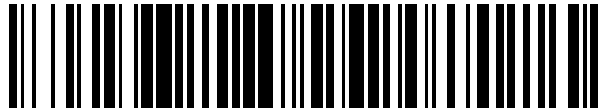


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 163**

21 Número de solicitud: 201031741

51 Int. Cl.:

**H02H 3/04** (2006.01)

**G01R 31/02** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **26.11.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **09.10.2012**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**09.10.2012**

71 Solicitante/s:

**APLICACIONES DE CONTROL Y  
AUTOMATIZACIÓN, S.A.  
Polígono Industrial de Silvota, parcela 63  
33192 Llanera, Asturias, ES y  
HIDROCANTÁBRICO DISTRIBUCIÓN  
ELÉCTRICA, S.A.U.**

72 Inventor/es:

**Alonso Orcajo Gonzalo; Cano Rodriguez, José  
Manuel;  
Fernández Cabanas, Manés; Garcia Melero,  
Manuel;  
González Norniella, Joaquín; Pedrayes González,  
Francisco;  
Rojas Garcia, Carlos H.; Fernández García-Jove,  
N. Angel;  
Lastara Cueva, Miguel; Pérez López, M. Angel y  
Rivas Ardisana, María**

74 Agente/Representante:

**No consta**

54 Título: **EQUIPO Y MÉTODO DE DETECCIÓN DE FUSIÓN DE FUSIBLES EN LAS SALIDAS DE BAJA TENSIÓN EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN URBANOS.**

57 Resumen:

Equipo y método de detección de fusión de fusibles en las salidas de Baja Tensión en Centros de Transformación urbanos. El método comprende obtener la corriente que circula en cada fase (R,S,T) del lado de Baja Tensión (BT) de un Centro de Transformación (1) y, si la corriente en alguna fase supera un umbral de corriente:

- determinar la variación en el tiempo de la energía específica (10) asociada a los fusibles de BT (3) en las fases expuestas a sobretensiones;
- calcular la variación del valor de la energía específica de fusión (11) de los fusibles (3) de dicha fase;
- si la energía específica (10) del fusible de una fase alcanza un porcentaje determinado del valor de la energía específica de fusión (11), activar una primera alarma;
- cuando un número predeterminado de alarmas están activadas, enviar (7) a una central de control (8) una señal de aviso de la

detección de la fusión del fusible correspondiente.

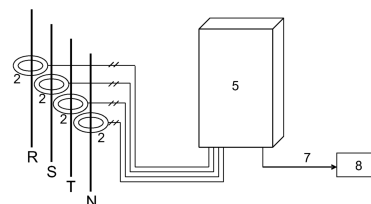


FIG. 2

ES 2 388 163 A1

**DESCRIPCION**

Equipo y método de detección de fusión de fusibles en las salidas de baja tensión en centros de transformación urbanos

Campo de la invención

5 La presente invención se engloba dentro del campo de la distribución de energía eléctrica, y más en concreto, en la detección de fusión de fusibles en el lado de Baja Tensión de Centros de Transformación urbanos.

Antecedentes de la invención

10 El sistema de distribución eléctrica descansa en los núcleos urbanos en los Centros de Transformación (en adelante CTs), cuya misión es la de reducir la tensión de las redes que alimentan los centros urbanos (20kV, 66kV,..) a la tensión de utilización o Baja Tensión (BT, 400/230 V). La supervisión de los CTs es una actividad que permite a las compañías eléctricas prestar sus servicios con los adecuados niveles de calidad y seguridad.

15 En la supervisión remota de CTs urbanos se recogen datos de las curvas de carga, que marcan las pautas de consumo, y que permiten de esa forma ajustar adecuadamente la gestión de activos y abonados. Existen equipos de recogida de datos que se comunican con el Centro de Control y diferentes equipos de telecontrol (comúnmente denominados "remotas" o RTUs) que actualmente forman parte de los CTs. Las remotas instaladas en los Centros de Transformación (CTs) disponen de una serie de funciones, tales como vigilar el nivel de carga de los transformadores para evitar que se superen los niveles aceptables, o detectar la fusión de fusibles en el lado de Media Tensión (MT).

20 Sin embargo, las remotas actuales no disponen de la capacidad de detectar la fusión de fusibles en las salidas de Baja Tensión (BT) del CT.

25 En el lado de BT del transformador, se procede a la medida de corrientes (4, las 3 fases y el neutro) mediante transformadores de corriente (TIs). A partir de aquí salen distintas líneas trifásicas, cada una con 4 conductores de BT (cada una por ejemplo para un edificio o zona). En la salida de BT una serie de fusibles tienen la misión de proteger la línea que cuelga de este punto. Así, si por cualquier circunstancia se produce un cortocircuito en la zona que va desde el fusible (en el CT) a la caja de acometida del cliente, el fusible actuará y evitará, entre otras cosas, la destrucción del conductor.

30 Hoy en día cuando esto ocurre, la compañía eléctrica no detecta de forma directa la actuación del fusible, sino a través de las reclamaciones de los clientes alertando sobre la interrupción de su suministro.

35 La detección de que un fusible ha actuado no es un problema trivial, pues en realidad la corriente que miden los TIs es la suma de la de todas las líneas de BT que cuelgan de ese CT. Así si por ejemplo hay tres líneas de salida y funde el fusible de la fase R de la segunda línea, en realidad ninguna de las señales de los TIs se ha ido a cero, dado que aún hay corriente por la fase R en las líneas primera y tercera. Pero la cosa se complica aún más, ya que los fallos que se producen en las instalaciones de los clientes, producen la fusión de los fusibles en su caja de acometida particular y no la fusión de los fusibles de BT del CT (por selectividad entre ambas protecciones).

40 La presente invención resuelve los problemas anteriores, proporcionando un equipo y un método de diagnóstico de detección de fallos en Baja Tensión para Centros de Transformación urbanos, que es implementado en un equipo de telecontrol (remota) del CT, de manera que la remota puede avisar a la compañía (por las vías de comunicación ya existentes) de que se ha producido esta circunstancia. De esta forma las cuadrillas de mantenimiento pueden actuar de forma rápida. Además, la invención es capaz de distinguir los fallos producidos por la fusión de los fusibles en la caja de acometida particular de los clientes, de manera que en estas circunstancias no activa ninguna alarma.

45 La presente invención se aplica en los equipos de supervisión y telecontrol de Centros de Transformación urbanos, lo que permite detectar fallos en los CTs de forma remota y en permanente conexión con el Centro de Control (actualmente sólo es posible conocer esta situación a través de las reclamaciones de los clientes, deduciéndose que hay un fallo en el CT cuando se reciben varios avisos de abonados en la misma zona), con la consiguiente eficacia en la resolución del problema y reducción de los costes de mantenimiento, al disponer de información directa de la causa del fallo en el CT, y no tener que deducirlo de forma indirecta.

Descripción de la invención

La invención se refiere a un método de detección de fusión de fusibles en las salidas de Baja Tensión

en Centros de Transformación urbanos, de acuerdo con la reivindicación 1 y a un equipo de acuerdo con la reivindicación 11. Realizaciones preferidas del método y del equipo se definen en las reivindicaciones dependientes.

5 El método comprende obtener la corriente que circula en cada fase del lado de Baja Tensión (BT) de un Centro de Transformación y, en caso de que la corriente en alguna de las fases supere un umbral de corriente anómala asociado a la correspondiente fase, comprende adicionalmente:

- determinar la variación en el tiempo de la energía específica asociada a los fusibles de BT del Centro de Transformación en las fases expuestas a sobrecargas por defectos en la línea a la que están asociados;

10 - calcular la variación en el tiempo del valor de la energía específica de fusión de los fusibles de las fases sometidas a sobrecargas;

- en caso de que el valor de energía específica del fusible de una fase alcance un porcentaje determinado del valor de la energía específica de fusión calculado para dicha fase, activar una primera alarma asociada a dicha fase;

15 - cuando un número predeterminado de alarmas asociadas a una fase están activadas, enviar a una central de control una señal de aviso de la detección de la fusión del fusible correspondiente a dicha fase.

En una realización preferente del método, una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, el método comprende realizar, mientras persista dicha condición, los siguientes pasos:

20 - medir la corriente que circula por el neutro (N) del lado de Baja Tensión (BT) del Centro de Transformación;

- obtener un valor indicador de la variación temporal de dicha corriente en el neutro;

25 - en caso de que la corriente eficaz en el neutro sea superior a una corriente umbral de neutro, y el valor indicador de la variación temporal de la corriente en el neutro supere un primer umbral de variación de corriente de neutro, activar una segunda alarma asociada a la fase para la cual se ha activado la primera alarma.

