

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 429**

51 Int. Cl.:

**H02H 3/04** (2006.01)

**H02J 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.04.2010 PCT/US2010/030322**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.11.2010 WO10126688**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2010 E 10719439 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2425510**

54 Título: **Sistema de comunicación de línea eléctrica de alta tensión que utiliza un suministro eléctrico de cosecha de energía**

30 Prioridad:

**29.04.2009 US 173707 P**

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

**27.09.2017**

73 Titular/es:

**SSI POWER LLC (100.0%)  
30 Georgia Avenue  
Hampton, GA 30228, US**

72 Inventor/es:

**SCHAFFER, BRADLEY, JOHN;  
ROSTRON, JOSEPH, RICHARD;  
ORTKIESE, RUSSELL, KEITH y  
ANAND, RAJ**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

ES 2 634 429 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 comunicación de línea eléctrica de alta tensión que utiliza un suministro eléctrico de cosecha de energía

## 5 CAMPO TÉCNICO

**[0001]** La invención se refiere a sistemas de energía eléctrica y, más particularmente, a un sistema de comunicación para una línea eléctrica de alta tensión que emplea un suministro eléctrico de cosecha de energía para evitar la necesidad de baterías en los componentes de comunicación mantenidos a la tensión de línea, lo que  
10 permite que este equipo opere continuamente sin la necesidad de reemplazo periódico de baterías.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

**[0002]** Se han desarrollado sistemas de control de líneas eléctricas con componentes de comunicación  
15 mantenidos a la tensión de línea usando retrodispersión modulada. Sin embargo, estos sistemas únicamente reportan condiciones de línea anormales, como fallos o sobrecarga, o condiciones de caída de tensión. Además, los componentes de comunicación mantenidos a la tensión de línea están alimentados por baterías y están situados cerca de las líneas eléctricas, típicamente a elevadas alturas en las torres o polos de la línea eléctrica. Debido a que  
20 el cambio de las baterías es incómodo y costoso, estos dispositivos están configurados para informar sólo periódicamente o en respuesta a condiciones de línea anormales con el fin de ahorrar energía de la batería. Aunque la notificación más frecuente o continua podría ser ventajosa, la necesidad de ahorrar energía de las baterías impide generalmente que los componentes de comunicación convencionales mantenidos a la tensión de línea informen más frecuentemente o continuamente.

**[0003]** Se conoce un sistema de comunicación y control a partir del documento WO93/12436 y que comprende un transceptor, un equipo de comunicación, transductores de potencia, un microcontrolador y una antena, pero que tiene una disposición limitada de suministro eléctrico.

**[0004]** De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de comunicación y  
30 control para una línea de energía eléctrica de alta tensión que funciona a una tensión de línea, que comprende:

un transceptor mantenido al potencial de tierra alimentado a través de la línea de energía eléctrica;  
un equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea que comprende uno o más transductores de baja potencia para obtener parámetros medidos que indican las condiciones operativas de la línea eléctrica, un  
35 microcontrolador para procesar los parámetros medidos, una antena para comunicar los parámetros medidos a través de un haz de energía que se propaga a través de la atmósfera ambiente al transceptor mantenido al potencial de tierra, y un suministro eléctrico de cosecha de energía sin batería que proporciona energía eléctrica a componentes electrónicos del equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea;  
40 equipo de respuesta acoplado al transceptor mantenido al potencial de tierra para implementar una o más acciones de respuesta en respuesta a los parámetros medidos; y  
en el que el transceptor mantenido al potencial de tierra y el equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea obtienen ambos potencia operativa a través de la línea eléctrica y operan de forma continua siempre que la línea de energía eléctrica se energiza bajo una condición cargada.

**[0005]** El sistema de comunicación y control puede utilizarse para informar de parámetros operativos medidos relativos a la línea eléctrica, tales como corriente, tensión, temperatura, caída físico de línea y factor de potencia a un centro de control remoto, típicamente a través de un sistema de comunicación SCADA. El equipo de control de la línea eléctrica puede operarse por el centro de control remoto, que también recibe típicamente los parámetros operativos medidos en un sistema de análisis y notificación que determina el equipo de control de línea eléctrica  
50 apropiado para operar en respuesta a los parámetros operativos medidos. El sistema de comunicación y control también se puede utilizar para operar automáticamente el equipo de control de línea eléctrica local en respuesta a los datos de la línea eléctrica controlada. Por ejemplo, el sistema de comunicación y control local o el centro de control remoto pueden operar un banco de condensadores en respuesta a una condición de bajo factor de potencia, operar un regulador de tensión en respuesta a una condición de alta tensión, operar un soporte de caída de tensión en respuesta a una condición de baja tensión, operar un interruptor de circuito en respuesta a una condición de fallo,  
55 u operar conmutadores de desbordamiento de carga u otro equipo adecuado en respuesta a los parámetros de línea eléctrica controlados transmitidos por el sistema de comunicación de línea eléctrica.

