. Además, en las regiones semiáridas el terreno de recubrimiento puede ser altamente conductor debido a la presencia de sales que se lixivian hacia la superficie por medio de los efectos combinados de las lluvias erráticas y de los altos regímenes de evaporación. Cuando se utilizan sistemas electromagnéticos de prospección en presencia de terreno de recubrimiento conductor se inducen fuertes corrientes parásitas en el terreno de recubrimiento y se producen con ello campos secundarios que tienden a ocultar la presencia de campos secundarios que surjan de los depósitos minerales subyacentes. Además, el terreno conductor de recubrimiento tiende a atenuar la transmisión de los campos electromagnéticos y reduce la profundidad eficaz de penetración de los sistemas electromagnéticos de prospección geofísica. - - - - -
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- Existen dos tipos principales, en uso corriente, de sistemas aerotransportados de prospección electromagnética. Uno de los tipos emplea un montaje rígido de bobinas transmisoras y receptoras y el otro tipo emplea una disposición no rígida. En los sistemas "rígidos", las bobinas transmisoras y receptoras están montadas en los extremos
- 25.



opuestos de las alas de una aeronave, en el morro y en la cola del fuselaje de la aeronave o en los extremos opuestos de un largo brazo rígido remolcado detrás de un helicóptero. En todos estos sistemas las bobinas están raramente separadas más de 25 metros y frecuentemente mucho menos. En tales sistemas es necesario, para obtener los resultados óptimos, soportar las bobinas con un alto grado de rigidez de modo que los cambios de espaciado y de los ángulos relativos de las bobinas no superen algunas partes por millón. En la práctica, ello es difícil de lograr. Como resultado de ello, es en general deseable trabajar con sistemas rígidos en condiciones uniformes de aire. - -

Otro problema que se presenta con algunos de los sistemas rígidos convencionales es que cuando la bobina receptora está montada en los extremos de las alas o en la cola de la aeronave, los pequeños movimientos del blindaje metálico de la aeronave provocan ruido adicional, dado que tales movimientos tienden a hacer variar la forma de las corrientes parásitas inducidas por el transmisor de la aeronave. Además, las corrientes vagabundas de la aeronave, procedentes de generadores o de otro equipo eléctrico de la misma, crean ruido adicional que a veces es difícil de suprimir. - - - - -

En los sistemas electromagnéticos aerotransportados no rígidos, la bobina receptora es generalmente remolcada detrás de la aeronave en un receptáculo aerodinámico no metálico o "pájaro" que está típicamente conectado a la



- aeronave por lo menos por unos 50 metros de cable de remoll
cado. Una ventaja de esta disposición es que saca al "pá-
jaro" de la inmediata proximidad del aeronave y elimina
por ello algunas de las fuentes de ruido mencionadas ante
5. riormente. Sin embargo, dado que la bobina o bobinas re-
ceptoras cambian continuamente su acoplamiento con el camp
po primario, es necesario eliminar el campo primario por
ejemplo por detección de sólo los campos secundarios que
están exactamente en cuadratura de fase (es decir desfasa
10. dos a 90°) con el campo primario. Una de las desventajas
de tales sistemas de cuadratura, sin embargo, es que se
descarta la mayor parte del campo secundario, dado que es
tá en fase con el campo primario. Además, la cantidad más
bien limitada de información disponible en un sistema de
15. cuadratura no permite un análisis complejo de la conducti
vidad del terreno subyacente. - - - - -

- Otra técnica para eliminar los efectos del cambio
de acoplamiento con el campo primario es emplear una serie
de impulsos de alta energía y detectar el campo secunda-
rio transitorio que sigue a cada impulso. Se logra así una
20. separación en el tiempo entre los campos primario y secun
dario. Esta disposición se conoce como "técnica de transi
torios inducidos por impulsos". La principal desventaja
de esta técnica es que se descarta una gran parte del camp
po secundario, dado que es generada durante el período del
25. impulso primario. Como resultado de ello es necesario uti
lizar un transmisor de mucha mayor potencia que el típica
mente empleado en otros sistemas, a fin de compensar el



hecho de que se descarte la mayor parte del campo secundario. Un sistema de este tipo se describe en la patente U.S. 3.105.934. - - - - -

5. En la presente invención se combinan las ventajas de ambos sistemas electromagnéticos aerotransportados rígido y no rígido a fin de lograr altas relaciones de señal a ruido y una considerable discriminación contra el terreno de recubrimiento conductor en situaciones de conductividad compleja. La invención es aplicable tanto a configuraciones electromagnéticas aerotransportadas rígidas como no rígidas. - - - - -

15. La invención utiliza un campo electromagnético inductor primario que tiene una forma de onda compleja (es decir una forma de onda que comprende una pluralidad de frecuencias) para inducir corrientes parásitas en objetos conductores que quedan en la proximidad del campo que a su vez rerradían campos electromagnéticos secundarios. Es-
20. tos campos electromagnéticos secundarios tendrán una forma de onda que está distorsionada con respecto a la forma de onda del campo primario en un grado que depende del tamaño, la forma, la conductividad, la polarizabilidad y la permeabilidad del yacimiento o del objeto conductor. Tal distorsión es debida al hecho de que una forma de onda
25. compleja contiene una pluralidad de componentes de frecuencia, cada uno de los cuales es rerradiado (como resultado de las corrientes parásitas) con amplitudes relativas y desplazamientos de fase diferentes con respecto a la forma



de onda primaria. La amplitud y el desplazamiento de fase del campo secundario para cada componente de frecuencia están determinados por las características del cuerpo conductor. Además, el terreno de recubrimiento y los depósitos minerales en general tienen ciertas familias de respuestas identificables por separado que pueden clarificarse ampliamente y distinguirse unas de otras. - - - - -

