



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 355 316**

51 Int. Cl.:

G01R 31/06 (2006.01)

G01R 31/12 (2006.01)

G01R 31/34 (2006.01)

H02K 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08702522 .7**

96 Fecha de presentación : **25.01.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2109777**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.10.2009**

54 Título: **Método para procesar datos pertenecientes a una actividad de descargas eléctricas parciales.**

30 Prioridad: **08.02.2007 IT PR07A0006**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.03.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.03.2011

73 Titular/es: **TECHIMP TECHNOLOGIES S.R.L.**
Via dell'Indipendenza, 54
Bologna 40121, IT

72 Inventor/es: **Montanari, Gian Carlo;**
Cavallini, Andrea y
Pasini, Gaetano

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 355 316 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

Campo Técnico y Técnica Existente

La presente invención se refiere a un método para procesar datos pertenecientes a una actividad de descargas eléctricas parciales que tiene lugar en una máquina eléctrica trifásica alimentada con una tensión de onda cuadrada, dichos datos comprendiendo una pluralidad de señales de descarga y una pluralidad de conjunto de tres valores de tensión de alimentación de la máquina, cada conjunto de tres tensiones siendo medido conjuntamente con una correspondiente señal de descarga.

En particular, la presente invención se refiere a un método para evaluar, con finalidades de diagnóstico, una actividad de descargas eléctricas parciales en un motor eléctrico trifásico alimentado con ondas cuadradas, por ejemplo por medio de un convertidor electrónico de potencia que funciona según lógica PWM (del inglés Pulse Width Modulation, es decir modulación por ancho de pulso).

Los convertidores electrónicos de potencia permiten controlar motores de inducción de manera sumamente eficaz, permitiendo transformar energía eléctrica en energía mecánica con gran flexibilidad. Por otro lado, las formas de onda de tensión que los convertidores imponen en los terminales del motor han demostrado ser muy perjudiciales por lo que concierne a la duración del aislamiento, especialmente con motores fabricados con bobinado de alambre esmaltado.

Los estudios efectuados en todo el mundo han demostrado que las fatigas eléctricas en los terminales de los motores accionados por convertidores pueden ser notablemente elevadas, provocando el fenómeno de descargas parciales (DP). Las DPs son descargas de pequeña amplitud que no cortocircuitan los electrodos, pero que provocan un gradual degrado del sistema de aislamiento. Este proceso de degrado puede ser sumamente rápido en el deterioro de los dieléctricos orgánicos como los esmaltes empleados en el aislamiento de los alambres de los motores. Por el contrario, es relativamente más lento el degrado de dieléctricos que contienen materiales inorgánicos (mica, dióxido de titanio) en una matriz orgánica (resina o pintura polimérica).

De todos modos, la posibilidad de verificar si se producen o no se producen descargas parciales en un motor accionado por un convertidor y la de cuantificar un fenómeno de ese tipo, es de gran importancia para fines de diagnóstico o para impedir averías durante el funcionamiento.

Sin embargo, la magnitud de las DPs en motores accionados por medio de un convertidor y, sobre todo, la posterior evaluación de los resultados de las medidas exhiben algunos problemas.

En primer lugar, especialmente con convertidores de baja tensión de nueva generación, las rampas ascendentes de las formas de las ondas de tensión pueden tener una notable inclinación, del orden, por ejemplo, de decenas de kV por microsegundo. Esas formas de onda de la tensión de alimentación generan interferencias constituidas por señales que tienen un cierto contenido de alta frecuencia y pueden ocultar la presencia de descargas parciales, en el caso que los sensores empleados para la medición no se seleccionan apropiadamente.

Al problema de medición de las señales asociadas a las DPs se agrega la dificultad de reconocer, en su caso, la interferencia, y de interpretar y racionalizar los resultados de la misma medición.

Bajo esta óptica, cabe hacer notar que, para evaluar eficazmente, a los efectos de diagnóstico, las señales pertenecientes a una actividad de descargas parciales, es importante relacionar cada señal de descarga medida con la tensión que la ha producido. La comparación de una señal en una medición de DP con la tensión que la produjo tiene dos cometidos fundamentales.

Un primer cometido es el de determinar, en el ámbito de una máquina trifásica, cual sección de aislamiento es afectada por la descarga.

Un segundo cometido es el de verificar si las señales medias están correlacionadas con las tensiones de alimentación (que generalmente tienen un perfil substancialmente periódico). De este modo, es posible discriminar el ruido de medición con respecto a las descargas parciales y verificar la integridad del sistema aislante.