Una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, el método comprende preferentemente realizar, mientras persista dicha condición, los siguientes pasos:

30 - medir la corriente que circula por el neutro del lado de Baja Tensión (BT) del Centro de Transformación;

- obtener un valor indicador de la variación temporal de dicha corriente en el neutro;

35 - en caso de que la corriente eficaz en el neutro no sea superior a una corriente umbral de neutro, el valor indicador de la variación temporal de la corriente en el neutro supere un segundo umbral de variación de corriente de neutro, y la corriente de neutro sea creciente, activar una tercera alarma asociada a la fase para la cual se ha activado la primera alarma.

Una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, el método puede también comprender realizar, mientras persista dicha condición, los siguientes pasos:

40 - medir la corriente que circula por la fase para la cual se ha producido la superación del umbral de corriente anómala;

- obtener un valor indicador de la variación temporal de dicha corriente de fase;

- en caso de que el valor indicador de la variación temporal de dicha corriente de fase supere un determinado umbral de variación de corriente de fase, activar una cuarta alarma asociada a dicha fase.

45 La señal de aviso de la detección de la fusión de un fusible de una fase determinada se envía preferiblemente una vez se ha producido en un instante  $t_2$  la activación de la cuarta alarma asociada a dicha fase, y dentro de un determinado umbral temporal  $\Delta t$  a partir de dicho instante  $t_2$  están activas la primera alarma, y la segunda ó tercera alarmas asociadas a dicha fase.

En una realización preferida el valor indicador de la variación temporal es la derivada.

La obtención de la corriente que circula en cada fase se puede realizar mediante medición directa a través de un transformador de corriente en cada fase.

5 En otra realización preferida, una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, y mientras persista dicha condición, la obtención de la corriente que circula en cada fase sometida a sobreintensidad y utilizada en la determinación de la activación de la primera alarma se realiza de la siguiente forma:

- emplear en cada fase un transformador de corriente para la medición de la corriente que circula en cada una de dichas fases,

10 - detectar si se produce la saturación de algún transformador de corriente;

- en caso de detectarse la saturación en alguna de las fases, obtener la corriente de dicha fase mediante estimación de la corriente real que circula por la fase correspondiente a dicho transformador saturado;

15 - para aquellas fases en las cuales no se produce saturación, obtener la corriente de fase mediante la medida del transformador de corriente correspondiente.

En esta última realización preferida, la detección de la saturación de cada transformador de corriente se puede realizar calculando un valor indicador de la variación temporal del módulo de la corriente de fase correspondiente, detectándose la saturación en caso de que dicho valor supere un determinado umbral de saturación, siendo la corriente de fase decreciente en valor absoluto.

20 La estimación de la corriente real que circula por la fase de un transformador saturado se puede realizar de la siguiente forma:

- para cada fase en la cual la corriente de fase supere la corriente umbral de fase, obtener al menos cuatro medidas de dicha corriente antes de la saturación del transformador de corriente correspondiente;

25 - estimar la corriente real que circula por la fase del transformador saturado considerando un bucle de cortocircuito formado por una resistencia de valor  $R$  en serie con una inductancia de valor  $L$ , determinando previamente los siguientes coeficientes empleando las medidas anteriores:

•  $\varphi_U$ , siendo el ángulo de fase de la tensión en un instante  $t_0$  en el cual la corriente de fase es superior al umbral de corriente anómala asociado a dicha fase;

•  $R$ , siendo la resistencia en el bucle del cortocircuito;

30 •  $L$ , siendo la inductancia en el bucle del cortocircuito.

Otro aspecto de la presente invención incluye un equipo de detección de fusión de fusibles en las salidas de Baja Tensión en Centros de Transformación urbanos. El equipo comprende:

35 - medios de adquisición de entradas analógicas, encargados de recibir unas corrientes procedentes de unos transformadores de corriente conectados en cada fase y en el neutro del lado de Baja Tensión (BT) de un Centro de Transformación;

- al menos un puerto de comunicaciones para comunicación con una Central de Control;

- medios de almacenamiento de datos;

- una unidad de procesamiento de datos configurada para:

40 • obtener, a partir de las corrientes procedentes de los transformadores de corriente, la corriente que circula en cada fase del lado de Baja Tensión (BT) del Centro de Transformación,

• comprobar si la corriente en alguna de las fases supera un umbral de corriente anómala asociado a la correspondiente fase, en cuyo caso la unidad de procesamiento de datos está adicionalmente configurada para:

45 - determinar la variación en el tiempo de la energía específica asociada a los fusibles de BT del Centro de Transformación en las fases expuestas a sobreintensidades por defectos en la línea a la que están asociados;

- calcular la variación en el tiempo del valor de la energía específica de fusión de los fusibles en las fases sometidas a sobreintensidades;

5 - en caso de que el valor de energía específica del fusible de una fase alcance un porcentaje determinado del valor de la energía específica de fusión calculado para dicha fase, activar una primera alarma asociada a dicha fase;

- cuando un número predeterminado de alarmas asociadas a una fase están activadas, enviar a una central de control, a través de un puerto de comunicaciones, una señal de aviso de la detección de la fusión del fusible correspondiente a dicha fase.

10 La unidad de procesamiento de datos está preferentemente configurada para realizar, una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, y mientras persista dicha condición, las siguientes acciones:

- obtener, a partir de las corrientes procedentes de los transformadores de corriente, la corriente que circula por el neutro del lado de Baja Tensión del Centro de Transformación;

- obtener un valor indicador de la variación temporal de dicha corriente en el neutro;

15 - en caso de que la corriente eficaz en el neutro sea superior a una corriente umbral de neutro, y el valor indicador de la variación temporal de la corriente en el neutro supere un primer umbral de variación de corriente de neutro, activar una segunda alarma asociada a la fase para la cual se ha activado la primera alarma.

20 La unidad de procesamiento de datos está configurada para realizar, una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, y mientras persista dicha condición, las siguientes acciones:

- obtener, a partir de las corrientes procedentes de los transformadores de corriente, la corriente que circula por el neutro del lado de Baja Tensión (BT) del Centro de Transformación;

- obtener un valor indicador de la variación temporal de dicha corriente en el neutro;

25 - en caso de que la corriente eficaz en el neutro no sea superior a una corriente umbral de neutro, el valor indicador de la variación temporal de la corriente en el neutro supere un segundo umbral de variación de corriente de neutro, y la corriente de neutro sea creciente, activar una tercera alarma asociada a la fase para la cual se ha activado la primera alarma.

30 La unidad de procesamiento de datos puede estar configurada para realizar, una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, y mientras persista dicha condición, las siguientes acciones:

- obtener, a partir de las corrientes procedentes de los transformadores de corriente, la corriente que circula por la fase para la cual se ha producido la superación del umbral de corriente anómala,

- obtener un valor indicador de la variación temporal de dicha corriente de fase;

35 - en caso de que el valor indicador de la variación temporal de dicha corriente de fase supere un determinado umbral de variación de corriente de fase, activar una cuarta alarma asociada a dicha fase.

40 La unidad de procesamiento de datos puede también estar configurada para enviar la señal de aviso de la detección de la fusión de un fusible de una fase determinada una vez se ha producido en un instante  $t_2$  la activación de la cuarta alarma asociada a dicha fase, y dentro de un determinado umbral temporal  $\Delta t$  a partir de dicho instante  $t_2$  están activas la primera alarma, y la segunda ó tercera alarmas asociadas a dicha fase.

La unidad de procesamiento de datos está preferentemente configurada para, una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, y mientras persista dicha condición, obtener la corriente que circula en cada fase sometida a sobreintensidad y utilizada en la determinación de la activación de la primera alarma de la siguiente forma:

45 - detectar si se produce la saturación de algún transformador de corriente;

- en caso de detectar la saturación en alguna de las fases, obtener la corriente de dicha fase mediante estimación  $i_{est}$  de la corriente real que circula por la fase correspondiente a dicho transformador saturado;

- para aquellas fases en las cuales no se produce saturación, obtener la corriente de fase mediante la

corriente medida  $i_{med}$  por el transformador de corriente correspondiente.

Breve descripción de los dibujos

5 A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

La Figura 1 muestra un Centro de Transformación urbano donde se aplica la presente invención.

La Figura 2 representa el equipo de telecontrol y los transformadores de corriente empleados para la detección de la fusión de los fusibles.

La Figura 3 muestra un ejemplo de curva característica t-I de un fusible.

10 La Figura 4 representa, para la figura anterior, las curvas de energía específica representativas de la característica de fusión del elemento fusible.

La Figura 5 muestra, a modo de ejemplo para un fusible de 400 A, la curva tiempo de fusión-corriente en valor eficaz.

