

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 875**

51 Int. Cl.:

G01D 4/00 (2006.01)

G01R 31/40 (2014.01)

H02H 7/22 (2006.01)

H02J 13/00 (2006.01)

H02J 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2013 PCT/US2013/070228**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014 WO14120322**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2013 E 13802477 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017 EP 2951535**

54 Título: **Sistema de distribución de potencia eléctrica que incluye función de medición y método de evaluación de medición de energía**

30 Prioridad:

30.01.2013 US 201313753802

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

17.07.2017

73 Titular/es:

**EATON CORPORATION (100.0%)
1000 Eaton Boulevard
Cleveland, OH 44122, US**

72 Inventor/es:

**ELDRIDGE, DAVID AUSTIN;
THOMPSON, RONALD L.;
ROGERS, BRANDON J. y
MUELLER, MAXIMILIAN A.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 624 875 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

Sistema de distribución de potencia eléctrica que incluye función de medición y método de evaluación de medición de energía

5 Remisión a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reclama prioridad de y reclama el beneficio de la Solicitud de Patente de Estados Unidos con N.º de Serie 13/753,802, presentada el 30 de enero de 2013, que se incorpora por referencia en el presente documento.

10 Esta solicitud se refiere a la Solicitud de Patente de Estados Unidos relacionada de cesión común con N.º de Serie 13/753,793, presentada el 30 de enero de 2013, titulada "*Annunciating or Power Vending Circuit Breaker for an Electric Load*".

15 Antecedentes

Campo

20 El concepto divulgado pertenece en general a distribución y medición de potencia eléctrica y, más particularmente, a sistemas de distribución de potencia eléctrica que miden energía eléctrica. El concepto divulgado adicionalmente pertenece a métodos de evaluación de medición de energía de un sistema de distribución de potencia eléctrica.

Información de antecedentes

25 Las compañías de electricidad usan contadores para medir y facturar por el uso de electricidad. Típicamente, los contadores necesitan ser accesibles, reemplazables, comprobables y resistentes a la manipulación. Los contadores necesitan ser accesibles y legibles tanto por la compañía de servicio público como sus clientes para garantizar lecturas correctas de contador. Los contadores necesitan ser reemplazables en el caso de un mal funcionamiento y comprobables para verificar la exactitud. También, necesita proporcionarse un mecanismo para proteger contra el robo de potencia o, de otra manera, desviación o manipulación incorrecta o involuntaria del contador, que resulta en facturación inexacta del uso real de electricidad.

35 Los contadores convencionales de ampolla de vidrio cumplen con estos requisitos y se aceptan por comisiones de compañías de servicio público debido a su éxito histórico en cumplir con las cuatro necesidades anteriores de una manera rentable. El contador de ampolla de vidrio es un dispositivo simple y relativamente barato usado para medir con exactitud la energía (kWh) y potencia de demanda máxima (kW) dentro de un acuerdo sobre ventana de demanda usada en una premisa de cliente. Estos contadores originalmente fueron dispositivos electromecánicos, pero se ha reemplazado por contadores electrónicos. Estos contadores son accesibles, aunque no necesariamente privados, ya que habitualmente se ubican en el exterior de un edificio y cualquiera que acceda a ellos puede leerlos fácilmente. Tales contadores se retiran y reemplazan fácilmente por personal de compañías de servicio público. Los contadores de ampolla de vidrio pueden probarse usando una fuente de potencia conocida y también se pueden proteger usando etiquetas de bloqueo para evitar la manipulación.

45 Las comisiones de compañías de servicio público requieren a las compañías de electricidad que prueben la exactitud de sus contadores. Estas pruebas normalmente siguen las normas ANSI C 12.1 y ANSI/ASQ Z1.9. Típicamente, se usa un plan de muestro estadístico para verificar la exactitud de contador. Este plan de muestreo estadístico declara que la muestra determinará correctamente, 95 veces de 100, si al menos el 97,5 % de un lote homogéneo de contadores están dentro del intervalo de exactitud especificado por la compañía de servicio público.

50 ANSI C 12.1 permite otros tipos de pruebas para verificar la exactitud de medición que incluye una planificación de pruebas periódicas y un plan de intervalos variables. Estas pruebas verifican cada contador individual usado por la compañía de servicio público. Esto es claramente una mejor práctica para la compañía de servicio público y sus clientes, sin embargo, las implantaciones de contadores de la mayoría de compañías de servicio público son simplemente demasiado grandes para que este tipo de pruebas sea práctico.

55 La lectura automática de contadores añade comunicación unidireccional, para que un contador pueda comunicarse de vuelta a la oficina de la compañía eléctrica a intervalos regulares. Esto mejora la accesibilidad porque ahora los datos pueden ser accesibles por la Internet o una red de comunicación apropiada propiedad de la compañía de servicio público. También, la compañía eléctrica no tiene que enviar más al personal "lector de contador" para leer físicamente cada contador, ya que la lectura puede realizarse automáticamente. El contador también puede emplear sensores, para que si existe cualquier tipo de error de funcionamiento o si detecta manipulación, entonces puede enviar un correspondiente mensaje a la compañía eléctrica.

65 Infraestructura de medición avanzada (AMI) o despliegues de contadores inteligentes se emplean en la actualidad en diversos territorios de servicio. AMI añade comunicación bidireccional entre el contador y la compañía eléctrica. Añadiendo la capacidad de "escuchar" además de ser capaz de "hablar", las compañías de electricidad pueden

obtener beneficios adicionales. Planificaciones de tiempo variable de uso y tarificación en tiempo real son dos aplicaciones en las que la compañía de servicio público puede cambiar la forma en la que factura el contador al cliente basándose en las condiciones de la red eléctrica de la compañía de servicio público. Algunos contadores inteligentes tienen desconexiones de servicio integradas que pueden activarse remotamente si la factura de servicio público no se paga a tiempo. Estos contadores también pueden incluir comunicación con la premisa de comunicarse con dispositivos finales. Esto permite que una compañía de servicio público realice respuesta de demanda o control de carga y gestione activamente las cargas de participación en la red eléctrica de la compañía de servicio público. Esta nueva funcionalidad de comando crea una métrica adicional para valorar un contador. Mientras los beneficios aún no se han obtenido completamente y aún están en desarrollo las maneras normales para dispositivos finales y el contador para comunicar, las demostraciones de red eléctrica inteligente a lo largo del país están probando el valor creado por la funcionalidad de orden.

Los vehículos eléctricos (EV) son una categoría relativamente nueva de carga en la red eléctrica de compañía de servicio público y representan un enorme potencial de crecimiento de demanda de electricidad de la red eléctrica. Esta es una espada de doble filo para las compañías de servicios públicos - quieren vender más potencia, pero quieren hacerlo durante horas de baja demanda. Un informe reciente muestra que la utilización de recursos de generación de corriente en los Estados Unidos es únicamente de aproximadamente el 47 %. Como resultado, la capacidad de generación no necesita incrementarse para soportar una carga adicional, si la potencia se consume durante horarios de baja demanda.

Los EV tiene el beneficio adicional de reducir las emisiones de CO₂. Esto mejora la calidad del aire y reduce las emisiones. En lugares como California, esto y el éxito de los EV es muy importante. Sin embargo, California tiene un enfoque de venta de electricidad contradictorio y escalonado. A medida que un cliente compra más energía, se toman acciones punitivas contra ellos, para que el coste por kWh aumente a medida que el uso aumenta. Esto crea un dilema. Los EV ponen a los clientes en un escalón más alto de los precios de electricidad, pero ayudan a reducir emisiones y limpiar el aire.

Esta situación ha resultado en "sub mediciones a nivel industrial" en equipo de suministro de vehículo eléctrico (EVSE). California quiere subsidiar la energía usada para cargar los EV, pero en la actualidad toma acciones punitivas contra los clientes con vehículos eléctricos. La solución es que el EV se convierta en una "carga especial" con una estructura de tasas especial, de tal forma que se anima al consumidor a adoptar la tecnología que es mutuamente beneficiosa tanto para la compañía de servicio público como el cliente. A medida que EV y otras "cargas eléctricas" (por ejemplo, generación solar y eólica en el lugar; almacenamiento de energía distribuida; electrodomésticos inteligentes) se añaden a la premisa, las metodologías de medición actuales de la compañía de servicio público se hacen menos efectivas y menos beneficiosas tanto para la compañía de servicio público como el consumidor. Como resultado, esto presenta una oportunidad para las comisiones públicas de compañías de servicios públicos para aceptar metodologías alternativas y formar factores diferentes del contador de ampolla de vidrio actual. Esto permitiría la medición y facturación de cada carga de forma diferente y separada entre sí en una manera mutuamente beneficiosa.

El documento US 2010/0134089 A1 y US 2011/0218746 A1 divulgan sistemas de distribución de potencia eléctrica en los que una cantidad de energía suministrada medida total se compara con la suma de cantidades de energía medidas individualmente para determinar el suceso de correcta/incorrecta operación en el sistema de distribución. Más específicamente, el sistema divulgado en el documento US 2010/0134089 A1 incluye una pasarela que comunica información a y desde cada uno de los contadores de carga individuales. La pasarela genera un pulso de sincronización que recibe cada uno de los contadores de carga. Basándose en el retardo desde la recepción del pulso de sincronización hasta el siguiente cero que cruza la fuente de alimentación monofásica recibida por el contador, la compañía de servicio público puede determinar la fase del contador individual. El sistema puede incluir un contador de alimentación conectado a cada fase del sistema de suministro eléctrico para determinar el consumo de energía para cada uno de los contadores conectado a una fase específica. La compañía de servicio público puede comparar la información de consumo de energía del contador de alimentación con todos los contadores locales conectados a la misma fase para determinar si sucede robo de energía. Además, el documento US 2011/0218746 A1 divulga un dispositivo de detección de cantidad de potencia que detecta respectivamente potencia disipada por cada uno de los diversos tipos de productos eléctricos y artilugios electrónicos de usar potencia AC, en el que una pluralidad de unidades de salida confirma información de una carga que realiza una comunicación con cargas en el estado inicial en el que la potencia se suministra a través de una salida, integra cantidad de potencia acumulada usada por una carga correspondiente, transmite cantidad eléctrica e información de una carga correspondiente integrada en un intervalo de unida de tiempo y, mientras que inspecciona toda la cantidad de potencia suministrada a una pluralidad de unidades de salida, un servidor recibe cantidad eléctrica e información de una carga correspondiente transmitida por la pluralidad de unidades de carga para almacenar de forma integrada la cantidad eléctrica para cada carga y, basándose en una señal de un par de entrada de clave, un servidor selecciona una carga y visualiza cantidad de potencia de una carga seleccionada en un puerto de visualización.

Existe margen de mejora en los sistemas de distribución de potencia eléctrica.

También existe margen de mejora en los métodos de evaluación de medición de energía de un sistema de distribución de potencia eléctrica.

5 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema de distribución de potencia eléctrica como se divulga en la reivindicación 1 y un método de evaluación de medición de energía de un sistema de distribución de potencia eléctrica de acuerdo con la reivindicación 14. Realizaciones preferidas de la invención se desvelan en las reivindicaciones dependientes.

10 De acuerdo con un aspecto del concepto divulgado, un sistema de distribución de potencia eléctrica es para uso con una fuente de potencia eléctrica. El sistema de distribución de potencia eléctrica comprende: un primer dispositivo que intercambia primera potencia eléctrica con la fuente de potencia eléctrica, estando el primer dispositivo estructurado para intercambiar la primera potencia eléctrica con una pluralidad de segundos dispositivos y para medir primera energía eléctrica que corresponde a la primera potencia eléctrica; la pluralidad de segundos dispositivos estructurados para intercambiar la primera potencia eléctrica con el primer dispositivo, estando cada uno de los segundos dispositivos estructurado para intercambiar segunda potencia eléctrica como al menos parte de la primera potencia eléctrica con un número de correspondientes cargas eléctricas y para medir segunda energía eléctrica que corresponde a la segunda potencia eléctrica; y comprendiendo un procesador una rutina estructurada para comparar la primera energía eléctrica medida del primer dispositivo con una suma de la segunda energía eléctrica medida de cada uno de los segundos dispositivos y determinar de forma responsiva operación correcta o incorrecta del sistema de distribución de potencia eléctrica.

20 Como otro aspecto del concepto divulgado, un método evalúa la medición de energía de un sistema de distribución de potencia eléctrica para uso con una fuente de potencia eléctrica, comprendiendo el sistema de distribución de potencia eléctrica un primer dispositivo que intercambia primera potencia eléctrica con la fuente de potencia eléctrica, intercambiando el primer dispositivo la primera potencia eléctrica con una pluralidad de segundos dispositivos y midiendo primera energía eléctrica la correspondiente a la primera potencia eléctrica, la pluralidad de segundos dispositivos intercambiando la primera potencia eléctrica con el primer dispositivo, intercambiando cada uno de los segundos dispositivos segunda potencia eléctrica como al menos parte de la primera potencia eléctrica con un número de correspondientes cargas eléctricas y midiendo segunda energía eléctrica que corresponde a la segunda potencia eléctrica. El método comprende: sumar la segunda energía eléctrica medida de cada uno de los segundos dispositivos; y comparar con un procesador la primera energía eléctrica medida del primer dispositivo con la segunda energía eléctrica medida sumada de cada uno de los segundos dispositivos y determinar de forma responsiva operación correcta o incorrecta de la medición de primera energía eléctrica y la medición de la segunda energía eléctrica.

35 Breve descripción de los dibujos

Puede obtenerse un entendimiento completo del concepto divulgado a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas cuando se lean en conjunción con los dibujos adjuntos en los que:

- 40 La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de distribución de potencia eléctrica para una fuente de potencia eléctrica de acuerdo con realizaciones del concepto divulgado.
 La Figura 2 es un diagrama de bloques simplificado de un disyuntor de máquina expendedora de potencia monofásica (PVM) de acuerdo con una realización del concepto divulgado.
 45 La Figura 3 es un diagrama de bloques relativamente más detallado del disyuntor de PVM de la Figura 2.
 La Figura 4 es un diagrama de bloques relativamente más detallado del módulo complementario de EV de la Figura 3.
 La Figura 5 es un diagrama de flujo una función de suma de control de acuerdo con realizaciones del concepto divulgado.
 50 Las Figuras 6A-6B forman un diagrama de flujo relativamente más detallado de una porción de la función de suma de control de la Figura 5.
 La Figura 7 es un centro de carga de máquina expendedora de potencia que incluye la función de suma de control de la Figura 5.
 La Figura 8 es un diagrama de bloques de un transformador y una pluralidad de centros de carga que incluyen la función de suma de control de la Figura 5.
 55 La Figura 9 es un diagrama de bloques de un transformador y una pluralidad de líneas de transmisión que incluyen la función de suma de control de la Figura 5.
 La Figura 10 es un diagrama de bloques de comunicaciones para el centro de carga de la Figura 7.

