

(Cas A)
JL/pl-3006/67-C.E.A.
"D. 3236-P. Dispositif
bicephale"



336188

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

d e

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

formulada el 28 de Enero de 1.967, con el número 336.188

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de COMMISSARIAIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad
francesa, establecida en 29, rue de la Fédération, París,
Francia, por:

"GRADIENTIMETRO MAGNETICO"

El invento se refiere a los gradientímetros
magnéticos o dispositivos para medir los gradientes de
campo magnético; concierne más especialmente, pero no ex-
clusivamente, a los dispositivos destinados a medir las
5 variaciones de la intensidad del campo magnético terres-
tre con fines de prospección, permitiendo especialmente

18.3.67.



una compensación de los campos magnéticos parásitos "permanentes" en un avión u otro ingenio que transporta el dispositivo de medición del campo magnético.

5 Y tiene por finalidad, sobre todo, perfeccionar dichos gradientímetros, especialmente en lo que concierne, tanto a la exactitud y a la precisión de la medición del gradiente de campo magnético, como a su poco consumo eléctrico y su fortaleza.

10 Un gradientímetro magnético, según el invento, para medir la diferencia entre las intensidades del campo magnético en una primera y una segunda zonas, incluye en combinación: una primera cabeza de magnetómetro que suministra una primera fuerza electromotriz sensiblemente sinusoidal, de frecuencia proporcional a la intensidad del
15 campo magnético en dicha primera zona en la cual se encuentra colocada esta primera cabeza; una segunda cabeza de magnetómetro que constituye un filtro nuclear que transmite, en respuesta a una señal sinusoidal de entrada de frecuencia variable, una segunda fuerza electromotriz de
20 salida cuya amplitud varía en función de la frecuencia de la señal de entrada, según una curva de resonancia o de Lorentz centrada sobre su frecuencia de resonancia, siendo esta frecuencia de resonancia proporcional a la intensidad del campo magnético en dicha segunda zona en la cual
25 se encuentra colocada esta segunda cabeza; medios para inyectar una porción de dicha primera fuerza electromotriz, suministrada por dicha primera cabeza, en la entrada de dicha segunda cabeza de manera que se constituya dicha señal de entrada; y medios para determinar la diferencia de
30 fase entre dichas primera y segunda fuerzas electromotri-

18.3.67.



ces, siendo esta diferencia de fase proporcional a la diferencia entre las intensidades del campo magnético en dichas primera y segunda zonas.

En un modo de realización preferido:

5 - La primera cabeza de magnetómetro es del tipo oscilador de spins de partículas subatómicas (núcleos atómicos, electrones) y suministra, pues, una fuerza electromotriz a la frecuencia de Larmor de los spins en el campo magnético en dicha primera zona en la cual estos spins
10 están situados, mientras que la segunda cabeza incluye una bobina de entrada, en serie con una resistencia de impedancia mucho más elevada que la de dicha bobina de entrada, una bobina de salida, en paralelo con un condensador para constituir un circuito resonante a una frecuencia
15 próxima a dicha frecuencia de resonancia, estando estas dos bobinas normalmente desacopladas eléctricamente, y un sistema de spins de partículas subatómicas que acoplan dicha bobina de salida a dicha bobina de entrada a la frecuencia de Larmor de dicho sistema de spins en el campo
20 magnético en dicha segunda zona en la cual el sistema de spins está situado, frecuencia que constituye dicha frecuencia de resonancia.

 En lo que concierne a la determinación del desfase entre dichas primera y segunda fuerzas electromotrices, se puede hacer incluir al gradientímetro, como
25 medios para determinar la diferencia de fase: un par de medios de puesta en forma rectangular de las dos fuerzas electromotrices normalmente desfasadas 180° , un par de medios para diferenciar las dos fuerzas electromotrices así
30 puestas en forma, un par de medios que no conservan en

18.3.67.

336108



las dos sucesiones de impulsos así obtenidas por diferenciación más que los impulsos que tienen una cierta polaridad, la misma para las dos sucesiones, una báscula biestable que recibe dichos impulsos conservados de una cierta polaridad y que bascula de un estado estable al otro al recibir cada impulso conservado, un integrador que integra los escalones de tensión que salen de dicha báscula, y medios para medir la tensión de salida del integrador que es proporcional a la diferencia de fase a determinar.

El invento se aplica más particularmente a las cabezas de magnetómetro que utilizan el efecto Overhauser-Abraham tal como se describe en la patente española número 241.089, expedida el 10 de mayo de 1958, para aumentar la intensidad de la señal de resonancia utilizando en las dos cabezas de magnetómetros a la vez spins nucleares y spins electrónicos, aumentando la saturación de la raya de resonancia electrónica (por una radiación electromagnética a la frecuencia de resonancia electrónica) la intensidad de la señal de resonancia de los spins nucleares.

Y podrá ser de todos modos bien comprendido con ayuda del complemento de descripción que sigue, así como de los dibujos anejos, cuyos complementos y dibujos están dados, naturalmente, sobre todo a título de indicación.

