



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 346 959**

51 Int. Cl.:
G01R 19/25 (2006.01)
G01R 15/14 (2006.01)
G01R 19/00 (2006.01)
G01R 19/165 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02735606 .2**
96 Fecha de presentación : **07.06.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1397693**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.03.2004**

54 Título: **Dispositivos de medida.**

30 Prioridad: **08.06.2001 GB 0113941**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.10.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.10.2010

73 Titular/es: **Eaton Electric Limited**
Reddings Lane, Tyseley
Birmingham, West Midlands B11 3EZ, GB

72 Inventor/es: **Murray, Martin, Anthony;**
Crosier, Mark David y
Reeder, Brian Martin

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 346 959 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

Dispositivos de medida.

5 Esta invención se refiere a dispositivos de medida para instalaciones eléctricas y, en particular, a dispositivos de medida que incluyen un módulo de detección de intensidad/tensión para analizar intensidad y tensión para facilitar, *inter alia*, una detección de intensidad residual y un consumo de energía.

10 Un método de detección de corrientes residuales puede implicar el uso de un transformador de intensidad que tiene devanados primarios a través de los cuales, en el caso de un dispositivo monofásico, la corriente de carga circula en direcciones opuestas de forma que si la intensidad de retorno es diferente de la intensidad que circula hacia fuera debido a fugas de corriente, se induce una señal de intensidad de salida en un devanado secundario del transformador. En el caso de un dispositivo multifásico, se conectan devanados primarios en todas las líneas de fase y en la línea de neutro. En situaciones normales, cuando no hay fugas de corriente, la corriente neta inducida en 15 el devanado secundario es cero y, por lo tanto, no se detecta ninguna salida. Estos dispositivos están sujetos a desconexiones intempestivas que se originan por sobretensiones en el suministro, interruptores en los aparatos y similares. Otros problemas se plantean porque el transformador está diseñado para ser sensible a desequilibrios muy pequeños de intensidad causados por las fugas de corriente. Con fallos por fugas de corriente relativamente grandes, el flujo magnético puede causar que el núcleo del transformador se sature y por ello falle en inducir una corriente en el devanado secundario. Alternativamente, una corriente inducida grande puede causar la saturación de un amplificador del 20 circuito electrónico que es usado para procesar la señal de corriente inducida.

También, los dispositivos con transformador toroidal pueden ser insensibles para dar fallos de fuga de corriente, de tal forma que el fallo pasa sin ser detectado y no ocurre ninguna desconexión. Muchos sistemas eléctricos incorporan 25 alimentaciones de energía que pueden conmutarse, por ejemplo convertidores de CA a CC e inversores de control de velocidad de motores y sistemas de arranque. En sistemas de este tipo, las fases de alimentación de CA son conmutadas electrónicamente (por ejemplo con FETs de alta tensión) para proporcionar señales con forma de onda rectificadas. En tales casos un fallo de fuga de corriente puede no inducir suficiente corriente en el devanado secundario para detectar el fallo.

30 Un método de determinar el consumo de energía es medir la tensión a través de los hilos de alimentación de energía y la intensidad que circula a través de ellos y multiplicar luego la intensidad por la medida de la tensión para determinar una medida de energía. Una aproximación es usar un shunt de valor conocido conectado en serie con uno de los hilos y medir la tensión y la intensidad que circula a través de él. Los medidores de energía incluyen un contador o reloj 35 para medir el número de vatios-hora consumidos. El contador o reloj es leído periódicamente de forma manual con objeto de que pueda facturarse al consumidor la cantidad de electricidad usada.

También podrían usarse resistencias de shunt para detectar un desequilibrio en la intensidad causado por una fuga de corriente. Sin embargo, para ser útiles ellas solas como dispositivo de seguridad de detección de intensidad residual 40 para disparar un disyuntor, las resistencias de shunt tendrían que ser extremadamente exactas. La intensidad que circula a través de los shunts necesitaría ser detectada con una exactitud del orden de 1 a 10 mA en 100 A (10^{-5} a 10^{-4}). Esto significa que sería necesaria una circuitería de medida sofisticada y compleja para proporcionar la resolución requerida así como resistencias de shunt precisas y estables que tuvieran características de resistencia lineales.

45 Convencionalmente, los dispositivos de intensidad residual y los medidores de consumo de energía son dispositivos discretos separados. El medidor de consumo de energía está situado usualmente en el punto de entrada de la alimentación de electricidad al inmueble y el dispositivo de intensidad residual está situado dentro de la unidad consumidora o caja de fusibles desde la cual se distribuyen los circuitos al inmueble.

50 El documento de patente francesa FR 2590030 describe un dispositivo de medida de corriente alterna que tiene un shunt que conduce la corriente eléctrica que va a ser medida. Los terminales del shunt están conectados al devanado primario de un transformador y los terminales del devanado secundario del transformador están conectados a un instrumento para medir o comparar tensiones.

55 El documento de patente francesa FR 2430680 describe un dispositivo de medida de intensidad que comprende un toroide magnético previsto entre una fuente y un circuito de corriente continua o alterna.

60 El documento de patente americana US 6018700 describe un dispositivo de monitorización de intensidad para un circuito eléctrico, dispositivo de monitorización que tiene medios sensores de intensidad que comprenden una resistencia conectada en serie con el circuito eléctrico.

El documento de patente americana US 4278938 describe un dispositivo de medida de intensidad que comprende un núcleo toroidal.

65 Es un objetivo de la presente invención concebir un dispositivo combinado de medida de intensidad residual y energía que supere o, al menos, alivie estos problemas. Es otro objetivo de la invención concebir un dispositivo combinado de medida de intensidad residual y energía que sea menos voluminoso que los dispositivos convencionales y que

ES 2 346 959 T3

funcione en un grado aumentado de sofisticación de tal forma que facilite la monitorización remota de la instalación eléctrica.

5 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un dispositivo combinado toroide/shunt como se define en la reivindicación 1.

10 En una realización, el primer rango de intensidad residual en CA es una intensidad residual de CA que resulta de fugas a tierra o fugas cruzadas entre los conductores hasta un nivel de saturación, en el cual el toroide o un medio electrónico asociado a él se satura, y el segundo rango incluye intensidades residuales de CA por encima de dicho nivel de saturación.

