

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 582**

51 Int. Cl.:  
**G01R 31/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07735458 .7**  
96 Fecha de presentación: **11.04.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2027478**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.02.2009**

54 Título: **Instrumento y método para medir descargas eléctricas parciales en un sistema eléctrico**

30 Prioridad:  
**13.06.2006 IT PR20060054**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**28.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**28.11.2012**

73 Titular/es:  
**TECHIMP TECHNOLOGIES S.R.L. (100.0%)**  
**Via dell'Indipendenza, 54**  
**40121 Bologna, IT**

72 Inventor/es:  
**MONTANARI, GIAN CARLO;**  
**PASINI, GAETANO;**  
**BETTIO, FABIANO;**  
**CAVALLINI, ANDREA;**  
**PULETTI, FRANCESCO y**  
**ANDREANI, DARIO**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 391 582 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

Instrumento y método para medir descargas eléctricas parciales en un sistema eléctrico.

### Campo Técnico y Antecedentes de la Invención

5 La presente invención se refiere a un instrumento y a un método para medir descargas eléctricas parciales en un sistema eléctrico, dicho instrumento comprendiendo:

- una etapa de entrada predispuesta para recibir una señal analógica que representa uno o varios impulsos de descargas eléctricas a medir y generar en su salida una representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos,

- una etapa de salida predispuesta para transferir datos de forma digital a la salida del instrumento.

10 El sector técnico de la presente invención es el de diagnóstico de sistemas eléctricos (en particular de alta tensión), mediante la medición / el procesamiento de descargas eléctricas parciales y eventualmente otras magnitudes.

15 Cabe hacer notar que una descarga parcial es una descarga eléctrica que afecta a una porción limitada de un aislador de un sistema eléctrico, por lo tanto no provoca la inmediata avería del sistema, sino su paulatino degradado. Por ende, las descargas parciales, por su naturaleza tienen una evolución que substancialmente se restringe a un defecto del sistema aislante. Bajo esta óptica, las técnicas de diagnóstico que se basan en la medida y la interpretación de descargas parciales son de las más prometedoras y son ampliamente estudiadas en investigaciones científicas, porque el estudio de descargas parciales permite investigar la naturaleza de los defectos del sistema aislante donde tienen lugar las mismas descargas.

20 Sin embargo, la medida junto con la posterior evaluación de las descargas parciales con cometidos de diagnóstico todavía no han sido incluidas totalmente entre los estándares industriales, como instrumento para planificar el mantenimiento y/o reemplazo de componentes eléctricos que trabajan con alta tensión, debido a las dificultades que se hallan para interpretar los resultados de las medidas.

25 Por lo que concierne a la medición de descargas parciales se han desarrollado varias técnicas explotando los diferentes fenómenos físicos asociados al advenimiento de las descargas, tales como técnicas ópticas, acústicas y eléctricas. La presente invención se refiere, en particular pero no exclusivamente, a técnicas de medición eléctrica, que se componen, como es bien sabido, en medir los impulsos eléctricos que viajan a través de un circuito de medición acoplado con el sistema eléctrico en cuestión. Dichos impulsos medidos (a continuación por simplicidad denominados impulsos de descarga), tienen una evolución temporal, que depende de la dinámica con que se producen las descargas eléctricas (es decir, de la física del fenómeno de las descargas) y de la naturaleza de los medios que atraviesan los impulsos medidos, en su trayecto desde el sitio de descarga (en el cual tienen origen las descargas) hasta el sitio de medición. Por lo tanto, la evolución temporal de los impulsos de descarga que consiste en la forma de onda de los mismos impulsos, comprende información sumamente útil desde el punto de vista del diagnóstico, tanto por lo que se refiere a los fenómenos físicos asociados con las descargas (correlacionados con la naturaleza de los defectos del sistema aislante) como a la naturaleza del medio que atraviesan los impulsos medidos (correlacionado con la ubicación de los defectos dentro del sistema aislante).

35 Con respecto a las dificultades de interpretación de los resultados de las mediciones de descargas parciales, las mismas dependen no sólo de la necesidad de contar con una experiencia específica y un historial de casos, sino también del hecho que los datos medidos podrían no ser fiables o significativos.

40 Bajo esta óptica, los problemas que pueden menoscabar el diagnóstico a través de la evaluación de las medidas de descargas parciales, esencialmente son dos:

- en la medida de señales asociadas con descargas parciales, existe una pérdida de información que es esencial para la posterior evaluación de las señales a los efectos del diagnóstico (una pérdida de información puede deberse, por ejemplo, a una falta de medición de un impulso o a una falta de medición de la forma de onda de un impulso);

45 - durante dicha medición, a las señales de descarga puede superponerse ruido, o bien es posible que se tenga una superposición recíproca de señales debido a diferentes fuentes, con una consiguiente dificultad objetiva de interpretación de los resultados, dada la imposibilidad de realizar una elaboración estadística significativa con datos heterogéneos y/o datos no pertinentes al fenómeno individual a evaluar.

50 Por lo que concierne a dicha pérdida de información durante la ejecución de la medida, cabe hacer notar que las señales asociadas a las descargas parciales son impulsos eléctricos que tienen un contenido en frecuencia muy elevado (tienen rampas ascendentes del orden de los nanosegundos o decenas de nanosegundos) y, en algunos casos, su frecuencia de repetición es bastante elevada (por ejemplo, centenares de millares de impulsos por segundo).

Por lo tanto, desde el punto de vista del instrumento utilizado para medir las señales asociadas con las

descargas parciales, existe el problema de adquirir, con rapidez y manera eficiente, señales eléctricas con un alto contenido en frecuencia, preservando todo lo que fuera posible, el contenido de información de las mismas señales. Asimismo, dicho instrumento debería permitir una eficaz separación de las señales que son significativas para el diagnóstico con respecto al ruido o a otras señales “no deseadas”.

5 La solución de dichos problemas es muy difícil, teniendo en cuenta la necesidad de medir descargas parciales y evaluar el estado del sistema eléctrico de manera no supervisada, es decir minimizando la intervención de un operador (el operador, en algunos casos, podría incluso no existir, como es el caso de sistemas de monitoreo en línea).

10 Por lo que concierne al estado de la técnica en el sector de instrumentos para medir descargas parciales (PD = Partial Discharges), a continuación se ofrece una lista de instrumentos conocidos, los cuales pueden ser subdivididos en dos categorías, a saber: detectores de pico (típicamente instrumentos de banda angosta / selectiva) y osciloscopios controlados mediante un software (típicamente instrumentos de banda ancha). La diferencia principal entre los detectores de pico y los osciloscopios controlados es que los detectores de pico no pueden registrar la evolución temporal del impulso detectado, porque no efectúan un muestreo real de la señal, a diferencia de los osciloscopios, que por el contrario efectúan dicho muestreo. Bajo esta óptica, cabe hacer notar que los detectores de pico generalmente están provistos de una banda relativamente angosta / selectiva para contraponerse vigorosamente a las señales no deseadas, en particular ruido de fondo.

20 Los detectores de pico son instrumentos que proporcionan indicaciones exclusivamente acerca de la fase de ocurrencia y de la amplitud de los PDs. La amplitud de una PD generalmente se obtiene pasando la señal analógica a través de un filtro casi integrador (FQI = Quasi-Integrator Filter) y, por ende, midiendo el valor de pico. Asimismo, dentro del ámbito de detectores de pico es posible distinguir los siguientes y adicionales tipos de instrumentos:

- Instrumentos totalmente analógicos. El FQI está constituido por una rejilla eléctrica analógica. La señal de salida del FQI viene visualizada en un osciloscopio. La información disponible es la conocida figura Lissajous, puesta a disposición por el osciloscopio.
- 25 - Instrumentos mixtos analógicos/digitales. El FQI se sigue obteniendo por medio de una rejilla eléctrica analógica y se envía a un detector de pico, también analógico, que proporciona la amplitud de la PD. La parte electrónica del instrumento convierte la señal de amplitud de la PD (que sale del detector de pico) de analógica en digital. La información disponible es el conjunto de posibles representaciones que pueden ser obtenidas conociendo la fase y la amplitud de las PDs, por ejemplo el conocido diagrama fase/amplitud.
- 30 - Instrumentos totalmente digitales. La señal viene filtrada con el cometido de impedir el conocido fenómeno de aliasing y, posteriormente, viene muestreada (transformación analógica/digital). La cadena para calcular la amplitud de la PD (Filtrado FQI y detección del pico de la señal de salida del FQI) viene obtenida en estos instrumentos por medio de algoritmos numéricos. Como en el caso anterior, la información disponible es el conjunto de posibles representaciones que pueden obtenerse conociendo la fase y la amplitud de las PDs. Cabe hacer notar que dicho filtro casi integrador (FQI) devuelve una señal cuyo contenido informativo (útil para un posterior diagnóstico del sistema eléctrico a evaluar) se compone únicamente de un valor de pico de la forma de onda de la señal de entrada, dicho valor correspondiendo a la amplitud de SP.