Las figuras 1 y 3 de estos dibujos ilustran los montajes de las dos cabezas de magnetómetro de un gradiente según el invento.

La figura 2 representa la variación de la amplitud de la fuerza electromotriz de salida de la cabeza

18.3.67.



de la figura 1, en función de la frecuencia de la señal de entrada.

5 La figura 4 representa esquemáticamente un gradientímetro según el invento, cuyas dos cabezas están realizadas ventajosamente según las figuras 1 y 3.

La figura 5 ilustra la variación de fase (y de amplitud) entre la entrada y la salida de una de las cabezas de gradientímetro de la figura 4, a saber, la realizada ventajosamente según la figura 1.

10 La figura 6, finalmente, representa esquemáticamente un modo de realización de los medios para determinar la diferencia de fase entre las salidas de las dos cabezas del gradientímetro de la figura 4.

15 Según el invento, al proponerse realizar un gradientímetro magnético, se procede como sigue o de una manera análoga.

Haciendo referencia, en primer lugar, a la figura 1, en la cual se ha ilustrado un modo de realización preferido de una de las cabezas del gradientímetro con
20 utilización del efecto Overhauser-Abraham, se ve que tal cabeza puede comprender:

- Una bobina de entrada 1 en serie con una resistencia 2 de impedancia R puramente óhmica (es decir, real) mucho más elevada que la impedancia $L\omega$ de la bobina 1 (de auto inducción L) a la pulsación operativa ω ($R \gg L\omega$), de manera que la tensión U_0 de la señal sinusoidal de entrada aplicada a los bornes AB esté prácticamente en fase con la corriente I_0 , igualmente sinusoidal, que atraviesa la bobina 1;

30
18.3.67. - una bobina de salida 3 en paralelo con un



condensador 4, eventualmente sintonizable, para constituir un circuito resonante 5, estando las dos bobinas 1 y 3 normalmente desacopladas eléctricamente y disminuyendo una resistencia eventual 6 el coeficiente de sobretensión o calidad del circuito resonante, estando esta bobina 3 normalmente desacoplada de la bobina 1 (siendo su coeficiente de inducción mútua practicamente nulo) gracias, por ejemplo, a su disposición ortogonal;

- y un sistema de spins de partículas subatómicas (que forma parte de un líquido 8 contenido en un recipiente 7) que acopla la bobina de salida 3 con la bobina de entrada 1 a la frecuencia de resonancia de este sistema de spins en el campo magnético donde se encuentra colocado, siendo esta frecuencia f_0 , denominada de Larmor, proporcional a la intensidad H_0 de este campo magnético $f_0 = \frac{\gamma}{2\pi} H_0$, siendo γ la relación giromagnética del sistema de spins.

Se procede de modo que la frecuencia f_1 de resonancia del circuito resonante 5 sea muy parecida a f_0 , teniendo el factor de calidad o sobretensión reducido de este circuito, por lo demás, por resultado, reducir el efecto de arrastre de frecuencia o pulling, es decir, evitar que el circuito resonante imponga su frecuencia de resonancia a la salida del filtro que está a la frecuencia f_0 , como se expone después con referencia a la figura 2.

De preferencia, la intensidad de la señal de resonancia de los spins es incrementada por efecto Overhauser-Abraham. Así, el líquido 8 está constituido por una solución, en un disolvente (especialmente agua) que contiene los spins nucleares (especialmente protones),



de un radical libre paramagnético tal como el diterciobutil
nitróxido o el nitrosodisulfonato, del cual una raya de
resonancia electrónica, de frecuencia f_e , no nula, en cam
po magnético nulo y que es sensiblemente la misma en cam
5 po nulo y en campo magnético terrestre, es saturada por
aplicación de un campo magnético alternativo (o rotativo)
a dicha frecuencia f_e producida por un oscilador 9 a esta
frecuencia y una bobina 10 alimentada por este oscilador
y que se sumerge en el líquido 8. Una pantalla (no repre
10 sentada) dispuesta alrededor del recipiente 7, es permea
ble a la frecuencia de resonancia nuclear f_0 , pero imper
meable a la frecuencia de la raya electrónica $f_e \gg f_0$
(por ejemplo, para una solución acuosa de nitrosodisulfo
nato en el campo magnético terrestre $f_e = 55$ a 56 MHz y
15 $f_0 = 2100$ Hz).

Si se aplica a los bornes de entrada AB del
cuatripolo de la figura 1 una tensión alterna U_0 de fre
cuencia $f = \frac{\omega}{2\pi}$, con objeto de hacer pasar una corrien
te alterna de frecuencia f y de intensidad I_0 por la bob
20 na 1, en fase con U_0 por que $R \gg L\omega$, y si se mide la
amplitud a de la tensión U_1 disponible en los bornes de
salida CD del cuatripolo, haciendo aumentar progresivamen
te f desde un valor f_1 muy inferior a f_0 , se obtiene la
curva de resonancia de la figura 2, que es una curva de
25 Lorentz.

