

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 266**

51 Int. Cl.:

**G01N 27/82** (2006.01)

**B66B 7/12** (2006.01)

**G01L 5/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2000 PCT/US2000/07279**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.10.2000 WO00058706**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2000 E 00921406 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 1173740**

54 Título: **Procedimiento y equipo para la detección de degradación de una soga de ascensor usando energía magnética**

30 Prioridad:

**29.03.1999 US 280637**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**03.10.2017**

73 Titular/es:

**OTIS ELEVATOR COMPANY (100.0%)  
One Carrier Place  
Farmington CT 06032, US**

72 Inventor/es:

**ROBAR, TERRY, M.;  
VERONESI, WILLIAM, A.;  
STUCKY, PAUL, A. y  
GIERAS, JACK, F.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 635 266 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y equipo para la detección de degradación de una soga de ascensor usando energía magnética

### 5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a sogas de ascensor y, más concretamente, a un procedimiento y un equipo para poner a prueba sogas de ascensor para detectar su degradación usando energía magnética.

### 10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los sistemas de soga tensora para elevar cabinas de ascensor, o receptáculos similares para elevar y bajar verticalmente cargas en aplicaciones industriales o comerciales, están fabricados normalmente de sogas de acero. Estas sogas comprenden normalmente múltiples cables que, a su vez, comprenden generalmente una pluralidad de 15 hebras que están hechas de cables de acero individuales. Dichas sogas tensoras son componentes cruciales de los que a veces dependen la seguridad y la producción.

El deterioro de componentes individuales de una soga multihebra o multicordel afecta de manera adversa la fuerza de tensión de la soga. La fuerza de tensión de una soga depende de varios parámetros, incluyendo su área 20 transversal. Cuando uno o más de los componentes de una soga de acero se estrechan, desgarran o se doblan permanente, estos componentes quedan inutilizados o debilitados como miembros portadores de carga y por tanto, el área transversal efectiva de la soga que soporta la carga se ve reducida. Este tipo de deterioro puede ocurrir de una variedad de maneras, tales como desgaste por uso normal, impacto, fatiga o corrosión accidental.

25 Debido a que las sogas de servicio, como las sogas de ascensor, son muy largas y están hechos de muchos cables individuales y hebras, es impráctico realizar pruebas exhaustivas y precisas de la condición de la soga o su nivel de deterioro simplemente mediante inspección visual. Además, es impráctico desmontar las sogas de ascensor y aplicarles diferentes dispositivos de prueba. Por tanto, es común en la industria sobredimensionar considerablemente las sogas para permitir un gran margen de deterioro sin un gran riesgo de fallo. Las sogas son 30 reemplazadas cuando alcanzan hitos de tiempo o ciclo. Inspecciones visuales ocasionales sobre el terreno son normalmente el único medio de prueba.

El principal problema de la inspección visual de las sogas que el ojo solo puede ver las hebras y cables de la superficie exterior de la soga, que es solo una fracción del área transversal efectiva que soporta la carga. Además, 35 es difícil inspeccionar visualmente la longitud completa de una soga instalada, por ejemplo, en un sistema de ascensor. Por tanto, procedimientos de muestro y aproximación se emplean generalmente. Estos procedimientos aún requieren una gran margen de sobredimensión para garantizar la seguridad. Como resultado, las sogas están diseñadas con materiales excesivos y costosos, y a menudo las sogas se desechan mucho antes de que haya expirado su vida útil. Además, las horas de mano de obra y el tiempo improductivo de operación para la inspección 40 son a menudo costoso.

Del documento DE 39 04 612A1 un procedimiento de prueba y un dispositivo de prueba para una pluralidad de cables de acero corredizos paralelos, por ejemplo de cintas transportadoras de cable de acero armado, especialmente se sabe para operar en subterráneo o elevadores con múltiples cables. Una pluralidad de campos magnéticos se aplican a los cables de acero, y la medición se realiza simultáneamente con la magnetización y se  
5 subdivide en una medición diferencial para el cálculo de campos de dispersión magnéticos reducidos y una medición del flujo magnético en los cables de acero.

El documento EP 0 845 672 A1, GB 2 297 168 A y US-A-4 096 437 describe dispositivos de prueba magnética para detectar defectos en sogas de acero convencionales. Imanes permanentes separan mecánicamente un cable de  
10 acero que pasa por en medio, y sensores de efecto hall detectan cambios en el flujo magnético que pasa a través del artículo como resultado de los cambios en el área transversal metálica del artículo, y un sensor de fuga de flujo detecta defectos localizados internos o externos en el artículo.

Klaus Feyrer enseña en páginas 147 y 148 de su libro de texto "Laufende Drahtseile: Bemessung und Überwachung"  
15 (1. Januar 1998, ISBN 3816914810) a usar bobinas de inducción, generadores de efecto Hall o placas de campo para medir el flujo magnético que fluye a través de una sección de una soga de acero que va a ser inspeccionada.

US 5,570,017 A describe un equipo para detectar anomalías en un miembro, como una cinta transportadora, dispuesto de cables de refuerzo hechos de material permeable magnéticamente. Dispone de medios de bobina  
20 dispuestos para crear un campo magnético espaciado longitudinalmente por medio de un primer y segundo componente de campo en localizaciones espaciadas longitudinalmente. Hay sensores de efecto Hall dispuestos para responder a modificaciones en cada uno del primer y segundo componente de campo. En una primera realización, hay un conjunto de sensores situado entre el primer y el segundo componente de campo. En una segunda realización, hay dos conjuntos de sensores espaciados en los mencionados primer y segundo componente de  
25 campo.

## **OBJETIVOS Y RESUMEN DE LA INVENCION**

Varios objetivos de la presente invención incluyen proporcionar un procedimiento y equipo para detectar el deterioro  
30 de sogas de acero o sogas compuestas que tienen sogas de acero como miembros, en donde la detección es práctica en tiempo, coste y complejidad, en donde la monitorización continua y la detección son prácticas y eficientes, y en donde además la detección es precisa y fiable. Otro objetivo alcanzado es la habilidad para inspeccionar componentes de soga que no son visibles, como en el caso de sogas compuestas o cintas incluyendo sogas planas en las que una o más sogas de acero están integradas en un aislante, como poliuretano o goma. En  
35 esta situación, la inspección visual es imposible. Este y otros objetivos se alcanzan con la presente invención como se describe más adelante.