**[0006]** Generalmente descrita, la invención se puede realizar como un sistema de comunicación y control

para una línea de energía eléctrica de alta tensión que opera a una tensión de línea. El sistema incluye un transceptor mantenido al potencial de tierra alimentado a través de la línea de energía eléctrica y un equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea. El equipo de voltaje de línea incluye uno o más transductores de baja potencia para obtener parámetros de medición que indican las condiciones operativas de la línea eléctrica, un microcontrolador para procesar los parámetros medidos, una antena para comunicar los parámetros medidos al transceptor mantenido en tierra, y un suministro eléctrico que cosecha energía sin baterías que proporciona energía eléctrica a componentes electrónicos del equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea. El sistema también incluye un equipo de respuesta acoplado al transceptor mantenido al potencial de tierra para implementar una o más acciones de respuesta en respuesta a los parámetros medidos. El transceptor mantenido al potencial de tierra y el equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea obtienen ambos potencia operativa a través de la línea eléctrica y operan de forma continua siempre que la línea de energía eléctrica se energiza bajo una condición cargada. Mientras que el equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea utiliza la cosecha de energía, el transceptor mantenido al potencial de tierra es alimentado típicamente por un transformador local conectado a la línea eléctrica o de un circuito de tensión inferior interconectado con la línea eléctrica asociada a través de una subestación cercana.

**[0007]** El suministro de energía de cosecha de energía puede obtener la potencia recuperada transmitida por el transceptor mantenido al potencial de tierra. Como alternativa, el suministro eléctrico de cosecha puede obtener energía de un campo electromagnético producido por la línea eléctrica a través de un núcleo de flujo magnético súper saturado. Además, el equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea típicamente comunica los parámetros medidos al transceptor mantenido al potencial de tierra modulando un haz de energía transmitido por el transceptor mantenido al potencial de tierra y reflejado de nuevo al transceptor mantenido al potencial de tierra. Por ejemplo, el equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea puede modular el haz de energía transmitido por el transceptor mantenido al potencial de tierra por conmutación de un elemento que cambia una impedancia característica de la antena.

**[0008]** Para reducir adicionalmente el requisito de potencia del equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea, el equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea comunica los parámetros medidos al transceptor mantenido al potencial de tierra en un formato de datos sin procesar que comprende puntos de datos obtenidos de cada sensor al menos cada 4 milisegundos que no ha sido corregido de errores, integrado o resumido. El transceptor mantenido al potencial de tierra o un procesador conectado operativamente al transceptor mantenido al potencial de tierra corrige los errores, integra y resume los parámetros medidos para reconstruir una o más formas de onda representadas por los parámetros medidos.

**[0009]** El equipo de respuesta normalmente incluye una o más piezas de equipo de control de potencia, tal como un banco de condensadores, un regulador de tensión, un soporte de caída de tensión o un interruptor de circuito. El equipo de respuesta también puede incluir un equipo de comunicación para transmitir los parámetros medidos a un lugar remoto que introduce los parámetros medidos en un sistema de notificación y análisis. En este caso, el centro de control remoto puede controlar a distancia la potencia del equipo de control que afecta al funcionamiento de la línea eléctrica.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0010]**  
La FIG. 1 es un diagrama de bloques funcional de un sistema de comunicación y control de línea eléctrica de alta tensión que utiliza un suministro eléctrico de cosecha de energía mantenido a una tensión de línea que recupera la energía transmitida por un transceptor a nivel del suelo.  
La FIG. 2 es un diagrama de bloques funcional de un sistema de comunicación y control de línea eléctrica de alta tensión que utiliza un suministro eléctrico de cosecha de energía mantenido a una tensión de línea que incluye un núcleo de flujo magnético súper saturado que cosecha energía del campo electromagnético emitido por la línea eléctrica.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