15 El dispositivo combinado toroide/shunt puede comprender, además, medios procesadores para generar una señal de desconexión a partir de dichos primer y/o segundo desequilibrios de intensidad indicativos de la presencia de un fallo por intensidad residual.

Preferiblemente, los medios procesadores son efectivos para generar la señal de desconexión sobre la base de un criterio de comparación de la señal de desequilibrio de intensidad con un umbral predeterminado.

20 Más preferiblemente, el dispositivo combinado toroide/shunt comprende, además, un disyuntor efectivo para interrumpir esa alimentación de CA en respuesta a dicha señal de desconexión.

25 En otra realización, un dispositivo de monitorización para una instalación eléctrica comprende el dispositivo combinado toroide/shunt. Aquí, los medios de detección de intensidad responden a la intensidad que circula en cada uno de dichos conductores y el procesador puede operar para generar una señal de intensidad indicativa de la intensidad detectada en cada uno de dichos conductores.

30 El dispositivo de monitorización puede comprender, además, medios detectores tipo resistencia para su conexión entre dichos conductores neutro y de fase para generar una salida indicativa de la tensión entre dichos conductores de fase y neutro mediante la medida de la caída de tensión a través de los medios resistencia o una porción de ellos dividida en potencial.

Preferiblemente, los medios procesadores son efectivos para generar una señal de salida derivada de dichas señales de intensidad y tensión para facilitar la determinación del consumo de energía.

35 Los medios detectores de intensidad, bien del dispositivo combinado toroide/shunt bien del dispositivo de monitorización, pueden comprender, también, un primer convertidor analógico a digital acoplado a un devanado secundario del transformador para generar una señal digital representativa del desequilibrio de intensidad captado por el toroide.

40 Preferiblemente, los medios de detección de corriente comprenden, también, un segundo convertidor analógico a digital acoplado al detector de tipo resistencia de shunt para generar señales digitales representativas de la intensidad que circula a través del conductor neutro y de cada uno de los al menos un conductores de fase.

45 Más preferiblemente, el segundo convertidor analógico a digital está acoplado a dichos medios detectores tipo resistencia para generar señales digitales representativas de la tensión entre dichos conductores neutro y de fase.

Los primer y/o segundo convertidores analógico a digital pueden incluir un multiplexor para acoplar selectivamente dos o más de dichos medios detectores y generar las correspondientes señales digitales representativas de la tensión o intensidad detectadas.

50 Es evidente que, en realizaciones de la invención, el dispositivo está provisto de dos medios para detectar una intensidad residual. El transformador toroidal facilita la detección de un desequilibrio de intensidad entre los conductores neutro y de fase, comparación indicativa de la corriente detectada en los conductores neutro y de fase. El detector tipo shunt puede facilitar, por su parte, la detección de una intensidad residual incluso cuando la intensidad residual se origina por un fallo de CC, no detectable por el transformador. El detector tipo shunt puede facilitar también la
55 detección de intensidad residual en circunstancias en las que el flujo magnético causa que el transformador se sature.

60 Es evidente que realizaciones de la invención proporcionan un dispositivo integral o combinado de energía e intensidad residual. Una ventaja que resulta de esto es que el medidor de energía, el cual es propiedad usualmente del suministrador eléctrico, puede ser propiedad del usuario. Los parámetros que se refieren al uso de la electricidad y las condiciones de fallo son transmitidos a una estación monitorizada por el suministrador para propósitos de facturación, diagnóstico, consumo o servicio. También es claro que es posible una reducción de volumen con respecto a dispositivos convencionales de medida de energía e intensidad residual separados. Esto permite que los dispositivos que realizan la invención sean incorporados en instalaciones para proporcionar la evitación de desconexiones, una mayor discriminación, una indicación de fallos y la monitorización aguas abajo. La medida de subcircuitos puede ser
65 efectuada de forma particular si los dispositivos están conectados en red, permitiendo esto una mejor discriminación y aislamiento de fallos, desconectando primero los subcircuitos antes de que se desconecte el circuito principal. Se conciben otros usos más tales como proporcionar datos de alarma antes de desconectar y su uso en sistemas de gestión de edificios.

ES 2 346 959 T3

De acuerdo con un aspecto relacionado, el cual es mencionado a modo de antecedente, se proporciona un dispositivo de medida para una instalación eléctrica que comprende una pluralidad de conductores, dispositivo que comprende medios de tipo toroide para detectar una intensidad residual y medios de consumo de energía que comprenden medios detectores tipo shunt para generar una señal de intensidad indicativa de la intensidad detectada en al menos uno de dichos conductores y medios detectores de tipo resistencia para generar una señal de tensión indicativa de la tensión a través de, al menos, un par de dichos conductores.

En una realización preferida, la instalación eléctrica comprende un suministro de CA por medio de un conductor neutro y un conductor de fase, comprendiendo dichos medios de tipo toroide un detector tipo transformador toroidal para generar una señal de intensidad residual en respuesta a una intensidad residual detectada en dicha instalación eléctrica, y dichos medios detectores tipo resistencia se proporcionan para su conexión entre dichos conductores neutro y de fase para generar dicha señal de tensión mediante la medida de la caída de tensión a través de los medios detectores tipo resistencia o una porción de ellos dividida en potencial, comprendiendo el dispositivo, además, medios procesadores para generar una señal de desconexión indicativa de la presencia de un fallo de intensidad residual en dependencia de dicha señal de intensidad residual, para facilitar con ello la actuación de un disyuntor para interrumpir dicho suministro de CA en respuesta a dicha señal de desconexión y una señal de salida derivada de dichas señales de intensidad y tensión para facilitar la determinación del consumo de energía.