60 Descripción de las realizaciones preferidas

Como se emplea en este documento, el término "número" significará uno o un número entero mayor que uno (es decir, una pluralidad).

65 Como se emplea en este documento, el término "procesador" significará un dispositivo digital y/o analógico programable que puede almacenar, recuperar y procesar datos; un ordenador, una estación de trabajo; un

ordenador personal; un microprocesador; un microcontrolador; un microordenador; una unidad de procesamiento central; un ordenador central; un miniordenador; un servidor; un procesador en red; electrónica de control; un circuito lógico; o cualquier dispositivo o aparato de procesamiento adecuado.

5 Como se emplea en este documento, el término "carga" significará una carga que consume potencia y/o una carga que genera potencia.

Como se emplea en este documento, la expresión "fuente de potencia" significará una red eléctrica de compañía de servicio público u otra fuente de potencia eléctrica adecuada que puede enviar y/o recibir potencia eléctrica.

10 Como se emplea en este documento, los términos "intercambiar", "intercambiando" y derivados de los mismos significará recibir y/o enviar. Por ejemplo y sin limitación, cuando se usa en el contexto de intercambiar potencia eléctrica, esto significará recibir potencia eléctrica para una carga que consume potencia y/o enviar potencia eléctrica para un generador o carga que genera potencia.

15 Como se emplea en este documento, la declaración que dos o más partes se "conectan" o "acoplan" juntas significará que las partes están unidas juntas o bien directamente o unidas a través de una o más partes intermedias. Además, como se emplea en este documento, la declaración que dos o más partes se "fijan" significará que las partes se unen juntas directamente.

20 El concepto divulgado se describe en asociación con disyuntores de un único polo, aunque el concepto divulgado es aplicable a una amplia gama de disyuntores y otros dispositivos eléctricos, tales como contadores, que tienen cualquier número adecuado de polos.

25 La Figura 1 muestra un sistema de distribución de potencia eléctrica 2 para una fuente de potencia eléctrica 4 (mostrada en dibujo de línea fantasma). El sistema 2 incluye un primer dispositivo 6 que intercambia primera potencia eléctrica con la fuente de potencia eléctrica 4. El primer dispositivo 6 se estructura para intercambiar la primera potencia eléctrica con una pluralidad de segundos dispositivos 8 y para medir primera energía eléctrica 10 que corresponde a la primera potencia eléctrica. Los segundos dispositivos 8 se estructuran para intercambiar la primera potencia eléctrica con el primer dispositivo 6. Cada uno de los segundos dispositivos 8 se estructura para intercambiar segunda potencia eléctrica como al menos parte de la primera potencia eléctrica con un número de correspondientes cargas eléctricas 12 y para medir segunda energía eléctrica 14 que corresponde a la segunda potencia eléctrica. Un procesador (P) 16 incluye una rutina 18 estructurada para comparar la primera energía eléctrica medida 10 del primer dispositivo 6 con una suma de la segunda energía eléctrica medida 14 de cada uno de los segundos dispositivos 8 y para determinar de forma responsiva 21 operación correcta o incorrecta del sistema de distribución de potencia eléctrica 2.

40 El primer dispositivo 6 puede ser cualquier dispositivo de distribución de potencia aguas arriba hasta e incluyendo la fuente de generación (por ejemplo, fuente de potencia eléctrica 4) y los segundos dispositivos 8 pueden ser una pluralidad de cualquier dispositivo de distribución de potencia eléctricamente conectado aguas abajo del primer dispositivo 6.

Ejemplo 1

45 La rutina 18 se estructura adicionalmente para notificar a una compañía de electricidad 20 que corresponde a la fuente de potencia eléctrica 4 en respuesta a la operación incorrecta determinada.

Ejemplo 2

50 Cada uno del primer dispositivo 6 y los segundos dispositivos 8 incluye un circuito de medición (MC) 22 y 24, respectivamente.

Ejemplo 3

55 La rutina 18 se estructura adicionalmente para ajustar la comparación para al menos una de pérdidas de energía en conductores de potencia 26 asociados operativamente con los segundos dispositivos 8 y errores esperados en los circuitos de medición 22, 24.

Ejemplo 4

60 El uso de vehículos eléctricos (EV), y otras "cargas eléctricas" como se divulga en este documento, presenta una oportunidad para cambiar el factor de forma de un contador de ampolla de vidrio convencional de compañía de servicio público. El concepto divulgado puede usarse en conexión con un disyuntor 100 electrónico y controlable que incluyen las funciones de medición 102 y comunicaciones 134 junto con soporte para un número de módulos complementarios 126 como se muestra con el ejemplo disyuntor 100 de máquina expendedora de potencia (PVM) (PVMCB) de las Figuras 2 y 3. El PVMCB 100 remotamente controlable y una función de medición de nivel industrial

se combinan con equipo de suministro de vehículo eléctrico (EVSE) en el módulo complementario 200 de ejemplo (Figura 4).

5 El PVMCB 100 de ejemplo proporciona circuito de bifurcación, medición a nivel industrial dentro del disyuntor. Esto permite el uso de, por ejemplo, múltiples tasas, programas y precios, dentro de la misma premisa. Adicionalmente, aumenta la resolución de la medición y expone exactamente dónde y cuándo se está usando electricidad (de donde puede extrapolarse el "por qué"). Embebiendo la medición en un disyuntor inteligente, también puede realizarse control y respuesta de demanda para dispositivos finales sin comunicación y no controlables o pérdida de carga de emergencia.

10 En un panel de PVM o centro de carga 400 (Figura 7), potencialmente cada disyuntor en el panel, que incluye el disyuntor principal 402 (Figura 7), puede ser un PVMCB. Cada disyuntor puede comunicar. Un disyuntor, tal como el disyuntor principal 402, puede realizar la rutina 18, que repetitivamente prueba y verifica la exactitud de la medición garantizando que la potencia de entrada coincide la potencia de salida. En el caso de un fallo, el panel puede determinar automáticamente qué contador falló y notificar tanto al cliente como la compañía eléctrica. Esto reduce el robo de potencia garantizando que la potencia que fluye en el panel se atribuye a que se procura a unos circuitos de potencia de bifurcación específicos.

20 El PVMCB 100 de ejemplo puede emplear cualquier clasificación adecuada, número de polos y tamaño de cuerpo. Porque es electrónico, se proporciona protección usando funciones de software (por ejemplo, sin limitación, pérdida a tierra; pérdida de arco; combinación; exactitud de medición), con o sin el número de módulos complementarios 126. Protección de circuito de potencia puede incluir protección de sobrecorriente, protección e corto circuito, protección de pérdida a tierra opcional, protección de pérdida de arco opcional, protección de sobretensión opcional y protección de subtensión opcional. Para aplicaciones de EVSE, se proporciona preferentemente restablecimiento manual y automático seguro con bloqueo.

30 Puede proporcionarse medición eléctrica con, preferentemente, hasta exactitud de nivel industrial (por ejemplo, sin limitación, $\pm 0,2\%$ de acuerdo con ANSI C-12.20 y IEC 687). El PVMCB 100 proporciona valores con marca de tiempo de tanto energía neta (Vatio-horas) como demanda máxima (Vatios) como se calcula dentro de un tamaño de ventana configurable y reinicia a intervalos de tiempo configurables. También, otros valores relacionados con energía son también accesibles y se registran incluyendo tensión, corriente, potencia (que se consume por la carga o se genera y alimenta en el panel de disyuntor) y tiempo/reloj.

35 El PVMCB 100 también incluye un puerto de expansión 124 (Figura 3) que proporciona control de encendido/apagado y comunicación. Esto permite la interconexión con un número de módulos complementarios que incluye información de estado, tales como por ejemplo y sin limitación, encendido/apagado/activado, razón de pérdida, momento de pérdida, tiempo hasta reinicio, número de operaciones, número de serie, reloj y versión de firmware.

40 El PVMCB 100 puede sustituir un contador de ampolla de vidrio convencional ofreciendo medición de nivel de circuito de potencia de bifurcación y comunicación bidireccional que proporciona control de encendido/apagado remoto, información de estado, medición e información de tiempo de uso de vuelta a la compañía de servicio público. Adicionalmente, pueden proporcionarse puntos de prueba en cada disyuntor o en un único punto común del centro de carga o cuadro terminal, que puede poner un disyuntor (o un grupo de disyuntores) fuera de servicio, pasar una cantidad conocida de potencia a través del mismo y verificar la salida de contador. Por lo tanto, no existe la necesidad de retirar un disyuntor y ponerlo en un banco de pruebas. El aparato de pruebas opcionalmente podría embeberse en el centro de carga y ejecutar las pruebas automáticamente.

50 En un panel de PVM completo o centro de carga, la rutina divulgada 18 verifica el subsistema de función de medición 102 (Figura 2) de cada PVMCB 100 comparando y verificando que la energía entrante total o sumada (E_{in}) coincide con la energía saliente total o sumada (E_{out}) como muestra la Ecuación 1:

$$\sum E_{in} = \sum E_{out} \tag{Ec. 1}$$

55 Para un sistema observable en el mundo real, la Ecuación 1 se expande como muestra la Ecuación 2:

$$\sum E_{in} = \sum E_{out} + \sum E_{loss} + \sum Errores \tag{Ec. 2}$$

en la que:

E_{loss} es energía que sale del sistema de distribución de potencia eléctrica 2 que no se atribuye directamente a o mide (por ejemplo, sin limitación, en un circuito de potencia eléctrica, un contribuidor primario es la energía perdida debido al calentamiento de conductores de potencia y el ambiente alrededor por línea o corriente de carga; y

5 *Errores* cuenta para el hecho de que no hay instrumentos perfectos y cualquier medida tendrá errores tanto en exactitud como precisión (por ejemplo, sin limitación, instrumentos relativamente buenos tienen un error relativamente ínfimo, que puede ser insignificante pero siempre está presente hasta cierto grado).

10 Para la rutina de PVM 18, la Ecuación 2 se calcula como sigue. ΣE_{in} es la suma de la energía entrante desde cualquier número de fuentes de potencia. Esto puede incluir la energía entrante desde la red eléctrica de compañía de servicio público y/o desde cualquier número de otras fuentes de generación de potencia eléctrica. En un panel de disyuntor, por ejemplo, esto se mide mediante la energía que fluye a través del PVMCB principal. ΣE_{out} es la suma de toda la energía saliente hacia cualquier número de cargas. En un panel de disyuntor, por ejemplo, esto es la suma de toda la energía que fluye a través de todos los PVMCB de bifurcación, tales como por ejemplo y sin limitación, disyuntores de derivación especializados para HVAC, lavadoras y secadoras, y disyuntores no especializados para iluminación y recipientes. ΣE_{loss} calculada a través de una función de software adecuada (por ejemplo, basándose en características de metadatos y parámetros conocidos, pero potencialmente diferentes en cada instalación; esto podría calibrarse durante la instalación inicial para proporcionar resultados más exactos; la función en curso y procesamiento podrían almacenarse en el disyuntor principal/contador junto con sus ajustes de calibración y parámetros iniciales) basándose en corriente, tensión, potencia, energía, tiempo y características físicas conocidas (por ejemplo, sin limitación, composición material; clasificaciones y tamaños de conductor). A través de probabilidad y estadísticas, esta función de software puede confirmarse como una solución fiable. $\Sigma Errores$ es la suma de todos los errores en el sistema de distribución de potencia eléctrica 2. Esto podría incluir errores de medida conocidos y errores en la función de software para E_{loss} . También podría implementarse como una tolerancia o un error basado en porcentaje permisible.

La rutina 18, que constantemente compara energía de entrada y energía de salida, falla cuando la Ecuación 3 es cierta:

$$\Sigma E_{in} - \Sigma E_{out} \geq \epsilon, \text{ donde } \epsilon = \Sigma E_{loss} + \Sigma Errores$$

(Ec. 3)

30 Cuando la rutina 18 falla, u opcionalmente falla múltiples ciclos para evitar falsos positivos, la compañía de servicio público y el cliente reciben una notificación. La rutina 18 a continuación realiza analítica para determinar el contador fallido. Esta analítica puede incluir pero sin limitación: (1) buscar eventos de carga y comparar los mismos con firmas de carga conocidas; (2) analizar patrones ambientales con perfiles de uso de carga típicos; (3) emplear metadatos; y (4) emplear modos de fallo conocidos.

Ejemplo 5

40 Por ejemplo, buscar eventos de carga y comparar los mismos con firmas de carga conocidas puede incluir buscar un circuito de potencia del sistema de distribución de potencia eléctrica 2 que anteriormente nunca se ha extraído por encima de 10 A, pero que en la actualidad está presentando 50 A. Una forma de carga puede incluir, por ejemplo, historial, fallos anteriores, firmas y comportamiento de potencia típicos, momento del día y patrones de uso.

Ejemplo 6

45 Como otro ejemplo, analizar patrones ambientales con perfiles de uso de carga típicos, puede incluir, por ejemplo, usar datos del clima actual que dicen que hay 90 grados (32,2 grados centígrados) en el exterior, pero el circuito de potencia del aire acondicionado no está extrayendo ninguna potencia. Como resultado, el fallo presentado por la rutina 18 es probablemente causado por un contador defectuoso asociado con el circuito de potencia del aire acondicionado.

Ejemplo 7

55 Para metadatos, circuitos de potencia pueden etiquetarse con, por ejemplo, tipo de carga, corriente nominal, número de ciclos de operación y fecha de instalación. Por ejemplo, una lavadora se etiqueta como que no es una fuente de generación de potencia y el correspondiente circuito de medición no presentará potencia procurada de la lavadora a no ser que haya fallado. Como otro ejemplo, un circuito de potencia clasificado para 20 A no permitirá que 100 A sean continuamente extraídos a no ser que el correspondiente disyuntor haya fallado.

60 Como ejemplos adicionales, número de ciclos de operación y fecha de instalación del disyuntor puede usarse para ayudar a la analítica a clasificar circuitos de medición sospechosos de fallar. Por ejemplo, basándose en ensayos de

campo se puede aprender que cuando un disyuntor particular alcanza 10 años de edad tiene, por ejemplo y sin limitación, una correspondiente posibilidad de fallar del 20 %. De manera similar, uno de los disyuntores que ha pasado a través de 10.000 operaciones en un año puede haber experimentado una cantidad relativamente mayor de fatiga que los demás y, por lo tanto, es más probable que se someta a fallo.

5 Para modos de fallo conocidos, una vez que dispositivos se implantan en el campo y empiezan a fallar, estos modos de fallos pueden analizarse y añadirse a la analítica a través de una actualización de firmware. Por ejemplo, una vez que PVMCB se construyen, prueban, implantan y suceden fallos, los fallos pueden estudiarse y pueden incorporarse algoritmos para detectar mejor tales fallos. Por ejemplo y sin limitación, un defecto en un sensor de corriente o
10 tensión usado en el disyuntor puede estar ligado al paso de ciclos relativamente muy rápido y repetidos del disyuntor. Este nuevo conocimiento descubierto puede aplicarse a una actualización de firmware para detectar mejor el modo de fallo y, por lo tanto, el contador fallido.