Una realización de la presente invención implica aplicar una novedosa disposición de imanes y sensores para saturar sogas permeables magnéticamente con un campo magnético y obtener después medidas de fuga de flujo  
40 para comparar con datos previamente almacenados para determinar la condición de la soga.

Mientras que las realizaciones preferidas de la invención se describen más adelante con respecto a sogas de ascensor, por medio del ejemplo, se sobreentiende que la presente invención tiene aplicación a otros tipos de sogas y cintas sujetas a condiciones similares de carga y uso.

## 5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 es una vista esquemática transversal de una soga de ascensor con múltiples cables y un material aislante.

10 La Fig. 2 es una vista esquemática transversal de un cordel de una soga de ascensor compuesto del tipo ilustrado en la Fig. 1.

La Fig. 3 es un diagrama esquemático de dos imanes dispuestos al lado de un miembro ferromagnético.

La Fig. 4 es un diagrama esquemático de un conjunto de sensor de flujo magnético adyacente a una soga de ascensor del tipo descrito en la Fig. 1.

15 la Fig. 5 es un diagrama esquemático de una primera realización del equipo de acuerdo con la presente invención.

la Fig. 6 es una vista parcial y esquemática de una primera realización del equipo de acuerdo con la presente invención montada en un sistema de ascensor.

la Fig. 7 es un diagrama esquemático de una segunda realización del equipo de acuerdo con la presente invención.

20 Las Figs. 8A - 8B son gráficos que ilustran la detección de flujo magnético de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 9 es un diagrama esquemático que ilustra una realización que no forma parte de la presente invención.

25 La Fig. 10 es una vista parcial y esquemática de una realización del equipo que no forma parte de la presente invención montada en un sistema de ascensor.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION

### Procedimiento de Flujo Magnético y Equipo

30

Un defecto como una fisura, corte u otra discontinuidad en un miembro ferromagnético, como un cable, puede detectarse mediante la monitorización la distribución de densidad de flujo magnético en su interior. Un defecto resultará en la penetración del flujo magnético en el aire. El cálculo cuantitativo de pérdida del área transversal metálica, en una soga compuesta de cables de un diámetro de 0,175 mm, causado por deterioro o por defecto es posible por resoluciones cuantitativas de 0,175 mm. Los términos "resolución cuantitativa" como se emplea en esta memoria se refiere al defecto mínimo requerido para que el sensor proporcione una medida cuantitativa directamente, sin procesado de señales adicional.

Las formas de deterioro más comunes de sogas de acero incluyen abrasión interna, corrosión, rotura y torceduras. 40 Abrasión interna causada por mellas, presión alta o poca lubricación. La corrosión, que puede ocurrir interna o

externamente, es causada por varias condiciones ambientales y poca lubricación. La rotura de cables se debe a la fatiga, desgaste plástico, fragilización martensítica, y daño mecánico. Las torceduras se deben al doblado brusco o al daño mecánico.

- 5 El deterioro desemboca en la pérdida de área transversal de cables que reduce la capacidad de resistir tensión de carga. La transferencia de carga desde un cable defectuoso o deteriorado a cables vecinos reducirá la vida frente a la fatiga prevista para los cables restantes. A medida que el número de defectos en grupo aumenta, la tasa de crecimiento en el número de defectos acelerará debido a las cargas cada vez más desplazadas.
- 10 Un sistema necesario para la detección de la fuga de flujo consiste básicamente en un excitador de flujo magnético y un sensor de flujo magnético. El excitador necesario para magnetizar la pieza ferromagnética a inspeccionar. Puede tener la forma de, por ejemplo, una bobina encirculante, o un electroimán con forma de U o un imán permanente con polos de acero dulce. Las bobinas enrolladas no tienen núcleos ferromagnéticos y, por tanto, dan lugar a una pobre utilización del flujo magnético producido para magnetizar la pieza que se está poniendo a prueba. Los imanes con  
 15 forma de U son mejor porque pueden dirigir la mayoría del flujo magnetizador producido a la pieza que se está poniendo a prueba. Los excitadores magnéticos permanentes no necesitan ninguna fuente de energía y son más pequeños que electroimanes que producen el mismo flujo. Hay varios sensores de flujo magnético disponibles, por ejemplo, cabezales de detección, elementos de efecto Hall y magnetodiodos. Los cabezales de detección permiten la inspección de áreas de gran superficie pero, sin embargo, su señal de salida es dependiente de la velocidad. Los  
 20 elementos de efecto Hall pueden producir fuertes señales de salida que son independientes de la velocidad.

La aplicación del sistema de excitador-sensor a una soga plana compuesta de una serie de cables de acero es descrita con respecto a las Figs. 1 - 6. Una soga plana (10) tiene generalmente un área transversal rectangular de material aislante no ferromagnético, como poliuretano (12) que envuelve una pluralidad de sogas de acero (14) que  
 25 generalmente están distribuidas uniformemente, consistiendo cada uno de ellos en una pluralidad de cables (15). Como se ilustra en la Fig. 2 un cordel (15) comprende una pluralidad de hebras (16). Cada hebra (16) está hecha de una pluralidad de cables de acero (17). Para aplicar el sistema de excitador-sensor de flujo magnético de acuerdo con la presente invención, se hacen las siguientes presunciones: (a) las fugas de flujo son insignificantes; (b) la permeabilidad magnética de los polos ferromagnéticos y los yugos del excitador tienden a infinito; y (c) no se  
 30 induce corriente inducida en las hebras puestas a prueba.

Refiriéndose a la Fig. 3, una ilustración esquemática muestra un imán permanente (100) situado al lado de una muestra ferromagnética de la prueba (102) que representa la soga (10). La resistencia  $R_{\mu r}$  de las sogas de acero

(14) es  $R_{\mu r} = \frac{\Delta l_r}{\mu_0 \mu_r S_r}$ , donde  $\Delta l_r$  es el segmento puesto a prueba del cordel igual a la distancia entre líneas  
 35 centrales de polos del excitador.

La permeabilidad magnética del espacio libre,  $\mu_0$ , es  $\mu_0 = 0.4\pi \times 10^{-6} \text{H/m}$ .

La permeabilidad magnética relativa de las hebras de acero es  $\mu_r$ . El área transversal de la soga de acero (14) es  $S_r$ . La permeabilidad magnética  $\mu_r$  es una función no lineal de la densidad de flujo magnético en hebras (intensidad de campo magnético).

