(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 147 536**

(21) Número de solicitud: 009802654

(51) Int. Cl.[7]: B60M 1/02
G05F 7/00
G01R 33/00

(12) PATENTE DE INVENCION B1

(22) Fecha de presentación: **21.12.1998**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **01.09.2000**

Fecha de concesión: **24.05.2001**

(45) Fecha de anuncio de la concesión: **01.07.2001**

(45) Fecha de publicación del folleto de patente: **01.07.2001**

(73) Titular/es: **UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**
Rectorado Avda. de Séneca, 2
28040 Madrid, ES

(72) Inventor/es: **Hernándo Grande, Antonio; Rivero Rodríguez, Guillermo y Briones Fernández Pola, Fernando**

(74) Agente: **No consta**

(54) Título: **Dispositivo de compensación del campo magnético producido por ferrocarriles de tracción eléctrica.**

(57) Resumen:
Dispositivo de compensación del campo magnético producido por ferrocarriles de tracción eléctrica.
El dispositivo se basa en la compensación local de las fluctuaciones de campo magnético originadas por fluctuaciones de corriente de catenaria. Se utiliza un sensor de campo magnético que realimenta el circuito compensador hasta anular el campo en el sensor en un tiempo inferior al característico de la fluctuación por lo que mantiene anulado el campo en cualquier momento.
La invención se refiere a un dispositivo capaz de compensar, en origen, las perturbaciones del campo magnético en el entorno de una línea de ferrocarril de tracción eléctrica causadas por las variaciones de la corriente de la catenaria de alimentación.

ES 2 147 536 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art° 37.3.8 LP.

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. C/Panamá, 1 – 28036 Madrid

DESCRIPCION

Dispositivo de compensación del campo magnético producido por ferrocarriles de tracción eléctrica.

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo capaz de compensar, en origen, las perturbaciones del campo magnético en el entorno de una línea de ferrocarril de tracción eléctrica causadas por las variaciones de la corriente de la catenaria de alimentación.

El dispositivo consta de un sensor de campo magnético situado en las proximidades del lugar que quiere apantallarse magnéticamente. Su misión es controlar la corriente suministrada por una fuente de alimentación programable en corriente y conectada a una espira formada por conductores próximos y paralelos a la catenaria y vías. El objetivo es que el campo detectado por el sensor sea constante y de valor próximo a cero.

De este modo, las fluctuaciones de campo magnético originadas por las fluctuaciones de corriente en el bucle formado por la catenaria y conductor de retorno pueden compensarse en origen con independencia de la distancia y orientación del receptor de la perturbación con respecto al trazado del ferrocarril.

Antecedentes

En la actualidad se presentan con frecuencia creciente problemas en sistemas electrónicos, ordenadores, microscopios electrónicos, equipos de resonancia magnética nuclear, etc. debido a las perturbaciones del campo magnético terrestre. En algunos casos simplemente se trata de apantallar el propio campo magnético terrestre. Un ejemplo de sistema ya patentado (WO9738534) consiste en conseguir el apantallamiento del dispositivo afectado en las proximidades del mismo. Una celda de la geometría y material magnético apropiados rodea el equipo susceptible de alteración debido al campo magnético. Este método tiene inconvenientes ya que nunca alcanza reducciones superiores a una décima del campo a apantallar y es caro.

Otro tipo de patentes son aquellas que en vez de apantallar el dispositivo afectado lo que aíslan es la fuente de campo magnético. Un ejemplo de dispositivo es el que se utiliza para reducir el campo magnético alterno creado por radio teléfonos (WO9844648). En este caso se añade un circuito al teléfono de modo que la corriente que circula por él genere un campo magnético coaxial, y de polaridad opuesta, con el campo creado por la corriente que circula por la batería del aparato.