**[0011]** La presente invención proporciona una mejora significativa en sistemas de comunicación y control para líneas eléctricas de alta tensión utilizando un suministro eléctrico de cosecha de energía mantenido a la tensión de línea para suministrar energía eléctrica a la electrónica situada en el equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea. Dado que el equipo mantenido a la tensión de línea se encuentra físicamente muy por encima del

suelo en una torre de transmisión y a alta tensión, el acceso físico al equipo para cambiar las baterías es incómodo y costoso. La presente invención resuelve este problema mediante el uso de un suministro eléctrico de cosecha de energía mantenido a la tensión de línea. Dado que el suministro eléctrico cosecha energía siempre que se energiza la línea eléctrica, proporciona energía eléctrica para operar el equipo de comunicación siempre que la línea eléctrica esté energizada sin usar baterías. Por consiguiente, el término "energizado" significa que la línea eléctrica está conectada eléctricamente a la red eléctrica a su tensión operativa prevista creando al menos una condición cargada mínimamente suficiente para hacer que el suministro eléctrico de cosecha de energía proporcione energía eléctrica a la electrónica de comunicación. El transceptor de tensión de línea también minimiza su requerimiento de potencia modulando la energía reflejada que se origina del transceptor de potencial de tierra. Esto permite que el sistema de comunicación funcione continuamente siempre que la línea eléctrica se energiza sin preocuparse por agotar las baterías.

**[0012]** Para reducir aún más el requisito de potencia del equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea, los datos controlados obtenidos por los sensores pueden digitalizarse en los sensores y transmitirse continuamente sin resumir, integrar, corregir errores o procesar de otro modo los datos. Los datos de los sensores en tiempo real fluyen continuamente, lo que en la práctica significa el envío de un mínimo de 4 muestras de datos de forma de onda por ciclo, lo que da como resultado puntos de datos al menos cada 4 ms para un sistema eléctrico típico que opera a 50 o 60 Hertz. Un sistema ilustrativo típicamente envía paquetes de datos de sensor cada milisegundo, pero puede ajustarse para que sean más rápidos o más lentos, según se desee. Los datos del sensor "en bruto" se envían directamente desde el sensor al potencial de línea a la unidad base al potencial de tierra, que corrige errores, integra y resume los datos del sensor para reconstruir la forma de onda. La forma de onda totalmente reconstruida se analiza a continuación para tomar decisiones inteligentes en las unidades de control locales o remotas.

**[0013]** Todos los demás sistemas de control de potencia montados en línea reconstruyen la forma de onda para cada sensor y proporcionan datos de sensor resumidos a un potencial de línea para cada sensor por separado y luego envían los datos resumidos periódicamente, tal como una vez por minuto. El presente sistema de control de potencia, con sus necesidades de baja potencia a un potencial de línea, permite el flujo continuo de datos de sensor, incluyendo múltiples puntos de muestra de datos por ciclo. Cada punto de datos se envía por separado y secuencialmente a nivel del suelo, lo que elimina la necesidad de reconstruir la forma ondulada y resumir los datos de sensor al potencial de línea. Esto permite que los algoritmos más complejos de corrección de errores y protección de equipos se implementen eficazmente a nivel del suelo combinando información de múltiples sensores simultáneamente, lo que no es posible con otro sistema de control de potencia que produce datos resumidos de cada sensor individualmente.

**[0014]** El sistema de control y comunicación de línea eléctrica también incluye un equipo de respuesta acoplado al transceptor mantenido al potencial de tierra para implementar una o más acciones de respuesta en respuesta a los parámetros medidos. El equipo de respuesta puede incluir equipo de respuesta local, así como equipo de respuesta remota interconectado con el sistema de comunicación y control local a través de un sistema de comunicación adecuado, tal como un sistema SCADA, línea de datos dedicada, enlace de Internet, enlace telefónico, enlace de datos inalámbrico u otro sistema de comunicación adecuado. El equipo de respuesta local típicamente incluye uno o más dispositivos de control de potencia, tal como un banco de condensadores, un regulador de tensión, un soporte de caída de tensión, o un interruptor de circuito. El equipo de respuesta remota incluye típicamente un sistema de notificación y análisis y también puede estar configurado para operar remotamente los dispositivos de control de potencia que controlan el funcionamiento de la línea eléctrica. Los dispositivos de control de potencia pueden estar situados donde el equipo de comunicación esté situado, por ejemplo en una subestación, o en cualquier otra ubicación en el sistema de energía. En general, se pueden utilizar varios sistemas de comunicación y control, que operan a través de la cosecha de energía sin necesidad de reemplazo periódico de baterías, para supervisar y controlar una generación, transmisión y distribución de energía a lo largo del sistema usando una combinación de dispositivos controlados local y remotamente junto con la notificación centralizada y el análisis para mejorar en gran medida el conocimiento, la fiabilidad y la eficiencia del sistema de energía eléctrica.