40 A partir de los documentos WO 2005/038475A y US 5.107.447A se conocen instrumentos que permiten la medición de PDs y la evaluación de determinadas características de esas PDs, eventualmente usando un procedimiento en tiempo real.

Por lo que concierne a osciloscopios controlados (controlados de modo que puedan adquirir la señal de salida de los circuitos analógicos empleados para capturar la señal de descargas parciales), se conocen soluciones técnicas desarrolladas en universidades, con cometidos de investigación científica.

Los instrumentos conocidos presentan las siguientes restricciones y desventajas.

45 Los detectores de pico implican una drástica pérdida de información de las señales detectadas, debido a la gran compresión de la información asociada con la señal de descargas parciales, debido al hecho que no muestrean la señal detectada y a la presencia del filtro casi integrador. En particular, no permiten adquirir información significativa acerca de la forma de onda de los impulsos de las descargas parciales detectadas. Por lo tanto, no permiten separar (especialmente en modalidad automática, no supervisada) el ruido respecto a las señales de descarga y, en gran medida, las señales de descarga provenientes de diferentes fuentes. Además, los detectores de pico presentan una limitación en la fase de atribución del signo a la amplitud medida de un impulso, dicho signo teniendo mucha importancia, como es bien sabido, para la interpretación de los resultados de las medidas (llevadas a cabo, en la mayoría de las aplicaciones, sometiendo los componentes eléctricos en cuestión a una tensión alternada). En particular, los detectores de pico no permiten verificar dicha atribución (eventualmente efectuando una nueva etapa de atribución de signo, en base a un diferente criterio / algoritmo de cálculo). Por lo que concierne a la atribución del signo de las descargas, además cabe hacer notar que existe una restricción adicional asociada con los instrumentos que detectan impulsos usando una banda angosta; un ancho de banda limitado podría alterar la evolución temporal del impulso, especialmente cuando el impulso cambia con mucha rapidez con respecto al tiempo.

Por lo tanto, para llevar a cabo una correcta evaluación del estado de aislamiento, el operador debe tener una gran experiencia, tal que le permita evaluar las diferentes contribuciones, separarlas y proporcionar una indicación de su peligrosidad. El procedimiento es complejo en sí mismo y proporciona una evaluación subjetiva del estado de aislamiento. A lo anterior debe agregarse que, en muchos casos, la experiencia del operador de todos modos no es suficiente para compensar la pérdida de información durante la etapa de detección de señales.

También cabe hacer notar que se conocen instrumentos que, aparte de la amplitud del impulso, están en condiciones de medir el ancho temporal del mismo impulso; tales instrumentos substancialmente son detectores de pico provistos de una pluralidad de comparadores (con diferentes umbrales). Por consiguiente, de hecho dichos instrumentos llevan a cabo una especie de muestreo (en algunos casos, con frecuencia variable). Sin embargo, dichos instrumentos no permiten detectar la forma de onda del impulso, es decir el perfil de la amplitud del impulso a lo largo del tiempo, dicha forma de onda en cambio teniendo importancia fundamental a los efectos de la posterior evaluación de diagnóstico de los datos adquiridos.

Por el contrario, los osciloscopios permiten medir señales de descargas en banda ancha, y adquirir toda la forma de onda de los impulsos detectados. Sin embargo, ellos son claramente costosos y poco fiables, especialmente en aplicaciones en el lugar, porque están muy expuestos a averías (por ejemplo, en presencia de sobretensiones). En efecto, el uso de osciloscopios es bastante limitado por lo que concierne a aplicaciones de campo. Asimismo, generalmente no pueden rechazar ruido por medio de algoritmos programables en su interior. Además, los mismos exigen la presencia de un software que reside en un ordenador, por ende con la necesidad de manejar una gran cantidad de datos.

Además, desde el punto de vista de una evaluación diagnóstica del sistema eléctrico a evaluar, puede ser útil (a veces indispensable) adquirir, aparte de las señales de descargas parciales, también otras magnitudes, por ejemplo magnitudes correlacionadas a factores ambientales (tales como por ejemplo temperatura y humedad), a utilizar de manera sinérgica junto con datos acerca de la actividad de descargas parciales. Típicamente, dichas magnitudes sufren variaciones a lo largo del tiempo que son relativamente lentas, con respecto a las señales de descargas parciales; por lo tanto, los canales de adquisición dedicados especialmente a medir dichas magnitudes reciben el nombre de "canales lentos". Bajo esta óptica, cabe hacer notar que, en el sistema osciloscopio / ordenador, la necesidad de adquirir simultáneamente a través de más de un canal y a proceder así con una detección simultánea de descargas parciales y de dichas magnitudes adicionales implica desventajas considerables, relacionadas con los tiempos de cálculo y con la complejidad del software residente en el ordenador.

Por lo tanto, el sistema osciloscopio / ordenador es desfavorable, no sólo desde el punto de vista del costo, sino también desde el punto de vista prestacional, debido a la necesidad de transferir enormes cantidades de datos desde el osciloscopio al ordenador.

Con respecto a los problemas que se derivan de la necesidad de transferir datos desde el osciloscopio al ordenador, también cabe hacer notar lo siguiente.

La necesidad de transferir una gran cantidad de datos convierte a todo el proceso de medición de datos / adquisición muy laborioso. Otro problema es que la comunicación ente el osciloscopio y la PC es relativamente lenta y la memoria de almacenamiento obligatoriamente debe ser limitada (lo cual implica un desventajoso aumento del tiempo improductivo, es decir del tiempo que transcurre entre dos detecciones consecutivas de señal), con la consecuencia de que el sistema osciloscopio / PC halla dificultades cuando tiene que medir un fenómeno considerablemente lento superpuesto a un fenómeno rápido (es decir, señales con elevada frecuencia de repetición adquiridas simultáneamente con señales con frecuencia de repetición relativamente baja). En la práctica, cuando hay que medir un fenómeno lento (por ejemplo, descargas parciales que ocurren ocasionalmente) simultáneamente con un fenómeno rápido (por ejemplo ruido impulsivo), el osciloscopio / PC admite solamente las dos soluciones técnicas que se indican a continuación.

- Medición de un número máximo predeterminado de señales (número máximo permitido por el osciloscopio); de este modo (en el mejor caso), también viene adquirido el fenómeno lento, pero se tiene la desventaja de tener que almacenar una enorme cantidad de datos, con la consiguiente disminución de la velocidad de todas las operaciones de medición, transmisión y, posteriormente, elaboración de datos.

- Detección de una cantidad de señales limitada a un valor predeterminado; en este caso, es posible acelerar, en parte, el proceso de medición y posterior elaboración de datos, pero existe la desventaja de saturar rápidamente la memoria, con lo cual se corre el riesgo de no adquirir el fenómeno lento de manera significativa.

Por lo tanto, el sistema osciloscopio / ordenador no permite medir, de manera eficiente y optimizada, diferentes señales que tienen evoluciones temporales recíprocamente diferentes con el cometido de una evaluación diagnóstica de un sistema eléctrico mediante el análisis de señales de descargas parciales.

#### Revelación de la Invención

Un objetivo de la presente invención es el de eliminar dichos inconvenientes y poner a disposición un instrumento para medir impulsos de descargas eléctricas parciales que permita maximizar el contenido informativo

de las señales medidas, de manera sumamente rápida y eficaz (minimizando el tiempo muerto).

Otro objetivo de la presente invención es el de minimizar la interferencia de ruido y separar los efectos debidos a las diferentes fuentes cuando los varios impulsos medidos tienen forma diferente entre sí.

5 Otro objetivo de la presente invención es el de poner a disposición un instrumento para medir impulsos de descargas eléctricas parciales en condiciones de ser empleado sin ninguna supervisión / intervención externa por parte de un operador.

Otro objetivo de la presente invención es el de poner a disposición un instrumento para medir impulsos de descargas eléctricas parciales que sea eficiente y económico.