Hasta ahora no se conocen sistemas para relacionar sistemáticamente una señal medida en una medición de descargas parciales con la tensión que la ha producido, en el caso de mediciones efectuadas en máquinas trifásicas alimentadas con ondas cuadradas (por ejemplo según lógica PWM), especialmente en los casos que las señales de descargas parciales se miden por medio de un único sensor, compartido por las tres fases de alimentación (antena).

Técnicas conocidas prevén la evaluación de las señales medidas como una sucesión temporal de eventos, sin ninguna posibilidad de relacionarlas eficazmente con las tensiones de alimentación.

Por lo tanto, todo posterior procesamiento estadístico de los datos medidos tiene poco significado, para no decir que es totalmente erróneo, porque se basa en el procesamiento de un conjunto de datos heterogéneos, que comprende señales de descargas pertenecientes a diferentes porciones del sistema aislante (es decir, correspondiente a descargas producidas por tensiones de diferentes fases) junto con señales relativas a interferencia.

A partir del documento US 2005218906 se conoce un sistema para monitorear la condición del aislamiento de una máquina eléctrica, en base a una evaluación de tandelta (o sea factor de pérdidas), es decir basada en la evaluación de la relación angular entre el vector de corriente y el vector de tensión. Se sabe que la evaluación de tandelta y la evaluación de descargas parciales constituyen dos técnicas de diagnóstico que son diferentes y muy distintas.

El documento de la patente de invención US 6.064.172 describe un sistema de detección de averías en el bobinado y da a conocer principios generales acerca de control de vectores y transformaciones.

Sin embargo, los documentos US 2005218906 y US 6.064.172 no dan a conocer o no hacen ninguna referencia a medición de descargas parciales; en efecto, hablan de enfoques diagnósticos que son alternativos al análisis de descargas parciales.

Por consiguiente, los documentos US 2005218906 y US 6.064.172 no brindan ninguna ayuda con respecto a la necesidad de procesar los datos adquiridos (es decir los datos pertenecientes a las mediciones de descargas parciales llevadas a cabo en una máquina eléctrica trifásica alimentada durante su funcionamiento con tensión de onda cuadrada) de manera de permitir una indicación diagnóstica fiable acerca de la naturaleza de los defectos de aislamiento donde tuvieron lugar las descargas parciales.

Revelación de la Invención

El objetivo de la presente invención es el de eliminar dichos inconvenientes y poner a disposición un método para procesar datos pertenecientes a una actividad de descargas eléctricas parciales que tiene lugar en una máquina eléctrica trifásica alimentada con tensión de onda cuadrada, dichos datos comprendiendo una pluralidad de señales de descarga y una pluralidad de conjuntos de tres valores de la tensión de alimentación de la máquina, de modo de comparar cada señal medida con las tensiones de alimentación.

Dicho objetivo se logra en su totalidad mediante el método de la presente invención, que está caracterizado por lo expuesto en las reivindicaciones anexas y en particular por el hecho que comprende las siguientes etapas de conformidad con la reivindicación 1:

- transformación de cada conjunto de tres valores de tensión medidos en un correspondiente par de valores de tensión;
- derivación de un valor de fase a partir de cada uno de dichos pares de valores de tensión, los valores derivados de los ángulos de fase siendo relacionados a estados lógicos del convertidor;
- atribución a cada señal de descarga del correspondiente valor de ángulo de fase, para evaluar las señales de descargas medidas en función de correspondientes valores de ángulos de fase.

Breve Descripción de los Dibujos

Esta y otras características se pondrán aún más de manifiesto a partir de la descripción que sigue de una realización preferida, exhibida a título puramente ejemplificador y no limitativo mediante las láminas de dibujos anexas, en las cuales:

- la figura 1 muestra esquemáticamente una máquina eléctrica trifásica a la cual se le ha aplicado un método según la presente invención;
- la figura 2 muestra un diagrama de correlación entre tensiones transformadas y estados lógicos del convertidor;
- la figura 3 muestra un diagrama de correlación entre fases derivadas y clases de eventos de descargas;
- la figura 4 muestra una representación de eventos de descargas en función de tensiones transformadas, con respecto a un primer conjunto de datos;
- la figura 5 muestra una representación de amplitudes de descargas en función de fases derivadas, con respecto a un primer conjunto de datos;

- la figura 6 muestra la representación de la figura 4, con respecto a un segundo conjunto de datos;
- la figura 7 muestra la representación de la figura 5, con respecto a un segundo conjunto de datos.

Mejor Modo para Llevar a Cabo la Invención

5 En la figura 1, la referencia numérica 1 indica una máquina eléctrica trifásica (por ejemplo un motor asíncrono de inducción) alimentado con una tensión de onda cuadrada. En particular, la máquina (1) es alimentada a través de un convertidor de potencia (2), por ejemplo un inversor que funciona según lógica PWM.