15 La Figura 6 muestra, a modo de ejemplo para un fusible de 400 A, la curva energía específica ( $I^2t$ )-corriente en valor eficaz, obtenida a partir de la curva t-I.

La Figura 7 muestra, a modo de ejemplo para un fusible de 400 A, la curva energía específica ( $I^2t$ )-tiempo de fusión, obtenida a partir de la composición de las dos curvas de las figuras 5 y 6.

La Figura 8 muestra, para un ejemplo de fusión de fusible en una fase, la evolución de las corrientes de fase en el lado de Baja Tensión del Centro de Transformación.

20 La Figura 9 muestra, para el ejemplo anterior, la evolución en el tiempo del calor específico del fusible y del valor de fusión del correspondiente fusible.

La Figura 10 muestra una situación de saturación del transformador de corriente en una fase después de un fallo, representándose en tramo discontinuo la corriente real de fase y en tramo continuo la corriente medida en el transformador saturado.

25 La Figura 11 representa el circuito equivalente, una vez producido el fallo o cortocircuito en una fase, para estimar la corriente real en el transformador saturado.

La Figura 12 representa, para el ejemplo de la Figura 10, una estimación de la corriente según el circuito equivalente anterior.

30 La Figura 13 muestra un diagrama básico de funcionamiento cuando se emplea un circuito estimador de corriente.

Descripción detallada de la invención

35 La presente invención proporciona un equipo y un método de detección de fusión de fusibles 3 situados en las salidas de Baja Tensión (BT) en un Centro de Transformación 1 urbano como el mostrado en la **Figura 1**, el cual recibe energía en alta o media tensión (AT/MT) para entregarla a las acometidas 4 de clientes o abonados. Las corrientes, para cada fase del lado de Baja Tensión del Centro de Transformación 1, son medidas mediante un transformador de corriente 2.

En la **Figura 2** se muestra el equipo de telecontrol 5 encargado de la detección de fusión de fusibles y los transformadores de corriente 2, uno por cada fase y neutro, empleados para medir la corriente de fase y neutro.

40 El equipo de telecontrol 5 para la detección de fallos en Baja Tensión en Centros de Transformación urbanos comprende:

- una unidad de procesamiento de datos, encargada de ejecutar los distintos algoritmos implementados en el método;

45 - medios de almacenamiento (e.g. memorias SDRAM y EEPROM) para almacenar los registros de corriente medidos;

- módulo de adquisición de entradas analógicas, para recibir las señales provenientes de los transformadores de corriente 2 y medios de conversión analógico/digital para digitalizar dichas señales;

- uno o varios puertos de comunicaciones (e.g. Ethernet, RS232, fibra óptica) para comunicación con la central de control 8 encargada del control remoto de los Centros de Transformación;

5 El método de diagnóstico de fallos en Baja Tensión en Centros de Transformación 1 urbanos, equipados con equipos de telecontrol 5, llamados comúnmente remotas, comprende los siguientes pasos:

10 - El equipo de telecontrol toma como señales de entrada las corrientes en los secundarios (el lado de Baja Tensión) de los transformadores de corriente 2 del Centro de Transformación 1, con una frecuencia de muestreo suficiente para seguir de forma fiel estas corrientes, normalmente como mínimo 10 Khz. A partir de las medidas de tensiones secundarias en los transformadores de corriente 2, y mediante la aplicación de las oportunas relaciones de transformación, se reconstruyen las corrientes por las fases y el neutro. Estas constituirán las corrientes medidas.

15 - A partir del análisis de estas lecturas se estima si se ha fundido alguno de los fusibles 3 en el lado de Baja Tensión del Centro de Transformación 1, en cuyo caso el equipo de telecontrol 5 envía una señal de aviso 7 de dicha situación al Centro de Control 8. Para que la fiabilidad del diagnóstico sea alta, es necesario que concurren varias circunstancias.

20 • Por un lado, en el momento en que se detectan corrientes anormalmente altas, para una fase determinada, superiores a una corriente umbral de fase, se empieza a calcular la energía específica asociada a los fusibles 3 (conocida como  $i^2t$ ). Si el valor de energía específica alcanza el valor de fusión del fusible, en alguna de las fases, entonces el fusible 3 de esa fase debe de haber fundido.

25 • La fusión de un fusible va acompañada de la aparición de un fuerte crecimiento de la corriente de neutro en caso de cortocircuito fase-neutro o de un transitorio en la corriente de neutro en cualquier otro caso. El presente método permite emplear la aparición de una fuerte derivada en esta corriente como parámetro adicional de diagnóstico.

• Igualmente va acompañada de una fuerte caída de la corriente en la fase afectada. Una derivada elevada en este valor es también empleada como parámetro de diagnóstico.

30 La concurrencia de estos tres fenómenos en un corto espacio de tiempo permite diagnosticar con una muy alta probabilidad que se haya producido la fusión de fusibles en el lado de Baja Tensión del Centro de Transformación. Debe tenerse en cuenta que la fusión de fusibles en la instalación del cliente, da lugar igualmente a un transitorio en el neutro y a la aparición de una fuerte derivada en la fase afectada, pero debido a la selectividad entre fusibles, no permite alcanzar el valor de fusión de los fusibles situados en la cabecera de la línea, en el CT, ya que éstos son de mayor calibre.

35 Para calcular el valor de la energía específica de fusión es necesario que el método incorpore a su información de partida el comportamiento de los fusibles que forman parte de la instalación objeto de análisis. Ese comportamiento se refleja en dos curvas que proporciona el fabricante de los fusibles: las curvas t-i de fusión para sobreintensidades bajas y medias y los valores  $i^2t$  de fusión del elemento fusible para sobreintensidades elevadas.

40 La **Figura 3** muestra un ejemplo de curva característica t-I de un fusible 3, dato proporcionado por el fabricante. Dicha curva t-I nos proporciona el tiempo de fusión a partir de la corriente prevista de cortocircuito en valor eficaz. En el intervalo de corrientes contemplado por las curvas tiene una importancia significativa el medio circundante al elemento fusible y la transmisión del calor que permite al exterior. Sólo cuando se trata de corrientes muy elevadas la curva característica tiende asintóticamente a la recta  $I^2t=cte$  representativa de la energía específica necesaria para fundir el elemento fusible.

45 La **Figura 4** representa las curvas  $I^2t$ , las curvas de energía específica representativas de la característica de fusión del elemento fusible. En el eje de las abscisas se representa la intensidad nominal de los fusibles  $I_n$ , mientras que en las ordenadas se representa las características  $I^2t$  de pre-arco y totales en  $A^2s$ . Corresponde al funcionamiento cuando las corrientes de cortocircuito son elevadas y el comportamiento térmico es adiabático.

50 En las siguientes figuras (Figuras 5 a 7) se representa, a modo de ejemplo, los datos utilizados en una simulación para representar el comportamiento del fusible de calibre de 400 A. En la **Figura 5** se muestra la curva tiempo de fusión-corriente en valor eficaz, que es conocida y proporcionada por el fabricante de los fusibles. En la **Figura 6** se muestra la curva energía específica ( $I^2t$ )-corriente en valor eficaz, obtenida a partir

de la curva t-I. La **Figura 7** representa la curva energía específica ( $I^2t$ )-tiempo de fusión, obtenida a partir de la composición de las dos curvas anteriores.

5 En la **Figura 8** se muestra, para un ejemplo de defecto en la fase R, junto con la fusión del correspondiente fusible, en el lado de Baja Tensión del Centro de Transformación 1, la evolución de las corrientes de fase en dicho lado de Baja Tensión (BT) del Centro de Transformación 1. La **Figura 9** muestra, para el mismo ejemplo, la evolución en el tiempo de la energía específica 10 del fusible de la fase R y del valor de fusión 11 de dicho fusible. En el instante  $t_0$  se detecta una corriente anormalmente alta. En el instante  $t_1$  el valor de energía específica 10 del fusible de la fase R alcanza al valor de fusión 11 del fusible de la fase R. Finalmente, la aparición de una fuerte derivada en la corriente de esta fase R en el instante  $t_2$ , acompañada de una fuerte derivada en la corriente de neutro N (instante  $t_3$ ), en un entorno o umbral temporal  $\Delta t$  muy cercano a  $t_2$ , permite contrastar que se ha producido la fusión de al menos uno de los fusibles del CT.