Un método de detectar un cuerpo conductor en un área, según la presente invención, consiste en generar un campo electromagnético primario y dirigir dicho campo primario hacia dicha área, estando definido dicho campo primario por una forma de onda que varía con el tiempo, de composición de frecuencia y de fase conocida, conteniendo dicho campo una pluralidad de componentes de frecuencia suficientes para permitir la identificación de dicho cuerpo conductor de dicha área, provocando dicho campo primario que se induzcan corrientes parásitas en cualquier cuerpo conductor presente en dicha área que sea intersectado por dicho campo primario, originando dichas corrientes parásitas la formación de campos electromagnéticos secundarios; recibir señales electromagnéticas en la proximidad de dicho campo electromagnético primario, incluyendo dichas señales recibidas una primera porción que comprende señales que emanan de dicha zona y que responden en fase y amplitud a dichos campos electromagnéticos secundarios, y una segunda porción que es imputable al acoplamiento directo con dicho campo electromagnético primario; almacenar una pluralidad de formas de onda de referencia que están



relacionadas respectivamente de una manera predeterminada con dicho campo primario y con las respuestas eléctricas características de una pluralidad de tipos diferentes de cuerpos conductores; y comparar dichas señales electromagnéticas recibidas con dichas formas de onda de referencia almacenadas e indicar las formas de onda de referencia que proporcionan respectivamente la correlación óptima con una o más componentes elegidas de dichas señales recibidas. - - - - -

10. Se utilizan técnicas de tratamiento de señales computarizadas para obtener el mejor apareado entre las formas de onda de las señales recibidas y las formas de onda de referencia almacenadas que corresponden a estructuras o condiciones geológicas conocidas. Una ventaja de

15. la presente invención sobre los sistemas tales como la técnica de transitorios inducidos por impulsos descrita en la patente U.S. 3.105.934 es que puede analizarse, si se desea, todo el campo secundario, es decir el campo recibido durante el tiempo en que es operativo el campo primario.

20. Además, la presente invención proporciona, de hecho, un filtrado de banda estrecha de las formas de onda deseadas y el rechazo de las señales de ruido, tales como ruido térmico en la bobina receptora, microfónicos en el receptor, interferencia esférica procedente de tormentas próximas y remotas, etc. - - - - -

25. En los planos: - - - - -

la Fig. 1 es una vista esquemática de una aeronave



de prospección que lleva el aparato transmisor y receptor,

las Figs. 2 - 10 son vistas gráficas que ilustran formas de onda mencionadas posteriormente, y - - - - -

5. la Fig. 11 es un esquema de bloques de los componentes principales de una realización preferida de la invención. - - - - -

10. La invención se describirá con referencia a la utilización de un campo primario definido por una señal modulada de frecuencia periódica barrida rápidamente, por ejemplo una señal cuyo contenido de frecuencias varía progresivamente entre unos 165 Hz a 5.280 Hz con un régimen de repetición de unos 80 Hz. La señal puede ser generada por medio de una serie de condensadores que secuencialmente son conectados a un circuito oscilador para proporcionar una señal modulada de frecuencia barrida rápidamente. Pueden también ser adecuados para los condensadores de interrupción tiristores de silicio en los cruces cero de corriente, que son capaces de trabajar con muy alta energía. - - - - -

20. Con referencia a los planos, un campo electromagnético primario, cuya forma de onda se ilustra en la Fig. 2, es generado por paso de corriente producida por un transmisor 14 a través de una antena o bucle 10 de varias espiras que está instalado en una aeronave 11 u otro vehículo. 25. La energía suministrada por el transmisor 14 debe ser por



lo menos de un kilowatio. El campo principal y los campos secundarios rerradiados a partir de cuerpos conductores del terreno subyacente son captados en una o más bobinas receptoras 15 remolcadas por un vehiculo provisto de aletas, en forma de torpedo, denominado a continuacion "pájaro", que se indica en la Fig. 1 por medio del número 12 de referencia. El pájaro 12 puede estar provisto de pequeñas aletas, si se desea proporcionarle cierto tipo de sustentación para elevarlo hacia una posición conveniente de remolcado detrás de la aeronave, donde no toque con los árboles cuando vuela a poca altitud. Es usual colocar las bobinas receptoras en relación ortogonal entre sí, con una de las bobinas en acoplamiento máximo con el campo primario generado por el bucle 10. Las bobinas receptoras están conectadas a preamplificadores cuya salida se lleva a un equipo de tratamiento de las señales en la aeronave 11 por medio de conductores eléctricos del interior del cable 13 de remolcado. - - - - -