- 5 El área transversal  $S_r$  de la soga de acero (todas las hebras de acero) es  $S_r = n_c n_{str} \frac{\pi d_{str}^2}{4}$ , donde  $n_c$  es el número de hebras,  $n_{str}$  es el número de hebras en cada cordel y  $d_{str}$  es el diámetro de una sola hebra.

La resistencia  $R_{\mu r}$  del espacio de aire entre las caras de los polos y los núcleos es, aproximadamente,

$$R_{\mu r} = \frac{g}{\mu_0 S_g}$$

- 10 donde  $g$  es el espacio de aire (de cuerpo ferromagnético a cuerpo ferromagnético) y  $S = \omega p l p$ . El ancho de la cara del polo (paralelo a la longitud de la soga) es  $\omega p$  y la longitud de la cara del polo (transversal a la longitud de la soga) es  $l p$ .

De acuerdo con la Ley de Ohm para circuitos magnéticos e incluyendo los supuestos (a), (b) y (c) como se ha declarado anteriormente, el flujo magnético producido por el sistema de excitación (con electroimán o imán

$$\Phi = \frac{NI}{\frac{\Delta l_r}{\mu_0 \mu_r S_r} + \frac{2g}{\mu_0 S_g}}$$

- 15 permanente) es  $\Phi$  y la densidad de flujo magnético en la soga (igual a la densidad de flujo

$$B = \frac{\Phi}{S_r} = \frac{\mu_0 NI}{\frac{\Delta l_r}{\mu_r} + \frac{2g S_r}{S_g}}$$

magnético en una sola hebra) es  $B$  donde  $N$  es el número de espiras enrolladas del electroimán usado para la excitación e  $I$  es la corriente continua en el electroimán enrollado. La fuerza motriz magnética equivalente (MMF)  $NI$  puede producirse también por un imán permanente. Para un imán permanente  $NI$

debe reemplazarse por  $H h_M$  donde  $H$  es la intensidad del campo magnético equivalente y  $h_M$  es la longitud del

- 20 imán permanente.

Usando elementos de efecto Hall, la sensibilidad de un sistema puede configurarse lo suficiente para permitir la detección de una diferencia en la densidad de flujo magnético representativa de la pérdida de un cable con diámetro de, por ejemplo, 0,175 mm en un cordel de 1,6 mm de diámetro. Mediante el muestreo de la soga conforme se

25 deteriora, el cálculo de la densidad de flujo magnético, y el almacenamiento de medidas, pueden almacenarse datos para la comparación de densidad de flujo magnético de una soga que va a ser puesta a prueba. Usando elementos de efecto hall, puede configurarse un sistema lo suficiente para permitir la detección de una diferencia en la densidad de flujo magnético entre la soga sin deteriorar y una muestra de prueba en la que solo un cable está roto.

- 30 Para proporcionar el nivel de sensibilidad requerido para detectar diferencias en la densidad de flujo magnético de cables individuales en tales dimensiones, el sistema de excitación de flujo magnético, que comprende un electroimán con forma de U o imán permanente, debe ser configurado usando una pequeña distancia  $\Delta l_r$  entre los ejes centrales (104, 106) de los polos de acero dulce (108, 110). Si  $\Delta l_r$  es demasiado pequeña, sin embargo, la fuga

de flujo puede reducir el flujo útil en la soga de acero a un nivel inadmisibles. La sección transversal de cada espacio de aire, aproximadamente idéntico al área transversal de cada polo de acero dulce, debería ser pequeña. Esto puede conseguirse minimizando la anchura (112) de cada cara de los polos a un valor no menor que el diámetro de un solo cordel de la soga. Si el área transversal del espacio de aire es demasiado pequeña, una gran fuga de flujo de polo a polo ocurrirá.

El sistema excitador-sensor de flujo magnético de acuerdo con la presente invención requiere la muestra de prueba, una soga de ascensor que tenga cordeles de acero internos, por ejemplo, para que pasen sobre los polos de un imán para que en cualquier instante las partes de los cordeles que están sobre y entre los polos sean magnetizadas, haciéndose parte del circuito magnético, y se establece una densidad de flujo magnético en los cordeles paralela a sus ejes. En una soga ideal, no deteriorada, la mayoría del flujo magnético es paralelo a la soga. Un defecto de deterioro, como se ha descrito anteriormente, en un cordel o cable de acero causa en el mismo ondulaciones locales en la densidad de flujo magnético, de manera que forma una "protuberancia" o discontinuidad en la dirección paralela del flujo. En la ubicación del defecto hay alguna densidad de flujo magnética dirigida en una dirección normal al eje del cordel. Esta densidad de flujo normal es lo que se detecta como indicador de un defecto en la soga por el sistema de la presente invención.

El conjunto sensor de flujo magnético puede incluir tanto sensores de efecto hall, cabezales de detección, u otros sensores conocidos. Por medio de, por ejemplo, una disposición que emplee sensores de efecto Hall se describe con respecto a la ilustración esquemática y transversal de la Fig. 4. El conjunto sensor (300) ilustrado es para usar con una soga (302) que tiene doce cordeles (304) de soga de acero espaciados uniformemente en el interior y que circulan paralelos al eje longitudinal de la soga (302). El primer y segundo banco (306, 308) de sensores de efecto Hall (310) están situados sobre y bajo, respectivamente, la cinta plana (302) para poner a prueba de manera que los sensores de efecto Hall (310) corresponde a cordeles (304) individuales. Puede usarse un único banco de sensores en un único lado de la cinta. El banco de sensores (306, 308) debe estar centrado generalmente en una dirección a lo largo del eje longitudinal de la soga plana (302) con respecto a los polos del imán, ya que los componentes de densidad de flujo magnéticos normales para el eje de la cinta están como mínimo entre medias de los polos. Por tanto, la detección de un flujo normal significativo en esta ubicación indicaría un defecto en el cordel de acero.

