

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 886 959**

51 Int. Cl.:

H04W 52/02 (2009.01)

H02J 11/00 (2006.01)

H02J 50/00 (2006.01)

H02J 50/10 (2006.01)

G01R 19/25 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.02.2017** **PCT/IS2017/050003**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.08.2017** **WO17138026**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2017** **E 17710799 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.06.2021** **EP 3414812**

54 Título: **Aparato, sistema y método para extracción de energía**

30 Prioridad:

12.02.2016 IS 50143

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

21.12.2021

73 Titular/es:

LAKI POWER EHF. (100.0%)

Vatnagordum 14

104 Reykjavik, IS

72 Inventor/es:

VALTYSSON, OSKAR H.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 886 959 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

Aparato, sistema y método para extracción de energía

Campo

- 5 La invención se refiere al campo de la extracción de energía. De manera más precisa, la invención se refiere a la extracción de energía de conductores. De manera incluso más precisa, la invención se refiere a la extracción de energía del campo magnético de un conductor que lleva corriente.

Introducción

- 10 Las líneas eléctricas se utilizan en todo el mundo para transportar energía eléctrica. Las líneas eléctricas llevan grandes corrientes, con frecuencia, como corrientes alternas. Dichas corrientes dan lugar a campos magnéticos cambiantes. Un conductor colocado en un campo magnético cambiante experimentará una fuerza que resulta en inducción electromagnética. Por consiguiente, al colocar conductores en los alrededores de las líneas eléctricas, uno puede extraer energía directamente de la línea sin contacto físico. El presente principio se usa, con frecuencia, para alimentar pequeños dispositivos de monitoreo y diagnóstico a lo largo de la línea eléctrica.

- 15 Los dispositivos actualmente existentes pueden, en general, extraer muy poca energía utilizable de la línea eléctrica. Además, con frecuencia, requieren un período de recolección y almacenamiento de la energía antes de que puedan encenderse. Una vez que se haya reunido suficiente energía, dichos dispositivos se activan, llevan a cabo las mediciones predeterminadas, a veces las envían de forma inalámbrica a un centro de control y se apagan.

- 20 La solicitud de patente de Estados Unidos 2010/0084920 A1 describe un recolector transformador de energía ("CTH", por sus siglas en inglés) que puede producir energía a partir de un conductor en una red eléctrica preexistente sin alterar el conductor o la red eléctrica preexistente. El CTH incluye un transformador de corriente ("CT", por sus siglas en inglés) que captura energía mediante flujo magnético del conductor. El CT es sustancialmente circular e incluye dos mitades llamadas un "núcleo dividido", las cuales permiten al CT fijarse fácilmente al conductor sin abrir el circuito en el cual opera el conductor. Un mecanismo de fijación del CTH puede asegurar el CTH al conductor mediante un par de almohadillas de abrazadera desviadas por resorte. El CTH incluye circuitos que convierten la energía de flujo magnético capturada por el CT en energía eléctrica adecuada para el consumo por un dispositivo eléctrico.

- 25 El documento US 2012/0176120 describe un circuito para medir corriente extraída por un dispositivo de protección electrónico accionado automáticamente mediante el monitoreo de la corriente en una fuente de alimentación de corriente alterna polifásica, mediante medición de corriente en un bobinado secundario rectificado de un transformador de corriente acoplado a una corriente de fase de la fuente de alimentación.

- 30 El documento US 9,188,610 describe un aparato para medir múltiples corrientes eléctricas primarias en una manera sin contacto mediante la utilización de múltiples transformadores de corriente acoplados a una de las corrientes eléctricas primarias y con un núcleo magnético y un bobinado secundario.

- 35 El documento DE 37 22 451 se refiere a un circuito de suministro de energía eléctrica regulado que se utilizará en dispositivos médicos que consiste en un rectificador, un condensador de filtro, un regulador de dos puntos, un conmutador controlable en serie con un condensador, un transformador y un circuito de sincronización.

- 40 La solicitud de patente de Estados Unidos 2014/0266240 A1 describe un dispositivo de recolección y medición utilizable en al menos un modo de funcionamiento normal, un modo de medición de demanda, y un modo de medición de fallos. En el modo de funcionamiento normal, el dispositivo puede recolectar energía de una línea eléctrica asociada y monitorear las condiciones de corriente y voltaje a través de un circuito de energía inferior. En el modo de medición de demanda, los elementos de recolección del circuito se deshabilitan para no interferir con la exactitud de las mediciones de corriente de demanda. En el modo de medición de fallos, uno o más sensores de efecto Hall se activan de modo que altas corrientes pueden medirse con exactitud.

- 45 La solicitud de patente de Estados Unidos US 2015/0326136 A1 describe un dispositivo de recolección de energía de campo magnético que puede incluir un inductor y un controlador. El inductor puede incluir dos bobinados de inductor conectados entre sí en serie, configurados en direcciones y orientaciones de bobinado para generar dos voltajes con respecto a la derivación central del inductor y fuera de fase entre sí. El controlador puede conmutar los dos voltajes y puede generar un voltaje de salida CC aproximadamente constante alternando el encendido y apagado de los conmutadores.

- 50 Aunque el sistema de la técnica anterior puede ser satisfactorio en algunas instancias, puede también tener ciertos inconvenientes y desventajas. Por ejemplo, con el sistema de la técnica anterior, puede no ser posible extraer grandes cantidades de energía del conductor. Además, puede ser imposible o al menos difícil controlar cuánta energía se extrae del conductor.

Compendio

Según lo descrito más arriba, es un objeto superar o al menos aliviar las desventajas y defectos de la técnica anterior. En particular, puede ser un objeto de la presente invención proveer una tecnología que permita la extracción de energía de un conductor que conduce una corriente y, en particular, que permita que una gran cantidad de energía se extraiga en una manera controlada. Dichos objetos se satisfacen por la presente invención.

La presente invención se especifica en las reivindicaciones, así como en la descripción de más abajo. Las realizaciones preferidas se especifican, en particular, en las reivindicaciones dependientes y en la descripción de varias realizaciones.

Las características de más arriba junto con detalles adicionales de la invención se describen en mayor detalle en los ejemplos de más abajo, los cuales pretenden además ilustrar la invención, pero no pretenden limitar su alcance según se define en las reivindicaciones.

El aparato y el sistema de la presente invención proveen un método nuevo y mejorado de extracción de energía de un conductor que conduce una corriente. En la presente invención, se emplean las siguientes características: a) el uso de múltiples bobinados secundarios sin conectarlos directamente juntos, b) la exclusión de bobinados de la generación de energía mediante derivación, y c) el uso de transistores MOSFET, p. ej., para asegurar la regulación de energía eficiente y "fría". Dichas características pueden proveer una solución nueva y mejorada. El método de utilizar múltiples bobinados secundarios sin conectarlos directamente juntos puede ser ventajoso con respecto a la eficiencia de recolección de energía. Mediante el uso de, por ejemplo, tres bobinados secundarios (un bobinado base y dos bobinados en derivación que generan, cada uno, 10 VA en cierta corriente de cordón de fase), su generación de energía agregada será de 30 VA si la suma ocurre después de los puentes de rectificación, no antes. Ello puede ser ventajoso para la eficiencia de recolección del aparato y las altas capacidades de generación de energía en comparación con otras invenciones o soluciones disponibles de métodos de la técnica anterior. Además, el método de derivar bobinados secundarios de forma dinámica con el fin de regular la generación de energía del aparato puede ser otra ventaja de las realizaciones de la invención. La derivación total de los bobinados en derivación que no se necesitan cada vez puede evitar la generación de calor y los transitorios de sobrevoltaje y puede asegurar la generación de energía estable. Otras invenciones usan métodos diferentes; con frecuencia, estos incluyen la utilización de energía excesiva como calor. El método de utilizar transistores MOSFET para la rectificación, y como una derivación para los bobinados en derivación, puede ser otra ventaja de las realizaciones de la presente invención. Otras soluciones utilizan diodos convencionales o diodos Schottky para la rectificación, e incurrir, de esta manera, en considerables pérdidas de energía y generación de calor.

En un primer aspecto, la descripción describe un aparato adaptado para extraer energía del campo magnético de un conductor que lleva corriente alterna que comprende al menos un núcleo de transformador adaptado para colocarse alrededor del conductor que lleva corriente alterna, y al menos dos bobinados secundarios enrollados alrededor del al menos un núcleo de transformador en donde el primer bobinado secundario es un bobinado base que comprende una carga resistiva variable adaptada para ajustarse según el voltaje a lo largo del aparato.

Dicho aparato puede permitir extraer una cantidad sustancial de energía de un conductor que lleva corriente como, por ejemplo, una línea eléctrica. Además, dependiendo del voltaje recolectado, puede también controlar cuánta energía se extrae. Puede, por consiguiente, satisfacer los objetos descritos más arriba.

El conductor que lleva corriente puede, preferiblemente, ser un cordón de fase de una línea eléctrica. Dicho cordón de fase puede ser uno aéreo o uno subterráneo (enterrado). El núcleo o los núcleos de transformador alrededor del cual/de los cuales se enrolla el bobinado secundario puede(n) ser circular(es), cuadrado(s), elíptico(s) y/o de otra forma siempre que el núcleo forme un bucle cerrado completo alrededor del conductor que lleva corriente.

En el presente contexto, el núcleo o los núcleos pueden ser del tipo núcleo dividido o del tipo núcleo no dividido (sólido).

En el presente contexto, los términos "bobinado base" y "bobinado piloto" se refieren al mismo artículo según se explica aquí más abajo.

En el presente contexto, los términos "bobinado en derivación" y "bobinado no piloto" se refieren al mismo artículo según se explica aquí más abajo.

En el presente contexto, tanto los bobinados base (bobinados piloto) como los bobinados en derivación (bobinados no piloto) son bobinados secundarios idénticos en una configuración de transformador de corriente y pueden compartir el mismo núcleo de transformador o cada uno puede tener su propio núcleo de transformador separado. Para mayor aclaración: solo existe "un" bobinado base por aparato, pero los bobinados en derivación son siempre uno o más. La generación de energía del "bobinado base" nunca se interrumpe, pero la generación de energía de los "bobinados en derivación" puede interrumpirse, es decir, estos pueden apagarse completamente "derivándolos" uno a uno cuando se necesita con el fin de regular la recolección de energía del aparato. Los bobinados base y en derivación nunca se conectan directamente juntos, ni en una configuración en paralelo ni en una en serie. No es hasta después de los puentes de rectificación que la energía regulada se suma.

El bobinado secundario base y cada uno de los bobinados secundarios en derivación son parte de sus propios circuitos de rectificación. Además, en conjunto, son parte del circuito de regulación y suma de energía más grande.

El circuito de regulación y rectificación de bobinado secundario base comprende el bobinado base, un detector de nivel de voltaje CC (un detector es parte de múltiples circuitos de regulación y rectificación, a saber, solo un detector se necesita para todo el aparato) que mide el voltaje CC a lo largo del circuito, un detector de cruce por cero, un cerrojo de estado de circuito controlado de cruce por cero de voltaje CA, y un puente rectificador con base en MOSFET con condensadores de suavizado y filtrado.