10 La presente invención pone a disposición un método para procesar datos pertenecientes a una actividad de descargas eléctricas parciales que tiene lugar en una máquina eléctrica trifásica (1) alimentada con una tensión de onda cuadrada, dichos datos comprendiendo una pluralidad de señales de descarga y una pluralidad de conjuntos de tres valores (e_u , e_v , e_w) de tensión de alimentación de la máquina (1), cada conjunto de tres valores siendo medido en concomitancia con una correspondiente señal de descarga.

Más en general, la presente invención pone a disposición un método para evaluar, con finalidades de diagnóstico, una actividad de descargas eléctricas parciales que tienen lugar en la máquina (1), que comprende, para la medición de los datos a procesar, las siguientes etapas:

- 15
- medición de una pluralidad de señales de descarga, asociadas con dichas descargas eléctricas parciales;
 - medición de un conjunto de tres valores de tensión (e_u , e_v , e_w) que alimentan la máquina, en concomitancia con cada señal de descarga medida.

Por lo que concierne al procesamiento de dichos datos, el método, originalmente, comprende las siguientes etapas:

- 20
- transformación de cada conjunto de tres valores de tensión medidos en un correspondiente par de valores de tensión (e_d , e_q);
 - derivación de un valor de ángulo de fase a partir de cada uno de dichos pares de valores de tensión;
 - atribución a cada señal de descarga del correspondiente valor de ángulo de fase, para evaluar las señales de descargas medidas en función de correspondientes valores de ángulo de fase.

25 Por lo que concierne a la etapa de medición de las señales de descarga, se emplea un sensor (3), por ejemplo una antena acoplada a la regleta de bornes (4) de la máquina eléctrica (1).

30 Bajo esta óptica, cabe hacer notar que un problema de la medición de descargas parciales en motores alimentados por medio de convertidores PWM consiste en la superposición parcial (en el dominio de frecuencias) de la señal de descarga a medir con la interferencia generada por las conmutaciones de los interruptores del convertidor de potencia. Bajo esta óptica, el método en cuestión contempla el uso de un sensor de banda ultra-ancha y de apropiados filtros para el rechazo de las interferencias debidas al convertidor, de conformidad con una técnica substancialmente conocida.

35 En particular, es posible usar una antena colocada dentro del motor y filtros pasa-alto (con típicas frecuencias de corte de 300-500 MHz) para extraer la señal de motores alimentados con convertidores de baja tensión, donde los tiempos de la rampa ascendente de las conmutaciones del inversor asumen valores comprendidos entre 50 y 300 nseg. En aplicaciones de baja tensión, los tiempos de las rampas ascendentes son muy cortos y, por ende, la interferencias generadas son muy grandes y a una frecuencia tan alta que sólo las antenas pueden detectar una señal de descarga parcial con una relación señal/ruido suficientemente elevada (por ende, la antena constituye un sensor común a todas las fases). Esta aplicación es la más desfavorable con respecto a la posibilidad de asociar una señal de descarga a la tensión que la ha generado, por lo tanto es a la misma que en particular se refiere el método en cuestión.

40 Cabe hacer notar que, en accionamientos de media tensión, donde las rampas ascendentes de las conmutaciones son bastante más prolongadas (> 1 microsegundo), es posible usar un sensor por cada fase, constituido por ejemplo por un transformador de radiofrecuencia, con filtros pasa-alto caracterizados por frecuencias de corte menores.

45 Por lo que concierne a la etapa de medición de un conjunto de tres valores de tensión (e_u , e_v , e_w) de alimentación de la máquina (1), por ejemplo para medir los valores instantáneos de las tensiones en los terminales de la máquina (1) se emplean sondas (5). Esas sondas (5) están provistas de un ancho de banda acorde con la frecuencia de las tensiones aplicadas a la máquina (1). En particular, es posible usar divisores resistivos con

características de fiabilidad acordes a las de la máquina (1).

Los valores medidos de las señales de descarga y de las tensiones de alimentación son transmitidos a un instrumento de procesamiento (6), para su almacenamiento/procesamiento.

En particular, de conformidad con el método en cuestión, dicho procesamiento comprende dichas etapas de transformación, derivación y atribución.