15 Si la rutina 18 es capaz de determinar el contador defectuoso con una confianza predeterminada, entonces se notificará a la compañía eléctrica y cliente.

Si el contador defectuoso permanece desconocido, si el cliente lo permite, y si no se han alcanzado umbrales predeterminados para diversas condiciones (por ejemplo, sin limitación, número de ciclos de encendido/apagado; cantidad total del tiempo apagado (por ejemplo, cargas pueden apagarse para aislar el error, pero existen ciertas
20 cargas que un usuario puede no querer que se apaguen para un periodo largo (por ejemplo, refrigerador; aire acondicionado; lavadora/secadora), porque si se apagan, podría afectarles negativamente; por lo tanto, el usuario puede permitir que el sistema apague la carga para determinar el error mientras que no se apaguen más de, por ejemplo, 5 minutos o lo que ellos prefieran)), entonces la rutina 18 puede pasar ciclos de cargas para ganar información adicional a usar en la analítica. Este ciclo puede continuar hasta que el contador defectuoso se
25 determina o la rutina 18 cesa de presentar fallo (por ejemplo, el contador se reemplazó o el problema deja de ocurrir).

Una vez que el contador defectuoso se determina, la potencia/energía de contador defectuoso puede determinarse mediante la rutina 18. Esto se proporciona en el Ejemplo 23 y la Ecuación 4, a continuación.

30 Ejemplo 8

Como se analizará, a continuación, en conexión con las Figuras 2 y 3, un PVMCB 100 monofásico de ejemplo puede facturar a un usuario por la energía consumida a través del PVMCB. Por ejemplo, la función de medición 102 (Figura
35 2) usa un circuito lógico 104 (Figura 3) para almacenar valores de energía con marca de tiempo 106 en una base de datos persistente 108 en la memoria 110. Tanto la función de medición 102 como el circuito lógico 104 están dentro del alojamiento del disyuntor de PVM 100. Los valores de energía 106, durante ciertas marcas de tiempo, pueden "marcarse" como pertenecientes a un número de usuarios específicos, que proporciona asignación de energía a
40 cada uno de tal número de usuarios específicos. Por ejemplo, cuando la carga eléctrica 112 (mostrada en dibujo de línea fantasma en la Figura 2), tal como un EV, se enchufa, la energía puede asignarse adecuadamente (por ejemplo, sin limitación, al número de identificación de vehículo (VIN) del EV o a una etiqueta RFID pasada para permitir la carga, que asignará la energía al usuario correspondiente; a cualquier número de grupos asociado con el EV o el usuario). El PVMCB 100 también asigna energía a su circuito de potencia específico (por ejemplo, a carga eléctrica 112 en los terminales 114, 116 (Figuras 3)).

45 Cuando una fuente de electricidad, tal como una compañía de electricidad 118 (mostrada en dibujo de línea fantasma en las Figuras 2 y 3), que suministra potencia a lengüeta de disyuntor 120 (por ejemplo, de una línea directa o barra de alimentación (no mostrado)) y conexión en espiral de neutro 122 (por ejemplo, a una barra de neutro (no mostrado)) en un cuadro terminal o centro de carga (no mostrado), está lista para facturar al usuario,
50 puede hacerlo en una diversidad de maneras a través de comunicación hecha a través del puerto de expansión 124 (Figura 3). Un método de ejemplo es una "lectura de contador" del total de energía en el momento de la lectura de un disyuntor principal (no mostrado, pero que puede ser sustancialmente el mismo que o similar al PVMCB 100, excepto que tiene un valor relativamente más grande de corriente nominal) de un correspondiente cuadro terminal o centro de carga (no mostrado). El valor de la "lectura de contador" se compara con el valor de la "lectura de contador" de, por ejemplo, la lectura del mes anterior y se factura por la diferencia de valor.

60 Como alternativa, la compañía eléctrica 118 puede descargar la base de datos 108 de cada disyuntor, tal como 100, en su totalidad, consultar los valores de energía 106 como apropiados y a continuación aplicar una estructura de clasificación adecuada usando las marcas de tiempo, circuitos específicos y cualquier bandera de asignación.

Las Figuras 2 y 3 muestran el ejemplo controlable, PVMCB 100, que puede incluir soporte opcional para comunicaciones y/o un número de módulos complementarios diferentes 126, como se analizará.

65 Haciendo referencia a la Figura 2, el PVMCB 100 de ejemplo puede incluir un número de módulos complementarios opcionales 126. Una trayectoria eléctrica de corriente alterna (AC) a través del PVMCB 100 entre la fuente de electricidad 118 y la carga 112 incluye una función de protección térmica y magnética 118, la función de medición

102 y contactos desconectables controlables 130. Una fuente de alimentación AC-DC 132 suministra potencia DC a, por ejemplo, el circuito lógico 104 y un circuito de comunicaciones 134. Como alternativa, la fuente de alimentación DC 132 puede ubicarse fuera del PVMCB 100 y suministrar potencia DC al mismo. El número de módulos complementarios opcionales 126 pueden proporcionar lógica específica y/o funciones I/O y un circuito de comunicaciones 136. Funciones de software remotas opcionales 138, 140 pueden opcionalmente comunicar con los circuitos de comunicaciones 134, 136.

La Figura 3 muestra más detalles del PVMCB 100 de ejemplo, que incluye una palanca de disyuntor externa 142 que coopera con la función de activación magnética térmica 128 para abrir, cerrar y/o reiniciar los contactos desconectables correspondientes (no mostrado), un indicador de OK 144 que se controla mediante el circuito lógico 104, y a botón de prueba/reinicio 146 que introduce al circuito lógico 104.

En este ejemplo, existe tanto una línea directa como una línea de neutro a través del PVMCB 100 junto con correspondientes sensores de corriente 148, 149, tensión sensores 150, 151 y contactos desconectables 130A, 130B para cada línea o conductor de potencia. Un circuito de medición de potencia 152 de la función de medición 102 introduce desde los sensores de corriente 148, 149 y la tensión sensores 150, 151 y emite los valores de potencia correspondientes al circuito lógico 104, que usa una función de temporizador/reloj 154 para proporcionar los correspondientes valores de energía con marca de tiempo 106 en la base de datos 108 de la memoria 110. Los sensores de corriente 148, 149 pueden conectarse eléctricamente en serie con los respectivos contactos desconectables 130A, 130B, pueden ser transformadores de corriente acoplados a las líneas de potencia o pueden ser cualquier dispositivo sensor de corriente adecuado. Los sensores de tensión 150, 151 pueden conectarse eléctricamente a las respectivas líneas de potencia en serie con los respectivos contactos desconectables 130A, 130B, pueden ser transformadores potenciales o pueden ser cualquier dispositivo sensor de tensión adecuado.

Ejemplo 9

La Figura 4 muestra un ejemplo, del número de módulos complementarios 126 de la Figura 2, que puede ser un módulo complementario de EV 200. El módulo 200 de ejemplo añade una implementación de hardware y software de un protocolo de comunicaciones de EV adecuado, detección de pérdida a tierra en umbrales relativamente bajos y control de los contactos desconectables controlables 130 (Figuras 3). Más específicamente, el módulo 200 realiza las funciones de SAE J-1772 (para mercados NEMA) o IEC 62196 (para el resto del mundo o donde sea aplicable) y proporciona salidas y entradas de señal piloto 202 (y cualquier señal de proximidad opcional 204) además de interconectar una interfaz de usuario externa 206. El módulo 200 controla el PVMCB 100 para realizar bloqueo de potencia apropiado y conforme a las normas apropiadas. Asigna información de medición en un historial de sesión de enchufe y puede realizar funciones analíticas (por ejemplo, sin limitación, usar limitación basándose en energía; planificación inteligente). El módulo 200 asigna el uso y facturación, por ejemplo, a un VIN, que puede usarse para recoger ingresos fiscales perdidos de compras de combustible, habilita la regulación (por ejemplo, controlando la tasa de carga) y coordinación de panel (por ejemplo, coordinación con otros disyuntores de PVM controlables para reducir o gestionar el uso de demanda total para un panel de disyuntor entero o servicio de compañía de servicio público) para evitar carga de demanda.

El módulo 200 incluye una primera pinza de conductor 208 para una primera línea directa al PVMCB 100 y una segunda pinza de conductor 210 para una segunda línea directa o un neutral a tal PVMCB. Las pinzas de conductor 208, 210 se conectan eléctricamente a terminales respectivos 212, 214 para una carga eléctrica 215. Estos terminales pueden usarse para proporcionar potencia AC en el conector de EV (no mostrado). Para un disyuntor de EV de un único polo, estos son una línea directa y una neutral. Para un disyuntor de EV de dos polos, estos son dos líneas directas. Para un disyuntor de EV de tres polos, estos son tres líneas directas.

Un número de sensores de corriente 216, tales como transformadores de corriente, detectan una corriente diferencial para un circuito de protección de pérdida a tierra 218, que puede emitir una señal de fallo y otra información de corriente a un circuito lógico 220. El circuito lógico 220, a su vez, puede comunicar externamente a través de un circuito de comunicación 222 a un primer puerto de expansión 224 (por ejemplo, sin limitación, para proporcionar una señal de activación al PVMCB 100) y/o un segundo puerto de expansión 226 para comunicar con otros dispositivos locales o remotos (no mostrado).

El circuito lógico 220 también se comunica con una memoria 228 y la interfaz de usuario externa 206, que puede incluir un número de luces indicadoras 230 y un botón de reinicio 232. En soporte de diversas funciones entrelazadas de EV, el circuito lógico 220 adicionalmente se comunica con una salida DC, PWM y función de detección 234 que interconecta la señal piloto 202 en terminal 236 y un circuito de proximidad opcional 238 que interconecta la señal de proximidad opcional 204 (o resistencia de proximidad (no mostrado)) en terminal 240 para un módulo complementario de EV de estilo IEC. El módulo 200 también incluye una conexión en espiral a tierra 242 que proporciona un terminal de tierra a tierra 244.

El módulo 200 de ejemplo puede emplearse con el PVMCB 100 o cualquier disyuntor adecuado divulgado en este documento que alimenta una carga eléctrica adecuada. Funciones protectoras de ejemplo realizadas mediante tales disyuntores puede incluir sobrecorriente, pérdida a tierra, sobretensión, bloqueo de carga y/o un reinicio automático

seguro. Funciones de control de ejemplo incluyen interconexiones al módulo 200, un algoritmo adecuado para la carga (por ejemplo, EV) y gestión de estado para la carga (por ejemplo, EV).

5 Funciones de autenticación de ejemplo realizadas mediante el módulo 700 incluyen verificación de permiso para acceder a potencia o control del disyuntor (es decir, potencia expendedora a una carga), ya sea localmente o remotamente y ajustes de bloqueo y lógicos adicionales. Como un ejemplo, estos incluyen determinar si se permite usar potencia para la carga (por ejemplo, para cargar un EV) o determinar si se es un administrador al que se permite controlar los disyuntores.

10 Funciones de asignación de ejemplo realizadas mediante el PVMCB 100 incluyen rastrear uso de energía por departamento, circuito o usuario, limitar la cantidad de uso de energía y medición de energía a nivel industrial (por ejemplo, exactitud de 0,2% de energía de medición).

15 Funciones de protección y control opcionales y adicionales de ejemplo que pueden habilitarse en el PVMCB 100 mediante el módulo 200 incluyen interfaces de comunicación intercambiables, control remoto y curvas de activación adicionales.

Ejemplo 10

20 El software remoto 140 de la Figura 2 puede ser una función de suma de control 300, como se muestra en la figura 5. Por ejemplo y sin limitación, el ejemplo función de suma de control 300 puede ejecutarse como parte de un PVMCB 402 (Figura 7), que puede ser similar al PVMCB 100 de las Figuras 2 y 3, para una pluralidad de disyuntores de derivación, tal como el PVMCB 100 de las Figuras 2 y 3 o los PVMCB 404 de la Figura 7.

25 En primer lugar, en 301, se ejecuta una suma de control, tal como se ha divulgado, anteriormente, en conexión con la Ecuación 2. Por ejemplo, el disyuntor principal (no mostrado) de PVMCB 402 (Figura 7) puede recoger valores de energía con marca de tiempo de los PVMCB de bifurcación 404 (Figura 7) para comparación con sus valores de energía con marca de tiempo recogidos localmente. Para una marca de tiempo particular (por ejemplo, sin limitación, intervalos de un segundo; cualquier intervalo de tiempo adecuado), los diversos valores de energía con marca de tiempo de energía entrante se comparan con los diversos valores de energía con marca de tiempo de energía saliente usando, por ejemplo, la Ecuación 3, en 302. Si no existe fallo en 302, entonces se repite 301 para la siguiente marca de tiempo. Por otra parte, si existe un fallo (por ejemplo, la Ecuación 3 es verdadera), entonces en 304 el fallo se notifica a la compañía eléctrica y el cliente de potencia eléctrica. A continuación, en 306, se realiza un análisis para determinar el "contador" fallido (por ejemplo, el PVMCB 100 fallido o función de medición 102 de la Figura 2; el disyuntor principal; uno de los disyuntores de derivación), como se analizará en mayor detalle, a continuación, en conexión con los Ejemplos 13-16 y 32.

35 Si se determina un "contador" fallido en 308, entonces se notifica a la compañía eléctrica y al cliente de potencia eléctrica de la ubicación del contador fallido y se asigna energía apropiadamente en 310, como se analizará en mayor detalle a continuación, en conexión con el Ejemplo 23 y la Ecuación 4.

40 De otra manera, si el "contador" fallido no se determina en 308, entonces en 312, se determina si el cliente permite ciclos de cargas y si aún no se han alcanzado límites de ciclos de carga. Si es así, entonces en 314, un número de cargas se pasan por ciclos para buscar el contador fallido antes de que la ejecución de reanude en 306.

45 Por otra parte, si el cliente no permite pasar por ciclos cargas o si se alcanzan los límites de paso de ciclos de carga en 312, entonces en 316, la función de suma de control 300 es incapaz de determinar la ubicación de contador fallido y la función de medición 102 (Figura 2) continúa a información de medición de marca de tiempo (por ejemplo, sin limitación, valores de potencia; valores de energía) para recuperar después de que se conozca la ubicación de contador fallido.

Ejemplo 11

50 En 302, la función de suma de control 300 puede determinar una pluralidad predeterminada de sucesos consecutivos del fallo de la Ecuación 3 antes de notificar de forma responsiva a al menos uno de la compañía de electricidad y el cliente en 304.

Ejemplo 12

60 En 302, la función de suma de control 300 puede determinar un número predeterminado de sucesos consecutivos del fallo de la Ecuación 3 antes de notificar de forma responsiva a al menos uno de la compañía de electricidad y el cliente en 304.