**[0015]** Volviendo ahora a las figuras, la FIG. 1 es un diagrama de bloques funcional del sistema de comunicación y control **10** para supervisar y controlar una línea eléctrica asociada. Un transceptor mantenido en el potencial de tierra **12** es alimentado a través de la línea eléctrica asociada, típicamente a través de un transformador local conectado a la línea eléctrica o desde un circuito de tensión inferior interconectado con la línea eléctrica asociada a través de una subestación cercana. El transceptor mantenido en el potencial de tierra **12** transmite un haz de energía a través de la atmósfera ambiente al equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea **14**, que

está físicamente montado cerca de la línea eléctrica asociada a una elevada altura en la torre o polo que soporta la línea eléctrica. El equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea **14** incluye una antena **16** configurada para acoplarse en comunicación de datos pasiva y cosecha de energía. La antena **16** comunica típicamente datos modulando una resistencia u otro dispositivo eléctrico conectado a la antena para variar la impedancia de la antena.

5 Esto modula la energía reflejada, que se recibe como una señal de datos reflejada por el transceptor mantenido en el potencial de tierra **12**. Se debe apreciar que este enlace de datos y de energía se produce a través de un espacio de aislamiento de alta tensión (atmósfera ambiente) sin un conductor que conecte eléctricamente el equipo de alta tensión **14** con el transceptor de potencial de tierra **12**.

10 **[0016]** El equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea **14** también incluye un suministro eléctrico de cosecha de energía **18a** que recibe energía recuperada de la antena **16** y suministra potencia cosechada apropiadamente acondicionada y regulada al otro equipo de comunicación incluyendo uno o más transductores de baja potencia **20** y un microcontrolador de baja potencia **22** que típicamente digitaliza, almacena y suministra los parámetros medidos a la antena **16** mantenida a la tensión de línea para la comunicación con el transceptor **14**  
 15 mantenido al potencial de tierra. Los transductores de baja potencia **20** incluyen un equipo de control de línea eléctrica, tal como medidores de tensión, corriente y temperatura y cualquier otro dispositivo de control deseado. El microcontrolador de baja potencia **22** típicamente convierte los datos controlados recibidos de los transductores de baja potencia **20** para producir lecturas de tensión, corriente y factor de potencia para la línea eléctrica controlada. El microcontrolador **22** también modula la antena para codificar la lectura de tensión, corriente y factor de potencia en  
 20 la señal de retrodispersión reflejada desde la antena **16** al transceptor mantenido en el potencial de tierra **12**. Con esta configuración, el sistema de comunicación **10** controla continuamente la línea eléctrica asociada e informa sobre los parámetros deseados, en este ejemplo, las lecturas de tensión, corriente, temperatura y factor de potencia para la línea eléctrica, siempre que se alimente la línea eléctrica sin necesidad de baterías en el equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea **14** o en el transceptor de potencial de tierra **12**.

25 **[0017]** El transceptor de potencial de tierra **12**, a su vez, puede notificar los parámetros de la línea eléctrica a cualquier ubicación deseada o controlar cualquier equipo deseado basándose en los parámetros de la línea eléctrica medida. Por ejemplo, el transceptor **12** puede comunicarse con y controlar relés locales y/o un controlador local **24**. El controlador local **24**, a su vez, puede transmitir los parámetros de la línea eléctrica a un sistema local de análisis y  
 30 notificación **26** y/o un centro de control remoto a través de un equipo de comunicación (SCADA) **28**. Los relés locales y/o el controlador local **24** también pueden operar equipos locales para controlar la línea eléctrica supervisada. Por ejemplo, los relés locales y/o un controlador local **24** pueden operar un banco de condensadores **30** en respuesta a una condición de factor de baja potencia, operar un regulador de tensión **32** en respuesta a una condición de alta tensión, operar un soporte de caída de tensión **34** en respuesta a una condición de baja tensión, operar un  
 35 interruptor de circuito **36** en respuesta a una condición de fallo, u operar interruptores de desbordamiento de carga u otro equipo adecuado en respuesta a los parámetros de la línea eléctrica.