El bobinado secundario base provee energía para los circuitos electrónicos básicos, a saber, la lógica analógica y de control, el detector de cruce por cero y otros componentes. Además, el bobinado secundario base contribuye a la generación de energía. A diferencia de los bobinados secundarios en derivación, que pueden derivarse, el bobinado base nunca se deriva. Si el nivel de voltaje CC dentro del circuito necesita limitarse, la lógica de control puede usar una regulación de carga resistiva modulada por ancho de pulsos en el bobinado base. La resistencia modulada puede basarse en un valor de resistencia de carga fijo de 1 - 10 ohms, más preferiblemente un valor fijo de 2-5 ohms, incluso más preferiblemente un valor fijo de 2,2 ohms y puede variar de 0 a 100% del valor de carga fijo. Es decir, según la invención, los bobinados secundarios en derivación se derivan y, por consiguiente, la extracción de energía se controla, mientras que la extracción de energía por medio del bobinado secundario base se controla por medio de la carga resistiva variable. Nuevamente, ello puede permitir un control conveniente y apropiado de la energía extraída por medio del aparato descrito. Además, ello puede aumentar la seguridad ante fallos del sistema, dado que la derivación de los bobinados secundarios en derivación permite reducir, de manera segura, el voltaje a lo largo del aparato y evitar picos de tensión que puedan llevar a daños en varios componentes del aparato.

El circuito de regulación y rectificación de bobinado secundario en derivación comprende el bobinado secundario en derivación, un detector de nivel de voltaje CC (un detector puede ser parte de múltiples circuitos de regulación y rectificación, a saber, solo un detector se necesita para todo el aparato) que puede medir el voltaje CC a lo largo del circuito, un detector de cruce por cero, un cerrojo de estado de circuito controlado de cruce por cero de voltaje CA, un controlador MOSFET ópticamente aislado y un MOSFET de bloqueo, y un puente rectificador con base en MOSFET con condensadores de suavizado y filtrado.

Cada uno de los bobinados secundarios en derivación puede derivarse mediante el uso de los MOSFET de bloqueo. Si el nivel de voltaje dentro del circuito aumenta, la lógica de control puede derivar los bobinados secundarios en derivación uno a uno, preferiblemente de forma automática y/o dinámica. En una realización preferida, el aparato comprende cinco bobinados secundarios en derivación. Una vez que los cinco se hayan derivado, el bobinado base se controla usando la carga resistiva modulada por ancho de pulsos. De esta manera, el aparato se protege frente a un aumento repentino del voltaje. Ello es, en particular, ventajoso, dado que los picos de tensión pueden de otra manera llevar a daños en los varios componentes electrónicos. El bobinado base también provee detección de cruce por cero que permite que el cerrojo de estado de nivel de voltaje CC encienda y apague las derivaciones de corriente MOSFET en el estado de cruce por cero del transformador de corriente y, por consiguiente, minimizar posibles picos de tensión generados a lo largo de los bobinados MWCT (transformador de corriente de bobinado múltiple).

Cada bobinado tiene su propio circuito de rectificación (puente de rectificación MOSFET y condensadores de suavizado). El aparato puede comprender solo un circuito de regulación de energía y voltaje (detección de nivel de voltaje, control de derivación de MOSFET y regulación de carga de modulación por ancho de pulsos (PWM, por sus siglas en inglés)).

En una realización preferida, el aparato puede adaptarse para funcionar con voltaje CA inducido de 9-50 V, más preferiblemente de 12-35 V. En dicha realización preferida, el primer bobinado secundario en derivación puede derivarse cuando el voltaje supera 25 V con bobinados secundarios en derivación posteriores que se derivan de forma escalonada y la resistencia variable para el bobinado secundario base que surte efecto finalmente para asegurar que no se superen 35 V.

El uso de métodos convencionales (como, por ejemplo, diodos) cuando se rectifica el voltaje CA a voltaje CC puede imponer pérdidas considerables de energía debido a la caída de voltaje de silicio inherente a lo largo de los diodos en los puentes de rectificación. Ello es especialmente aplicable en niveles de voltaje bajos y corrientes altas. Para evitarlo, el aparato descrito está equipado con transistores MOSFET en lugar de diodos en los puentes de rectificación. Cuando conducen totalmente, los transistores MOSFET imponen resistencia en serie insignificante en lugar de la caída de voltaje de silicio relativamente grande de los diodos convencionales y, por lo tanto, casi eliminan las pérdidas de energía debido a las caídas de voltaje de silicio y la generación de calor asociada.

Los transistores MOSFET también se usan como derivaciones de corriente para los bobinados MWCT y pueden usarse para todos los otros circuitos de conmutación de corriente alta en el aparato. Ello puede ser ventajoso teniendo en cuenta que las placas de circuito electrónicas de PSU se ubican en un compartimento confinado sin ventilar dentro de PSU. Por lo tanto, el uso de transistores MOSFET con valores RDS-on ultrabajos (resistencia de drenaje a la fuente ultrabaja) para la conmutación de corriente intensa puede ser ventajoso para mantener la generación de calor dentro de PSU al mínimo, pero la eficiencia de energía al máximo. En otras palabras, el uso de transistores MOSFET puede ayudar a evitar el sobrecalentamiento y el subsiguiente daño al equipo.

La resistencia base para la carga resistiva variable puede comprender de 1 a 10 ohms, más preferiblemente de 1 a 4,7 ohms.

El aparato de extracción de energía puede adaptarse para entregar una salida de corriente continua. Ello puede ser, en particular, ventajoso para usar directamente la energía extraída para varios dispositivos de medición, diagnóstico y/o comunicación.

El aparato de extracción de energía puede adaptarse para entregar un promedio de 30 a 100 vatios como una salida, preferiblemente de 50 a 70 vatios, cuando el conductor que lleva corriente lleva un promedio de 100 a 1500 A como, por ejemplo, 200 A. Ese puede ser el rango de corriente típico para las líneas eléctricas. Dicha salida de energía aumenta en comparación con la salida conocida en la técnica anterior. La presente invención lo logra mediante el uso de múltiples bobinados y rectificación eficiente de la energía según, preferiblemente, transistores MOSFET. En otras palabras, la gran salida de energía permitida por la invención puede ser, en particular, ventajosa en comparación con métodos de extracción de energía de líneas eléctricas previamente conocidos.

Los puentes de rectificación detrás de cada bobinado secundario (incluidos el bobinado base y los múltiples bobinados secundarios en derivación) se conectan en paralelo.

Las ventajas de la conexión en paralelo (suma) de la energía rectificada de los bobinados en derivación y base pueden incluir la recolección de energía efectiva y el control de energía del dispositivo. Y ello puede lograrse sin tener que malgastar energía excesiva en calor.

Todos los bobinados pueden contribuir a la recolección de energía si la corriente en el cordón de fase es baja pero la necesidad de salida de energía es alta. Si la corriente del cordón de fase es alta, pero la necesidad de salida de energía es baja, los bobinados en derivación se excluyen, de forma dinámica, de la recolección de energía por el método de su completa derivación. Si la corriente en el cordón de fase se encuentra por encima del nivel de amperaje máximo especificado, la PWM surte efecto al ajustar el nivel de voltaje CC dentro del dispositivo.

En un segundo aspecto, la invención describe un aparato adaptado para extraer energía del campo magnético de un conductor que lleva corriente que comprende un bobinado base adaptado para contribuir a la generación de energía; al menos un bobinado en derivación adaptado para contribuir a la generación de energía; una detección de nivel de voltaje CC común para el voltaje CC regulado y rectificado; un detector de cruce por cero; un cerrojo de estado de circuito controlado de cruce por cero de voltaje CA; un controlador MOSFET ópticamente aislado y un MOSFET de bloqueo para cada uno del al menos un bobinado en derivación; y un puente rectificador basado en MOSFET con condensadores de suavizado y filtrado para el bobinado base y para cada uno del al menos un bobinado en derivación. El bobinado base se adapta para proveer energía para la lógica analógica y de control y el detector de cruce por cero junto con la contribución a la recolección de energía del aparato.

El presente segundo aspecto utiliza las características descritas en el primer aspecto.

Se comprenderá que el segundo aspecto normalmente tiene ventajas correspondientes a las ventajas descritas más arriba.

En un tercer aspecto, el aparato es parte de un sistema adaptado para extraer energía del campo magnético de un conductor que lleva corriente y usarla para al menos alimentarse a sí mismo. El sistema comprende una sección de recolección de energía (PHS, por sus siglas en inglés) adaptada para extraer energía de un campo magnético de un conductor de corriente alterna mientras se ubica en los alrededores de dicho conductor, en donde la PHS convierte la corriente generada de voltaje alterno (CA) a continuo (CC); una sección de control y supervisión (CSS, por sus siglas en inglés) adaptada para recibir y enviar datos relacionados con parámetros técnicos del sistema de la PHS, almacenar dichos datos y tomar decisiones según los valores de ciertos parámetros técnicos; y una sección de salida y telecomunicación (OTS, por sus siglas en inglés) adaptada para convertir voltaje proveniente de la PHS para cualquier dispositivo externo conectado al sistema y para comunicarse, de manera inalámbrica, con dispositivos fuera del sistema mediante un módulo de comunicación.

En el presente aspecto, el aparato según se describe en el primer y segundo aspectos es parte de la sección de recolección de energía (PHS).

En una realización preferida, el sistema puede tener un peso total de 15-30 kg, más preferiblemente de 15-25 kg, incluso más preferiblemente de 15-20 kg. Es decir, el sistema puede ser relativamente compacto y simple de usar e instalar en líneas eléctricas aéreas y/o subterráneas. El sistema puede adaptarse para extraer un promedio de 30-100 vatios, más preferiblemente de 40-80 vatios, incluso más preferiblemente de 50-70 vatios de un cordón de fase con una corriente promedio de 100-1500 A, preferiblemente de 100-1200 A, o más preferiblemente de 100-600 A, o de 100 - 300 A. Según se describe más arriba, ello puede presentar un aumento significativo de la energía extraída de una línea eléctrica. El sistema puede adaptarse para inducir un voltaje CA de 9-50 V, más preferiblemente de 9-40 V, incluso más preferiblemente de 12-35 V del cordón de fase.

En una realización preferida, la PHS comprende al menos un módulo de transformador de corriente de bobinado múltiple (MWCT), un módulo de regulación CC/CC y un módulo de control de carga. El módulo MWCT es según se

describe en el primer y segundo aspectos. Es decir, el módulo MWCT comprende al menos dos bobinados secundarios que pueden encontrarse alrededor de al menos un núcleo de transformador. El núcleo puede adaptarse para colocarse alrededor del conductor que lleva corriente alterna como, por ejemplo, una línea eléctrica. El módulo MWCT además comprende las características y/o componentes descritos en relación con el primer y segundo aspectos de más arriba.

