

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 093**

51 Int. Cl.:

G01R 29/08 (2006.01)

G01R 31/00 (2006.01)

G01R 27/28 (2006.01)

G01R 23/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2009 E 09787238 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2015 EP 2406643**

54 Título: **Procedimiento y sistema de monitorización de la interferencia electromagnética en el dominio del tiempo**

30 Prioridad:

09.03.2009 ZA 200901659

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

14.08.2015

73 Titular/es:

**ESKOM HOLDINGS SOC LIMITED (100.0%)
Megawatt Park, Maxwell Drive Sunninghill
Sandton
2196 Johannesburg, ZA**

72 Inventor/es:

HIGGINS, SIMON

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 543 093 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 sistema de monitorización de la interferencia electromagnética en el dominio del tiempo

Antecedentes de la invención

5 ESTA invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para la monitorización de las interferencias electromagnéticas.

10 La mayoría de los aparatos o equipos de alto voltaje (HV) emiten señales de Interferencia Electromagnética (EMI). Estas señales o emisiones abarcan normalmente un amplio ancho de banda y están determinadas, entre otras cosas, por el voltaje de funcionamiento, el diseño y la geometría del aparato, la clase y condición de aislación. Además, según el procedimiento de adquisición, los espectros asociados a estas señales pueden verse contaminados por componentes pertenecientes a fuentes externas. Específicamente, el generador de espectros de EMI abarca un ancho de banda desde frecuencias muy bajas hasta frecuencias de alrededor de 1 GHz. El componente más importante de esta banda tiene una frecuencia de entre 150 kHz y 250 MHz, aproximadamente. Las señales en este ancho de banda habitualmente se acercan a la verdadera aleatoriedad, y la discrepancia entre los valores de máximo (PK) y cuasi-máximo (QP) puede llegar hasta alrededor de 10 dB.

15 Los espectros de EMI se capturan mediante el uso de un equipo de adquisición de dominio de frecuencia, por ejemplo, los analizadores de espectro o los receptores de pruebas de EMI (también conocidos como receptores de frecuencia de radio o voltímetros selectivos de frecuencia). Estos tipos de aparatos son relativamente caros y una adecuada representación de caóticas señales de EMI de banda ancha requiere la implementación de muy largos tiempos de escaneo cuando se usan estos dispositivos de adquisición de dominio de frecuencias. El alto coste de estos dispositivos y los largos tiempos de escaneo requeridos perjudican la practicidad de un amplio despliegue de sistemas de monitorización en línea y en tiempo real, en base a estas opciones de adquisición.

20 Otro enfoque alternativo es el de capturar un cierto número de representaciones del dominio del tiempo de la emisión electromagnética y después, en el pos-procesamiento, compilar estas capturas del dominio del tiempo en un largo tren de pulsos que sea estadísticamente representativo de la emisión original. Generalmente, este tren de pulsos, estadísticamente representativo, se procesa luego mediante una transformada discreta de Fourier de tiempo corto (STFT) para producir un espectrograma que sea estadísticamente representativo de la emisión de EMI original. En particular, la STFT es una serie de transformadas rápidas de Fourier (FFT), donde la entrada a cada FFT es un subconjunto del tren de pulsos general, mucho más corto en longitud que el tren de pulsos entero. Las sucesivas FFT procesan incrementalmente los subconjuntos desplazados de todo el tren de pulsos. La salida es un conjunto de las FFT, representando cada una el espectro de la emisión de EMI en un punto distinto en el tiempo. Un tal conjunto de las FFT se llama un espectrograma. Las FFT del espectrograma pueden combinarse entre sí para producir una salida equivalente a un receptor de EMI. La metodología de combinación depende de la selección del detector (máximo, cuasi-máximo, etc.). Dichos sistemas se denominan normalmente sistemas de EMI de Dominio Temporal (TDEMI).

35 El documento US 2002 / 114383 divulga el uso de módems de DSL como colectores de datos, procesando los módems los datos, por ejemplo, para permitir la interpretación más sencilla de las características de línea. En particular, los módems pos-procesan datos que incluyen la calibración, la compensación de filtro, la determinación de la mezcla de SNR (relación entre señal y ruido) a partir de tablas de bits y ganancias, y de la conversión de frecuencia. El proceso de interpretación usa los datos pos-procesados y determina la caracterización del bucle, la detección de interferentes, una estimación de la reducción de datos y una estimación de la frecuencia de datos. Las salidas de estas determinaciones permiten al menos la caracterización de las condiciones de línea entre los dos módems.

40 El documento US 2002 / 093341 divulga un sistema de medición de ondas electromagnéticas que incluye una unidad de emisión de ondas electromagnéticas, una unidad de recepción de ondas electromagnéticas, medios de cambio de las condiciones de medición para cambiar las condiciones de medición y una unidad de control para controlar la unidad de emisión de ondas electromagnéticas. El medio de cambio de las condiciones de medición se basa en datos de medición reales del circuito electrónico objeto, cuyos datos han sido previamente medidos bajo una condición de medición predeterminada, y en datos de condición de medición de la condición de medición predeterminada, de tal forma que las ondas electromagnéticas que se parezcan a aquellas del circuito electrónico objeto se emitan a partir de la unidad de emisión de ondas electromagnéticas en la misma condición que la condición de medición predeterminada.

50 El documento WO 2006 / 015038 divulga procedimientos y aparatos que inyectan ruido a una sustancia, detectan la combinación del ruido y de la señal emitida por la sustancia, ajustan el ruido hasta que la señal de combinación asume las características de la señal generada por la sustancia mediante resonancia estocástica, y aplican dichas señales de característica a sistemas químicos, bioquímicos o biológicos sensibles. La señal generada puede almacenarse, manipularse y / o transmitirse a un receptor remoto.

5 El artículo de Kaisma M et al: "Uso de espectrogramas en el análisis de la EMI: un panorama general", Conferencia y Exposición de Electrónica de Energía Aplicada, 2005, APEC 2005, Vigésima Anual del IEEE, Austin, Texas, EE UU, 6 al 10 de marzo de 2005, Piscataway, NJ, EE UU, IEEE, EE UU, vol. 3, 6 de marzo de 2005 (2005-03-06), páginas 1953 a 1958, XP010810124, ISBN: 978-0-7803-8975-5, divulga una técnica de medición que conlleva una aplicación de EMI, y en la cual se logran las mediciones usando un detector continuo analógico de EMI.

10 En el artículo de Yuang-Shung Lee et al: "Sistema de medición del dominio temporal para la EMI conducida y la separación de señales de ruido DM / DM", Electrónica de Energía y Sistemas de Control, 2005. PEDS 2005. Conferencia Internacional en Kuala Lumpur, Malasia, 28 al 01 de noviembre de 2005, Piscataway, NJ, EE UU, IEEE, vol. 2, 28 de noviembre de 2005 (2005-11-28), páginas 1640-1645, XP010909910, ISBN: 978-0-7803-9296-0, se usa un osciloscopio digital para capturar los espectros de EMI de una forma continua y después aplicar una Transformada de Fourier para producir un equivalente digitalizado de los espectros de EMI.

15 El artículo de J. Nelson et al: "Sistema HEV – Investigación de EMC durante operaciones transitorias", Compatibilidad Electromagnética, 2007. EMC Zurich 2007. 18º Simposio Internacional de Zurich, IEEE, PI, 1 de septiembre de 2007 (2007-09-01), páginas 205 a 208, XP031164430, ISBN: 978-3-9523286-1-3, divulga la aplicación de técnicas de EMI para identificar los transitorios inducidos del par de carga y del gradiente de velocidad en motores eléctricos, mediante el uso de un detector continuo analógico de EMI y de un sistema de digitalización que aplica un análisis de Fourier de la señal, con la señal medida de forma continua.