El conjunto de pruebas (400), mostrado esquemáticamente en la Fig. 5, comprende un sistema excitador (402) con un imán con forma de U con dos polos (404, 406), un conjunto sensor (408), y un controlador (410). El conjunto de pruebas (400) puede fijarse como una unidad dedicada a un sistema elevador (420), como se muestra en la Fig. 6, o puede ser ensamblado en el sitio y transportado a diferentes lugares. Por ejemplo, el conjunto de pruebas (400) puede ser fijado al conjunto de máquina monta-cargas (401) de un ascensor por medio de un soporte (403). El conjunto excitador y sensor están situados de manera que una soga (412) puesta a prueba pueda moverse de manera relativa al imán (402) y los sensores (408). Se desea, el controlador (410) puede estar situado de manera remota del resto del conjunto de pruebas (400) y en comunicación con el mismo por medio de una instalación eléctrica, Radiofrecuencia, o módem. Pueden implementarse monitorización remoto y control remoto.

De manera alternativa, como se muestra en la Fig. 7, el conjunto de pruebas (500) puede ser una unidad autónoma

portátil dispuesta de un controlador (502) incorporado y una fuente de energía (504) además de los componentes descritos con respecto a la Fig. 5. La unidad puede, por ejemplo, tener un almacén de dos partes comprendido de mitades (506, 508) que pueden cerrarse alrededor de una soga de ascensor (510) para pruebas.

5 Un conjunto de pruebas diseñado para un conjunto de cordeles (304) situado en posiciones relativas predeterminadas en una soga (302) puede calibrarse mediante, primero, pasando una muestra de soga deteriorada de características conocidas, a través del conjunto de pruebas y almacenando previamente señales de datos de cada sensor de efecto Hall individual. Relacionando cada ubicación específica para elementos sensores individuales, y repitiendo pruebas de funcionamiento con cordeles dañados selectivamente o hebras, los datos de  
10 pruebas reales pueden compararse con datos previamente almacenados conocidos o predecibles. Analizando, por ejemplo, mediciones de varios elementos sensores que se relacionan a una sola soga en una ubicación conocida, se precisan niveles de hebras o cables defectuosos y su posición relativa en la transversal del cordel puede determinarse.

15 Por medio del ejemplo, es gráfico mostrado en la Fig. 8A muestra una fuga de flujo magnético por cada cordel de una soga plana multicordel bajo una tensión como una función de tiempo mediada por un banco de sensores en la parte superior. Para cada cordel, identificado por un número de cordel, la fuga de flujo magnético en voltios es trazada contra el tiempo en segundos. Los máximos relativos en el eje de fuga de flujo magnético identifica defectos. Debido a que la posición inicial de la soga y la tasa de movimiento de la soga relativa a los sensores es conocida, el  
20 eje de tiempo puede correlacionarse con la ubicación en la soga. Un gráfico similar para sensores de la parte inferior se proporciona en la Fig. 8B. Los gráficos en 8A y 8B son complementarios con respecto a la posición longitudinal a lo largo de la soga y representan el mismo periodo en tiempo para la misma soga. La salida para ambos conjuntos de sensores (Fig. 8A y Fig. 8B) difiere debido a localizaciones precisas de defectos. Más precisamente, la localización de un defecto en cada cordel puede localizarse con respecto a la posición angular y la distancia del eje  
25 central del cordel, además de la posición longitudinal, mediante la correlación de puntos de referencia entre los dos conjuntos sensores.

El ejemplo anterior descrito en las Figs. 8A y 8B es un ejemplo de varias pruebas que pueden usarse para medir con precisión o localizar el rendimiento o fallo del cable o cordel bajo varias condiciones.

30

Este enfoque, con este nivel de resolución, permite la detección precisa de fallos de cable o soga. Dichas mediciones son útiles, por ejemplo, para identificar fallos crónicos o patrones de desgaste que puede ser indicadores de problemas con el hardware o el entorno circundantes.

35 Procedimiento y Equipo para la Medición de Resistencia Eléctrica

Otra realización, que no es parte de la presente invención, se refiere a la detección de deterioro de miembros de cordeles de acero portadores de carga en tensión que están recubiertos en materiales aislantes no conductores, como una soga plana constituida de, por ejemplo, poliuretano, mediante la conducción de corriente eléctrica a través  
40 de los cordeles de acero y midiendo la resistividad eléctrica. Un ejemplo de dicha soga es una soga de ascensor



plana con una cubierta de poliuretano con cordeles portadores de carga en tensión revestidos en su interior y recorriendo la longitud de la soga. Los cambios en la resistividad de una soga de acero son indicadores de hebras o cables defectuosos. En el ambiente del ascensor, dicha prueba que requiere conductancia no es posible con cintas no aisladas o sogas donde los cordeles de acero entran en contacto con componentes metálicos del sistema de  
5 ascensor.

Un dispositivo de medición de resistencia eléctrica se aplica a una soga para ser puesta a prueba de manera que la resistencia medida a través del cordel puede correlacionarse con datos previamente almacenados para una soga ideal. Los valores de datos umbrales predeterminados se usan para determinar cuándo una soga o cinta puesta a  
10 prueba debe ser reemplazada. El dispositivo de medición de resistencia eléctrica puede ser, por ejemplo, un puente de Kelvin.

Una representación esquemática de dicho sistema (600) se muestra en la Fig. 9, donde una soga de ascensor (602) se conecta a un primer y segundo extremo (604,606) a la entrada de corriente y cables de salida (608,610). Una  
15 fuente de corriente de flotación constante y estable (612) se suministra a un extremo de la soga (602). Se realizan conexiones a ambos extremos y se mide el voltaje. La corriente de medida pasa a través de la resistencia ignota de la soga a través del cable de entrada (608) y pasa a través del cable de retorno o de salida (610). Los cables adicionales (609, 611) se conectan a cabezales sensores con alta capacidad de impedancia y no tienen flujo de corriente.

20

Como se conoce el valor de la corriente, relacionando el voltaje que entra ( $V_{in}$ ) y el que sale ( $V_{out}$ ), como voltaje total de la soga ( $V_{rope}$ ), y conociendo la corriente que entra ( $i_{in}$ ), puede determinarse la resistividad de la soga ( $R_{rope}$ ).

25

$$V_{rope} = V_{out} - V_{in}$$

$$R_{rope} = V_{rope} / i_{in}$$

Cuando la soga que se está poniendo a prueba alcanza un valor umbral de resistencia predeterminado, es una  
30 indicación para reemplazar la soga. El valor umbral puede determinarse poniendo a prueba una soga similar a diferentes niveles de estrés para carga y fatiga, durante un número de ciclos determinado, y midiendo la correspondiente resistencia y capacidad de carga residual. Puede establecerse entonces una relación entre la relación y la capacidad de carga.