10 Dichos objetivos se logran en su totalidad mediante el instrumento de la presente invención, que está caracterizado por lo expuesto en la reivindicación 1 que está más adelante y en particular por el hecho que comprende medios para procesar datos asociados operativamente tanto a la etapa de entrada como a la etapa de salida para recibir dicha representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos, extraer el valor de parámetros determinados con respecto a la forma de onda de dicho uno o varios impulsos y transferir a la etapa de salida una señal digital procesada que comprende dichos valores, los medios de procesamiento estando en condiciones de trabajar substancialmente en tiempo real, es decir sin ninguna necesidad de memoria intermedia de almacenamiento de datos.

20 Otro objetivo de la presente invención es el de poner a disposición un método para medir descargas eléctricas parciales en un sistema eléctrico, que permita maximizar el contenido informativo de las señales medidas y que, al mismo tiempo, pueda ser implementado de manera simple y eficaz, inclusive de manera totalmente automática.

Dicho objetivo se logra en su totalidad mediante el método de la presente invención, que está caracterizado por lo expuesto en la reivindicación 15 que se halla más adelante y en particular por el hecho que comprende las siguientes etapas operativas:

25 - recepción, en una estación de entrada, de una señal analógica que representa uno o varios impulsos de descargas parciales a medir y generación, en su salida, de una representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos,

- procesamiento en tiempo real, es decir sin ninguna necesidad de almacenar datos en una memoria, de dicha representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos, para extraer el valor de parámetros predeterminados correspondientes a la forma de onda de dicho uno o varios impulsos.

30 A continuación se brindan aclaraciones con respecto a las expresiones "en tiempo real" y "memoria de almacenamiento".

35 La expresión "procesamiento en tiempo real de un dato" significa que, dentro del ámbito de un flujo de datos (por ejemplo, desde una entrada hasta una salida), el dato viene procesado sin que dicho procesamiento implique substancialmente una interrupción del flujo de datos. Por ejemplo, colocar el dato en una memoria (potencialmente por un tiempo indefinido), para poderlo extraer en cualquier momento y procesar, constituye una interrupción del flujo de datos, por lo tanto un almacenamiento. Por memoria de almacenamiento se entiende una memoria en condiciones de (o, desde el punto de vista hardware, una memoria administrada de manera de) contener un dato por un tiempo potencialmente no especificado, poder extraerlo con posterioridad (en cualquier momento) y procesarlo. Bajo esta óptica, cabe hacer notar que una memoria de almacenamiento de masa, por ejemplo típicamente el disco duro de un ordenador es una memoria de almacenamiento, mientras que una memoria RAM, dependiendo de cómo viene administrada, puede constituir una memoria de almacenamiento (como se ha aclarado arriba), o, alternativamente, puede constituir un búfer (memoria temporánea), es decir un medio que permite bajar la velocidad del flujo de datos (en un cierto punto del trayecto recorrido por los datos desde la entrada hasta la salida), pero sin interrumpirlo. Por lo tanto, procesamiento en tiempo real significa que el procesamiento tiene lugar durante el paso de los datos desde una entrada hasta una salida con un flujo substancialmente continuo, que puede implicar una reducción de la velocidad del flujo de datos, a través de una acumulación temporánea de los datos en una memoria substancialmente volátil, pero que no implica la interrupción del flujo.

#### Breve Descripción de los Dibujos

50 Esta y otras características se pondrán aún más de manifiesto a partir de la descripción que sigue de una ejecución preferente, ilustrada a título puramente ejemplificador y no limitativo en las láminas de dibujos anexos, en las cuales:

- la figura 1 muestra esquemáticamente un instrumento según la presente invención;
- la figura 2 muestra el instrumento de la figura 1 según una variante de ejecución;
- la figura 3 muestra esquemáticamente un detalle del instrumento de la figura 1;

- la figura 4 muestra esquemáticamente un detalle adicional del instrumento de la figura 1.

A continuación se brinda una serie de definiciones, preliminarmente a la descripción detallada de la presente invención. Dichas definiciones se utilizarán en la descripción que sigue, tanto para clarificar conceptos generales como para especificar características técnicas de elementos específicos de la invención.

5 *Duración equivalente (T)*: desvío estándar del impulso de descarga parcial evaluado en el dominio del tiempo.

*Ancho de banda equivalente (W)*: desvío estándar del impulso de descarga parcial evaluado en el dominio de las frecuencias.

10 *Acoplador*: dispositivo en condiciones de extraer una señal de descarga desde el sistema bajo examen; por ejemplo, un condensador de alta tensión conectado en serie a un resistor: el condensador bloquea la alta tensión a 50/60 Hz y permite la circulación de la señal de descarga, la señal de descarga viene medida como una caída de tensión en el resistor.

15 *Filtro antialiasing (Filtro antisolapamiento)*: filtro usado en sistemas de datos muestreados para convertir la señal de analógica a digital de manera correcta. Se sabe muy bien que si la señal analógica contiene componentes cuya frecuencia supera la mitad de la frecuencia de muestreo, es posible que se presente una distorsión conocida como aliasing. Por lo tanto, el filtro antialiasing es un filtro pasa bajos que elimina los posibles componentes de la señal analógica cuya frecuencia es mayor que la mitad de la frecuencia de muestreo.

*Segmento*: secuencia de muestras que representan el perfil en el tiempo (forma de onda) del evento individual a medir (impulso de descarga). Cada segmento comprende la cantidad de muestras (duración temporal) que forman el impulso y la cantidad de muestras antes de la señal de disparo (tiempo antes del disparo).

20 *Tiempo muerto mínimo de pico*: intervalo de tiempo mínimo entre la finalización de la adquisición de un segmento y el momento en el cual puede ser adquirido el segmento sucesivo. Depende de la velocidad de la parte del sistema entre una etapa de entrada y un primer búfer disponible para los segmentos u otros parámetros predeterminados extraídos.

25 *Tiempo muerto mínimo continuo*: intervalo de tiempo entre la finalización de la adquisición de un segmento y el momento en el cual puede ser adquirido el segmento sucesivo, medido en la condición estacionaria de segmentos adquiridos continuamente. Depende de la velocidad de todo el sistema y del recipiente de los segmentos o de los parámetros extraídos de los mismos.

30 *Tamaño máximo de una ráfaga de segmentos (MSBL = Maximum Segment Burst Length)*: cantidad máxima de segmentos que el sistema está en condiciones de adquirir asegurando el tiempo muerto mínimo de pico antes de que no sea posible respetarlo (si se sigue adquiriendo, el tiempo muerto aumenta hasta alcanzar el Tiempo Muerto Mínimo Continuo).

#### Mejor Modo para Llevar a cabo la Invención

35 En las figuras el número 1 denota un instrumento para detectar descargas eléctricas parciales en un sistema eléctrico. El instrumento (1) está conectado operativamente al sistema eléctrico bajo evaluación a través de un circuito de medición que comprende por lo menos un acoplador, de conformidad con la técnica conocida en el sector de mediciones de descargas eléctricas parciales.

40 El instrumento (1) comprende una etapa de entrada (2), predispuesta para recibir una señal analógica de descarga (3), es decir una señal analógica que representa uno o varios impulsos de descargas parciales a medir, y (predispuesta) para generar en su salida una representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos. Asimismo, el instrumento (1) comprende una etapa de salida (4), predispuesta para transferir datos con forma digital a la salida del instrumento.

45 El instrumento (1) además comprende, de manera original, medios de procesamiento de datos (5) asociados operativamente con la etapa de entrada (2) y con la etapa de salida (4) para recibir dicha representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos, extraer el valor de parámetros predeterminados correspondientes a la forma de onda de dicho uno o varios impulsos y transferir a la etapa de salida (4) una señal digital procesada que comprende dichos valores. Los medios de procesamiento (5), de manera original, están en condiciones de actuar substancialmente en tiempo real, es decir sin necesidad de una memoria para el almacenamiento intermedio de los datos.

50 Haciendo referencia a la figura 1 (y a la figura 2), el número 6 denota una señal analógica de sincronismo que representa una tensión aplicada al sistema eléctrico. Como es bien sabido, dicha señal de sincronismo (6) no es esencial para medir señales de descargas parciales (PD), pero es útil para una sucesiva etapa de evaluación de los datos medidos a los efectos del diagnóstico, en el caso de sistemas eléctricos que trabajan con corriente alternada. Una medición combinada de las señales de PD y de la señal de sincronismo permite obtener una correlación entre cada evento de descarga parcial con el valor que tenía la tensión aplicada al sistema eléctrico en el instante en que

tuvo lugar el evento (cabe hacer notar que a dicha correlación están asociados parámetros denominados “parámetros de fase”).

