

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 319**

51 Int. Cl.:

H02P 29/02 (2006.01)

G01R 31/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2015** E 15160331 (3)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018** EP 3073634

54 Título: **Un método para determinar el estado de funcionamiento de un motor de carga de resorte para un aparato de conmutación de BT o MT y un sistema de diagnóstico que implementa dicho método**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.10.2018

73 Titular/es:

ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

MAGONI, STEFANO;
SCARPELLINI, MASSIMO y
OPRANDI, ALESSANDRO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 684 319 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

Un método para determinar el estado de funcionamiento de un motor de carga de resorte para un aparato de conmutación de BT o MT y un sistema de diagnóstico que implementa dicho método

5 La presente invención está relacionada con el campo de aparatos de conmutación para aplicaciones baja o media tensión, tales como disyuntores de circuito, contactores, desconectores, reconectores o algo semejante.

Para los propósitos de la presente invención, la expresión “baja tensión” (BT) identifica tensiones inferior a 1 kV CA y 1,5 kV CC mientras que la expresión “media tensión” (MT) identifica tensiones más altas de 1 kV CA y 1,5 kV CC hasta decenas de kV, p. ej. hasta 72 kV CA y 100 kV CC.

10 Más particularmente, la presente invención está relacionada con un método para determinar el estado de funcionamiento de un motor eléctrico para cargar un resorte de accionamiento en un aparato de conmutación de BT o MT.

En un aspecto adicional, la presente invención está relacionada con un sistema de diagnóstico que implementa dicho método.

15 La técnica anterior pertinente se puede encontrar en el documento US 4 965 513 A, US 7 539 549 B1, el artículo “Condition monitoring and fault diagnosis of electrical motors - a review”, NANDI et al., IEEE Transactions ON, vol. 4/n.º 4, 1.12.2005 y la artículo “Motor current signature analysis and its applications in Induction Motor Fault Diagnosis”, NEELAM et al., INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEMS APPLICATIONS, ENGINEERING&DEVELOPMENT, Vol. 1, n.º2, 14.8.2007.

20 Tal como se conoce, los aparatos de conmutación de BT y MT generalmente comprenden uno o más polos eléctricos, cada uno comprende al menos un contacto móvil y un correspondiente contacto fijo.

Una cadena de accionamiento provoca un movimiento invertible de los contactos móviles entre una posición de cierre, en la que se acoplan a los correspondientes contactos fijos, y una posición de apertura, en la que están espaciados alejándose de los correspondientes contactos fijos.

25 Típicamente, dicha cadena de accionamiento comprende un resorte de accionamiento, que se adapta para almacenar energía mecánica para ser usada para separar los contactos eléctricos de los polos eléctricos, durante una maniobra de apertura.

En muchos aparatos de conmutación del estado de la técnica, se usa un motor eléctrico (aquí referido también como “motor de carga de resorte”) para cargar el resorte de accionamiento tras una maniobra de apertura.

30 Un motor eléctrico de este tipo puede ser suministrado tanto con una tensión monofásica de CC y de CA y típicamente funciona tras la ejecución de cada maniobra de apertura del aparato de conmutación relacionado.

Un inconveniente de estos aparatos de conmutación consiste en que el motor de carga de resorte puede verse sometido a fallos o fenómenos de deterioro, que pueden determinar una repentina salida de condiciones de servicio para todo el mecanismo de conmutación.

35 En el intento de enfrentarse a esta cuestión, algunos aparatos de conmutación se proveen con sistemas de diagnóstico configurados para medir el tiempo de carga del resorte de accionamiento durante un ciclo de funcionamiento del motor eléctrico, ya que un tiempo de carga excesivamente largo es generalmente indicativo de la presencia de condiciones de fallo en el motor eléctrico.

Desafortunadamente, esta solución proporciona datos de diagnóstico parciales e incompletos.

40 La experiencia ha mostrado que un motor de carga de resorte puede verse sujeto a fallos repentinos incluso si no se mide tiempo de carga anormal del resorte de accionamiento.

En otros aparatos de conmutación, se adoptan sistemas de diagnóstico configurados para detectar vibraciones del motor eléctrico durante su ciclo de funcionamiento.

45 El principal inconveniente de esta solución consiste en que no permite recopilar información de diagnóstico acerca de posibles fenómenos de deterioro de las piezas eléctricas del motor eléctrico, p. ej. en las escobillas de motor, devanados y similares.

Además, se ha acreditado que esta solución puede proporcionar datos de diagnóstico erróneos si el motor eléctrico se posiciona funcionalmente en un ambiente ruidoso.

50 En el estado de la técnica, por lo tanto se siente la necesidad de soluciones técnicas que puedan vencer las cuestiones técnicas descritas anteriormente y permitan recopilar información fiable (incluso de tipo predictivo) acerca del estado

de funcionamiento del motor de carga de resorte de un aparato de conmutación de BT y MT a fin de evitar o reducir la probabilidad de inesperadas condiciones de fuera de servicio de este último.

5 A fin de responder a esta necesidad, la presente invención proporciona un método para determinar el estado de funcionamiento de un motor de carga de resorte para un aparato de conmutación de BT y MT, según la siguiente reivindicación 1 y las reivindicaciones dependientes relacionadas.

En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un sistema de diagnóstico para determinar el estado de funcionamiento de un motor de carga de resorte para un aparato de conmutación de BT y MT según la siguiente reivindicación 6 y las reivindicaciones dependientes relacionadas.

10 En incluso un aspecto adicional, la presente invención está relacionada con un aparato de conmutación, según la siguiente reivindicación 13.

Características y ventajas adicionales del método y el sistema de diagnóstico, según la presente invención, se harán más evidentes a partir de la descripción detallada de realizaciones preferidas ilustradas únicamente por medio de un ejemplo no limitativo en los dibujos adjuntos, en los que:

15 La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra esquemáticamente un dispositivo de conmutación que comprende un sistema de diagnóstico, según un aspecto de la invención;

Las figuras 2-6 son diagramas de bloques que muestran esquemáticamente una realización del método, según la presente invención;

Las figuras 7-9 son diagramas que muestran esquemáticamente un comportamiento ilustrativo de la corriente de impulsión en motores de carga de resorte comprendidos en aparatos de conmutación de MT.

20 Haciendo referencia a las figuras citadas, la presente invención está relacionada con un método 100 y un sistema de diagnóstico 1 para determinar el estado de funcionamiento de un motor de carga de resorte 10 para un aparato de conmutación 50.

25 El aparato de conmutación 50 (figura 1) comprende uno o más polos eléctricos, cada uno de los cuales comprende un contacto móvil 51 y un contacto fijo 52, que se acoplan a un conductor (p. ej. un conductor de fase) de una línea de distribución de energía (no se muestra).

El contacto móvil 51 y el contacto fijo 52 de cada polo se adaptan para acoplarse o desacoplarse respectivamente durante las operaciones de conmutación del aparato de conmutación 50.

30 Una operación de conmutación puede ser una operación de cierre, en la que los contactos 51, 52 se llevan desde un estado desacoplado a un estado acoplado, o una operación de apertura, en la que los contactos 51 y 52 se llevan desde un estado acoplado a un estado desacoplado.

El aparato de conmutación 50 comprende una cadena de accionamiento 53 para accionar los contactos móviles 51 de los polos eléctricos.

35 La cadena de accionamiento 53 comprende un resorte de accionamiento 54, que es activado durante una operación de apertura del aparato de conmutación 50 a fin de liberar energía mecánica almacenada para provocar la separación de los contactos eléctricos 51, 52.

El aparato de conmutación 50 comprende el motor eléctrico 10 para cargar el resorte de accionamiento 54.

El motor eléctrico 10 se acopla funcionalmente al resorte de accionamiento 54 por medio de un mecanismo de acoplamiento de modo que, cuando se hace funcionar el motor eléctrico 10, el resorte de accionamiento 54 es llevado desde un estado de liberación a un estado de compresión.

40 Típicamente el motor eléctrico 10 funciona cíclicamente después de la ejecución de cada maniobra de apertura del aparato de conmutación 50. De esta manera, el resorte de accionamiento 54 puede almacenar energía mecánica que será empleada en una siguiente operación de apertura, cuando es necesario. En aras de la claridad, de nuevo se especifica que en la presente descripción al motor eléctrico 10 también se le hace referencia como "motor de carga de resorte".

45 El motor de carga de resorte 10 puede ser de tipo CC o CA ya que es alimentado ventajosamente por un suministro de energía auxiliar 10B al que se conecta eléctricamente el motor eléctrico 10 a través de una línea de alimentación 10A.

El suministro de energía auxiliar 10B puede proporcionar una tensión adecuada de CA o de CC según las necesidades.

50 Como se ha mencionado anteriormente, un aspecto de la presente invención está relacionado con un método 100 para determinar el estado de funcionamiento del motor de carga de resorte 10 (figura 2).

El método 100 comprende una etapa 101 para adquirir una señal de detección I_D indicativa del comportamiento de una corriente de impulsión I_{MOT} , que alimenta el motor de carga de resorte 10 durante un ciclo de funcionamiento de este último.

5 La corriente de impulsión I_{MOT} es la corriente de alimentación proporcionada por el suministro de energía auxiliar 10B para impulsar el motor de carga de resorte 10, cuando este último es activado.