Ejemplo 13

65 En 306, la función de suma de control 300 puede determinar cuál de los PVMCB falló comparando un número de

eventos de carga almacenados en la base de datos 108 de PVMCB (Figura 3) con una pluralidad de firmas de carga predeterminadas. Por ejemplo, en o aproximadamente la marca de tiempo para el fallo de la función de suma de control 300, si el evento de carga almacenado es muy diferente de las firmas de carga predeterminadas, entonces el correspondiente PVMCB es probablemente el "contador" fallido. Véase, también, el Ejemplo 5.

Ejemplo 14

En 306, la función de suma de control 300 puede determinar cuál de los PVMCB falló evaluando temperatura frente a información de tiempo y energía frente a información de tiempo para un número de los PVMCB de bifurcación. Por ejemplo, en o aproximadamente la marca de tiempo para el fallo de la función de suma de control 300, si la temperatura exterior era relativamente más alta y la energía frente a información de tiempo era aproximadamente cero para un de los PVMCB de bifurcación asociados con una carga de aire acondicionado, entonces ese PVMCB es probablemente el "contador" fallido. Véase, también, el Ejemplo 6.

Ejemplo 15

En 306, la función de suma de control 300 puede determinar cuál de los PVMCB falló evaluando al menos uno de: (1) energía esperada frente a información de tiempo, fuente de potencia o destino de potencia con energía real frente a información de tiempo; y (2) tipo de carga o corriente nominal con corriente real frente a información de tiempo, para un número de los PVMCB de bifurcación. Véase, por ejemplo, el Ejemplo 7.

Ejemplo 16

Las Figuras 6A-6B muestran un diagrama de flujo relativamente más detallado de etapas 306, 308, 310, 312, 314, 316 de la función de suma de control 300 de la Figura 5. La meta es determinar exactamente qué contador falló, notificar a la compañía eléctrica y el cliente (por ejemplo, premisa), determinar si información de medición exacta es todavía posible y hacer la misma disponible, todo con interrupción mínima de potencia.

Si la función de suma de control 300 falla en 302 de la Figura 5, como se muestra en 318 de la Figura 6B, entonces se identifica el PVMCB con el "contador" fallido. En 320, se determina un circuito de potencia que acaba de comenzar a extraer potencia o experimentar un cambio relativamente grande en potencia. Si es así, entonces en 322, ese circuito de potencia y el correspondiente PVMCB se marcan como el probable error. A continuación, en 324, se determina si la carga para ese circuito de potencia históricamente se apaga a sí misma en una cantidad de tiempo predeterminada razonable. Si no, entonces en 326, el correspondiente PVMCB se apaga para una nueva prueba de suma de control en la siguiente marca de tiempo. Por otra parte, si la carga para ese circuito de potencia se apaga a sí misma en una cantidad de tiempo predeterminada razonable, entonces en 328, o bien espera a que la carga se apague a sí misma o si transcurre la cantidad de tiempo predeterminada, entonces el correspondiente PVMCB se apaga para una nueva prueba de suma de control en la siguiente marca de tiempo. A continuación, después de 326 o 328, en 330, se determina si la suma de control pasó para la siguiente marca de tiempo. Si es así, entonces en 332, se identifica el PVMCB con el "contador" fallido. Finalmente, en 334, se notifica al cliente (por ejemplo, gerente de compañía de servicio público; propietario de vivienda) y la compañía eléctrica qué "contador" falló y si queda cualquier fuente de contador fiable (como se analizará, a continuación, en conexión con el Ejemplo 23) o si se necesita sustitución inmediata del "contador" fallido.

Por otra parte, si el circuito de potencia no acaba de comenzar a extraer potencia y no experimentó un cambio relativamente grande en potencia en 320, o si la suma de control no pasó en 330, entonces comenzando en 336, se toman las etapas para determinar el más probable contador fallido. En este documento, circuitos de potencia sin carga no proporcionan información, a no ser que la rutina 306 estuviera esperando (por ejemplo, si una carga es históricamente cíclica en naturaliza y es predecible en cuanto a cuándo debería encenderse/apagarse, entonces la función 300 puede esperar para cuando esa carga se anticipe a encender antes de que intente determinar si está o no en fallo) o a no ser que se acabara de apagar (por ejemplo, etapas 326, 328 o 340) y puede determinarse que sea la causa del problema. El contador fallido probable se determina, por ejemplo y sin limitación, mediante una varianza en potencia, mediante cuándo sucedió en último pico principal (encendido y apagado) en potencia, tendencia de potencia histórica y/o otras entradas posibles.

A continuación, en 338, se determina si el contador PVMCB, como se determinó en 336, está leyendo flujo de potencia en una dirección diferente que es válida (por ejemplo, el contador para un PVMCB de bifurcación especializado para una carga que consume potencia, tales como HVAC, está mostrando generación de potencia por error). Si es así, entonces el PVMCB con el "contador" fallido se identifica en 332.

Por otra parte, si el flujo de potencia en la dirección correcta en 338, entonces en 340, el contador PVMCB, como se determinó en 336, se desactiva en 340. A continuación, en 342, se determina si ese contador PVMCB, como se determinó en 336, está aún leyendo potencia distinta de cero, si es así, entonces el PVMCB con el "contador" fallido se identifica en 332.

Por otra parte, si se leyó potencia cero en 342, entonces en 344 se determina si una nueva prueba de suma de control en la siguiente marca de tiempo pasa en 344. Si es así, entonces el PVMCB con el "contador" fallido se identifica en 332.

- 5 Por otra parte, si la prueba de suma de control falló en 344, entonces en 346 se determina si todos los PVMCB de bifurcación se verifican. Si no, entonces la ejecución se reanuda en 336 con el siguiente contador fallido más probable.

10 De otra manera, si todos los PVMCB de bifurcación se verifican en 346, entonces si la energía de PVMCB principal es baja en relación con la suma de las energías de todos los PVMCB de bifurcación, entonces se identifica como el "contador" fallido en 348. De otra manera, en 348, si la energía de PVMCB principal es alta en relación con la suma de las energías de todos los PVMCB de bifurcación, entonces se identifica como el "contador" fallido o la premisa se identifica como que tiene robo de potencia en 348. Finalmente, después de 348, se ejecuta la etapa 334 para notificar adecuadamente al cliente y la compañía eléctrica como se ha analizado anteriormente.

15 Ya sea en 346 o 348, también es posible que múltiples contadores o PVMCB fallen simultáneamente. Sin embargo, se cree que esto es un suceso relativamente muy raro y no es fácilmente identificado sin apagar la potencia múltiples veces. En general, la función de suma de control 300 no puede detectar y tratar múltiples fallos simultáneos con absoluta certeza. Sin embargo, existen ciertas situaciones en las que fallo simultáneo puede indicarse como sospechado.

Ejemplo 17

25 Otros posibles lugares para usar la función de suma de control 300 incluyen, por ejemplo y sin limitación, en un sitio de generación y dentro de líneas de transmisión. La función de suma de control 300 también puede emplearse para ayudar a las compañías de electricidad a localizar lugares de "fugas" de potencia en los que se "fuga" o pierde potencia, por ejemplo, a tierra; lugares en los que una alimentación de potencia conductora o material de línea de potencia está fallando, aumentando resistencia y calentándose excesivamente). En este documento, la potencia no necesariamente se está robando, sino que los recursos de la compañía eléctrica se están perdiendo o desperdiciando.

Ejemplo 18

35 La Figura 7 muestra un centro de carga 400 de máquina expendedora de potencia (PVM) que incluye un PVMCB principal 402 que tiene la función de suma de control 300 de la Figura 5. Los centros de carga 400 de PVM también incluyen una pluralidad de PVMCB de bifurcación 404. Los PVMCB de bifurcación 404 generalmente pueden asociarse con una pluralidad de cargas que consumen potencia 406. Sin embargo, es posible que un número de los PVMCB de bifurcación 404 puedan asociarse con una fuente de generación, tal como 408, o con un EV (con vehículos a soporte a red eléctrica) 410.

40 Por ejemplo, un EV contiene una batería u otro medio de energía almacenada adecuado. En una aplicación normal, la batería de EV se carga desde la red eléctrica y por lo tanto está consumiendo potencia. Sin embargo, existen aplicaciones en las que la batería de EV también podría suministrar potencia a una casa convirtiendo la energía almacenada de vuelta a potencia AC y actúa esencialmente como un generador en una situación de emergencia (en ocasiones esto también se denomina como flujo de potencia inverso). Como resultado, el EV es único en que puede servir tanto como un consumidor como generador de potencia. También existen aplicaciones en las que las compañías de servicios públicos toman un banco de baterías simple como almacenamiento de energía distribuida para hacer lo mismo excepto sin el vehículo real. Además de uso en emergencias, también puede usarse donde carga la batería por la noche (durante horas de baja demanda de servicio público cuando las tarifas son relativamente más baratas) y a continuación descarga durante el día (durante horas de máxima demanda de servicio público cuando las tarifas son relativamente más caras).

50 En general, el PVMCB principal 402 recibe potencia 412 de la red eléctrica de compañía de servicio público 414. Sin embargo, con la fuente de generación 408, por ejemplo, es posible que el PVMCB principal 402 pueda procurar potencia 416 a la red eléctrica de compañía de servicio público 414. En las Ecuaciones 2 y 3, la potencia 412 de la red eléctrica de compañía de servicio público 414 corresponde a un valor positivo de E_{in} y la potencia 416 a la red eléctrica de compañía de servicio público 414 corresponde a un valor negativo de E_{in} .

60 De manera similar, para los PVMCB de bifurcación 404, la potencia que fluye a las cargas 406 corresponde a un valor positivo de E_{out} , y la potencia que fluye de la fuente de generación 408 de vuelta hacia la red eléctrica de compañía de servicio público 414 corresponde a un valor negativo de E_{out} .

Ejemplo 19

65 El PVMCB principal 402 incluye un circuito de comunicación 134 y/o 136 (Figura 2) estructurado para recibir información de los PVMCB de bifurcación 404 y comunicar la información a una ubicación remota, tales como 140

(Figura 2). Esta información puede incluir, por ejemplo y sin limitación, una identificación de estado de activación y tiempo de activación para cada uno de los PVMCB de bifurcación 404 y una identificación de estado de activación y sucesos de una predeterminada forma de potencia para cada uno de los PVMCB de bifurcación 404. Los PVMCB de bifurcación 404 de manera similar incluye un circuito de comunicación 134 y/o 136 (Figura 2) estructurado para enviar tal información al PVMCB principal 402. La Figura 10 muestra un ejemplo de comunicaciones entre los diversos PVMCB 402, 404 y los módulos complementarios 200, 200' para los PVMCB 404.

Ejemplo 20

Similar al Ejemplo 19, el PVMCB principal circuito de comunicación 134 y/o 136 (Figura 2) puede estructurarse para recibir una orden de apertura y cierre desde la ubicación remota y comunicar la orden de apertura o cierre a un correspondiente uno de los PVMCB de bifurcación 404 usando su correspondiente circuito de comunicación 134 y/o 136 (Figura 2).

Ejemplo 21

El concepto divulgado puede dirigirse a, por ejemplo, un panel de PVMCB, que incluye el PVMCB principal 402 y PVMCB de bifurcación 404 como se muestran en la Figura 7. Esto proporciona la función de suma de control 300 (Figura 5) que puede verificar la exactitud de facturación y notificar a una compañía de electricidad en el caso de robo o facturación insuficiente de potencia eléctrica. Como alternativa, la función de suma de control 300 puede aplicarse en otras áreas, tales como entre un transformador 502 y una pluralidad de aguas abajo centros de carga 504, 506, 508 como se muestran en la Figura 8.

Ejemplo 22

El PVMCB función de suma de control 300 puede aplicarse a aplicaciones distintas de centros de carga o cuadro terminal. Esta función 300 puede evitar el robo de potencia y automáticamente verificar la exactitud de lecturas de contador en cualquier sitio en un sistema de distribución de potencia eléctrica.

Ejemplo 23

En la Figura 7, energía fluye dentro del ejemplo centro 400 de carga de PVM. Potencia puede fluir en cualquier dirección y la función 300 divulgada aún trabaja correctamente. Además de verificación, si un único contador falla y se identifica, el centro 400 de carga de PVM todavía puede asignar correctamente uso de energía a cada PVMCB de bifurcación 404 individual (que incluye el circuito de potencia de bifurcación del PVMCB fallido) empleando la Ecuación 4:

$$\sum E_{in} - \sum E_{out} - \sum E_{loss} - E_{Lectura Disyuntor PVM Fallido} = E_{Real de Disyuntor PVM Fallido} \quad (Ec. 4)$$

en la que:

$E_{Lectura Disyuntor PVM Fallido}$ es la lectura de energía inexacta de un PVMCB fallido que debe retirarse de la Ecuaciones 2 y 3; y

$E_{Real de Disyuntor PVM Fallido}$ es la energía real que fluye a través del PVMCB fallido. Como se ha analizado, anteriormente, en conexión con las Figuras 6A-6B, la rutina 306 asigna una pluralidad de valores de energía con marca de tiempo durante un predeterminado periodo de tiempo a uno de los PVMCB 402, 404 que fallaron después del fallo de la función de suma de control 300 en 302 (Figura 5) o 318 (Figura 6B).

La Ecuación 4 supone que el error de medida de energía es insignificante y que una lectura de contador con el nivel de exactitud requerido es aún posible. Cuando el centro 400 de carga de PVM de ejemplo se opera en este modo, ya no puede realizar la etapa 301 de la función de suma de control 300, y supone que todos los demás contadores están operando correctamente (es decir, el centro 400 de carga de PVM ya no puede realizar verificación). Este modo se concibe para emplearse durante una duración relativamente corta hasta que el contador defectuoso pueda identificarse y sustituirse.

Ejemplo 24

El término de pérdida de energía E_{loss} de las Ecuaciones 2-4 pueden corresponder a pérdidas de energía (por ejemplo, I^2R) en, por ejemplo y sin limitación, barras de alimentación de línea (no mostrado) del centro 400 de carga de PVM entre el PVMCB principal 402 y los PVMCB de bifurcación 404.

Ejemplo 25

El PVMCB principal 402 puede situarse en un compartimento de bloqueo 420 para evitar manipulación. La desconexión del servicio (por ejemplo, palanca de operador 422) aún es accesible y controlable remotamente. El compartimento de bloqueo 420 sustancialmente contiene el PVMCB principal 402 y restringe el acceso al mismo. El compartimento de bloqueo 420 incluye una abertura 421 y la palanca de operación 422 pasa a través de la abertura 421 de compartimento de bloqueo, para permitir que un usuario acceda a la palanca de operación 422.

Como alternativa, el compartimento de bloqueo 420' de la Figura 8 incluye aberturas 421, 421' para las palancas de operación 422, 422' de todos los respectivos disyuntores PVMCB 402, 404, que sustancialmente se contienen en el mismo para restringir el acceso para evitar la manipulación.