5 El instrumento (1) está provisto de una etapa para medir dicha señal analógica de sincronismo (6), que de manera original comprende, en una ejecución preferente (aquella ilustrada), un bloque (7) para digitalizar dicha señal analógica, conectado a un bloque (8) para generar una base de tiempos de sincronismo. Operativamente, dicho bloque (8) para generar una base de tiempos de sincronismo extrae de las muestras provenientes del bloque de digitalización (7) el tiempo transcurrido desde el último tránsito por cero de la señal de sincronización. Este tiempo viene salvado junto con cada segmento para obtener, relacionándolo con el período de la señal de sincronismo, los parámetros de fase. Dicho bloque (8) viene implementado, en la ejecución preferente, de modo hardware, con lógica programable, pero también puede ser implementado mediante software.

Se precisa que, específicamente con respecto a la presente invención, toda referencia hecha a “software” significa un conjunto de instrucciones de programación residentes en una memoria de almacenamiento dentro del aparato, por lo demás también conocido como firmware.

15 Cabe hacer notar que la etapa de medición de la señal de sincronismo (6) es una parte de la etapa de entrada (2), desde el punto de vista lógico-funcional.

En la figura 4 se muestra detalladamente (de forma esquemática) el bloque (7) para digitalizar la señal analógica de sincronismo (6). En particular, dicho bloque (7) comprende:

- un elemento de protección contra sobretensiones (ESD) (9), de tipo substancialmente conocido, capaz de impedir que sobretensiones o descargas eléctricas dañen las siguientes etapas del instrumento;
- 20 - un filtro analógico pasa-bajos (10);
- un convertidor analógico-digital (11).

El hecho que el instrumento (1) haga un muestreo de la señal de sincronismo (6) (a diferencia de las soluciones de la técnica conocida, que usan un único comparador analógico para la detección del tránsito por cero) exhibe las siguientes ventajas:

- 25 - es posible controlar (también por medio de representaciones gráficas) la forma de onda de la señal de sincronismo (6) y efectuar mediciones y operaciones de procesamiento sobre dicha señal;
- la lógica de sincronización puede ser modificada a voluntad para adaptarse a señales especiales (por ejemplo, sistema transitorio de onda oscilante (OWTS = Oscillating Wave Test System), o casos en los cuales la tensión aplicada presenta oscilaciones amortiguadas) sin cambiar el hardware.

30 El instrumento (1) también incluye un bloque (12) para digitalizar la señal de descarga (3), es decir la señal analógica correlacionada con las descargas parciales que tienen lugar en el sistema eléctrico.

El bloque (12) para digitalizar la señal de descarga (3), ilustrado (esquemáticamente) en detalles en la figura 3, a su vez, comprende:

- 35 - un elemento de protección contra sobretensiones (13), de tipo substancialmente conocido, capaz de impedir que sobretensiones o descargas eléctricas dañen las posteriores etapas del instrumento;
- una etapa analógica de control de ganancia (14) (de tipo substancialmente conocido);
- un antialiasing (15) conocido;
- un convertidor analógico/digital (16) (de tipo conocido).

40 La etapa de control de ganancia (14) está en condiciones de adaptar la amplitud de la señal de entrada (3) al intervalo de tensiones admitidas por el convertidor analógico/digital (16), de manera de maximizar su dinámica e impedir el fenómeno de saturación (la saturación tiene lugar cuando la señal de entrada a dicho convertidor supera el nivel máximo o mínimo de tensión que está en condiciones de muestrear).

45 Cabe hacer notar que el bloque de digitalización (12) puede actuar, en banda ancha, para recibir en su entrada la señal analógica de descarga (3), dando como salida una señal digital constituida por una secuencia continua de muestras (17). Cabe hacer notar, además, que preferentemente el bloque de digitalización (12) actúa con una frecuencia de muestreo constante (por ejemplo, 100 MS/s).

El instrumento (1) además está provisto de una pluralidad de parámetros de adquisición (18), configurables desde la parte externa, necesarios para procesar las muestras (17). Dichos parámetros de adquisición (18) están almacenados en el instrumento (1). En particular, dichos parámetros de adquisición comprenden:

- 50 - tiempo de adquisición: definido por la cantidad de muestras que constituyen un segmento, es decir una señal digital

que representa el perfil en el tiempo (forma de onda) de una descarga eléctrica parcial individual;

- tiempo antes del disparo: definido por la cantidad de muestras que preceden a un evento de disparo;

- tiempo muerto mínimo: tiempo mínimo que debe transcurrir entre la finalización de la adquisición de un segmento y la habilitación del disparo para la adquisición del segmento sucesivo.

5 El bloque de digitalización (12) está conectado tanto al depósito de predisparo (19) como a un generador de disparo (20).

El depósito de predisparo (19) está constituido por un búfer circular, que mantiene una cantidad de muestras igual al tiempo de predisparo para la formación de un segmento posterior; preferentemente viene implementado a través de un hardware con lógica programable.

10 El generador de disparos (20) de manera original comprende un doble comparador de umbrales (a diferencia de los generadores de disparos conocidos que comprenden un único comparador de umbrales), que recibe como entrada un valor de referencia predeterminado para un umbral de disparo (21). Cabe hacer notar que en el generador (20) es posible implementar cualquier estrategia para la activación del disparo.

15 Por lo tanto, el depósito de predisparos (19) y el generador de disparos (20) reciben como entrada la señal que comprende las muestras (17), que entrega en su salida el bloque de digitalización (12).

El generador de disparos (20) está conectado a un selector de disparos (22) (de tipo substancialmente conocido), que, a su vez, está conectado a un bloque de gestión (23) de la etapa de entrada (2).

El bloque de gestión (23) recibe en su entrada:

- la señal digital que sale del selector de disparos (22);

20 - la señal digital que sale del bloque (8) para la generación de una base de tiempos de sincronismo;

- dichos parámetros de adquisición (18);

- una señal de control proveniente de un elemento de control (24), que se describirá más adelante.

25 La salida del bloque de gestión (23) está conectada al depósito de predisparos (19), para actuar su gestión; en la práctica, el bloque de gestión (23) reconoce y selecciona, dentro del flujo no interrumpido de muestras (17), segmentos (25) que representan el perfil en el tiempo (forma de onda) de las señales de descargas parciales.

Por consiguiente, los segmentos (25) vienen seleccionados por el bloque de gestión (23), en la salida del depósito de predisparos (19).

Los medios de procesamiento (5) de manera original comprenden un bloque (26) para procesar/extraer parámetros predeterminados, con relación a la forma de onda de dicho uno o varios impulsos de PD.

30 Preferentemente, el bloque (26) viene implementado con lógica programable mediante hardware (pero también puede ser implementado a través de software) y recibe a los segmentos (25) en su entrada.

35 El bloque (26) trabaja en tiempo real y tiene la función de extraer de las muestras de un segmento (25) los valores de parámetros predeterminados. En particular, dichos parámetros predeterminados comprenden, por cada impulso de descarga parcial: duración equivalente (T), ancho de banda equivalente (W), polaridad (es decir el signo de un primer pico del impulso que supera, en valor absoluto, un valor de referencia), amplitud del impulso, energía del impulso, junto con otras magnitudes obtenidas aplicando varias técnicas de procesamiento de señales, tales como trenes de ondas. Cabe hacer notar que dichos parámetros de duración equivalente (T) y ancho de banda equivalente (W) pueden ser reemplazados por otros parámetros similares, o pueden ser calculados de manera alternativa con respecto a las definiciones brindadas con anterioridad (que, de todos modos, constituyen un modo preferido para calcular dichos parámetros).

40 En general, los parámetros extraídos contienen toda la información acerca de los impulsos de PD medidos, relacionados especialmente (si bien no exclusivamente) a la forma de onda de los impulsos, útil para un posterior uso de los datos medidos con finalidad de diagnóstico.

45 Bajo esta óptica, cabe hacer notar que el instrumento (1) adquiere y pone a disposición en su salida datos que pertenecen a los impulsos de descarga parcial que tienen lugar en el sistema eléctrico en cuestión; dichos datos posteriormente se emplearán para conducir una evaluación de diagnóstico del sistema eléctrico y/o para ser almacenados, para crear una base de conocimiento para el desarrollo de estrategias de diagnóstico. De todos modos, los datos acerca de los impulsos de descarga parcial deben ser manipulados, procesados, visualizados, etc. según las necesidades y los procedimientos que, en principio, pueden no ser conocidos o previsibles con antelación.

50 Por lo tanto, es importante que los datos medidos por el instrumento (1) sean lo más significativos y completos

posible.