El campo primario es detectado por la bobina receptora 15 en forma de su derivada dado que la bobina 15 es sensible a la velocidad de cambio del flujo magnético. La forma de onda recibida del campo primario se ilustra en la Fig. 3. En presencia de un objeto conductor, tal como un yacimiento enterrado, la forma de onda recibida del campo secundario generado por el cuerpo o masa conductora es distorsionada de la forma ilustrada en la Fig. 4. Las posiciones de los cruces de cero de las formas de onda están distorsionadas y las amplitudes relativas de los com-



ponentes de baja y de alta frecuencia de la forma de onda varían en la señal recibida en comparación con el campo primario. - - - - -

- Una forma conveniente de describir la respuesta
5. de un conductor típico es en función de su producto de conductividad-espesor. Así, la respuesta es función de la conductividad absoluta del material en el que circula la corriente parásita multiplicada por el espesor de la placa conductora que contiene la corriente parásita. Esta solución está relacionada con el hecho de que una alta proporción de las masas o formaciones conductoras de la naturaleza, en la tierra, tienen una configuración plaquiforme.
- 10.

- Las respuestas del campo secundario a la excitación por una forma de onda de frecuencia barrida para una serie de placas conductoras, que tienen productos de conductividad-espesor de 1,6, 3,2, 6,4, 12,8, 25,6 y 51,2 mhos, se ilustran en las Figs. 4-9 inclusive, respectivamente. Se observará en la Fig. 4, en que el producto conductividad-espesor es el más bajo, que existe una considerable supresión del componente de baja frecuencia en comparación con el componente de alta frecuencia. Existen también substanciales desplazamientos de fase en los cruces de cero en todas las frecuencias. En las Figs. 8 y 9, en el extremo superior de la gama de productos de conductividad-espesor, existe muy poca distorsión de amplitud del campo secundario con respecto a las diferencias entre las componentes de alta y de baja frecuencia y los desplazamientos
- 15.
- 20.
- 25.



15 OCT 1974

tos de fase de los cruces de cero están limitados a las componentes de más baja frecuencia. - - - - -

En el caso de una masa o cuerpo de un producto de conductividad-espesor relativamente alto, tal como un yacimiento, por ejemplo un producto de conductividad-espesor de 12,8 mhos que queda debajo de un terreno conductor de recubrimiento de inferior producto de conductividad-espesor (por ejemplo 1,6 mhos), la respuesta del campo secundario combinado aparecerá como en la Fig. 10. - - - - -

5.

Se observará que las formas de onda para cada producto de conductividad-espesor tienen características claramente diferentes y que el dibujo de la forma combinada de onda que representa el yacimiento de debajo del terreno de recubrimiento es también diferente de todas las respuestas simples de conductividad. El sistema de procesado de señales de la invención tiene una pluralidad de canales de salida para indicar, respectivamente, la existencia de correlación entre una señal recibida y una pluralidad de señales almacenadas representativas de una pluralidad de productos diferentes de conductividad-espesor de terrenos de recubrimiento y yacimientos. En el caso de un yacimiento que quede debajo de un terreno de recubrimiento conductor, se obtendrá una salida a partir de dos canales, uno que responde a las características de conductividad del yacimiento. - - - - -

10.

15.

Un esquema de bloques de una realización preferida

20.

25.

150



de un sistema de tratamiento de señales según la invención se ilustra en la Fig. 11. Una bobina receptora 15 del pájaro 12 está destinada a tener suficiente amplitud de banda para seguir completamente las formas de onda del campo primario y está conectada a un preamplificador 16. La salida del preamplificador 16 se alimenta a un convertidor 17 de analógico a digital de la aeronave, por medio de conductores eléctricos del cable 13 de remolcado. - - - - -

El convertidor 17 de analógico a digital está conectado a una memoria de exploración 19 que explora sincrónicamente la forma de onda repetitiva y que la almacena en una unidad 20 de memoria tampón digital. La memoria tampón 20 es descargada a intervalos periódicos, tales como dos veces por segundo, y es comparada o apareada digitalmente en un pequeño computador 21 contra una familia de formas de onda almacenadas, específicas de respuestas típicas de terrenos de recubrimiento y de yacimientos. - -

El proceso utilizado en el computador 21 proporciona un ajuste óptimo de las formas de onda de referencia, junto con la forma de onda primaria, contra las formas de onda recibidas almacenadas en la memoria tampón 20. Las formas de onda recibidas son promediadas coherentemente, para cada bobina receptora, por turno, durante aproximadamente 32 ciclos para mejorar su relación de mensaje/ruido. Cada forma de onda resultante, promediada en el tiempo, se representa entonces matemáticamente como la suma de una forma de onda primaria más varias formas de onda de refe-



rencia, en que las amplitudes de las formas de onda primaria y de referencia se consideran parámetros a optimizar. El método preferido de optimización es el de los mínimos cuadráticos en que la suma de los cuadrados de las diferencias entre las formas de onda recibidas y su representación matemática es minimizada para la totalidad de las ordenadas de la forma de onda. - - - - -

5.

La oscilación continua del pájaro alrededor de su posición media durante el vuelo provoca una variación, que depende del tiempo, de la amplitud del campo primario en cada una de las bobinas receptoras. La compensación del efecto del movimiento del pájaro se logra tratando la amplitud del campo primario como una función lineal del tiempo, por lo que se añade un parámetro adicional a determinar durante la optimización por medio de los mínimos cuadráticos. - - - - -

10.