15 Existe otro fenómeno que complica la detección del fallo. Ante determinados cortocircuitos, los transformadores de corriente pueden alcanzar su saturación. Esto hace que la lectura de los transformadores de corriente no sea fiable en esas circunstancias. Es más, esto puede conducir, si no se remedia, a calcular el valor de la energía específica 10 de cada fusible 3 a un valor inferior al real, con el posible error en el diagnóstico, ya que se podría pensar que no se ha alcanzado el valor de fusión 11 del fusible, cuando en realidad sí se puede haber llegado a él. Por ello, la presente invención incorpora también un procedimiento de detección de aparición de saturación, así como un procedimiento de ajuste, en caso de que se produzca la saturación, el cual es capaz de estimar cuál es la evolución temporal de la corriente en la fase de cuya medida ya no nos podemos fiar.

20 La detección de la saturación de cada transformador de corriente 2 se realiza calculando un valor representativo de la variación de la corriente de fase correspondiente, detectándose la saturación en caso de que dicho valor supere un determinado umbral de saturación. Si alguno de los transformadores de corriente 2 empleados para medir las corrientes de las fases entra en saturación se produce un descenso rápido de la corriente medida que se refleja en un fuerte incremento de la derivada de esta variable.

25 La **Figura 10** muestra una situación de saturación del transformador de corriente en una fase, representándose en tramo discontinuo la corriente real de fase 12 y en tramo continuo la corriente de fase medida 13 en el transformador, donde se aprecian las diferencias con la corriente real debido a la saturación del transformador de corriente 2. Se aprecia la necesidad de estimar la corriente real una vez se ha producido la saturación del transformador de corriente.

30 La **Figura 11** representa un circuito simplificado representativo de la instalación expuesta a cortocircuito en una fase. Dicho circuito, denominado bucle del cortocircuito, está formado por una resistencia de valor R en serie con la inductancia de valor L. El ángulo  $\varphi_U$  es el ángulo de desfase de la tensión en el instante  $t_0$  en el que se produce el cortocircuito. Se trata de un valor comprendido entre 0 y  $2\pi$ . Determinando los valores  $\varphi_U$ , R, y L se puede estimar el valor de la intensidad en cada instante.

35 Se precisan un mínimo de cuatro puntos de medida o muestras de corriente una vez iniciado el cortocircuito y antes de que se alcance la saturación (esto es, obtener el valor de corriente en el instante tomado como inicial y otros tres puntos adicionales, uno por coeficiente a determinar). Dado que se procede a la realización de un ajuste la inclusión de puntos adicionales hace mejorar la estimación.

40 Para encontrar la mejor aproximación hay que considerar los errores o residuos cometidos en la aproximación. Se puede utilizar como método de ajuste, por ejemplo, el método no lineal de ajuste por mínimos cuadrados

45 En la **Figura 12** se representa, para el ejemplo de la Figura 10, la corriente real 12, la corriente de fase medida 13 en el transformador saturado y la corriente estimada 14 anteriormente, que prácticamente coincide con la corriente real. También se representa en dicha figura, el momento de la captación de datos 15 para la estimación.

50 En la **Figura 13** se muestra un diagrama de funcionamiento de una realización preferente de la invención, cuando se emplea un circuito estimador de corriente. El equipo de telecontrol 5 monitoriza el valor de la corriente medida  $i_{med}$  por el transformador de corriente 2 para cada fase y determina si se produce o no la saturación del transformador de corriente 2. En caso de que exista saturación, el equipo de telecontrol 5 ejecuta el procedimiento de estimación anterior para obtener la corriente estimada  $i_{est}$ . Durante la saturación el modelo de fusible, mediante el cual se determina si se produce o no la fusión del fusible según se ha explicado anteriormente, del equipo de telecontrol 5 emplea la corriente estimada  $i_{est}$  en lugar de la corriente medida, para

los cálculos. Cuando se detecta que el transformador ya no está saturado, el modelo de fusible puede ya utilizar para los cálculos la corriente medida  $i_{med}$  por el transformador de corriente 2.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Método de detección de fusión de fusibles en las salidas de Baja Tensión en Centros de Transformación urbanos, **caracterizado porque** comprende obtener la corriente que circula en cada fase (R,S,T) del lado de Baja Tensión (BT) de un Centro de Transformación (1) y, en caso de que la corriente en alguna de las fases supere un umbral de corriente anómala asociado a la correspondiente fase, comprende adicionalmente:
- determinar la variación en el tiempo de la energía específica (10) asociada a los fusibles de BT (3) del Centro de Transformación (1) en las fases expuestas a sobreintensidades por defectos en la línea a la que están asociados;
  - 10 - calcular la variación en el tiempo del valor de la energía específica de fusión (11) de los fusibles (3) de las fases sometidas a sobreintensidades;
  - en caso de que el valor de energía específica (10) del fusible de una fase alcance un porcentaje determinado del valor de la energía específica de fusión (11) calculado para dicha fase, activar una primera alarma asociada a dicha fase;
  - 15 - cuando un número predeterminado de alarmas asociadas a una fase están activadas, enviar (7) a una central de control (8) una señal de aviso de la detección de la fusión del fusible correspondiente a dicha fase.
- 20 2.- Método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, comprende realizar, mientras persista dicha condición, los siguientes pasos:
- medir la corriente que circula por el neutro (N) del lado de Baja Tensión (BT) del Centro de Transformación (1);
  - obtener un valor indicador de la variación temporal de dicha corriente en el neutro (N);
  - 25 - en caso de que la corriente eficaz en el neutro (N) sea superior a una corriente umbral de neutro, y el valor indicador de la variación temporal de la corriente en el neutro (N) supere un primer umbral de variación de corriente de neutro, activar una segunda alarma asociada a la fase para la cual se ha activado la primera alarma.
- 30 3.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado porque** una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, comprende realizar, mientras persista dicha condición, los siguientes pasos:
- medir la corriente que circula por el neutro (N) del lado de Baja Tensión (BT) del Centro de Transformación (1);
  - obtener un valor indicador de la variación temporal de dicha corriente en el neutro (N);
  - 35 - en caso de que la corriente eficaz en el neutro (N) no sea superior a una corriente umbral de neutro, el valor indicador de la variación temporal de la corriente en el neutro (N) supere un segundo umbral de variación de corriente de neutro, y la corriente de neutro (N) sea creciente, activar una tercera alarma asociada a la fase para la cual se ha activado la primera alarma.
- 40 4.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, comprende realizar, mientras persista dicha condición, los siguientes pasos:
- medir la corriente que circula por la fase para la cual se ha producido la superación del umbral de corriente anómala;
  - obtener un valor indicador de la variación temporal de dicha corriente de fase;
  - 45 - en caso de que el valor indicador de la variación temporal de dicha corriente de fase supere un determinado umbral de variación de corriente de fase, activar una cuarta alarma asociada a dicha fase.
- 5.- Método según las reivindicaciones 2, 3 y 4, **caracterizado porque** la señal de aviso de la detección de la fusión de un fusible de una fase determinada se envía una vez se ha producido en un instante  $t_2$  la activación de la cuarta alarma asociada a dicha fase, y dentro de un determinado umbral temporal a partir de dicho instante  $t_2$  están activas la primera alarma, y la segunda ó tercera alarmas asociadas a dicha

fase.

6.- Método según la reivindicación 2, 3, 4 ó 5, donde el valor indicador de la variación temporal es la derivada.

5 7.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la obtención de la corriente que circula en cada fase (R,S,T) se realiza mediante medición directa a través de un transformador de corriente (2) en cada fase.

10 8.- Método según la reivindicación 1, donde una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, y mientras persista dicha condición, la obtención de la corriente que circula en cada fase (R,S,T) sometida a sobreintensidad y utilizada en la determinación de la activación de la primera alarma se realiza de la siguiente forma:

- emplear en cada fase (R,S,T) un transformador de corriente (2) para la medición de la corriente que circula en cada una de dichas fases (R,S,T),

- detectar si se produce la saturación de algún transformador de corriente (2);

15 - en caso de detectarse la saturación en alguna de las fases, obtener la corriente de dicha fase mediante estimación de la corriente real que circula por la fase correspondiente a dicho transformador saturado;

- para aquellas fases en las cuales no se produce saturación, obtener la corriente de fase mediante la medida del transformador de corriente (2) correspondiente.

20 9.- Método según la reivindicación 8, donde la detección de la saturación de cada transformador de corriente (2) se realiza calculando un valor indicador de la variación temporal del módulo de la corriente de fase correspondiente, detectándose la saturación en caso de que dicho valor supere un determinado umbral de saturación, siendo la corriente de fase decreciente en valor absoluto.