Ahora bien, el bloque (26) recibe en su entrada los segmentos (25) (es decir, una representación digital de todo el perfil en el tiempo de los impulsos de PD), los procesa en tiempo real y entrega en su salida una señal digital compactada (27), constituida por una representación sintética (por ende, manejable con un tiempo de cálculo sumamente corto) pero que, de todos modos, es representativa de todo el perfil en el tiempo de los impulsos de PD.

La acción del bloque (26) implica que los segmentos (25) en sí mismos no vengán mantenidos, con consiguiente ventajas en términos de cantidad de datos procesados / entregados en la salida por el instrumento. Sin embargo, cabe hacer notar que el instrumento (1) también brinda la posibilidad de desviar el bloque (26), por medio de una señal de inhibición a enviar por el bloque de gestión (23), de modo que el mismo bloque (26) entregue en su salida los segmentos (25) sin que los mismos hayan sufrido ningún procesamiento / extracción.

La característica fundamental de dicha señal digital compactada (27) es que exige mucho menos espacio (RAM) para ser almacenada que las muestras de los segmentos (25), contribuyendo así a expandir el tamaño máximo de las ráfagas de segmentos (a igualdad de RAM).

En la ejecución preferente ilustrada, el bloque (26) de procesamiento / extracción está conectado a un búfer (28), es decir a una memoria circular, en condiciones de almacenar en tiempo real (con la misma velocidad con la cual recibe los datos en su entrada) la señal digital compactada (27) (o los segmentos (25), en el caso de inhibición del bloque de extracción (26)) para ponerla a disposición de las siguientes etapas, que pueden funcionar a diferentes velocidades. Preferentemente, el búfer (28) viene implementado con lógica programable mediante hardware (pero también puede ser implementado mediante software).

El búfer (28) interactúa con el elemento de control (24), cuya función es la de determinar si permitir, o no, la adquisición de un nuevo segmento en función de la cantidad de espacio libre que hay en el búfer (28). Preferentemente, el elemento de control (24) viene implementado con lógica programable mediante hardware (pero también puede ser implementado mediante software).

El búfer (28) está conectado con un segundo bloque de procesamiento / extracción (29), preferentemente implementado mediante software (por ejemplo, que comprende un DSP, un microprocesador, un microcontrolador o una combinación de ellos), pero también programable mediante hardware con lógica programable. La función del segundo bloque de procesamiento / extracción (29) es similar a aquella del bloque de procesamiento / extracción denotado con el número 26; dicho bloque de procesamiento / extracción (29), interviniendo después del búfer (28), puede efectuar cálculos que demandan más tiempo, sin reducir la velocidad de funcionamiento del instrumento (1). El hecho que, de manera original, los medios de procesamiento (5) comprenden dos bloques de procesamiento / extracción (26 y 29) y un búfer intercalado entre los mismos bloques permite optimizar los tiempos de cálculo y minimizar el Tiempo Muerto, funcionando de todos modos en tiempo real, es decir sin necesidad de una memoria en la cual almacenar una cierta cantidad de datos, para extraerlos con posterioridad. Asimismo, en la acción combinada de los dos bloques (26 y 29), el primer bloque de procesamiento / extracción (26) reduce la cantidad de trabajo del segundo bloque de procesamiento / extracción (29) y, por ende, reduce el Tiempo Muerto Mínimo Continuo.

Cabe hacer notar que, además, los medios de procesamiento (5) pueden comprender un único bloque de procesamiento / extracción (26), con funcionamiento en tiempo real, sin necesidad de intercalar el búfer (28).

Cabe hacer notar, por otro lado, que los medios de procesamiento (5) pueden comprender otras arquitecturas.

Deberían ser aclarados dos aspectos, con respecto al funcionamiento del bloque de procesamiento y a la gestión del flujo de datos.

El depósito de predisparos (19) y el búfer (28) constituyen memorias (cuya presencia no es indispensable para la finalidad de la presente invención) que preferentemente están organizadas como circulares, administradas según la lógica FIFO; es decir, dichas memorias reciben y entregan datos con el mismo orden con que los han recibido, continuamente, sin interrupciones en el flujo de datos. Por consiguiente, la función de la memoria es la de actuar una disminución momentánea de la velocidad del flujo de datos. En otros términos, el búfer (28) constituye medios para reducir la velocidad (momentáneamente) del flujo de datos desde dicha etapa de entrada hasta dicha etapa de salida.

Los bloques de procesamiento (26 y 29) pueden derivar parámetros en base a toda la forma de onda del impulso de descarga parcial. Sin embargo, el primer bloque de procesamiento (26) (y eventualmente el segundo bloque de procesamiento (29)) no actúan simultáneamente sobre todas las muestras que corresponden a un impulso, sino sobre una muestra por vez (secuencialmente), efectuando una secuencia de pasajes (en el cálculo de dichos parámetros predeterminados) y reteniendo en cada pasaje un resultado parcial en su propio registro, dicho resultado parcial siendo actualizado de vez en cuando, hasta que asuma el valor definitivo para dicho parámetro predeterminado, después del procesamiento de la última muestra correspondiente al impulso. Este aspecto de implementación contribuye a la posibilidad de derivar en tiempo real (con valores de tiempo muerto muy reducidos) parámetros en base a toda la forma de onda de los impulsos de descarga parcial medidos.

Cabe hacer notar que, en el flujo de datos desde la etapa de entrada (2) hasta la etapa de salida (4), la secuencia de eventos es desde la entrada hacia la salida, de conformidad con el sistema de flujo empujado (push system).

La etapa de salida (4) del instrumento (1) comprende una interfaz de comunicación (30), en condiciones de encapsular los datos desde y hacia el instrumento (1) en un bus de comunicación bidireccional (31), preferentemente orientada al flujo.

Cabe hacer notar que el término comunicación bidireccional orientada hacia el flujo entre A y B significa cualquier sistema que permite transferir dos flujos de datos, uno desde A hacia B y el otro desde B hacia A, de modo que los datos lleguen al recipiente con el mismo orden con que han sido enviados y que los dos flujos sean substancialmente simultáneos y continuos. La implementación física puede sustentarse sobre sistemas no continuos (paquete) y/o sistemas no simultáneos (semidúplex) y/o sistemas no ordenados, pero también en estos casos es posible seguir hablando de flujos de datos, ya que apropiados protocolos y/o búfers pueden hacer que la comunicación pueda volver a condiciones de continuidad, simultaneidad y orden.

Cabe hacer notar que el Tiempo Muerto Mínimo Continuo puede depender de la capacidad de transferencia del bus (31) si es menor que aquel del bloque de procesamiento / extracción (29). Dicho bus (31) puede comprender, por ejemplo, soluciones técnicas conocidas tales como RS-232, USB, firewire o Ethernet. La interfaz de comunicación (30) puede ser implementada mediante hardware o software. La ejecución preferente de la presente invención prevé una implementación de sockets basados en TCP/IP sobre Ethernet a través de un dispositivo hardware.

El instrumento (1) también comprende una lógica de control (32), que supervisa todas las funciones de control y sincronización de los componentes software del instrumento (1), implementada vía software.

Además, preferentemente y de manera original los medios de procesamiento (5) comprenden un elemento de acondicionamiento (33), colocado entre el segundo bloque de procesamiento / extracción (29) (o el otro bloque de procesamiento / extracción (26)) y la etapa de salida (4), para actuar una filtración digital de la señal procesada, en función de los valores derivados.

Dicho elemento de acondicionamiento (33), que efectúa una filtración en tiempo real de la señal medida según dichos parámetros predeterminados (correlacionados a las evaluaciones de diagnóstico del sistema eléctrico en base a la evaluación de la actividad de las descargas parciales), ofrece una ventaja importante, es decir aquella de poder observar un fenómeno lento (caracterizado por pocos impulsos de descarga por unidad de tiempo) por mucho tiempo sin saturar la memoria (eventualmente conectada a la etapa de salida (4), después del instrumento (1)) con los datos correspondientes a otro fenómeno concomitante muy intenso (caracterizado por una cantidad relativamente elevada de impulsos de descarga o de señales no deseadas por unidad de tiempo).

Cabe hacer notar que ventajosamente el elemento de extracción (33) permite rechazar el ruido o seleccionar impulsos que pertenecen a un dado fenómeno de descarga con respecto a otros impulsos superpuestos, en tiempo real, en base a la forma de onda de las señales. Esto le permite al instrumento (1) entregar en su salida datos completos y significativos, sin correr el riesgo de pérdida de información. Contrariamente, si la señal analógica de entrada sin elaborar fuera medida y digitalizada (sin procesamiento o filtración) y almacenada en una memoria, para llevar a cabo sucesivamente todas las operaciones de procesamiento (por ejemplo, a través de un ordenador), podría existir el riesgo de no estar en condiciones de medir todos los impulsos de interés, dada la cantidad de información que habría que manejar vía software.