15.

Para ciertas configuraciones de las bobinas transmisoras y receptoras la respuesta del suelo es siempre acoplada positivamente a una de las bobinas receptoras, en el cual caso las amplitudes de las formas de onda de referencia son obligatoriamente positivas. Con la introducción de condiciones de desigualdad la suma de cuadrados tiene varios mínimos locales que son pesados según la bondad de un criterio de ajuste para dar una solución óptima. - - - - -

20.

25.

Otros factores que se incorporan en el esquema de optimización según se requiera, son una corrección del cam



5. po magnético inducido en las bobinas receptoras, debido a las corrientes parásitas de las alas del aeronave, y un desplazamiento de fase dependiente de la frecuencia en las formas de onda de referencia para los conductores de profundidad debido a la interacción con el terreno de recubrimiento conductor. - - - - -

10. La invención se ha descrito aplicada a una forma de onda del tipo de frecuencia barrida pero, en general, existe una gran libertad en el tipo de formas de onda primarias que pueden utilizarse. Es necesario conocer la forma de onda del campo primario, que varía con el tiempo, y debe contener un número y una gama suficiente de componentes de frecuencia para permitir la identificación del yacimiento. - - - - -

15. Si bien lo más deseable es en general emplear un campo primario que tenga una forma de onda periódica y repetitiva, es también posible utilizar un campo primario que tenga una forma de onda que esté constituida por ruido "pseudoaleatorio" que tenga una gama apropiada de componentes de frecuencia. En este caso las muestras periódicas en el tiempo del campo de ruido pseudoaleatorio que es transmitido por el bucle 10 son transformadas en el computador 21 para proporcionar una serie de formas de onda de referencia que representa la respuesta de varios conductores. Se apareadan en el computador 21 contra la forma de onda de la señal pseudoaleatoria detectada en el receptor a fin de analizar esta señal en los componentes del campo

20.

25.



primario y secundario como se ha descrito para una forma de onda de frecuencia de barrido. - - - - -

En un sistema aerotransportado diseñado para la prospección de depósitos de minerales conductores las frecuencias del campo primario de 100 a 10.000 Hz son los límites prácticos aproximados. Sin embargo, el sistema puede adaptarse para otros usos geológicos especializados, tales como la confección de mapas de conductividad de geología superficial, en que puede ser deseable elevar la frecuencia superior a tanto como 100 kilohertz. En un sistema de suelo para la prospección de minerales los límites de frecuencia pueden reducirse ventajosamente hasta el extremo inferior, en algunos casos hasta frecuencias tan bajas como de 10 hertz. - - - - -

La invención se ha descrito aplicada a toda la forma de onda recibida. Sin embargo, es posible, cuando se utiliza un campo primario pulsante, utilizar sólo la porción transitoria de la señal recibida que sigue inmediatamente a un impulso primario. Esto elimina la muy grande forma de onda primaria y hace menos crítica la tarea de lograr un apareado contra la forma de onda recibida con las formas de onda de referencia. Esta solución, sin embargo, reduce las relaciones de señal a ruido dado que ya no se utiliza la porción del campo secundario que es oscurecida por la forma de onda primaria. Las formas de onda de impulsos que pueden emplearse cuando se utiliza la porción transitoria de la forma de onda recibida incluyen impulsos semi



sinusoidales, impulsos en diente de sierra e impulsos en rampa y cualquier otra forma de impulso en que la señal principal es seguida bruscamente por un período en el que la corriente del bucle transmisor es cero, una corriente constante o tiene un régimen constante de cambio. En cualquiera de estos casos, la forma de onda diferenciada detectada en la bobina receptora tiene un régimen de cambio de cero en el período que se utiliza para detectar las transitorias de campo secundario. - - - - -

10. Si bien los medios receptores utilizados en la invención se han descrito como una bobina, se observará que puede emplearse, en alternativa, un magnetómetro de sensibilidad suficientemente alta. La mayoría de magnetómetros no son lo suficientemente sensibles para esta aplicación pero a medida que avanza el estado de la técnica se desarrollan nuevos magnetómetros que logran sensibilidades de la proximidad de 10^{-9} gauss e incluso mejores. - - - - -

20. La utilización de una sola bobina receptora de eje horizontal ha sido descrita anteriormente. Sin embargo, existen algunas ventajas en el empleo de dos o tres bobinas receptoras ortogonales como se indica en la patente U.S. 3.105.934 a fin de proporcionar información adicional sobre la geometría de la masa conductora que se está detectando. Así, una placa conductora vertical puede diferenciarse más fácilmente de una placa inclinada por medio del uso de bobinas receptoras de ejes vertical y horizontal y por comparación de las dos salidas del computador



con respecto a pares de signaturas almacenadas. - - - - -

Con respecto al bucle 10, es también posible utilizar una bobina transmisora de eje vertical en vez de una bobina de eje horizontal como se ilustra en la Fig. 1.