En efecto, lejos de f_0 , el acoplamiento induc
tivo entre las bobinas 1 y 3 es nulo y a es sensiblemente
nula. Cuando f se aproxima a f_0 , aparece un acoplamiento
a través del sistema de spins entre las bobinas 1 y 3,
30 restituyendo los spins a la bobina 3 una parte de la ener
18.3.67.



gía distribuída por la bobina 1. En otros términos, en la proximidad de la frecuencia f_0 , el sistema de spins desempeña, entre el emisor de radiación electromagnética que constituye la bobina 1 y el receptor de radiación electromagnética que constituye la bobina 3, sensiblemente la misma misión que una sustancia opaca en la proximidad de una banda de transparencia (para la cual el índice y la constante dieléctrica complejas se reducen a su parte real) frente a una radiación "luminosa".

5
10 Se realiza así (figura 1) un filtro eléctrico de banda pasante muy estrecha (amplitud df) y de coeficiente de sobretensión muy elevado (Q medida = 6.250). Cuando $f = f_0$, U_1 está en fase con U_0 , por que la susceptibilidad magnética que acopla las bobinas 1 y 3 es un número real; por el contrario, cuando f se aparta de f_0 , se tiene una cierta dispersión, llegando a ser la susceptibilidad magnética compleja, lo que origina un desfase entre U_1 y U_0 , como se expone con más detalle después, con referencia a la figura 5.

15
20 El filtro de banda pasante muy estrecha de la figura 1 puede ser utilizado en un bucle de reacción, como un circuito oscilante clásico: basta reinyectar en los bornes de entrada AB una porción de la tensión disponible en los bornes de salida CD, después de la amplificación sin distorsión de fase para realizar un oscilador (denominado oscilador de spins) que suministra una tensión a una frecuencia proporcional a la intensidad del campo magnético en el cual está colocados los spins.

25
30 En la figura 3 se ha ilustrado tal oscilador de spins de un tipo conocido (descrito, por ejemplo, en 18.3.67.



la patente española número 294.882, expedida el 20 de abril de 1964).

5 En la figura 3 se encuentra de nuevo en T_0 el filtro T_2 de la figura 1 (llevando los elementos correspondientes en las dos figuras los mismos números de referencia en la figura 3 que en la figura 1, pero yendo seguidos en la figura 3 de la letra a), aparte de la modificación siguiente: para asegurar un mejor desacoplamiento eléctrico entre las bobinas de entrada y de salida en ausencia de acoplamiento por los spins, se ha dividido la bobina de entrada en dos porciones la y lb , poniendo a la masa el punto central B_1 , y se ha alimentado el conjunto $la-lb$ a través de un potenciómetro de equilibrado $2b$, $2c$.

10 Se ha representado en lla el amplificador sin distorsión de fase cuya entrada está conectada a la salida EF del filtro T_0 y cuya salida está conectada a los bornes de salida E_1 , F_1 del oscilador. Una fracción de la salida del amplificador lla es reinyectada por el conductor $l2$ hacia la entrada A_1 del filtro T_0 , cuya otra entrada B_1 está (como ya se ha indicado) puesta a la masa como las salidas F y F_1 .

15 Llamando g a la ganancia del amplificador lla y z la impedancia de transferencia del filtro T_0 , basta que se tenga $gz \geq 1$ para que el oscilador de la figura 3 suministre una fuerza electromotriz sinusoidal U_2 independiente de la calidad del circuito oscilante $5a$, pudiendo ser reducido, por consiguiente, el coeficiente de calidad o sobretensión a aproximadamente 6 por la resistencia $6a$, de donde se deriva el pulling o arrastre de frecuencia muy reducido en una banda de intensidades de campo magné-

30
18.3.67.



tico del orden de 1000 gammas ó 0,1 Oersted.

5 El amplificador lla es controlado por el efecto de la resonancia magnética de los spins (en particular de los protones) del líquido 8a (similar al líquido 8 en el caso en que el filtro T_2 y el oscilador T_1 son utilizados en un mismo gradientímetro según la figura 4), por que la curva que representa la transferencia del filtro (tensión de salida en función de la tensión de entrada) no es representable por una ecuación lineal, sino por una ecuación de Van de Pol.