20 El artículo de Barford L et al: "Análisis de Fourier a partir de mediciones en red, usando sincronización temporal", Conferencia de Tecnología de Instrumentación y Medición, 2005. IMTC 2005. Anales del IEEE, Ottawa, ON; Canadá, 16 al 19 de mayo de 2005, Piscataway, NJ, EE UU, IEEE vol. 3, 16 de mayo de 2005 (2005-05-16), páginas 1637 a 1641, XP010900727, ISBN: 978-0-7803-8879-6, divulga la reconstitución de información digitalizada a partir de sensores en red en una red del protocolo de Internet que tiene malas características temporales, es decir, redes con pocas garantías, o ninguna, sobre cuándo se entregarán comandos o datos, en las que se aplica un proceso de Transformada de Fourier a la señal reconstituida.

25 En el documento EP 1072897, los voltajes y corrientes de interferencia electromagnética, desarrollados en cables o similares, conectados eléctricamente a elementos de equipos electrónicos, se miden respectivamente mediante sondas de voltaje sin contacto y sondas de corriente sin contacto, ambas con dobles electrodos, internos y externos, cilíndricos coaxiales. De un electrodo interno se saca un electrodo exterior conectado a tierra y una salida de voltaje bajo acoplamiento capacitivo. Se calcula un componente efectivo de energía de cada interferencia electromagnética propagada a partir del resultado de las mediciones. Se especifica una ruta invasiva de cada interferencia electromagnética a partir de la magnitud de la energía y de la dirección en la que fluye la energía. Mientras se colocan las piezas del equipo eléctrico bajo condiciones operativas, se puede reconocer con precisión el comportamiento de la interferencia electromagnética, y la ruta invasiva de cada interferencia electromagnética puede especificarse cuantitativamente de acuerdo a una cantidad física.

35 El documento JP 2003-098194 divulga un dispositivo de sonda de voltaje del tipo sin contacto, que minimiza el efecto de la capacidad extraviada debido al estado de la sonda circundante, y que es estable y cuenta con buena repetibilidad. Se conecta un electrodo externo cilíndrico coaxial de la sonda a la parte de tierra de una sonda de voltaje de alta impedancia de entrada, y la sonda tiene una línea conductora de conexión o un terminal de conexión para conectar a tierra el electrodo cilíndrico coaxial externo. La variación de sensibilidad de la sonda debido a la variación de capacidad entre un electrodo cilíndrico interno y un metal circundante, y el efecto del voltaje del cable circundante, se suprimen de este modo. Al colocar plásticos de baja inductancia o material de espuma entre el electrodo cilíndrico interno y el electrodo cilíndrico externo coaxial, se reduce la capacidad entre los electrodos y se puede mejorar la sensibilidad de la sonda.

45 Es un objeto de la presente invención monitorizar las señales de EMI de una forma más práctica y más efectiva en términos de costes, analizando las señales del dominio temporal.

SUMARIO DE LA INVENCION

De acuerdo a un primer aspecto de la invención, se ha proporcionado un procedimiento para monitorizar la interferencia electromagnética, comprendiendo dicho procedimiento:

50 capturar y / o generar una pluralidad de ondas discretas del dominio de tiempo, y una pluralidad de gráficos de dispersión;

almacenar la pluralidad de ondas discretas de dominio temporal y de gráficos de dispersión, capturados o generados;

- aplicar una transformada rápida de Fourier (FFT) a cada una de las ondas discretas del dominio temporal, tal y como se reciben, para así producir salidas de la FFT;
- almacenar las salidas de la FFT en una base de datos;
- 5 generar un espectrógrafo o espectrograma estadísticamente representativo en el dominio de la frecuencia, basado en al menos las salidas almacenadas de la FFT y los gráficos de dispersión, o los datos asociados a los gráficos de dispersión;
- combinar las FFT constituyentes del espectrógrafo o espectrograma estadísticamente representativo de tal manera que emule un resultado que se produciría mediante un receptor o un analizador de espectro de EMI (Interferencia Electromagnética); y
- 10 combinar las salidas resultantes a partir de un cierto número de iteraciones de este proceso, para producir un espectro de EMI que sea estadísticamente equivalente al espectro efectivo de EMI, asociado al origen de señal a examinar.
- El espectro de EMI producido puede ser ventajosa y esencialmente similar a un espectro de EMI producido con un receptor de EMI.
- 15 Cada iteración puede usar capturas del dominio del tiempo, logradas con diferentes configuraciones de hardware de captura. Esto puede permitir, ventajosamente, un resultado final que abarque un ancho de banda de frecuencias más amplio de lo alcanzable en otras circunstancias.
- El procedimiento puede comprender almacenar el respectivo espectrógrafo o espectrograma en la base de datos y / o presentar visualmente el espectrógrafo o espectrograma, habitualmente, a un usuario.
- 20 Cada captura procesada del dominio del tiempo puede contener al menos un pulso y un correspondiente valor de desplazamiento temporal asociado al mismo.
- El procedimiento puede comprender:
- determinar una amplitud máxima del pulso recibido;
- usar el valor de desplazamiento temporal recibido y la amplitud máxima determinada para permitir que la captura del dominio del tiempo se remita a una ubicación en concreto en el gráfico de dispersión con un sello temporal adecuado; y
- 25 determinar o calcular, a partir de esta ubicación en el gráfico de dispersión, valores de intensidad, para determinar por ello al menos una probable tasa de repetición de pulsos similares al pulso recibido.
- El procedimiento puede comprender el uso de la tasa de repetición determinada al generar el espectrograma o espectrógrafo, para así representar el número de veces que se repite un pulso.
- El procedimiento puede comprender:
- 30 determinar, a partir de cada gráfico de dispersión, un número total de pulsos;
- pasar, en cada punto de frecuencia bajo consideración, el valor correspondiente de cada FFT en el espectrograma, en una secuencia determinada por una formación de secuenciación, a un filtro de respuesta de impulso infinito (IIR), en cascada de primer orden, con una temporización adecuada determinada por el número total de pulsos;
- combinar salidas del filtro de IIR para producir un espectro cuasi-máximo final;
- 35 pasar, en cada punto de frecuencia bajo consideración, el valor correspondiente de cada FFT en el espectrograma a un algoritmo de detector de máximos; y
- combinar salidas del algoritmo detector de máximos para producir un espectro de máximos final.
- El procedimiento puede comprender la repetición del procedimiento para cada una de las tres fases eléctricas del equipo en prueba.
- 40 De acuerdo a un segundo aspecto de la invención, se ha proporcionado un sistema de monitorización de la interferencia electromagnética, comprendiendo el sistema:
- un módulo de captura de ondas dispuesto para capturar y / o generar una pluralidad de ondas discretas del dominio temporal;