La señal de detección I_D puede ser adquirida por medio de sensores de corriente de tipo conocido, que pueden incluir, por ejemplo, uno o más sensores Hall. Dichos sensores de corriente pueden ser acoplados funcionalmente a circuitos dispuestos adecuadamente o recursos de procesamiento para proporcionar la señal de detección I_D en forma digital o analógica, dependiendo de las necesidades.

10 Preferiblemente, el método 100 comprende también la etapa 102 de comprobar si el ciclo de funcionamiento del motor de carga de resorte 10 es ejecutado correctamente.

Haciendo referencia a la figura 3, la etapa 102 del método 100 comprende preferiblemente la subetapa 102A de adquirir un valor de tiempo de carga T_{CH} del resorte de accionamiento 54.

15 El valor de tiempo de carga T_{CH} puede ser adquirido por medio de sensores de posición adecuados de tipo conocido (no se muestran), que se configuran para detectar una posición inicial y una posición final del resorte de accionamiento 54 durante el proceso de carga de este último.

Preferiblemente, la etapa 102 del método 100 comprende la subetapa 102B para calcular un valor RMS (“raíz cuadrática media”) I_{RMS} de la corriente de impulsión I_{MOT} .

20 El cálculo del valor RMS I_{RMS} puede ser realizado procesando adecuadamente la señal de detección adquirida I_D a través de algoritmos adecuados de tipo conocido.

Preferiblemente, la etapa 102 del método 100 comprende la subetapa 102C para identificar posibles condiciones de fallo sobre la base del valor de tiempo de carga T_{CH} y el valor RMS I_{RMS} .

25 La identificación de tales posibles condiciones de fallo puede ser realizado comparando el valor de tiempo de carga T_{CH} y el valor RMS I_{RMS} con correspondientes valores de referencia predefinidos, que son indicativos de condiciones normales para el motor eléctrico 10.

Como ejemplo, puede haber presentes condiciones de fallo si el valor de tiempo de carga T_{CH} es mayor que 15 s y/o el valor RMS I_{RMS} es mayor que el 150 % del valor RMS en condiciones normales.

Si se identifican condiciones de fallo, se termina el método 100 y ventajosamente se genera una señal de alarma. De otro modo, se ejecutan las subsiguientes etapas del método 100.

30 El método 100 comprende una etapa 103 para calcular una señal de detección de estado estable I_{DSS} indicativa del comportamiento de la corriente de impulsión I_{MOT} durante un intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} , que está comprendido en el ciclo de funcionamiento del motor de carga de resorte 10.

35 En la figura 7, se muestra el comportamiento de la corriente de impulsión I_{MOT} de un motor de CC de carga de resorte y de un motor de CA de carga de resorte, que se emplean para cargar correspondientes resortes de accionamiento de aparatos de conmutación MT 50 ejemplares, según la invención.

Para cada caso, el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} de la corriente de impulsión I_{MOT} es el intervalo de tiempo (intervalo de tiempo C), en el que dicha corriente de impulsión tiene una amplitud sustancialmente constante.

40 El intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} ocurre después de periodos transitorios iniciales A-B, en los que la corriente de impulsión I_{MOT} muestra notables variaciones debidas al arrancar el motor eléctrico 10 y del proceso de carga de resorte, y antes del periodo transitorio final D, en el que la corriente de impulsión I_{MOT} muestra notables variaciones debidas a la parada del motor eléctrico 10 y el término del proceso de carga de resorte.

La etapa 103 para calcular la señal de detección de estado estable I_{DSS} es realizada ventajosamente procesando la señal de detección I_D adquirida.

Preferiblemente, la señal de detección I_D es procesada para identificar el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} .

45 Con esta intención, la etapa 103 comprende preferiblemente la secuencia de subetapas 103A-103E descritas más adelante.

Preferiblemente, la etapa 103 comprende la subetapa 103A para calcular una señal envolvente I_{DE} indicativa de la envolvente de la señal de detección I_D . Esta etapa es bastante útil para reducir errores de procesamiento cuando la corriente de impulsión I_{MOT} es una corriente de CA.

Preferiblemente, la etapa 103 comprende la subetapa 103B para calcular una señal envolvente filtrada I_{DEF} ejecutando un filtrado de paso bajo en dominio de frecuencia de la señal envolvente I_{DE} . Esta etapa es bastante útil para determinar la tendencia real del valor medio de la corriente de impulsión I_{MOT} . Para implementar esta etapa se pueden usar filtros adecuados de paso bajo Butterworth.

- 5 Preferiblemente, la etapa 103 comprende la subetapa 103C para calcular la señal derivativa I_{DED} indicativa de la derivativa de la señal envolvente filtrada en paso bajo I_{DEF} . Con esta intención se pueden usar algoritmos de procesamiento adecuados de tipo conocido.

- 10 Preferiblemente, la etapa 103 comprende la subetapa 103D para comparar la señal derivativa I_{DED} con uno o más valores umbral predefinidos para identificar los instantes inicial y final t_{IN} , t_{FIN} del intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} (figura 7).

Preferiblemente, la señal derivativa I_{DED} es comparada con un primer valor umbral predefinido para identificar el instante inicial t_{IN} y con un segundo valor umbral predefinido el instante final t_{FIN} .

- 15 Un ejemplo, el instante inicial t_{IN} puede ser el instante en el que la señal derivativa I_{DED} cruza el primer valor umbral predefinido mientras que el instante final t_{FIN} puede ser el instante en el que la señal derivativa I_{DED} cruza el segundo valor umbral predefinido.

Una vez se identifica el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} , la señal de detección de estado estable I_{DSS} puede ser obtenida ejecutando un filtrado en dominio de tiempo de la señal de detección I_D sobre la base del intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} , preferiblemente proporcionado por una etapa adicional 103E comprendida en la etapa 103 del método 100. Con esta intención se pueden usar algoritmos de procesamiento adecuados de tipo conocido.

- 20 El método 100 comprende una etapa 104 para calcular datos DS indicativos de los componentes espectrales de alta frecuencia (HF) y los componentes espectrales de baja frecuencia (LF) de la corriente de impulsión I_{MOT} durante el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} .

El cálculo de los datos DS es realizado ventajosamente procesando adecuadamente la de señal de detección de estado estable I_{DSS} .

- 25 Preferiblemente, el cálculo de los datos DS comprende calcular la FFT (transformada rápida de Fourier) de la detección de estado estable I_{DSS} .

Según una realización de la invención (figura 5), la etapa 104 comprende preferiblemente la subetapa 104A para ejecutar un filtrado de paso bajo en dominio de frecuencia de la señal de detección de estado estable I_{DSS} . Con esta intención se puede adoptar un filtro de paso bajo adecuado de tipo conocido.

- 30 Una señal de detección de estado estable filtrada en paso bajo I_{DSS_LF} se calcula ventajosamente ejecutando la etapa 104A.

La señal I_{DSS_LF} es indicativa únicamente de los componentes de señal LF de la corriente de impulsión I_{MOT} durante el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} .

- 35 Preferiblemente, la etapa 104 comprende la subetapa 104B para ejecutar un filtrado de paso alto en dominio de frecuencia de la señal de detección de estado estable I_{DSS} . Con esta intención se puede adoptar un filtro de paso alto adecuado de tipo conocido.

Una señal de detección de estado estable filtrada en paso alto I_{DSS_HF} se calcula ventajosamente ejecutando la etapa 104B.

- 40 La señal I_{DSS_HF} es indicativa únicamente de los componentes de señal HF de la corriente de impulsión I_{MOT} durante el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} .

Preferiblemente, la etapa 104 comprende la subetapa 104C para calcular la FFT (transformada rápida de Fourier) de la detección de estado estable filtrada en paso bajo I_{DSS_LF} . Así se obtienen los componentes espectrales de LF de la corriente de impulsión I_{MOT} .

- 45 Preferiblemente, la etapa 104 comprende la subetapa 104D para calcular la FFT (transformada rápida de Fourier) de la detección de estado estable filtrada en paso alto I_{DSS_HF} . Así se obtienen los componentes espectrales de HF de la corriente de impulsión I_{MOT} .

Según otra realización de la invención (figura 6), la etapa 104 comprende preferiblemente la subetapa 104E para calcular la FFT de la detección de estado estable I_{DSS} sin ninguna operación de filtrado preliminar para aislar los componentes espectrales de LF, HF.

- 50 Entonces, la etapa 104 comprende preferiblemente las etapas 104E, 104F para separar los componentes espectrales de LF y HF de la corriente de impulsión I_{MOT} durante el intervalo de estado estable T_{SS} , respectivamente.