10

En la figura 4 se ha ilustrado esquemáticamente un gradientímetro según el invento, que incluye en combinación:

- Una primera cabeza de magnetómetro T_1 , constituida de hecho en el modo de realización preferido por un oscilador del tipo ilustrado en la figura 3 (por un filtro T_0), que suministra en E_1 F_1 una primera fuerza electromotriz U_2 , sensiblemente sinusoidal, de frecuencia proporcionada a la intensidad H_1 del campo magnético en la primera zona en la cual se encuentra colocada esta cabeza T_1 ;

15

20

- una segunda cabeza de magnetómetro T_2 que constituye un filtro nuclear (de hecho el de la figura 1 en este modo de realización) que transmite a CD, en respuesta a una señal sinusoidal de entrada U_0 de frecuencia variable, una segunda fuerza electromotriz de salida U_3 cuya amplitud a varía, en función de la frecuencia de la señal de entrada, según una curva de resonancia o de Lorentz (a saber, la representada en la figura 2) centrada sobre su frecuencia de resonancia, siendo esta frecuencia

25

30

18.3.67.

cia de resonancia, como se ha expuesto anteriormente, pro
porcional a la intensidad H_2 del campo magnético en la se
gunda zona en la cual se encuentra colocada la segunda ca
beza T_2 ;

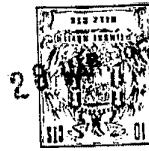
5 Medios, tales como conductores eléctricos 12a,
para inyectar una porción de la primera fuerza electromo-
triz U_2 suministrada por la primera cabeza T_1 en la entra
da AB de la segunda cabeza T_2 , con objeto de constituir
dicha señal de entrada U_0 ;

10 - y medios para determinar la diferencia de
fase p entre dichas primera y segunda fuerzas electromo-
trices, siendo esta diferencia de fase proporcional al
gradiente de campo magnético entre dichas primera y segun
da zonas.

15 Se prevé ventajosamente, además, un amplifica
dor 11 de manera que la salida (amplificada) U_3 de la cabe
za T_2 y la salida U_2 (después de la toma por el conductor
12a) de la cabeza T_1 , tengan sensiblemente la misma ampli
tud. La medición de diferencia de fase p entre U_2 y U_3 se
20 efectúa en un dispositivo 13, que alimenta un conmutador
de sensibilidad 14, cuya salida está conectada a un apara
to registrador 15 tal como un galvanómetro registrador.

 En la figura 5 se ha ilustrado la variación
del desfasaje p en función de la frecuencia f de la señal
25 U_0 que entra en la cabeza o filtro T_2 , en relación con la
curva de resonancia que proporciona la amplitud a de la se
ñal de salida U_1 en función igualmente de f . Cuando f alcan
za f_1 (frecuencia en el campo H_1) y esta es igual a f_0 (fre
cuencia de resonancia del sistema de spins en el campo
30 magnético de intensidad H_2 que se supone igual a H_0), la

30
18.3.67.



amplitud a es máxima (valor m) y el desfase p entre la entrada U_0 y la salida U_1 , y por consiguiente, entre U_2 y U_3 , es nulo. Por consiguiente, el desfase entre U_2 y U_3 es nulo cuando el campo magnético tiene rigurosamente la misma intensidad en la primera y en la segunda zonas, es decir, cuando $H_1 = H_2$; entonces el aparato 15 registra cero. Una vez que aparece un gradiente de campo entre la primera y la segunda zonas, es decir, una vez que H_2 es diferente de H_1 , aparece una diferencia de fase p entre U_0 y U_1 , es decir, entre U_2 y U_3 , estando ilustrada precisamente la variación de esta diferencia de fase en la curva inferior de la figura 5, en la cual se ve que, para una variación de $f = df$, la fase p varía entre $-pm$ y $+pm$. En el modo de realización descrito en detalle, la variación de fase es de $\pi/2$ para una variación de 15 gammas ($1\gamma = 10^{-5}$ Oersted) a partir de la intensidad del campo magnético correspondiente a f_0 , de donde se deriva una sensibilidad muy importante del aparato.

En la figura 6 se ha representado finalmente un modo de realización preferido de los medios para determinar la diferencia de fase p entre U_2 y U_3 .

Se realiza, en primer lugar, un desfase de 180° de una de las señales U_2 ó U_3 , con objeto de obtener las dos señales J_a , J_b desfasadas 180° , si el desfase p entre U_2 y U_3 es nulo. Los medios para determinar la diferencia de fase comprenden entonces, además:

- un par de medios de puesta en forma rectangular de las dos fuerzas electromotrices J_a y J_b , estando constituidos ventajosamente estos medios, cada uno, por una báscula de Schmidt 16a, 16b, para J_a , J_b , respectivamente.





mente, que suministran K_a , K_b , respectivamente;

- un par de medios para diferenciar las dos fuerzas electromotrices K_a , K_b , así puestas en forma, estando constituidos estos medios, cada uno, por ejemplo, por un condensador 17a, 17b en serie y una resistencia 18a, 18b en derivación;

- un par de medios que no conservan en las dos sucesiones de impulsos así obtenidas por diferenciación, más que los impulsos I_a , I_b , que tienen una cierta polaridad, la misma para las dos sucesiones, a saber, por ejemplo, la polaridad positiva (como se ilustra), estando constituidos estos medios, ventajosamente, por dos diodos 19a, 20a, para uno de los pares, y 19b, 20b para el otro par;

- una báscula biestable 21 que recibe dichos impulsos I_a , I_b y que bascula de un estado estable al otro al recibir cada impulso I_a o I_b , suministrando así una tensión M con escalones rectangulares alternativamente positivos y negativos;

- un integrador 22 que integra la tensión de salida M de dicha báscula;

- y medios 15 para medir la tensión de salida del integrador 22 que es proporcional a la diferencia de fase a determinar.