Otros campos objeto de apantallamiento son los creados por las corrientes que circulan por las líneas de alta tensión. En este caso se trata de apantallar campos creados por corrientes alternas de alto voltaje pero constantes en el tiempo. El apantallamiento también se realiza en la fuente y se trata de un circuito eléctrico con la geometría y los elementos necesarios para apantallar el campo (WO95/20835, WO9633541). Circuitos de este tipo son capaces de reducir hasta un sexto del valor total del campo.

La presente patente tiene por objetivo compensar, en origen, las perturbaciones de campo magnético producidas principalmente por ferrocarriles suburbanos metropolitanos. Una posibles solución sería el apantallamiento con material magnético metálico del túnel pero esta idea no es la más apropiada ya que introduce interacciones con la radiotelefonía y problemas de capacitancias. La presente invención ataca el problema en la fuente del campo perturbador pero en lugar de apantallar con material metálico ferromagnético lo hace mediante un bucle compensador de corrientes reguladas por sensores de campo magnético. Presentando, además, la ventaja de ser capaz de determinar, a través de los sensores, los valores presentados por el campo magnético en cada instante de tiempo.

Como ya se ha indicado el apantallamiento en la fuente ya ha sido realizado por otros autores (WO9633541) en el caso de tendidos de alta tensión. La diferencia entre este tipo de dispositivos y el que ahora nos ocupa es que en el primer caso el campo objeto de apantallamiento es invariable con el tiempo mientras que el objetivo de la presente patente es apantallar un campo magnético que varía de una forma no uniforme.

Explicación de la invención

El dispositivo de compensación del campo magnético producido por ferrocarriles de tracción eléctrica, objeto de la presente invención, se basa en contrarrestar el efecto de las fluctuaciones de intensidad producidas por la absorción y cesión de potencia de las máquinas eléctricas tractoras. El circuito generador del campo magnético está formado por la subestación, catenaria, máquina y vía y tiene forma de bobina cuadrada cuyas dimensiones varían al moverse el tren. La compensación del campo magnético se hará mediante la generación de fluctuaciones idénticas en un sistema de circuitos alineados, paralelos y próximos al circuito vía-catenaria al que llamaremos circuito compensador. Las bobinas serán de forma cuadrada de altura igual a la distancia catenaria-vía, e irán colocadas unas a continuación de las otras y el conjunto formará un circuito idéntico al formado por la subestación- catenaria- máquina-vía. La compensación se gobierna a partir de la señal de un sensor de campo magnético y existiendo varios circuitos compensadores, cada uno con un sensor y una bobina, en el caso de querer compensarse el campo en un tramo de línea de ferrocarril extensa. El sistema se controla a través de un circuito electrónico acondicionador de señal conectado a una fuente de alimentación programable con objeto de crear una corriente en el circuito compensador opuesta y con las mismas fluctuaciones que la de la catenaria hasta que se compense su efecto y se anule el campo en el sensor.

Como la corriente que circula por la catenaria no es constante con el tiempo el campo magnético que crea también sufre variaciones. Para que el campo compensador responda en cada momento a esas variaciones los sensores se disponen, a lo largo del tramo en cuestión, a razón de uno por bobina compensadora. La señal del sensor se utiliza para determinar la corriente compensadora (I_c) necesaria en cada instante de tiempo.

El funcionamiento del sensor se basa en efectos de magnetoimpedancia, flux-gate o Hall que

son determinantes en el tiempo de respuesta del mismo.

La condición de funcionamiento de la invención es que el tiempo de respuesta del sensor, y el tiempo característico del circuito compensador sean inferiores al tiempo característico de las fluctuaciones de catenaria típicamente de seis amperios por milisegundo. El voltaje inducido en el circuito de compensación por las fluctuaciones de corriente en el bucle de catenaria es compensado por la fuente de alimentación programable en corriente mediante los oportunos aumentos de tensión de reglamentación. Ello es posible siempre que la impedancia del circuito compensador sea mucho menor que la del circuito de catenaria que incluye los motores del tren.