Por lo que concierne a la etapa de transformación de cada conjunto de tres valores de tensión medidos (e_u , e_v , e_w) en un correspondiente par de valores de tensión (e_d , e_q), originalmente, cada conjunto de tres valores de tensión medidos (dispuestos como un vector de tres números) es multiplicado por una matriz predeterminada, de modo de excluir la componente de secuencia cero. Preferentemente, dicha matriz predeterminada viene determinada de modo que cada par de valores de tensión obtenidos constituya las componentes directas y en cuadratura del correspondiente conjunto de tres valores.

Dicha matriz predeterminada puede estar constituida, por ejemplo, por una matriz de Park (es decir la matriz correspondiente a la transformada de Park conocida, en el sector de accionamientos eléctricos, para correlaciona un valor de corriente de accionamiento de la máquina con un valor de par de torsión suministrado por la máquina), mostrado en la fórmula que sigue.

$$\begin{pmatrix} e_d \\ e_q \end{pmatrix} = \sqrt{2/3} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} e_U \\ e_V \\ e_W \end{pmatrix}$$

Alternativamente, por ejemplo, es posible usar cualquier matriz obtenida multiplicando dicha matriz de Park por cualquier matriz 2x2 de rango máximo.

Por lo que concierne a la etapa de derivación de un valor de fase de cada uno de dichos pares de valores de tensión (e_d , e_q), los mismos pares están representados en coordenadas polares. En la práctica, los pares de valores de tensión (e_d , e_q) están representados en un plano (del tipo mostrado en las figuras 2, 5 y 7) en el cual está definida una referencia cartesiana, de modo que e_d venga mostrada en el eje de abscisas (x) y e_q venga mostrada en el eje de ordenadas (y); luego se evalúa el ángulo formado por la línea que une cada punto con el origen de dicha referencia cartesiana, en relación a la dirección positiva del eje de abscisas (x).

La etapa de atribución a cada señal de descarga del correspondiente valor de fase tiene origen a partir del hecho de asumir que dicho valor de fase deriva de un conjunto de tres valores de tensión (o por un par de valores de tensión obtenidos, a su vez, a partir de dicho conjunto de tres valores de tensión) que corresponde unívocamente a dicha señal de descarga, porque fue medida simultáneamente a la misma señal.

Dicha atribución a las señales de descarga del correspondiente valor de fase permite evaluar las señales de descarga medidas en función de los correspondientes valores de fase atribuidos.

Bajo esta óptica, el método de la presente invención comprende, originalmente, una etapa de separación de las señales de descarga medidas en clases, en base a los respectivos valores de fase atribuidos.

En particular, se proporciona una etapa de separar las señales de descarga medidas en tres clases (denominadas C1, C2 y C3), como se muestra esquemáticamente en la figura 3 (los valores numéricos mostrados en el eje x de la figura 3 están expresados en grados). Es decir, dichas clases substancialmente corresponden a los siguientes intervalos de fase (expresados en grados):

- [85, 95] y [215, 325] para la primera clase, es decir la clase C1;
- [205, 215] y [335, 85] para la segunda clase, es decir la clase C2;
- [325, 335] y [95, 205] para la tercera clase, es decir la clase C3.

Los valores de fase así derivados son en relación a los estados lógicos del convertidor.

Los valores de tensión (e_d , e_q) obtenidos en la etapa de transformación (y a partir de la cual se derivan dichos valores de fase) son en relación a los estados lógicos del convertidor, como se muestra esquemáticamente en la figura 2. En la figura 2, los estados lógicos del convertidor, de los cuales hay ocho, son designados S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7 y S8. Dichos estados lógicos del convertidor están correlacionados con los conjuntos de tres valores (e_u ,

e_v , e_w) de la tensión de alimentación (es decir, de salida del convertidor), de conformidad con la siguiente tabla (que contiene un 0 cuando la tensión es nula y un 1 cuando la tensión es igual al valor de la tensión continua entregada por el convertidor).

Estado lógico del convertidor	e_u	e_v	e_w	Clase
S0	0	0	0	-
S1	1	0	0	C1
S2	0	1	0	C3
S3	0	0	1	C2
S4	1	1	0	C2
S5	1	0	1	C3
S6	0	1	1	C1
S7	1	1	1	-

5 Por lo tanto dichas clases (C1, C2 y C3) están relacionadas con los estados lógicos del convertidor y por consiguiente están correlacionadas con las tensiones que, instantáneamente, generan las señales de descarga.

De este modo, la etapa de atribución a cada señal de descarga del correspondiente valor de fase ventajosamente permite obtener información valiosa acerca de las fases (bobinados y correspondiente aislamiento) en las cuales tuvieron origen las descargas parciales.

En particular, vale lo que se indica a continuación.

Las señales de descarga con valores de fase correspondientes a la clase C1 son generadas por el bobinado de la fase U, es decir tienen lugar entre las fases U y V y/o entre las fases U y W.