En efecto, si la diferencia de fase φ entre las fuerzas electromotrices U_2 y U_3 es nula, la diferencia de fase entre las fuerzas electromotrices J_a y J_b es igual a 180° . Es precisamente este caso el que se ha ilustrado para las diferentes señales de la figura 6. Entonces las señales K_a y K_b están igualmente desfasadas 180° ,



y los impulsos I_b vienen a posicionarse entre los impulsos I_a , reproduciéndose los frentes delanteros de los impulsos I_b precisamente en el centro del intervalo que debe separar dos frentes delanteros de impulsos I_a . La báscula biestable permanece el mismo período de tiempo en cada estado y la señal M representa alternancias positivas y negativas iguales entre sí. Una vez que aparece un desfase p entre U_2 y U_3 , las señales J_a y J_b no están ya desfasadas exactamente 180° y los frentes delanteros de los impulsos I_b se desplazan según el signo de p , hacia el impulso I_a precedente o siguiente; la báscula 21 permanece más en uno de los estados que en el otro, presentando la señal M alternancias de una polaridad más larga que las alternancias de la otra polaridad.

El integrador 22 restituye el valor medio de la señal M que es nula cuando $p = 0$, pero que aumenta en valor absoluto con p cuando ésta difiere de 0, dependiendo el signo de esta señal media del signo de p .

En el modo de realización ilustrado, la tensión suministrada por el integrador 22 pasa de 0 a 10 voltios para un desfase p creciente de 0 a $\frac{\pi}{2}$, es decir, para un gradiente entre la primera y la segunda zonas que aumenta de 0 a 15γ . No rebasando el ruido de fondo electrónico de un milivoltio, se podría apreciar con este aparato un gradiente de $1,5 \cdot 10^{-3}\gamma$, sensibilidad demasiado grande para las mediciones que se quieren efectuar generalmente. En estas condiciones, se puede introducir entre el integrador 22 y el registrador 15, un atenuador 14 que limita al máximo la sensibilidad a $0,01\gamma$. La tensión de salida del atenuador 14 puede ser registrada o

30
18.3.67.



leída en un galvanómetro clásico 15, teniendo el atenuador 14, por ejemplo, tres sensibilidades diferentes, a saber:

- 1 γ para toda la escala,
- 5 2 γ para toda la escala,
- 5 γ para toda la escala.

Se pueden prever medios para hacer variar la distancia entre las cabezas T_1 y T_2 según el empleo o el estado del terreno; se puede así, por ejemplo, encerrar las cabezas T_1 y T_2 en un soporte tubular de materia plástica en el cual son desplazables longitudinalmente y fijas en posición, siendo la distancia habitual entre las dos cabezas, por ejemplo, de 80 cm.

Con tal aparato, se puede observar y determinar variaciones del orden de $0,01\gamma$, o sea 0,1 microoersted, pudiendo ser registradas las variaciones de la intensidad del campo magnético y proporcionar la forma general de las perturbaciones, por ejemplo, para efectuar la prospección, determinando las anomalías del campo magnético.

Se observará que se puede prever en el aparato de la figura 4 una salida simplemente ramificada en E_1 , F_1 , dando esta salida en un frecuencímetro la intensidad del campo magnético H_1 . En este caso, el aparato puede funcionar a la vez como magnetómetro y como gradientímetro. Una aplicación particular de tal aparato se da en la solicitud de patente n.º 336.189.

Un gradientímetro completo, transistorizado según el modo de realización descrito con referencia a las figuras 1, 3, 4 y 6, consume 0,4 amperios a 28 voltios, o sea, aproximadamente, 12 watios, sustituyendo un



solo oscilador a los dos osciladores 9 y 9a para alimentar la bobina 10 de la cabeza T_2 y la bobina 10a de la cabeza T_1 .

5 Como consecuencia de esto y cualquiera que sea el modo de realización adoptado, se establece siempre un gradientímetro magnético que presenta, con relación a los gradientímetros de la clase en cuestión ya existentes, numerosas ventajas, especialmente las siguientes:

10 En primer lugar, permite determinar los gradientes de campo magnético con una precisión muy elevada, del orden de una décima de microoersted.

Permite eventualmente determinar igualmente el valor absoluto del campo magnético en un punto.

15 Está constituido por un aparato portátil de consumo muy reducido.

Como es evidente y como resulta ya además de lo que precede, el invento no se limita en absoluto a aquellos modos de aplicación, así como tampoco a aquellos modos de realización de sus diversas partes que han sido más especialmente indicados; abarca, por el contrario, todas sus variantes.