Ejemplo 26

Una activación de derivación 424 puede añadirse al PVMCB principal 402 con, por ejemplo y sin limitación, un botón otro dispositivo 426 de entrada de usuario adecuado en el exterior 428 de un edificio 430, para cumplir códigos de incendio que requieren una desconexión accesible para toda la casa.

Ejemplo 27

El PVMCB principal 402 puede comunicar información adicional en tiempo real a equipos de respuesta a emergencias en una ubicación remota, tal como 140 (Figura 2). Esto puede incluir información, tal como cuáles de los PVMCB de bifurcación 404 se han activado y en qué orden. Esto podría ayudar a los bomberos a determinar la fuente y ubicación de fuego en el edificio 430. Otra posibilidad es la notificación automática de una posible electrocución si se observa una cierta firma de potencia (por ejemplo, sin limitación, una pérdida a tierra 432 en un baño).

Ejemplo 28

También, control remoto de circuitos de potencia de bifurcación individuales asociados con los PVMCB de bifurcación 404 podrían proporcionarse a equipos de respuesta a emergencias en una ubicación remota, tal como 140 (Figura 2).

Ejemplo 29

Un contador defectuoso puede surgir de cualquier número de los componentes del PVMCB 100 de ejemplo (por ejemplo, sin limitación, sensor(es) de tensión 150, 151; el(los) sensor(es) de corriente 148, 149; convertidor de analógico a digital (ADC) (no mostrado) de circuito de medición de potencia 152; procesador 104) y podría implicar error(es) de ganancia y/o compensación. Sin embargo, una calibración de error de compensación de la fábrica normalmente no debería desviarse o cambiar mucho con el paso del tiempo. Como resultado, errores esperados probablemente impliquen un cambio en la calibración de ganancia.

Aunque no puede determinarse la fuente exacta del error, podría ser posible identificar la misma lo suficientemente cerca para corrección. Por ejemplo, la determinación de tensión es una combinación de una lectura de un sensor de tensión 150, 151 y el ADC. Dentro de un centro de carga, tal como 400, por ejemplo, la tensión debería ser casi exactamente la misma para todos los PVMCB 404. Por lo tanto, un error de tensión puede detectarse fácilmente y corregirse mediante la analítica. Ajustando un número de coeficientes usados en su determinación (por ejemplo, sin limitación, un término de multiplicación simple), entonces la tensión puede recalibrarse de vuelta a su valor correcto. Si la tensión recalibrada cambia o se desvía, entonces este error puede ser irrecuperable, aunque una media de las diversas tensiones en el centro de carga 400 puede usarse como un sustituto. Si, sin embargo, la tensión recalibrada sustancialmente es constante, aunque puede ser difícil determinar qué salió mal, el sensor de tensión 150 o 151 es a pesar de ello operacional.

Puede usarse calibración similar para el(los) sensor(es) de corriente 148, 149.

Ya que la potencia se deriva de corriente y tensión y ya que la energía se deriva de potencia o de corriente y tensión, conocer el dispositivo particular que falló y la cantidad de energía errónea, estos pueden usarse para recalibrar el(los) sensor(es) de corriente o tensión.

Ejemplo 30

La función de suma de control 300 divulgada mejora la verificación de medición (y de este modo una capacidad de la compañía de servicio público para medir clientes con exactitud) realizando verificación repetitiva en tiempo real. Cuando la exactitud se ha comprometido y la verificación falla en un sistema con "N" puntos de contadores, la función de suma de control 300 determinará el contador defectuoso, notificará a la compañía de servicio público y a continuación recuperará el sistema para operar en modo de fallo con "N-1" contadores, pero sin pérdida de

capacidad de medición. Debido a la disposición de los contadores, la función de suma de control 300 es capaz de medir exactamente y apropiadamente los N puntos de contadores con N-1 contadores hasta que el contador defectuoso pueda sustituirse. La función de suma de control 300 permite que un sistema de dispositivo retire el peso de las pruebas y verificación de contador de la compañía eléctrica. También crea un sistema de medición más fiable y exacto para compañías de servicio público que evita el robo de potencia eléctrica mientras garantiza que los clientes son facturados correctamente.

Ejemplo 31

La función de suma de control 300 no puede garantizar la detección de múltiples fallos simultáneos. Existen ciertos casos en los que la función de suma de control 300 puede detectar/sospechar fallos simultáneos basándose en sus análisis, pero existen otros diversos casos en los que no puede. Un ejemplo sería cuando una lectura de contador se equivoca en el lado alto y una segunda lectura de contador se equivoca en una magnitud igual en el lado bajo y la combinación de los dos se compensa entre sí. Como resultado, la función de suma de control 300 puede no ser capaz de detectar tales errores. Sin embargo, el suceso de errores múltiples simultáneos sucediendo (empezando al mismo tiempo), es estadísticamente un caso atípico.

Si existen múltiples errores que se compensan entre sí, pero no son simultáneos (empezando en momentos diferentes), entonces la función de suma de control 300 puede no ser capaz de discernir si existen múltiples errores o si el primer error se ha arreglado y fue una anomalía. Por lo tanto, la función de suma de control 300 marca este escenario como un error y notifica a la compañía de servicio público y cliente apropiadamente.

La función de suma de control 300 puede no ser capaz de asignar energía a cada circuito de potencia después de que haya sucedido un fallo simultáneo. Cada punto de contador individual aún puede asignarse, pero no será verificado, ya que la función de suma de control 300 no tiene suficiente información para funcionar completamente adecuadamente.

Ejemplo 32

La Figura 8 muestra un PVMCB 500 aguas arriba que incluye la función de suma de control 300 de la Figura 5, un transformador 502 y una pluralidad de centros de carga 504, 506, 508. Cada uno de los centros de carga 504, 506, 508 incluye un PVMCB principal 510, que es similar al PVMCB principal 402 de la Figura 7, excepto que el PVMCB principal 510 no necesita incluir la función de suma de control 300. En este documento, la función de suma de control 300 se emplea para comprobar la energía que fluye a través del transformador 502 y a través de múltiples centros de carga 504, 506, 508 ubicados posiblemente en premisas diferentes. Este es un lugar adicional en un sistema de distribución en el que una compañía de electricidad podría emplear esta función de suma de control 300 para, por ejemplo, anunciar y evitar el robo o pérdida de potencia.

Ejemplo 33

Como se ha analizado, el concepto divulgado no aborda, con certeza, un escenario de una pluralidad fallos de contador sucediendo simultáneamente. En este ejemplo, el PVMCB principal 510 incluye la función de suma de control 300 para operación con sus PVMCB de bifurcación 404 aguas abajo. Usando un conjunto adicional de dispositivos, tal como se muestra en la figura 8, para realizar múltiples funciones de suma de control 300 podría ayudar a validar dónde ha fallado realmente un "contador". Por ejemplo, si dos PVMCB de bifurcación 404 (Figuras 7 y 8) fallan simultáneamente, entonces la función de suma de control 300 de la Figura 5 indicaría que falló el PVMCB principal 402 (Figura 7) o el PVMCB principal 510 del centro de carga 508 (Figura 8). Sin embargo, si la función de suma de control 300 está aún pasando entre el transformador 502 como se ejecuta en el PVMCB 500 de ejemplo y los PVMCB principales 510 (Figura 8) eléctricamente conectados al mismo, entonces el PVMCB principal 510 del centro de carga 508 (Figura 8) no ha fallado aunque la función de suma de control 300 de PVMCB 510 podría decir que sí ha fallado si los dos PVMCB de bifurcación 404 (Figura 8) fallaron simultáneamente.

Ejemplo 34

La Figura 9 muestra un transformador 600 y una pluralidad de líneas de transmisión 602, 604, 606 que incluyen la función de suma de control 300 de la Figura 5. El transformador 600 incluye una pluralidad de bobinados secundarios 608, 610, 612 y un bobinado primario 614 que tiene un primer circuito de medición 616 que incluye la función de suma de control 300. Cada una de las líneas de transmisión aguas abajo 602, 604, 606 corresponde a uno de los bobinados secundarios 608, 610, 612, respectivamente, e incluye un segundo circuito de medición 618. Los circuitos de medición 616, 618 pueden ser parte de respectivos PVMCB 620, 622, como se muestra. Para la Ecuación 4, el término E_{loss} puede incluir pérdidas de energía esperadas en el transformador 600.

Para compañías de servicios públicos, la medición y control de circuito de bifurcación con exactitud garantizada permite mejor servicio a sus territorios, aumenta la cantidad de información usada para tomar decisiones, ofrece nuevas estructuras de tarifas, proporciona lectura de contador remota, desconexiones de servicio remotas y un sistema de respuesta de demanda de emergencias, evita robo de potencia y ayuda a mejorar la utilización de

recursos.

5 Para consumidores, PVMCB, tal como 100, y módulos complementarios, tales como 126 o 200, aseguran una facturación exacta, ayudan a conservar energía y aumentan el valor y utilidad de su centro de carga y los dispositivos soportados en el mismo.

10 Mientras se ha descrito en detalle realizaciones específicas del concepto divulgado, los expertos en la materia apreciarán que podrían desarrollarse diversas modificaciones y alternativas a la vista de los contenidos generales de la divulgación. Por consiguiente, se pretende que las disposiciones particulares divulgadas sean únicamente ilustrativas y no limitantes en cuanto al alcance del concepto divulgado al que debe darse la total amplitud de las reivindicaciones adjuntadas y cualquiera y todas las equivalentes de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de distribución de potencia eléctrica (2) para uso con una fuente de potencia eléctrica (4), comprendiendo dicho sistema de distribución de potencia eléctrica:

- 5 un primer dispositivo (6) que intercambia primera potencia eléctrica con dicha fuente de potencia eléctrica, estando dicho primer dispositivo (6) estructurado para intercambiar dicha primera potencia eléctrica con una pluralidad de segundos dispositivos (8) y para medir primera energía eléctrica (10) que corresponde a dicha primera potencia eléctrica;
- 10 dicha pluralidad de segundos dispositivos (8) estructurados para intercambiar dicha primera potencia eléctrica con dicho primer dispositivo (6), estando cada uno de dichos segundos dispositivos (8) estructurado para intercambiar segunda potencia eléctrica como al menos parte de dicha primera potencia eléctrica con un número de correspondientes cargas eléctricas (12) y para medir segunda energía eléctrica (14) que corresponde a dicha segunda potencia eléctrica; y
- 15 un procesador (16) que comprende una rutina (18; 300) estructurada para comparar la primera energía eléctrica medida (10) de dicho primer dispositivo (6) con una suma de la segunda energía eléctrica medida (14) de cada uno de dichos segundos dispositivos (8) y determinar de forma responsiva la operación correcta o incorrecta de dicho sistema de distribución de potencia eléctrica (2), en el que dicho procesador (16) se incluye en dicho primer dispositivo (6), y
- 20 en el que dicha rutina se estructura (306) adicionalmente para determinar cuál de dicho primer dispositivo (6) y dichos segundos dispositivos (8) falló en respuesta a dicha operación incorrecta determinada.

2. El sistema de distribución de potencia eléctrica (2) de la reivindicación 1 en el que dicha rutina se estructura (304) adicionalmente para notificar a una compañía de electricidad (20) que corresponde a dicha fuente de potencia eléctrica (4) en respuesta a dicha operación incorrecta determinada (302) para determinar una pluralidad predeterminada de sucesos consecutivos de dicha operación incorrecta determinada y notificar de forma responsiva (304) a al menos uno de una compañía de electricidad (20; 118) que corresponde a dicha fuente de potencia eléctrica (4) y un cliente para dicha segunda potencia eléctrica (302) para determinar un número predeterminado de sucesos de dicha operación incorrecta determinada y notificar de forma responsiva (304) a al menos uno de una compañía de electricidad (20; 118) que corresponde a dicha fuente de potencia eléctrica (4) y un cliente para dicha segunda potencia eléctrica, o (306; 338) para determinar cuál de dicho primer dispositivo (6) y dichos segundos dispositivos (8) falló en respuesta a dicha operación incorrecta determinada comprobando el flujo de potencia inverso de vuelta hacia dicha fuente de potencia eléctrica (4).

3. El sistema de distribución de potencia eléctrica (2; 400) de la reivindicación 1 en el que dicho primer dispositivo es un disyuntor principal (402) y dichos segundos dispositivos son una pluralidad de disyuntores de derivación (404), en el que dicho primer dispositivo es un transformador (502) que incluye un primer circuito de medición (500) y dichos segundos dispositivos son una pluralidad de centros de carga o cuadros terminales aguas abajo (504, 506, 508) cada uno de los cuales incluye un segundo circuito de medición (510), dicho primer dispositivo es un primer transformador (600) que incluye una pluralidad de bobinados secundarios (608, 610, 612) y un bobinado primario (614) que tiene un primer circuito de medición (616) y dichos segundos dispositivos son una pluralidad de líneas de transmisión aguas abajo (602, 604, 606), correspondiendo cada una de dichas líneas de transmisión aguas abajo a uno de dichos bobinados secundarios y que incluye un segundo circuito de medición (618) o dicho primer dispositivo es un dispositivo de distribución de potencia aguas arriba (6; 600) que tiene un primer circuito de medición (22; 616) y dichos segundos dispositivos son una pluralidad de dispositivos de distribución de potencia aguas abajo (8; 602, 604, 606), incluyendo cada uno de dichos dispositivos de distribución de potencia aguas abajo un segundo circuito de medición (24; 618).

4. El sistema de distribución de potencia eléctrica (2) de la reivindicación 1 en el que dicha rutina se estructura adicionalmente para asignar (310) energía a dicho uno de dicho primer dispositivo (6) y dichos segundos dispositivos (8) que fallaron en respuesta a dicha operación incorrecta determinada o en el que dicha rutina se estructura adicionalmente para asignar (310) una pluralidad de valores de energía con marca de tiempo durante un predeterminado periodo de tiempo a dicho uno de dicho primer dispositivo (6) y dichos segundos dispositivos (8) que fallaron después de dicha operación incorrecta determinada.

5. El sistema de distribución de potencia eléctrica (2) de la reivindicación 1 en el que cada uno de dicho primer dispositivo y dichos segundos dispositivos incluye un circuito de medición (152); y en el que dicha rutina se estructura adicionalmente (301) para ajustar dicha comparación para al menos una de pérdidas de energía en conductores de potencia asociados operativamente con dichos segundos dispositivos y errores esperados en el circuito de medición en cada uno de dicho primer dispositivo y dichos segundos dispositivos.