En otra realización preferida, un suministro de CA puede comprender una pluralidad de fases, comprendiendo cada una de las fases un suministro por medio de un conductor de fase y dicho conductor neutro, en el que los medios detectores tipo shunt comprenden un correspondiente shunt conectado en serie en cada uno de dichos conductores de fase para proporcionar una correspondiente señal de intensidad indicativa de la intensidad que circula en el correspondiente conductor de fase y dichos medios detectores tipo resistencia comprenden unos correspondientes medios resistencia conectados entre cada uno de dichos conductores de fase y dicho conductor neutro, siendo dicho procesador efectivo para generar señales representativas de la tensión entre cada conductor de fase y dicho conductor neutro mediante la medida de la tensión a través de cada uno de dichos medios resistencia o porciones de ellos divididas en potencial.

De acuerdo con un segundo aspecto relacionado, el cual es mencionado a modo de antecedente, se proporciona un dispositivo de medida para una instalación eléctrica que tiene un suministro de CA por medio de un conductor neutro y al menos un conductor de fase, dispositivo que comprende un detector tipo transformador toroidal para generar una señal de intensidad residual en respuesta a una intensidad residual detectada en dicha instalación eléctrica, un detector de tipo resistencia de shunt para generar correspondientes señales de intensidad indicativas de la intensidad detectada en dicho conductor neutro y en cada uno de dichos al menos un conductores de fase, medios procesadores para generar una señal de desconexión indicativa de la presencia de un fallo por intensidad residual en dependencia de dicha señal de intensidad residual y/o de la correspondiente señal de intensidad detectadas, y un disyuntor efectivo para interrumpir dicho suministro de CA en respuesta a dicha señal de desconexión.

En una realización preferida, para cada uno de dichos al menos un conductores de fase, el dispositivo puede comprender, además, medios detectores tipo resistencia para su conexión entre dichos conductor neutro y conductores de fase y efectivo para proporcionar una señal representativa de la tensión entre dichos conductores neutro y de fase mediante la medida de la caída de tensión a través de dichos medios detectores tipo resistencia o una porción de ellos dividida en potencial.

En una realización, los medios procesadores comprenden un primer convertidor analógico a digital acoplado a un devanado secundario de dicho transformador para generar dicha señal de intensidad residual como una señal digital representativa de la tensión captada a través del devanado y/o la intensidad en el devanado.

Los medios procesadores pueden comprender, además, un segundo convertidor analógico a digital acoplado al detector tipo resistencia de shunt para generar señales digitales representativas de la intensidad que circula a través de dicho conductor neutro y cada uno de dichos al menos un conductores de fase.

Los primer y/o segundo convertidores analógico a digital pueden estar también acoplados a dichos medios detectores tipo resistencia para generar señales digitales representativas de dicha tensión entre dichos conductores neutro y de fase.

Como alternativa, los primer y/o segundo convertidores analógico a digital pueden incluir un multiplexor para acoplar selectivamente dos o más de dichos medios detectores y generar las señales digitales correspondientes representativas de la tensión o la intensidad detectadas.

Cada uno de los convertidores analógico a digital puede incluir un modulador delta-sigma.

Los medios procesadores pueden incluir un microprocesador para recibir las señales digitales de los primer y segundo convertidores analógico a digital para determinar la energía consumida por la instalación eléctrica a partir de las señales digitales. El microprocesador puede, además, ser efectivo para generar una señal de desequilibrio de intensidad indicativa de la intensidad residual durante el tiempo real a partir de la señal de intensidad residual. El microprocesador puede, además, ser efectivo para generar dicha señal de desequilibrio de intensidad a partir de una comparación de dichas señales de intensidad en dichos conductores neutro y de fase. El microprocesador puede ser,

ES 2 346 959 T3

además, efectivo para generar dicha señal de desconexión sobre la base de un criterio de comparación de dicha señal de desequilibrio de intensidad con un umbral predeterminado.

5 El microprocesador puede, aún más, ser efectivo para analizar la intensidad residual, la intensidad y la tensión con objeto de detectar una o más condiciones, que incluyen sobreintensidad, fallo por arco, fuga de corriente permanente y medida de "Energía real" a partir del ángulo de fase ($\text{Energía} = \text{Tensión} * \text{Intensidad} * \text{Coseno}(\phi)$). El consumo de energía, junto con las otras condiciones de funcionamiento o eventos pueden ser registrados para futura referencia. Esta información es útil para propósitos de diagnóstico.

10 Se puede prever un sensor de temperatura para permitir la comparación de fluctuaciones de temperatura en los shunts. El microprocesador puede ser calibrado para generar señales de intensidad y tensión teniendo en cuenta la temperatura de los shunts con respecto a un punto de referencia.

15 El microprocesador puede estar dispuesto para ajustar el umbral de la intensidad residual necesaria para generar una señal de desconexión si aprende que la intensidad residual es causada por una fuga permanente en la instalación. La función del detector de intensidad residual continuará, por lo tanto, operando como un dispositivo de seguridad mientras que minimiza la posibilidad de desconexión intempestiva. Por ejemplo, si hubiera una fuga permanente de 10 mA cuando se instala el dispositivo de monitorización, el dispositivo desconectaría cuando el umbral predeterminado fuera alcanzado por encima del nivel de 10 mA más bien que de 1 nivel cero.

20 También puede preverse un dispositivo de comunicación para transmitir esta información a una estación remota de monitorización.

25 Ahora, la invención se describirá más, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que acompañan, en los cuales:

la Figura 1 es un diagrama de bloques de un dispositivo combinado medidor de energía e intensidad residual que realiza la presente invención aplicado a un suministro eléctrico monofásico;

30 la Figura 2 es un diagrama de bloques de un dispositivo combinado medidor de energía e intensidad residual que realiza la presente invención aplicado a un suministro eléctrico trifásico;

y

35 la Figura 3 es un diagrama de flujo que indica una secuencia de operación para la detección de intensidad residual en un dispositivo que realiza la presente invención.

40 Una configuración de la estructura de un dispositivo de monitorización que realiza la presente invención se muestra en las Figuras 1 y 2 en un primer aspecto. La Figura 1 muestra un dispositivo monofásico en el cual el núcleo 1 del transformador toroidal está acoplado a los conductores neutro y de fase, 2 y 3 respectivamente, de una red de suministro de CA. Una bobina 4 secundaria está arrollada alrededor del núcleo 1 y acoplada a un primer convertidor 5 analógico a digital para generar un salida digital 01 representativa del desequilibrio de intensidad captado por el transformador 1 toroidal.