35 Debido a que la resistividad se ve afectada por factores como la temperatura y humedad, es ventajoso usar comparaciones relativas de cordeles individuales en una soga multicordel, o de múltiples sogas. Por ejemplo, las temperaturas en un edificio alto pueden variar significativamente entre los niveles inferiores y superiores. Las comparaciones relativas de resistividad con los cordeles vecinos permite la detección de cambios en la resistencia a pesar de los efectos de la temperatura, humedad u otras condiciones del ambiente.

Como se muestra en la Fig. 10, la corriente de entrada y los cables de salida (608, 610) pueden instalarse en una soga de ascensor (602) en los puntos de terminación (614,616) en un sistema de ascensor. Una fuente de energía (618) y un controlador (620), mostrados esquemáticamente, pueden conectarse por medio de instalación eléctrica u otros medios convencionales. El controlador (620) puede programarse para correlacionar las medidas de resistividad con datos predeterminados indicadores de la capacidad de carga en tensión de la soga (602). Un control remoto puede usarse mediante Radiofrecuencia, conexión por módem o medios similares para monitorizar y controlar la entrada de datos, la entrada de corriente, y las lecturas.

### **CONCLUSIÓN**

10

Los sistemas de prueba descritos anteriormente pueden implementarse para la monitorización continua de la condición de la soga, o pueden implementarse periódicamente durante procedimientos de mantenimiento. Los sistemas pueden ser dedicados o portátiles.

**REIVINDICACIONES**

1. Un equipo (300; 400; 500) para detectar la degradación de una sogá plana (302; 412; 510) que comprende un cuerpo de material aislante no ferromagnético (12) en la que una pluralidad de miembros de cordel 5 ferromagnético (14; 304) se extienden paralelamente a un eje longitudinal de la sogá (302; 412; 510) se distribuyen, el equipo (300; 400; 600) comprende

un cuerpo detector que comprende medios para guiar a la sogá a lo largo del cuerpo detector;

10 un imán (402) fijado con respecto al cuerpo para establecer un campo magnético adyacente al cuerpo detector, el imán (402) comprende un par de polos magnéticos (404; 406) situados adyacentes al cuerpo de la sogá y espaciados a lo largo del eje longitudinal de la sogá cuando la sogá es guiada a lo largo del cuerpo detector por los medios para guiar la sogá;

15 medios sensores de flujo magnético (306; 308; 408) que comprenden una pluralidad de sensores de flujo magnético (310);

medios para correlacionar el flujo magnético con la degradación de la sogá;

20 en donde los medios sensores de flujo magnético están montados para monitorizar el flujo magnético que emana desde los miembros de cordel ferromagnético (14; 304) hacia el cuerpo de la sogá y asociados con el campo magnético;

**caracterizado porque**

25

cada uno de la pluralidad de sensores de flujo magnético (310) se corresponde con uno de los miembros de cordel ferromagnético (304) de manera que cada sensor de flujo magnético (310) monitoriza el flujo magnético de uno de los miembros de cordel ferromagnético (304) respectivo y

30 **porque**

el equipo (300; 400; 500) comprende medios dispuestos para identificar, basándose en el flujo magnético monitorizado por la pluralidad de sensores de flujo magnético (310), ubicaciones a lo largo de cada miembro de cordel (14; 304) individual que muestren una fuga de flujo magnético, en donde las ubicaciones son indicadoras de

35 degradación.

2. El equipo (300; 400; 500) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la pluralidad de sensores de flujo magnético (310) están montados en el cuerpo detector.

40 3. El equipo (300; 400; 500) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde los sensores de flujo

magnético comprenden transductores de efecto Hall.

4. El equipo (300; 400; 500) de acuerdo con la reivindicación 3, en donde los medios sensores de flujo magnético incluyen un único banco (306, 308) de sensores de efecto Hall (310) dispuestos en un solo lado de la  
5 sogas plana (10; 102; 302; 412, 510), proporcionando señales de flujo independientes de la velocidad de la sogas.

5. El equipo (300; 400; 500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la pluralidad de sensores de flujo magnético (310) están situados con respecto al cuerpo detector de manera que permanecen a un lado de la sogas (302; 412; 510) cuando es guiada a lo largo del cuerpo detector.

10

6. El equipo (300; 400; 500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la pluralidad de sensores de flujo magnético (310) están situados con respecto al cuerpo detector de manera que los sensores de flujo magnético estén en lados opuestos de la sogas (302; 412; 510) cuando es guiada a lo largo del cuerpo detector.

15

7. El equipo (300; 400; 500) de acuerdo con la reivindicación 6, comprende además medios de control (410) para correlacionar el flujo magnético detectado por los sensores de flujo magnético (310) situados en lados opuestos de la sogas (302; 412; 510) para localizar la ubicación de un defecto en cada miembro de cordel (14; 304) con respecto a la posición angular y la distancia desde el eje central del respectivo miembro de cordel (14; 304).

20

8. El equipo (300; 400; 500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, comprendiendo además medios (403) para montar el equipo en un conjunto elevador (420) de manera que permita a los medios de guía de la sogas acoplarse y guiar una sogas de ascensor instalada de manera que el equipo pueda detectar la degradación en la sogas del ascensor.

25

9. El equipo (300; 400; 500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo además medios (403) para montar el equipo en un conjunto de máquina monta-cargas (401) en un conjunto elevador (420) de manera que permita a los medios de guía de la sogas acoplarse y guiar una sogas de ascensor instalada de manera que el equipo pueda detectar la degradación en la sogas del ascensor.

30

10. El equipo (300; 400; 500) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el equipo es una unidad autónoma portátil para transportarse hacia y desde un conjunto elevador (420) para usarlo de manera que permita a los medios de guía de la sogas que se acoplen y guíen un ascensor instalado de manera que permita a los medios de guía de la sogas acoplarse y guiar un ascensor instalado de manera que el equipo pueda detectar la

35

degradación en la sogas del ascensor.

