

281200

281200



-6

26 NOV. 1962

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

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

formulada el 1 de Octubre de 1962, con el nº 281.200

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

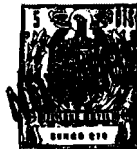
a nombre de COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE, entidad --  
francesa, establecida en 50 rue Fabert, París, Francia, --  
por:

"UN METODO DE PROSPECCION ELECTRO-MAGNETICA DEL SUBSUELO"

Es conocido efectuar la prospección del subsuelo --  
por medio de ondas electromagnéticas, cuyas frecuencias --  
se sitúan generalmente en el ámbito de las frecuencias --  
acústicas.

5 El principio del método consiste en crear de prefe  
rencia en el aire, en la proximidad del suelo, un campo --  
electromagnético alterno de frecuencia audible; este cam-  
po penetra en el suelo, las partes aislantes de éste no --  
aportan ninguna perturbación sensible a este campo, en --  
10 cambio las partes conductoras que proceden, como se sabe,

281200 - 0



de mineralización, sufren el efecto del campo que induce en ellas corrientes de Foucault que crean un campo secundario del que se puede descubrir la existencia en la superficie del suelo.

5           Se ha propuesto ya aplicar este método de la manera siguiente:

10           Un cuadro colocado en un plano vertical a la superficie del suelo y fijo con relación al suelo, es alimentado por una fuente de corriente alterna de frecuencia conveniente.

15           Un observador situado en una dirección normal al plano del cuadro dispone de un aparato de recepción que le permite medir la intensidad de la componente vertical del campo recibido, siendo este campo resultante la suma del campo directo radiado o campo primario, y del campo secundario creado por los depósitos mineralizados.

20           Un cálculo sencillo muestra que si la normal al plano del cuadro está dirigida hacia el observador, la componente vertical del campo magnético creada en el punto de observación por la corriente alterna que circula en el cuadro emisor se anula cuando el suelo es homogéneo.

25           La existencia de depósitos conductores mineralizados provoca corrientes de FOUCAULT que crean un campo secundario generalmente desfasado con relación al campo principal y que presenta prácticamente siempre una componente vertical, cualquiera que sea el lugar en que esté situado el observador.

30           Se ve por consiguiente que la existencia de una componente vertical del campo recibido permite deducir la existencia de una mineralización.

281200



Por consiguiente, una mineralización del suelo se traduce en una corriente en un cuadro colocado en un plano horizontal, y es este cuadro el que alimenta el aparato de recepción utilizado por el observador.

5 Pero este resultado no es válido más que si, como ya se ha indicado, la normal al plano del cuadro está dirigida hacia el observador.

En efecto, si no es así, existe en el punto de recepción una componente vertical del campo recibido, incluso en ausencia de toda mineralización.

Ahora bien, la experiencia muestra que esta obligación de tener que orientar la normal al plano del cuadro emisor en la dirección del observador, constituye una pesada carga para trabajos de prospección sobre el terreno.

15 Ciertamente, si el observador se encuentra en el plano horizontal que contiene el centro del cuadro, la componente vertical del campo es nula, en ausencia de mineralización, incluso cuando el cuadro emisor no tiene su normal dirigida hacia el observador, pero esta circunstancia se presenta raramente y no está permitido contar con esta eventualidad en la práctica.

Para apartar este inconveniente, se ha propuesto ya efectuar la prospección por medio de un cuadro alimentado por una corriente de intensidad fija independiente del tiempo, girando este cuadro alrededor de un eje horizontal situado en su plano, lo que crea un campo giratorio a una frecuencia que se sitúa igualmente en el ámbito de las frecuencias acústicas.

En este caso, es la rotación del cuadro la que induce en las mineralizaciones corrientes de FOUCAULT varia

30

281200



bles que se pueden descubrir de una manera análoga a la -  
indicada más arriba.

5 Pero los cálculos muestran que este método no da -  
resultados seguros, más que a condición de que el eje ho-  
rizontal alrededor del cual gira el cuadro esté dirigido  
hacia el observador.