5. Tal bobina puede rodear la aeronave y estar fijada al morro, a los extremos de las alas y a la cola. - - - - -

La invención se ha descrito con incorporación de un computador digital para aparear formas de onda en el receptor y se observará que este computador puede colocarse ya sea en la aeronave, a fin de realizar las computaciones de las señales inmediatamente después de que han sido recibidas, o puede colocarse en el suelo. En el último caso, las señales recibidas pueden ser teleindicadas por radioenlace a una estación del suelo en donde puede realizarse el tratamiento o pueden ser registradas en cinta a bordo de la aeronave para el análisis subsiguiente.

10. Un método conveniente de registro de cintas es emplear una memoria tampón de exploración e integrada sincrónicamente que acumule y promedie las señales de retorno durante periodos de aproximadamente $1/4$ de segundo y que entonces vierta las señales almacenadas en un registrador de cinta magnética digital. Esto reduce la cantidad de cinta requerida y proporciona una salida de una gama dinámica ancha que ya está lista para el tratamiento, en el suelo, utilizando el sistema que se ha descrito. Sin embargo, es posible registrar la señal bruta utilizando técnicas de modulación con cinta de FM en vez de los mencionados métodos de inte

15.

20.

25.



gración digital. -----

5. La anterior descripción se ha referido al uso de aeronaves, pero se sobreentenderá que la invención es igualmente aplicable a sistemas de tierra en los que el bucle transmisor es transportado por un vehículo terrestre o depositado en el suelo. También aquí el análisis de la señal recibida puede realizarse en tiempo real o puede teleindicarse o registrarse en cinta para el tratamiento en una estación central. -----

10. En la aplicación usual aerotransportada de la invención se realizan itinerarios paralelos a una altitud de típicamente unos 60 metros con intervalos de unos 300 metros entre los itinerarios. Se producen mapas de perfiles de las amplitudes de las distintas salidas punteadas en forma gráfica a lo largo de trayectos lineales de vuelo. Los procesos utilizados en el punteo de datos son bien conocidos en la técnica de la prospección geofísica aerotransportada. -----

20. Aunque la invención se ha descrito con referencia a un computador digital, se sobreentenderá que pueden utilizarse también técnicas de procesado analógico. El procesado digital es sin embargo más flexible por lo que se refiere a los tipos de formas de onda de referencia que pueden almacenarse y a las técnicas de análisis matemático que pueden utilizarse. -----

25.



Con respecto a la generación de las formas de ondas de referencia para el apareado es posible correlacionar la señal recibida contra una serie de formas de onda que representan las respuestas de las placas conductoras.

5. Los productos inferiores de conductividad-espesor que representan el terreno de recubrimiento pueden aparearse por medio de las respuestas de las placas conductoras horizontales, mientras que los productos superiores de conductividad-espesor que representan los sulfuros conductores

10. pueden modularse como respuestas de las placas conductoras verticales o fuertemente inclinadas. - - - - -

Puede introducirse una mayor sofisticación en el sistema por representación de las respuestas más conductoras mediante la respuesta de las masas o cuerpos conductores esféricos o de los esferoides achatados. La elección de modelos puede variar según el tipo de blanco previsto en una zona dada de prospección. Cuanto más exactas son las formas de onda que se utilizan para representar las distintas condiciones que se espera hallar más perfecta

15. será la separación y la discriminación de la comparación con el computador y el filtrado óptimo. - - - - -

20.

En el caso de depósitos de minerales conductores que quedan debajo de terrenos de recubrimiento conductores, la interacción con el terreno conductor de recubrimiento provocará algunas modificaciones de las características de respuesta del depósito conductor. El retraso de propagación que depende de la frecuencia de la señal que atra-

25.



5. viesa el terreno de recubrimiento en ambas direcciones pue
 de introducirse en el programa del computador de modo que
 se obtenga un ajuste mejor y más exacto contra la respues
 ta del depósito de mineral enterrado. Este tipo de trata-
 miento es una característica de la invención que permite
 la discriminación de dificultad en la detección de depósi
 tos minerales muy ocultos por terreno de recubrimiento
 conductor. - - - - -

10. La generación de formas de onda de referencia
 adecuadas que representan diferentes condiciones conducto
 ras para el uso en la correlación por computador puede
 realizarse mediante modelado matemático o medidas reales
 in situ. En muchos casos puede almacenarse un juego de mo
 delos matemáticos y puede ponerse al día en situaciones
 15. específicas con respuestas almacenadas in situ sobre blan
 cos conocidos. Así, al considerar situaciones repetitivas
 de una clase dada de depósito de mineral en una zona, pue
 de registrarse primero la respuesta de los depósitos de
 minerales conocidos y utilizarse como referencia contra la
 20. cual se comparan las señales recibidas durante un progra
 ma de exploración. - - - - -

25. Aunque la invención se ha descrito principalmente
 en su relación con su aplicación a la exploración geofísica
 para hallar depósitos de minerales y similares, puede
 también tener utilidad como detector de metales, detector
 de minas y detector de armas. Las bobinas transmisoras y
 receptoras pueden montarse en una yuxtaposición rígida y