15 Las señales de descarga con valores de fase correspondientes a la clase C2 son generadas por el bobinado de la fase V, es decir tienen lugar entre las fases V y U y/o entre las fases V y W.

Las señales de descarga con valores de fase correspondientes a la clase C3 son generadas por el bobinado de la fase W, es decir tienen lugar entre las fases W y V y/o entre las fases W y U.

El método en cuestión, de modo original, también incluye una etapa de proceso estadístico de los valores de amplitud de las señales de descarga en función de los valores de fase atribuidos.

20 Bajo esta óptica, preliminarmente cabe observar lo siguiente.

La amplitud de la señal de descarga puede ser medida por medio de un sistema para detectar un valor pico de la señal que opera directamente sobre la señal DP o después de un sistema para la medición de la potencia de la señal de radiofrecuencia (para reducir el ancho de banda de la señal y usar hardware más económico).

25 En términos generales, cada medida (es decir, cada pasaje individual de la etapa de medición de datos) implica la medición de una amplitud de una señal de descarga parcial y los tres valores de tensión de alimentación medidos en el instante en que se produce la descarga parcial. Por lo tanto, un conjunto de datos constituidos por un valor de amplitud de una señal de descarga y por el correspondiente conjunto de tres valores de tensión proporciona una representación de un único evento de descarga.

30 A tal efecto, la presente invención también pone a disposición, de modo original, una manera de representar eventos de descarga que es sumamente significativa para finalidades de diagnóstico. Dicha manera de representar eventos de descarga comprende el cálculo de la distribución de las amplitudes de las señales de descarga en función de los correspondientes valores de fase.

Gráficamente, dicha manera de representación comprende representar los resultados experimentales en un plano que tiene en el eje de abscisas (x) los valores de fase y en el eje de ordenadas (y) las amplitudes de DP, como

se puede ver en las figuras 4 y 6 (en las figuras 4 y 6, los valores de fase están expresados en grados, mientras que los valores de las amplitudes están expresados en V).

De este modo, dicha etapa de procesar estadísticamente los valores de amplitud de las señales de descarga en función de los valores de fase atribuidos originalmente se basa en dicha distribución de las amplitudes.

5 En particular, cabe hacer notar que la etapa de procesar estadísticamente los valores de amplitud de las señales de descarga (en función de los valores de fase atribuidos) es conducida, de modo original, sobre los datos pertenecientes a una clase predeterminada, convirtiendo así el resultado del procesamiento en más significativo.

10 Es decir, la presente invención comprende, después de la etapa de atribución de los valores de fase a las señales de descarga medidas, las etapas de separación de las señales en clases homogéneas y posteriormente la etapa de procesamiento estadístico de los datos pertenecientes a una clase única.

El presente método también incluye, de modo original, una etapa de rechazo de ruido, en base a dichos valores de fase atribuidos a las señales medidas.

15 Por ejemplo, el rechazo de ruido puede basarse en las siguientes observaciones (de modo original derivadas de estudios y experimentos conducidos por la parte solicitante). Cuando la señal de entrada es ruido, la misma tiende a tener una amplitud constante por un cierto intervalo; además, asume todos los posibles valores de fase de manera indiferenciada. Por otro lado, las señales de descargas parciales exhiben una mayor variación con respecto a las amplitudes y tienden a ser distribuidas asimétricamente entre las fases (casi siempre hay una fase que predomina sobre las demás, como se puede ver en las figuras anexas).

Por lo tanto, el método según la presente invención presenta las siguientes ventajas.

20 Permite proporcionar una evaluación diagnóstica de actividades DP en la máquina (1), poniendo a disposición un método para evaluar las señales de descarga medidas con respecto a correspondientes valores de fase correlacionados a los valores de las tensiones que generaron las mismas descargas.

25 Pone a disposición un método para la separación de las señales de descarga en clases, agrupando las señales de descarga que tuvieron lugar en las mismas condiciones eléctricas de la máquina (1) (y, por ende, constituyendo un conjunto homogéneo de datos), o en condiciones similares (o sea, que tuvieron lugar en los bobinados / aislamiento de las mismas fases); dicha separación convirtiendo en sumamente significativa cada evaluación estadística, aplicada a un conjunto homogéneo de datos.

Permite rechazar cualquier señal por ruido o interferencia que puede haber sido detectada, en base a dichos valores de fase y de variación de las señales medidas atribuidas a cada señal detectada.