**[0018]** Para evitar la interferencia, el enlace de comunicación implementado por el transceptor de potencial de tierra **12** opera preferiblemente por encima de 2,4 GHz. Se ha encontrado que una operación de enlace de  
 40 comunicación a 5,8 GHz encuentra significativamente menos interferencia que una operación de enlace de comunicación a 2,4 GHz. El sistema de comunicación y control descrito anteriormente tiene las ventajas adicionales de notificar los parámetros de la línea eléctrica continuamente en tiempo real siempre que la línea de alimentación está energizada sin necesidad de componentes alimentados por baterías. Por esta razón, el sistema no se limita a  
 45 informar de fallos u otras condiciones anormales de la línea eléctrica. También debe entenderse que el equipo de comunicación mantenido a la tensión de línea **14** puede desplegarse en un único cuadro con una antena unida. El equipo también puede incluir cables que se extienden desde el cuadro hasta transformadores de corriente, que están típicamente situados muy cerca de los conductores de fase. Como alternativa, el equipo puede desplegarse en cuadros separados como una cuestión de elección de diseño. En la práctica, los datos supervisados deben digitalizarse lo más cerca posible de los medidores de la fuente, para evitar transmitir datos analógicos a través de  
 50 enlaces de datos que puedan captar interferencias.

**[0019]** La FIG. 2 es un diagrama de bloques funcional para el sistema de comunicación y control **100** que puede ser idéntico al sistema **10** mostrado en la FIG. 1 excepto que el suministro eléctrico de cosecha de energía **18b** es un suministro eléctrico de cosecha de campo electromagnético que incluye un núcleo de flujo magnético  
 55 súper saturado en lugar del suministro eléctrico **18a** en el sistema **10** que recupera la energía del transceptor **12** mantenido a nivel de tierra. El núcleo de flujo magnético súper saturado del suministro eléctrico **18b** se satura completamente a un nivel de corriente muy bajo en la línea eléctrica. Esto hace que el suministro eléctrico **18b** produzca una cantidad suficiente y estable de potencia incluso aunque la corriente de la línea eléctrica pueda variar significativamente. El material utilizado para el núcleo de flujo magnético súper saturado se denomina a menudo

"mu-metal" porque la letra griega "mu" ( $\mu$ ) se utiliza tradicionalmente para designar la permeabilidad al flujo magnético del material, que es extraordinariamente alta en el núcleo de flujo magnético súper saturado. Un mu-metal típico es una aleación de níquel-hierro (aproximadamente 75 % de níquel, 15 % de hierro, más cobre y molibdeno) que muestra una permeabilidad magnética muy alta. Mu-metal puede tener permeabilidades relativas de 80.000-100.000 Henry por metro en comparación con varios miles para el acero ordinario.

**[0020]** La dificultad técnica al intentar cosechar energía eléctrica para accionar la electrónica es que el intento de utilizar un transformador de corriente convencional para generar la potencia tiene dos inconvenientes. En primer lugar, es difícil obtener un transformador de corriente convencional para proporcionar energía a corrientes continuas bajas. Esto se debe a que la salida de potencia varía casi linealmente con la corriente de línea, que a menudo tiende a ser relativamente alta y varía a lo largo del día. En segundo lugar, los transformadores de corriente convencionales proporcionan más energía a las corrientes de carga típicas que se requieren para operar la electrónica, y también proporcionan enormes cantidades de energía no deseada en condiciones de fallo. Por otra parte, un suministro eléctrico con un núcleo de flujo magnético súper saturado satura completamente y, por lo tanto, hace que la potencia de salida suba rápidamente hasta alcanzar la potencia máxima a una corriente de línea relativamente baja y, a continuación, se estanca de tal forma que la salida de potencia permanece estable para niveles más altos de corriente de línea. La técnica de utilización de un suministro eléctrico con un núcleo que tiene una permeabilidad al flujo magnético extremadamente alta proporciona por lo tanto una cantidad suficiente y estable de energía cosechada sobre el rango operativo esperado de la línea eléctrica aunque la corriente de línea varíe ampliamente. El suministro eléctrico de cosecha de energía súper saturante minimiza de ese modo la necesidad de tratar el exceso de energía cosechada bajo condiciones normales de corriente de carga y de corriente de fallo. El uso de un núcleo de flujo magnético súper saturado también tiene el beneficio de proporcionar una cantidad suficiente y estable de potencia cosechada con un núcleo de sección transversal pequeño.