Cuando la zona a apantallar sea muy extensa, y sea necesario tener en cuenta la variación de las dimensiones del bucle perturbador causada por el desplazamiento del tren a lo largo de la línea, se dispondrán una serie de dispositivos de compensación a lo largo del trazado cada uno de ellos con sus correspondientes sensores de campo magnético y electrónicas de control independientes. La distancia entre los soportes de los conductores del circuito de compensación y la catenaria, así como la rigidez y sección de dichos soportes, se calculan y optimizan teniendo en cuenta las fuerzas de repulsión generadas por la inducción entre ambos circuitos.

El dispositivo vendrá caracterizado por el factor de atenuación s. Este factor se define como el cociente entre el campo atenuado, siendo este la diferencia entre el campo inicial y el campo final, y el campo inicial.

El objetivo del método descrito en la siguiente patente es que el campo creado por el dispositivo de compensación sea siempre igual y de sentido opuesto al creado por la línea de Metro de modo que en estas condiciones ideales el campo magnético resultante sea nulo. La distribución espacial del campo creado por el dispositivo debe ser lo más parecida posible al que se desea anular además la dependencia temporal de los dos también debe ser la misma.

Descripción de las figuras

Para facilitar la comprensión de las características de la invención, se acompañan las siguientes figuras que representan lo siguiente:

La figura 1 muestra el esquema del circuito de la corriente (I) que crea el campo magnético y que partiendo de una subestación (A), circula por la catenaria (B), llega a la máquina (C) y retorna por las vías (D). Por tanto esta corriente constituye un circuito con forma de bobina cuadrada (E), cuyas dimensiones varían al moverse el tren. También se muestra el circuito compensador (F) por el que circula la corriente compensadora (I_c) que está conectado al sensor de campo magnético (H) a través del circuito retroalimentador (G).

La figura 2 muestra el esquema correspondiente al primer montaje experimental de laboratorio. En él aparece el dispositivo que consiste en una bobina que produce un campo perturbador (es el campo inicial que se pretende atenuar) (J), una bobina que produce el campo compensador (K) y un sensor de campo de tipo flux-gate (H). La primera bobina está alimentada por un generador de corriente (L) que permite crear campos magnéticos continuos y variables. El sensor (H) mide el valor del campo y a continuación suministra un voltaje proporcional a la señal detectada a un amplificador (M). Dicho voltaje amplificado sirve de alimentación para la bobina compensadora.

La figura 3 muestra el esquema correspondiente al segundo montaje experimental de laboratorio. En él, se muestra el generador de corriente (L) conectado a la bobina creadora del campo perturbador (J). Conectado en paralelo con la bobina aparece una resistencia (N) de cuyos extremos se deriva la corriente hacia el amplificador (M) conectado en serie con la bobina creadora de campo compensador (K).

La figura 4 (1) muestra el campo creado en los dos dispositivos de laboratorio en función del tiempo. La figura 4 (2) muestra la atenuación obtenida con el primer dispositivo de laboratorio y la 4 (3) muestra la atenuación obtenida con el segundo dispositivo de laboratorio.

Modo de realización de la invención

La presente invención referida a un dispositivo de compensación del campo magnético producido por ferrocarriles de tracción eléctrica, se ilustra adicionalmente con los siguientes ejemplos:

Se han realizado dos montajes experimentales de laboratorio distintos. El primer dispositivo consiste en una bobina que produce un campo perturbador (es el campo inicial que se pretende atenuar), una bobina que produce el campo compensador y un sensor de campo de tipo flux-gate. La primera bobina está alimentada por un generador de funciones que permite crear campos magnéticos continuos y variables. El sensor mide el valor del campo y a continuación suministra un voltaje proporcional a la señal detectada a un amplificador. Dicho voltaje amplificado sirve de alimentación para la bobina compensadora.