En efecto, en el caso contrario, no es posible de-  
ducir de las componentes del campo en el punto de recep-  
ción, la existencia de mineralización.

10 Se vuelve a encontrar por consiguiente el inconve-  
niente señalado más arriba.

El presente invento se refiere a un método de pros-  
pección que evita el inconveniente citado y que proporcio-  
na además, como se verá a continuación, otras ventajas.

15 Conforme a este método, se utiliza como en la últi-  
ma solución citada, un cuadro alimentado por una corrien-  
te de intensidad invariable, en función del tiempo, y que  
gira alrededor de un eje situado en su plano.

20 Pero, según el invento, este eje es vertical, lo --  
que como se verá, proporciona un medio sencillo de descu-  
brir las mineralizaciones por el estudio de las componen-  
tes del campo que resultan en el punto de observación.

25 Sea, en la figura 1, un cuadro vertical esquemati-  
zado por una espira circular S de centro C y sea CN la di-  
rección de lanormal al plano del cuadro; el observador se  
encuentra en P, formando la recta CP un ángulo  $\theta$  con CN.

30 Por razón de simetría, el campo magnético creado -  
en P por la corriente que circula en la espira S no tiene  
componente normal al plano meridiano C P N; el vector cam-  
po está, pues, situado en este plano y, como se sabe, su



componente  $H_r$  según la recta CP y su componente  $H_\theta$  según la recta normal a CP y situada en el plano meridiano, tienen respectivamente por valores:

$$5 \quad H_r = \frac{2k \cos \theta}{r^3} \quad H_\theta = \frac{k \sin \theta}{r^3}$$

siendo  $k$  un coeficiente proporcional a la corriente que pasa por el cuadro y  $r$  la distancia CP; se supone, naturalmente, que el medio es homogéneo (ausencia de mineralización) y que el diámetro del cuadro es despreciable ante la distancia  $r$ .

A partir de estas expresiones, se pueden calcular las tres componentes del campo magnético en el punto P en ausencia de mineralización, siendo estas componentes: la componente vertical  $H_z$ , la componente  $H_1$  según la horizontal situada en el plano vertical que contiene a CP y la componente  $H_2$  según la horizontal perpendicular a la horizontal precedente (figura 1).

El cálculo a partir de las fórmulas de la trigonometría esférica muestra que estas tres componentes tienen respectivamente por valores:

$$25 \quad H_z = \frac{k}{r^3} \sin \alpha \cos \alpha \cos \varphi$$

$$H_1 = \frac{2k}{r^3} \sin \alpha \cos \varphi$$

$$H_2 = \frac{k}{r^3} \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \times \cos^2 \varphi$$

estando  $k$  y  $r$  definidas más arriba, siendo  $\alpha$  el ángulo --

281200-6M



que forma con la vertical en el punto P la recta CP y sien  
do  $\varphi$  el ángulo que forma con el plano vertical que contie  
ne CP la recta PR trazada por P paralelamente a la normal  
al plano del cuadro (figura 1) encontrándose este último,  
5 como ya se ha indicado, en un plano vertical.

Según el invento, el coeficiente k es constante, -  
puesto que la corriente que atraviesa el cuadro no varía  
en función del tiempo, y en cambio girando el cuadro con  
un movimiento regular alrededor de un eje vertical que pa  
10 sa por su centro, el ángulo  $\varphi$  tiene por valor  $\varphi = \omega t$ ,  
siendo  $\omega = 2\pi n$ , siendo la velocidad de rotación del  
cuadro de n vueltas por segundo, designando t el tiempo.

Se toma como origen de los tiempos aquel en que la  
normal al plano del cuadro se encuentra en el plano verti  
15 cal que contiene a P.

Resalta de estas fórmulas que la componente verti-  
cal  $H_z$  es, en ausencia de mineralizaciones, una función -  
sinusoidal del tiempo y que está en fase con  $\cos \varphi = \omega t$ .

