



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 323 923**

21 Número de solicitud: 200700056

51 Int. Cl.:

H02G 7/20 (2006.01)

G01R 33/025 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **05.01.2007**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **27.07.2009**

Fecha de la concesión: **30.04.2010**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **13.05.2010**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
13.05.2010

73 Titular/es: **Universidad de Sevilla**
OTRI-Pabellón de Brasil
Paseo de las Delicias, s/n
41013 Sevilla, ES

72 Inventor/es: **Cruz Romero, Pedro Luis**

74 Agente: **No consta**

54 Título: **Sistema activo de compensación del campo magnético generado por instalaciones eléctricas lineales y su modo de funcionamiento.**

57 Resumen:

Sistema activo de compensación del campo magnético generado por instalaciones eléctricas lineales y su modo de funcionamiento.

La presente invención tiene por objeto el desarrollo de un sistema de compensación activo del campo magnético a frecuencia industrial generado por instalaciones eléctricas lineales, básicamente líneas eléctricas aéreas y subterráneas, y su modo de funcionamiento. Este sistema no requiere sensor de corriente de línea sino sensor de campo colocado en la fuente de corriente y se aplica para mitigar el campo generado por una o más fuentes de campo independientes.

ES 2 323 923 B1

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

DESCRIPCIÓN

Sistema activo de compensación del campo magnético generado por instalaciones eléctricas lineales y su modo de funcionamiento.

5 **Objeto de la invención**

La presente invención tiene por objeto el desarrollo de un sistema de compensación activo del campo magnético a frecuencia industrial generado por instalaciones eléctricas lineales, básicamente líneas eléctricas aéreas y subterráneas, y su modo de funcionamiento. Este sistema no requiere sensor de corriente de línea sino sensor de campo colocado en la fuente de corriente y se aplica para mitigar el campo generado por una o más fuentes de campo independientes.

15 **Estado de la técnica**

Uno de los métodos tradicionales para reducir el campo magnético en un volumen determinado es disponer de varias espiras colocadas rodeando todo el volumen (típicamente fijadas a los contornos de la habitación-paredes o techos-) y alimentadas por una o varias corrientes eléctricas tal que se compense el campo magnético perturbador (ejemplo de uno de estos sistemas puede verse en la patente WO98/50798). Dichas corrientes se alimentan mediante una fuente regulada que ajusta el valor teniendo en cuenta la medida de varios sensores de campo colocados en el interior del volumen a compensar.

En el caso concreto de compensar el campo generado por instalaciones eléctricas lineales (en particular líneas eléctricas aéreas o subterráneas), éste puede ser fácilmente formulado a partir de la geometría de la fuente y la corriente que la atraviese, de modo que la corriente por el/los lazo/s compensadores puede ser estimada a partir de la medida de la/s corriente/s por la/s línea/s perturbadora/s, sin necesidad de disponer de sensores de campo magnético en el interior del volumen a compensar. Dos alternativas se han propuesto en este sentido.

La primera, consiste en disponer de un sensor de campo magnético que, colocado convenientemente, mida el campo magnético resultante, (debido tanto a la/s línea/s como a el/los lazo/s). La señal instantánea procedente del sensor se amplifica y desfasa de modo que se obtenga la intensidad instantánea a inyectar a el/los lazos (el factor de amplificación y el desfase pueden calcularse analíticamente). [A. Shenkman, N. Sonkin, y V. Kamensky, "Transmission lines as a source of industrial frequency electromagnetic field (EMF) radiation and a device for its active supression" Proc. 3rd International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields, vol. II, pp. 593-499, Kos (Grecia), 2004].

Esta alternativa requiere disponer de un sensor de campo en una ubicación tal que el campo generado por el/los lazo/s sea el correspondiente a dos conductores rectilíneos, despreciando el efecto de los finales de lazo. Además sólo debe medir el campo conjunto de la/s línea/s y el/los lazo/s, por lo que el sensor de campo se debe alejar de el/los módulo/s de alimentación de el/los lazo/s para evitar interferencias.