45 Los medios detectores tipo shunt comprenden un shunt 6a resistivo provisto en serie con el conductor 3 neutro de la red. Este puede ser de un material resistivo tal como manganina que tiene una resistencia nominal de 0,2 m Ω con una tolerancia de menos del 5%. Los respectivos extremos del shunt 6a están conectados a un convertidor 7 analógico a digital que produce una salida 02 digitalizada representativa de la caída de tensión a través del shunt 6a. La caída de tensión a través del shunt 6a proporciona una medida de la intensidad que circula por el conductor 3 neutro.

50 Los medios detectores de tipo resistencia comprenden un divisor de potencial que tiene resistencias 8a, 8b, 9 conectados entre los conductores de fase y neutro, 2, 3 respectivamente, de la red. La tensión entre estos conductores puede determinarse mediante la medida de la caída de tensión a través de la resistencia 8a conectando los correspondientes extremos de la resistencia 8a a un segundo convertidor 7 analógico a digital. La salida 02 digitalizada contiene la información sobre la tensión a través de la resistencia 8a.

55 Una unidad 10 de alimentación está prevista para sacar energía desde los conductores 2, 3 de fase y neutro y para suministrar tensiones controladas a los convertidores 5, 7 analógico a digital por medio de barreras de aislamiento 11, 12 y del procesador 13. Un multiplexor puede ser previsto en cada uno de los convertidores para proporcionar al procesador, a través de sus respectivas barreras de aislamiento, señales representativas tanto de la intensidad en el shunt asociado como de la tensión en un extremo de él. El procesador 13 usa estas señales para monitorizar la intensidad en cada shunt así como el desequilibrio de intensidad captado por la bobina 4 del transformador 1 toroidal.

60 En el caso de un desequilibrio de intensidad que exceda un umbral predeterminado, el procesador genera un señal de desconexión 03 la cual acciona un actuador 14 de solenoide para interrumpir o desconectar los correspondientes conductores 2, 3 por medio de un disyuntor indicado esquemáticamente por los interruptores 15 y 16 en la Figura 1.

ES 2 346 959 T3

El procesador 13 también está provisto de un Transmisor Asíncrono Universal (UART) 25 como un medio para generar y transmitir una señal de salida en forma de comunicaciones de datos en serie 04. El procesador 13 proporciona señales de salida basadas en las señales de intensidad y tensión detectadas. Esto puede incluir una señal de consumo de energía basada en la energía calculada a partir de las señales de intensidad y tensión detectadas junto con un tiempo derivado de una señal de un generador de reloj 26 que está dentro de procesador 13.

Cada uno de los convertidores analógico a digital comprende un convertidor analógico a digital en forma de un modulador 17 delta-sigma el cual proporciona un flujo de datos digital de un bit de alta frecuencia. Un sensor 18 de temperatura está previsto para que las señales 01 y 02 de salida digitalizadas sean modificadas para compensar las fluctuaciones de temperatura. La modificación puede ser efectuada por medio de una técnica de calibración que implica el uso de una tabla de consulta (no mostrada). La compensación de temperatura puede tomar la forma de un polinomio ajustado a los resultados de las pruebas de calibración, siendo almacenados los coeficientes del polinomio en la tabla de consulta.

En un segundo aspecto, también mostrado en la Figura 1, los medios detectores tipo shunt comprenden otra resistencia 6b de shunt prevista en serie con el conductor 2 de fase da la red. Los respectivos extremos del otro shunt 6b están conectados al convertidor 5 analógico a digital de tal forma que la salida 02 digitalizada contiene una señal digital representativa de la caída de tensión a través del otro shunt 6b. La caída de tensión a través del otro shunt 6b proporciona una medida de la intensidad que circula por el conductor 2 de fase. El procesador 13 realiza una comparación de las intensidades detectadas en los conductores 2, 3 de fase y neutro para detectar una intensidad residual. Una intensidad residual no detectada por el transformador 1 toroidal, por ejemplo una intensidad residual en CC o una intensidad residual de saturación, será detectada por el detector tipo shunt a partir de lo cual el procesador 13 genera una señal 03 de desconexión.

Las resistencias 8a, 8b y 9 que comprenden los medios detectores de tipo resistencia proporcionan una señal de tensión adicional conectando los respectivos extremos de la resistencia 8b al primer convertidor 5 analógico a digital. La salida 01 digitalizada contiene la información sobre la tensión a través de la resistencia 8b. Las resistencias 8a, 8b, a través de las cuales se hacen las conexiones para proporcionar las señales de tensión, son resistencias de precisión de valor óhmico relativamente bajo, mientras que la resistencia 9 intermedia tiene un valor óhmico relativamente alto. La relación entre las tensiones medidas a través de las resistencias de precisión 8a, 8b debe permanecer constante. Monitorizando esta relación, se proporciona una referencia independiente, de forma que si la relación cambia durante el tiempo debido a una deriva en el convertidor 5 analógico a digital o sus referencias, puede hacerse un ajuste mediante software en el procesador 13 para corregir el valor de la tensión medida.

La Figura 2 muestra una disposición trifásica en la cual las características similares a las de la Figura 1 tienen el mismo número de referencia. En este caso, el suministro de CA tiene dos conductores 21, 22 de fase adicionales para la segunda y tercera fases de suministro respectivamente. Dos convertidores 14, 15 analógico a digital adicionales están previstos para las dos fases adicionales. Éstos generan, respectivamente, para las segunda y tercera fases, señales representativas de las intensidad y la tensión captadas y suministran éstas al procesador 13 por medio de las barreras de aislamiento 19 y 20. En la disposición de la Figura 2, los medios detectores tipo shunt comprenden un shunt 6a resistivo en el conductor 3 neutro de la red, y shunts 6b, 6c, 6d resistivos en cada uno de los conductores de fase, 2, 21, 22 respectivamente, de la red. Se hace notar que las conexiones de captación de tensión a los convertidores 23 y 24 analógico a digital son hechas por medio de cadenas de resistencias conectadas entre cada una de las líneas de fase y el neutro de una manera similar a las resistencias 8a, 8b, y 9 de la Figura 1.