- un módulo de generación de gráficos de dispersión, dispuesto para generar una pluralidad de gráficos de dispersión
- un módulo receptor de datos, configurado para recibir la pluralidad de ondas discretas del dominio temporal y de gráficos de dispersión, capturados y / o generados;
- 5 un módulo de la transformada rápida de Fourier (FFT), configurado para aplicar el análisis de la transformada rápida de Fourier (FFT) a cada una de las ondas discretas del dominio temporal, según se recibe, y producir salidas de FFT;
- una base de datos dispuesta para almacenar las salidas de la FFT en la misma;
- un módulo generador de espectrógrafos, configurado para generar un espectrógrafo o espectrograma estadísticamente representativo en el dominio de frecuencia, basado en al menos las salidas de FFT almacenadas y los análisis de gráficos de dispersión; y
- 10 un procesador dispuesto para:
- combinar las FFT constituyentes del espectrógrafo o espectrograma estadísticamente representativo, de tal manera que emule un resultado que hubiera sido producido por un receptor o analizador de espectro de EMI (Interferencia Electromagnética); y
- 15 combinar las salidas resultantes a partir de un número de iteraciones de este proceso, para producir un espectro de EMI que sea, en esencia, estadísticamente equivalente a un espectro de EMI efectivo, asociado a un origen de señal a examinar.
- El sistema puede comprender un módulo detector de máximos (PK) y de cuasi-máximos (QP), dispuesto para aplicar respectivamente algoritmos PK y QP a las salidas del espectrograma, para producir un resultado de salida del dominio de frecuencia que sea estadísticamente representativo del origen de señal a examinar.
- 20 El sistema puede comprender un módulo de corrección de amplitud, dispuesto para funcionar sobre al menos las salidas del módulo de FFT, para eliminar efectos del ruido equivalente.
- El sistema puede comprender uno o más filtros de respuesta de impulso infinito, dispuestos para modelar el comportamiento de un circuito analógico de detección de cuasi-máximos de las constantes de carga, descarga y medición de un receptor convencional de EMI.
- 25 El módulo de captura de ondas puede configurarse para producir y / o generar más de un conjunto diferente de capturas de dominios temporales, cada uno con diferentes valores de configuración.
- El módulo de corrección de amplitud puede disponerse para aplicar una corrección inversa de amplitud de filtro, para corregir la atenuación de baja frecuencia asociada a las ondas de dominios temporales capturadas.
- El módulo detector de PK puede disponerse para determinar la amplitud máxima del pulso recibido.
- 30 El procesador puede disponerse para:
- usar un valor de desplazamiento temporal recibido y la amplitud máxima determinada del pulso recibido, para permitir que la captura de dominios temporales se remita a una ubicación particular en el gráfico de dispersión con un sello temporal adecuado; y
- 35 determinar, a partir de esta ubicación en el gráfico de dispersión, los valores de intensidad, para determinar de ese modo al menos una tasa probable de repetición de pulsos similares al pulso recibido.
- El módulo generador de espectrógrafos puede disponerse para usar la tasa de repetición determinada cuando se genere el espectrograma o espectrógrafo, representando de ese modo el número de veces que se repite un pulso.
- El procesador puede disponerse para:
- determinar, a partir de cada gráfico de dispersión, el número total de pulsos;
- 40 pasar, en cada punto de frecuencia bajo consideración, el valor correspondiente de cada FFT en el espectrograma, en una secuencia determinada por una formación de secuenciación, al filtro de respuesta de impulso infinito (IIR), en una temporización adecuada, determinada por el número total de pulsos determinado;
- combinar salidas del filtro de IIR para producir un espectro cuasi-máximo final;

pasar, en cada punto de frecuencia bajo consideración, el valor correspondiente de cada FFT en el espectrograma al módulo detector de PK; y

combinar las salidas del módulo detector de PK para producir un espectro máximo final.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 La **Figura 1** muestra un diagrama esquemático de un sistema de acuerdo a una realización ejemplar;
 la **Figura 2** muestra un diagrama de flujo de alto nivel de un procedimiento de acuerdo a un ejemplo de realización;
 la **Figura 3** muestra un diagrama de flujo de bajo nivel de un procedimiento de acuerdo a un ejemplo de realización; y
 la **Figura 4** muestra un diagrama de flujo de una etapa en el diagrama de flujo de la Figura 3 con mayor detalle.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

- 10 En la siguiente descripción se exponen numerosos detalles específicos, con fines de explicación, para proporcionar una comprensión exhaustiva de un ejemplo de realización de la presente invención. Sin embargo, para el experto en la materia será evidente que la presente divulgación puede ser puesta en práctica sin estos detalles específicos.

15 Con referencia ahora a la Figura 1 de los dibujos, donde un sistema para la monitorización de la interferencia electromagnética (EMI) emitida por el equipo, de acuerdo a un ejemplo de la realización, es generalmente indicado por el número de referencia 10.

El sistema 10 habitualmente comprende una pluralidad de componentes o módulos que corresponden a las tareas funcionales que ejecutará el sistema 10. A este respecto, y en el contexto de la especificación, se entenderá que "módulo" incluye una parte de código identificable, instrucciones de cálculo o ejecutables, datos o un objeto computacional para conseguir una función, operación, procesamiento o procedimiento particular. Se deduce que un
 20 módulo no necesita implementarse en software; un módulo puede implementarse en software, hardware o en una combinación de ambos. Además, los módulos no necesariamente tienen que estar consolidados en un dispositivo, sino que pueden distribuirse entre una pluralidad de dispositivos.

El sistema 10 incluye un módulo de captura de ondas 6, que captura las señales del dominio temporal. En un ejemplo de
 25 realización preferida, las capturas del dominio temporal dentro de un fichero se denominan, por lo general, conjunto de archivos. El módulo de captura de ondas 6 puede disponerse a conveniencia para que capture y / o genere ondas del dominio temporal. Estas ondas del dominio temporal pueden asociarse a las señales del dominio temporal o al origen de señales a examinar.

El sistema 10 incluye un módulo de generación de gráficos de dispersión 8, configurado para generar al menos un
 30 gráfico de dispersión. Preferiblemente, el módulo de generación de gráficos de dispersión 8 genera una pluralidad de gráficos de dispersión. Deberá tenerse en cuenta que cada gráfico de dispersión es una representación gráfica de los resultados del dominio temporal, recopilados y solapados a lo largo de un período de tiempo. Sólo se muestran los máximos locales, no las capturas completas convencionales del dominio temporal. Los gráficos de dispersión son tridimensionales. Un eje horizontal del gráfico de dispersión representa un período de tiempo específico y un eje vertical representa la amplitud de la señal. Un eje de intensidad de imagen representa totales de sucesos similares.
 35 Habitualmente, un gráfico de dispersión consiste en un cierto número de puntos, que representan los máximos de amplitud de las ondas de los dominios temporales. El color de cada punto representa el número de dichas ocurrencias. El gráfico de dispersión proporciona una buena indicación de la frecuencia de ocurrencia de cada tipo de suceso del dominio temporal.

El sistema 10 incluye un módulo receptor de datos 12, acoplado comunicativamente al módulo de captura de ondas 6 y
 40 al módulo de generación de gráficos de dispersión 8, y está dispuesto para recibir al menos una pluralidad de señales capturadas del dominio temporal y gráficos de dispersión, a partir del módulo de captura de ondas 6 y del módulo de generación de gráficos de dispersión 8, respectivamente.

El sistema 10 incluye un módulo 14 de la Transformada Rápida de Fourier (FFT), dispuesto para aplicar una FFT a cada
 45 una de las señales recibidas del dominio temporal, para obtener una salida de la FFT en forma de espectros del dominio de frecuencia.

El sistema 10 incluye una base de datos 16 acoplada comunicativamente al módulo de FFT 14, configurado al menos
 para almacenar las salidas de la FFT en la misma. El sistema 10 también incluye un módulo de generación de
 espectrograma 18, dispuesto para generar un espectrógrafo o espectrograma estadísticamente representativo en el
 dominio de frecuencia, basado al menos en las salidas de la FFT almacenadas en la base de datos. La base de datos 16

también está dispuesta para almacenar los espectrogramas en la misma. Los gráficos de dispersión generados también pueden almacenarse en la base de datos 16.

5 El sistema 10 incluye también una interfaz de usuario 20. La interfaz de usuario 20 incluye habitualmente una GUI (interfaz gráfica de usuario) que se puede visualizar en una pantalla de un ordenador personal, ordenador portátil, PDA (asistente digital personal) o similares. Mediante la GUI, un usuario es capaz de ver los espectrogramas generados, por ejemplo, o cualquier otro dato relevante almacenado en la base de datos 16.

10 Deberá tenerse en cuenta que cada fichero o captura de dominio temporal producido por el módulo de captura de ondas 6 y recibido por el módulo receptor de datos 12, habitualmente contiene una pluralidad de pulsos, además de información que indica los retardos temporales entre el comienzo de los principales períodos de ondas y el comienzo de los pulsos, es decir, los valores de desplazamiento temporal. El sistema 10 analiza estos pulsos recibidos para determinar su amplitud máxima mediante un módulo determinador de amplitud máxima 22.