La segunda alternativa consiste en disponer de un sensor de corriente por cada línea. La señal instantánea procedente de cada sensor se amplifica y desfase de modo que se obtenga la intensidad instantánea a inyectar a el/los lazo/s (el factor de amplificación y desfase pueden calcularse analíticamente). Existen dos versiones de esta alternativa, disponer de un sensor de campo para medir la corriente [U. Jonsson, A. Larsson, y J.O. Sjödin, "Optimized reduction of the magnetic field near Swedish 400 kV lines by advanced control of shield wire currents. Test results and economic evaluation", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 9, No 2, abril 1994.] o de un sensor que específicamente mida la corriente [Zerotesla News N° 1, Noviembre 2004 (<http://www.agsm.it/oggetti/14100.pdf>)].

50 **Descripción de las figuras**

Figura 1.- Lazo activo para compensar el campo debido a la línea.

- 55 1. línea eléctrica aérea.
2. lazo compensador.
- 60 3. zona a proteger.
4. módulo de alimentación de corriente.
5. módulo de alimentación en corriente al lazo alimentado en baja tensión.
- 65 6. sensor de campo.

ES 2 323 923 B1

Figura 2.- Dos lazos activos para compensar dos fuentes independientes separadas entre sí.

1. línea eléctrica aérea.
- 5 2. lazo compensador para la línea eléctrica aérea.
3. zona a proteger.
4. módulo de alimentación de corriente al lazo (2).
- 10 5. módulo de alimentación de corriente al lazo alimentado en baja tensión.
6. sensor de campo en (4).
- 15 7. línea eléctrica subterránea.
8. lazo compensador para la línea eléctrica subterránea.
9. módulo de alimentación de corriente al lazo (8).
- 20 10. sensor de campo en (9).

Figura 3.- Compensación de dos fuentes independientes próximas entre sí.

- 25 1. línea eléctrica aérea.
2. lazo compensador.
3. zona a proteger.
- 30 4. fuente de corriente al lazo.
5. módulo de alimentación de corriente al lazo alimentado en baja tensión.
- 35 6. sensor de campo.
11. sensor de campo.
- 40 12. línea eléctrica aérea próxima a (1).

Descripción de la invención

La presente invención evita la necesidad de colocar un sensor de campo lejos de el/los lazos, así como un sensor de corriente en una fase de la línea perturbadora, para ajustar la corriente por el/los lazos. De este modo se obtiene un diseño del sistema de alimentación más compacto, evitando la necesidad de disponer de un lugar específico para colocar el sensor, así como simplificando los problemas asociados a la comunicación sensor-sistema de control, mejorando la fiabilidad. Además, se evita disponer de un costoso sensor de corriente inalámbrico. Para ello se dispone de uno o dos sensores de campo magnético colocados dentro del armario de alimentación a los lazos. Los sensores de campo miden exclusivamente el campo generado por las fuentes. Para conseguir esto se desconecta periódicamente (periodo T) y durante un pequeño intervalo de tiempo ($t_d \approx 100$ ms) la alimentación al lazo. Dicho tiempo es suficiente para medir el campo generado por las fuentes y mediante un amplificador y un desfaseador obtener la corriente a inyectar a los lazos. Una vez determinada la corriente, ésta se inyecta al lazo hasta el nuevo periodo en que se desconecta de nuevo la alimentación al lazo. La sincronización de la corriente del lazo con la corriente de la línea en el intervalo de tiempo restante ($T-t_d$) se obtiene a través de la alimentación en baja tensión a la fuente de potencia de los lazos. La duración del periodo T entre dos desconexiones depende de la variación de la corriente por las líneas (variación rápida exige periodos más cortos).

Por tanto, este método es tanto más válido cuanto más lenta sea la variación de la corriente por la línea, ya que el valor de T será mayor y la relación t_d/T será pequeña, obteniéndose un tiempo mayor de mitigación ($T-t_d$). Un valor apropiado de T es del orden de minutos. Esta circunstancia se da en el caso de líneas de distribución o de transporte que alimentan numerosas cargas. Además, este método se podrá aplicar en situaciones donde no es crítica la ausencia de mitigación durante intervalos muy cortos. Esto se da por ejemplo en los casos de reducción de exposición a campos magnéticos por motivos de prevención de posibles efectos nocivos sobre la salud.