Haciendo referencia a la figura 2, el bloque de digitalización (12), el depósito de predisparos (19), el generador de disparos (20), el selector de disparos (22), el bloque de gestión (23), el bloque de procesamiento / extracción (26) (y eventualmente el búfer (28) y el segundo bloque de procesamiento / extracción (29)) definen una unidad, desde el punto de vista lógico-funcional, a la cual se hará referencia más abajo como canal de adquisición (34). En la ejecución ilustrada en la figura 2, el instrumento (1) comprende un primer canal de adquisición (34A) y un segundo canal de adquisición (34B). En presencia de dos o más canales de adquisición (34), cada selector de disparos (22) recibe y envía señales de control (35), que interactúan con otros selectores de disparos (22) incluidos en correspondientes canales de adquisición (34).

Cabe hacer notar que se ha contemplado que el instrumento (1) tenga una pluralidad de canales de adquisición (34). Dichos canales de adquisición (34) pueden ser dedicados, por ejemplo, a la medición de descargas parciales que tienen lugar en diferentes fases de un sistema eléctrico multifase. También se ha contemplado el uso de uno o varios canales de adquisición (34) para medir magnitudes distintas de descargas parciales, por ejemplo magnitudes correlacionadas con factores ambientales (por ejemplo, temperatura y humedad); en este caso, de manera original el instrumento (1) comprende canales dedicados a la detección de PD y canales lentos, substancialmente activos en paralelo. Nótese que dichos canales no imponen la necesidad de la presencia de medios de disparo.

En caso de pluralidad de canales de adquisición (34), existen muchas posibles arquitecturas: separación completa de los medios de procesamiento (5), participación parcial, participación total; la participación completa

imposibilita las adquisiciones simultáneas sin la presencia de un área de memoria para contener las muestras simultáneamente.

La presente invención también pone a disposición un método para medir descargas eléctricas parciales en un sistema eléctrico.

5 Dicho método comprende las siguientes etapas operativas:

- recepción, en una etapa de entrada, de una señal analógica que representa uno o varios impulsos de descargas parciales a medir y posterior generación de una representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos,

10 - procesamiento en tiempo real, es decir sin necesidad de almacenar datos en una memoria, de dicha representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos, para extraer el valor de parámetros predeterminados correspondientes a la forma de onda de dicho uno o varios impulsos.

Dicho método, además, comprende una etapa de medición de una señal analógica de sincronismo, que representa una tensión aplicada al sistema eléctrico, puesta a disposición para la etapa de procesamiento. En particular, de manera original se proporciona una etapa de digitalización de dicha señal analógica de sincronismo.

15 También se ha contemplado una etapa de acondicionamiento / filtración de la señal digital procesada, posterior a la etapa de procesamiento, en función de los valores derivados.

Preferentemente, la etapa de procesamiento, a su vez, comprende las siguientes subetapas operativas:

- primer procesamiento de dicha representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos,

- escritura momentánea de datos con forma digital en un búfer;

20 - segundo procesamiento de datos leídos del búfer.

Operativamente, el método según la presente invención comprende lo que se indica a continuación.

En una etapa de entrada (2), una señal analógica (3) que representa uno o varios impulsos de PD viene convertida, a través de una etapa de muestreo, en un flujo continuo de muestras que representan la señal de banda ancha a analizar; las muestras vienen transferidas a un generador de disparos (20), que analiza la señal en búsqueda de muestras que superen el umbral preestablecido (umbral de disparo (21)) y genera el evento de disparo, y a un depósito de predisparos (19), un búfer circular que almacena una cierta cantidad de muestras igual al tiempo de predisparo. En la práctica, el depósito de predisparos (19) presenta en la entrada del bloque de procesamiento / extracción (26), o directamente a un búfer (28), un flujo de muestras idénticas a la que recibe, pero retardado de un tiempo igual al tiempo de predisparo. En correspondencia del evento de disparo, un bloque de gestión (23), si hay espacio en el búfer (28), activa el bloque de procesamiento / extracción (26) y, después de un tiempo establecido de conformidad con los parámetros de adquisición (18), determina la finalización de un segmento (25); el bloque de procesamiento / extracción (26) analiza dicho flujo y extrae parámetros predeterminados desde el segmento, los cuales vienen salvados en el búfer (28).

35 Si el bloque de procesamiento / extracción (26) está inhibido (por el bloque de gestión (23)), entonces el bloque de gestión (23) ordena el almacenamiento en el búfer (28) de todo el segmento (25) junto con sus coordenadas temporales (tiempo absoluto y tiempo con respecto a la señal de sincronismo). Cabe hacer notar que dichas coordenadas temporales vienen salvadas (por el mismo bloque de procesamiento / extracción (26)) incluso cuando el bloque (26) no está inhibido.

La presente invención pone a disposición un aparato y un método que brindan las siguientes ventajas.

40 La presente invención permite medir impulsos de descargas parciales con un Tiempo Muerto muy corto. Cabe hacer notar que un Tiempo Muerto (que es substancialmente el tiempo durante el cual el sistema está ciego después de adquirir un segmento, antes de poder adquirir otro) con un valor reducido permite en primer lugar adquirir una mayor cantidad de fenómenos de PD al mismo tiempo. Bajo esta óptica, cabe hacer notar que, si los fenómenos de PD están sumergidos en ruido (por ejemplo, ruido no continuo, tal como interferencia entre aparatos eléctricos), un sistema de adquisición conocido en el sector no permite separar los fenómenos de PD entre sí y/o del ruido. Por lo tanto, la posibilidad de adquirir una gran cantidad de datos, sin necesidad de almacenar dichos datos en una memoria, permite medir y separar los fenómenos de PD entre sí y del ruido en tiempo real o también en un momento sucesivo, analizando parámetros predeterminados extraídos en tiempo real. Nótese que dicha separación puede ser efectuada en el instrumento (1) antes de transferir los datos a la salida, ahorrando ancho de banda del bus de comunicación.

50 La separación del bloque de procesamiento / extracción en dos bloques (26 y 29) brinda la posibilidad de llevar el tiempo muerto a valores muy chicos (por lo menos por un determinado número de descargas), por ejemplo debajo de 1  $\mu$ s.

5 El sentido de tener un Tiempo Muerto muy corto para una determinada cantidad de descargas se deriva del hecho que típicamente los fenómenos de PD no se manifiestan distribuidos de manera uniforme a lo largo del tiempo, sino concentrados en determinados intervalos de tiempo. Bajo esta óptica, la presente invención permite absorber concentraciones de descargas sin perderlas, y luego procesarlas cuando la frecuencia de descargas es más baja.

10 Nótese que el instrumento (1) integra en la lógica programable todo lo que trabaja en tiempo real, incluido el búfer (28), mientras que una parte restante de los cálculos viene hecha por elementos implementados mediante software o por un DSP, de modo que el instrumento (1) pueda efectuar substancialmente cualquier tipo de cálculo, limitando al mismo tiempo los costos. La lógica programable puede efectuar con suma rapidez operaciones relativamente sencillas, mientras que el software en DSP puede realizar cualquier tipo de cálculo, pero típicamente en un intervalo de tiempo más largo, dependiendo de su costo y de su complejidad. La división de tareas entre los dos componentes permite obtener excelentes niveles de prestaciones limitando al mismo tiempo costos y complejidad.

15 Nótese, además, que los componentes implementados en lógica programable y los implementados mediante software (DSP) actúan siempre simultáneamente, porque el búfer (28) puede ser escrito por la lógica programable (por ejemplo, el bloque de procesamiento / extracción (26)) y, simultáneamente, leído por el DSP (por ejemplo, el segundo bloque de procesamiento / extracción (29)); la lógica programable debe detenerse únicamente cuando el búfer (28) está lleno.

20 Además, nótese que una ventaja de la presente invención está dada por la posibilidad de efectuar operaciones de procesamiento muy complejas sobre los datos medidos, de manera sumamente rápida y eficiente, gracias al hecho que dichas operaciones de procesamiento avanzado (es decir, operaciones de procesamiento que, en sí mismas, requieren gran dispendio de recursos de cálculo) vienen efectuadas después de la intervención del bloque de procesamiento / extracción (26), es decir sobre la señal digital compactada (27) en tiempo real. Por lo tanto, la presente invención permite obtener una evaluación diagnóstica del sistema eléctrico evaluado (por ejemplo, aplicando técnicas de inteligencia artificial o cualquier otra técnica de procesamiento aplicable substancialmente en tiempo real a los datos medidos) substancialmente en tiempo real.