- 5 El módulo de control de carga puede conectarse a una batería de reserva. El módulo de regulación CC/CC puede conectarse a la CSS. La PHS puede ser una parte autosuficiente del sistema - todos los controles internos se encuentran contenidos dentro de ella. Entre otras cosas, la PHS controla la derivación de los bobinados secundarios en derivación y la resistencia de carga variable del bobinado base según la lectura de voltaje a lo largo del circuito.

- 10 En realizaciones preferidas, la CSS y la OTS pueden usarse para distribuir la energía CC generada a lo largo del sistema, para alimentar cualquier dispositivo externo conectado al sistema, para llevar a cabo mediciones de ciertos parámetros técnicos del sistema y/o de la línea eléctrica y sus alrededores, y/o para comunicarse con dispositivos externos de forma inalámbrica mediante un módulo GSM.

- 15 La CSS puede comprender al menos un controlador primario, un controlador de gestión de energía y un módulo de medición y adquisición de datos. La CSS puede ser responsable de controlar el sistema en su conjunto, de distribuir la energía recolectada, y/o de medir y registrar varios parámetros técnicos. Los parámetros técnicos pueden ser parámetros de temperatura, aceleración (y/o inclinación), carga de celda (peso), corriente, voltaje y/u otros parámetros. De esta manera, el sistema puede usarse para servir como un dispositivo de diagnóstico para el cordón de fase, medios de imágenes para vigilancia de los alrededores como, por ejemplo, cámaras de alta resolución.

- 20 La OTS puede usarse para transmitir energía a cualquier dispositivo externo conectado al sistema y/o para comunicarse de forma inalámbrica mediante un módulo GSM. La OTS puede transmitir parámetros adquiridos por la CSS a dispositivos externos. Ello puede ser, en particular, ventajoso para transmitir los valores medidos de diagnóstico de la línea eléctrica a un centro de control o mantenimiento. De esta manera, la línea eléctrica puede monitorearse, de forma remota, mediante el uso del sistema descrito.

- 25 En un cuarto aspecto, se provee un método de recolección de energía eléctrica de manera eficiente de un conductor que lleva corriente CA haciendo uso de los aspectos de más arriba. El método puede hacer uso de cualesquiera características del aparato y del sistema enumeradas más arriba y más abajo. El método comprende colocar al menos un núcleo de transformador alrededor de un conductor que lleva corriente CA y enrollar al menos dos bobinados secundarios alrededor del al menos un núcleo de transformador, en donde un primer bobinado secundario es el bobinado base; proveer una carga resistiva variable para el bobinado secundario base adaptado para aumentar o reducir la carga dependiendo del nivel de voltaje a lo largo del circuito; proveer un mecanismo de derivación para cada bobinado secundario en derivación adaptado para provocar un cortocircuito en el bobinado secundario si el voltaje a lo largo del circuito alcanza cierto valor prestablecido; y convertir la energía recolectada del conductor que lleva corriente CA en energía CC.

- 35 En un ejemplo preferido, el método de más arriba puede también comprender las etapas de usar la energía recolectada para monitorear y/o almacenar parámetros técnicos del circuito y/o del conductor que lleva corriente CA (preferiblemente, la línea eléctrica), y enviar los parámetros técnicos de forma inalámbrica y recibir comandos de manera inalámbrica en un módulo de comunicación. Los parámetros técnicos pueden comprender datos de temperatura con marca temporal, datos de aceleración y/o inclinación, carga de celda o datos de peso y/u otros parámetros relacionados con el circuito como, por ejemplo, imágenes fijas y/o flujos de vídeo.

- 40 El mecanismo de derivación puede comprender transistores MOSFET que representan RDS-on ultrabaja (resistencia de drenaje a fuente ultrabaja). Dichos transistores pueden minimizar pérdidas de energía y generación de calor, lo cual puede ser, en particular, ventajoso para maximizar la energía extraída y/o evitar el sobrecalentamiento dentro del sistema.

Breve descripción de los dibujos

- 45 La persona con experiencia en la técnica comprenderá que los dibujos, descritos más abajo, son en aras de la ilustración solamente. Los dibujos no pretenden limitar el alcance según se define en las reivindicaciones.

La Figura 1 muestra varias configuraciones diferentes de núcleos CT y bobinados según la invención.

La Figura 1a muestra varias realizaciones preferidas esquemáticas de un aparato de extracción de energía según la invención.

- 50 La Figura 2 muestra un diagrama simplificado de un mecanismo de derivación según la invención.

La Figura 3 muestra un diagrama esquemático de un circuito de regulación y rectificación de bobinado secundario en derivación.

La Figura 4 muestra una realización preferida de un módulo de transformador de corriente de bobinado múltiple (MWCT) según la invención.

La Figura 5 es una demostración gráfica de la derivación de bobinados secundarios en derivación según el voltaje en el aparato.

La Figura 6 muestra una realización esquemática de un sistema para la recolección, distribución y comunicación de energía según la invención.

- 5 La Figura 7 muestra una realización más detallada de un sistema para la recolección, distribución y comunicación de energía según la invención.

La Figura 8 muestra diferentes vistas en un dispositivo según realizaciones de la presente invención.

La Figura 9 muestra una vista en sección transversal a lo largo de una realización de un dispositivo de la presente invención.

- 10 La Figura 10 muestra el sistema de pruebas multifuncional Omicron utilizado para probar el dispositivo de la invención.

La Figura 11 muestra mediciones de un osciloscopio de las propiedades de encendido y apagado en un experimento mediante el uso del POLG.

Descripción de varias realizaciones

- 15 A continuación, se describirán realizaciones a modo de ejemplo de la invención, con referencia a las figuras. Dichos ejemplos se proveen para proveer una mayor comprensión de la invención, sin limitar el alcance según se define en las reivindicaciones.

- 20 En la siguiente descripción, se describe una serie de características y/o etapas. La persona con experiencia en la técnica apreciará que, a menos que se requiera por el contexto, el orden de las características y etapas no es crucial para la configuración resultante y su efecto. Además, será aparente para la persona con experiencia en la técnica que, independientemente del orden de las características y etapas, la presencia o ausencia de retardo temporal entre etapas, puede estar presente entre algunas o todas las etapas descritas.

- 25 Con referencia a la Figura 1, se muestran varios ejemplos de un aparato según la presente invención. Un núcleo de transformador 1 se coloca alrededor de un conductor CA que lleva corriente 2, preferiblemente, un cordón de fase. Bobinados secundarios 10 se enrollan alrededor del núcleo de transformador 1. El núcleo de transformador 1 puede ser de cualquier forma siempre que forme un bucle completo alrededor del cordón de fase 2. Los bobinados secundarios 10 pueden enrollarse alrededor de núcleos de transformador 1 separados o alrededor del mismo núcleo de transformador 1 según se demuestra en diferentes realizaciones. La Figura 1a muestra varias realizaciones preferidas esquemáticas de un aparato según la invención. El lado más a la izquierda muestra una disposición de seis bobinados secundarios 10, cada uno enrollado alrededor de su núcleo 1 separado. El bobinado primario o cordón de fase 1 también se muestra. En el medio, se muestra una disposición de seis bobinados secundarios 10 que comparten el mismo núcleo 1. En el lado más a la derecha, también se muestran derivaciones de corriente 60 basadas en MOSFET. El bobinado base 11 no tiene una derivación MOSFET 60, dado que nunca se deriva. Cada uno de los bobinados secundarios en derivación 12 tiene su propia derivación de corriente 60.

- 35 Debido a la física inherente de transformadores de corriente y a la extrema dificultad para regular el flujo de corriente fluctuante y el nivel de voltaje CA a una energía CC utilizable, el sistema de generación de energía del aparato se basa en la idea simple de tener dos o más bobinados secundarios 10 que funcionan juntos y forman un sistema de generación de energía conjunto. Cuando se necesita, uno o más de dichos bobinados secundarios 10 se derivan, con exclusión de ellos de la generación de energía conjunta de los bobinados secundarios 10.

- 40 Los transformadores de corriente especialmente diseñados del aparato tienen voltaje de saturación de núcleo de tensión de codo relativamente alto que provee hasta 35 VAC salida a lo largo de los bobinados secundarios dependiendo de la carga presentada por PSU y de la carga externa conectada a esta. El rango de voltaje CA utilizable para la rectificación CC adecuada se encuentra entre 9 y 50 voltios CA, más preferiblemente entre 12 y 35 voltios CA.

- 45 La Figura 2 demuestra, de forma esquemática, la derivación de bobinados secundarios en derivación. La derivación de los bobinados secundarios en derivación 12 de un transformador de corriente no impone alteraciones y puede decirse que el estado normal de un transformador de corriente es aquel donde los terminales de bobinado secundario sufren un cortocircuito. El aparato aprovecha dicho hecho y lo utiliza con el fin de regular el voltaje y la energía del sistema de generación de energía. La Figura 2 muestra un diagrama de bloques simplificado del trayecto de corriente de un bobinado secundario no derivado y de uno derivado. Como puede verse en el lado izquierdo de la Figura 2, el bobinado secundario en derivación 12 del transformador de corriente se conecta al puente de rectificación 70 asociado y desde allí, a la carga común 90. Si, por algún motivo, la generación de energía del aparato debe limitarse debido a la carga insuficiente en el lado de carga o a una corriente del cordón de fase excesiva, la lógica de control deriva el bobinado secundario de dicho transformador particular como se muestra en el lado derecho de la Figura 2. El circuito de derivación inserta un trayecto de muy baja resistencia entre los terminales de bobinado y provoca un cortocircuito en el bobinado secundario en derivación 12 de modo que toda la corriente generada circula dentro del transformador.

El nivel de voltaje a lo largo del bobinado secundario, por lo tanto, cae a cero voltaje y toda la transferencia de energía al puente de rectificación 70 asociado y carga común 90 se corta.

La Figura 3 muestra un ejemplo de un circuito de regulación y rectificación de bobinado secundario en derivación. El circuito consiste en un detector de nivel de voltaje CC 20, un cerrojo de estado sincronizado de cruce por cero 40, una derivación de corriente MOSFET 60, un bobinado secundario en derivación 12, y de un puente de rectificación basado en MOSFET 70 junto con condensadores de suavizado y filtrado 80. Controladores MOSFET ópticamente aislados 50 proveen regulación de energía.

La Figura 4 muestra una realización preferida del módulo MWCT que incluye un bobinado secundario piloto 11, cinco bobinados secundarios no piloto 12 y sus respectivos circuitos de regulación y rectificación.

Los circuitos de rectificación para el bobinado piloto no incorporan derivación de corriente MOSFET 60 como los otros circuitos de rectificación, pero la lógica de control, en cambio, usa regulación de carga resistiva modulada por ancho de pulsos. El bobinado piloto también provee la detección de cruce por cero 30 que permite que el cerrojo de estado de nivel de voltaje CC 40 encienda y apague las derivaciones de corriente MOSFET 60 en el estado de cruce por cero del transformador de corriente y, por consiguiente, minimizar posibles picos de tensión generados a lo largo de los bobinados MWCT.