11. Un procedimiento para detectar la degradación de una cuerda plana (10; 102; 302; 412, 510) que comprende un cuerpo de material aislante ferromagnético (12) en el que una pluralidad de miembros de cordel ferromagnético (14; 304) que se extienden paralelamente a un eje longitudinal de la sogas (302; 412; 510) se

40

distribuyen, comprendiendo el procedimiento

la aplicación de un campo magnético a una parte de los miembros de cordel (14; 304) mediante la colocación de un par de polos magnéticos (108, 110; 404, 406) adyacentes al cuerpo de la sogá (10; 102; 302; 412; 510), en donde los polos están espaciados a lo largo del eje longitudinal de la sogá;

5 la monitorización del flujo magnético que emana desde los miembros de cordel (14; 304) hacia afuera a través del cuerpo de la sogá y asociado con el campo magnético usando una pluralidad de sensores de flujo magnético (310) cada uno de los cuales corresponde a uno de los miembros de cordel (304) ferromagnéticos de manera que cada sensor de flujo magnético (310) monitoriza el flujo magnético de uno de los miembros de cordel (304) respectivo.

10 la identificación, basándose en el flujo magnético monitorizado por la pluralidad de sensores de flujo magnético (310), de ubicaciones a lo largo de cada miembro de cordel individual que muestren una fuga de flujo magnético, en donde las ubicaciones son indicadoras de degradación.

12. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el campo magnético se aplica  
15 mediante un movimiento relativo entre la sogá (10; 102; 302; 412; 510) y los polos magnéticos.

13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11 o 12 en donde el cuerpo de la sogá (10; 102; 302; 412; 510) tiene generalmente una transversal rectangular.

20 14. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12 que causa que la sogá (10; 102; 302; 412; 510) se mueva a una tasa conocida relativa a un par de polos magnéticos (108, 110; 404, 406) situados adyacentes al cuerpo de la sogá y espaciados a lo largo del eje longitudinal de la sogá para aplicar un campo magnético a una parte de los miembros de cordel; e identificar, basándose en flujo magnético monitorizado por la pluralidad de sensores de flujo magnético (310), puntos en el tiempo en los que miembros de cordel muestran  
25 fuga de flujo magnético, en donde los puntos en el tiempo son indicadores de la ubicación de la degradación de la sogá.

15. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, que comprende la medición a lo largo de una dirección longitudinal de la sogá, el flujo magnético que emana desde los miembros de  
30 cordel hacia afuera a través del cuerpo de la sogá y asociado con el campo magnético; y

la comparación, basándose en el flujo magnético medido en la posición entre los polos, y la fuga de flujo magnético medida, con datos predeterminados indicadores de la capacidad de resistir tensión de carga.

35 16. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, que comprende además la medición de la magnitud de la fuga de flujo magnético.

17. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, en donde la monitorización del flujo magnético comprende

40

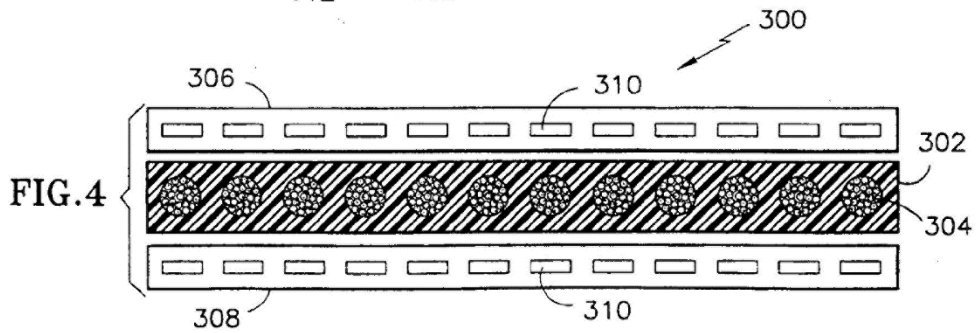
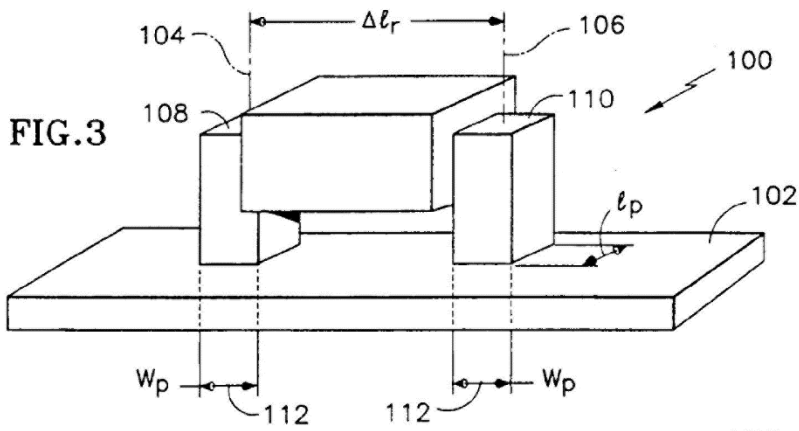
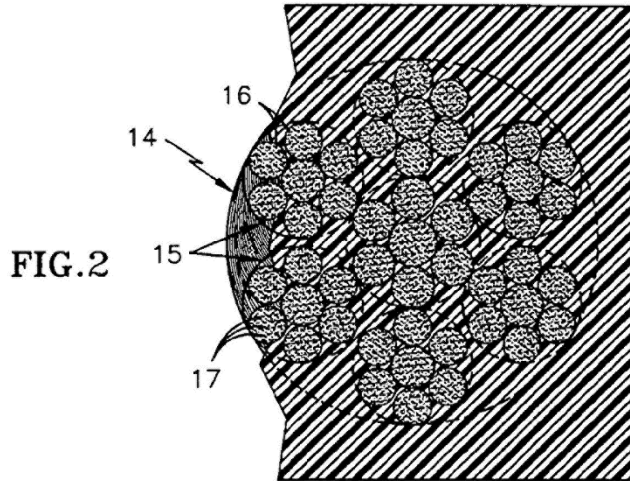
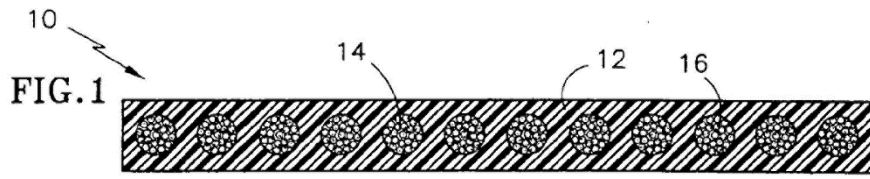
la utilización de un único banco (346, 308) de sensores de efecto Hall (310) dispuestos en un lado de la soga plana (10; 102; 302; 412, 510), proporcionando señales de flujo independientes de la velocidad de la soga.