25 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Francia, el 4 de Febrero de 1.966, bajo el número 48.470, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

30 Los puntos de invención propia y nueva que se
18.3.67.



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

5 1.- Gradientímetro magnético para medir la di
ferencia entre las intensidades del campo magnético en una
primera y en una segunda zonas, caracterizado por el hecho
de que comprende, en combinación: una primera cabeza de
magnetómetro que suministra una primera fuerza electromo-
10 triz sensiblemente sinusoidal de frecuencia proporcional
a la intensidad del campo magnético en dicha primera zona
en la cual se encuentra colocada esta primera cabeza; una
segunda cabeza de magnetómetro que constituye un filtro nu-
clear que transmite, en respuesta a una señal sinusoidal
de entrada, de frecuencia variable, una segunda fuerza
15 electromotriz de salida cuya amplitud varía, en función
de la frecuencia de la señal de entrada, según una curva
de resonancia o de Lorentz centrada sobre su frecuencia
de resonancia, siendo esta frecuencia de resonancia pro-
porcional a la intensidad del campo magnético en dicha
20 segunda zona en la cual se encuentra colocada esta segun-
da cabeza; medios para inyectar una porción de dicha pri-
mera fuerza electromotriz, suministrada por dicha primera
cabeza, en la entrada de dicha segunda cabeza con objeto
de constituir dicha señal de entrada; y medios para deter-
25 minar la diferencia de fase entre dichas primera y segun-
da fuerzas electromotrices, siendo esta diferencia de fa-
se proporcional a la diferencia entre las intensidades
del campo magnético en dichas primera y segunda zonas.

30 2.- Gradientímetro magnético según la reivin-
dicación 1, caracterizado por el hecho de que la primera
18.3.67.



cabeza del magnetómetro es del tipo oscilador de spins de partículas subatómicas y suministra, pues, una fuerza elec tromotriz a la frecuencia de Larmor de los spins en el campo magnético en dicha primera zona en la cual estos spins están situados.

5
3.- Gradientímetro según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por el hecho de que la segunda cabeza incluye una bobina de entrada, en serie con una resistencia de impedancia mucho más elevada que la de dicha bobina de entrada, una bobina de salida, en paralelo con un condensador para constituir un circuito resonante a una frecuencia próxima a dicha frecuencia de resonancia, estando estas dos bobinas normalmente desacopladas eléctricamente, y un sistema de spins de partículas subatómicas que acopla dicha bobina de salida con dicha bobina de entrada a la frecuencia de Larmor de dicho sistema de spins en el campo magnético en dicha segunda zona en la cual el sistema de spins está situado, frecuencia que constituye dicha frecuencia de resonancia.

10
15
20
25
30
18.3.67.

4.- Gradientímetro magnético según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por el hecho de que dichos medios para determinar la diferencia de fase comprenden un par de medios de puesta en forma rectangular de las dos fuerzas electromotrices normalmente desfasadas 180°, un par de medios para diferenciar las dos fuerzas electromotrices así puestas en forma, un par de medios que no conservan en las dos sucesiones de impulsos así obtenidas por diferenciación más que los impulsos que tienen una cierta polaridad, la misma para las dos sucesiones, una báscula biestable que recibe dichos



impulsos conservados de una cierta polaridad y que bascu-
la de un estado estable al otro al recibir cada impulso,
un integrador que integra los escalones de tensión que sa-
len de dicha báscula, y medios para medir la tensión de
5 salida del integrador que es proporcional a la diferencia
de fase a determinar.

5.- Gradientímetro magnético.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que
antecede, representado en los dibujos que se acompañan y
10 para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de diecinueve hojas es-
critas a máquina por una sola cara.

20 MAR 1967

Madrid,

P. A.

Alba
[Handwritten signature]

336178

G.D.S.
18.3.67.



Fig. 1.

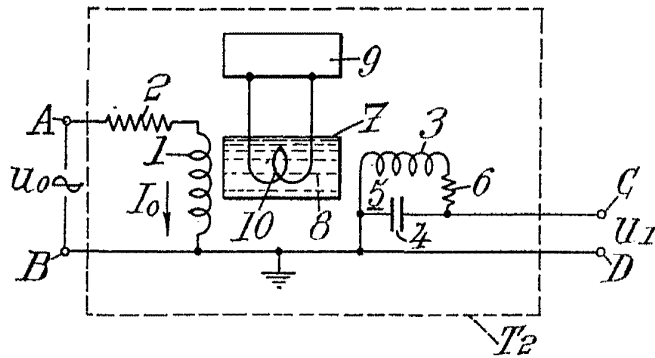


Fig. 2.