- emplearse una señal de barrido de frecuencia que cubra una gama tal como 1.000 Hz a 20 kilohertz. Las características de respuesta pueden analizarse de una manera similar pero las frecuencias necesarias son mucho más altas debido al pequeño tamaño de los objetos que se detectan.
5. Existen mayores diferencias entre las respuestas de los objetos metálicos férreos y no férreos y las firmas de respuestas son también en gran parte función del tamaño. Con un apareado apropiado por computador contra varias firmas puede obtenerse una discriminación de blancos específicos superior a la obtenida con sistemas anteriores de detección de metales, de una sola frecuencia o de dos frecuencias. Los ejemplos de las formas de onda se ilustran en las Figs. 12 a 15. - - - - -
- 10.
15. La Fig. 12 es una forma de onda de intensidad en el transmisor y la Fig. 13 es la forma de onda de tensión en el receptor para el campo primario. La Fig. 16 es la forma de onda del campo secundario detectada a partir de un pequeño objeto de metal no férreo y la Fig. 15 es la
20. forma de onda de un pequeño objeto de acero. - - - - -

N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - -

R E I V I N D I C A C I O N E S

25. 1.- Método para detectar un cuerpo conductor en





un área, caracterizado porque comprende: - - - - -

5. (a) generar un campo electromagnético primario y dirigir dicho campo primario hacia dicha área, estando definido dicho campo primario por una forma de onda que varía con el tiempo, de composición de frecuencia y de fase conocida, conteniendo dicho campo una pluralidad de componentes de frecuencia suficientes para permitir la identificación de dicho cuerpo conductor de dicha área, provocando dicho campo primario que se induzcan corrientes parásitas en cualquier cuerpo conductor presente en dicha área que sea intersectado por dicho campo primario, originando dichas corrientes parásitas la formación de campos electromagnéticos secundarios; - - - - -
- 10.
- 15.
- (b) recibir señales electromagnéticas en la proximidad de dicho campo electromagnético primario, incluyendo dichas señales recibidas una primera porción que comprende señales que emanan de dichas zonas y que responden en fase y amplitud a cada componente de frecuencia de dichos campos electromagnéticos secundarios, y una segunda porción que es imputable al acoplamiento directo con dicho campo electromagnético primario; - - -
- 20.
25. (c) almacenar una pluralidad de formas de onda de referencia que están relacionadas respectivamente

15 OCT 1974

de una manera predeterminada con dicho campo primario y con las respuestas eléctricas características de una pluralidad de tipos diferentes de cuerpos conductores; y - - - - -

- 5. (d) comparar dichas señales electromagnéticas recibidas con dichas formas de onda de referencia almacenadas e indicar las formas de onda de referencia que proporcionan respectivamente la correlación óptima con una o más componentes elegidas de dichas señales recibidas. - - - - -
- 10.

2.- Método según la reivindicación 1, para la prospección geofísica, caracterizado porque dicha etapa de comparar incluye etapas sucesivas de sustraer cada una de dichas formas de onda de referencia almacenadas respecto a dichas señales recibidas, a fin de determinar el apareamiento óptimo por obtención de los mínimos cuadráticos. -

15.

3.- Método según la reivindicación 1, para la exploración geofísica, caracterizado porque dicho campo primario está definido por una forma de onda, de barrido rápido, periódica y de frecuencia modulada. - - - - -

20.

4.- Método según la reivindicación 3, caracterizado porque el campo primario contiene componentes de frecuencias del orden de entre unos 165 y 5300 Hz. - - - - -

5.- Método según la reivindicación 4, caracteriza





do porque el campo primario está definido por una forma de onda periódica que tiene un régimen de repetición de aproximadamente 80 Hz. - - - - -

- 5. 6.- Método para detectar un cuerpo conductor en un área y, más particularmente, para la prospección geofísica, caracterizado porque comprende: - - - - -
 - (a) recorrer un área de la tierra a explorar; - - -
 - (b) generar un campo electromagnético primario y acoplar dicho campo primario con un área de la tierra, estando definido dicho campo primario por una forma de onda que varía con el tiempo, de composición de frecuencia y de fase conocida, conteniendo dicho campo una pluralidad de componentes de frecuencia suficientes para permitir la identificación de depósitos de minerales que pueden estar situados en dicha área, provocando dicho campo primario que se induzcan corrientes parásitas en cualesquiera depósitos conductores presentes en dicha área que sean intersectados por dicho campo primario, originando dichas corrientes parásitas la formación de campos electromagnéticos secundarios; - - - - -
 - (c) recibir señales electromagnéticas en la proximidad de dicho campo electromagnético primario, incluyendo dichas señales recibidas una primera por
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.





5. ción que comprende señales que emanan de la tierra y que responden en fase y amplitud a cada componente de frecuencia de dichos campos electromagnéticos secundarios, y una segunda porción que es imputable al acoplamiento directo con dicho campo electromagnético primario; - - - - -

10. (d) almacenar una pluralidad de formas de onda de referencia que están relacionadas de una manera predeterminada con dicho campo primario y con respuestas eléctricas características de una pluralidad de tipos diferentes de depósitos conductores; - - - - -

15. (e) comparar dichas señales electromagnéticas recibidas con formas de onda de referencia almacenadas e indicar las formas de onda de referencia que proporcionan respectivamente la correlación óptima con una o más componentes selectivas de dichas señales recibidas; y - - - - -

20. (f) determinar los puntos de dicha área de la tierra en los que se recibieron dichas señales electromagnéticas. - - - - -

7.- "METODO PARA DETECTAR UN CUERPO CONDUCTOR EN UN AREA". - - - - -

Todo ello conforme se describe y reivindica en la



150



presente memoria que consta de veintisiete hojas foliadas
y mecanografiadas por una sola de sus caras, y de tres lá
minas de dibujos que la ilustran.