30 De aquí en adelante se describirá un ejemplo práctico de aplicación del método de la presente invención.

El ejemplo considera el procesamiento de datos detectados en medidas de descargas parciales conducidas en un motor de baja tensión; en particular, se refiere a un primer conjunto de datos (figuras 4 y 5) y a un segundo conjunto de datos (figuras 6 y 7), obtenidos en dos sesiones de medición sucesivas.

35 El motor es alimentado por medio de un inversor PWM y está conectado al mismo por medio de un cable de 25 metros para favorecer los procesos de descargas parciales. Las DPs son medidas por medio de una antena colocada dentro de la carcasa del motor, en el área de los terminales de los bobinados.

La figura 4 muestra una trayectoria de descarga, es decir representa el par de tensiones transformadas (e_d , e_q), cada par correspondiendo a un evento de descarga parcial y siendo representado como un punto en un plano con e_d en el eje x y e_q en el eje y (como en el caso de la figura 2).

40 La figura 5 muestra la distribución de las amplitudes de descarga en función de los correspondientes valores de fase, cada fase siendo atribuida a una señal de descarga.

Las figuras 4 y 5 representan una actividad de descargas parciales en una fase de avance de los procesos de degrado de los bobinados / aislamiento de la máquina.

45 A partir de las figuras 4 y 5 se puede deducir claramente que la actividad de las DPs (en términos de intensidad y amplitud de las señales de descargas medidas) está muy concentrada en los estados lógicos S1 y S2 del inversor, por ende en la clase C1; además, en otras porciones de los bobinados se hallan activos varios otros procesos de degrado, como está indicado mediante la presencia en la figura 5 de concentraciones adicionales de puntos (es decir, eventos de descargas parciales).

Las figuras 6 y 7 muestran el resultado de las medidas hechas apenas antes de la avería del motor, por efecto de la ruptura del bobinado de la fase U. Las figuras 6 y 7 muestran que los eventos de descarga en los estados lógicos S1 y S2 del inversor han seguido incrementándose, con valores de amplitud de las DPs de hasta 120 mV.

REIVINDICACIONES

- 1.- Método para procesar datos pertenecientes a una actividad de descargas eléctricas parciales que tiene lugar en una máquina eléctrica trifásica (1) alimentada con una tensión de onda cuadrada a través de un convertidor de potencia (2), con el cometido de evaluar, para finalidades de diagnóstico, la actividad de descargas parciales que tiene lugar en la misma máquina (1), donde dichos datos comprenden una pluralidad de señales de descarga asociadas con dichas descargas eléctricas parciales y una pluralidad de conjuntos de tres valores (e_u , e_v , e_w) de tensión de alimentación de la máquina (1), cada conjunto medido en concomitancia con una correspondiente señal de descarga, y donde las señales de descarga son detectadas con la ayuda de un sensor (3),
- 5 caracterizado por el hecho que comprende las siguientes etapas:
- 10 - transformación de cada conjunto (e_u , e_v , e_w) de tres valores de tensión medidos en un correspondiente par (e_d , e_q) de valores de tensión;
- derivación de un valor de ángulo de fase a partir de cada uno de dichos pares (e_d , e_q) de valores de tensión, los valores de ángulo de fase derivados siendo relacionados a los estados lógicos del convertidor (2);
- 15 - atribución a cada señal de descarga asociada con una correspondiente descarga eléctrica parcial del correspondiente valor de ángulo de fase, para evaluar las señales de descargas medidas en función de correspondientes valores de ángulo de fase.
- 2.- Método según la reivindicación 1, donde dicha máquina eléctrica trifásica (1) es alimentada a través de un convertidor (2) que funciona según lógica PWM.
- 3.- Método según la reivindicación 1, donde dicha etapa de transformación comprende la multiplicación de cada conjunto de tres tensiones medidas (e_u , e_v , e_w) por una matriz predeterminada, en condiciones de quitar de dicho conjunto de tres tensiones la componente secuencia de cero.
- 20 4.- Método según la reivindicación 3, donde dicha matriz predeterminada es una matriz que se obtiene multiplicando una matriz de Park por cualquier matriz 2x2 de rango máximo.
- 5.- Método según la reivindicación 1, que comprende una etapa de separación de las señales de descarga en clases en base a los respectivos valores de ángulo de fase atribuidos.
- 25 6.- Método según la reivindicación 5, donde dichas clases son tres y corresponden a intervalos predeterminados de ángulos de fase.
- 7.- Método según la reivindicación 6, donde dichos intervalos de ángulo de fase son substancialmente los siguientes:
- 30 - [85, 95] y [215, 325] para la primera clase;
- [205, 215] y [335, 85] para la segunda clase;
- [325, 335] y [95, 205] para la tercera clase.
- 8.- Método según la reivindicación 1, que comprende una etapa de procesamiento estadístico de los valores de amplitud de las señales de descarga en función de los valores de ángulo de fase atribuidos.
- 35 9.- Método según la reivindicación 5, que comprende una etapa de procesamiento estadístico de los valores de amplitud de las señales de descarga de una clase predeterminada, en función de los valores de ángulo de fase atribuidos.
- 10.- Método según la reivindicación 1, que comprende una etapa de rechazo de ruido, en base a dichos valores de ángulo de fase atribuidos a las señales de descarga.
- 40 11.- Método según la reivindicación 1, donde dicha pluralidad de señales de descarga es medida a través de un sensor (3) común a las tres fases.
- 12.- Método según la reivindicación 1, donde dichas señales de descarga son detectadas con la ayuda de un sensor de banda ultra-ancha (3) y de apropiados filtros para el rechazo de la interferencia debida al convertidor (2).