10.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, donde la estimación de la corriente real que circula por la fase de un transformador saturado se realiza de la siguiente forma:

25 - para cada fase en la cual la corriente de fase supere la corriente umbral de fase, obtener al menos cuatro medidas de dicha corriente antes de la saturación del transformador de corriente (2) correspondiente;

- estimar la corriente real que circula por la fase del transformador saturado considerando un bucle de cortocircuito formado por una resistencia de valor R en serie con una inductancia de valor L, determinando previamente los siguientes coeficientes empleando las medidas anteriores:

30 •  $\varphi_U$ , siendo el ángulo de fase de la tensión en un instante  $t_0$  en el cual la corriente de fase es superior al umbral de corriente anómala asociado a dicha fase;

• R, siendo la resistencia en el bucle del cortocircuito;

• L, siendo la inductancia en el bucle del cortocircuito.

35 11.- Equipo de detección de fusión de fusibles en las salidas de Baja Tensión en Centros de Transformación urbanos, **caracterizado porque** dicho equipo (5) comprende:

- medios de adquisición de entradas analógicas, encargados de recibir unas corrientes procedentes de unos transformadores de corriente (2) conectados en cada fase (R,S,T) y en el neutro (N) del lado de Baja Tensión (BT) de un Centro de Transformación (1);

- al menos un puerto de comunicaciones para comunicación con una Central de Control (8);

40 - medios de almacenamiento de datos;

- una unidad de procesamiento de datos configurada para:

• obtener, a partir de las corrientes procedentes de los transformadores de corriente (2), la corriente que circula en cada fase (R,S,T) del lado de Baja Tensión (BT) del Centro de Transformación (1),

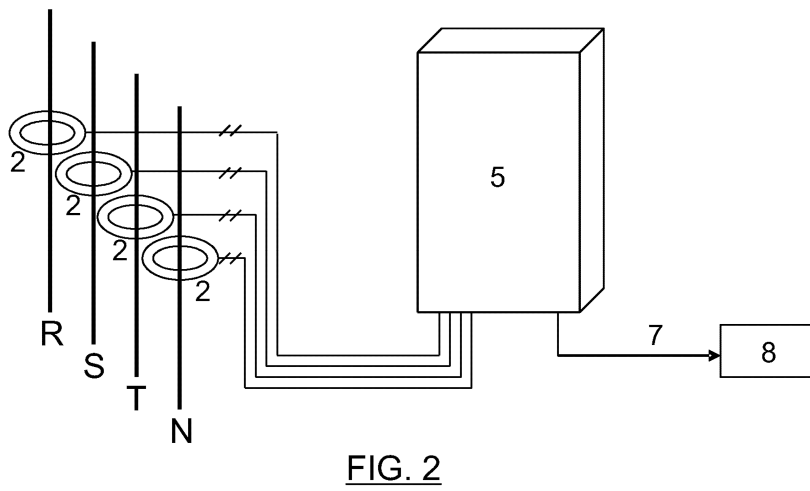
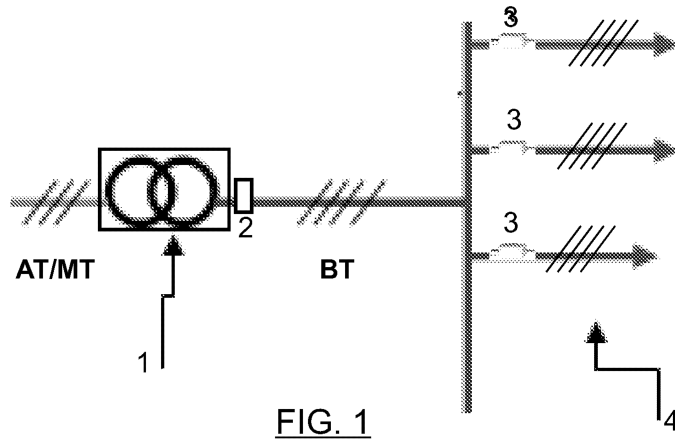
45 • comprobar si la corriente en alguna de las fases supera un umbral de corriente anómala asociado a la correspondiente fase, en cuyo caso la unidad de procesamiento de datos está

adicionalmente configurada para:

- determinar la variación en el tiempo de la energía específica (10) asociada a los fusibles de BT (3) del Centro de Transformación (1) en las fases expuestas a sobreintensidades por defectos en la línea a la que están asociados;
- 5                   - calcular la variación en el tiempo del valor de la energía específica de fusión (11) de los fusibles (3) en las fases sometidas a sobreintensidades;
- en caso de que el valor de energía específica (10) del fusible de una fase alcance un porcentaje determinado del valor de la energía específica de fusión (11) calculado para dicha fase, activar una primera alarma asociada a dicha fase;
- 10                   - cuando un número predeterminado de alarmas asociadas a una fase están activadas, enviar (7) a una central de control (8), a través de un puerto de comunicaciones, una señal de aviso de la detección de la fusión del fusible correspondiente a dicha fase.
- 12- Equipo según la reivindicación 11, **caracterizado porque** la unidad de procesamiento de datos está configurada para realizar, una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, y mientras persista dicha condición, las siguientes acciones:
- 15                   - obtener, a partir de las corrientes procedentes de los transformadores de corriente (2), la corriente que circula por el neutro (N) del lado de Baja Tensión (BT) del Centro de Transformación (1);
- obtener un valor indicador de la variación temporal de dicha corriente en el neutro (N);
- 20                   - en caso de que la corriente eficaz en el neutro (N) sea superior a una corriente umbral de neutro, y el valor indicador de la variación temporal de la corriente en el neutro (N) supere un primer umbral de variación de corriente de neutro, activar una segunda alarma asociada a la fase para la cual se ha activado la primera alarma.
- 13- Equipo según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, **caracterizado porque** la unidad de procesamiento de datos está configurada para realizar, una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, y mientras persista dicha condición, las siguientes acciones:
- 25                   - obtener, a partir de las corrientes procedentes de los transformadores de corriente (2), la corriente que circula por el neutro (N) del lado de Baja Tensión (BT) del Centro de Transformación (1);
- obtener un valor indicador de la variación temporal de dicha corriente en el neutro (N);
- 30                   - en caso de que la corriente eficaz en el neutro (N) no sea superior a una corriente umbral de neutro, el valor indicador de la variación temporal de la corriente en el neutro (N) supere un segundo umbral de variación de corriente de neutro, y la corriente de neutro (N) sea creciente, activar una tercera alarma asociada a la fase para la cual se ha activado la primera alarma.
- 14- Equipo según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado porque** la unidad de procesamiento de datos está configurada para realizar, una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del umbral de corriente anómala en alguna de las fases, y mientras persista dicha condición, las siguientes acciones:
- 35                   - obtener, a partir de las corrientes procedentes de los transformadores de corriente 2, la corriente que circula por la fase para la cual se ha producido la superación del umbral de corriente anómala,
- 40                   - obtener un valor indicador de la variación temporal de dicha corriente de fase;
- en caso de que el valor indicador de la variación temporal de dicha corriente de fase supere un determinado umbral de variación de corriente de fase, activar una cuarta alarma asociada a dicha fase.
- 15.- Equipo según las reivindicaciones 12, 13 y 14, **caracterizado porque** la unidad de procesamiento de datos está configurada para enviar la señal de aviso de la detección de la fusión de un fusible de una fase determinada una vez se ha producido en un instante  $t_2$  la activación de la cuarta alarma asociada a dicha fase, y dentro de un determinado umbral temporal  $\Delta t$  a partir de dicho instante  $t_2$  están activas la primera alarma, y la segunda ó tercera alarmas asociadas a dicha fase.
- 45                   16.- Equipo según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, **caracterizado porque** la unidad de procesamiento de datos está configurada para, una vez se ha producido en un instante  $t_0$  la superación del

umbral de corriente anómala en alguna de las fases, y mientras persista dicha condición, obtener la corriente que circula en cada fase (R,S,T) sometida a sobreintensidad y utilizada en la determinación de la activación de la primera alarma de la siguiente forma:

- detectar si se produce la saturación de algún transformador de corriente (2);
- 5
- en caso de detectar la saturación en alguna de las fases, obtener la corriente de dicha fase mediante estimación  $i_{est}$  de la corriente real que circula por la fase correspondiente a dicho transformador saturado;
  - para aquellas fases en las cuales no se produce saturación, obtener la corriente de fase mediante la corriente medida  $i_{med}$  por el transformador de corriente (2) correspondiente.