- 5 La separación de los componentes espectrales de LF y HF de los datos obtenidos por medio del cálculo de la FFT anterior puede ser realizada por medio de algoritmos de selección de tipo conocido. El método 100 comprende una etapa 105 para calcular un primer valor de distorsión armónica THD_{LF} y un segundo valor de distorsión armónica THD_{HF} , que son respectivamente indicativos de la distorsión armónica total de los componentes espectrales de LF y HF de la corriente de impulsión I_{MOT} , durante el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} .
- 10 El primer valor de distorsión armónica THD_{LF} puede ser calculado por procesamiento adecuado de los datos DS. Se pueden usar algoritmos de tipo conocido, que calculan, por ejemplo, la ratio de la suma de las amplitudes de todos componentes armónicos de LF a la potencia de la frecuencia fundamental de la corriente de impulsión I_{MOT} , durante el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} . El primer valor de distorsión armónica THD_{LF} proporciona ventajosamente una información cuantitativa acerca de la distorsión total introducida por los componentes espectrales de LF de la corriente de impulsión I_{MOT} durante el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} .
- 15 También el segundo valor de distorsión armónica THD_{HF} puede ser calculado por procesamiento adecuado de los datos DS. Se pueden usar algoritmos de tipo conocido, que calculan, por ejemplo, la ratio de la suma de las amplitudes de todos componentes armónicos de HF a la potencia de la frecuencia fundamental de la corriente de impulsión I_{MOT} , durante el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} .
- El segundo valor de distorsión armónica THD_{HF} proporciona ventajosamente una información cuantitativa acerca de la distorsión total introducida por los componentes espectrales de HF de la corriente de impulsión I_{MOT} durante el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} .
- 20 El método 100 comprende una etapa 106 para calcular datos de salida primeros y segundos O_1 y O_2 , que son respectivamente indicativos de las variaciones de los valores de distorsión armónica primero y segundo THD_{LF} , THD_{HF} con respecto a correspondientes valores de referencia primero y segundo. Preferiblemente, dichos valores de referencia son indicativos de condiciones normales o aceptables para el motor eléctrico.
- Los datos de salida primeros y segundos O_1 , O_2 pueden ser calculados procesando adecuadamente los valores de distorsión armónica primero y segundo THD_{LF} , THD_{HF} , respectivamente.
- 25 Como ejemplo, cada valor de distorsión armónica THD_{LF} , THD_{HF} puede ser comparado con correspondientes valores predefinidos calculados cuando se instala el motor eléctrico 10 o, más en general, es seguro en buenas condiciones.
- Los datos de salida primeros y segundos O_1 , O_2 proporcionan ventajosamente información cuantitativa acerca la aparición de fenómenos de deterioro en el motor de carga de resorte 10.
- 30 Como ejemplo, valores de distorsión armónica THD_{LF} , THD_{HF} pueden ser considerados normales o aceptables en caso de que estén por debajo del 50 % de correspondientes valores predefinidos calculados cuando se instala el motor eléctrico 10 o está en buenas condiciones.
- El método 100, según la invención, encuentra su justificación en que el comportamiento de la corriente de impulsión I_{MOT} , durante el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} , puede proporcionar ventajosamente información concerniente al estado de funcionamiento del motor de carga de resorte 10.
- 35 De hecho, se ha encontrado que el comportamiento de la corriente de impulsión I_{MOT} , durante el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} , se ve influenciada por posibles fenómenos de deterioro de componentes eléctricos y/o mecánicos del motor de carga de resorte 10.
- Más particularmente, se ha encontrado sorprendentemente que posibles fenómenos de deterioro de piezas mecánicas del motor eléctrico 10 (p. ej. debido a doblez, rotura, fricción, desgaste y similares) provoca un aumento de la distorsión armónica de los componentes espectrales de LF de la corriente de impulsión I_{MOT} , durante el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} .
- 40 Esto es evidente a partir de la figura 8 donde los componentes espectrales de LF de un motor de CA de carga de resorte en condiciones normales y en presencia de fenómenos de deterioro de algunos componentes mecánicos se ilustran a modo de ejemplo.
- 45 También, se ha encontrado sorprendentemente que posibles fenómenos de deterioro de piezas eléctricas del motor eléctrico 10 (p. ej. debido a consumo de escobillas, fugas de aislamiento y similares) provoca un aumento de la distorsión armónica de los componentes espectrales de HF de la corriente de impulsión I_{MOT} , durante el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} .
- 50 Esto es evidente a partir de la figura 9 donde los componentes espectrales de HF de un motor de CA de carga de resorte en condiciones normales y en presencia de fenómenos de deterioro de algunos componentes eléctricos se ilustran a modo de ejemplo.
- El método 100 proporciona ventajosamente etapas de procesamiento en secuencia para identificar el intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} de la corriente de impulsión I_{MOT} durante un ciclo de funcionamiento del motor de carga

de resorte 10 y para analizar (proporcionar parámetros cuantitativos adecuados) los componentes espectrales de LF y HF de la corriente de impulsión I_{MOT} , durante dicho intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} .

El método 100 permite así recopilar información de diagnóstico fiable acerca del estado de funcionamiento real del motor eléctrico 10.

- 5 Información de diagnóstico de este tipo se representa mediante los datos de salida primeros y segundos O_1 , O_2 , que proporcionan información cuantitativa acerca del alejamiento real del motor eléctrico 10 de condiciones de funcionamiento normales debido a posibles fenómenos de deterioro.

10 Como son indicativos de la variación del primer valor de distorsión armónica THD_{LF} con respecto a un primer valor de referencia correspondiente, los datos de salida O_1 indican si algunos componentes mecánicos del motor de carga de resorte 10 están sujetos a fenómenos de deterioro.

Por otro lado, como son indicativos de la variación del segundo valor de distorsión armónica THD_{HF} con respecto a un segundo valor de referencia correspondiente, los datos de salida O_2 indican si algunos componentes eléctricos del motor de carga de resorte 10 están sujetos a fenómenos de deterioro.

15 Ventajosamente, los datos de salida O_1 , O_2 pueden ser corregidos como función de información de diagnóstico auxiliar (tal como el valor de tiempo de carga T_{CH} y el valor RMS I_{RMS}) a fin de mejorar la precisión global de la información de diagnóstico recopilada.

El método 100 se adapta para proporcionar información predictiva sobre la vida residual del motor de carga de resorte 10 sobre la base de la información de diagnóstico recopilada en las etapas descritas anteriormente, en particular sobre la base de los datos de salida O_1 , O_2 .

20 El método 100 comprende la etapa 107 (figura 2) para calcular datos predictivos primeros y segundos P_1 , P_2 , que son indicativos de la vida residual de los componentes mecánicos y eléctricos del motor de carga de resorte 10, respectivamente.

Los primeros datos predictivos P_1 , P_2 son calculados ventajosamente procesando los datos de salida primeros y segundos O_1 , O_2 , p. ej. por medio de tablas de conversión adecuadas.

25 Preferiblemente, los primeros datos predictivos P_1 y los segundos datos predictivos P_2 con corregidos adecuadamente como función de información de diagnóstico auxiliar (tales como el valor de tiempo de carga T_{CH} y el valor RMS I_{RMS}) para mejorar la precisión global de la información predictiva así obtenida.

En una realización preferida de la presente invención, el método 100 comprende la etapa 107A de proporcionar un primer contador $CONTADOR_01$ y un segundo contador $CONTADOR_02$.

30 El primer contador $CONTADOR_01$ es indicativo de la vida residual de los componentes mecánicos del motor de carga de resorte 10 mientras que el segundo contador $CONTADOR_02$ es indicativo de la vida residual de los componentes eléctricos del motor de carga de resorte 10.

35 En este caso, los primeros datos predictivos P_1 y los segundos datos predictivos P_2 comprende preferiblemente primeros valores de actualización y segundos valores de actualización para actualizar el primer contador $CONTADOR_01$ y el segundo contador $CONTADOR_02$, respectivamente.

Los contadores primero y segundo $CONTADOR_01$, $CONTADOR_02$ son actualizados ventajosamente sobre la base de los datos predictivos primeros y segundos P_1 , P_2 , respectivamente.

40 Como ejemplo, el primer contador $CONTADOR_01$ y el segundo contador $CONTADOR_02$ pueden ser establecidos en valores máximos dados en la instalación del motor de carga de resorte 10 y el proceso de actualización del primer contador $CONTADOR_01$ y del segundo contador $CONTADOR_02$ pueden ser realizados cada vez que se ejecuta el método 100.

Como ejemplo, se puede adoptar el siguiente procedimiento de actualización:

- proporcionar datos de actualización P_1 para disminuir el primer contador $CONTADOR_01$ si los primeros datos de salida O_1 son indicativos de un aumento del primer valor de distorsión armónica THD_{LF} ;
- 45 - proporcionar datos de actualización P_1 para aumentar el primer contador $CONTADOR_01$ si los primeros datos de salida O_1 son indicativos de que no hay aumento o de una disminución del primer valor de distorsión armónica THD_{LF} ;
- proporcionar datos de actualización P_2 para disminuir el segundo contador $CONTADOR_02$ si los segundos datos de salida O_2 son indicativos de un aumento del segundo valor de distorsión armónica THD_{HF} ;
- 50 - proporcionar datos de actualización P_2 para aumentar el segundo contador $CONTADOR_02$ si los segundos

datos de salida O_2 son indicativos de que no hay aumento o de una disminución del segundo valor de distorsión armónica THD_{HF} .

Por supuesto, los contadores $CONTADOR_01$ y $CONTADOR_02$ se pueden establecer de diferentes maneras y pueden ser actualizados según lógicas de procesamiento diferentes de la descrita anteriormente.