En cambio, las mineralizaciones crean una componen  
20 te vertical del campo que está en cuadratura con  $\cos \omega t$ .

Se observará que esta conclusión es independiente  
del valor de  $\alpha$ , es decir, del desnivel posible que puede  
existir entre los puntos P y C.

El invento aprovecha esta propiedad y consiste esen  
25 cialmente en descubrir las mineralizaciones aislando la -  
componente en cuadratura de la componente vertical del --  
campo.

Basta para medir esta componente en cuadratura, co  
nocer el instante en que la normal al plano del cuadro --  
30 atraviesa el plano vertical que contiene el punto de obser

281200



vación P.

Un primer medio para llegar a este resultado consiste en montar coaxialmente sobre el eje de rotación del cuadro S, un segundo cuadro que irradia un haz radioelétrico dirigido.

Se sabe que un campo radioeléctrico de alta frecuencia que se localiza en el aire no es afectado por las mineralizaciones; basta, pues, disponer en el puesto de observación P de un receptor de radio, que despues de la detección, proporciona una corriente sinusoidal, produciéndose el máximo de corriente detectado, gracias a una regulación conveniente, cuando la normal al plano del cuadro encuentra el plano vertical que contiene el punto P.

Basta, pues, disponer en el puesto de recepción -- una bobina o un cuadro con eje vertical, es decir, en un plano horizontal, amplificar la tensión detectada y enviarla a un detector equilibrado que recibe igualmente en su entrada la tensión en  $\cos \omega t$  proporcionada por el receptor de radio.

En ausencia de mineralización, este detector equilibrado proporciona una tensión de salida practicamente nula, traduciéndose una mineralización en una tensión de salida notable, lo que produce el resultado deseado.

La figura 2 representa esquemáticamente el montaje utilizado en el puesto de observación P.

Se ve aquí, en 1, el cuadro situado en un plano horizontal y que recoge la componente vertical del campo, - la tensión en sus bornes es amplificada en 2 y es conducida a una de las entradas del detector equilibrado 3.

Por otra parte, una antena 4 es sensible al campo



26 NO

281200

de alta frecuencia del haz radioeléctrico giratorio, la -  
tensión recibida es amplificada en 5 y detectada en 6, --  
desde donde es conducida a la segunda entrada del detec--  
tor equilibrado 3.

5           Este detector, de un tipo bien conocido en si mis-  
mo, aísla la componente en cuadratura de la componente --  
vertical del campo, componente que constituye la tensión  
de salida del detector y que es llevada al instrumento -  
de medición 7.

10           Una desviación notable de este instrumento por con-  
siguiente indica la existencia de una mineralización.

La figura 3 muestra esquemáticamente la organiza--  
ción del puesto emisor.

15           Se ven aquí, calados sobre un mismo eje vertical,  
dos cuadros 8 y 9, este eje gira sobre si mismo y es arras-  
trado en rotación por un motor 19 que le hace girar a una  
frecuencia audible. El cuadro 9 es alimentado por una co-  
rriente continua proporcionada por la fuente 10. El cua-  
dro 8 es alimentado por el generador 11. De preferencia,  
20           los dos cuadros están situados en el mismo plano.

Numerosas variantes son posibles sin salir del cua-  
dro de la presente patente.

25           Se puede sustituir el cuadro giratorio 9 por un --  
sistema de dos cuadros cruzados fijos alimentados por un  
generador de frecuencia audible, estando la corriente que  
atraviesa uno de los cuadros desfasada en  $\pi/2$ .

30           La figura 4 muestra esta realización. Se encuentra  
en ella el cuadro giratorio radioeléctrico 8 arrastrado -  
por el motor 19 y alimentado por el generador de alta fre-  
cuencia 11.

281200-6



El cuadro 9 está sustituido por un sistema de dos cuadros fijos 12 y 13 dispuestos en planos verticales perpendiculares uno a otro.