Modo de realización de la invención

La realización que a continuación se describe de un sistema de compensación con lazo activo se aplica en instalaciones eléctricas lineales (líneas aéreas y subterráneas) de potencia. Consta de uno o varios lazos colocados en una

ES 2 323 923 B1

posición adecuada para obtener una aceptable mitigación en la zona a compensar, una o varias fuentes de corriente reguladas y un conjunto de sensores de campo situados en el interior de el/los armario/s de alimentación de el/los lazo/s. El número de lazos es función básicamente del número y características de las fuentes independientes de campo perturbador, y las necesidades de mitigación. El número de sensores es el mismo que el de fuentes de campo perturbador, y su función es estimar las variaciones de campo generado por la fuente, de modo que la corriente por el/los lazo/s a inyectar sea la adecuada para minimizar el campo en la zona a proteger. Se distinguen dos casos.

Caso 1

10

Una fuente de campo magnético perturbador

La figura 1 muestra una línea eléctrica (1), un lazo compensador (2) y la zona a proteger (3). En un extremo del lazo se dispone el módulo de alimentación de corriente al mismo (4), alimentado a su vez en baja tensión (5), así como el sensor de campo (6). En el instante $t=0$ (no hay alimentación al lazo) el sensor mide exclusivamente el campo generado por la línea y mediante un amplificador y un desfaseador se obtiene la intensidad a inyectar al lazo. En el instante $t=t_d$ se inyecta de un modo efectivo dicha intensidad al lazo y durante el intervalo $T-t_d$ se mantiene la amplitud de dicha onda, estando sincronizada la onda con la tensión medida en la alimentación (5) al módulo de corriente. En el instante T se desconecta la alimentación al lazo y vuelve a empezar el ciclo de nuevo.

20

Caso 2

Dos fuentes de campo magnético perturbador independientes entre sí

25

En este caso la zona a compensar está sometida al campo magnético generado por dos fuentes cuyas corrientes correspondientes son independientes entre sí. Dentro de este caso, cabe analizar dos situaciones diferentes: (a) las fuentes están suficientemente separadas entre sí; (b) las fuentes están próximas entre sí.

30

(a) Fuentes suficientemente separadas entre sí

La figura 2 muestra una línea aérea (1) y otra subterránea (7), así como la zona a compensar (3). Se dispone un lazo para compensar la línea aérea (2) y otro para la subterránea (8). Por cada lazo se tiene una fuente de corriente (4, 9), alimentado en baja tensión (5) y un sensor (6, 10). Debido a que las líneas están lo suficientemente separadas entre sí, el sensor (6) medirá fundamentalmente el campo generado por la línea (1) y el sensor (10) el correspondiente a la línea (7). Por tanto, se podrá aplicar el procedimiento descrito en el caso 1 para cada uno de los lazos.

35

(b) Fuentes próximas entre sí

En este caso las fuentes de campo o líneas están lo suficientemente próximas de modo que los sensores miden simultáneamente el campo debido a ambas fuentes. La figura 3 muestra dos líneas aéreas (1, 12) y un lazo (2) con su módulo de alimentación (4). Las corrientes en ambas líneas son independientes entre sí, por lo que para determinar el valor de cada corriente es necesario disponer de dos sensores de campo magnético (6, 11) cuyas bobinas estén perpendicularmente dispuestas. El procedimiento es similar al descrito en el caso 1, pero en esta ocasión en el tiempo t_d se estiman simultáneamente las corrientes por ambas líneas.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Sistema activo de compensación del campo magnético generado en instalaciones eléctricas lineales **caracteri-**
zado porque comprende: a) uno ó varios lazos activos b) uno ó dos módulos de alimentación a los lazos y c) uno o
dos sensores uniaxiales de campo magnético en el interior de cada módulo, dispuestos perpendicularmente entre sí,
empleado para mitigar el campo generado por las instalaciones eléctricas.