6. El sistema de distribución de potencia eléctrica (2) de la reivindicación 1 en el que dicha rutina se estructura adicionalmente (302) para determinar un número predeterminado de sucesos de dicha operación incorrecta determinada y notificar de forma responsiva (304) a al menos uno de una compañía de electricidad (20; 118) que corresponde a dicha fuente de potencia eléctrica y un cliente para dicha segunda potencia eléctrica; y en el que dicha rutina se estructura (306) adicionalmente para determinar cuál de dicho primer dispositivo y dichos segundos

dispositivos falló comparando un número de eventos de carga con una pluralidad de firmas de carga predeterminadas (306) para determinar cuál de dicho primer dispositivo y dichos segundos dispositivos falló evaluando temperatura frente a información de tiempo y energía frente a información de tiempo para un número de dichos segundos dispositivos (306) para determinar cuál de dicho primer dispositivo y dichos segundos dispositivos falló evaluando al menos uno de: (1) energía esperada frente a información de tiempo, fuente de potencia o destino de potencia con energía real frente a información de tiempo; y (2) tipo de carga o corriente nominal con corriente real frente a información de tiempo, para un número de dichos segundos dispositivos (306) para determinar cuál de dicho primer dispositivo y dichos segundos dispositivos falló evaluando al menos uno de: (1) fecha de instalación; y (2) número de ciclos de operación, para una pluralidad de dicho primer dispositivo y dichos segundos dispositivos, (306; 326, 328, 330; 340, 344) para determinar cuál de dicho primer dispositivo y dichos segundos dispositivos falló apagando uno de dichos segundos dispositivos y repetir dicha comparación de la primera energía eléctrica medida de dicho primer dispositivo con una suma de la segunda energía eléctrica medida de cada uno de dichos segundos dispositivos excepto para dicho uno de dichos segundos dispositivos y para determinar de nuevo de forma responsiva dicha operación correcta o incorrecta basándose en dicha repetición de dicha comparación o (306) para determinar cuál de dicho primer dispositivo y dichos segundos dispositivos falló y para determinar de forma responsiva (306, 310) una segunda energía eléctrica para dicho uno de dicho primer dispositivo y dichos segundos dispositivos que fallaron de la primera energía eléctrica medida de dicho primer dispositivo, menos la suma de la segunda energía eléctrica medida de cada uno de dichos segundos dispositivos, menos pérdidas de energía en conductores de potencia asociados operativamente con dichos segundos dispositivos, menos la segunda energía eléctrica medida de dicho uno de dicho primer dispositivo y dichos segundos dispositivos que fallaron.

7. El sistema de distribución de potencia eléctrica (2) de la reivindicación 3 en el que dicho disyuntor principal (402) y dicha pluralidad de disyuntores de derivación (404) se alojan en un cuadro terminal o centro de carga (400); en el que dicho disyuntor principal incluye una palanca de operación (422); en el que dicho cuadro terminal o centro de carga incluye un compartimento de bloqueo (420) que sustancialmente contiene dicho disyuntor principal y que restringe el acceso al mismo, incluyendo dicho compartimento de bloqueo una abertura (421), la palanca de operación que pasa a través de la abertura de dicho compartimento de bloqueo, para permitir acceso a la palanca de operación por un usuario.

8. El sistema de distribución de potencia eléctrica (2) de la reivindicación 3 en el que dicho disyuntor principal (402) y dicha pluralidad de disyuntores de derivación (404) se alojan en un cuadro terminal o centro de carga (400) dentro de un edificio (430); y en el que una interfaz de usuario de activación de derivación (426) se dispone fuera de dicho edificio y se interconecta a dicho disyuntor principal, para activar manualmente la apertura de dicho disyuntor principal desde el exterior de dicho edificio.

9. El sistema de distribución de potencia eléctrica (2) de la reivindicación 3 en el que dicho disyuntor principal (402) comprende un circuito de comunicación (134, 136) estructurado para recibir información de dichos disyuntores de derivación y comunicar dicha información a una ubicación remota (140); y en el que dicha información se selecciona del grupo que consiste en una identificación de estado de activación y tiempo de activación para cada uno de dichos disyuntores de derivación y una identificación de estado de activación y suceso de una predeterminada firma de potencia para cada uno de dichos disyuntores de derivación.

10. El sistema de distribución de potencia eléctrica (2) de la reivindicación 3 en el que dicho disyuntor principal (402) comprende un circuito de comunicación (134, 136) estructurado para recibir una orden de apertura o cierre desde una ubicación remota (140) y comunicar dicha orden de apertura o cierre a uno correspondiente de dichos disyuntores de derivación.

11. El sistema de distribución de potencia eléctrica (2) de la reivindicación 3 en el que dicho disyuntor principal (402) y dicha pluralidad de disyuntores de derivación (404) se alojan en un cuadro terminal o centro de carga (400); en el que cada uno de dicho disyuntor principal y dichos disyuntores de derivación incluye una palanca de operación (422); en el que dicho cuadro terminal o centro de carga incluye un compartimento de bloqueo (420') que sustancialmente contiene dicho disyuntor principal y dichos disyuntores de derivación y que restringe el acceso al mismo; y en el que dicho compartimento de bloqueo incluye una pluralidad de aberturas (421'), la palanca de operación de uno correspondiente de dicho disyuntor principal y dichos disyuntores de derivación que pasa a través de una correspondiente de las aberturas de dicho compartimento de bloqueo, para permitir acceso a la palanca de operación por un usuario.

12. El sistema de distribución de potencia eléctrica (2) de la reivindicación 1 en el que al menos una (408, 410) de dicho número de correspondientes cargas eléctricas se estructura para generar potencia eléctrica; en el que una correspondiente de dichos segundos dispositivos se estructura adicionalmente para enviar de vuelta dicha potencia eléctrica generada a dicho primer dispositivo; y en el que dicha segunda energía eléctrica medida de dicho uno correspondiente de dichos segundos dispositivos tiene un valor negativo.

13. El sistema de distribución de potencia eléctrica (2) de la reivindicación 12 en el que dicho primer dispositivo se estructura adicionalmente para enviar de vuelta potencia eléctrica a dicha fuente de potencia eléctrica; y en el que dicha primera energía eléctrica medida tiene un valor negativo.

14. Un método de evaluación de medición de energía de un sistema de distribución de potencia eléctrica (2) para uso con una fuente de potencia eléctrica (4), comprendiendo el sistema de distribución de potencia eléctrica un primer dispositivo (6) que intercambia primera potencia eléctrica con dicha fuente de potencia eléctrica, intercambiando dicho primer dispositivo (6) la primera potencia eléctrica con una pluralidad de segundos dispositivos (8) y midiendo primera energía eléctrica que corresponde a dicha primera potencia eléctrica, intercambiando dicha pluralidad de segundos dispositivos (8) la primera potencia eléctrica con dicho primer dispositivo (6), intercambiando cada uno de dichos segundos dispositivos (8) segunda potencia eléctrica como al menos parte de dicha primera potencia eléctrica con un número de correspondientes cargas eléctricas (12) y midiendo segunda energía eléctrica que corresponde a dicha segunda potencia eléctrica, comprendiendo dicho método:
- 5
- 10 sumar (301) la segunda energía eléctrica medida de cada uno de dichos segundos dispositivos (8);
 comparar (301) con un procesador (16) la primera energía eléctrica medida de dicho primer dispositivo (6) con la
 segunda energía eléctrica medida sumada de cada uno de dichos segundos dispositivos (8) y determinar de
15 forma responsiva la operación correcta o incorrecta de dicha medición de primera energía eléctrica y dicha
 medición de segunda energía eléctrica; y
 determinar (306) cuál de dicho primer dispositivo (6) y dichos segundos dispositivos (8) falló en respuesta a dicha
 operación incorrecta determinada,
 en el que dicho procesador (16) se incluye en dicho primer dispositivo (6).
- 20 15. El método de la reivindicación 14 comprendiendo además:
- 25 determinar (302) dicha operación incorrecta cuando la primera energía eléctrica medida de dicho primer
 dispositivo (6) menos la segunda energía eléctrica medida y sumada de cada uno de dichos segundos
 dispositivos (8) es mayor que una suma de pérdidas en conductores de potencia asociados operativamente con
 dichos segundos dispositivos (8), más errores esperados en la medición mediante cada uno de dicho primer
 dispositivo (6) y dichos segundos dispositivos (8).