25 Asimismo, cabe hacer notar que la presente invención permite medir y procesar, de manera simultánea y sinérgica, señales pertenecientes a impulsos de descargas parciales y señales pertenecientes a cualquier otra magnitud, gracias a la posibilidad de utilizar una pluralidad de canales de adquisición (34) que interactúan entre sí.

30 Nótese, además, que la presente invención no exige supervisión por parte de un operador; por ende, puede ser usada bajo cualquier condición, incluso con la finalidad de monitoreo (es decir, para la medición continua, que se prolonga por un lapso de tiempo indefinido, de las señales de descarga que tienen lugar en el sistema eléctrico en cuestión).

**REIVINDICACIONES**

1.- Instrumento (1) para medir descargas eléctricas parciales en un sistema eléctrico, que comprende:

- una etapa de entrada (2) predispuesta para recibir una señal analógica (3) que representa uno o varios impulsos de descargas parciales a medir y para generar en su salida una representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos,
- una etapa de salida (4) predispuesta para transferir datos con forma digital a la salida del instrumento,
- medios de procesamiento de datos (5) asociados operativamente tanto con la etapa de entrada (2) como con la etapa de salida (4) para recibir dicha representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos, extraer el valor de parámetros predeterminados correspondientes a la forma de onda de dicho uno o varios impulsos y transferir a la etapa de salida (4) una señal digital procesada que comprende dichos valores, los medios de procesamiento (5) trabajando substancialmente en tiempo real, es decir sin necesidad de una memoria para el almacenamiento intermedio de los datos,

donde dichos parámetros predeterminados comprenden amplitud de los impulsos de descarga, parámetros de fase, duración equivalente (T) y ancho de banda equivalente (W).

2.- Instrumento según la reivindicación 1, donde hay una etapa (7, 8) para medir una señal analógica de sincronismo (6), que representa una tensión aplicada al sistema eléctrico, conectada operativamente a los medios de procesamiento.

3.- Instrumento según la reivindicación 2, donde hay medios para digitalizar dicha señal analógica de sincronismo.

4.- Instrumento según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde dicha etapa de entrada (2) puede trabajar en banda ancha, es decir un ancho de banda que supera aproximadamente los 20 MHz.

5.- Instrumento según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde los medios de procesamiento (5) comprenden un elemento de acondicionamiento (33), dispuesto antes de la etapa de salida (4), para efectuar una filtración digital de la señal procesada, en función de los valores derivados.

6.- Instrumento según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde hay una pluralidad de canales de adquisición (34) y eventualmente una pluralidad de correspondientes medios de procesamiento (5), conectados operativamente, esencialmente en paralelo uno con respecto al otro, a la etapa de salida (4).

7.- Instrumento según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, que comprende un búfer (28), colocado entre la etapa de entrada (2) y la etapa de salida (4), para escribir momentáneamente datos con forma digital.

8.- Instrumento según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde los medios de procesamiento (5) comprenden un bloque (26) para procesar / extraer dichos parámetros predeterminados desde dicha representación digital.

9.- Instrumento según la reivindicación 8, donde los medios de procesamiento (5) comprenden un búfer (28), colocado después del bloque de procesamiento / extracción (26).

10.- Instrumento según la reivindicación 8, donde los medios de procesamiento (5) comprenden un segundo bloque de procesamiento / extracción (29) y un búfer (28), colocado entre dichos bloques de procesamiento / extracción.

11.- Instrumento según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde los medios de procesamiento (5) comprenden una lógica programable.

12.- Instrumento según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde los medios de procesamiento (5) comprenden un DSP, un microprocesador o un microcontrolador o bien una combinación de ellos.

13.- Instrumento según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde dichos parámetros predeterminados comprenden la polaridad de cada impulso de descarga parcial, es decir el signo de un primer pico del impulso que supera, en valor absoluto, un valor de referencia.

14.- Instrumento según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, donde la etapa de salida comprende un bus de comunicación bidireccional (31), que puede ser orientada al flujo.

15.- Método para medir descargas eléctricas parciales en un sistema eléctrico, caracterizado por el hecho que comprende las siguientes etapas operativas:

- recepción, en una etapa de entrada (2), de una señal analógica (3) que representa uno o varios impulsos de

descargas parciales a medir y generación en su salida de una representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos,

- 5 - procesamiento en tiempo real, es decir sin necesidad de almacenar datos en una memoria, de dicha representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos, para extraer el valor de parámetros predeterminados correspondientes a la forma de onda de dicho uno o varios impulsos, dichos parámetros comprendiendo la amplitud de los impulsos de descargas, parámetros de fase, duración equivalente (T) y ancho de banda equivalente (W).

10 16.- Método según la reivindicación 15, que comprende una etapa de medición de una señal analógica de sincronismo (6), que representa una tensión aplicada al sistema eléctrico, puesta a disposición para la etapa de procesamiento.

17.- Método según la reivindicación 16, que comprende una etapa de digitalización de dicha señal analógica de sincronismo (6).

15 18.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones de 15 a 17, que comprende una etapa de acondicionamiento / filtración de la señal digital procesada, posterior a la etapa de procesamiento, en función de los valores derivados.

19.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones de 15 a 18, donde la etapa de procesamiento, a su vez, comprende las siguientes subetapas operativas:

- 20 - primer procesamiento de dicha representación digital de toda la forma de onda de dicho uno o varios impulsos,  
- escritura provisoria de datos con forma digital en un búfer (28);  
- segundo procesamiento de datos leídos del búfer (28).

20.- Aparato de diagnóstico para sistemas / componentes eléctricos, que comprende:

- 25 - un instrumento para medir descargas eléctricas parciales;  
- medios para procesar / evaluar, para finalidades de diagnóstico, magnitudes derivadas,  
caracterizado por el hecho que el instrumento para medir las descargas eléctricas parciales es un instrumento (1) según una cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 14 o es apto para funcionar de conformidad con un método según una cualquiera de las reivindicaciones de 15 a 19.