La Figura 5 muestra un gráfico esquemático que ilustra una realización preferida de la derivación escalonada de cada uno de los bobinados secundarios no piloto con el voltaje ascendente. Según se ha descrito anteriormente, todos los bobinados secundarios 10 contribuyen a la generación de energía hasta que el voltaje CC rectificado grueso se eleve por encima de un límite preestablecido. Según se ilustra en el gráfico en la Figura 5, la lógica de control deriva uno o más de los cinco bobinados secundarios no piloto 12 y, de esta manera, los excluye de la generación de energía. Según se ha descrito anteriormente, el bobinado piloto 11 no se deriva nunca, pero, en cambio, la lógica de control usa una regulación de carga resistiva modulada por ancho de pulsos que surte efecto cuando los cinco bobinados se hayan derivado y el nivel de voltaje CC necesita limitarse más para encajar dentro de la ventana de voltaje máximo permisible.

La Figura 6 muestra una realización del sistema de recolección, distribución y comunicación de energía según la invención. El controlador de gestión de energía (PMC, por sus siglas en inglés) 220 controla y supervisa la sección de recolección de energía (PHS) 100. El PMC también controla los circuitos MOSFET de lado de alta presión que conmutan 12 voltios de CC a dispositivos externos conectados al sistema.

El controlador primario (PC, por sus siglas en inglés) 210 se comunica con el PMC 220 en un enlace de comunicación en serie y recoge datos de medición, p. ej., valores de corriente, voltaje y temperatura, los marca con marcas de tiempo y los almacena en una memoria permanente para su posterior recolección y uso. El PC 210 también lee datos de medición de los circuitos auxiliares del sistema y los almacena en una memoria permanente o los envía a través del módulo GSM 310 y red móvil al centro remoto.

Entre los circuitos auxiliares dentro del sistema se encuentra un reloj de tiempo real para marcar temporalmente las mediciones, EEPROM para el almacenamiento de datos de medición, sensor de acelerador para mediciones de inclinación, sensores de temperatura para comprobación de estado de salud del sistema, amplificador de celda de carga para su uso con celda de tensión externa y un receptor/transmisor asíncrono universal. Los circuitos dentro del sistema también incorporan un módulo GSM 310 para la telecomunicación inalámbrica en la red GSM.

La PHS 100 comprende al menos un módulo de transformador de corriente de bobinado múltiple (MWCT) 110, un módulo de regulación CC/CC 120 y un módulo de control de carga 130. La CSS 200 comprende al menos un controlador primario 210, un controlador de gestión de energía 220 y un módulo de medición y adquisición de datos 230. La OTS 300 comprende puertos de salida para potenciales dispositivos externos conectados al sistema y un módulo GSM 310.

La Figura 7 muestra una realización más detallada del sistema de recolección, distribución y comunicación de energía según la invención. Se muestra la interacción de diferentes módulos y circuitos dentro del sistema. La PHS 100 que comprende el módulo MWCT 110, el módulo de regulación CC/CC 120, y el módulo de control de carga 130 se comunica con el controlador de gestión de energía 230 que controla, entre otras cosas, la distribución de energía CC. El controlador primario 210 se comunica con los circuitos auxiliares y con el controlador de gestión de energía 220. El módulo GSM 310 se adapta para comunicarse, de forma inalámbrica, con dispositivos fuera del sistema.

La Figura 8 muestra un dispositivo según una realización de la presente invención. En la Figura 8A, se muestra una vista lateral de una carcasa 400 montada sobre un cordón de fase 401. La carcasa 400 tiene un espacio en el panel superior de la carcasa que forma una ligera saliente para sensores 402. Extendiéndose desde la porción inferior de la carcasa debajo de la abertura para el cordón de fase hay un conector para una celda de carga 403. Al lado de la carcasa hay una ventana para que una cámara obtenga imágenes de los alrededores de una línea eléctrica. En la Figura 8B y Figura 8C, una vista frontal y en perspectiva de la carcasa muestra ventanas de cámara 404 para cámaras que proveen imágenes a lo largo del cordón de fase. Debajo de la ventana de cámara 404 se muestra una entrada/salida de aire a prueba de salpicaduras 405. La Figura 9 es una vista transaccional de un dispositivo según una realización de la presente invención. El dispositivo se fija alrededor de un cordón de fase 401 y la figura muestra

- 5 un aislamiento de caucho 410 alrededor del cordón de fase. Una fila de seis transformadores de corriente 411 se muestran fijados alrededor del cordón de fase. Una placa de circuito impreso 412 se muestra por encima de los transformadores de corriente en el lado izquierdo del dibujo y en el lado derecho se muestra un módem de comunicación 413. Un sensor de temperatura exterior 414 y un sensor de salinidad 415 se muestran en la saliente en el panel superior de la carcasa. En la parte inferior de la carcasa, dos cámaras 416 se muestran dirigidas a lo largo del cordón de fase 401 en ambas direcciones. Un ventilador 417 se muestra debajo de las cámaras.

Ejemplos

Ejemplo 1. Prueba de las capacidades de recolección de energía y calidad de salida de energía del aparato de la presente invención (POLG - generador en línea de energía, POLG, por sus siglas en inglés), tipo 300A.

- 10 El principal objetivo de la prueba ha sido confirmar las capacidades de recolección de energía del generador en línea de energía (POLG).

La Tabla 1 muestra una lista y una descripción del equipo de medición utilizado durante la prueba.

Tabla 1

Nombre del equipo	Descripción
Omicron CPC100 & Unidad Booster (circuito de conductor de fase)	Tipo: CPC100 Opción: A. V1 Número de serie: MF163T Entrada: 100 - 240 V / 50/60 Hz / 16A Salida: máx 2000V o 800A
Osciloscopio Tektronix TDS 220	Osciloscopio TDS 220 en tiempo real digital de dos canales 100 MHz - 1 GS/s
MULTÍMETRO Fluke 187 RMS VERDADERO	MULTÍMETRO Fluke
Amperímetro/Multímetro (Digital)	Instrumentos NIEF Multímetro Pinza NI30 CA/CC

- 15 El sistema de prueba multifuncional Omicron CPC100 se ha usado como un generador de corriente para simular un flujo de corriente a través de un tramo de cordón de fase que atraviesa la unidad POLG. El sistema de prueba multifuncional Omicron también se ha usado para la medición del voltaje a lo largo del tramo de cordón de fase. Es preciso ver la Figura 10.

- 20 El proceso de prueba se ha llevado a cabo de modo que la generación de corriente Omicron CPC100 ha comenzado a 400A y todas las salidas de las unidades POLG se han encendido enviando comandos del ordenador de control a la unidad POLG a través de un enlace de datos en serie. La generación de corriente se ha reducido gradualmente hasta que los circuitos de control a bordo de la unidad POLG han apagado las cuatro salidas una a una según la energía disponible. Es preciso ver la Tabla 1.

Tabla 2: Salida de energía vs. corriente primaria

Corriente primaria	Salida 1 12VDC	Salida 2 12VDC	Salida 3 12VDC	Salida 4 12VDC	Energía de salida efectiva
por encima de 183A	Encendida	Encendida	Encendida	Encendida	57,6 W
por encima de 134A	Encendida	Encendida	Encendida	Apagada	43,2 W
por encima de 90A	Encendida	Encendida	Apagada	Apagada	28,8 W
por encima de 38A	Encendida	Apagada	Apagada	Apagada	14,4 W
por debajo de 37A	Apagada	Apagada	Apagada	Apagada	0,0 W

Las propiedades de encendido y apagado de salida de energía de la unidad POLG también se han probado. Con el fin de proteger dispositivos sensibles de sobrecargas de energía, la unidad POLG tiene que proveer salidas de energía limpias y estables de 12VDC. Ello incluye asegurar características de encendido y apagado instantáneo y estabilizado de las salidas de energía.

La Figura 11A muestra mediciones de un osciloscopio de las propiedades de encendido de una de las salidas de energía POLG y la Figura 11B muestra las propiedades de apagado de dicha misma salida. Como puede verse a partir de las mediciones de alcance, la salida requiere 100 microsegundos en ir de 0 - 12VDC (encendiendo la salida). Lo mismo es aplicable cuando va de 12 - OVDC (apagando la salida). La prueba ejecutada ha mostrado que el tiempo de subida de carga de encendido de la salida en 10-ohm de OVDC a 12VDC ha sido aproximadamente de 90 microsegundos (Figura 11A), mientras que el tiempo de caída de carga de apagado de la salida de 10-ohm de 12VDC a OVDC ha sido aproximadamente de 80 microsegundos.

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones, los términos "comprenden", "que incluyen", "que tienen" y "contienen" y sus variaciones deben comprenderse como "que incluyen, pero sin limitación a", y no pretenden excluir otros componentes.

La presente invención también cubre los términos, características, valores y rangos, etc., exactos en caso de que dichos términos, características, valores y rangos, etc. se usen en conjunto con términos como, por ejemplo, alrededor de, en general, sustancialmente, en esencia, al menos, etc. (a saber, "alrededor de 3" también cubrirá exactamente 3 o "sustancialmente constante" también cubrirá exactamente constante).

El término "al menos uno" debe comprenderse como "uno o más" y, por lo tanto, incluye ambas realizaciones que incluyen uno o múltiples componentes. Además, las reivindicaciones dependientes que se refieren a reivindicaciones independientes que describen características con "al menos uno" tienen el mismo significado, tanto cuando se hace referencia a la característica como "el/la" como cuando se hace referencia a aquella como "el/la al menos un/uno/una".

Se apreciará que variaciones a las anteriores realizaciones de la invención pueden llevarse a cabo mientras aún caigan dentro del alcance de la invención.

El uso de lenguaje a modo de ejemplo como, por ejemplo, "por ejemplo", "como, por ejemplo," y similares, pretende simplemente ilustrar mejor la invención y no indica una limitación al alcance de la invención salvo que así se reivindique. Cualquier etapa descrita en la memoria descriptiva puede llevarse a cabo en cualquier orden o de forma simultánea, salvo que el contexto indique claramente lo contrario.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato adaptado para extraer energía del campo magnético de un conductor que lleva corriente alterna, el aparato comprendiendo

a) un bobinado base (11) adaptado para contribuir a la recolección de energía;

5 b) al menos un bobinado secundario en derivación (12) adaptado para contribuir a la recolección de energía;

c) un circuito de rectificación propio para cada uno del bobinado base (11) y el al menos un bobinado secundario en derivación (12);

d) un detector de nivel de voltaje CC común (20) para un voltaje CC regulado y rectificado y un detector de cruce por cero (30); y

10 e) un cerrojo de estado de circuito controlado de cruce por cero de voltaje CA (40);

en donde cada uno de los circuitos de rectificación comprende un puente rectificante basado en MOSFET (70) con condensadores de suavizado y filtrado (80) para el bobinado base (11) y para cada uno del al menos un bobinado secundario en derivación (12), en donde cada bobinado secundario en derivación (12) además comprende un controlador MOSFET ópticamente aislado (50) y un MOSFET de bloqueo (60), en donde el bobinado base (11) comprende una carga resistiva variable; en donde el bobinado base (11) se adapta para proveer energía para la lógica analógica y de control y el detector de cruce por cero (30), en donde los circuitos de rectificación se conectan en paralelo, en donde el bobinado base y cada uno del al menos un bobinado secundario en derivación son una parte de un circuito de regulación y suma de energía más grande y el detector de nivel de voltaje CC común (20) se configura para medir el voltaje CC a lo largo del circuito de suma de energía, en donde el detector de cruce por cero (30) se configura para permitir que el cerrojo de estado de nivel de voltaje CC (40) encienda y apague MOSFET de bloqueo (60) para derivar la corriente en el al menos un bobinado secundario en derivación (12) en el estado de cruce por cero de los transformadores de corriente correspondientes al al menos un bobinado secundario en derivación (12), y para encender o apagar la carga resistiva variable para regular el bobinado base (11), y en donde cada uno del al menos un bobinado secundario en derivación (12) se adapta para derivarse mediante el uso de MOSFET de bloqueo (60) que es una parte de un circuito de regulación de voltaje cuando el voltaje a lo largo del aparato supera cierto valor preestablecido.