15 El sistema 10 está dispuesto para usar los valores de desplazamiento recibidos y los valores de amplitud máxima determinados, para permitir que las capturas del dominio temporal se remitan a una ubicación específica en el gráfico de dispersión con un sello temporal adecuado. En particular, el sistema 10 usa los datos precitados para permitir que los pulsos se remitan a los ejes temporales verticales y horizontales de los gráficos de dispersión con un sello temporal adecuado.

20 Desde la ubicación específica del gráfico de dispersión, el sistema 10 está dispuesto para determinar los valores de intensidad, para determinar al menos por ello una probable tasa de repetición de pulsos similares al pulso recibido. Debido a las incertidumbres en los valores reales de desplazamiento y de amplitud máxima, debe permitirse un poco de tolerancia al hacer referencia, la captura de tiempo y dominio, a una ubicación en el gráfico de dispersión.

El módulo generador de espectrograma está dispuesto para usar la tasa de repetición determinada para construir o generar el espectrograma.

25 En un ejemplo de realización, la base de datos 16 está dispuesta para almacenar las salidas de la FFT o el conjunto de espectros de dominios de frecuencia en una formación de la FFT. Habitualmente, el sistema 10 requiere un número limitado de salidas de FFT. La formación FFT está, por lo tanto, dispuesta para mantener el número requerido de espectros más reciente en una disposición de primera entrada - primera salida. Los índices de estos espectros se insertan entonces en una formación de secuenciación que define el espectrograma estadísticamente representativo.

30 El sistema 10 comprende convenientemente un procesador 17 dispuesto para combinar las FFT constituyentes de los espectrógrafos o espectrogramas estadísticamente representativos, de tal forma que emule el resultado que produciría un receptor o un analizador de espectro de EMI.

El procesador 17 puede configurarse también para combinar salidas resultantes a partir de un cierto número de iteraciones de este proceso para producir un resultado final.

35 La formación de secuenciación habitualmente tiene más entradas que el número de salidas la FFT bajo consideración. En un ejemplo de la realización, el índice de cada salida de FFT se inserta en la formación de secuenciación varias veces. Deberá tenerse en cuenta que el número de veces en que cada entrada a la formación de secuenciación se duplica, y la separación entre las repeticiones, viene determinada a partir de la tasa de repetición efectiva, determinada a partir del gráfico de dispersión para cada captura, como se ha descrito anteriormente.

40 El sistema incluye un módulo detector de máximos (PK) y cuasi-máximos (QP) 24, dispuesto para aplicar algoritmos PK y QP a las salidas del espectrograma. Esto se requiere para producir un resultado de salida del dominio de frecuencia que sea estadísticamente representativo del origen de señal a examinar y, por ello, aceptablemente similar a los resultados que se conseguirían con un receptor de EMI. En un ejemplo de la realización, la secuencia en la que las salidas de la FFT se pasan al módulo detector de máximos (PK) y cuasi-máximos (QP) 24 viene determinada, por ejemplo, por la formación de secuenciación.

45 Deberá tenerse en cuenta que la formación de la FFT y los formaciones de secuenciación se actualizan con cada nuevo grupo de ondas recibidas por el módulo receptor de datos 12 o el módulo de captura de ondas capturadas 6.

El módulo detector de máximos (PK) y cuasi-máximos (QP) 24 está dispuesto para analizar el espectrograma, una frecuencia por vez. En cada punto de frecuencia bajo consideración, se apreciará que el valor máximo indicado en esa frecuencia por cualquiera de las FFT en el espectrograma es el resultado de salida del módulo detector de máximos (PK) y cuasi-máximos (QP) 24, para la detección de máximos a esa frecuencia.

El módulo detector de máximos (PK) y cuasi-máximos (QP) 24 está adicionalmente dispuesto para determinar un resultado de detección de cuasi-máximos, también mediante el análisis del espectrograma, una frecuencia por vez. En cada punto de frecuencia bajo consideración, los valores contribuidos por el espectrograma se pasan a través de una implementación en cascada de filtros 26 de respuestas de pulsos infinitas (IIR) de primer orden.

5 Los filtros de IIR 26 se disponen para modelar el comportamiento del circuito analógico de detección de cuasi-máximos de las constantes de carga, descarga y medición de un receptor convencional de EMI. El proceso de filtrado se repite en cada frecuencia mediante el uso de contribuciones adecuadas desde el espectrograma, y de la información temporal, como se expondrá más adelante. En otras realizaciones, la ponderación adecuada de los resultados o factores de IIR requiere el conocimiento del intervalo de tiempo entre cada FFT en el espectrograma. En el presente ejemplo de
10 realización, se adopta un novedoso enfoque para determinar un intervalo de tiempo estadísticamente relevante, de la siguiente manera. En primer lugar, se determina un recuento total de pulsos a partir de cada gráfico de dispersión. En segundo lugar, el conocimiento del tiempo de 'vida' total del gráfico de dispersión permite determinar un intervalo adecuado de temporización entre pulsos, para su uso en las IIR. En una realización preferida, el conocimiento del tiempo de vida se determina empíricamente para el módulo de generación de gráficos de dispersión 8. El tiempo de vida viene
15 determinado, entre otras cosas, por la configuración del software y el rendimiento del hardware de captura.

Esto habitualmente se recalcula para cada gráfico de dispersión y se procesa cada espectrograma con los últimos valores disponibles.

Las salidas del filtro de IIR 26 son combinadas por el sistema 10 para producir un espectro final cuasi-máximo.

20 El sistema 10 también incluye un módulo 28 de corrección de amplitud dispuesto para operar en al menos las salidas del módulo de FFT 14. En un ejemplo de realización, el módulo de corrección de amplitud 28 está dispuesto para eliminar al menos los efectos del ancho de banda del ruido equivalente (ENBW), asociado a espectros de frecuencia discreta. El módulo 8 ajusta cada espectro de frecuencia discreta (es decir, la FFT) para eliminar el efecto del ENBW asociado al hardware del módulo de captura de ondas 6, usado para capturar la onda del dominio temporal.

25 El módulo de corrección de amplitud 28 impone un nuevo ENBW sobre la salida de la FFT, equivalente al del filtro de frecuencia intermedia (IF) de un receptor convencional de EMI, a fin de emular el comportamiento del receptor convencional de EMI. Deberá tenerse en cuenta que se usan diferentes anchos de banda de IF en diferentes frecuencias.

30 En un ejemplo de realización, el módulo receptor de datos 12 recibe datos a partir de capturas del dominio temporal del módulo de captura de ondas 6. Se deduce que la resolución de frecuencia de las salidas de la FFT está limitada por parámetros del módulo de captura de ondas 6. En general, el rendimiento se ve afectado por aspectos tales como la profundidad de memoria finita del hardware disponible de captura de dominios temporales, la selección de los parámetros de configuración del hardware para evitar la formación de alias, y las cifras de ENBW dependientes de estas configuraciones.

35 En el ejemplo de realización, se ha implementado una solución novedosa para obtener una resolución de frecuencia adecuada y una gama dinámica a través de todo el ancho de banda requerido.

40 En esta solución novedosa, el módulo de captura de ondas 6 está configurado para producir más de un conjunto diferente de capturas de dominios temporales, cada uno con diferentes valores de configuración. El módulo receptor de datos, por lo tanto, está necesariamente configurado para recibir una pluralidad de conjuntos de capturas de dominios temporales, con diferentes valores de configuración de captura, seleccionados cuidadosamente. Cada uno de los diferentes conjuntos de capturas produce resultados que contienen partes de resolución óptima en diferentes bandas de frecuencia.

45 En este sentido, cada gráfico de dispersión producido por el módulo de generación de gráficos de dispersión 8 tiene asociado uno o más grupos de capturas de dominios temporales, obtenidas con variados valores de configuración. Se deduce que el sistema 10 está dispuesto para procesar todos los grupos de capturas de dominios temporales. En vista de la explicación anterior, todos los grupos pueden ser recibidos por el módulo detector de PK y QP 24 para su procesamiento, como se ha descrito anteriormente en la presente memoria. El sistema 10 se dispone luego para combinar grupos, para que produzcan espectros de salida que abarquen la gama entera de frecuencia de diseño, como se ha descrito con anterioridad en la presente memoria.