**[0021]** Generalmente se cree que el uso de un núcleo de flujo magnético súper saturado no es deseable en el diseño de transformador convencional, lo que conduce generalmente al diseñador lejos de la solución proporcionada por la presente invención. En el suministro eléctrico de cosecha de energía, sin embargo, el núcleo de flujo magnético súper saturado proporciona características únicas y deseables para proporcionar una energía cosechada suficiente y estable, incluso a corrientes bajas, minimizando el exceso de energía y armónicos que se proporcionarían por las soluciones convencionales. Los transformadores de corriente convencionales requerirán varios cientos de amperios de corriente de línea para poder soportar la potencia necesaria para ejecutar la electrónica y los transmisores, y la corriente aumentará aproximadamente linealmente con la corriente de línea, que puede llegar al intervalo de mil amperios. Un suministro eléctrico con un núcleo de flujo magnético súper saturado, por otra parte, es capaz de proporcionar suficiente energía para operar la electrónica de comunicación de 10 a 20 amperios de corriente de línea, mientras que la salida de potencia puede acondicionarse fácilmente a través de circuitos electrónicos para permanecer en el intervalo deseado a medida que la corriente de línea aumenta a la carga normal e incluso a los niveles de fallo. Como resultado, el sistema de comunicación y control **100** funciona de manera continua siempre que se energiza la línea de alimentación porque se puede esperar que al menos la carga mínima de 10 a 20 amperios requerida para operar la electrónica de comunicación fluya siempre que la línea eléctrica esté conectada a la red.

**[0022]** Debe entenderse que lo anterior se refiere solamente a las realizaciones ejemplares de la presente invención, y que se pueden hacer numerosos cambios en la misma sin apartarse del alcance de la invención como se define en las siguientes reivindicaciones.