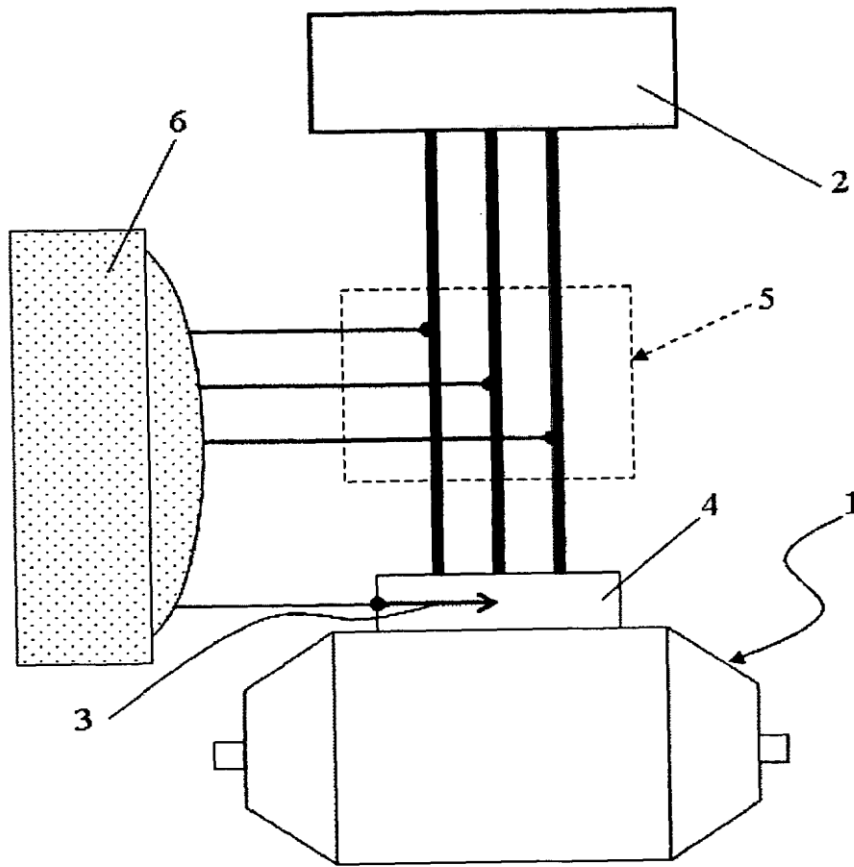


FIG. 1

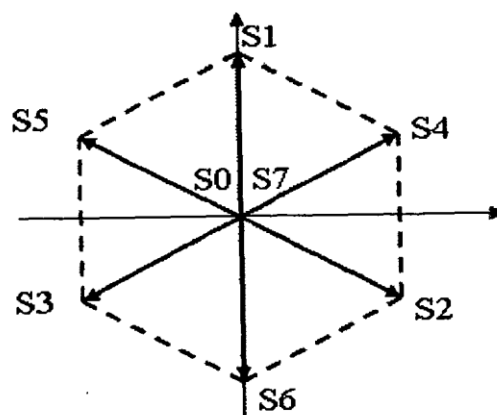


FIG. 2

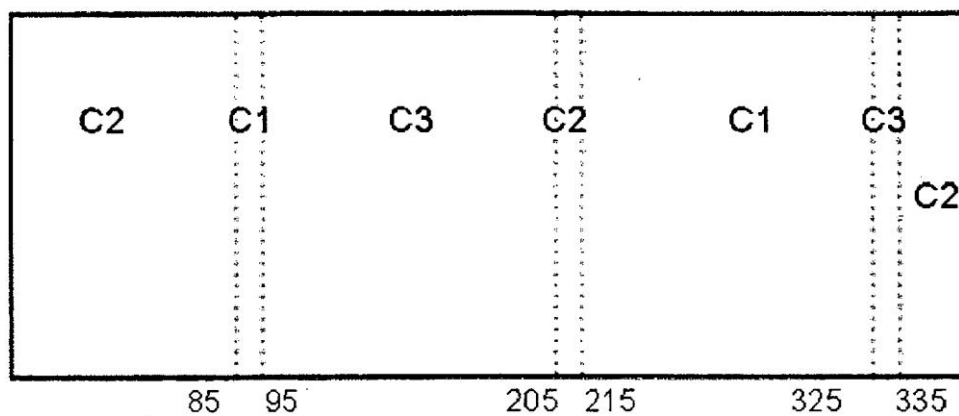


FIG. 3

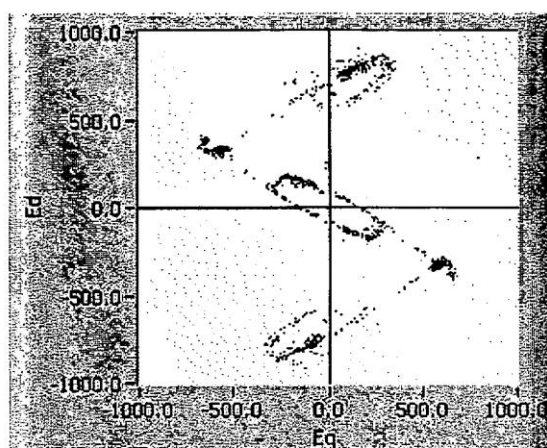