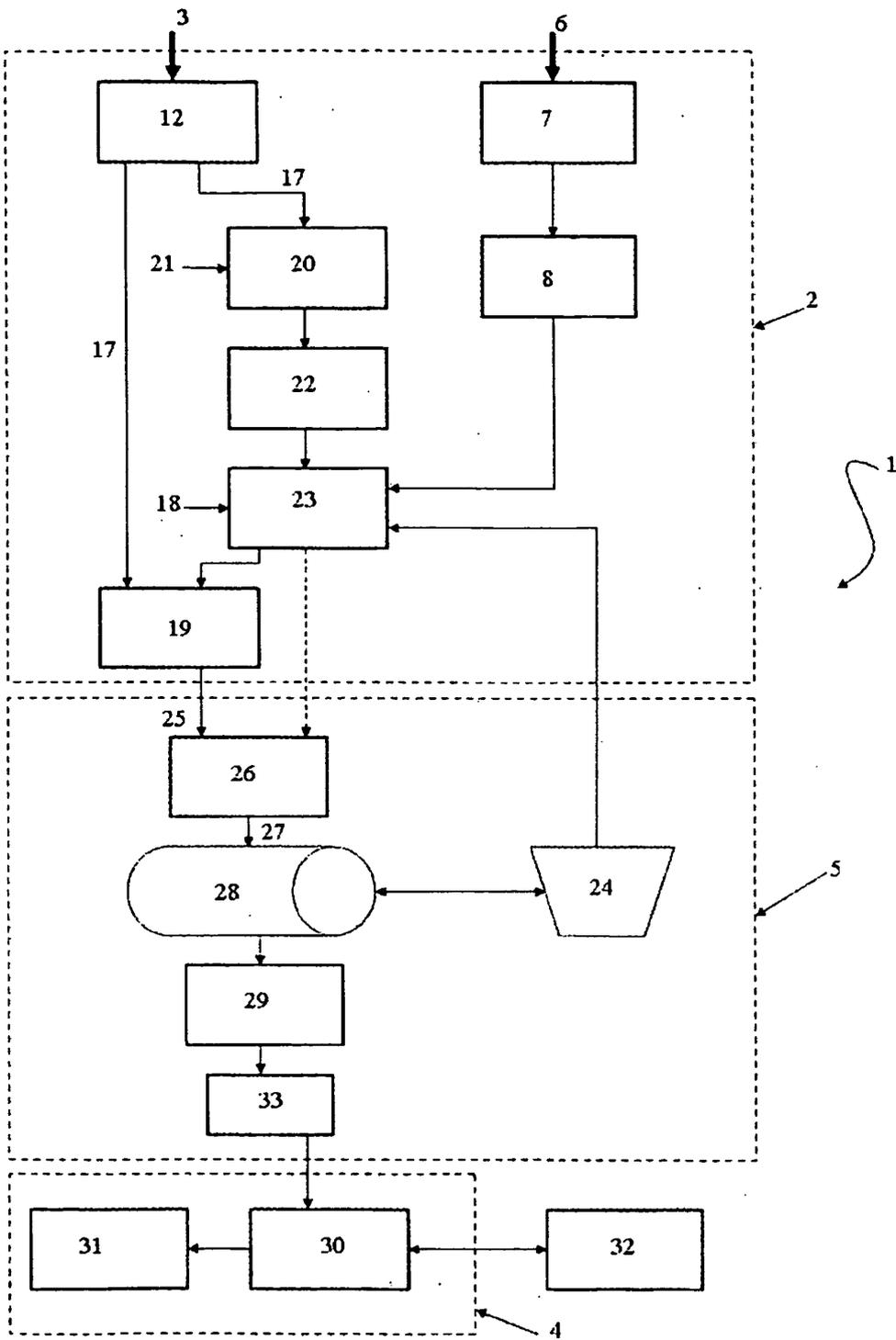


FIG. 1

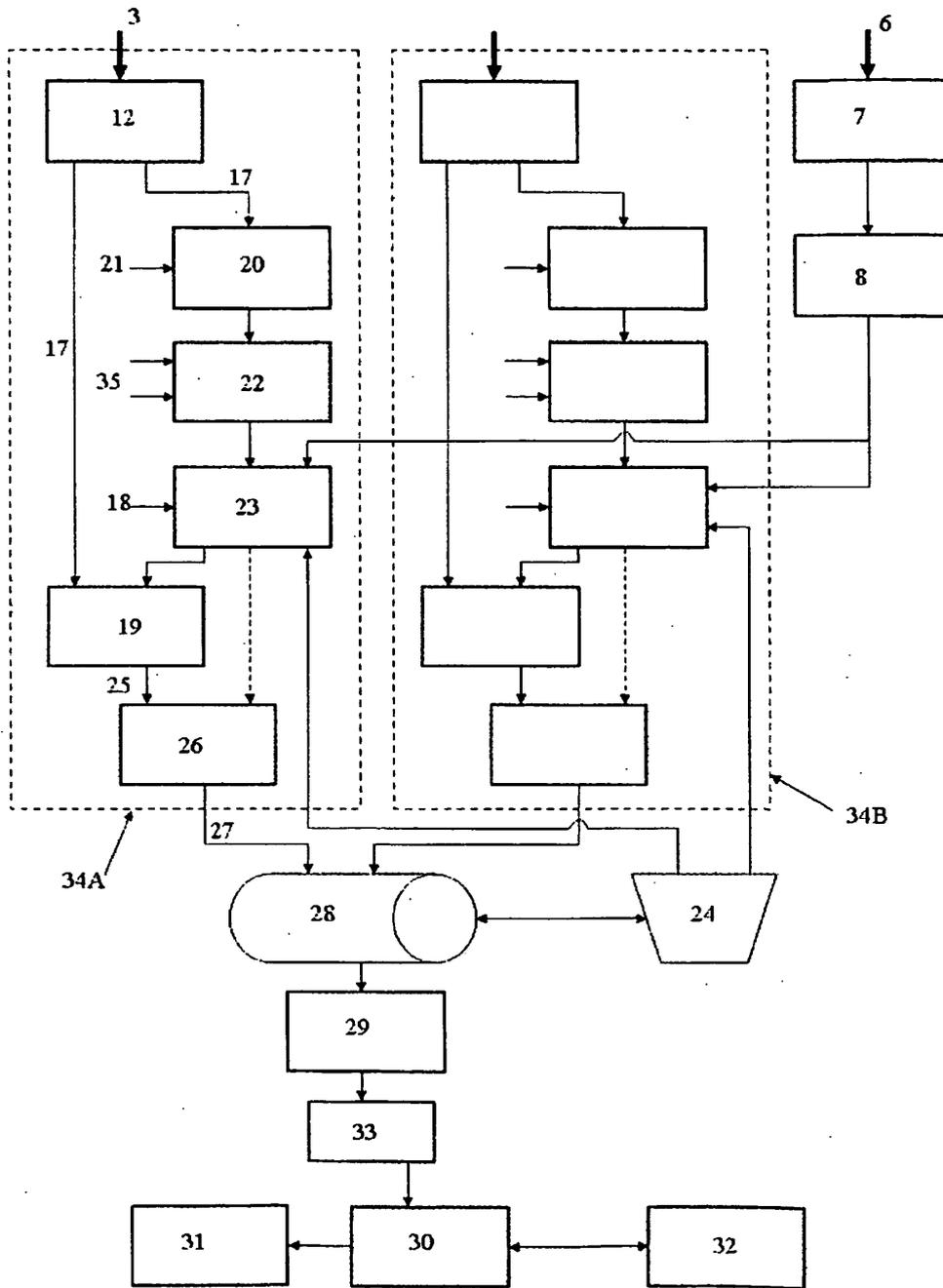


FIG. 2

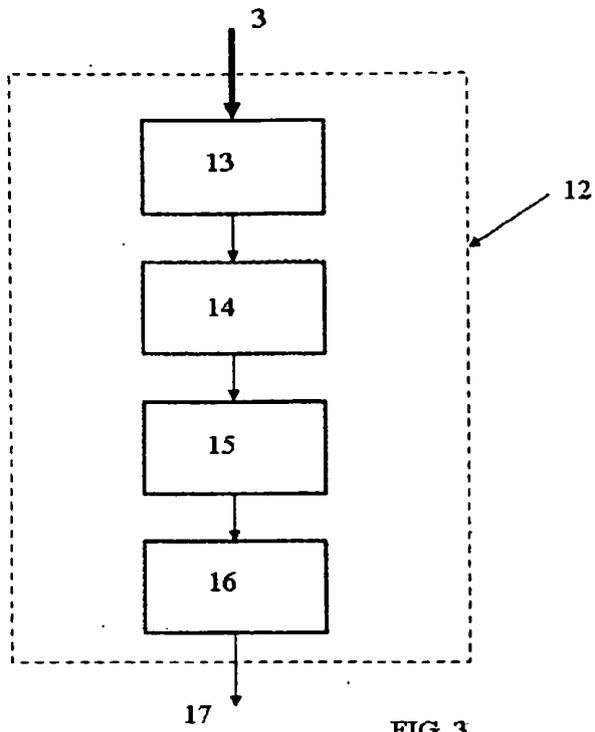


FIG. 3

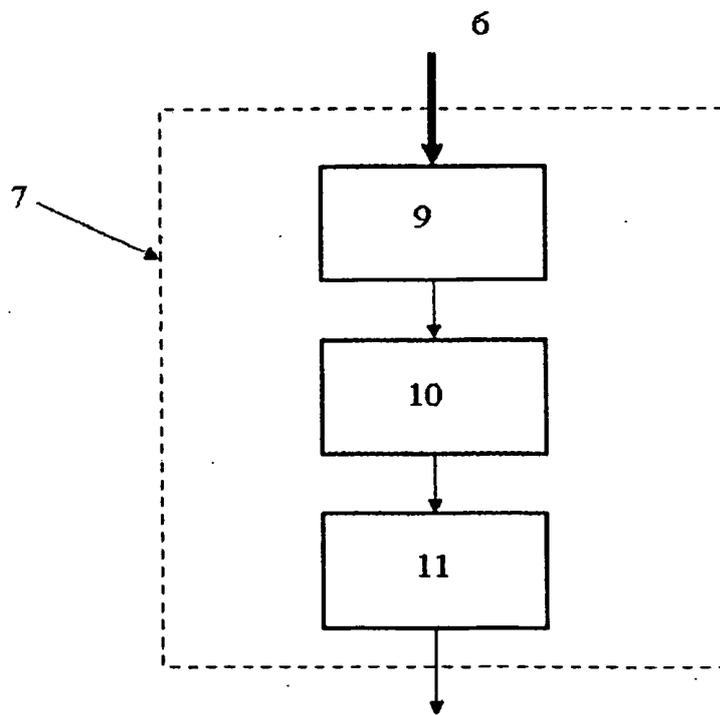


FIG. 4