2. Un aparato según la reivindicación 1 que además comprende al menos un núcleo de transformador (1) alrededor del cual se enrollan el bobinado base (11) y el al menos un bobinado secundario en derivación (12) en donde el núcleo de transformador (1) es de una forma circular, cuadrada, elíptica y/o de otra forma y forma un bucle cerrado para el campo magnético alterno que rodea al conductor que lleva corriente alterna (2).

3. Un aparato según las reivindicaciones 1 o 2, en donde el bobinado secundario base (11) y cada uno de los bobinados secundarios en derivación (12) son parte de su propio circuito de rectificación y juntos son parte de un circuito de regulación de energía y voltaje más grande.

4. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde los transistores MOSFET tienen una resistencia de drenaje a fuente ultrabaja para minimizar pérdidas de energía y generación de calor dentro del aparato.

5. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el aparato se adapta para entregar una corriente de salida continua (CC).

6. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde tanto el bobinado base (11) como el al menos un bobinado secundario en derivación (12) son bobinados secundarios idénticos en una configuración de transformador de corriente y comparten el mismo núcleo de transformador o cada uno tiene su propio núcleo de transformador separado.

7. Un sistema adaptado para extraer energía del campo magnético de un conductor que lleva corriente alterna y para usarla para al menos alimentarse a sí mismo, el sistema comprendiendo

a) una sección de recolección de energía, PHS, (100) que comprende el aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6 adaptado para extraer energía de un campo magnético del conductor que lleva corriente alterna (2) mientras se ubica en los alrededores de dicho conductor (2) en donde la PHS (100) se adapta para convertir la corriente generada de corriente alterna, CA, en corriente continua, CC;

b) una sección de control y supervisión, CSS, (200) adaptada para recibir y enviar datos relacionados con parámetros técnicos del sistema de la PHS (100), para almacenar dichos datos y para tomar decisiones según los valores de ciertos parámetros técnicos; y

c) una sección de salida y telecomunicación, OTS, (300) adaptada para convertir voltaje proveniente de la PHS (100) para cualquier dispositivo externo conectado al sistema y para comunicarse, de forma inalámbrica, con dispositivos fuera del sistema mediante un módulo de comunicación.

8. Un sistema según la reivindicación 7, que además comprende circuitos auxiliares adaptados para medir temperatura, aceleración y/o inclinación, carga de celda o datos de peso dentro del sistema y/o dentro del conductor que lleva corriente alterna (2).
- 5 9. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 7 a 8 en donde la CSS (200) comprende al menos un controlador primario (210), un controlador de gestión de energía (220) y un módulo de medición y adquisición de datos (230).
10. Un sistema según la reivindicación 9 en donde el controlador de gestión de energía (220) se adapta para distribuir la energía CC convertida a otros elementos del sistema como, por ejemplo, la OTS (300).
- 10 11. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 7 a 10 en donde el módulo de comunicación de la sección OTS (300) comprende un módulo GSM (310) para la comunicación inalámbrica.
12. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 7 a 11 adaptado además para conectarse a dispositivos de medición y/o dispositivos de vigilancia externos que pueden entonces alimentarse con la energía recolectada a través de la sección OTS (300).

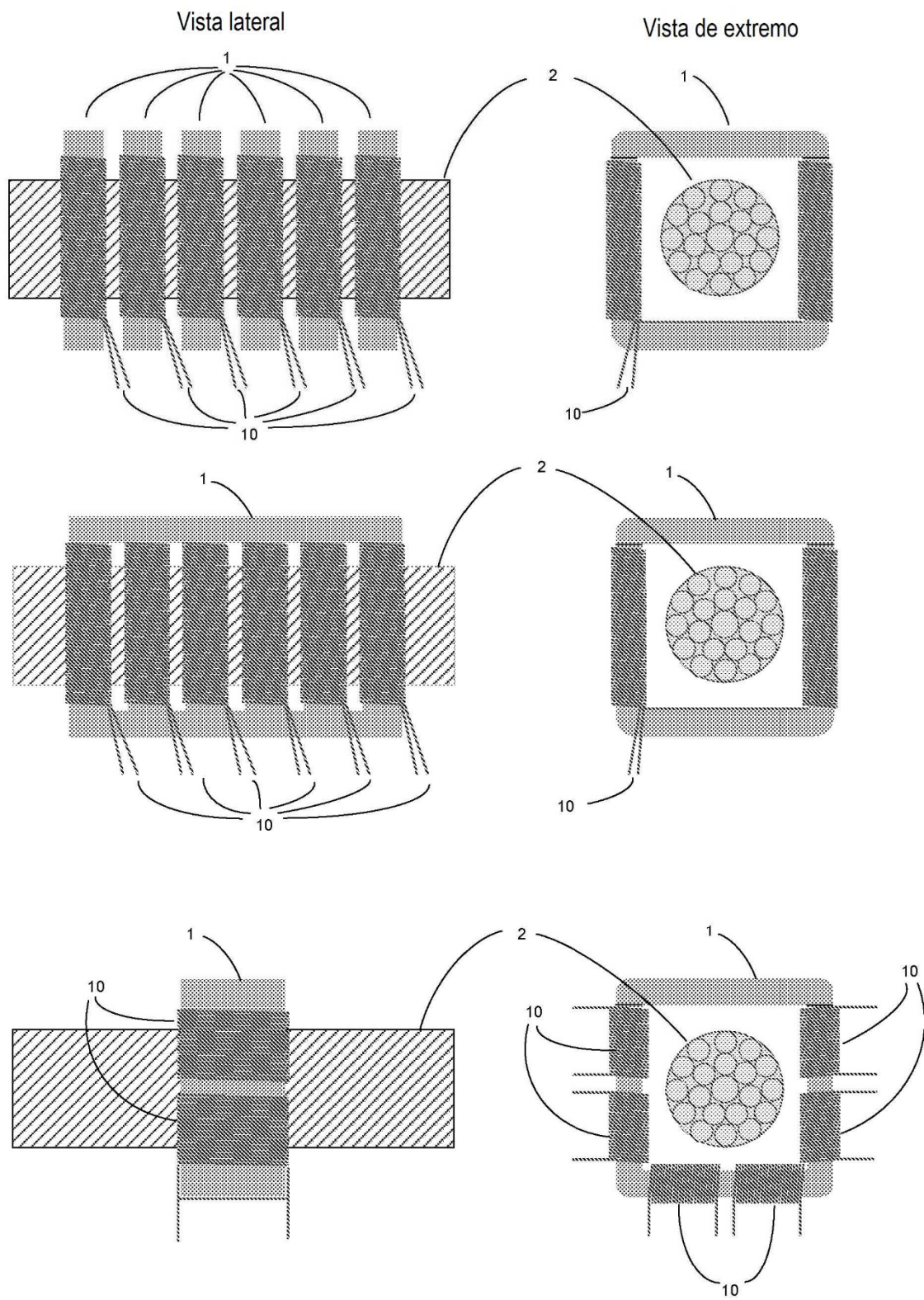
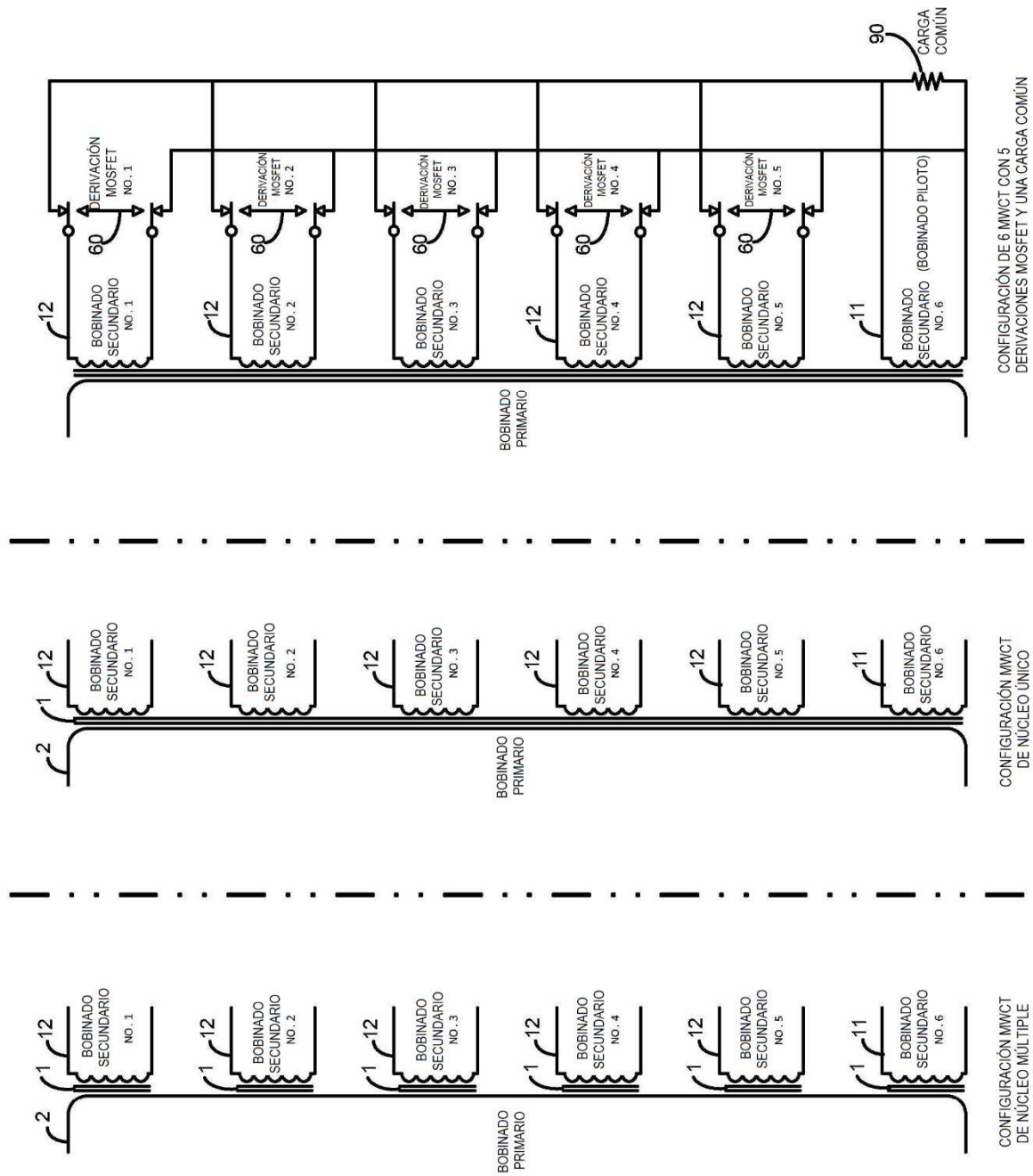