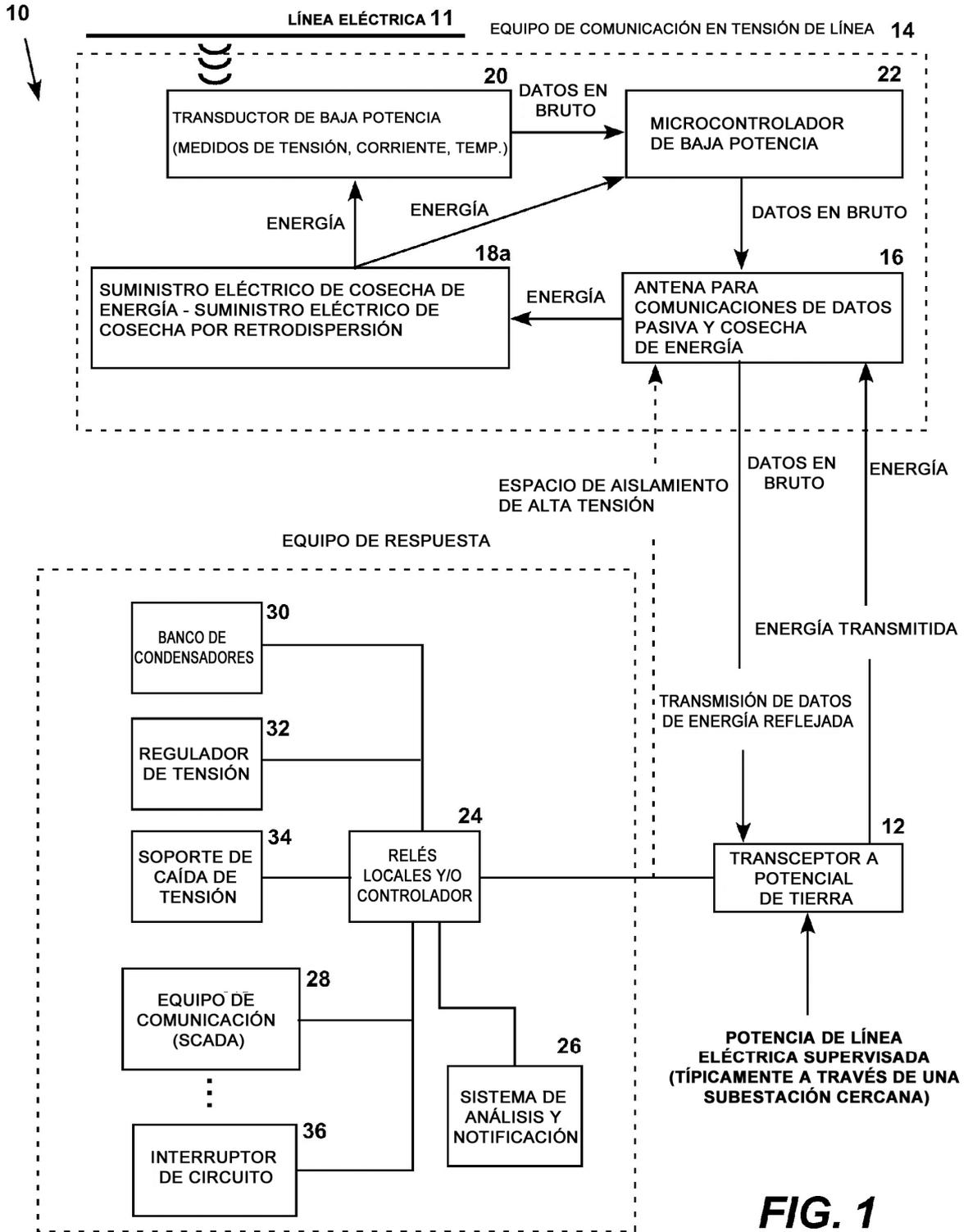
45

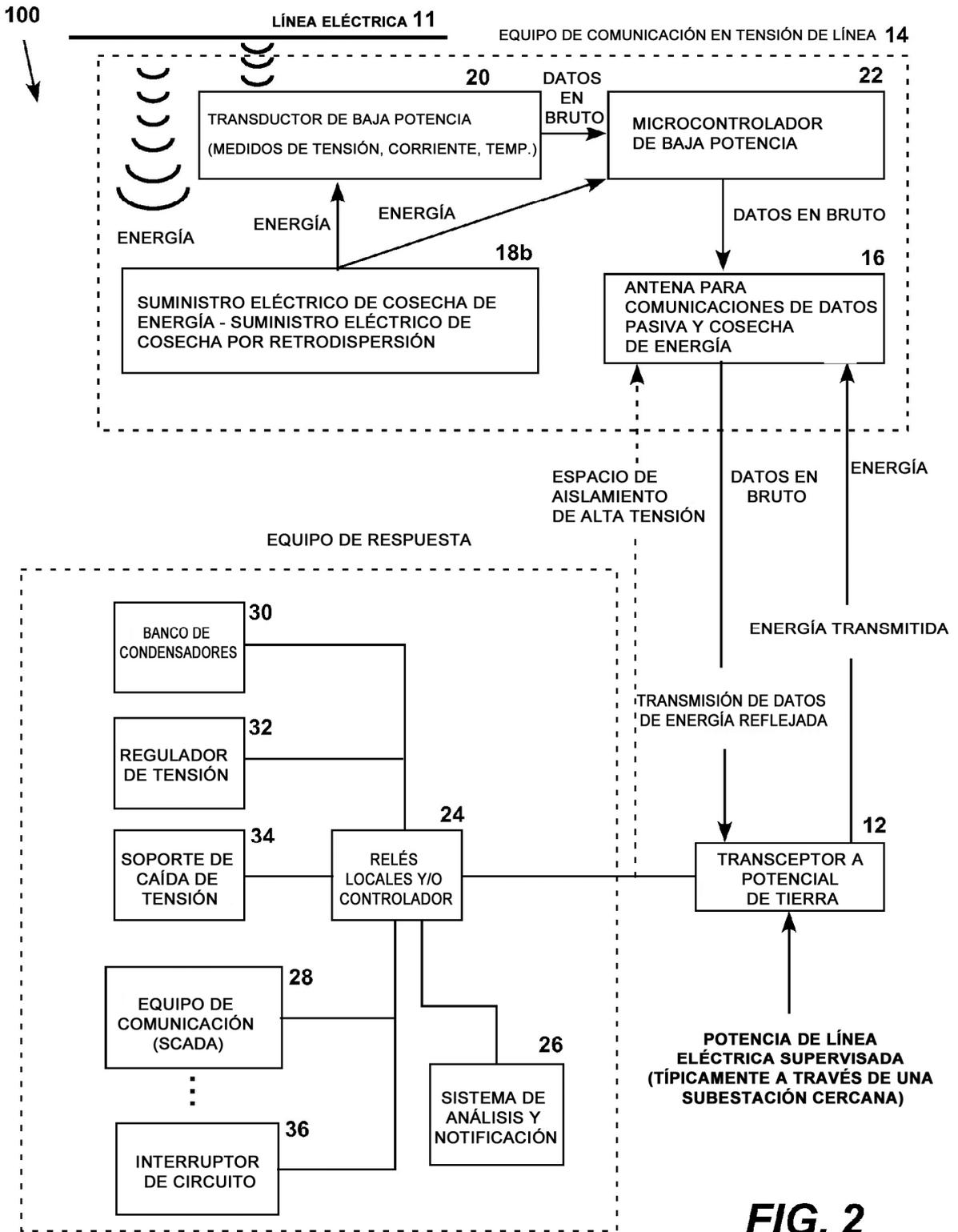
**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de comunicación y control (10) para una línea eléctrica de alta tensión (11) que opera en una tensión de línea, que comprende:
- 5 un transceptor (12) mantenido al potencial de tierra alimentado a través de la línea de energía eléctrica; un equipo de comunicación (14) mantenido a la tensión de línea que comprende uno o más transductores de baja potencia (20) para obtener parámetros medidos que indican las condiciones operativas de la línea eléctrica, un microcontrolador (22) para procesar los parámetros medidos, una antena (16) para comunicar los parámetros
- 10 medidos a través de un haz de energía que se propaga a través de la atmósfera ambiente al transceptor (12) mantenido al potencial de tierra, y un suministro eléctrico de cosecha de energía sin batería (18a) que proporciona energía eléctrica a componentes electrónicos del equipo de comunicación (14) mantenido a la tensión de línea; equipo de respuesta acoplado al transceptor (12) mantenido al potencial de tierra para implementar una o más acciones de respuesta en respuesta a los parámetros medidos; y
- 15 en el que el transceptor (12) mantenido al potencial de tierra y el equipo de comunicación (14) mantenido a la tensión de línea obtienen ambos potencia operativa a través de la línea eléctrica y operan de forma continua siempre que la línea de energía eléctrica se energiza bajo una condición cargada.
2. El sistema de comunicación y control de la reivindicación 1, en el que el suministro eléctrico de cosecha de energía (18a) obtiene la potencia recuperada transmitida por el transceptor (12) mantenido al potencial de tierra.
3. El sistema de comunicación y control de la reivindicación 1, en el que el suministro eléctrico de cosecha (18a) obtiene energía de un campo electromagnético producido por la línea eléctrica a través de un núcleo
- 25 de flujo magnético súper saturado.
4. El sistema de comunicación y control de la reivindicación 1, en el que el equipo de comunicación (14) mantenido a la tensión de línea comunica los parámetros medidos al transceptor (12) mantenido al potencial de tierra modulando un haz de energía transmitido por el transceptor (12) mantenido al potencial de tierra y reflejado de
- 30 nuevo al transceptor (12) mantenido al potencial de tierra.