Tanto en la Figura 1 como en la Figura 2, el procesador 13 está programado para llevar a cabo los cálculos necesarios para determinar la existencia de un desequilibrio. También está programado para determinar la intensidad y la tensión con respecto a cada fase hasta un alto grado de precisión para una medida subsiguiente del consumo. Estas medidas pueden ser analizadas con objeto de detectar una o más condiciones de funcionamiento diferentes que incluyen fallo por arco, fuga de corriente permanente, medida del la Energía Real. Esta información es útil para propósitos de diagnóstico.

Haciendo referencia a la Figura 3, el procedimiento de operación de un dispositivo de monitorización incluye ciertas funciones que son realizadas mediante componentes de hardware y otras que son realizadas mediante un programa de software que está en el procesador el cual comprende una unidad microcontroladora (MCU). En el paso 101 se activa el suministro de energía. Se realizan varias comprobaciones por el hardware para asegurar que el suministro no es conectado en presencia de una intensidad residual grande. Un monitor 102 de la unidad de alimentación comprueba que la alimentación de energía es estable. Si no, el dispositivo espera hasta que el suministro sea estable antes de proseguir al paso 104 en el que se hace una comprobación de que el reloj de la MCU es estable. Una vez que la estabilidad ha sido confirmada mediante estas comprobaciones, la MCU es reiniciada en el paso 107. Si las comprobaciones de los pasos 103 y 104 no confirman la estabilidad de tal forma que la MCU es reiniciada dentro de un tiempo predeterminado, entonces en el paso 105 un tiempo de espera de vigilancia 106 proporciona una señal para accionar una solenoide en el paso 108 que aísla el suministro de energía.

Una vez que la MCU ha sido reiniciada, el software de la MCU realiza una calibración de los convertidores analógico a digital en el paso 109. La calibración usa criterios predeterminados de forma que las señales de intensidad y tensión analógicas medidas son convertidas en señales digitales que representan las intensidades/tensiones con la precisión requerida.

ES 2 346 959 T3

Los estándares de funcionamiento cuyo cumplimiento es requerido para los dispositivos de intensidad residual son definidos usualmente en términos de valores de intensidad eficaz. Por lo tanto, el procesador calcula los valores eficaces de las intensidades y las tensiones detectadas. Para evaluar un valor eficaz de forma exacta, el cálculo debe ser realizado sobre un ciclo completo de señales o un múltiplo entero de ciclos de señales. Esto puede hacerse usando una frecuencia de suministro conocida o midiendo la frecuencia de suministro, por ejemplo realizando un análisis de Fourier sobre una muestra de valores medidos. Como alternativa, el cálculo de valores eficaces puede ser realizado sobre un intervalo de tiempo específico que contiene un múltiplo entero de ciclos para todas las frecuencias de funcionamiento nominales. En uno u otro caso, en el paso 110 la MCU debe inicializar los valores eficaces y los medios de temporización.

Un nuevo valor eficaz puede ser calculado para cada ciclo de forma de onda de entrada o después de cada medida instantánea. El método anterior obtiene un nuevo valor eficaz en cada ciclo y este último después de cada muestreo de medidas. Se prefiere el último método ya que da un tiempo de respuesta más rápido a cualquier intensidad residual o sobreintensidad que aparezca repentinamente. En cada uno de los casos, lleva al menos 20 ms (frecuencia nominal = 50 Hz) obtener el primer valor eficaz. Esto es una porción significativa del tiempo permitido para la desconexión durante el encendido en presencia de una intensidad residual, por ello puede ser ventajoso tener una rutina específica de encendido que observe los valores instantáneos antes que los eficaces.

Muchos sistemas de medida de red muestrean en frecuencias para incluir el 31^{er} armónico. Permitir el funcionamiento hasta 60 Hz y con una tolerancia de frecuencia de $\pm 5\%$ da una frecuencia de muestreo mínima de 3.906 Hz, por ello a menudo se usa una frecuencia de muestreo de 4 kHz, y ésta parecería una buena base para un diseño inicial. Sin embargo, para asegurar un número entero de muestras en las dos frecuencias nominales de red de 50 Hz y 60 Hz, se prefiere una frecuencia de muestreo de 3,9 kHz o 4,2 kHz.

La MCU, en el paso 111, evalúa las intensidades y tensiones a partir de las señales detectadas, en el paso 112, calcula la intensidad residual I_{Δ} y, en el paso 113 calcula los valores eficaces.

En los pasos 114 a 117, la MCU realiza varios cálculos y comparaciones para determinar si existe una condición no segura en forma de una intensidad residual u otra condición predefinida. En presencia de una condición no segura se genera una señal de desconexión para accionar la solenoide en el paso 108 para aislar el suministro. Los cálculos y comparaciones realizados dependerán del tipo de dispositivo de intensidad residual empleado. Por ejemplo, las comparaciones mostradas en los pasos 115 y 117 sólo serían adecuadas para su uso con un disyuntor accionado por intensidad residual que tenga protección contra sobreintensidades (RCBO).

Ejemplos de los parámetros calculados por la MCU incluyen los siguientes:

Magnitudes de Medida Primarias

Intensidad instantánea de línea y neutro a 4,2 kHz, i_{1s}, i_{2s}, i_{3s} e i_{ns}

Tensión instantánea de línea a 4,2 kHz, v_1, v_2 y v_3

Temperatura instantánea a 4,2 kHz, T_1, T_2, T_3 y T_n

Intensidad Residual instantánea a 4,2 kHz (Toroides), $i_{\Delta t}$,

Magnitudes de Medida Secundarias

Las magnitudes de medida secundarias calculadas por la MCU se definen como sigue:

Intensidad instantánea $i_{\Delta s}$, donde ésta es la suma de las intensidades en los cuatro shunts (denotando n el shunt de neutro)

$$i_{\Delta s} = i_{1s} + i_{2s} + i_{3s} + i_{ns}$$

Intensidad instantánea de línea y neutro al cuadrado, $i_{1s}^2, i_{2s}^2, i_{3s}^2$ e i_{ns}^2

Tensión instantánea de línea al cuadrado, v_1^2, v_2^2 y v_3^2

ES 2 346 959 T3

Potencia instantánea, p_1 , p_2 , p_3 :

$$p_1 = i_{1s} \cdot v_1, p_2 = i_{2s} \cdot v_2 \text{ y } p_3 = i_{3s} \cdot v_3$$

Intensidad residual eficaz $i_{\Delta s}$ (a partir de los shunts):

$$I_{\Delta s} = \sqrt{\frac{1}{N} \left(\sum_{j=1}^N (i_{\Delta s}(j))^2 \right)}$$

donde j es el índice del punto de muestreo dentro de un ciclo completo.