50 El módulo de corrección de amplitud 28 está además dispuesto para aplicar una corrección inversa de amplitud de filtro, para corregir la atenuación de baja frecuencia que ocurre debido a la interacción entre el módulo de captura de ondas 6 y los transductores, a partir de los cuales las señales del dominio temporal son adquiridas por el sistema externo.

Se describirán ahora adicionalmente ejemplos de realizaciones en uso, con referencia a las Figuras 2 a 4. Los procedimientos ejemplares ilustrados por medio de diagramas de flujo en las Figuras 2 a 4 se describen con referencia a la Figura 1, aunque ha de apreciarse que los procedimientos ejemplares pueden ser aplicables asimismo a otros sistemas (no ilustrados).

5 Con referencia a la Figura 2 de los dibujos, donde un diagrama de flujo de un procedimiento, de acuerdo a una realización ejemplar, se indica por lo general mediante el número de referencia 30.

El procedimiento 30 incluye la captura y / o recepción, en el bloque 32, de una pluralidad de ondas capturadas de dominios temporales, y una pluralidad de gráficos de dispersión. Las ondas capturadas de dominios temporales se capturan (o se generan) mediante el módulo de captura de ondas 6 y se reciben mediante el módulo receptor de datos
10 12, en forma de uno o más ficheros, como se ha indicado más arriba en la presente memoria.

El procedimiento 30 puede comprender la generación y / o almacenamiento de la pluralidad de ondas y gráficos de dispersión.

El procedimiento 30 incluye entonces la aplicación, en el bloque 34, de una FFT, mediante el módulo de FFT 14, para cada una de las ondas recibidas de dominios temporales, según es recibida, para recibir por ello las salidas de la FFT en forma de espectros de dominios de frecuencia.
15

En una realización preferida, el procedimiento 30 incluye almacenar, en el bloque 36, las salidas de la FFT en la base de datos 16. Las salidas se almacenan habitualmente en la formación de la FFT, según lo descrito con anterioridad en la presente memoria.

El procedimiento 30 además incluye la generación, en el bloque 38, mediante el módulo generador de espectrogramas 18, de un espectrógrafo o espectrograma estadísticamente representativo en el dominio de frecuencia, en base a, al menos, las salidas de la FFT almacenadas. Se entenderá, por lo tanto, que el módulo generador de espectrogramas 18 controla la generación y la población de la formación de secuenciación, como se ha descrito anteriormente en la presente memoria, para generar así el espectrograma.
20

El procedimiento 30 incluye optativamente almacenar, en el bloque 40, el respectivo espectrograma generado en la base de datos 16. En cambio, o además, el procedimiento 30 incluye la presentación del espectrograma generado a un usuario mediante la interfaz de usuario 20.
25

El procedimiento 30 puede incluir, preferiblemente, la combinación (no mostrada) de las FFT constituyentes del espectrograma o espectrógrafo estadísticamente representativo, de tal forma que emule el resultado que se produciría mediante un receptor o analizador de espectro de la EMI.

30 El procedimiento 30 puede además incluir, preferiblemente, la combinación (no mostrada) de las salidas resultantes a partir de un cierto número de iteraciones de este proceso, para producir un resultado final. Este resultado final es, ventajosamente, un espectro de EMI que, esencialmente, es estadísticamente equivalente al espectro efectivo de EMI que se produciría con un receptor de EMI.

Con referencia ahora a las Figuras 3 y 4 de los dibujos donde, de acuerdo a un ejemplo de realización, otro diagrama de flujo de un procedimiento se indica, por lo general, mediante el número de referencia 50 (Figura 3). El procedimiento 50 incluye determinar, en el bloque 52, una lista de los conjuntos disponibles de ficheros de captura de dominios temporales. Se deduce que esto puede ser efectuado por el sistema 10 a partir de los ficheros producidos por el módulo de captura de ondas 6, y recibidos por el módulo receptor de datos 12.
35

El procedimiento 50 incluye la lectura, en el bloque 54, de un próximo conjunto de ficheros de capturas de dominios temporales.
40

El procedimiento 50 incluye la recepción y lectura, en el bloque 56, de los correspondientes gráficos de dispersión producidos por el módulo de generación de gráficos de dispersión 8, y recibidos por el módulo de recepción de datos 12.

El procedimiento 50 incluye luego el procesamiento, en el bloque 58, de cada conjunto de ficheros de señales capturadas de dominios temporales. En este sentido, deberá tenerse en cuenta que el diagrama de flujo 70 (Figura 4) corresponde a la etapa de procesamiento 58. En otras palabras, las etapas del procedimiento para el procesamiento de cada conjunto de ficheros están ilustradas en la Figura 4.
45

En particular, el procedimiento 70 de procesamiento de cada conjunto de ficheros incluye la determinación, en el bloque 72, del desplazamiento de temporización y la amplitud máxima de cada captura, mediante el módulo de determinación de la amplitud máxima 22, como se ha descrito con anterioridad en la presente memoria.

- El procedimiento 70 incluye la evaluación, en el bloque 74, de los gráficos de dispersión recibidos, para determinar el número de pulsos representados por el gráfico de dispersión dentro de su ciclo de vida conocido. Esto se usa para determinar el intervalo de temporización entre las sucesivas FFT enumeradas en la formación de secuenciación, como se ha descrito con anterioridad en la presente memoria.
- 5 El procedimiento 70 incluye la verificación, en el bloque 76, de cada captura de dominio temporal, para su recorte. El procedimiento 70 incluye también la aplicación o realización, también en el bloque 76, de una FFT sobre las capturas de dominios temporales, como se ha descrito más arriba en la presente memoria.
- El procedimiento 70 incluye la corrección, en el bloque 78, de cada salida de la FFT para el ENBW asociado al módulo de captura de ondas 6, mediante el módulo de corrección de amplitud 28, como se ha descrito más arriba en la presente memoria.
- 10 Deberá tenerse en cuenta que cada salida de la FFT se corrige en cuanto al ENBW del hardware usado para capturar la onda del dominio temporal.
- El procedimiento 70 incluye además la aplicación, en el bloque 80, de una corrección del ENBW para cada salida de la FFT, mediante el módulo de corrección de amplitud 28, para simular o emular, convenientemente y ventajosamente, un receptor de EMI, como se ha descrito más arriba en la presente memoria.
- 15 El procedimiento 70 también incluye la localización, en el bloque 82, de cada captura de dominio temporal en el gráfico de dispersión relevante, además de la estimulación de su tasa de ocurrencia o repetición, como se ha indicado antes en la presente memoria.
- El procedimiento 70 incluye el almacenamiento, en el bloque 84, de al menos cada salida nueva de la FFT, su desplazamiento y valores máximos, en la base de datos 16.
- 20 El procedimiento 70 incluye la determinación o el cálculo, en el bloque 86, de los nuevos factores de IIR, como se ha mencionado antes en la presente memoria.
- El procedimiento 70 incluye, finalmente, la determinación, en el bloque 88, de cuántas instancias de cada salida de la FFT deben introducirse en la formación de secuenciación que define el espectrograma, como se ha descrito antes en la presente memoria.
- 25 Volviendo al procedimiento 50 de la Figura 3, donde el procedimiento 50 incluye además el paso, en el bloque 60, del espectrograma y los factores de IIR al módulo detector de PK y de QP 24, para su procesamiento, como se ha descrito antes en la presente memoria.
- El procedimiento 50 incluye luego la combinación, en el bloque 62, de los resultados provenientes del procesamiento de uno o más grupos de capturas (cada una obtenida con diferentes configuraciones del módulo de captura de ondas 6) en un conjunto de espectros de salida, como se ha descrito antes en la presente memoria.
- 30 Deberá tenerse en cuenta que el procedimiento 50 incluye también la aplicación, en el bloque 64, de la corrección inversa para la característica transductora de adquisición de señal, mediante el módulo de corrección de amplitud 28, como ya se ha descrito anteriormente en la presente memoria.
- 35 EL procedimiento 50 finalmente incluye la verificación, en el bloque 66, de si la lista de capturas de dominios temporales disponibles ha cambiado y, si así fuera, entonces el procedimiento 50 procede a la etapa 54 para el próximo conjunto de capturas.
- Si la lista de capturas de dominios temporales disponibles no ha cambiado, el sistema 10 espera ocioso hasta que el módulo de captura de ondas 6 y el módulo de generación de gráficos de dispersión 8 hayan adquirido más datos.
- 40 Se apreciará que los procedimientos descritos anteriormente se aplican a cada fase a exhibir, por ejemplo, fases rojas, blancas, azules, etc.
- La invención, tal y como se ha descrito antes en la presente memoria, proporciona una forma conveniente, y efectiva en términos de coste, para capturar y monitorizar los espectros de EMI. La invención está configurada para permitir la monitorización de los espectros de EMI en tiempo real, en base a capturas continuamente actualizadas de dominios temporales. También puede usarse para recrear los resultados en el pos-procesamiento. La invención incluye un procedimiento único para estimar una tasa de repetición estadísticamente representativa de cada uno de los pulsos de dominio temporal capturados. La invención incluye un procedimiento para combinar los espectros resultantes obtenidos de los diferentes conjuntos de capturas de dominios temporales, donde los diferentes conjuntos se obtuvieron con diferentes parámetros de captura. Esto permite un resultado final que abarca una gama de frecuencia más amplia de lo que sería posible de otra manera.
- 45