FIG. 4

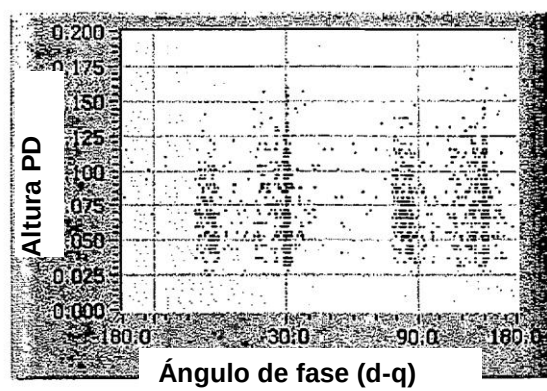


FIG. 5

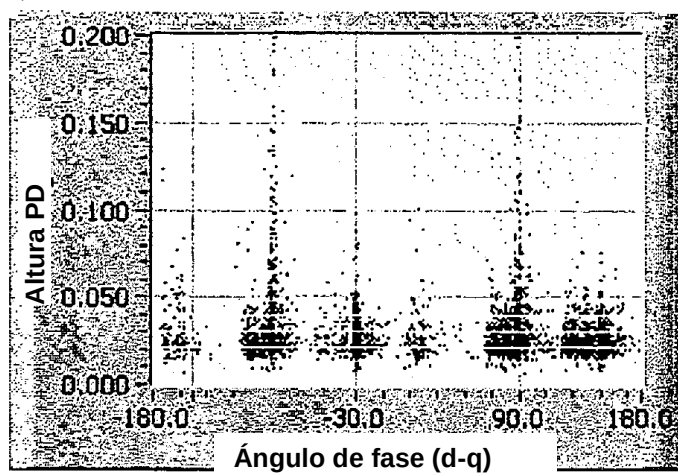


FIG. 6

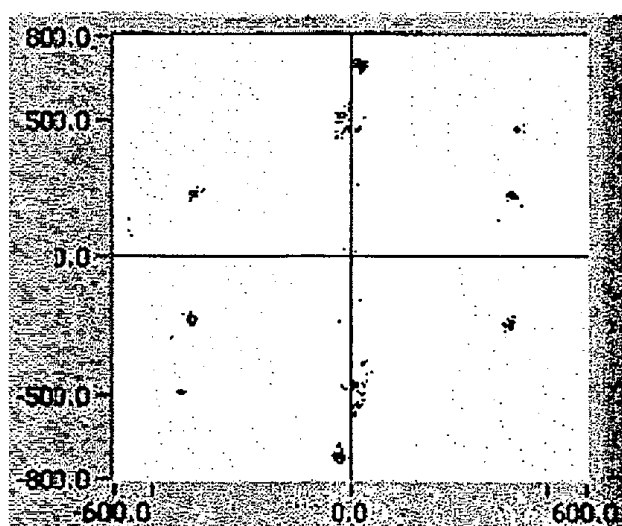


FIG. 7