Fig. 1



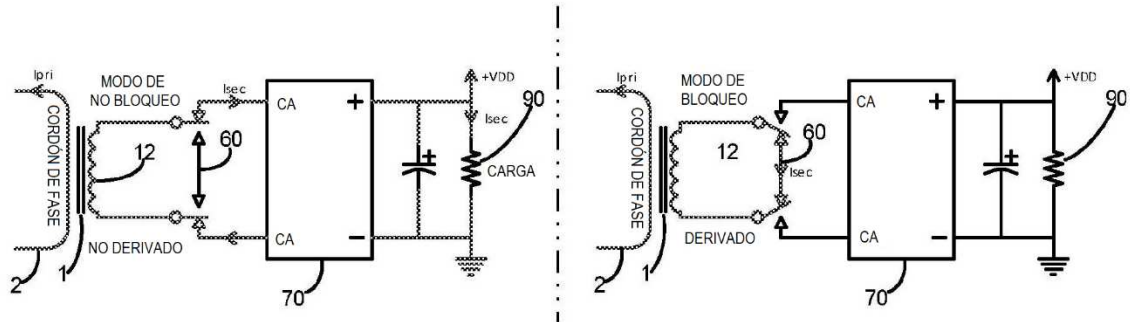


Fig. 2

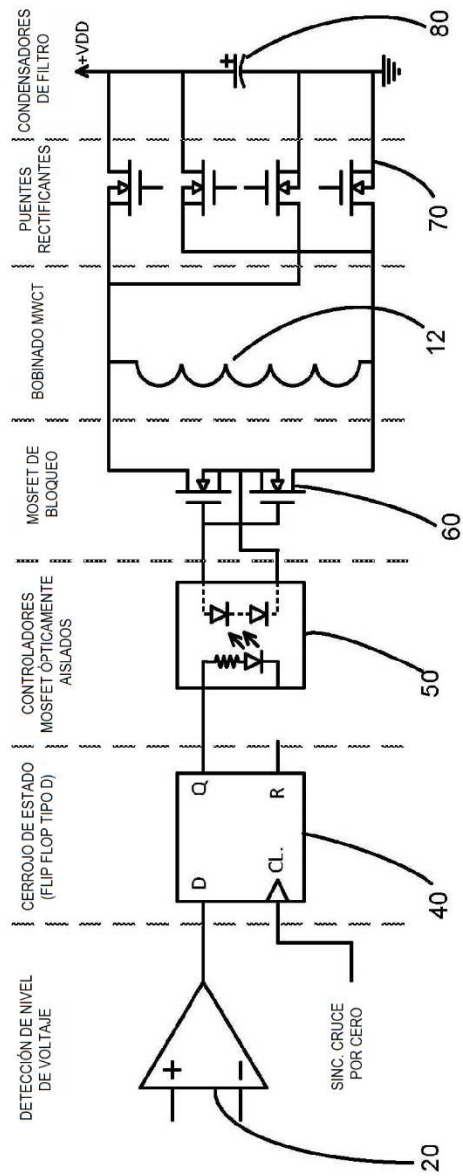


Fig. 3

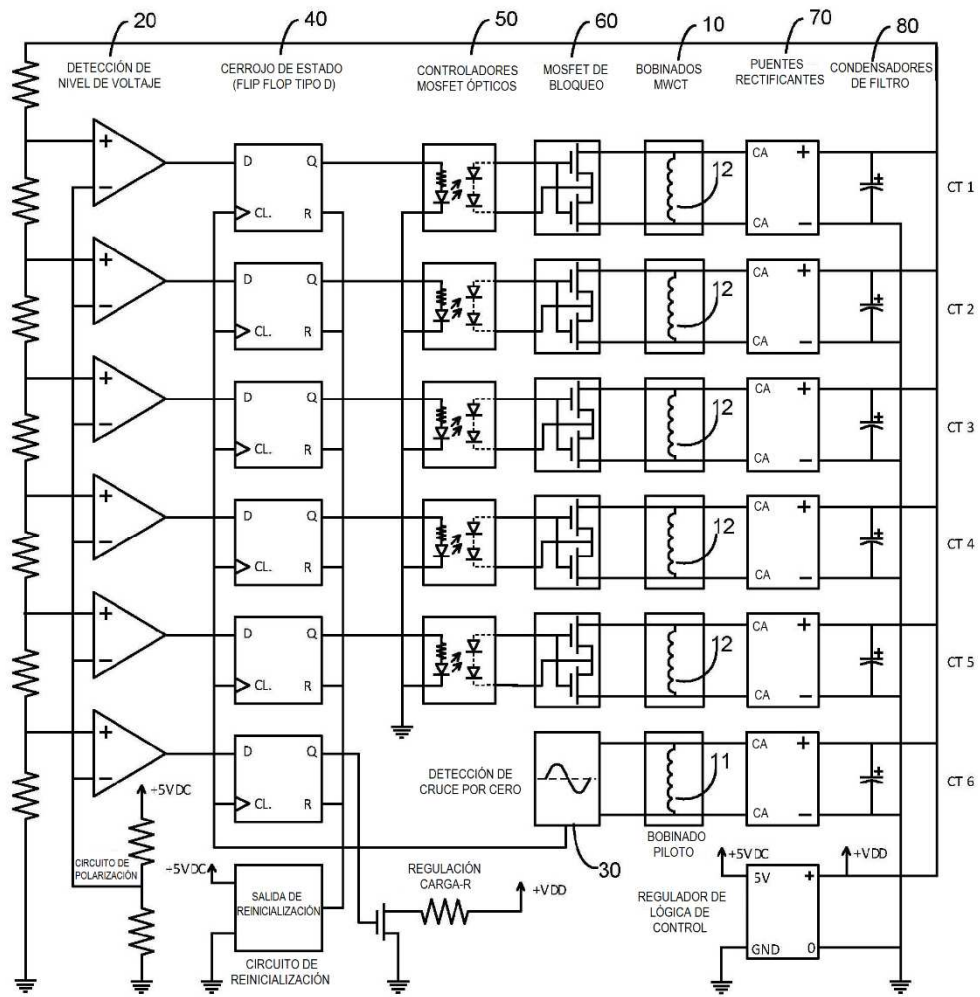


Fig. 4

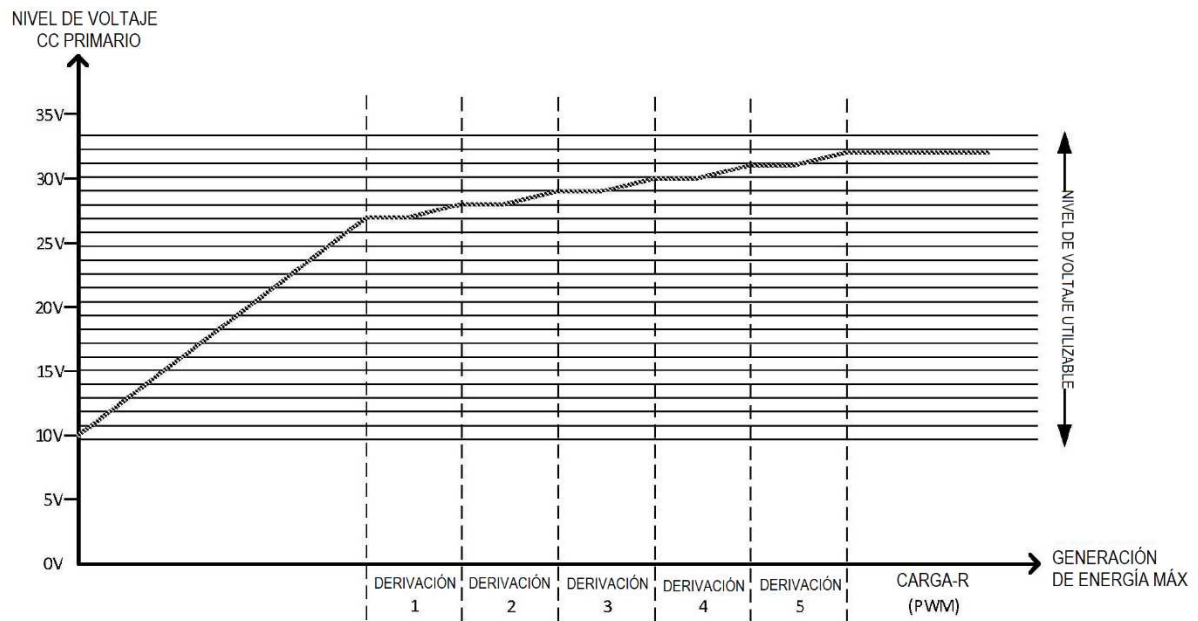