10 2. Modo de funcionamiento del sistema de la reivindicación 1, generado por una única línea, **caracterizado** porque
el sensor de campo magnético está instalado en el interior de un módulo de alimentación común a los lazos, de manera
que el ajuste de la amplitud de la corriente por los lazos, se lleva a cabo de la siguiente manera:

15 a) se desconecta un periodo T , comprendido entre 10 segundos y 10 minutos, la corriente por los lazos y se mide
con el sensor el campo generado por la línea obteniéndose el valor eficaz y desfase de la corriente a inyectar a los
lazos,

b) pasado un tiempo t_a (comprendido entre 0,05 y 0,5 segundos) se alimentan nuevamente los lazos durante un
tiempo $T-t_a$ con las corrientes calculadas, iniciándose de nuevo el ciclo al finalizar dicho intervalo,

20 c) y durante el tiempo $T-t_a$ las corrientes de los lazos se sincronizan en desfase con la tensión de entrada al módulo
de alimentación.

25 3. Modo de funcionamiento del sistema de la reivindicación 1 generado por dos líneas suficientemente separadas
entre sí, de modo que el campo generado por cada una se puede medir por separado, **caracterizado** porque dispone
de dos módulos de alimentación, uno por cada línea, y un sensor de campo magnético instalado en el interior de cada
módulo de alimentación, de manera que el ajuste de la amplitud de la corriente por los lazos, se lleva a cabo de la
siguiente manera:

30 a) se desconecta periódicamente la corriente de alimentación a los lazos, periodo T_1 para lazos alimentados desde
el módulo 1 y T_2 para lazos alimentados desde el módulo 2, comprendidos ambos entre 10 segundos y 10 minutos) y
se mide con los sensores las corrientes por las líneas, obteniéndose el valor eficaz y desfase de las corrientes a inyectar
a los lazos,

35 b) pasado un tiempo t_{a1} , para el módulo 1 ó t_{a2} , para el módulo 2, comprendidos entre 0,05 y 0,5 segundos, se ali-
mentan nuevamente los lazos durante un tiempo T_1-t_{a1} , lazos alimentados por el módulo 1, ó T_2-t_{a2} , lazos alimentados
por el módulo 2, iniciándose de nuevo el ciclo al finalizar dicho intervalo,

c) y durante estos intervalos de tiempo la corriente en los lazos se sincronizan en desfase con la tensión de entrada
al módulo de alimentación.

40 4. Modo de funcionamiento del sistema de la reivindicación 1 generado por dos líneas próximas entre sí, de modo
que es necesario medir el campo conjunto generado por ambas líneas, **caracterizado** porque dispone de un módulo
de alimentación y dos sensores de campo magnético instalados en su interior, de manera que el ajuste de la amplitud
de la corriente por los lazos, se lleva a cabo de la siguiente manera:

45 a) se desconecta un periodo T , comprendido entre 10 segundos y 10 minutos, la corriente por los lazos y se mide
con ambos sensores exclusivamente el campo generado por ambas líneas, obteniéndose los valores de las intensidades
a inyectar a los lazos,

50 b) pasado un tiempo t_a , comprendido entre 0,05 y 0,5 segundos, se alimentan nuevamente los lazos durante un
tiempo $T-t_a$ con las corrientes calculadas, iniciándose de nuevo el ciclo al finalizar dicho intervalo,

c) y durante el tiempo $T-t_a$ las corrientes de los lazos se sincronizan en desfase con la tensión de entrada al módulo
de alimentación.