REVINDICACIONES

1. Un procedimiento (30) de monitorización de la interferencia electromagnética, comprendiendo el procedimiento:
5 capturar y / o generar una pluralidad de ondas discretas de dominios temporales, y una pluralidad de gráficos de dispersión (32);
almacenar la pluralidad de ondas discretas de dominios temporales, y los gráficos de dispersión, capturados y / o generados;
aplicar una transformada rápida de Fourier (FFT) para cada una de las ondas discretas de dominios temporales almacenadas, tal y como es recibida, para producir de este modo salidas de la FFT (34);
10 almacenar las salidas de la FFT en una base de datos (36);
generar un espectrógrafo o espectrograma estadísticamente representativo en el dominio de frecuencia, en base a, al menos, las salidas de la FFT almacenadas y los gráficos de dispersión, o datos asociados a los gráficos de dispersión (38);
15 combinar las FFT constituyentes del espectrógrafo o espectrograma estadísticamente representativo, de tal forma que emule un espectro que hubiera sido producido por un receptor o analizador de espectro de la EMI (interferencia electromagnética); y
combinar las salidas resultantes de un cierto número de iteraciones de este proceso para producir un espectro de EMI que sea esencial y estadísticamente equivalente a un espectro de EMI asociado a un origen de señal a examinar.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que cada iteración usa capturas de dominio temporal logradas con diferentes configuraciones de hardware de captura.
3. El procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, comprendiendo el procedimiento almacenar el respectivo espectrógrafo o espectrograma en la base de datos y / o presentar el espectrógrafo o espectrograma a un usuario (40).
4. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada captura procesada de dominio temporal comprende al menos un pulso y un valor de desplazamiento temporal correspondiente, asociado al mismo.
25
5. El procedimiento según la reivindicación 4, comprendiendo el procedimiento:
determinar una amplitud máxima del pulso recibido (72);
30 usar el valor de desplazamiento temporal recibido y la amplitud máxima determinada para permitir que la captura del dominio temporal se remita a una ubicación específica en el gráfico de dispersión con el sello temporal más adecuado (74); y
determinar o calcular, a partir de esta ubicación en el gráfico de dispersión, los valores de intensidad, para determinar al menos una tasa probable de repetición de pulsos similares al pulso recibido.
6. El procedimiento según la reivindicación 5, comprendiendo el procedimiento el uso de la tasa determinada de repetición cuando se genera el espectrograma o espectrógrafo, para representar por ello el número de veces que se repite un pulso.
35
7. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el procedimiento:
determinar, a partir de cada gráfico de dispersión, una cantidad total de pulsos;
40 pasar, en cada punto de frecuencia bajo consideración, el valor correspondiente desde cada FFT en el espectrograma, en una secuencia determinada por una formación de secuenciación, a un filtro de respuesta de impulso infinito (IIR), en cascada de primer orden, con una temporización adecuada, determinada por la cantidad total determinada de pulsos;
combinar las salidas del filtro de IIR para producir un espectro de cuasi-máximos final;

pasar, en cada punto de frecuencia bajo consideración, el valor correspondiente desde cada FFT en el espectrograma a un algoritmo detector de máximos; y

combinar salidas del algoritmo detector de máximos para producir un espectro de máximos final.

8. Un sistema (10) de monitorización de la interferencia electromagnética, comprendiendo el sistema:

5 un módulo de captura de ondas (6) dispuesto para capturar y / o generar una pluralidad de ondas discretas de dominio temporal;

un módulo de generación de gráficos de dispersión (8), configurado para generar una pluralidad de gráficos de dispersión;

10 un módulo receptor de datos (12), dispuesto para recibir la pluralidad de ondas discretas de dominio temporal y gráficos de dispersión, capturados y / o generados;

un módulo de la transformada rápida de Fourier (FFT) (14), dispuesto para aplicar el análisis de la transformada rápida de Fourier (FFT) a cada una de las ondas discretas de dominio temporal según se recibe, y producir salidas de la FFT;

una base de datos (16) dispuesta para almacenar las salidas de la FFT en la misma;

15 un módulo generador de espectrógrafos (18), dispuesto para generar un espectrógrafo o espectrograma estadísticamente representativo en el dominio de frecuencia en base, al menos, a las salidas de la FFT almacenadas y a los análisis de gráficos de dispersión; y

un procesador (17) dispuesto para:

20 combinar las FFT constituyentes del espectrógrafo o espectrograma estadísticamente representativo, de tal forma que emule un espectro que hubiera sido producido por un receptor o analizador de espectro de la EMI (Interferencia Electromagnética); y

combinar las salidas resultantes a partir de un cierto número de iteraciones de este proceso, para producir un espectro de EMI que sea esencial y estadísticamente equivalente a un espectro efectivo de EMI, asociado a un origen de señal a examinar.

25 9. El sistema según la reivindicación 8, comprendiendo el sistema un módulo detector de máximos (PK) y cuasi-máximos (QP) (24), dispuesto para aplicar algoritmos de PK y QP, respectivamente, a las salidas del espectrograma, de forma que se produzca un resultado de salida del dominio de frecuencia que sea estadísticamente representativo del origen de señal a examinar.

10. El sistema según las reivindicaciones 8 o 9, comprendiendo el sistema un módulo de corrección de amplitud (28), dispuesto para operar sobre al menos las salidas del módulo de FFT, para eliminar los efectos de ruido equivalente.

30 11. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, comprendiendo el sistema uno o más filtros de respuesta de impulso infinito (IIR) (26), dispuestos para modelar el comportamiento de un circuito analógico de detección de cuasi-máximos de constantes de carga, descarga y medición de un receptor convencional de EMI.

35 12. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que el módulo de captura de ondas (6) está configurado para producir más de un conjunto diferente de capturas de dominio temporal, cada una con diferentes valores de configuración.

13. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que el módulo de corrección de amplitud (28) está dispuesto para aplicar una corrección inversa de amplitud de filtro, para corregir la atenuación de baja frecuencia asociada a las ondas capturadas de dominio temporal.

40 14. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el que el módulo detector de PK (24) está dispuesto para determinar la amplitud máxima del pulso recibido.