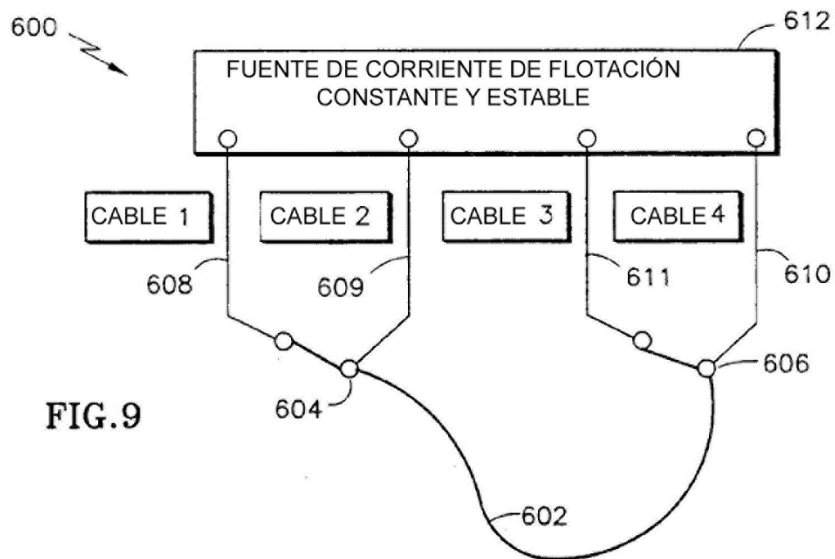
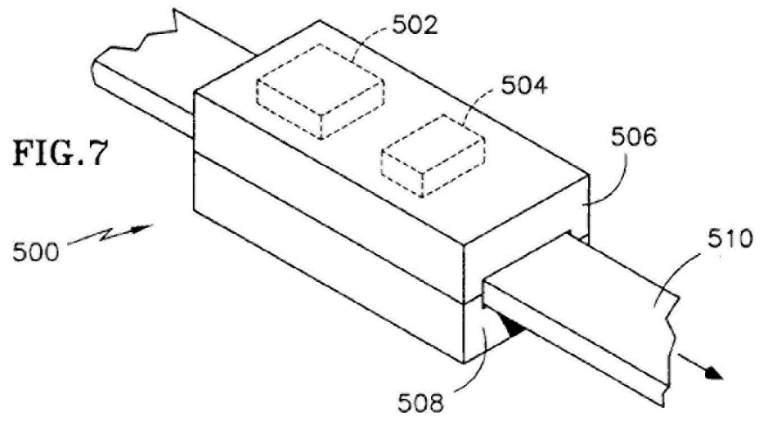
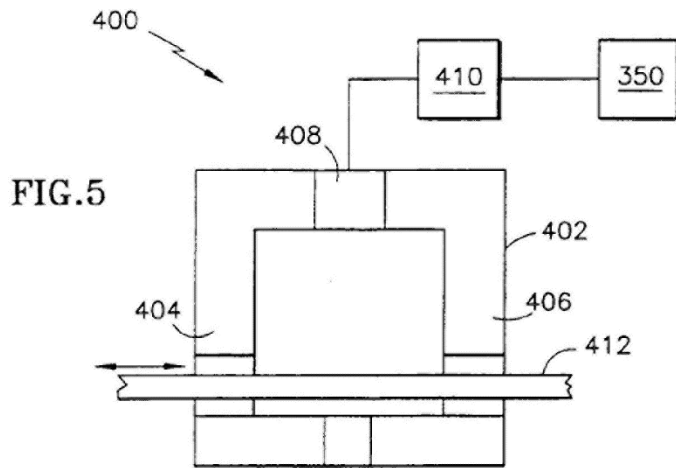
**18.** El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, que comprende además:

5

la utilización de sensores de flujo magnético (310) situados en lados opuestos de la soga (302; 412; 510) cuando es guiada a lo largo del cuerpo detector y

10 la correlación del flujo magnético detectado por los sensores de flujo magnético (310) situados en lados opuestos de la soga (302; 412; 510) para localizar la ubicación de un defecto en cada miembro de cordel (14; 304) con respecto a la posición angular y la distancia desde el eje central del respectivo miembro de cordel (14; 304).