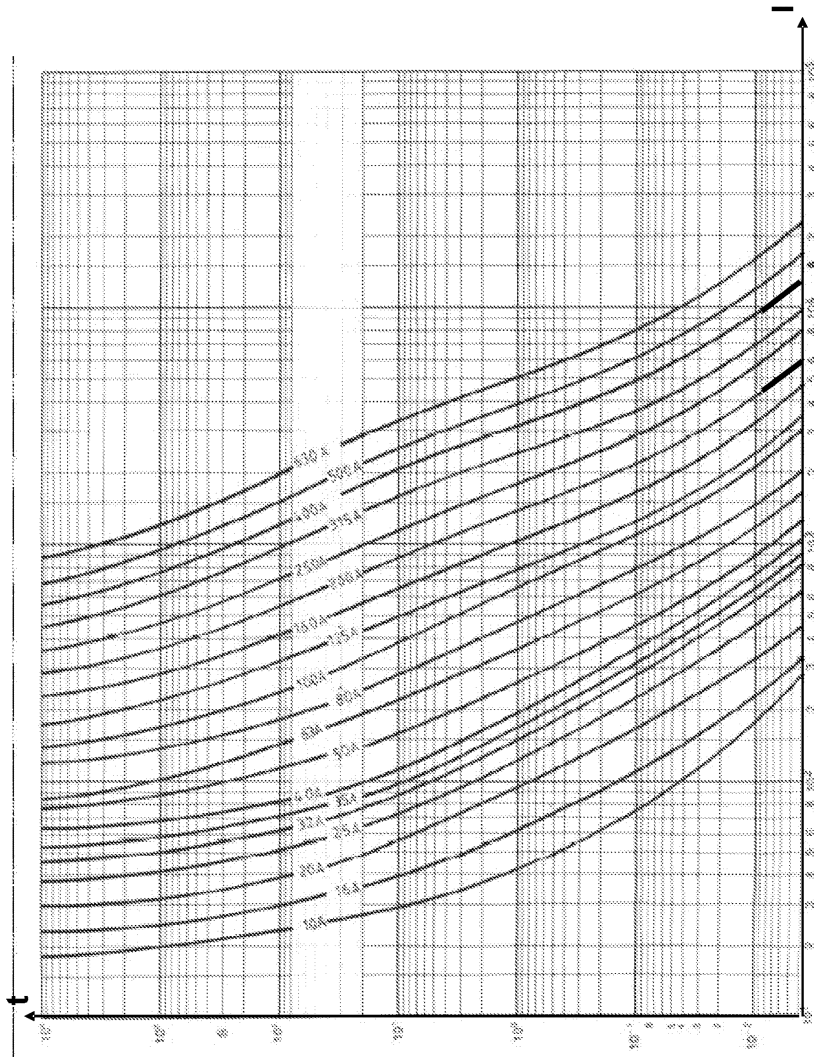


FIG. 3

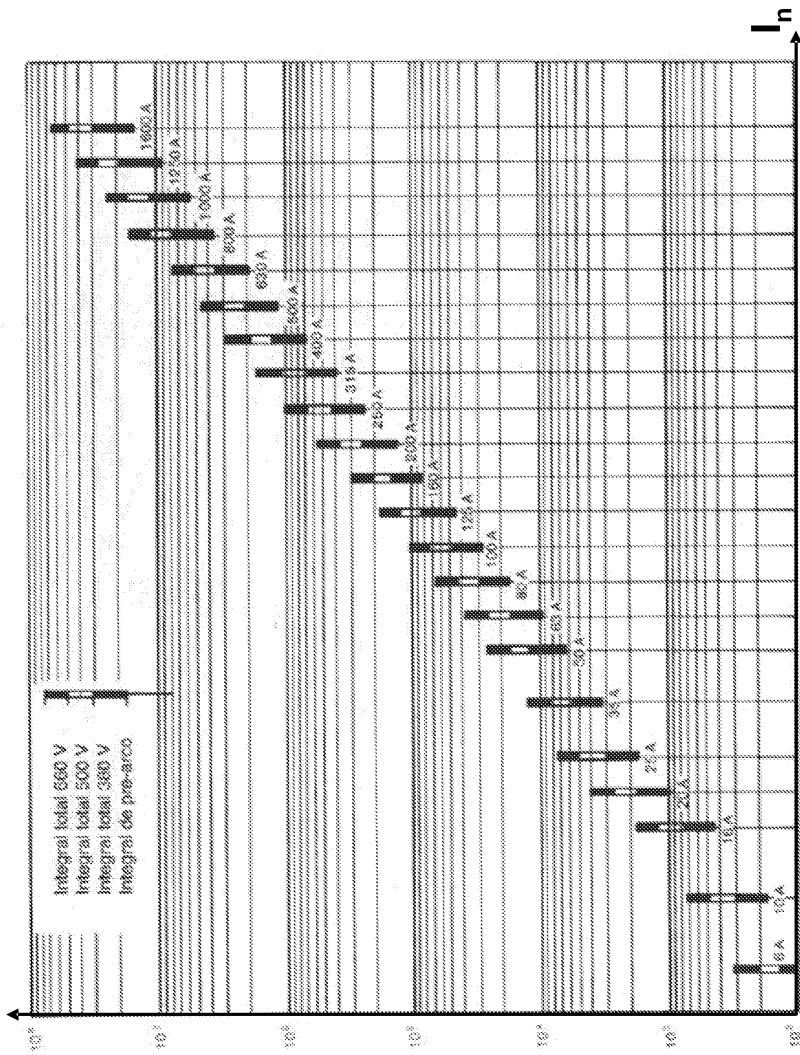


FIG. 4

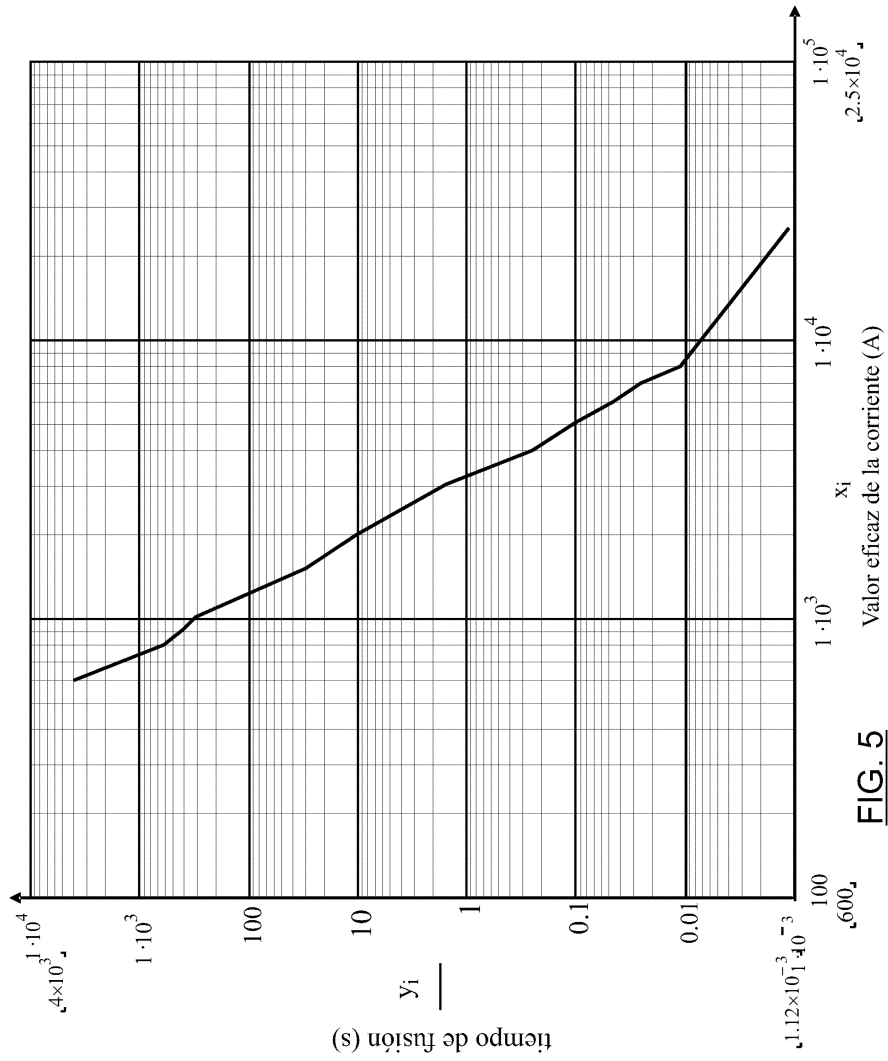
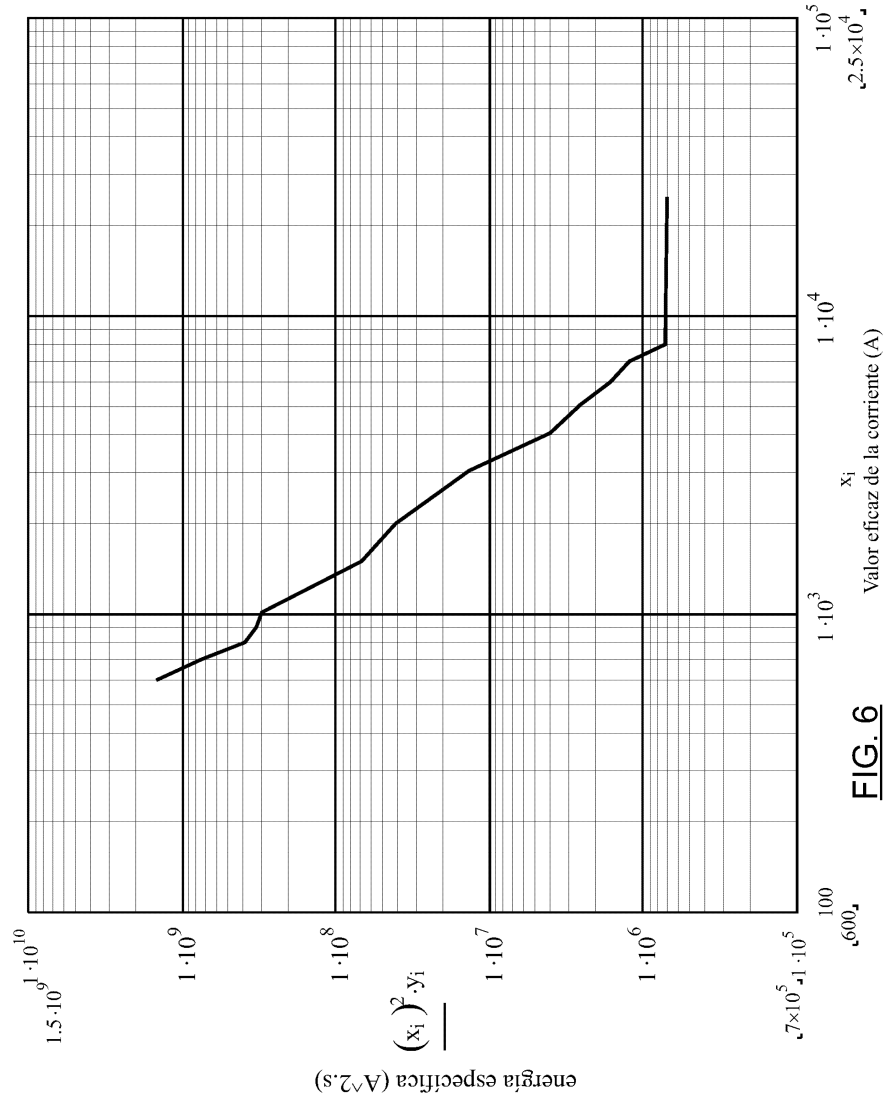