15. El sistema según la reivindicación 14, en el que el procesador (17) está dispuesto para:

usar un valor recibido de desplazamiento temporal y la amplitud máxima determinada del pulso recibido, para permitir que la captura del dominio temporal se remita a una ubicación específica en el gráfico de dispersión con un sello temporal adecuado; y

determinar a partir de esta ubicación en el gráfico de dispersión los valores de intensidad, para determinar por ello al menos una probable tasa de repetición de pulsos similares a los pulsos recibidos.

5 16. El sistema según la reivindicación 15, en el que el módulo generador de espectrógrafos (18) está dispuesto para usar la tasa de repetición determinada cuando se genere el espectrograma o espectrógrafo, representando de este modo el número de veces que se repite un pulso.

17. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17, en el que el procesador (17) está dispuesto para:

determinar, a partir de cada gráfico de dispersión, la cantidad total de pulsos;

10 pasar, en cada punto de frecuencia bajo consideración, el valor correspondiente de cada FFT en el espectrograma, en una secuencia determinada por una formación de secuenciación, al filtro de respuesta de impulso infinito (IIR), con una temporización adecuada, determinada por el número total de impulsos determinados;

combinar las salidas de filtro de IIR para producir un espectro cuasi-máximo final;

pasar, en cada punto de frecuencia bajo consideración, el valor correspondiente de cada FFT en el espectrograma al módulo detector de PK; y

15 combinar las salidas del módulo detector de PK para producir un espectro máximo final.