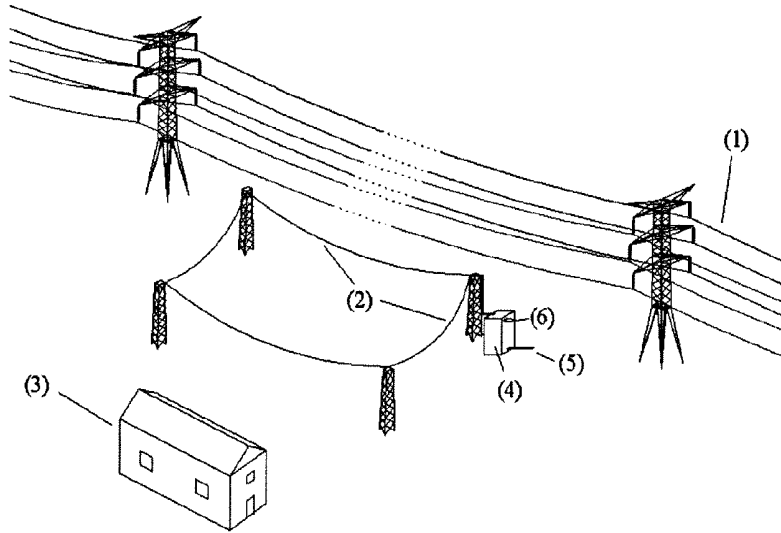


Figura 1

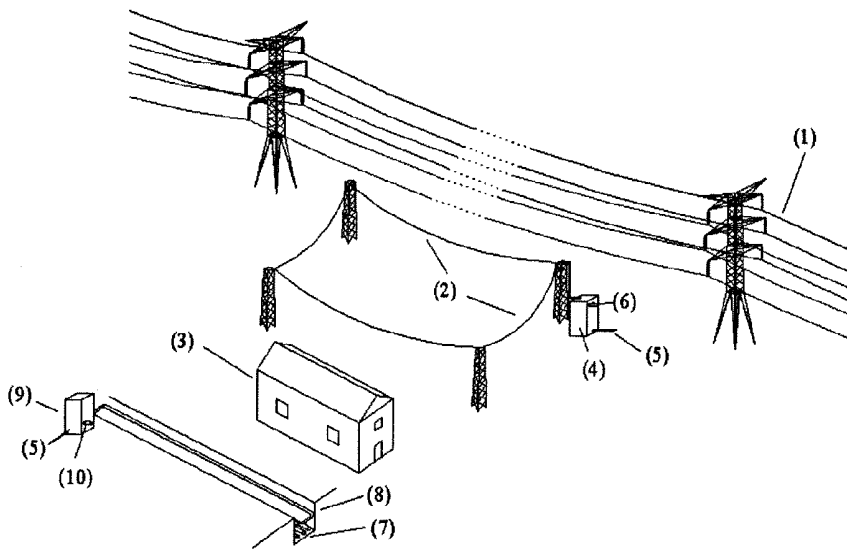


Figura 2

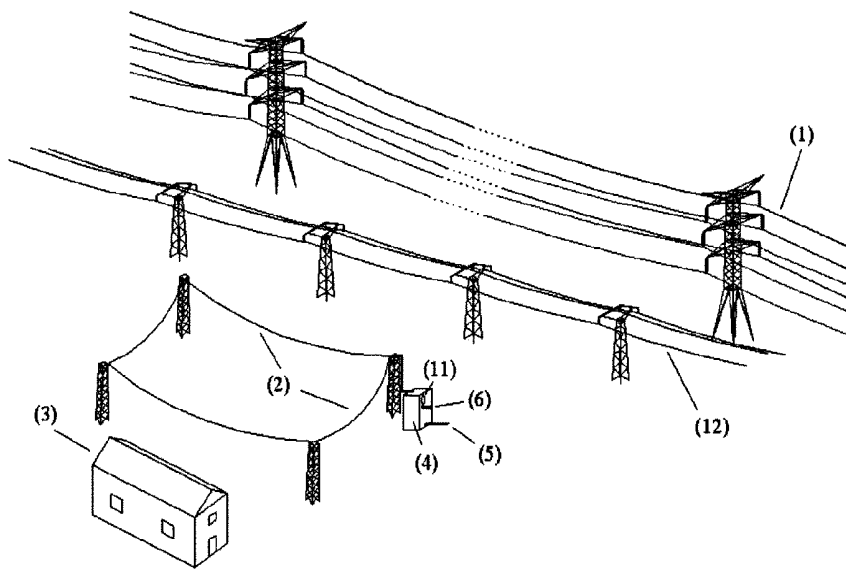


Figura 3



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 323 923

② Nº de solicitud: 200700056

③ Fecha de presentación de la solicitud: **05.01.2007**

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **H02G 7/20** (2006.01)
G01R 33/025 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑥ Documentos citados | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|--|----------------------------|
| X A | WO 9511541 A1 (NORAD CORP; JENSEN DAVID R; JONES BILLY DAN) 27.04.1995, página 5, línea 10 - página 6, línea 22; página 10, línea 26 - página 11, línea 9; figuras 1,10. | 1 2-4 |
| X | US 5920130 A (PASCHEN et al.) 06.07.1999, figura 1; columna 3, línea 55 - columna 4, línea 21. | 1 |
| X A | US 3801877 A (GRIESE et al.) 02.04.1974, columna 5, línea 38 - columna 6, línea 15; figura 1. | 1 2 |
| X A | ES 2147536 A2 (UNIV MADRID COMPLUTENSE) 01.09.2000, resumen; columna 2, líneas 58-66; figuras 1-3. | 1 2 |

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 nº:

Fecha de realización del informe

26.06.2009

Examinador

E. Pina Martínez

Página

1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H02G, G01R

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 26.06.2009

Declaración

| | | |
|--|----------------------|-----------|
| Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986) | Reivindicaciones 1-4 | SÍ |
| | Reivindicaciones | NO |
| Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986) | Reivindicaciones 2-4 | SÍ |
| | Reivindicaciones 1 | NO |

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

| Documento | Número Publicación o Identificación | Fecha Publicación |
|-----------|-------------------------------------|-------------------|
| D01 | WO 9511541 A1 | 27.04.1995 |
| D02 | US 3801877 A | 02.04.1974 |