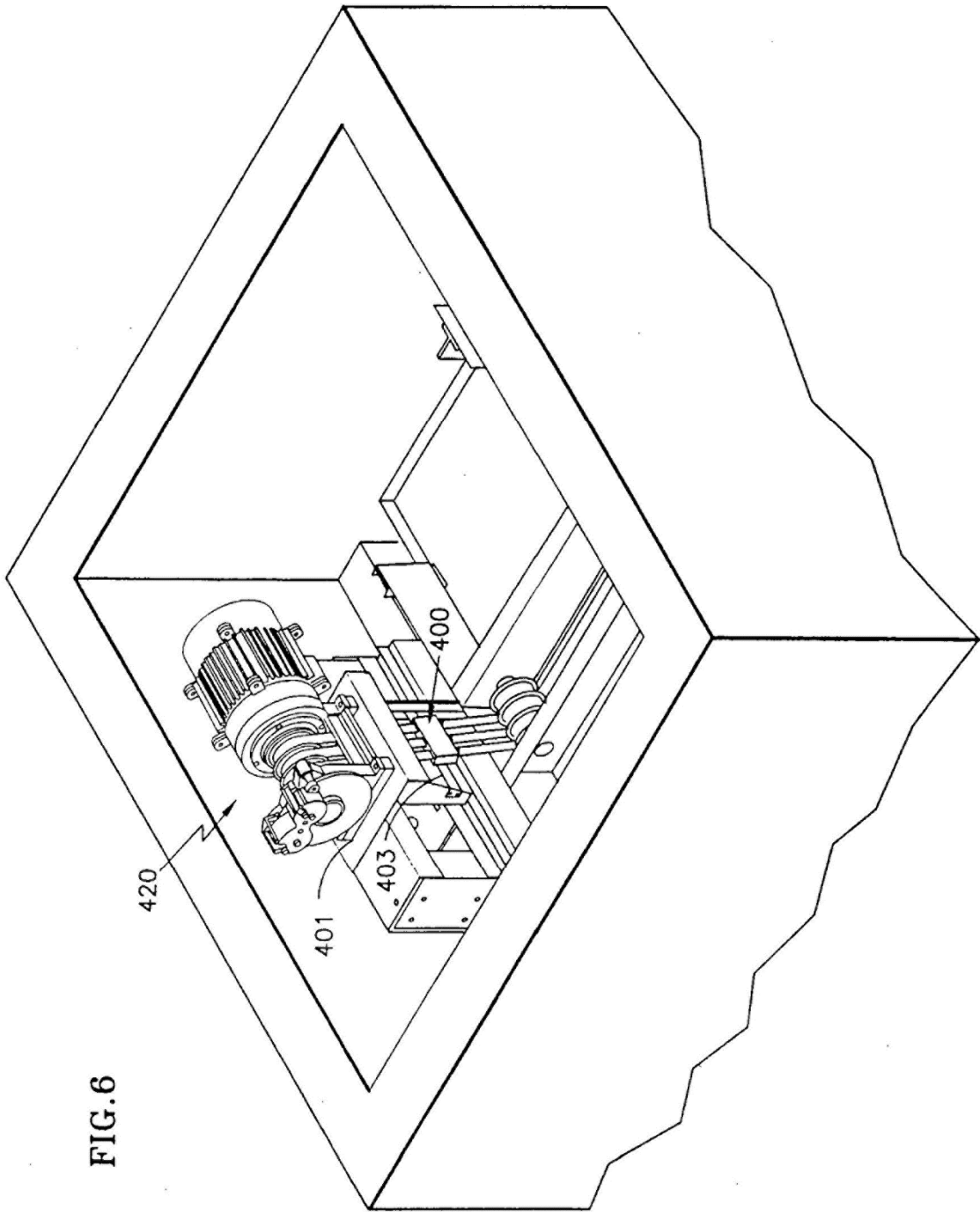


FIG.8A

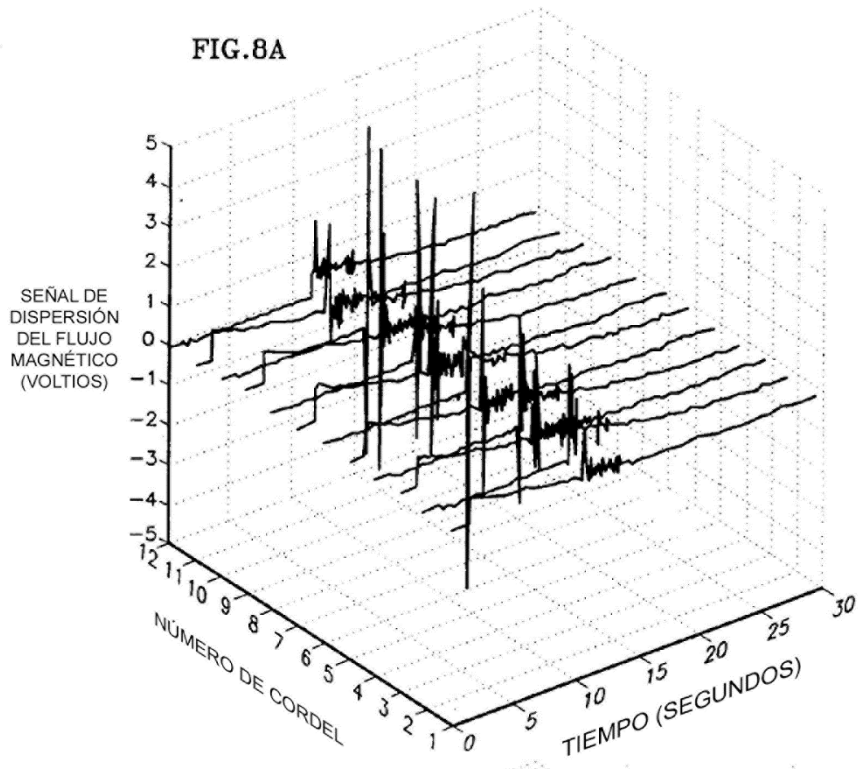


FIG.8B

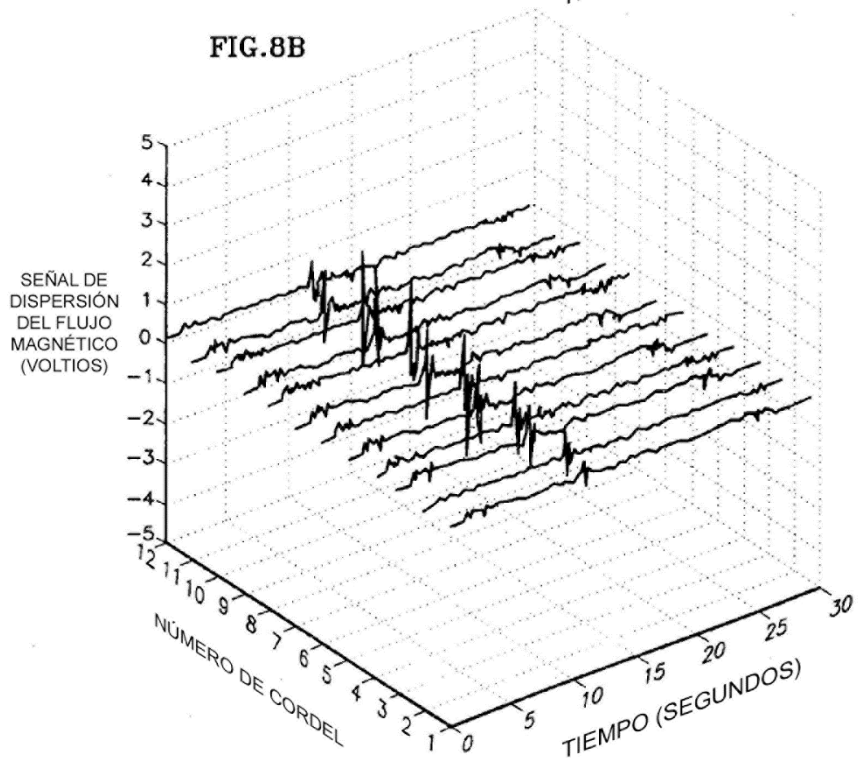


FIG. 10