Intensidad residual eficaz $i_{\Delta t}$ (a partir del Toroide):

$$I_{\Delta t} = \sqrt{\frac{1}{N} \left(\sum_{j=1}^N (i_{\Delta t}(j))^2 \right)}$$

donde j es el índice del punto de muestreo dentro de un ciclo completo.

Intensidad de línea y neutra total (a partir de los shunts) I_{1s} , I_{2s} , I_{3s} e I_{ns} :

$$I_{1s} = \sqrt{\frac{1}{N} \left(\sum_{j=1}^N (i_{1s}(j))^2 \right)}$$

y de forma similar para I_{2s} , I_{3s} e I_{ns} .

Tensión de línea eficaz V_1 , V_2 y V_3 :

$$V_1 = \sqrt{\frac{1}{N} \left(\sum_{j=1}^N (v_1(j))^2 \right)}$$

Potencia real eficaz P_1 , P_2 y P_3 :

$$P_1 = \sqrt{\frac{1}{N} \left(\sum_{j=1}^N (v_1 \cdot i_{1s})^2 \right)}$$

RPC de la potencia total W_1 , W_2 y W_3 donde $W_1 = I_{1s} \cdot V_1$

Ángulo de fase para cada línea ϕ_1 , ϕ_2 y ϕ_3 :

$$\phi_1 = \arccos \left(\frac{P_1}{W_1} \right)$$

En la definición de todas las magnitudes secundarias eficaces, N es el número de palabras de salida a 4,2 kHz en un ciclo de tensión de línea. $N=84$ para una frecuencia de línea de 50 Hz y $N=70$ para 60 Hz.

ES 2 346 959 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Un dispositivo combinado toroide/shunt para detectar una intensidad residual en una instalación eléctrica que
tiene un suministro en CA y que comprende un conductor neutro (3) y al menos un conductor de fase (2, 21, 22),
dispositivo que comprende: medios tipo toroide (1, 4) para detectar un primer desequilibrio de intensidad entre los
conductores neutro y de fase indicativo de una intensidad residual de CA que se encuentra dentro de un primer rango;
una pluralidad de shunts resistivos (6a-6d) para su conexión al respectivo de cada uno de los conductores dichos; y
10 para detectar un segundo desequilibrio de intensidad entre los conductores neutro y de fase indicativo de una intensidad
residual en CC y/o una intensidad residual en CA que se encuentra dentro de un segundo rango.

15 2. El dispositivo combinado toroide/shunt de la reivindicación 1, en el que dicho primer rango de intensidad
residual en CA es una intensidad residual en CA que resulta de una fuga a tierra o fuga cruzada entre los conductores
hasta un nivel de saturación en el cual el toroide o unos medios electrónicos asociados a él se saturan, y el segundo
rango incluye intensidades residuales en CA por encima de dicho nivel de saturación.

20 3. El dispositivo combinado toroide/shunt de la reivindicación 2, que comprende, además, medios procesadores
(13) para generar una señal de desconexión (03) a partir de dichos primer y/o segundo desequilibrios de intensidad
indicativos de la presencia de un fallo por intensidad residual.

25 4. El dispositivo combinado toroide/shunt de la reivindicación 3, en el que dichos medios procesadores son efecti-
vos para generar dicha señal de desconexión sobre la base de un criterio de comparación de la señal del desequilibrio
de intensidad con un umbral predeterminado.

5. El dispositivo combinado toroide/shunt de la reivindicación 3 o de la reivindicación 4, que comprende, además,
un disyuntor (15, 16) efectivo para interrumpir dicho suministro en CA en respuesta a dicha señal de desconexión.

30 6. Un dispositivo de monitorización para una instalación eléctrica que comprende el dispositivo combinado toroi-
de/shunt de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que dichos medios de detección de intensidad (5, 7, 13,
23, 24) responden a la intensidad que circula en cada uno de dichos conductores (2, 3, 21, 22) y dicho procesador es
efectivo para generar una salida de intensidad indicativa de la intensidad detectada en cada uno de dichos conductores.

35 7. El dispositivo de monitorización de la reivindicación 6, que comprende, además, unos medios detectores de tipo
resistencia (8a, 8b, 9) para su conexión entre dichos conductores neutro (3) y de fase (2, 21, 22) para generar una salida
indicativa de la tensión entre dichos conductores activos y neutro mediante la medida de la caída de tensión a través
de los medios resistencia o una porción de ellos dividida en potencial.

40 8. El dispositivo de monitorización de la reivindicación 7, en el que dichos medios procesadores (13) son efec-
tivos para generar una señal de salida derivada a partir de dichas señales de intensidad y de tensión para facilitar la
determinación del consumo de energía.

45 9. El dispositivo combinado toroide/shunt de la reivindicación 3 o el dispositivo de monitorización de la reivin-
dicación 7 o de la reivindicación 8, en el que los medios de detección de intensidad (5, 7, 13, 23, 24) comprenden
un primer convertidor (5) analógico a digital acoplado a una bobina secundaria (4) de dicho transformador (1) para
generar un señal (01) digital representativa del desequilibrio de intensidad captado por el toroide.

50 10. El dispositivo de la reivindicación 9, en el que los medios de detección de intensidad comprenden, además, un
segundo convertidor (7) analógico a digital acoplado al detector tipo resistencia de shunt para generar señales digitales
representativas de la intensidad que circula a través de dicho conductor neutro y cada uno de dichos al menos un
conductor de fase.