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera D01 el documento del estado de la técnica anterior más próximo al objeto de invención, afectando a la patentabilidad de las reivindicaciones propuestas del modo que se indica a continuación.

Así, siguiendo la redacción de la Reivindicación 1, el documento D01 describe lo siguiente (las referencias entre paréntesis se refieren a D01):

Sistema activo de compensación del campo magnético generado en instalaciones eléctricas lineales que comprende: a) uno ó varios lazos activos (figuras 1 y 10) b) uno ó dos módulos (36) de alimentación a los lazos y c) un sensor de campo magnético (40), empleado para mitigar el campo generado por las instalaciones eléctricas.

La diferencia observada entre lo descrito en D01 y lo reivindicado en la solicitud consiste en una mera opción de diseño, tal como es la disposición del sensor en el interior del módulo en lugar de en el exterior, que sería evidente para un experto en la materia que quisiera dotar de compacidad al sistema.

Por tanto, a la vista de estado de la técnica anterior, la Reivindicación 1 carece del requisito de actividad inventiva establecido en el artículo 8.1 LP.

En cuanto a las Reivindicaciones 2-4 relativas al modo de funcionamiento del sistema de compensación reivindicado, no se ha encontrado ningún documento que divulgue idénticamente las etapas reivindicadas.

En el documento D01 se menciona la necesidad de ajustar a cero el campo magnético en el sistema descrito, teniendo en cuenta el campo magnético creado por el propio lazo de compensación (pág. 6, lin. 11-28).

Por otra parte, en el documento D02 (col. 5, lin. 37- col. 6, lin. 15) se describe un procedimiento de desconexión temporal de las bobinas de compensación y posterior conexión con objeto de recalibrar el sistema.

No obstante, de ninguno de estos dos documentos se podría derivar de manera evidente para un experto de la materia el modo de funcionamiento propuesto en las Reivindicaciones 2-4, por lo que se considera que dichas reivindicaciones satisfacen los requisitos de novedad y actividad inventiva establecidos en el art. 4.1 LP.