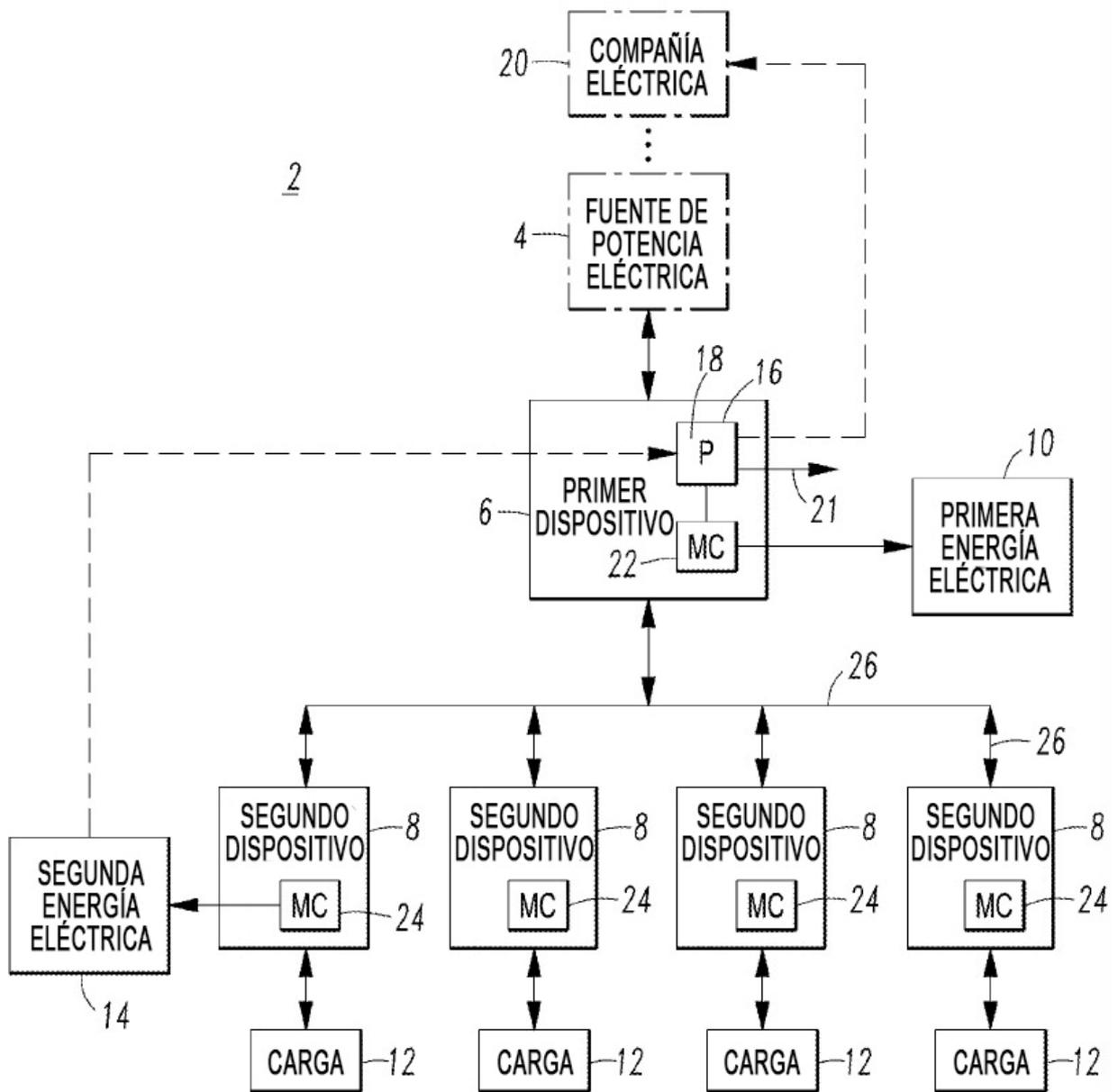


FIG. 1

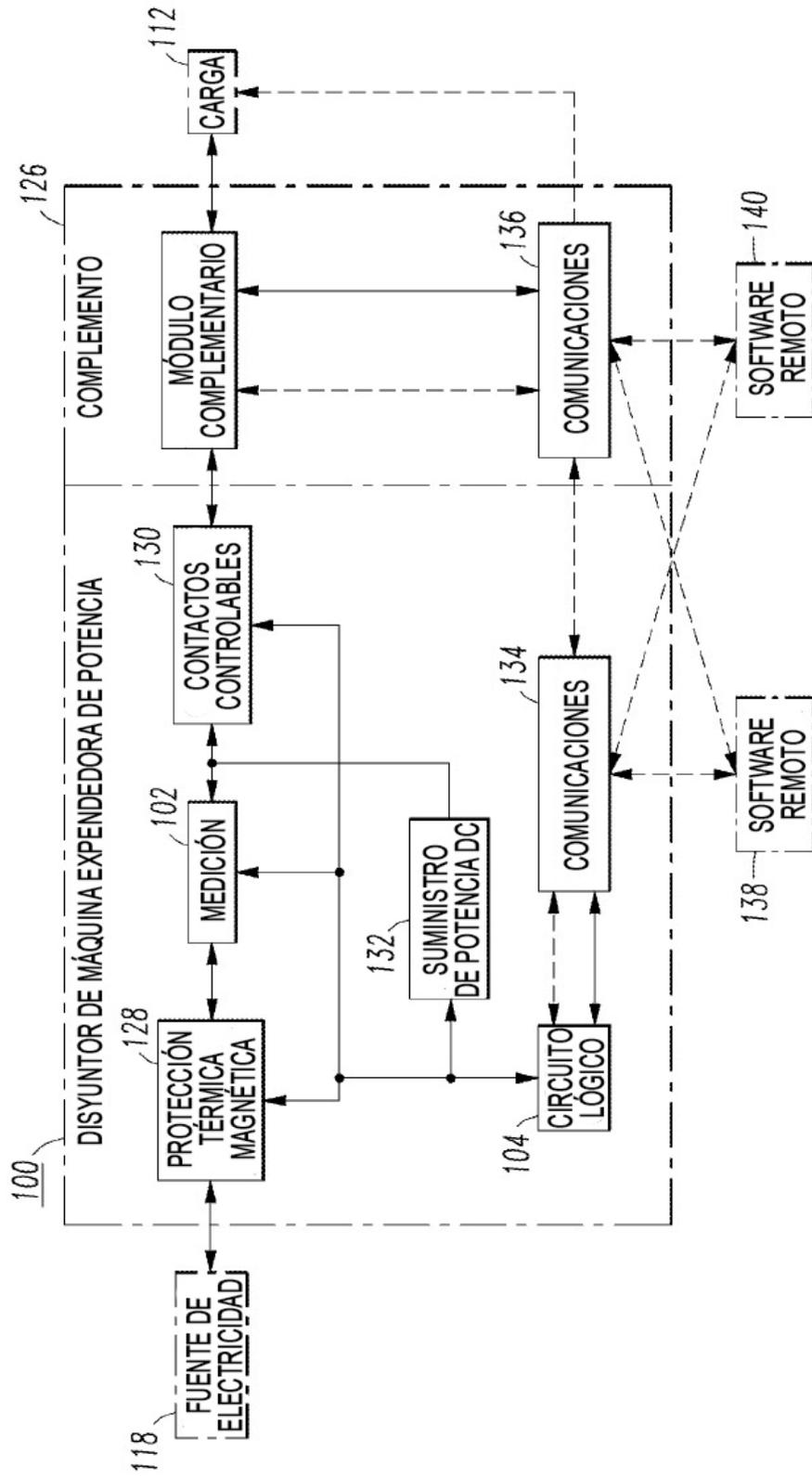


FIG.2

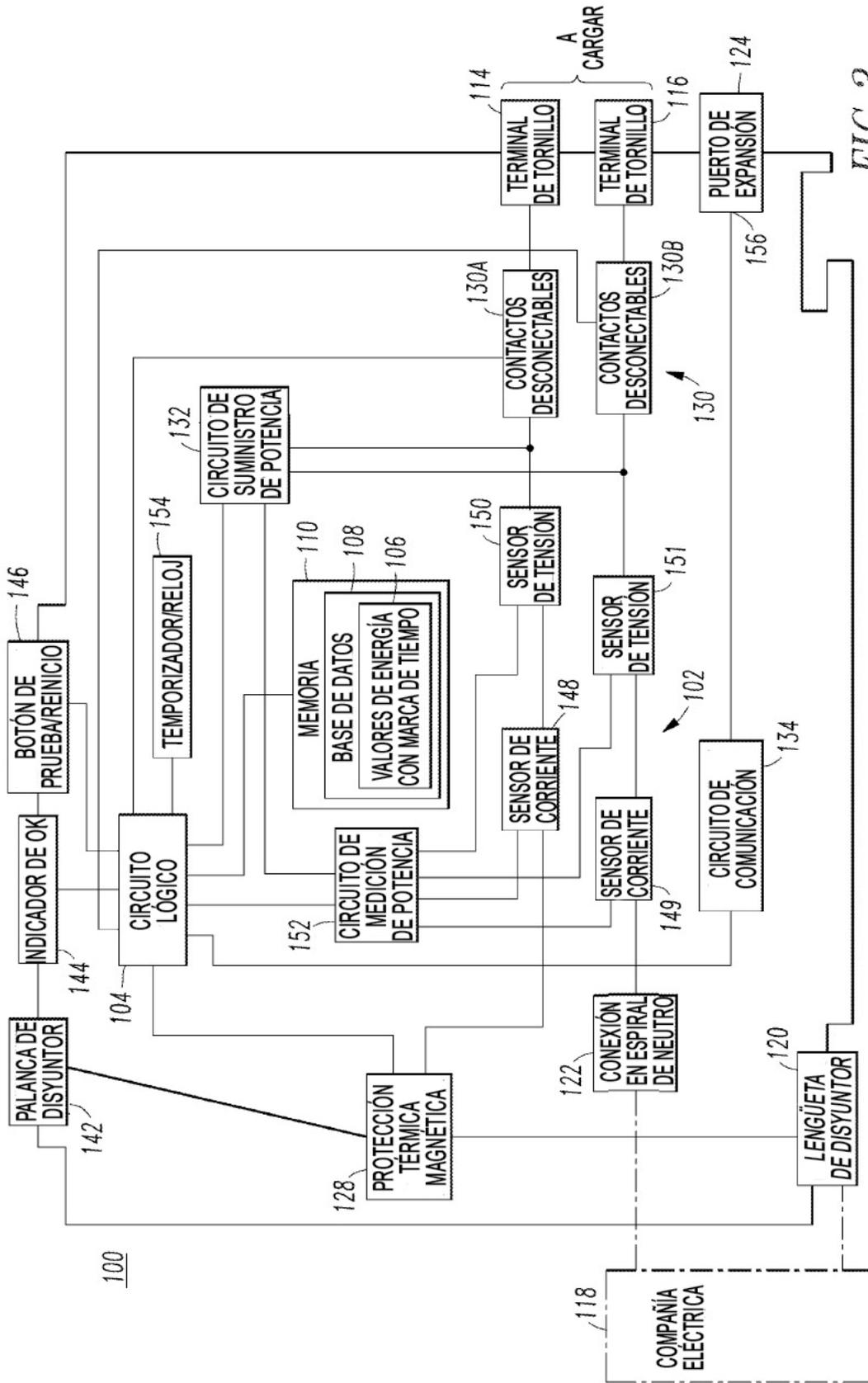


FIG. 3

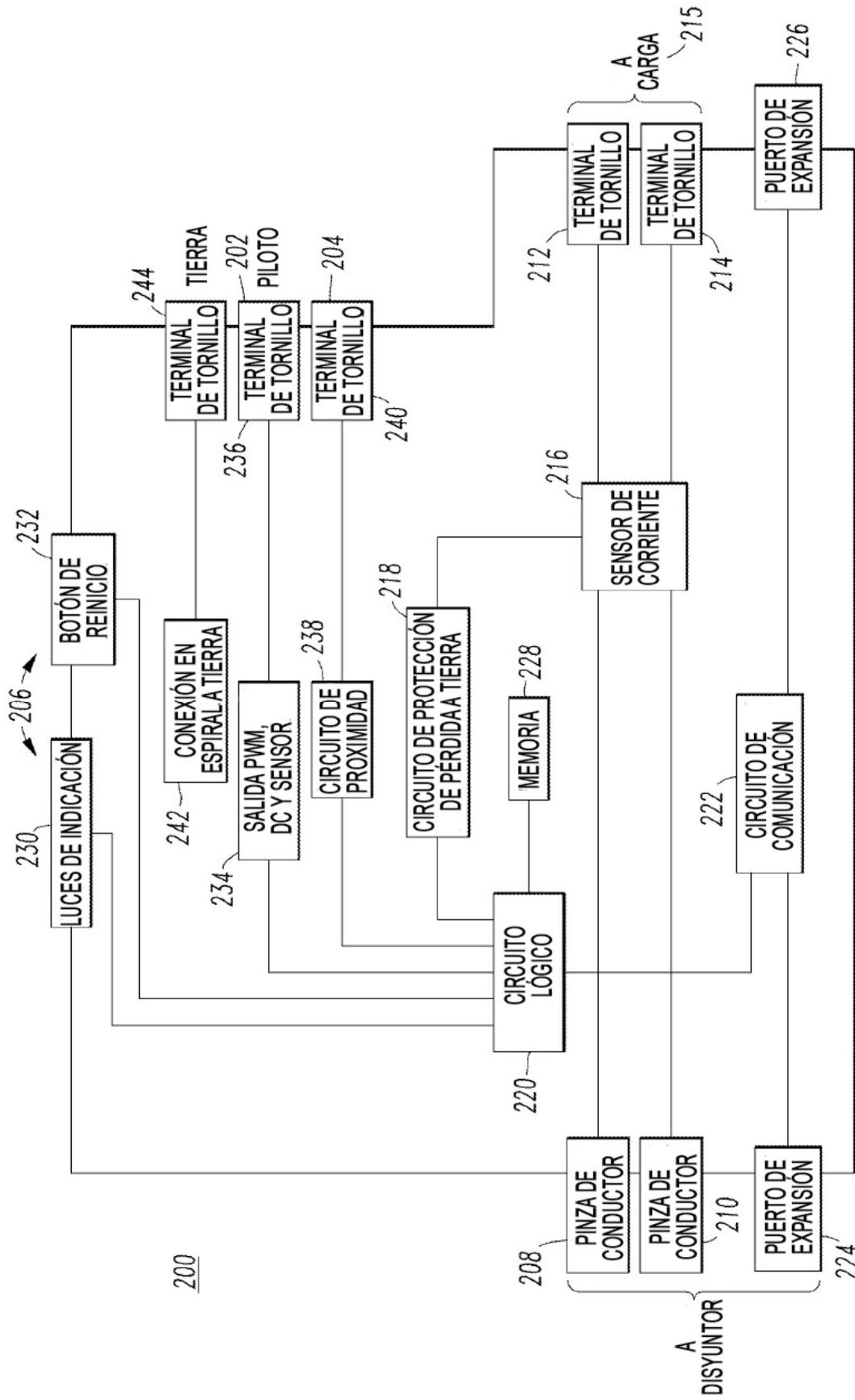


FIG. 4

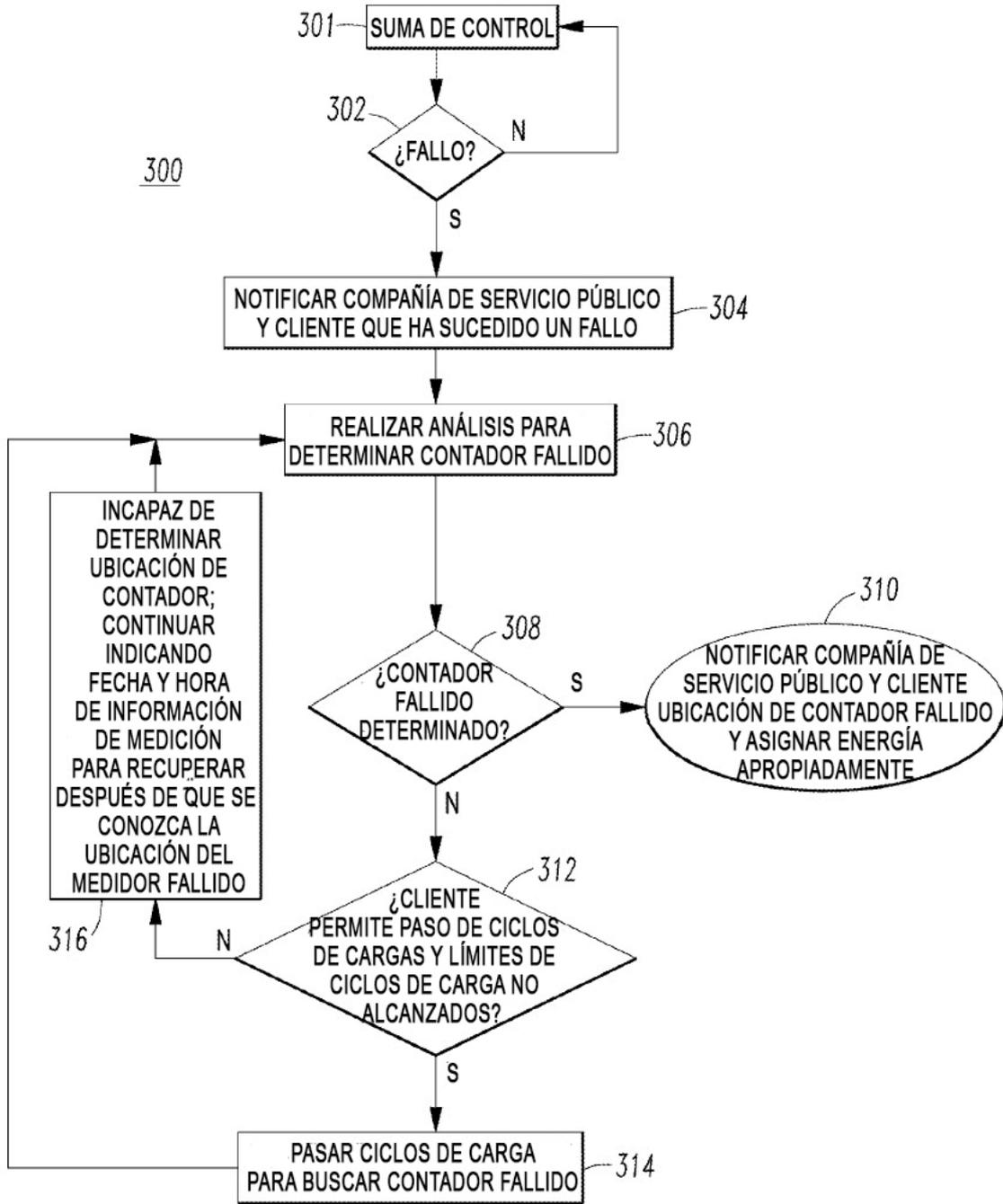