5 Estos cuadros están alimentados por un generador -  
14 de tensión alterna a frecuencia audible, estando uno -  
de los cuadros alimentado directamente, y el otro a tra-  
vés de un desfasador 15 que introduce un desfase de  $\pi/2$ .  
Se sabe que tal disposición irradia el mismo campo girato-  
rio que el cuadro rotativo 9 de la figura 3.

10 En esta realización, conviene que la rotación del  
motor 19 esté sincronizada con la del campo giratorio ge-  
nerado por las corrientes que atraviesan los cuadros 12 y  
13. Con este objeto, el motor 19 está subordinado de cual-  
quier manera apropiada al generador 14, lo que está sim-  
15 bolizado por la unión 16.

Igualmente se puede sustituir el cuadro giratorio  
8 por un sistema de dos cuadros cruzados fijos alimenta-  
dos por un generador radioeléctrico que proporciona una -  
onda modulada a la frecuencia de rotación, uno directamen-  
20 te, y otro a través de un desfasador que introduce un des-  
fasaje de  $\pi/2$ .

En otra variante, el cuadro 9 de la figura 3 está  
pura y simplemente sustituido por un imán permanente de -  
dimensión conveniente que gira alrededor de un eje verti-  
25 cal perpendicular a su eje propio de alimentación.

Se observará finalmente que las consideraciones de  
sarrolladas más arriba referentes a la componente vertical,  
pueden aplicarse igualmente a la componente horizontal  $H_1$ ,  
pero en este caso es necesario orientar el cuadro verti-  
30 cal que recibe esta componente de manera que su normal se



situe según la horizontal  $\Delta$  de la figura 1 (horizontal -  
contenida en el plano vertical que contiene a CP).

Para conocer esta orientación, se puede utilizar -  
sobre el terreno cualquier método topográfico apropiado o  
5 incluso un método radioeléctrico bien conocido en si mis-  
mo, consistente en hacer mover por el eje giratorio del -  
cuadro 8 de las figuras 3 ó 4 un alternador cuya tensión  
sirve para modular una onda radioeléctrica auxiliar que -  
es recibida y detectada en el puesto receptor, constitu--  
10 yendo la diferencia de fase entre la onda de baja frecuen-  
cia así recibida y la onda a la salida del detector 6 en  
la figura 2, como se sabe, una medida de la orientación,  
con relación a una dirección fija ( por ejemplo el Norte)  
del plano vertical que contiene a CP.

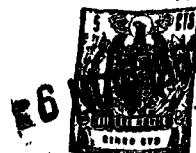
15 Es posible incluso servirse de la componente hori-  
zontal  $H_2$  a condición de que el ángulo  $\alpha$  sea próximo a --  
 $\pi/2$ , lo que es generalmente el caso (desnivel poco im-  
portante entre los puntos P y C).

En efecto, en estos casos,  $\alpha$  está muy próximo de  
20  $\pi/2$  y se tiene muy aproximadamente, en ausencia de mine-  
ralización

$$H_2 = \frac{k}{r^3} \times \text{sen } \rho$$

25 Basta utilizar un cuadro vertical convenientemente  
orientado ( es decir, situado en el plano vertical que --  
contiene a CP) y un detector equilibrado alimentado por -  
este cuadro y por la tensión en los bornes de 6, pero des-  
pues del paso de ésta por un desfásador que transforma la  
30 tensión  $\cos \omega t$  en una tensión  $\text{sen } \omega t$ .

281200



El invento ofrece la gran ventaja de permitir a varios observadores operar simultáneamente a partir del campo irradiado por un solo puesto emisor.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Francia el 10 de Noviembre de 1961, bajo el número 878.538, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

10

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 siguientes:

15

1.- Método de prospección electromagnética del sub suelo que consiste esencialmente en crear con este objeto un campo giratorio de frecuencia audible alrededor de un eje vertical y en medir en el puesto de recepción la componente en cuadratura de la componente vertical del campo recibido.