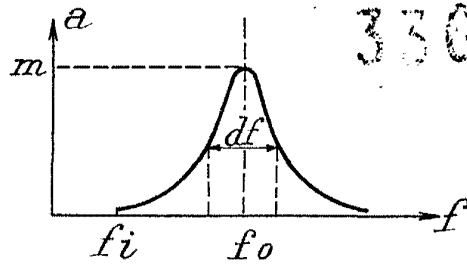
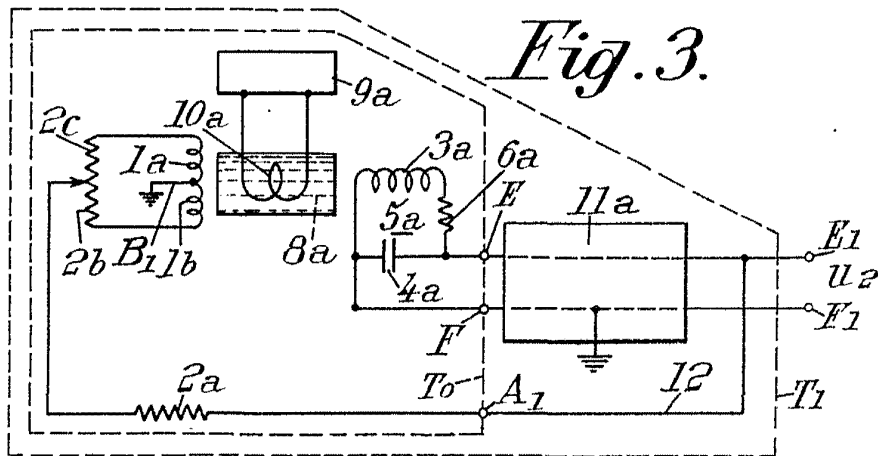


Fig. 3.



Com

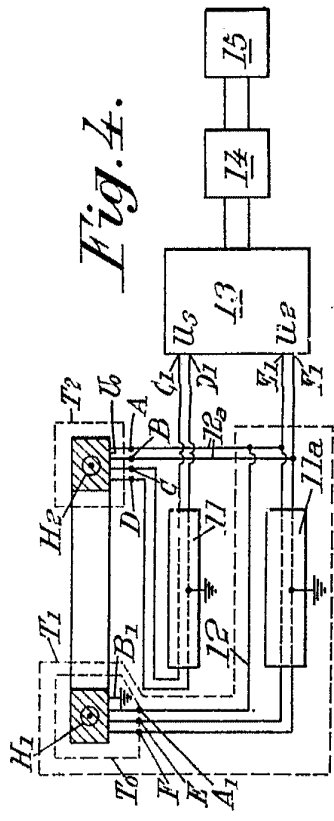


Fig. 4.

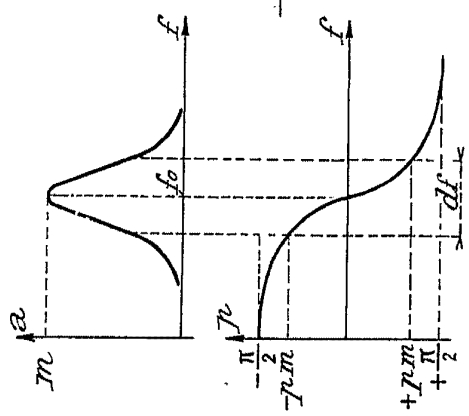


Fig. 5.

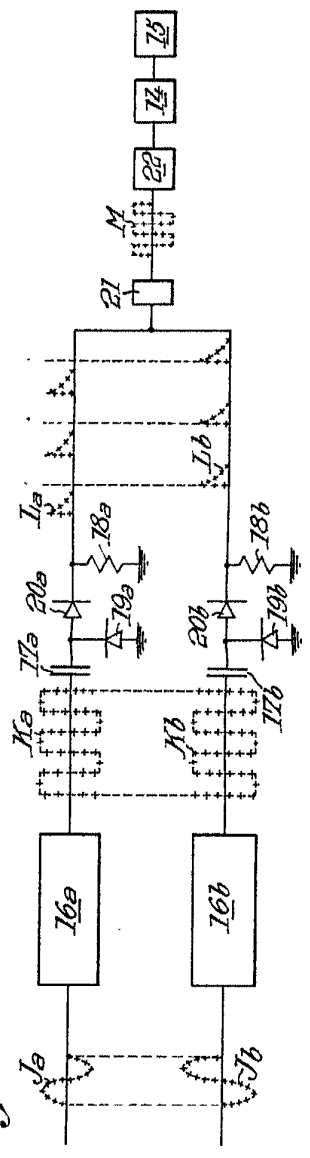
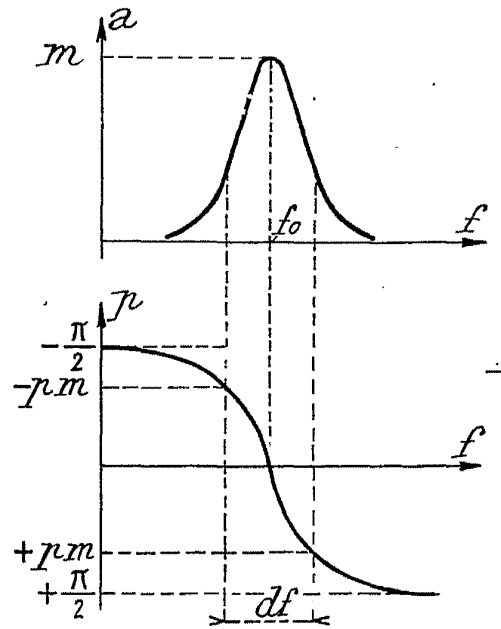
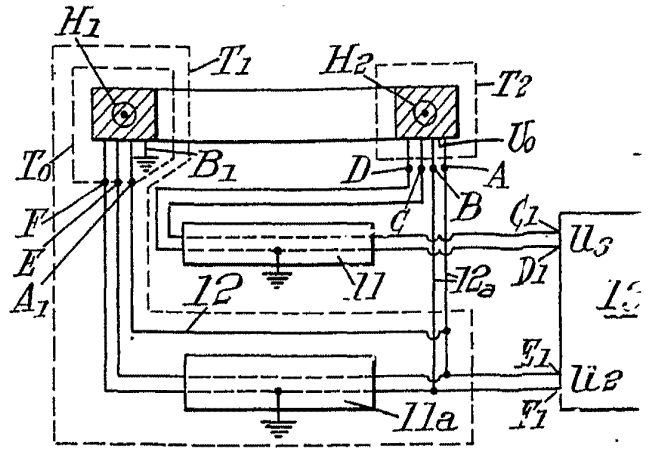