FIG.5

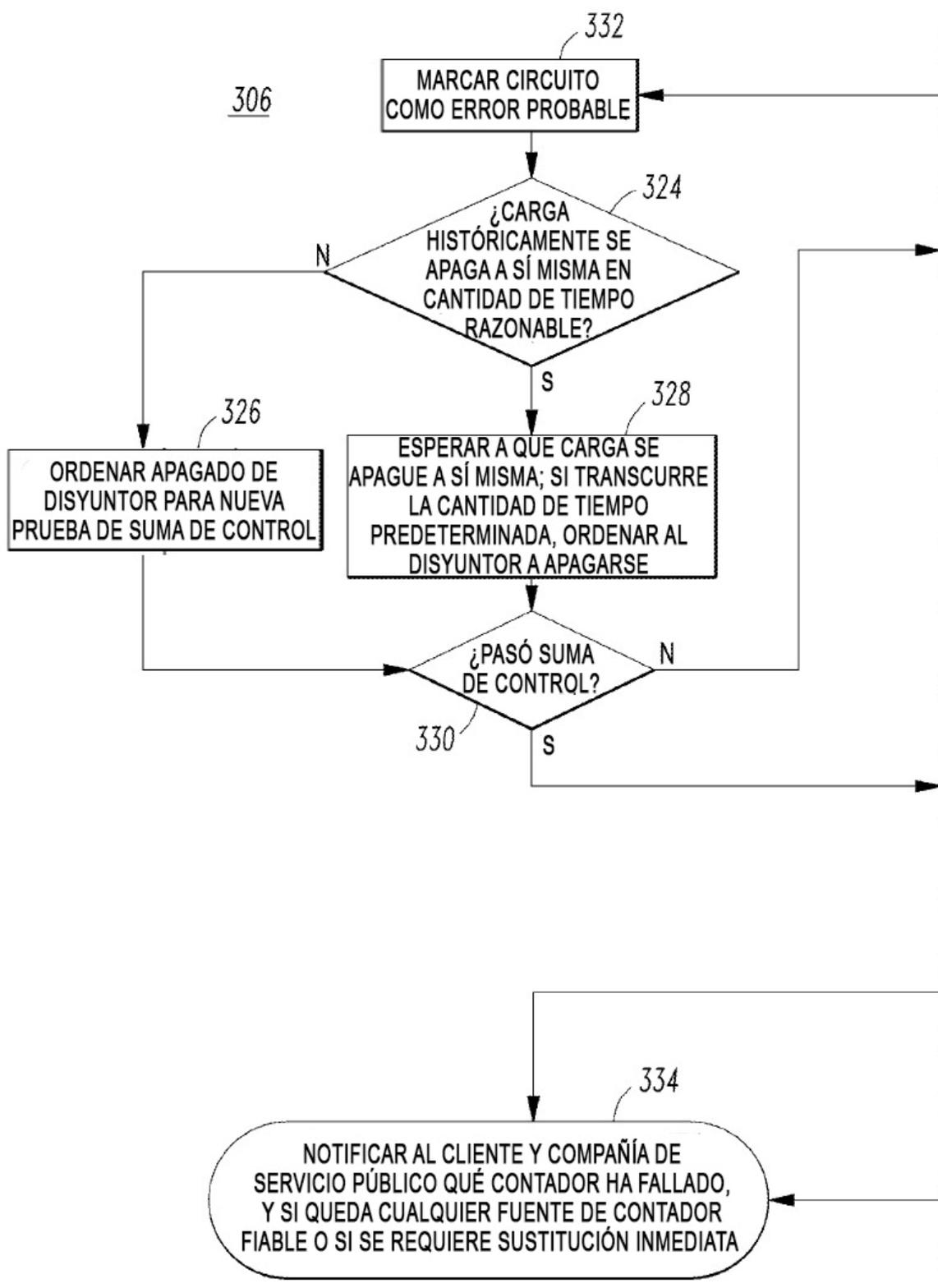


FIG. 6A

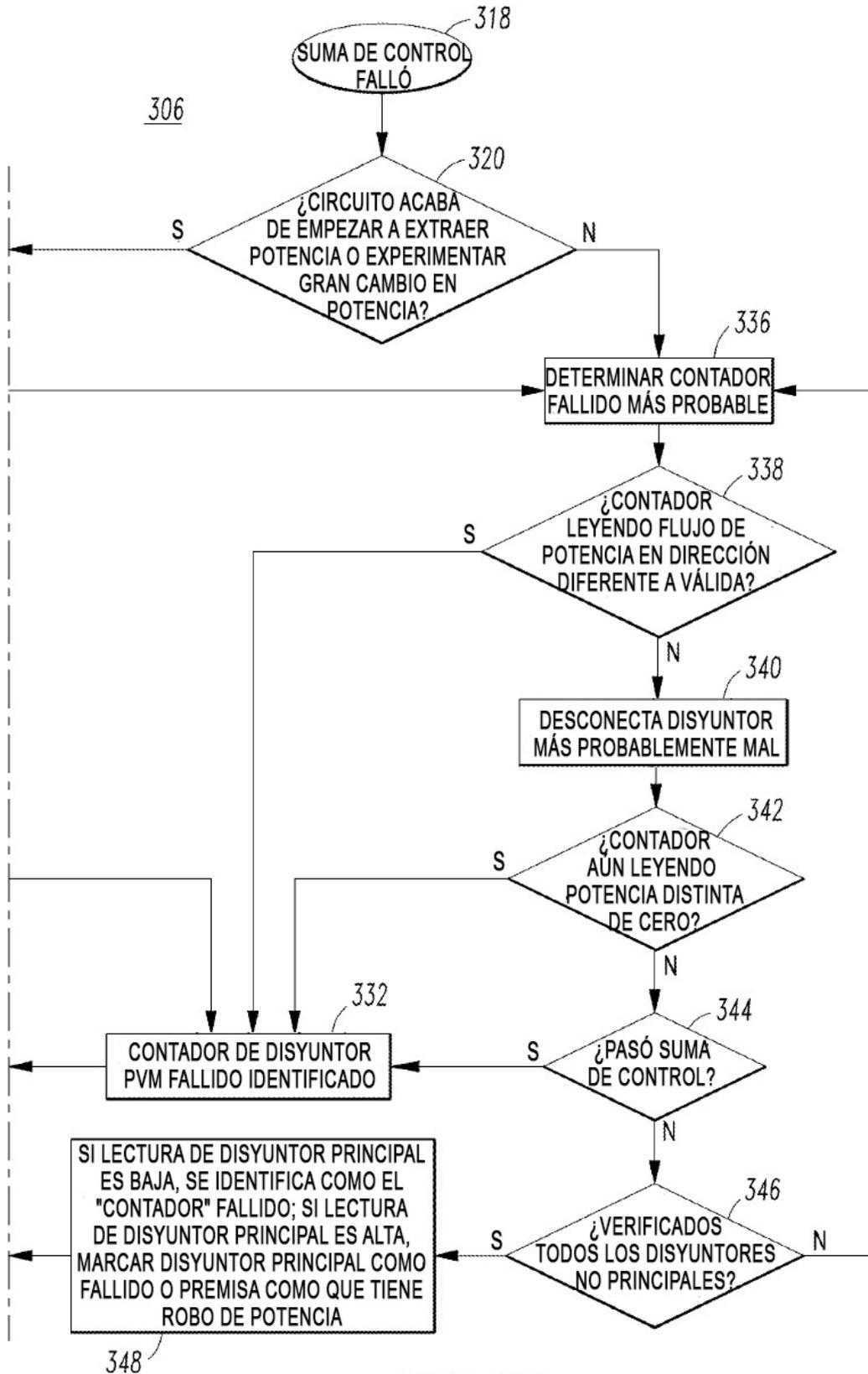
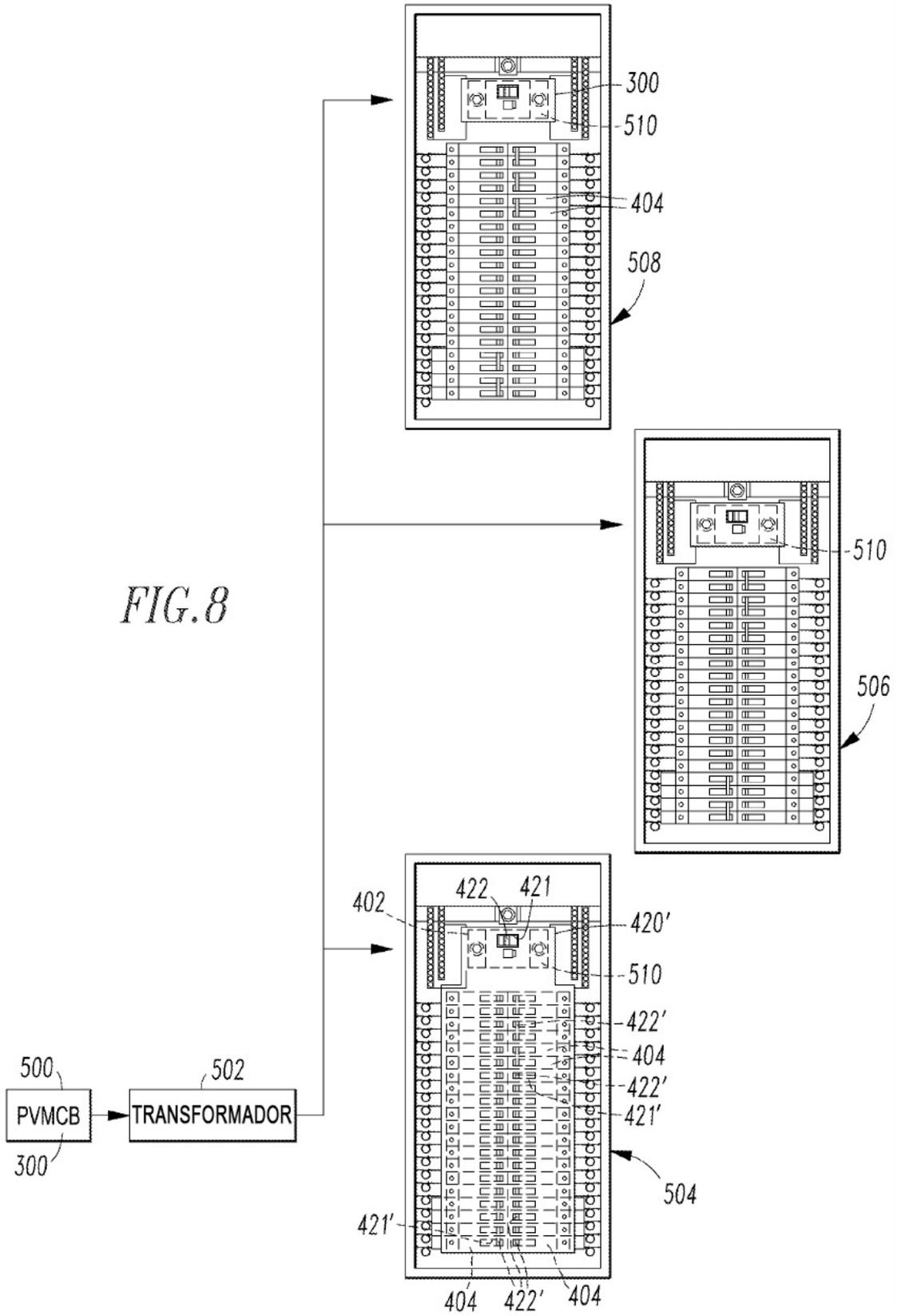


FIG.6B



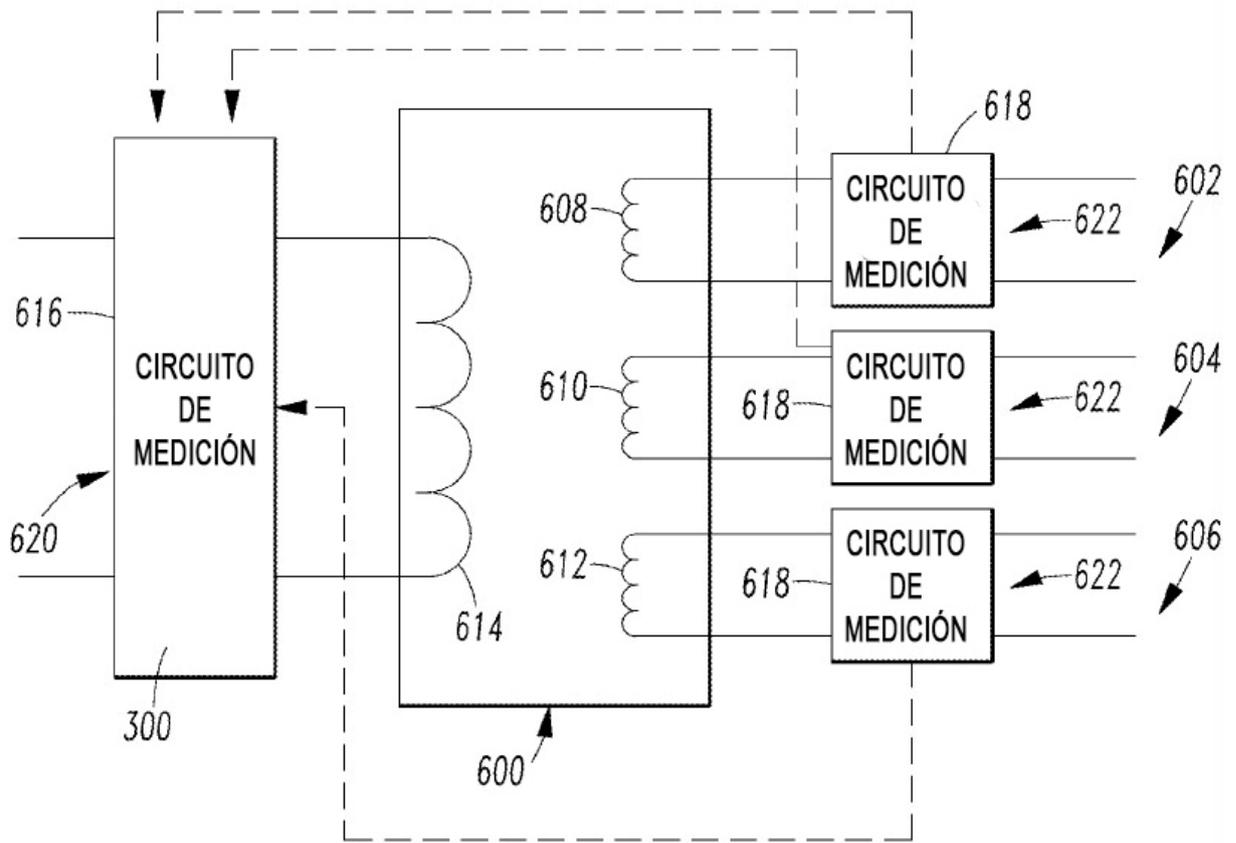


FIG. 9

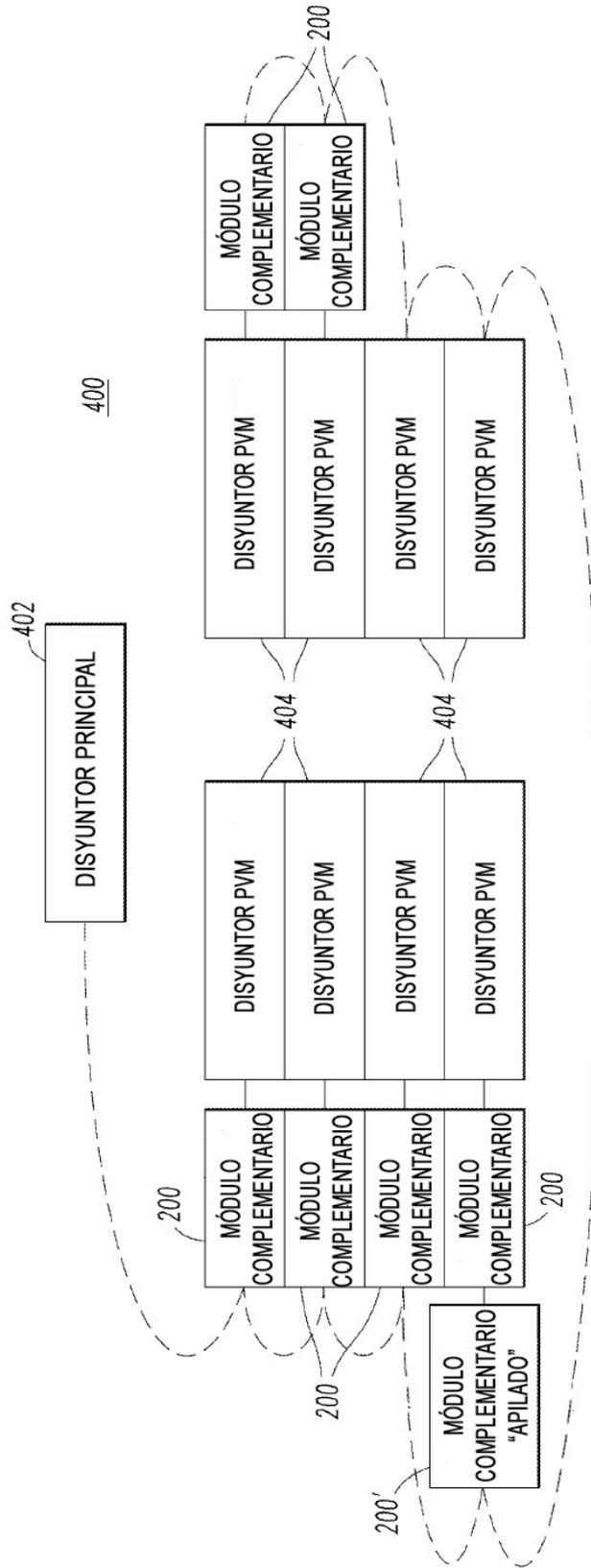


FIG.10