En el segundo dispositivo la señal de retroalimentación es directamente proporcional a la intensidad que circula por la bobina. La señal enviada al amplificador es proporcional a esta intensidad. En este caso se prescinde del sensor de campo magnético y a través de una resistencia colocada en paralelo con la bobina generadora de campo se desvía la corriente hacia el amplificador.

El campo creado en ambos dispositivos es de 200 μTeslas, siendo los factores de atenuación s, 0.25 y 0.96 para el primer y el segundo dispositivo respectivamente. Cabe destacar que la atenuación realizada por el primer dispositivo además de ser menor presenta oscilaciones temporales mientras que en el segundo caso estas variaciones con el tiempo desaparecen. Esto es debido a que en el segundo caso la medida del campo es más rápida ya que no interviene ningún dispositivo sensor y por tanto la retroalimentación es más eficaz.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de compensación del campo magnético producido por ferrocarriles de tracción eléctrica **caracterizado** por estar constituido por un sistema compensador formado por circuitos en línea, paralelos y próximos al circuito catenaria-tren-vía, gobernados por sensores de campo magnético cuya señal controla la corriente en el circuito de compensación.

2. Dispositivo de compensación del campo magnético producido por ferrocarriles de tracción eléctrica, según reivindicación anterior, **caracterizado** porque el que el circuito compensador es alimentado por una corriente de sentido opuesto a la de catenaria.

3. Dispositivo de compensación del campo magnético producido por ferrocarriles de tracción eléctrica, según reivindicación anterior, **caracterizado** porque el tiempo de respuesta del sensor de campo que controla la corriente del circuito de compensación tiene que ser inferior al característico de las fluctuaciones de catenaria que incluye los motores de tren.

4. Dispositivo de compensación de campo magnético producido por ferrocarriles de tracción eléctrica, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el elemento sensor de campo está basado en efectos magnetoimpedancia, fluxgate o Hall.

5. Dispositivo de compensación de campo magnético producido por ferrocarriles de tracción eléctrica, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque su aplicación mediante la disposición de una serie de dispositivos de compensación a lo largo de un trazado permite determinar a través del sensor que gobierna el circuito compensador, la variación de las fluctuaciones causadas por el desplazamiento del tren a lo largo de la línea.

6. Dispositivo de compensación de campo magnético producido por ferrocarriles de tracción eléctrica, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque cada dispositivo está dispuesto de un sensor de campo magnético y electrónico de control independientes.

7. Dispositivo de compensación de campo magnético producido por ferrocarriles de tracción eléctrica, según reivindicaciones 3 y 4, en el que la distancia entre los soportes de los conductores del circuito de compensación y la catenaria, así como la rigidez y sección de dichos soportes, se calculan y optimizan teniendo en cuenta las fuerzas de repulsión generadas por la inducción entre ambos circuitos.