- 5 En una realización preferida, el método 100 comprende la etapa 108 para generar segundas señales de salida O_3 indicativas del estado de funcionamiento del motor de carga de resorte 10.

Las señales de salida O_3 se adaptan ventajosamente para proporcionar una información cualitativa sobre el estado de funcionamiento del motor de carga de resorte 10, que se deriva de los datos de salida O_1 , O_2 . Preferiblemente, las segundas señales de salida O_3 comprenden:

- 10 - una señal NORMAL, que indica que el motor eléctrico 10 está en buenas condiciones;
- una señal ADVERTENCIA, que indica que todavía se garantiza un número suficiente de operaciones del motor de carga de resorte 10 incluso si este último se ve afectado por algunos fenómenos de deterioro de sus componentes eléctricos y/o mecánicos;
- 15 - una señal ALARMA, que indica que no se garantizan operaciones o se garantiza un número insuficiente de operaciones del motor de carga de resorte 10 ya que este último se ve afectado por fenómenos de deterioro grave de sus componentes eléctricos y/o mecánicos.

Preferiblemente, las señales de salida O_3 son generadas ventajosamente sobre la base del estado de los contadores $CONTADOR_01$, $CONTADOR_02$ descritos anteriormente.

- 20 Haciendo referencia de nuevo al ejemplo descrito anteriormente, las segundas señales de salida O_3 pueden ser generadas cuando al menos uno de los contadores $CONTADOR_01$, $CONTADOR_02$ disminuye por debajo de un valor de contador predefinido respectivo, que puede ser establecido durante la operación de instalación del motor de carga de resorte 10.

Las señales O_3 pueden ser sin embargo generadas sobre la base de lógicas de procesamiento diferentes de la descrita anteriormente.

- 25 Las señales de salida O_3 pueden ser señales de control para una HMI (Interfaz Humano Máquina), que se adapta para mostrar información visual correspondiente (o señales visuales) sobre la base de estas señales.

Las señales de salida O_3 pueden ser señales de control para un dispositivo informático externo, incluso posicionado a distancia.

- 30 Preferiblemente, el método 100 se implementa de una manera digital mediante una o más unidades de procesamiento digital, p. ej. por uno o más microprocesadores.

El método 100 puede ser implementado fácilmente en la práctica y requiere recursos de cálculo relativo pequeño para ser realizado.

- 35 Preferiblemente, el método 100 es realizado ventajosamente en cada ciclo de funcionamiento del motor de carga de resorte 10. De esta manera, información predictiva acerca de la vida residual del motor de carga de resorte 10 puede ser actualizada de manera continua.

Como se ha mencionado anteriormente, un aspecto adicional de la presente invención está relacionado con un sistema de diagnóstico informatizado para determinar el estado de funcionamiento del motor de carga de resorte 10 (figura 1).

El sistema de diagnóstico 1 comprende medios sensitivos 2 adaptados para proporcionar la señal de detección I_D , como se ha descrito anteriormente.

- 40 Los medios sensitivos 2 comprenden preferiblemente uno o más sensores de corriente 21 de tipo conocido, que pueden incluir, por ejemplo, uno o más sensores Hall.

- Los medios sensitivos 2 se disponen ventajosamente de modo que los sensores de corriente 21 se acoplan funcionalmente a la línea de alimentación 10A, que conecta eléctricamente el motor de carga de resorte 10 al suministro de energía auxiliar 10A que alimenta la corriente de impulsión I_{MOT} durante un ciclo de funcionamiento del motor eléctrico 10.
- 45

Los medios sensitivos 2 pueden comprender circuitería de procesamiento de interfaz 22 para procesar las señales de medición sacadas por los sensores de corriente 21 y proporcionar la señal de detección I_D .

Preferiblemente, los medios sensitivos 2 se configuran para proporcionar las señales de detección I_D de forma digital. Para esta finalidad, la circuitería de procesamiento de interfaz 22 mencionada puede comprender medios de muestreo

digital.

El sistema de diagnóstico 1 comprende preferiblemente una primera unidad de control 3, que se conecta funcionalmente a los medios sensitivos 2 de una manera cableada o inalámbrica.

5 La primera unidad de control 3, que está en comunicación con los medios sensitivos 2, se configura ventajosamente para ejecutar algunas etapas de procesamiento para implementar el método 100 descrito anteriormente.

En particular, la unidad de control 3 se configura para:

- adquirir la señal de detección ID (descrita anteriormente) de los medios de sensor 2;
- procesar la señal de detección ID para calcular la señal de detección de estado estable IDSS descrita anteriormente;
- 10 - procesar la señal de detección de estado estable IDSS para calcular los datos DS descritos anteriormente;
- procesar los datos DS para calcular los valores de distorsión armónica primeros y segundos THDLF, THDHF descritos anteriormente;
- procesar los valores de distorsión armónica primero y segundo THD_{LF}, THD_{HF} para calcular los datos de salida primeros y segundos O₁, O₂ descritos anteriormente.

15 Preferiblemente, el control 3 se configura para:

- procesar la señal de detección ID para identificar el intervalo de estado estable T_{SS} descrito anteriormente;
- ejecutar un filtrado en dominio de tiempo de la señal de detección I_D sobre la base del intervalo de tiempo de estado estable T_{SS} para calcular la señal de detección de estado estable I_{DSS} descrita anteriormente.

Preferiblemente, el control 3 se configura para:

- 20 - calcular una señal envolvente IDE descrita anteriormente;
- ejecutar un filtrado de paso bajo en dominio de frecuencia de la señal envolvente IDE para calcular la señal envolvente filtrada en paso bajo IDEF descrita anteriormente;
- calcular la señal derivativa IDE_D descrita anteriormente;
- comparar la señal derivativa IDE_D con uno o más valores umbral predefinidos para identificar el instante inicial t_{IN} y el instante final t_{FIN} del intervalo de tiempo de estado estable T_{SS}.

25

Según un aspecto de la invención, el control 3 puede ser configurado preferiblemente para:

- ejecutar un filtrado de paso bajo en dominio de frecuencia de la señal de detección de estado estable IDSS para calcular la señal de detección de estado estable filtrada en paso bajo IDSS_{LF} descrita anteriormente;
- 30 - ejecutar un filtrado de paso alto en dominio de frecuencia de la señal de detección de estado estable I_{DSS} para calcular una señal de detección de estado estable filtrada en paso alto IDSS_{HF} descrita anteriormente;
- calcular la FFT de la señal de detección de estado estable filtrada en paso bajo IDSS_{LF};
- calcular la FFT de la señal de detección de estado estable filtrada en paso alto IDSS_{HF}.

Según otro aspecto de la invención, el control 3 puede ser configurado preferiblemente para:

- calcular la FFT de la señal de detección de estado estable I_{DSS};
- 35 - separar los componentes espectrales de LF de la corriente de impulsión I_{MOT} durante el intervalo de estado estable T_{SS} a partir de los datos obtenidos con dicho cálculo de FFT;
- separar los componentes espectrales de HF de la corriente de impulsión I_{MOT} durante el intervalo de estado estable T_{SS} a partir de los datos obtenidos con dicho cálculo de FFT.

40 Preferiblemente, la primera unidad de control 3 comprende una o más unidades de procesamiento digital (p. ej. uno o más microprocesadores) adaptadas para ejecutar instrucciones de software almacenables en un medio. Preferiblemente, la primera unidad de control 3 comprende una o más unidades de procesamiento digital adaptadas para ejecutar instrucciones de software para implementar las etapas de procesamiento descritas anteriormente.

En una realización preferida del sistema de diagnóstico 1, los medios sensitivos 2 y la primera unidad de control 3 están incrustados en un único dispositivo de monitorización y diagnóstico 23 del aparato de conmutación 50.

El sistema de diagnóstico 1 comprende preferiblemente una segunda unidad de control 4, que se conecta funcionalmente a la primera unidad de control 3 de una manera cableada o inalámbrica.

5 La segunda unidad de control 4, que está en comunicación con la primera unidad de control 3, se configura ventajosamente para ejecutar algunas etapas de procesamiento para implementar el método 100 descrito anteriormente.

En particular, la unidad de control 4 se configura para:

- adquirir los datos de salida primeros y segundos O₁, O₂ descritos anteriormente desde la primera unidad de control 3;
- 10 - procesar los primeros datos de salida O₁ para calcular los primeros datos predictivos P₁, descritos anteriormente;
- procesar los segundos datos de salida O₂ para calcular los segundos datos predictivos P₂, descritos anteriormente.

Preferiblemente, la segunda unidad de control 4 comprende los contadores primero y segundo CONTADOR_01, CONTADOR_02 descritos anteriormente.

15 En este caso, como se ha descrito anteriormente, los primeros datos predictivos P₁ y los segundos datos predictivos P₂ preferiblemente comprenden primeros valores de actualización y segundos valores de actualización para actualizar el primer contador CONTADOR_01 y el segundo contador CONTADOR_02, respectivamente.

Preferiblemente, la segunda unidad de control 4 se configura para generar las segundas señales de salida O₃ descritas anteriormente.

20 Las señales de salida O₃ pueden comprender señales de control para una HMI local 42, que se conecta funcionalmente con la segunda unidad de control 4.