Fig. 5

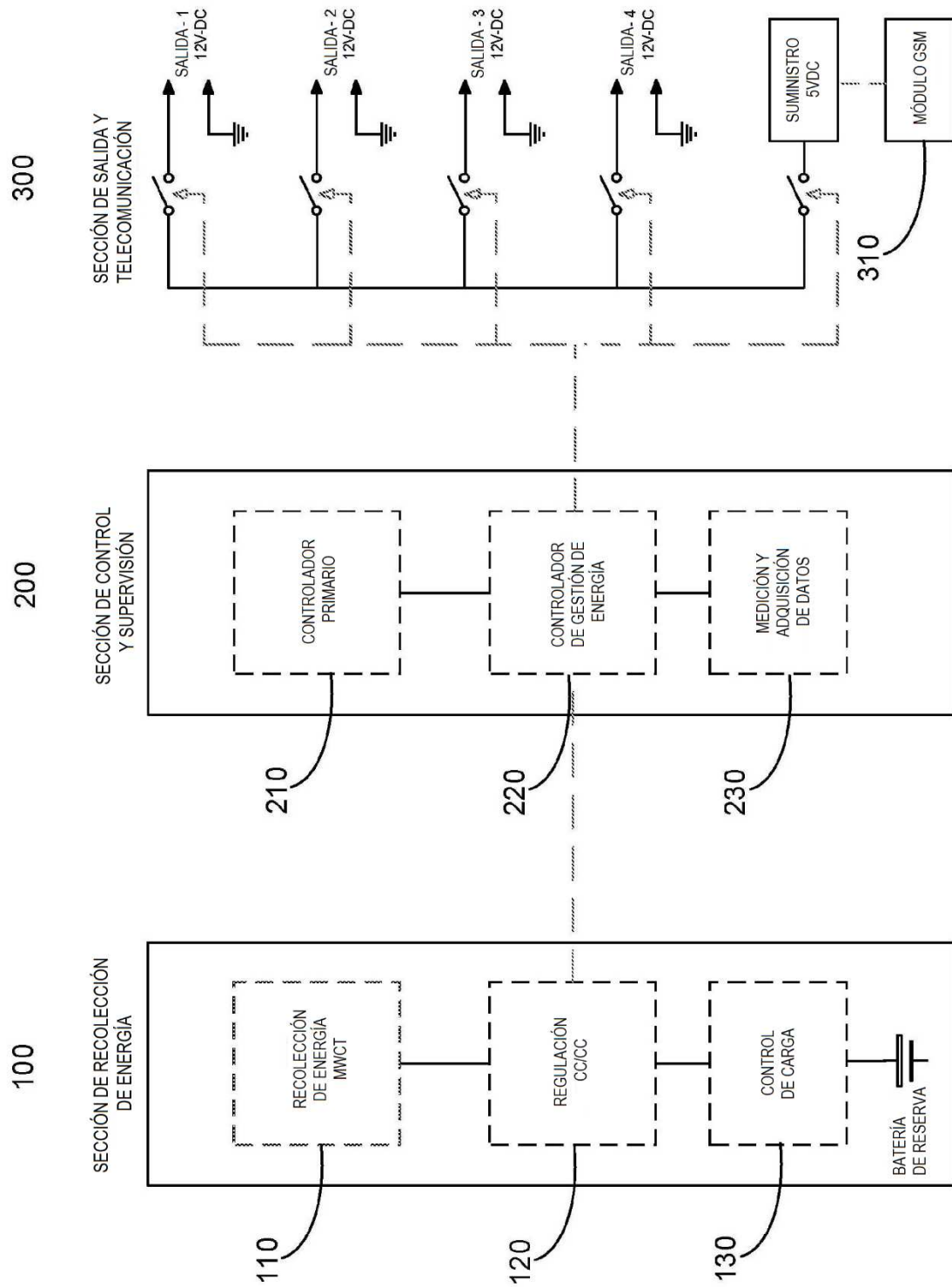


Fig. 6

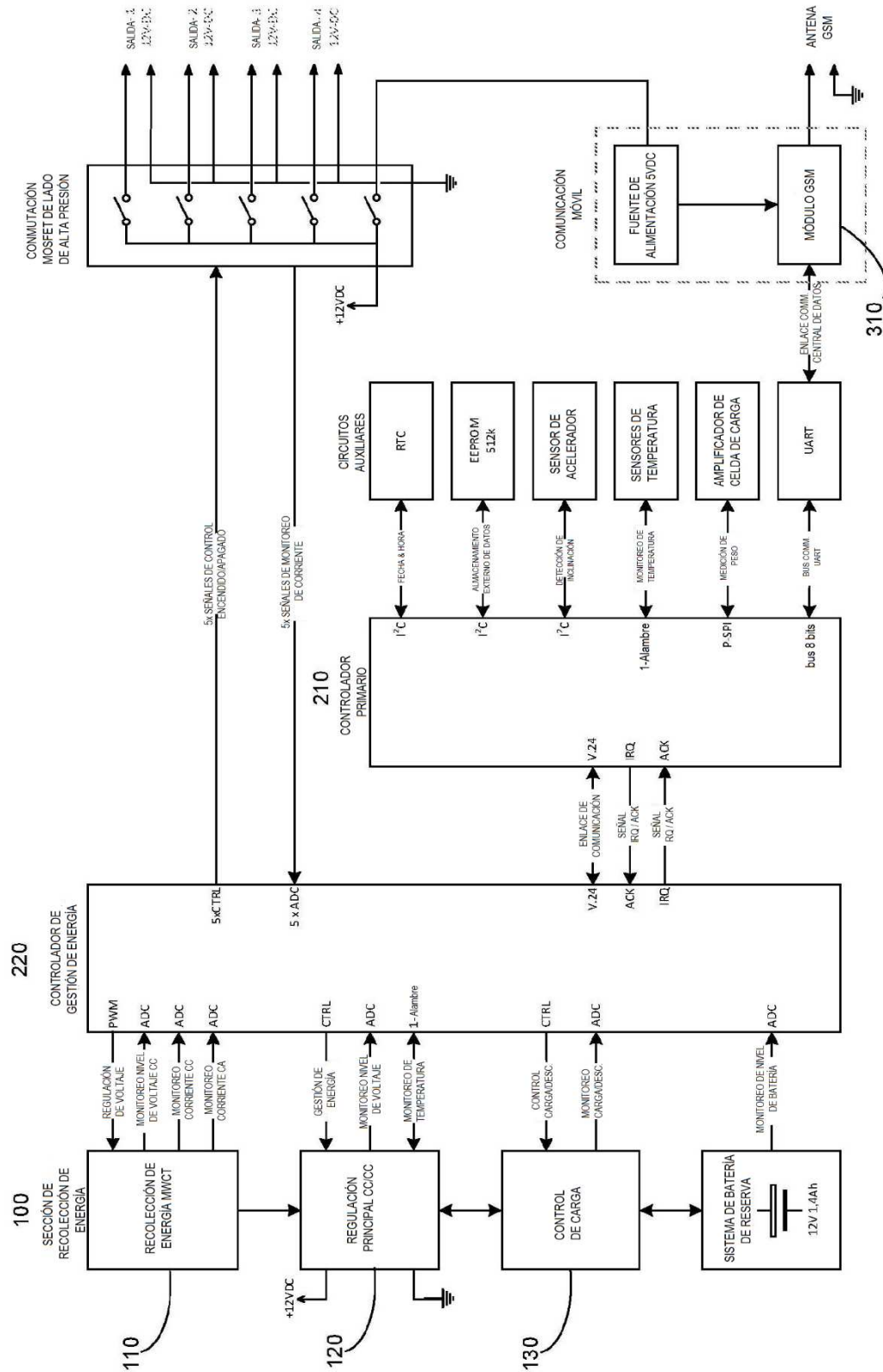


Fig. 7

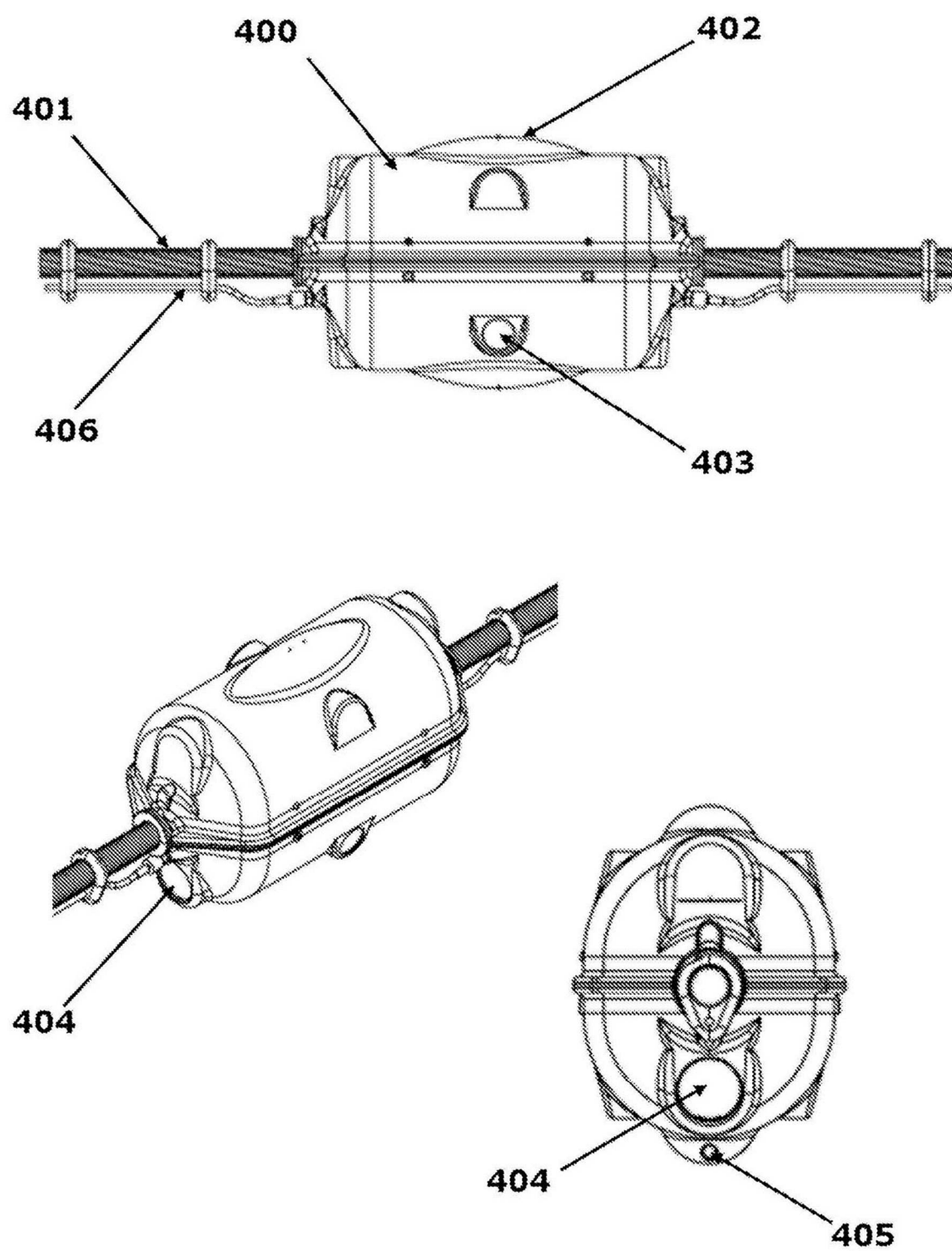


Fig. 8