FIG. 5



**FIG. 6**

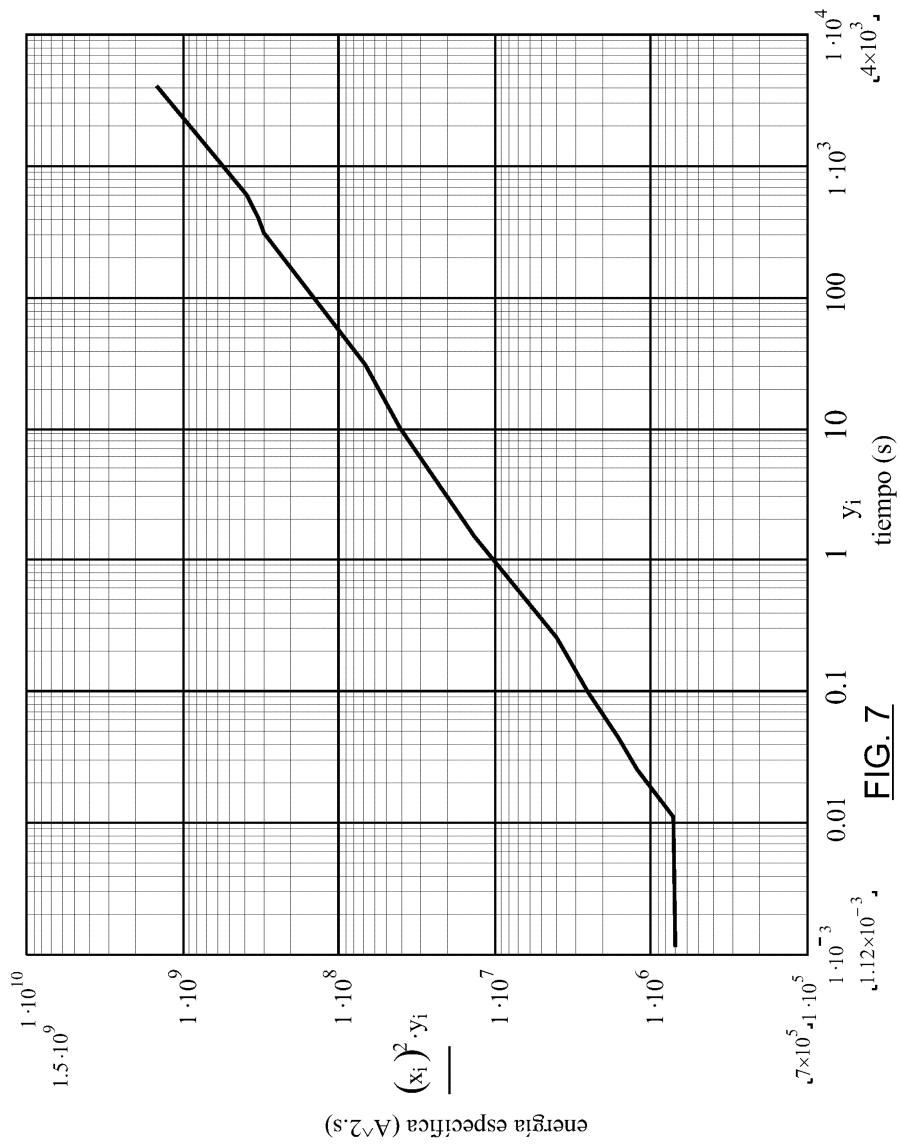


FIG. 7

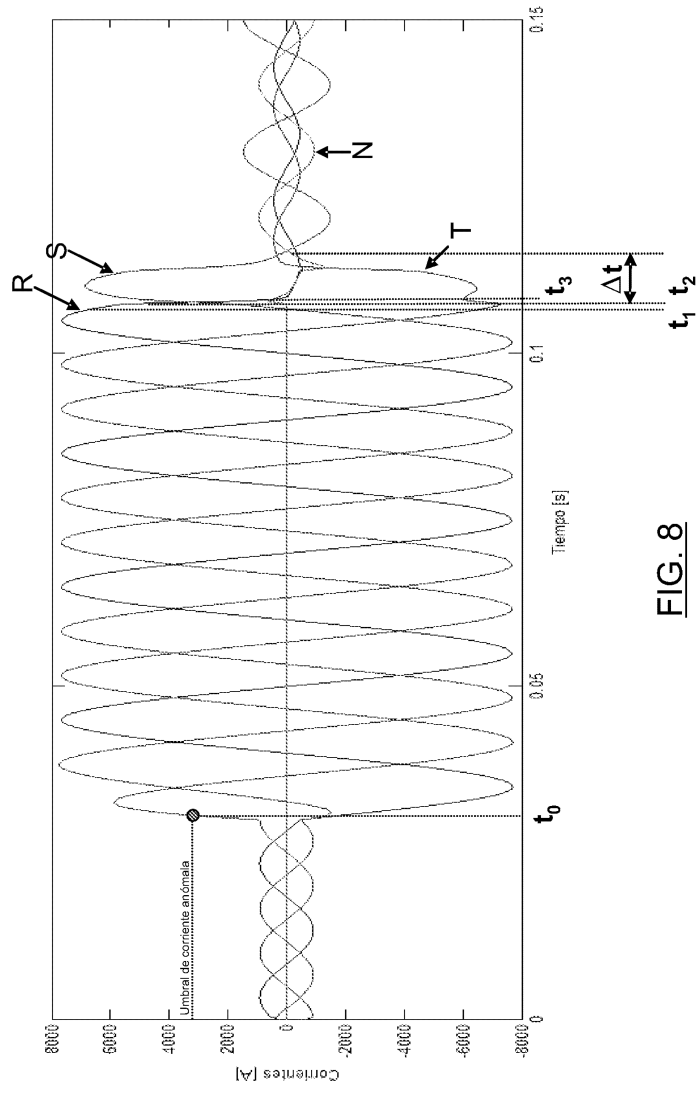


FIG. 8

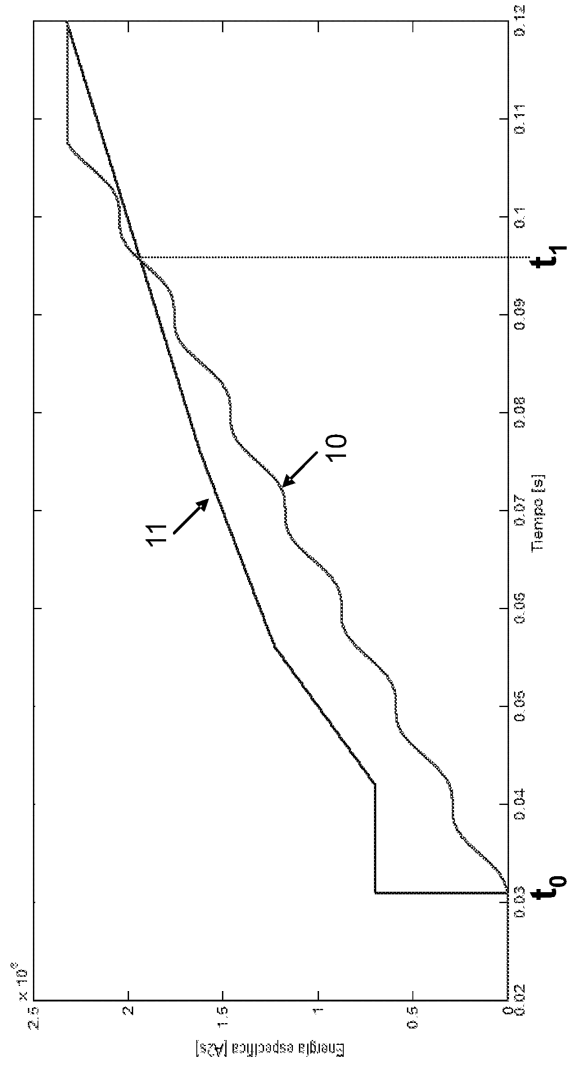


FIG. 9

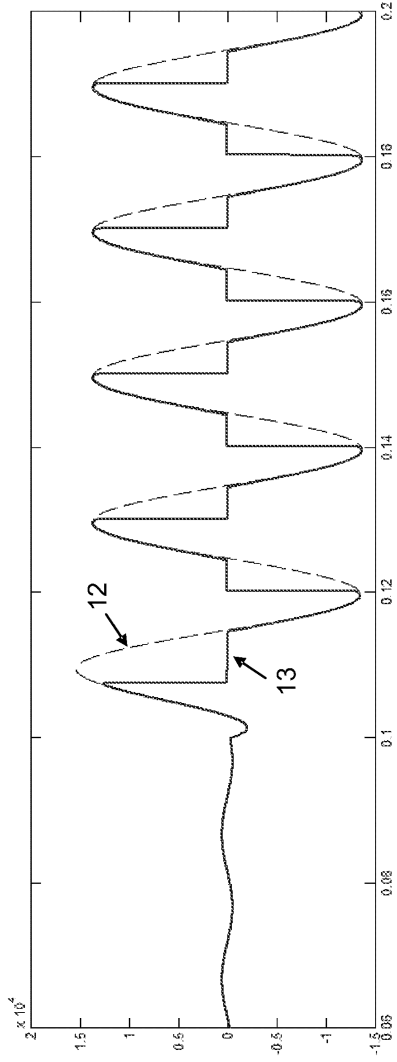


FIG. 10

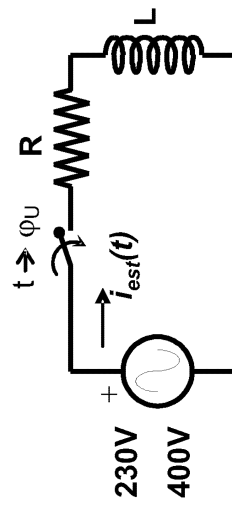


FIG. 11

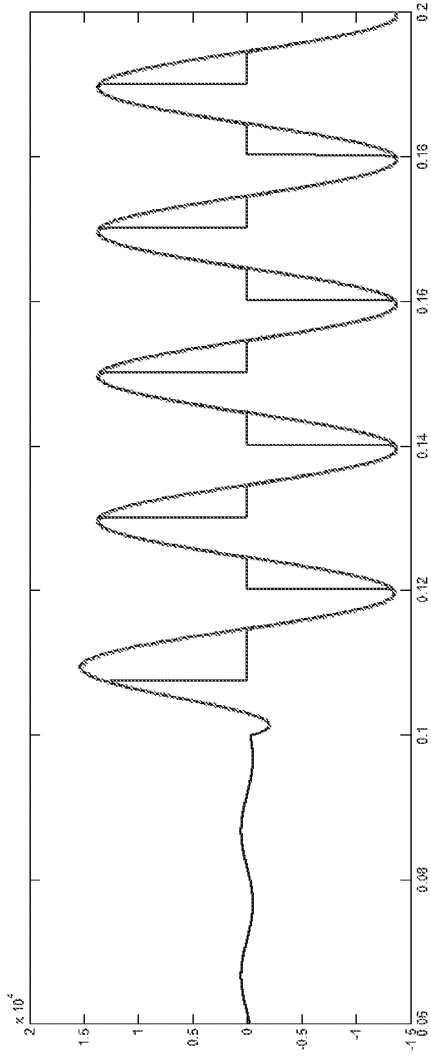
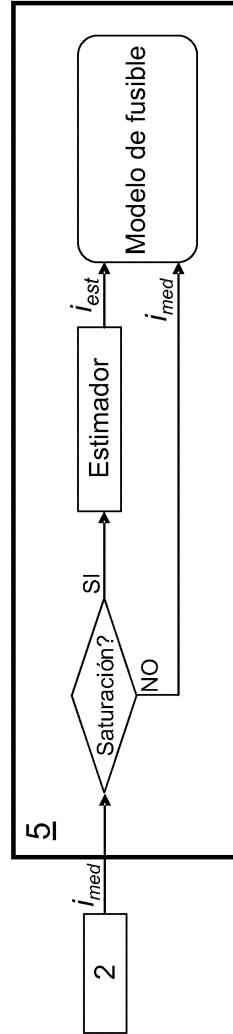


FIG. 12

FIG. 13





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201031741

②② Fecha de presentación de la solicitud: 26.11.2010

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H02H3/04** (2006.01)  
**G01R31/02** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2010271045 A1 (OKA TOSHIAKI et al.) 28.10.2010, todo el documento.	1-16
A	EP 1058283 A2 (SCHNEIDER M) 06.12.2000, párrafo [0032]; resumen; figuras.	1-16
A	DE 4210119 A1 (SIEMENS AG) 15.10.1992, todo el documento.	1-16
A	US 2010066381 A1 (MOUSAVI MIRRASOUL J et al.) 18.03.2010, párrafos [0044],[0048]; figuras.	1-16
A	US 2002131222 A1 (MCCLURE GRAEME N et al.) 19.09.2002, resumen; párrafos [0004-0005],[0013].	1-16

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
25.09.2012

Examinador  
M. P. López Sábater

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01H, G01R

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, IEEE, Internet

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 25.09.2012

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-16	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-16	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2010271045 A1 (OKA TOSHIAKI et al.)	28.10.2010