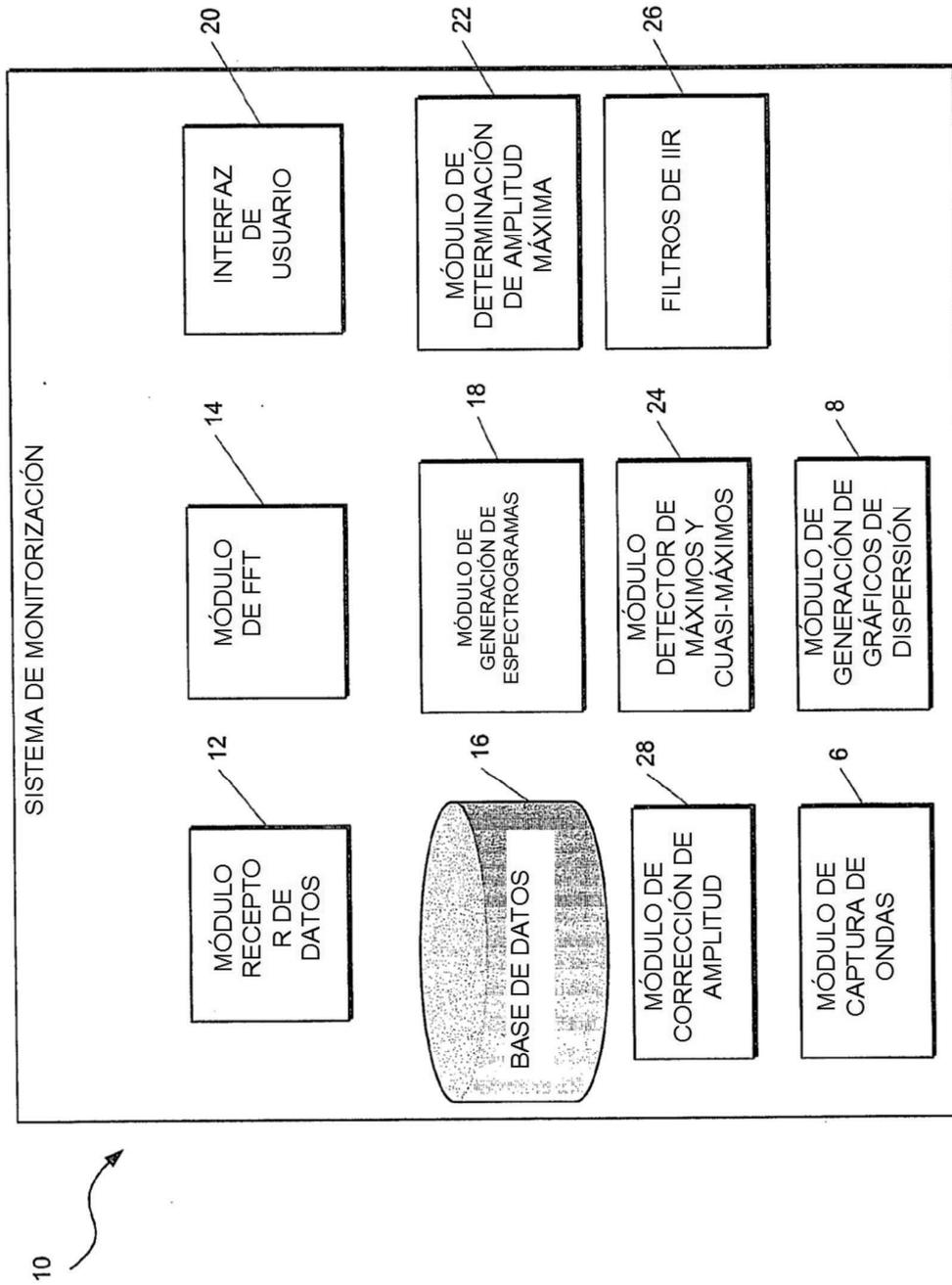


FIGURA 1

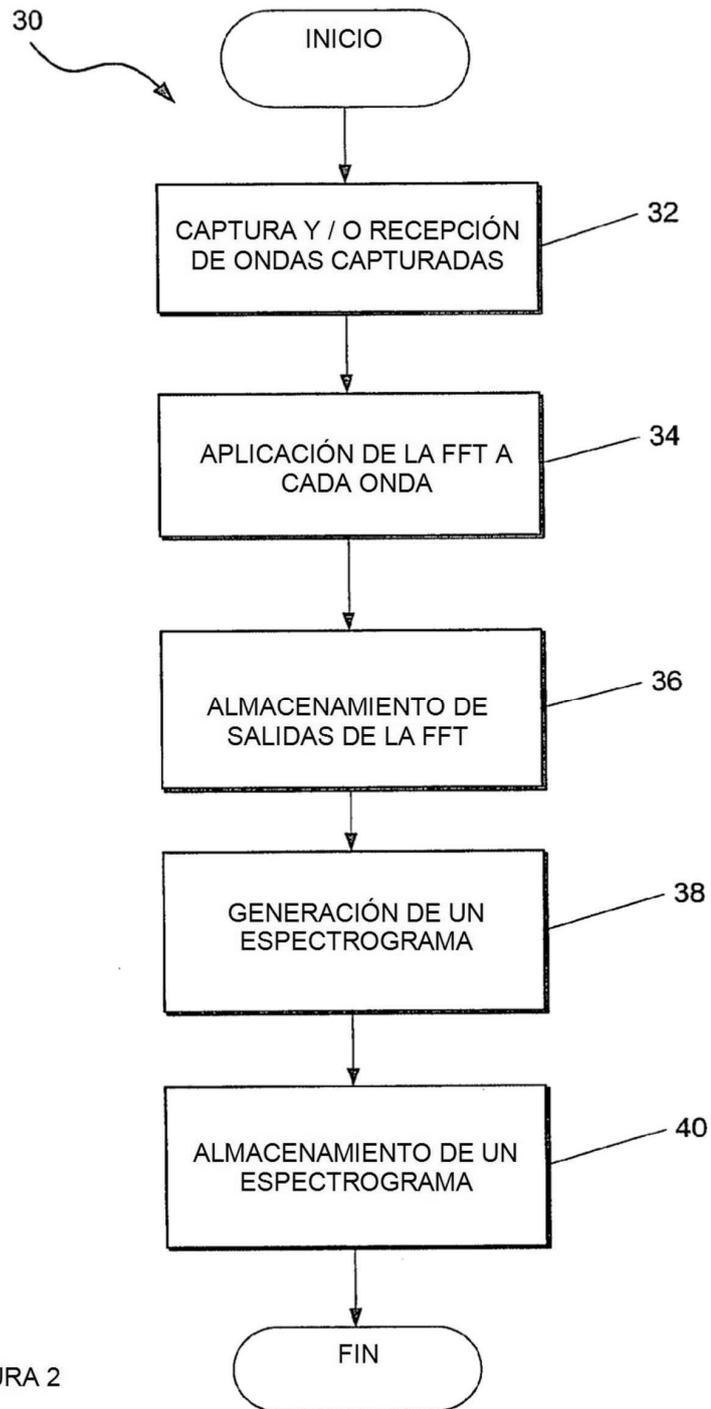


FIGURA 2

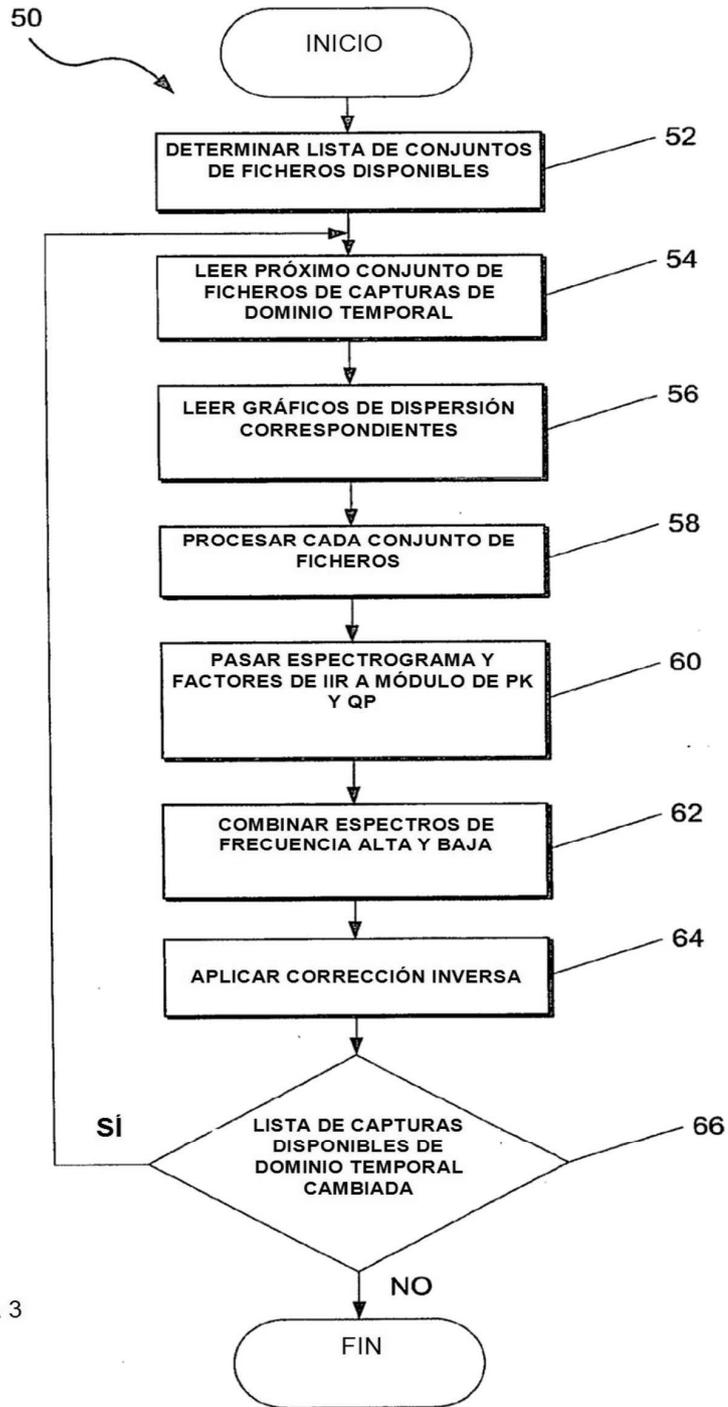


FIGURA 3

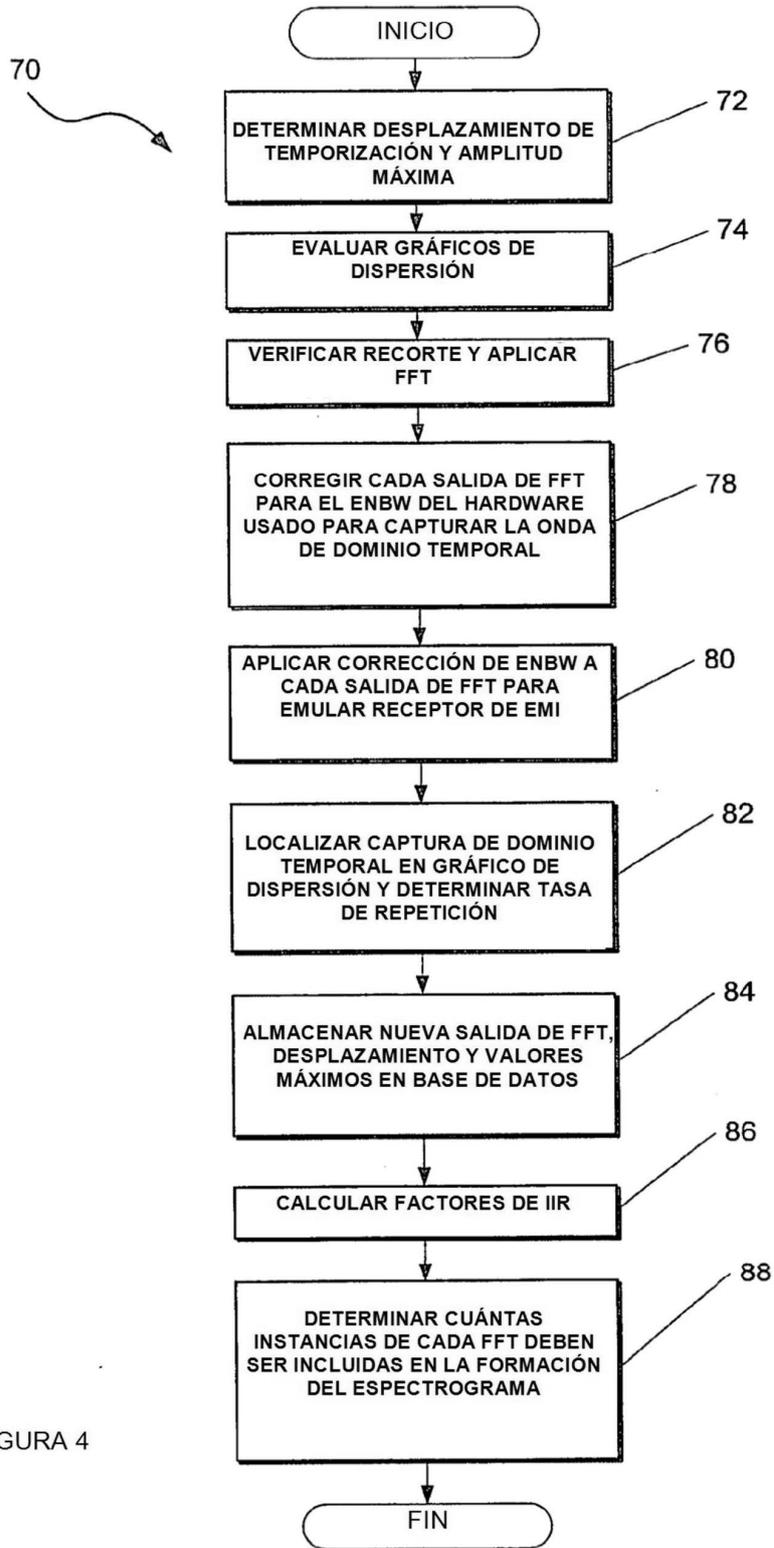


FIGURA 4