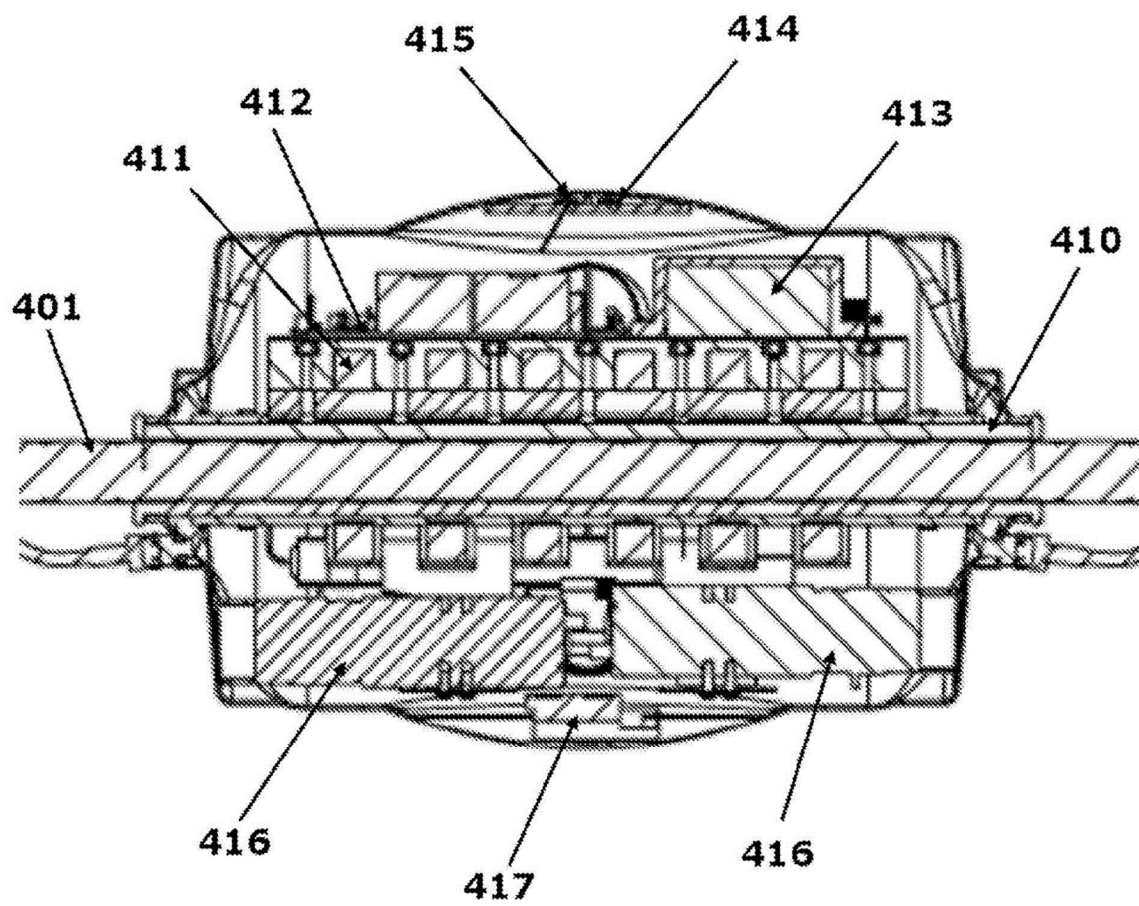


Fig. 9

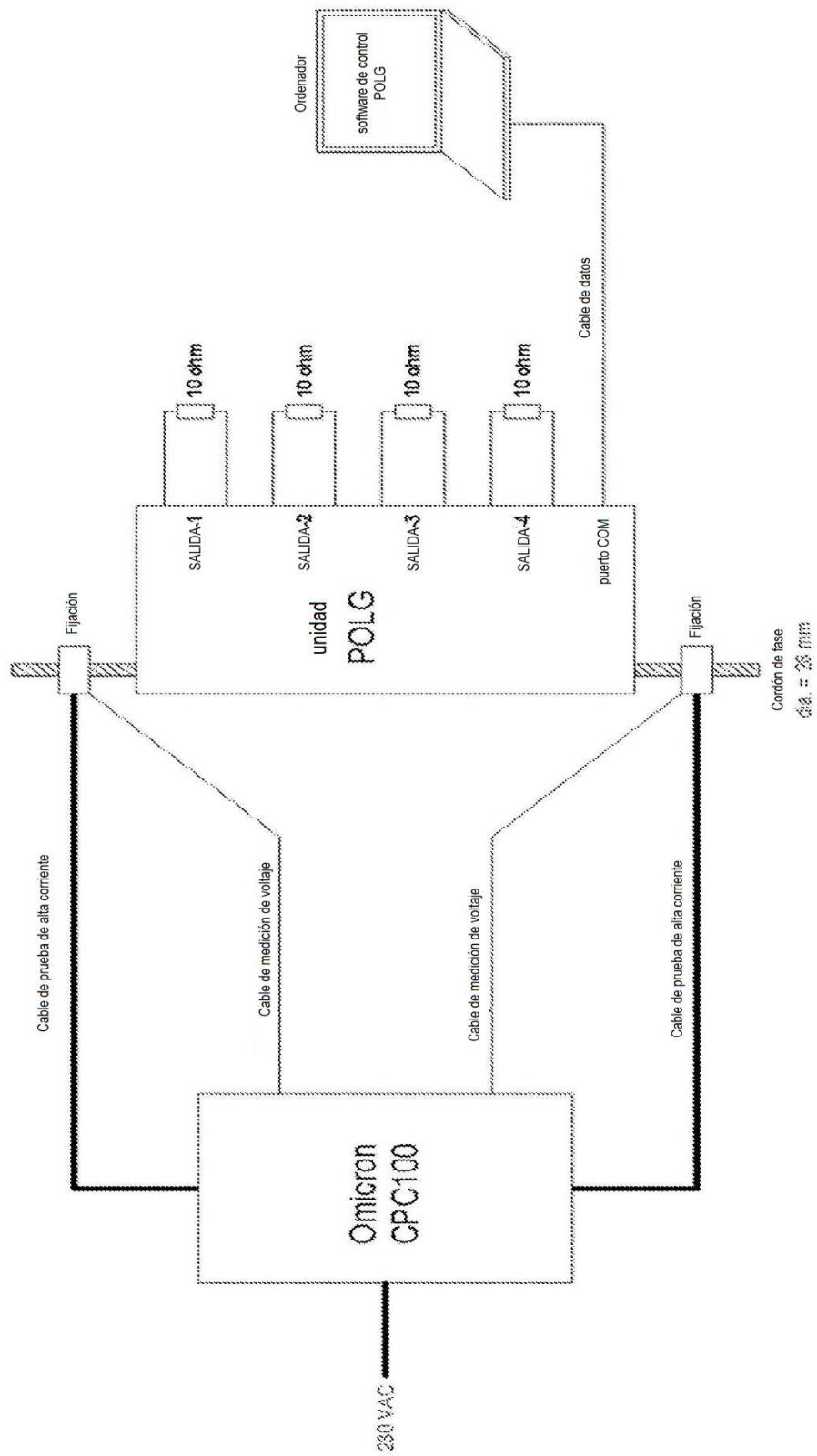
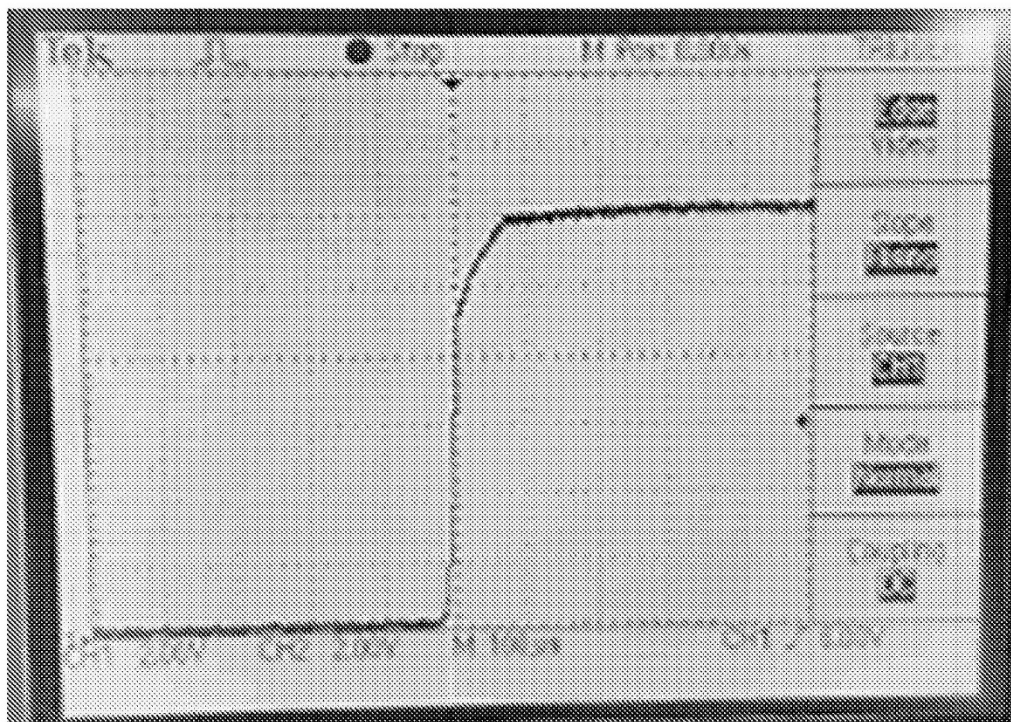
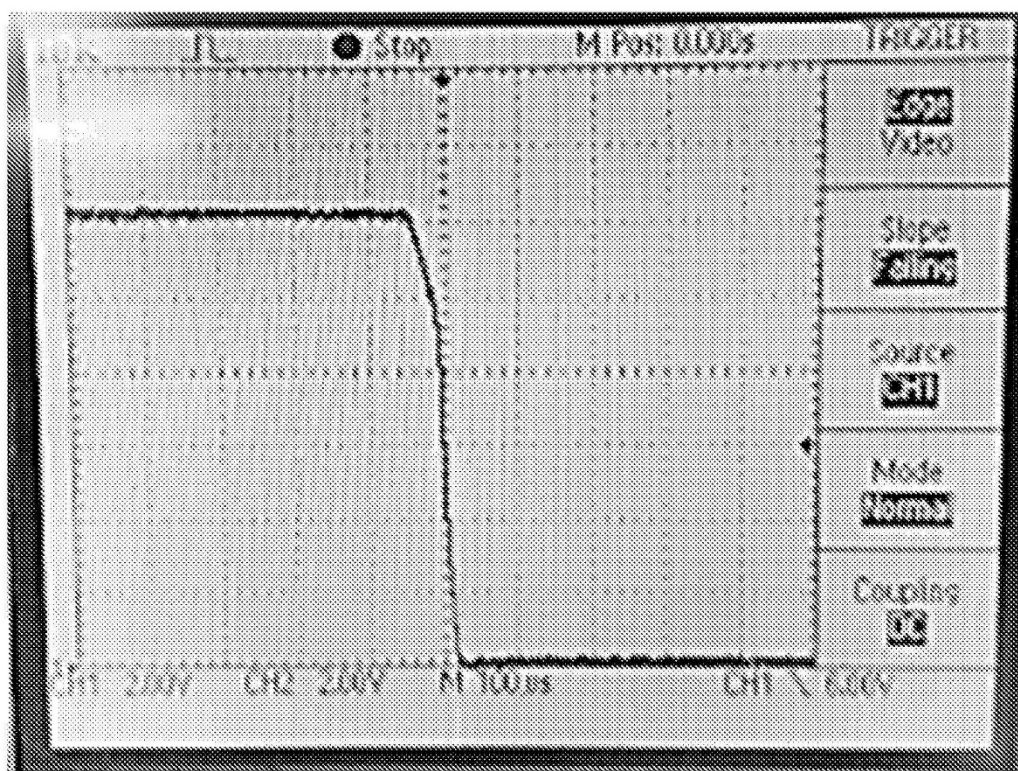


Fig. 10



A



B

Fig. 11