MADRID, 15 OCT. 1974

P. A. M. CURELL SUÑOL

mcm.

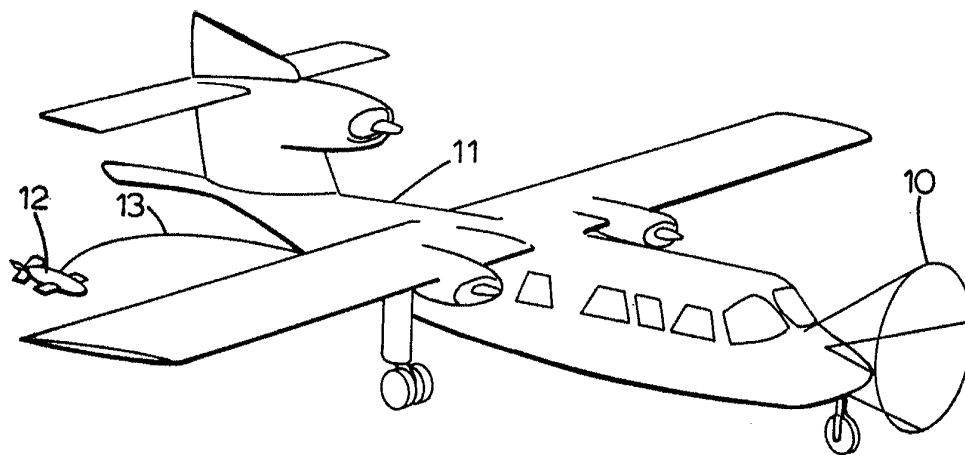


FIG. 1

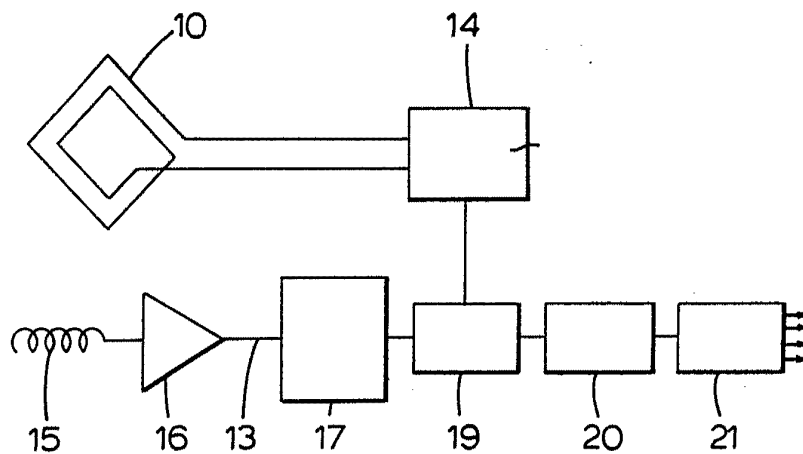


FIG 11

MADRID, 15 OCT 1974

P.A. M. CURELL SUÑOL

M. Curell Suñol

FIG. 2

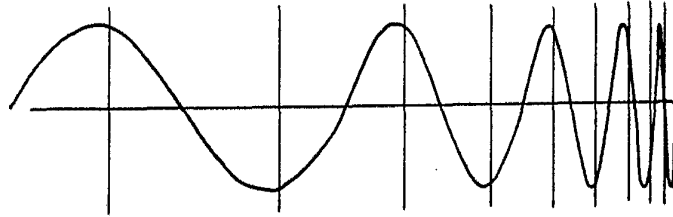


FIG. 3

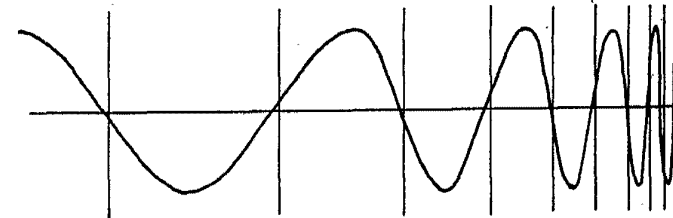


FIG. 4

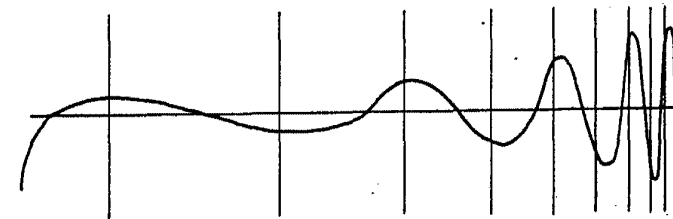


FIG. 5

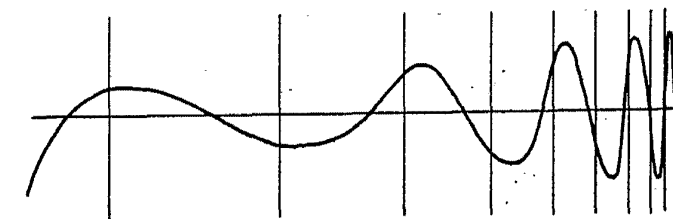


FIG. 6

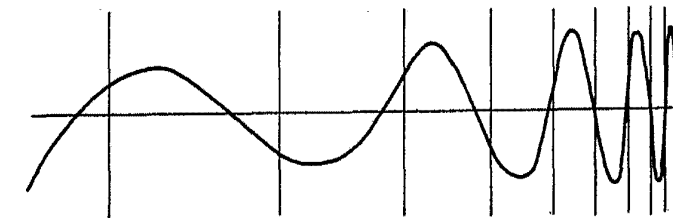


FIG. 7

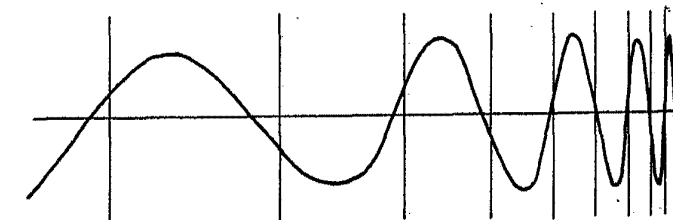