5. El sistema de comunicación y control de la reivindicación 1, en el que el equipo de comunicación (14) mantenido a la tensión de línea modula el haz de energía transmitido por el transceptor (12) mantenido al potencial de tierra por conmutación de un elemento que cambia una impedancia característica del antena.
- 35
6. El sistema de comunicación y control de la reivindicación 1, en el que el equipo de respuesta incluye un equipo de control de potencia seleccionado del grupo que consiste en un banco de condensadores (30), un regulador de tensión (32), un soporte de caída de tensión (34) y un interruptor de circuito (36).
- 40
7. El sistema de comunicación y control de la reivindicación 1, en el que:
- el equipo de comunicación (14) mantenido a la tensión de línea comunica los parámetros medidos al transceptor mantenido al potencial de tierra en un formato de datos sin procesar que comprende puntos de datos obtenidos de cada sensor al menos cada 4 milisegundos que no ha sido corregido de errores, integrado o resumido; y
- 45 el transceptor (12) mantenido al potencial de tierra o un procesador conectado operativamente al transceptor (12) mantenido al potencial de tierra corrige los errores, integra y resume los parámetros medidos para reconstruir una o más formas de onda representadas por los parámetros medidos.
8. El sistema de comunicación y control de la reivindicación 1, en el que el equipo de respuesta incluye
- 50 un equipo de comunicación (28) para transmitir los parámetros medidos a un lugar remoto que introduce los parámetros medidos en un sistema de notificación y análisis.
9. El sistema de comunicación y control de la reivindicación 1, en el que el equipo de respuesta incluye un equipo de comunicación (28) para transmitir los parámetros medidos a una ubicación remota que controla a
- 55 distancia el equipo de control de potencia que afecta al funcionamiento de la línea eléctrica.
10. El sistema de comunicación y control de la reivindicación 9, en el que el equipo de control de potencia incluye un banco de condensadores (30), un regulador de tensión (32), un soporte de caída de tensión (34) o un interruptor de circuito (36).

11. El sistema de comunicación y control de la reivindicación 1, en el que el transceptor (12) mantenido al potencial de tierra recibe energía eléctrica a través de un transformador o subestación local interconectada con la línea eléctrica.

5





**FIG. 2**