La HMI 42, que se comunica con la unidad de control 4, se adapta para mostrar información visual (o señales visuales) correspondientes a las señales de control (p. ej. las señales NORMAL, ADVERTENCIA, ALARMA) incluidas en las señales de salida O₃.

25 Las señales de salida O₃ también pueden ser adquiridas por un dispositivo externo informatizado (no se muestra) que es conectable con la unidad de control 4 de una manera cableada o inalámbrica.

La dispositivo externo informatizado puede incluso estar posicionado a distancia con respecto a la unidad de control 4.

30 Preferiblemente, la primera unidad de control 4 comprende una o más unidades de procesamiento digital (p. ej. uno o más microprocesadores) adaptadas para ejecutar instrucciones de software almacenables en un medio. Preferiblemente, la primera unidad de control 4 comprende una o más unidades de procesamiento digital adaptadas para ejecutar instrucciones de software para implementar las etapas de procesamiento descritas anteriormente. Preferiblemente, también los contadores primero y segundo CONTADOR_01, CONTADOR_02 descritos anteriormente se implementan digitalmente mediante la una o más unidades de procesamiento digital de la unidad de control 4.

En una realización preferida del sistema de diagnóstico 1, la segunda unidad de control 4 está incrustada en una unidad de diagnóstico 41 del aparato de conmutación 50.

Preferiblemente, la unidad de diagnóstico 41 comprende también la HMI 42 descrita anteriormente.

40 Preferiblemente, la unidad de diagnóstico 41 es conectable de una manera cableada o inalámbrica con un dispositivo externo informatizado, que puede incluso estar posicionado a distancia con respecto a la unidad de diagnóstico 41.

El método 100 y el sistema de diagnóstico 1, según la invención, permiten recopilar datos fiables acerca del estado de funcionamiento real del motor de carga de resorte 10, más particularmente acerca del estado de funcionamiento real de sus componentes mecánicos y/o componentes eléctricos.

45 El método 100 y el sistema de diagnóstico 1, según la invención, permiten proporcionar información predictiva fiable acerca de la vida residual del motor de carga de resorte 10, más particularmente acerca de la vida residual de sus componentes mecánicos y/o componentes eléctricos. El método 100 no requiere etapas de caracterización preliminar especial del motor de carga de resorte 10 para ser ejecutado.

El método 100 es particularmente adecuado para ser ejecutado en métodos de monitorización y diagnóstico a distancia para redes de distribución de energía eléctrica.

El sistema de diagnóstico 1, según la invención, requiere recursos de hardware y software relativamente pequeños para implementar las etapas de procesamiento del método 100.

El sistema de diagnóstico 1, según la invención, puede ser integrado fácilmente en un sistema inteligente de monitorización y diagnóstico para redes de distribución de energía eléctrica.

- 5 El método 100 y el sistema de diagnóstico 1, según la invención, pueden ser implementados fácilmente a nivel industrial, con costes competitivos con las soluciones técnicas actualmente disponibles.

REIVINDICACIONES

1. Un método (100) para determinar un estado de funcionamiento de un motor de carga de resorte (10) de un aparato de conmutación de baja tensión o media tensión (50) caracterizado por que comprende las siguientes etapas:
 - 5 - adquirir una señal de detección (I_D) indicativa del comportamiento de una corriente de impulsión (I_{MOT}), que alimenta dicho motor de carga de resorte durante un ciclo de funcionamiento de dicho motor de carga de resorte;
 - procesar dicha señal de detección (I_D) para calcular una señal de detección de estado estable (I_{DSS}) indicativa del comportamiento de dicha corriente de impulsión (I_{MOT}) durante un intervalo de tiempo de estado estable (T_{SS}) comprendido en el ciclo de funcionamiento de dicho motor de carga de resorte;
 - 10 - procesar dicha señal de detección de estado estable (I_{DSS}) para calcular datos (DS) indicativos de componentes espectrales de alta frecuencia y baja frecuencia de dicha corriente de impulsión (I_{MOT}) durante dicho intervalo de tiempo de estado estable;
 - procesar dichos datos (DS) indicativos de dichos componentes espectrales de alta frecuencia y baja frecuencia para calcular valores de distorsión armónica primero y segundo (THD_{LF} , THD_{HF}), que son indicativos de la distorsión armónica total de dichos componentes espectrales de alta frecuencia y baja frecuencia, respectivamente;
 - 15 - procesar dichos valores de distorsión armónica primero y segundo para calcular datos de salida primeros y segundos (O_1 , O_2), que son indicativos de las variaciones de dichos valores de distorsión armónica primero y segundo con respecto a valores de referencia correspondientes primero y segundo respectivamente;
 - 20 - procesar dichos primeros datos de salida (O_1) para calcular primeros datos predictivos (P_1) indicativos de una vida residual de componentes mecánicos de dicho motor de carga de resorte;
 - procesar dichos segundos datos de salida (O_2) para calcular segundos datos predictivos (P_2) indicativos de una vida residual de componentes eléctricos de dicho motor de carga de resorte.
2. Un método, según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende las siguientes etapas:
 - 25 - procesar dicha señal de detección (I_D) para identificar dicho intervalo de estado estable (T_{SS});
 - ejecutar un filtrado en dominio de tiempo de dicha señal de detección sobre la base de dicho intervalo de tiempo de estado estable.
3. Un método, según la reivindicación 2, caracterizado por que dicha etapa para procesar dicha señal de detección (I_D) para identificar dicho intervalo de estado estable comprende las siguientes etapas:
 - 30 - calcular una señal envolvente (I_{DE}) indicativa de la envolvente de dicha señal de detección;
 - ejecutar un filtrado de paso bajo en dominio de frecuencia de dicha señal envolvente para calcular una señal envolvente filtrada en paso bajo (I_{DEF});
 - calcular una señal derivativa (I_{DED}) indicativa de la derivativa de dicha señal envolvente filtrada en paso bajo;
 - comparar dicha señal derivativa (I_{DED}) con uno o más valores umbral predefinidos para identificar un instante inicial (t_{IN}) y un instante final (t_{FIN}) de dicho intervalo de tiempo de estado estable (T_{SS}).
 - 35
4. Un método, según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende la etapa de:
 - proporcionar un primer contador (CONTADOR_01) de la vida residual de componentes mecánicos de dicho motor de carga de resorte, dichos primeros datos predictivos (P_1) comprenden primeros valores de actualización de dicho primer contador (CONTADOR_01);
 - 40 - proporcionar un segundo contador (CONTADOR_02) de la vida residual de componentes eléctricos de dicho motor de carga de resorte, dichos segundos datos predictivos (P_2) comprenden segundos valores de actualización de dicho segundo contador (CONTADOR_02).
5. Un método, según la reivindicación 4, caracterizado por que comprende la etapa para generar segundas señales de salida (O_3) indicativas de un estado de funcionamiento de dicho motor de carga de resorte sobre la base de un estado de funcionamiento de dichos contadores primero y segundo (CONTADOR_01, CONTADOR_02).
 - 45
6. Un sistema de diagnóstico (1) para determinar el estado de funcionamiento de un motor de carga de resorte (10) de un aparato de conmutación de baja tensión o media tensión (50) dicho sistema de diagnóstico comprende

medios sensitivos (2) adaptados para proporcionar una señal de detección (I_D) indicativa del comportamiento de una corriente de impulsión (I_{MOT}), que alimenta dicho motor de carga de resorte, y una primera unidad de control (3) configurada para:

- 5 - adquirir una señal de detección (I_D) indicativa del comportamiento de dicha corriente de impulsión (I_{MOT}) durante un ciclo de funcionamiento de dicho motor de carga de resorte;
- procesar dicha señal de detección (I_D) para calcular una señal de detección de estado estable (I_{DSS}) indicativa del comportamiento de dicha corriente de impulsión (I_{MOT}) durante un intervalo de tiempo de estado estable (T_{SS}) comprendido en el ciclo de funcionamiento de dicho motor de carga de resorte;
- 10 - procesar dicha señal de detección de estado estable (I_{DSS}) para calcular datos (DS) indicativos de componentes espectrales de alta frecuencia y baja frecuencia de dicha corriente de impulsión (I_{MOT}) durante dicho intervalo de tiempo de estado estable;
- procesar dichos datos (DS) indicativos de dichos componentes espectrales de alta frecuencia y baja frecuencia para calcular valores de distorsión armónica primero y segundo (THD_{LF} , THD_{HF}), que son indicativos de la distorsión armónica total de dichos componentes espectrales de alta frecuencia y baja frecuencia, respectivamente;
- 15 - procesar dichos valores de distorsión armónica primero y segundo para calcular datos de salida primeros y segundos (O_1 , O_2), que son indicativos de las variaciones de dichos valores de distorsión armónica primero y segundo con respecto a valores de referencia correspondientes primero y segundo respectivamente;
- 20 - en donde dicho sistema de diagnóstico se caracteriza por que comprende una segunda unidad de control (4), que está comunicación con dicha primera unidad de control (3), dicha segunda unidad de control se configura para:
 - adquirir dichos datos de salida primeros y segundos (O_1 , O_2) de dicha primera unidad de control;
 - procesar dichos primeros datos de salida (O_1) para calcular primeros datos predictivos (P_1) indicativos de una vida residual de componentes mecánicos de dicho motor de carga de resorte;
 - 25 - procesar dichos segundos datos de salida (O_2) para calcular segundos datos predictivos (P_2) indicativos de una vida residual de componentes eléctricos de dicho motor de carga de resorte;
- 7. Un sistema de diagnóstico, según la reivindicación 6, caracterizado por que dicha primera unidad de control (3) se configura para:
 - procesar dicha señal de detección (I_D) para identificar dicho intervalo de estado estable (T_{SS});
 - 30 - ejecutar un filtrado en dominio de tiempo de dicha señal de detección sobre la base de dicho intervalo de tiempo de estado estable.
- 8. Un sistema de diagnóstico, según la reivindicación 7, caracterizado por que dicha primera unidad de control (3) se configura para:
 - calcular una señal envolvente (I_{DE}) indicativa de la envolvente de dicha señal de detección (I_D);
 - 35 - ejecutar un filtrado de paso bajo en dominio de frecuencia de dicha señal envolvente para calcular una señal envolvente filtrada en paso bajo (I_{DEF});
 - calcular una señal derivativa (I_{DED}) indicativa de la derivativa de dicha señal envolvente filtrada en paso bajo;
 - comparar dicha señal derivativa (I_{DED}) con uno o más valores umbral predefinidos para identificar un instante inicial (t_{IN}) y un instante final (t_{FIN}) de dicho intervalo de tiempo de estado estable (T_{SS}).
- 40 9. Un sistema de diagnóstico, según una o más de las reivindicaciones de 6 a 8, caracterizado por que dicha segunda unidad de control (4) comprende:
 - un primer contador (CONTADOR_01) de la vida residual de componentes mecánicos de dicho motor de carga de resorte, dichos primeros datos predictivos (P_1) comprenden primeros valores de actualización de dicho primer contador (CONTADOR_01);
 - 45 - un segundo contador (CONTADOR_02) de la vida residual de componentes eléctricos de dicho motor de carga de resorte, dicho segundos datos predictivos (P_2) comprenden segundos valores de actualización de dicho segundo contador (CONTADOR_02).
- 10. Un sistema de diagnóstico, según la reivindicación 9, caracterizado por que dicha segunda unidad de control

(4) se configura para generar segundas señales de salida (O_3) indicativas de un estado de funcionamiento de dicho motor de carga de resorte sobre la base de un estado de funcionamiento de dichos contadores primero y segundo (CONTADOR_01, CONTADOR_02).

5 11. Un sistema de diagnóstico, según una o más de las reivindicaciones de 6 a 10, caracterizado por que dichos medios sensitivos (2) y dicha primera unidad de control (3) se incrustan en un dispositivo de monitorización y diagnóstico (23) de dicho aparato de conmutación.

12. Un sistema de diagnóstico, según una o más de las reivindicaciones de 6 a 10, caracterizado por que dicha segunda unidad de control (4) se incrusta en una unidad de diagnóstico (41) de dicho aparato de conmutación.

10 13. Un aparato de conmutación (50) caracterizado por que comprende un sistema de diagnóstico (1), según una o más de las reivindicaciones de 6 a 12.