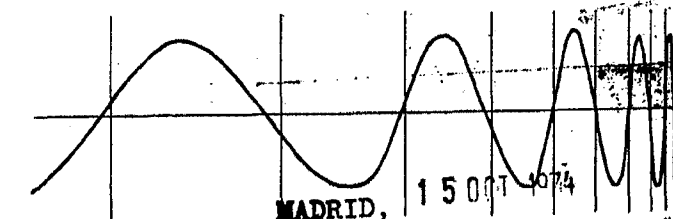


FIG. 8



MADRID, 15 OCT 1974

P. A. M. CURELL SUÑOL

M. Curell Suñol

FIG. 9

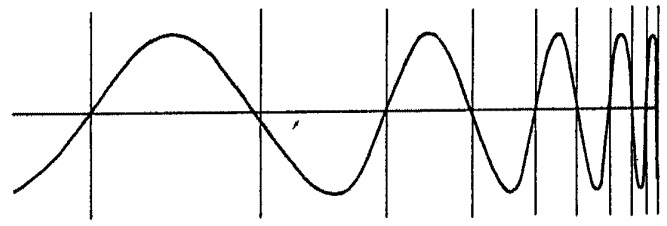


FIG. 10

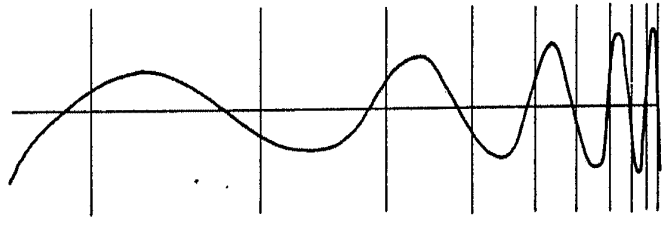


FIG. 12

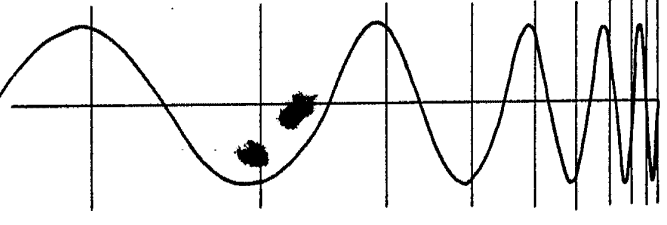


FIG. 13

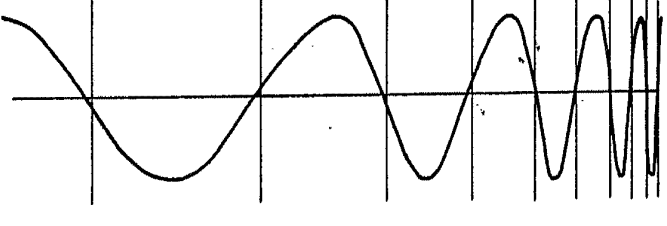


FIG. 14

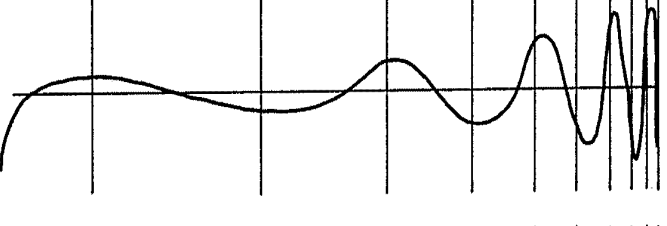
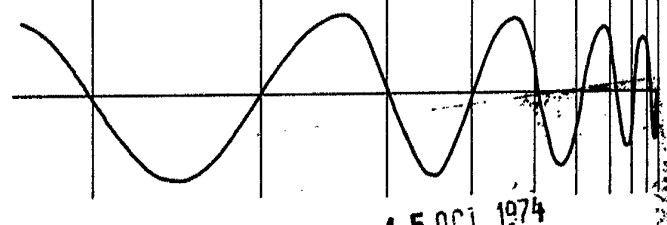


FIG. 15



MADRID, 15 OCT 1974

P. A. M. CURELL SUÑOL

[Handwritten signature]