20

2.- Un método según el punto 1, en el cual se mide la componente en cuadratura de una u otra de las componentes horizontales del campo recibido, estando con este objeto el cuadro utilizado convenientemente orientado.

25

3.- Un método según los puntos 1 ó 2, caracterizado por un modo de realización del campo giratorio para la emisión por medio de un cuadro giratorio alimentado por una corriente continua o de un imán permanente giratorio o de un sistema de dos cuadros fijos perpendiculares entre sí y alimentados por un generador de frecuencia audi-

30

281200-6



ble, uno directamente, y el otro a través de un desfasa-  
dor.

4.- Un método de prospección electro-magnética del  
subsuelo.

5 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antece-  
de, representado en el dibujo que se acompaña y para los  
fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de doce hojas escritas a máqui-  
na por una sola cara.

Madrid,

6 NOV. 1962

F. A.

Alberto de Elzaburo  
Por Orden

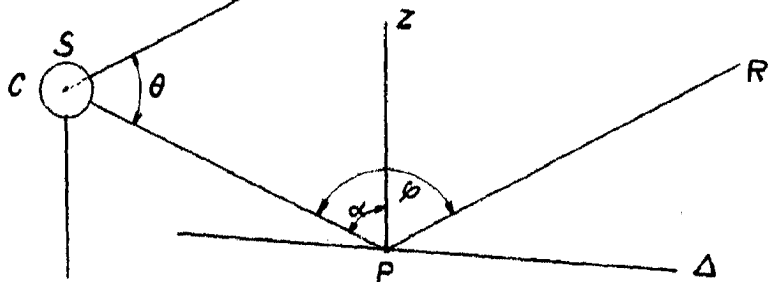


fig. 1

281200

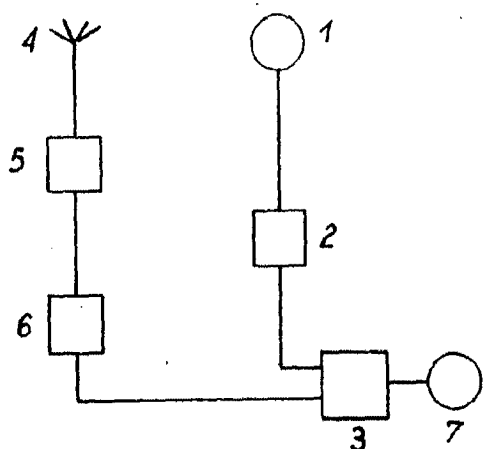


fig. 2

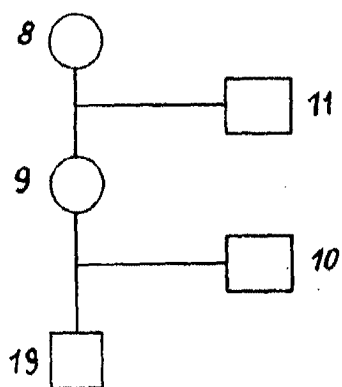


fig. 3

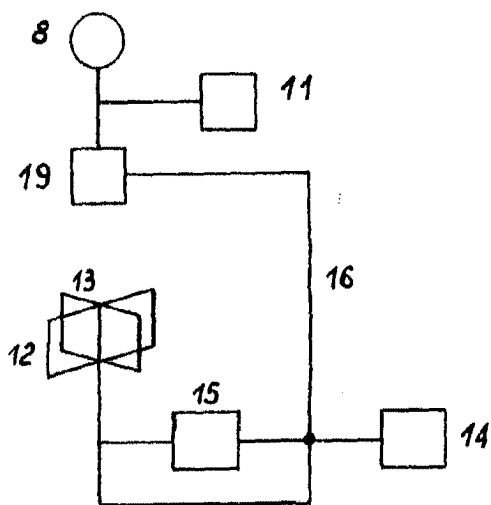


fig. 4

Alberto de Elzaburu  
Por Favor