D02	EP 1058283 A2 (SCHNEIDER M)	06.12.2000

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

## Reivindicación 1:

En el estado de la técnica anterior se ha encontrado el documento D01, en el que se divulga un método para distinguir si han actuado los fusibles ante una falta en la salida de Baja Tensión de un Centro de Transformación. En dicho método se incorporan uno o varios circuitos adicionales que obtienen la corriente que circula por el neutro de cada línea de salida del CT y que ante variaciones en la corriente de neutro disparan una alarma.

En otros documentos, como en D02, se recurre a implementar un dispositivo en cada fusible que informa de la ruptura del mismo.

En ninguno de los dos tipos de solución mencionados se tiene en cuenta el valor de la energía específica del fusible. Como consecuencia de lo anterior, esta reivindicación independiente es nueva y tiene actividad inventiva.

## Reivindicaciones 2 a 10

Dado que estas reivindicaciones dependen directa o indirectamente de la reivindicación 1, también serán nuevas e inventivas.

## Reivindicación 11:

Esta reivindicación tampoco se ha encontrado en ningún documento del estado de la técnica anterior, por lo que también es nueva y tiene actividad inventiva.

## Reivindicaciones 11 a 16:

Tal y como sucede con las reivindicaciones 2 a 10, estas reivindicaciones dependientes también son nuevas e inventivas.