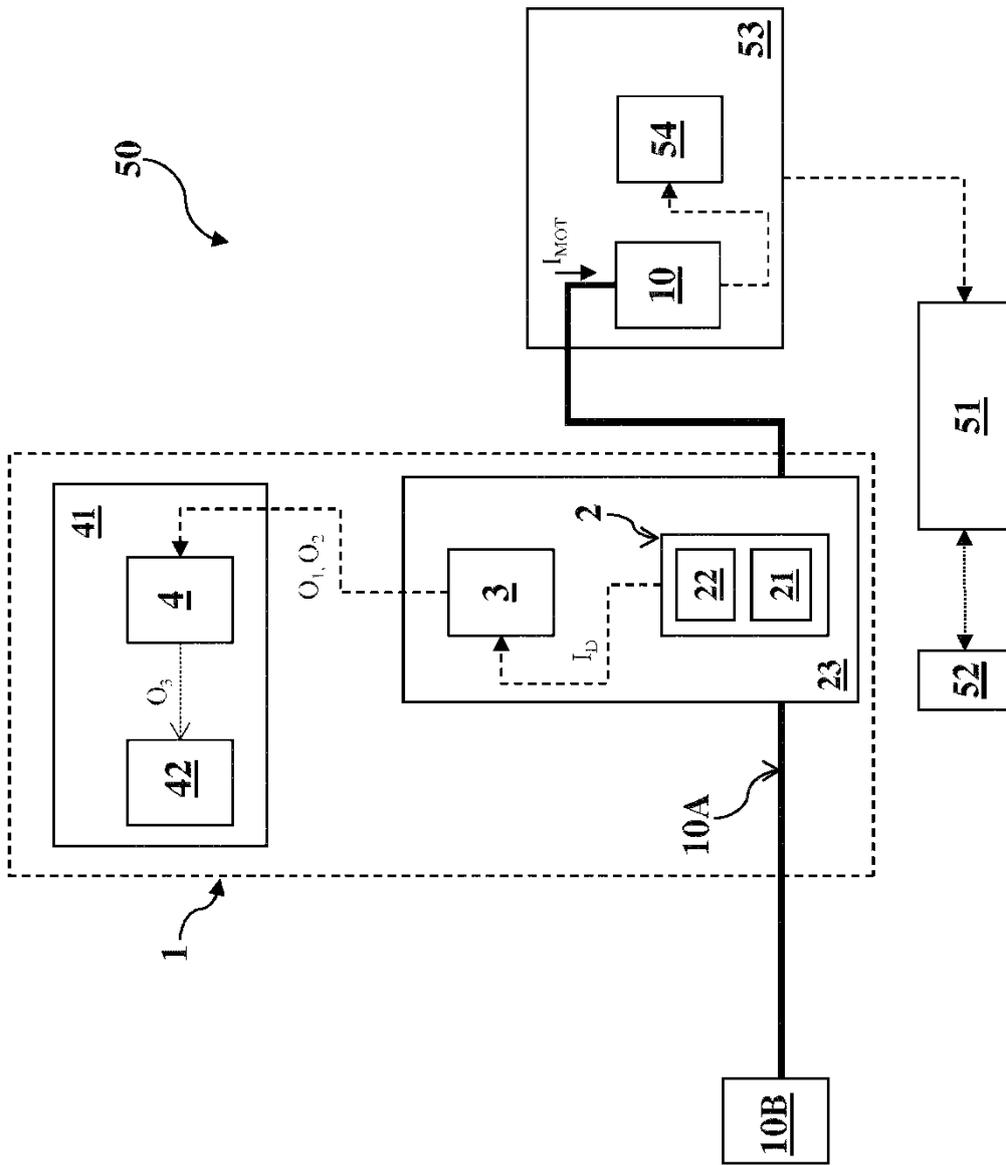


FIG. 1

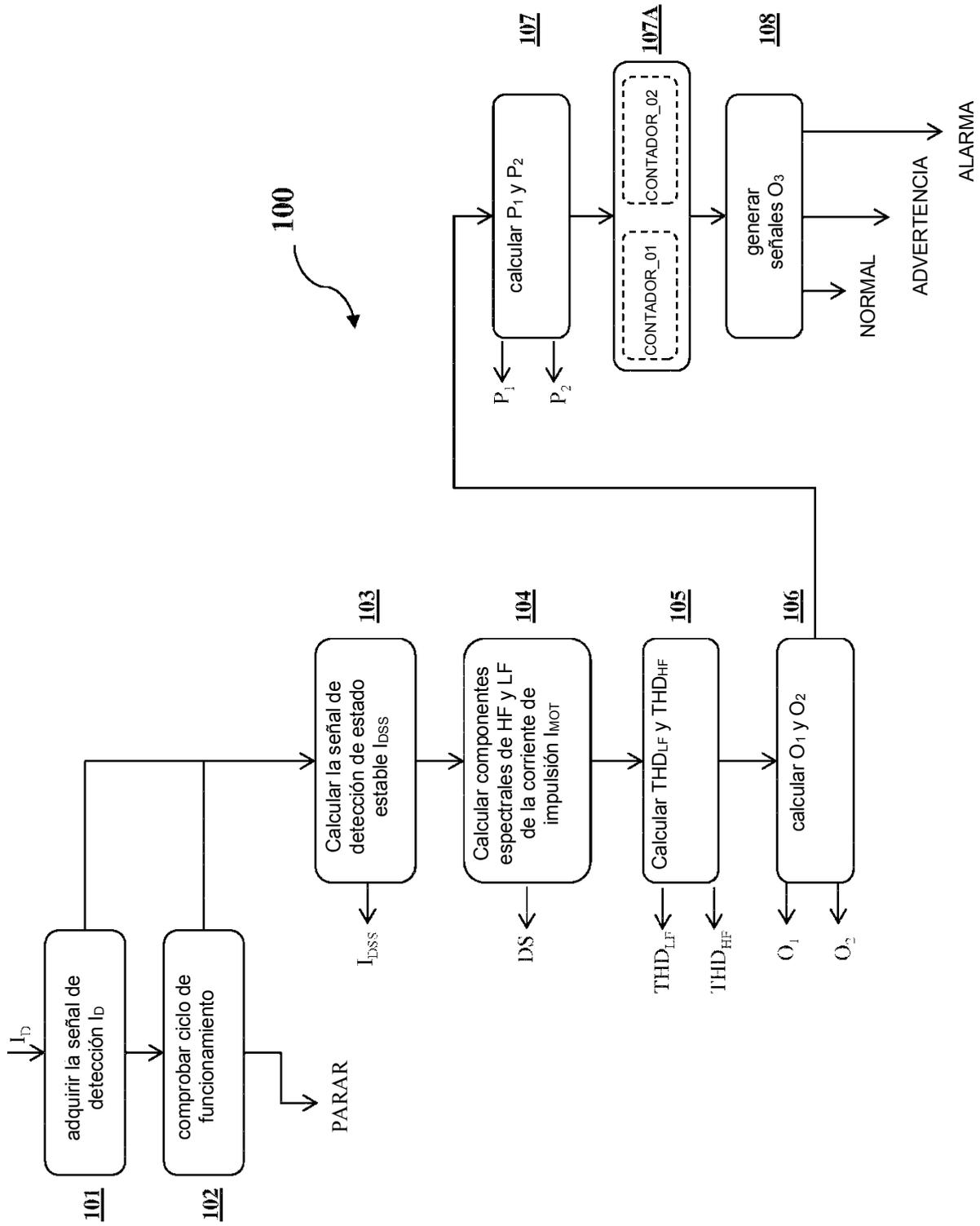


FIG. 2

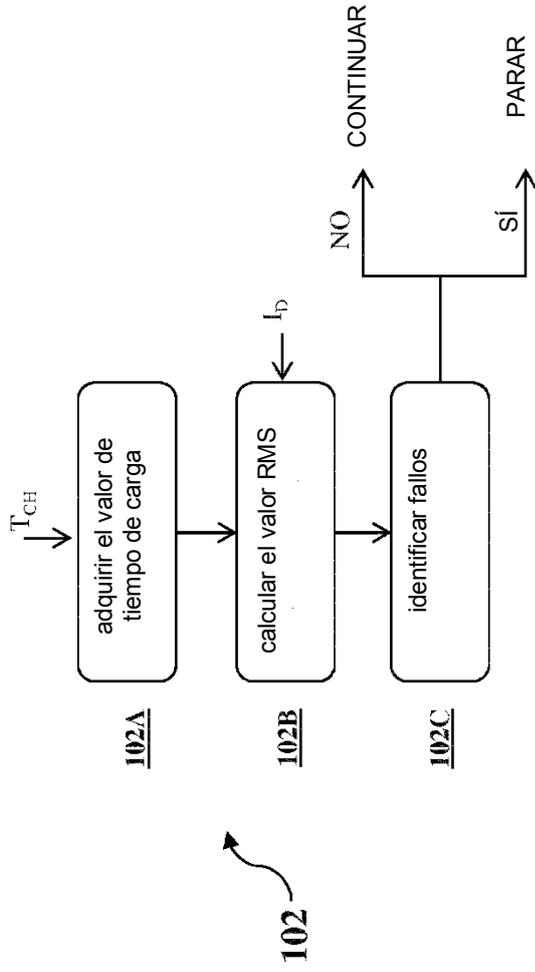


FIG. 3

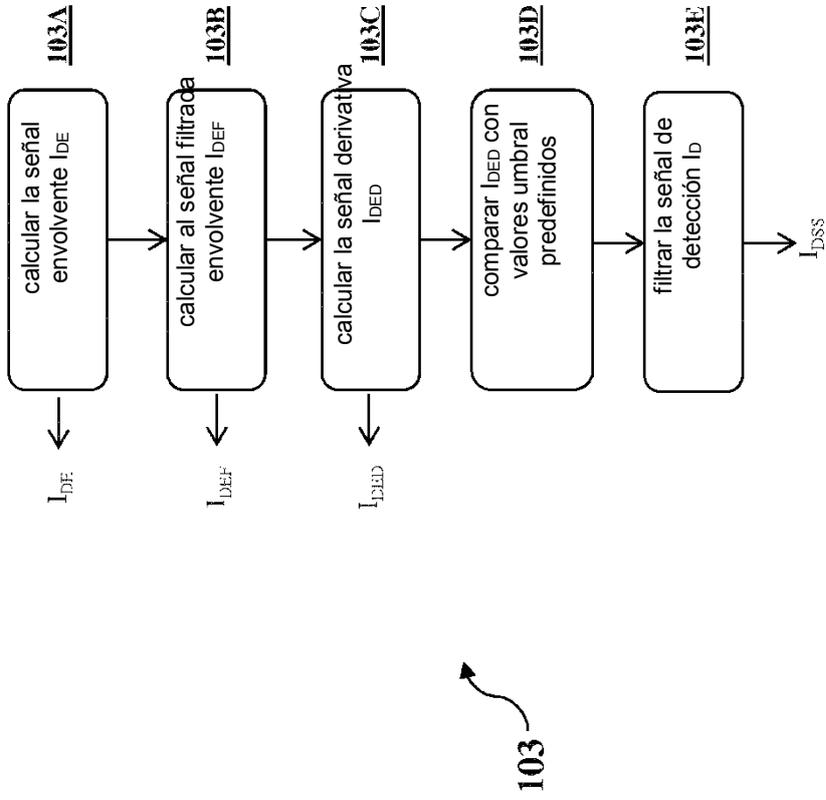


FIG. 4

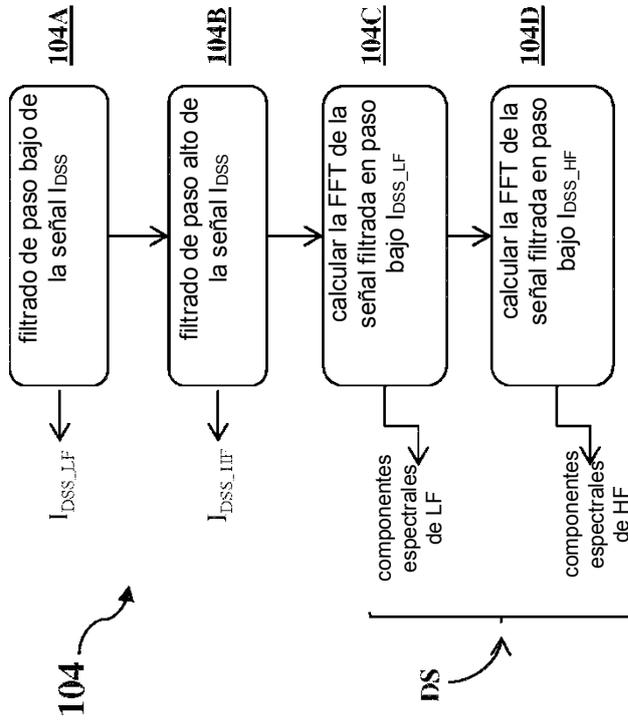