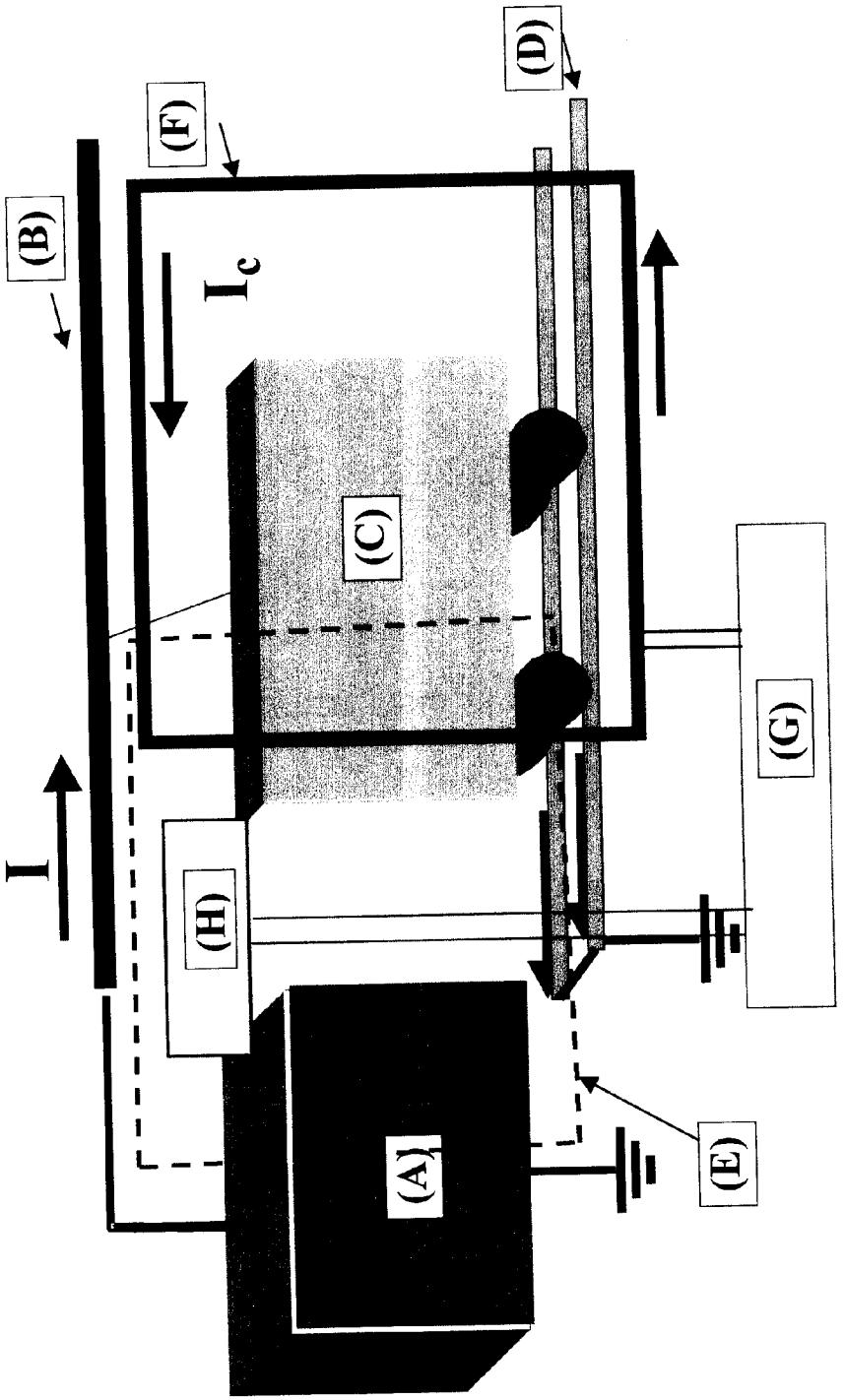

Figura 1

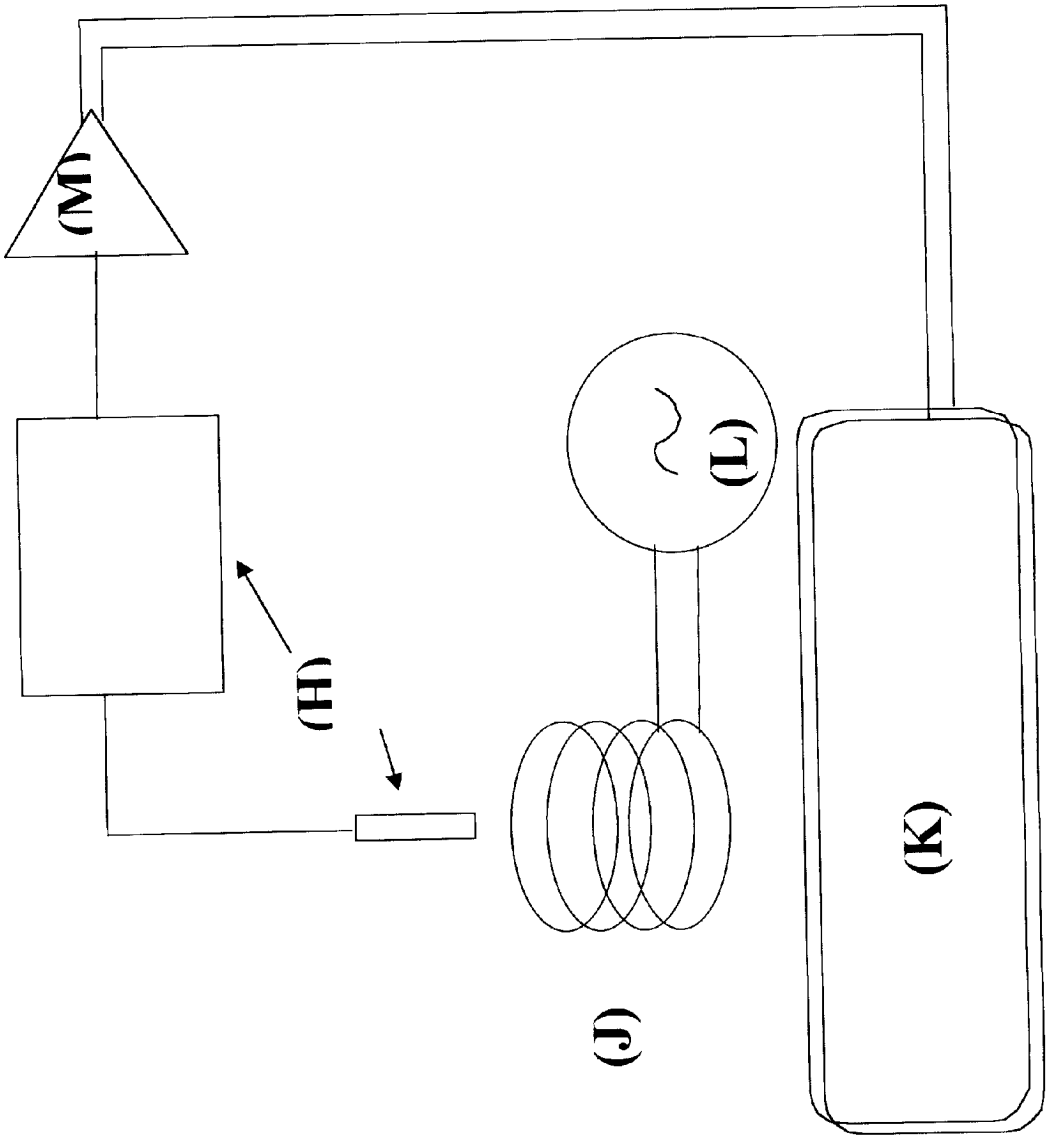

Figura 2

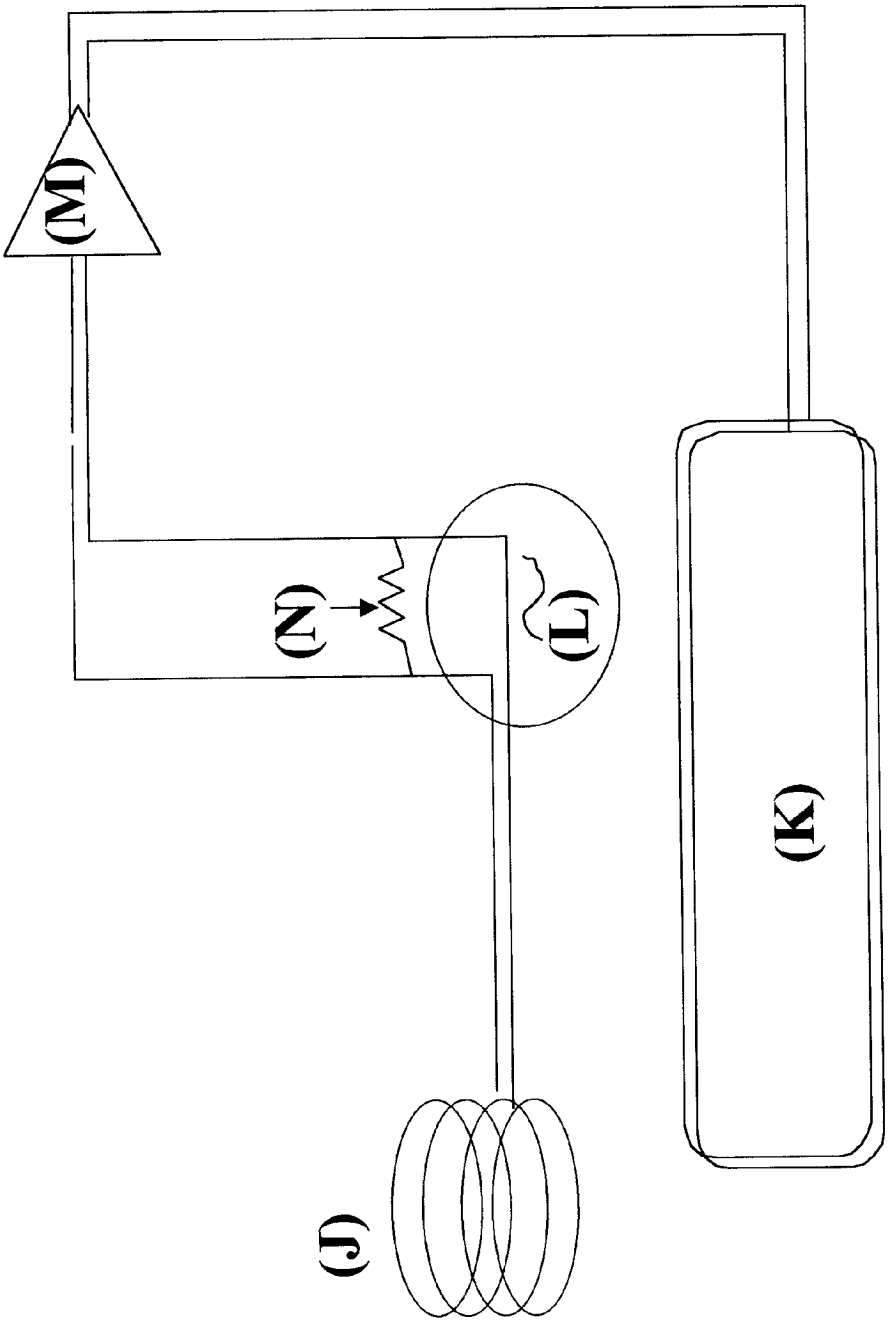

Figura 3

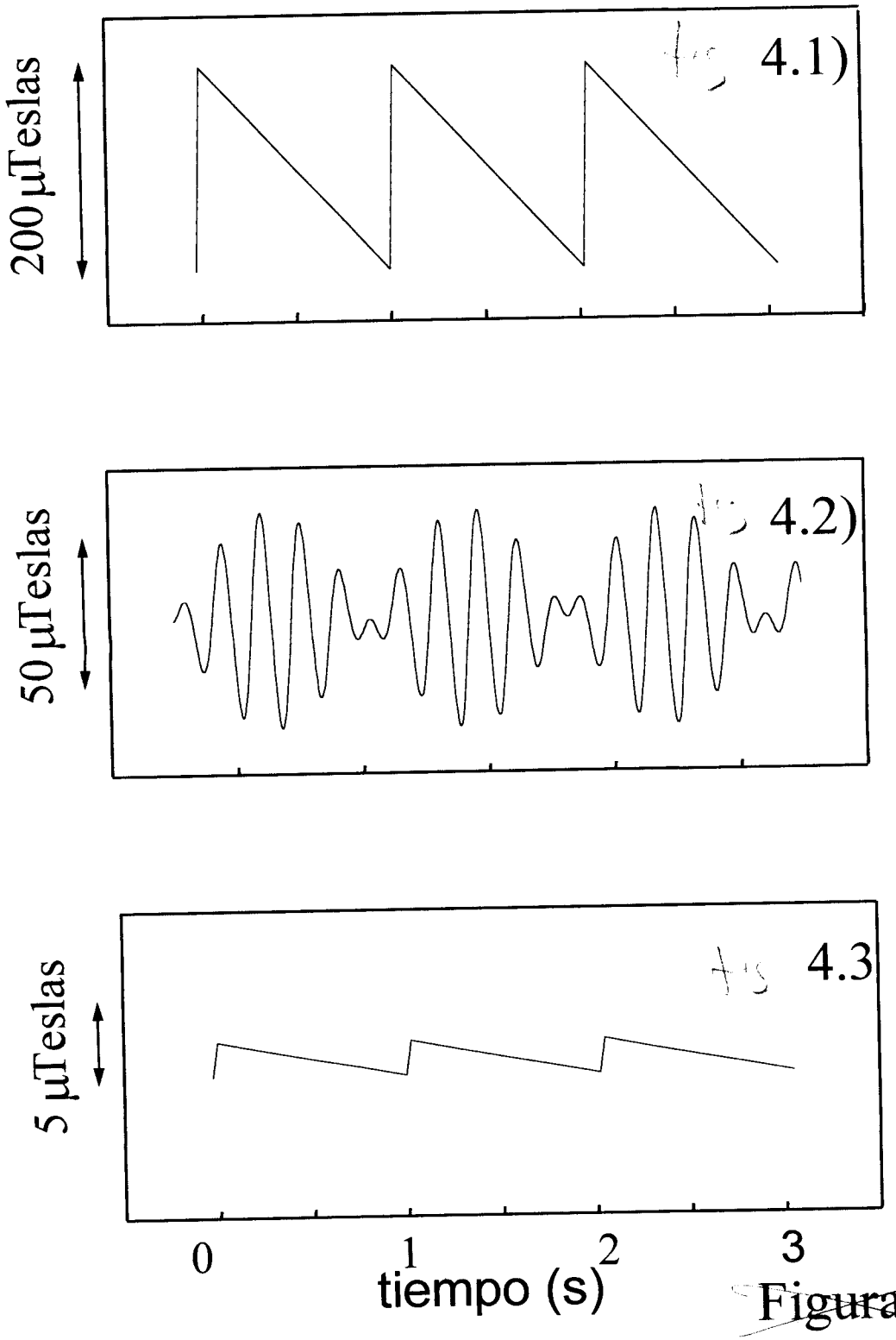

Figura 4

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) ES 2 147 536

(21) N.° solicitud: 009802654

(22) Fecha de presentación de la solicitud: **21.12.1998**

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl.^{7}:** B60M 1/02, G05F 7/00, G01R 33/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 9511541 A (NORAD CORPORATION) 27.04.1995, página 5, línea 16 - página 8, línea 32; figuras 1,3.	1,2,5,6
Y		3,4
Y	US 5586064 A (GRUPP) 17.12.1996, columna 4, líneas 20-41; resumen; figura 1.	3,4
A	DE 4116527 A (KOENING) 26.11.1992, resumen.	3,4
A	WO 9426084 A (ASEA BROWN BOVERI) 10.11.1994, todo el documento.	1,2,5,6

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

[×] para todas las reivindicaciones

[ ] para las reivindicaciones n°:

Fecha de realización del informe	Examinador	Página
17.07.2000	J. Olalde Sánchez	1/1