55 11. El dispositivo de la reivindicación 10, en el que el segundo convertidor (7) analógico a digital está acoplado a
dichos medios detectores tipo resistencia (8a, 8b, 9) para generar señales digitales representativas de la tensión entre
dichos conductores neutro y de fase.

60 12. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que el primer (5) y/o el segundo (7)
convertidores analógico a digital incluyen un multiplexor para acoplar selectivamente dos o más de dichos medios
detectores y generar las correspondientes señales digitales representativas de la tensión o de la intensidad detectadas.

65

65

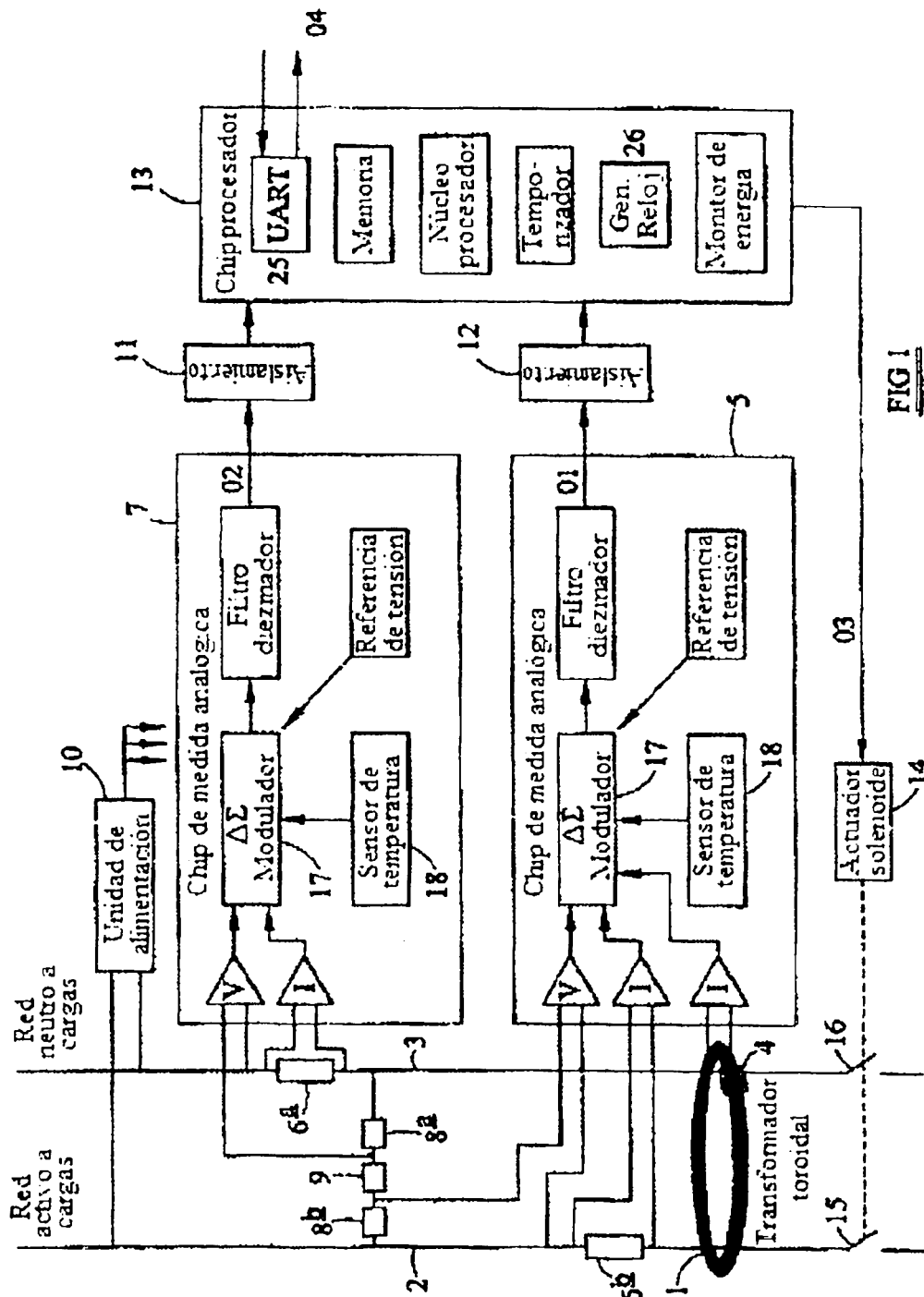


FIG 1

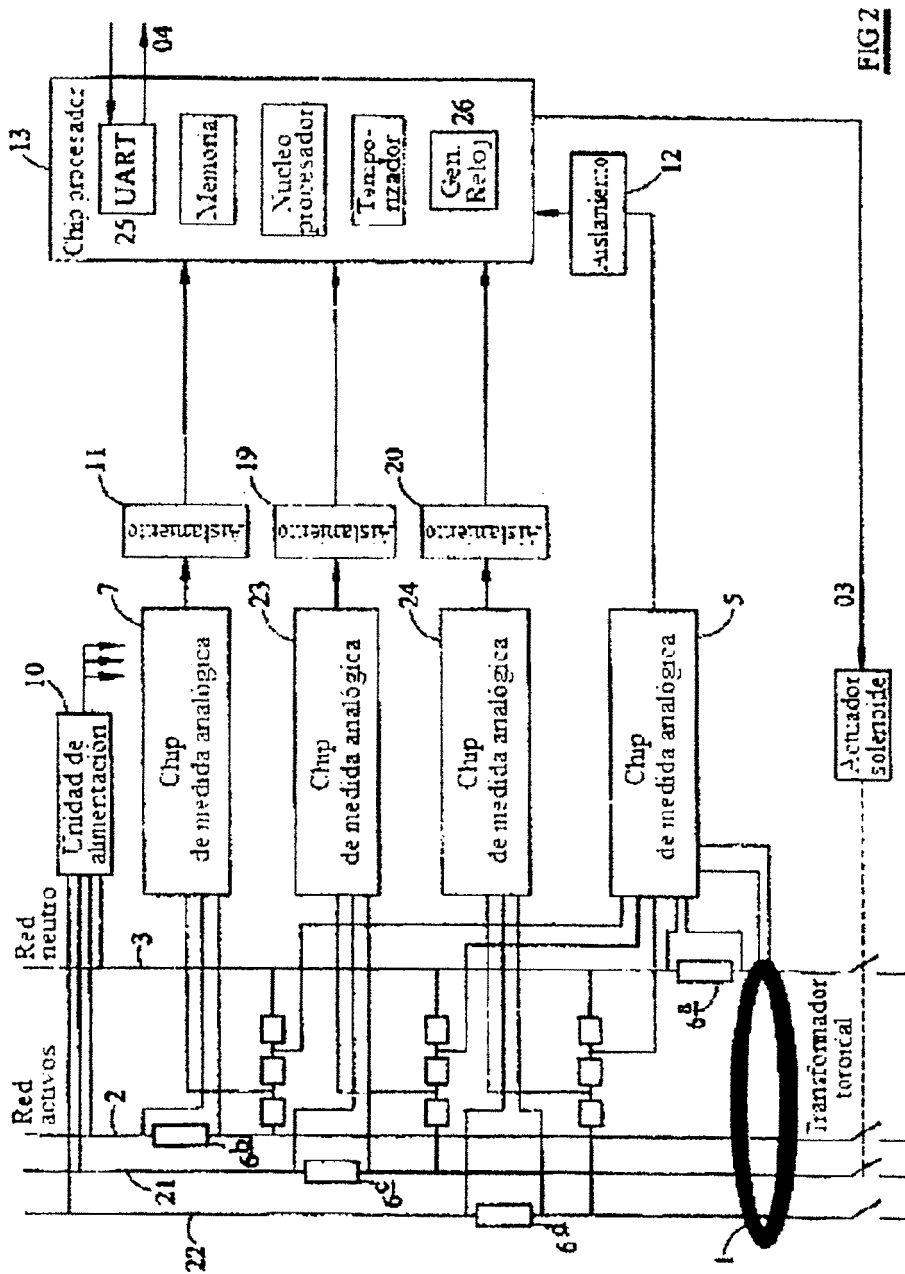


FIG 2

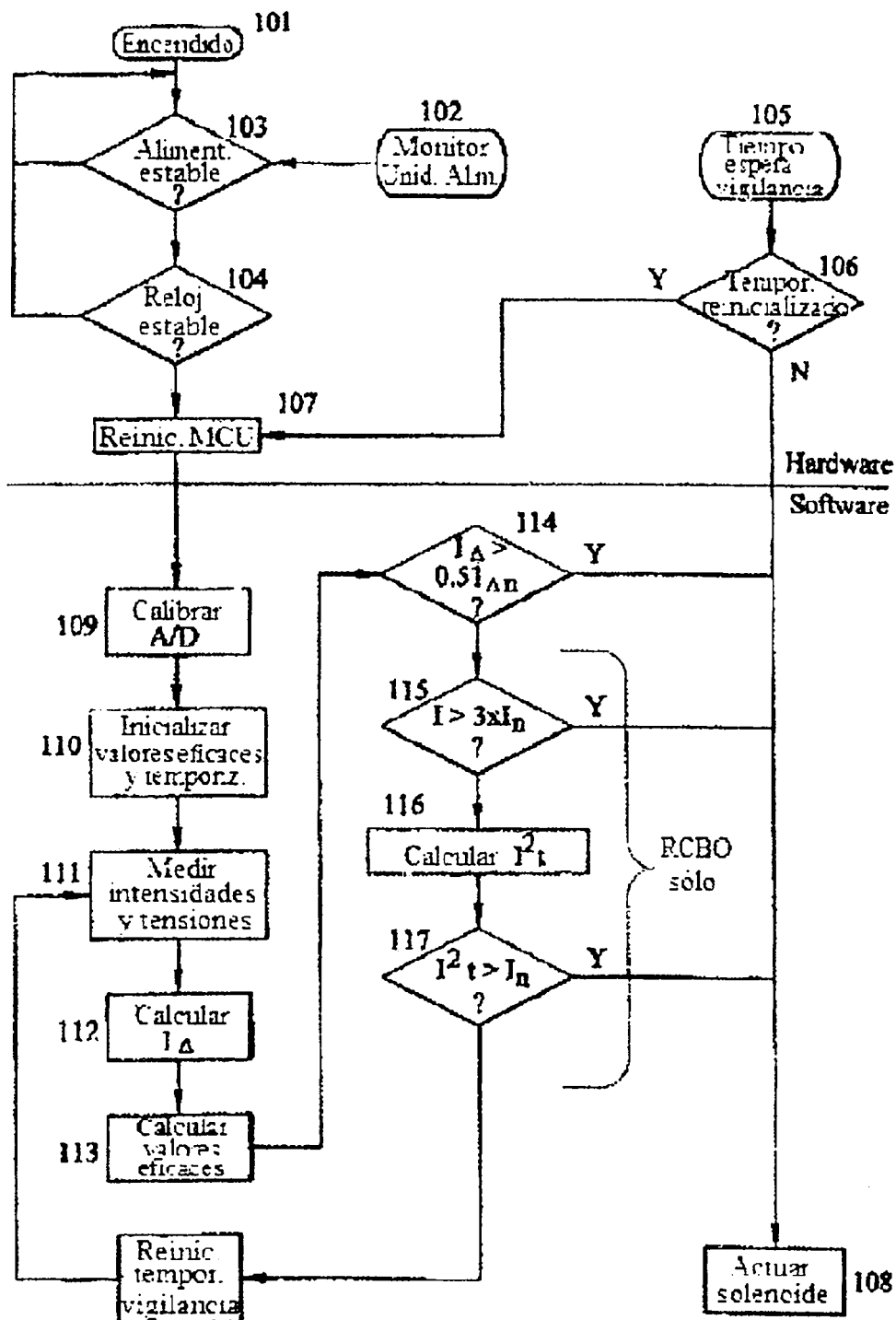


FIG 3