Fig. 6.

336178

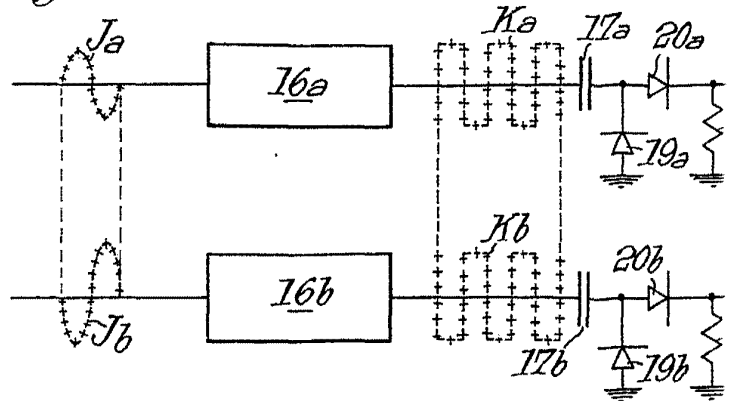
336178

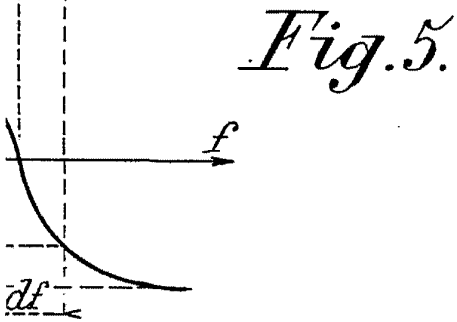
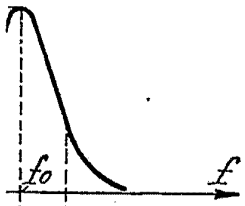
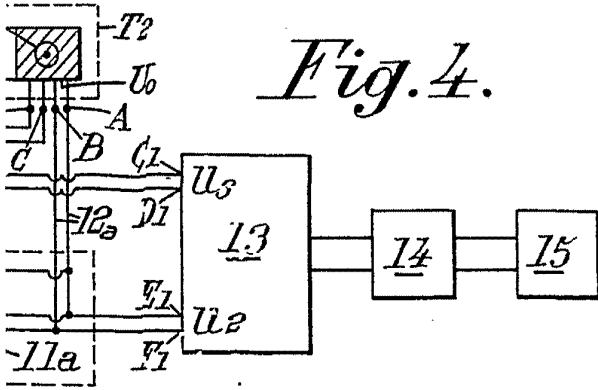
Wm



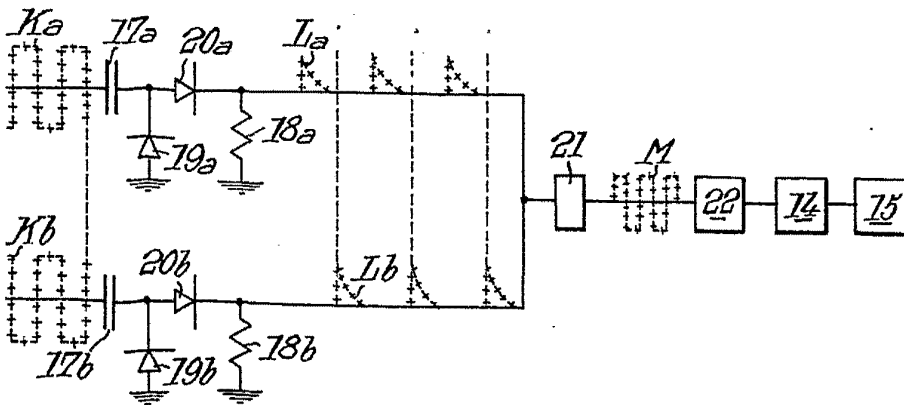
336103

Fig. 6.





336108



W. W.