FIG. 5

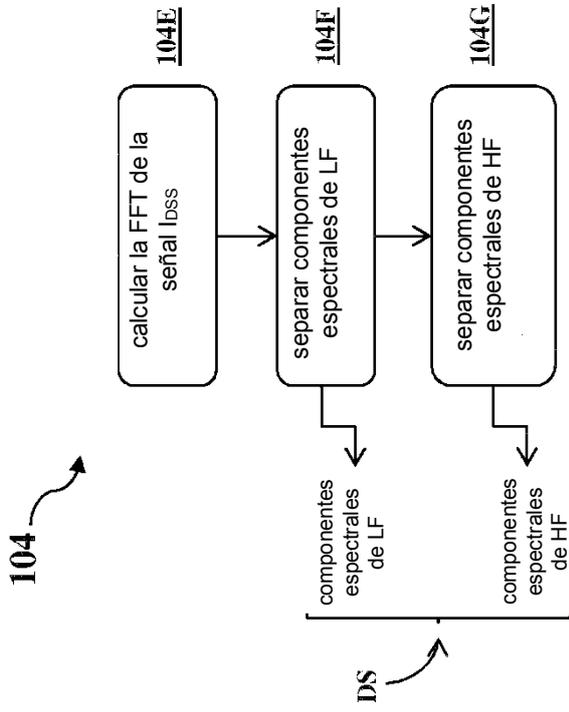


FIG. 6

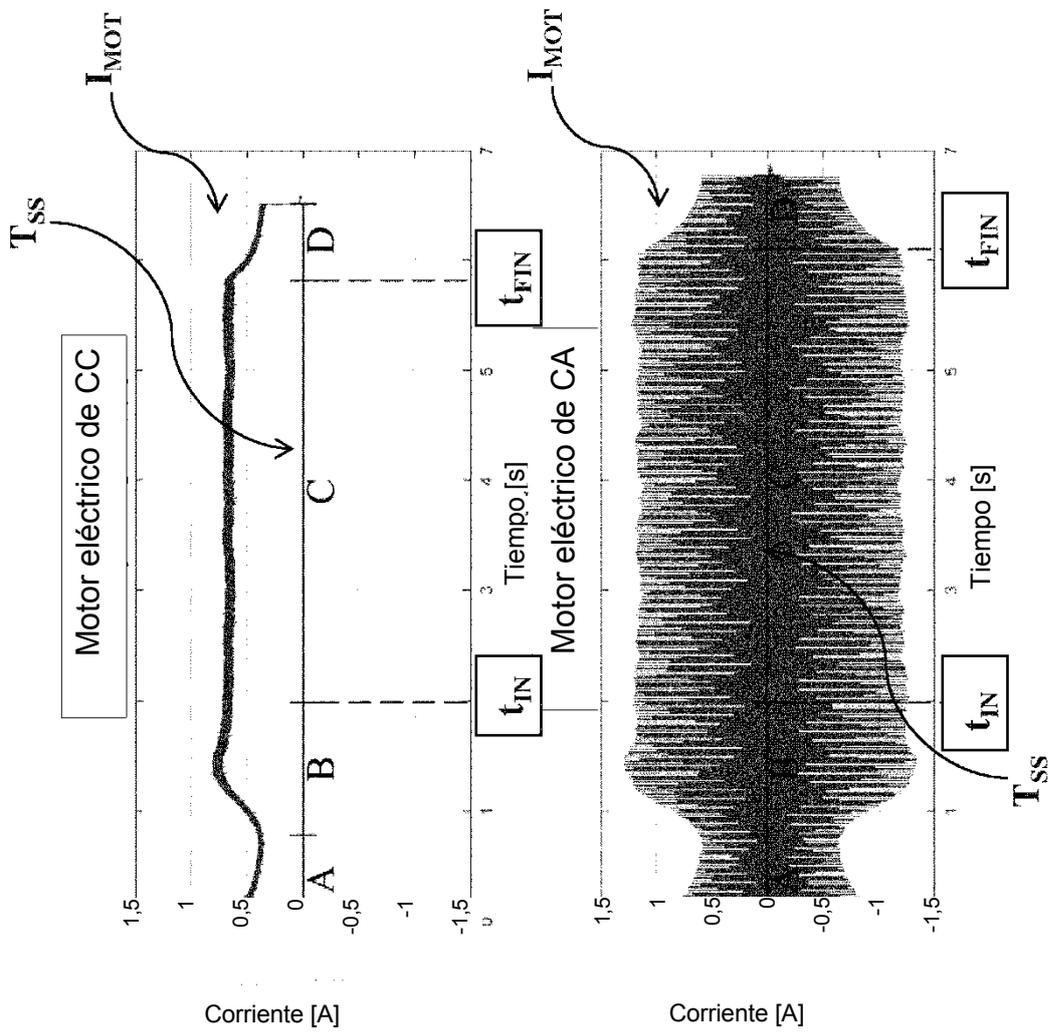


FIG. 7

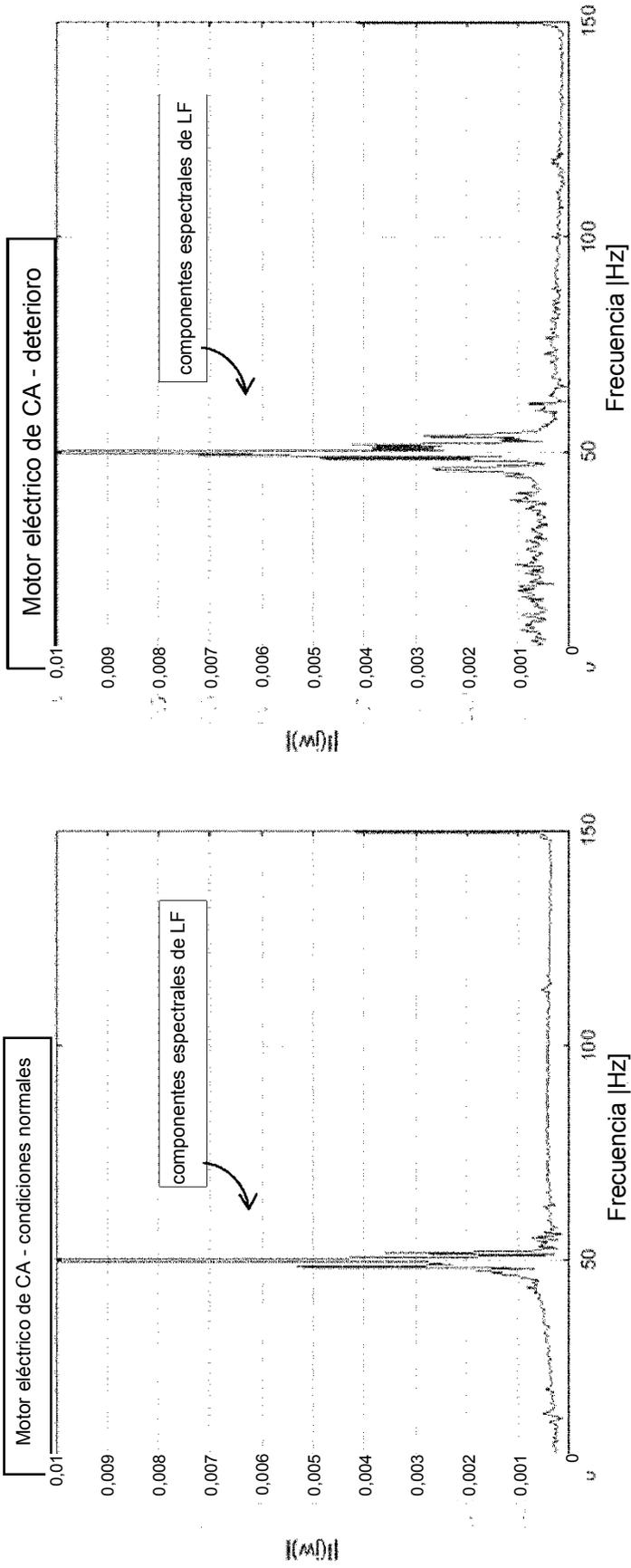


FIG. 8

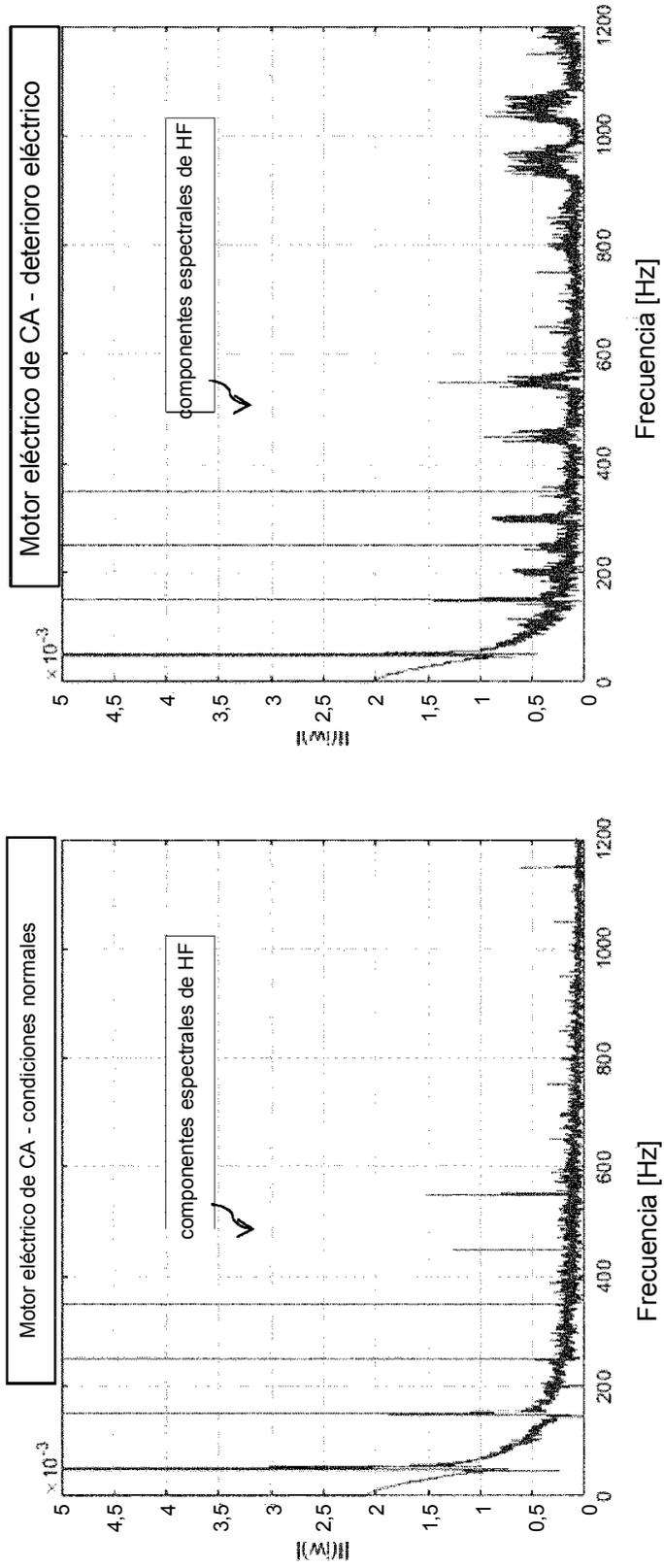


FIG. 9