

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 529 072**

21 Número de solicitud: 201490066

51 Int. Cl.:

**G05D 3/12** (2006.01)

**H02H 1/00** (2006.01)

**H02H 7/26** (2006.01)

12

## SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**11.12.2012**

30 Prioridad:

**21.12.2011 US 13/333,012**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**16.02.2015**

71 Solicitantes:

**SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES,  
INC. (100.0%)**

**2350 NE Hopkins Court  
99163 Pullmann WA Washington US**

72 Inventor/es:

**SCHWEITZER, Edmund, O., lii**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

54 Título: **Señalización de alta velocidad de condiciones de un sistema de energía**

57 Resumen:

Señalización de alta velocidad de condiciones de un sistema de energía.

Un dispositivo de señalización de alta velocidad en una derivación de un sistema de distribución de energía eléctrica modula la señal de la derivación y comunica la señal a un dispositivo electrónico inteligente en un alimentador a la derivación a velocidades suficientes para que el dispositivo electrónico inteligente modifique unos algoritmos de protección basados en la señal desde el dispositivo de señalización de alta velocidad. El dispositivo electrónico inteligente puede ser un control de reconectador que controla el equipo de protección, tal como un reconectador. La señal puede enviarse a través de infrarrojos y/o frecuencia de radio. La señal se puede modular para comunicar información tal como la fase con la cual está asociada. El dispositivo de señalización de alta velocidad puede comunicar también información de la corriente al dispositivo electrónico inteligente.

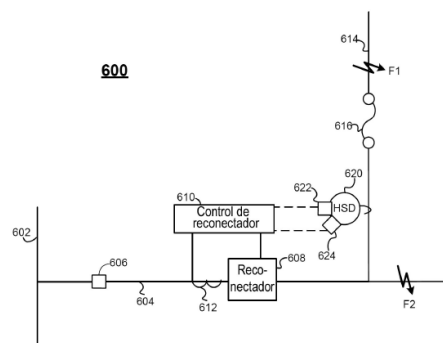


Figura 7

## DESCRIPCIÓN

Señalización de alta velocidad de condiciones de un sistema de energía

### 5 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere, en general, a aparatos, sistemas, y procedimientos para la detección y la comunicación de las condiciones en un conductor de energía eléctrica a gran velocidad, y más particularmente a aparatos, sistemas, y procedimientos para la  
10 coordinación de aislamiento de fallos usando dicha comunicación de alta velocidad para reducir al mínimo el efecto sobre el sistema de energía.

### **Breve descripción de los dibujos**

15 Se describen realizaciones no limitantes y no exhaustivas de la divulgación, incluyendo diversas realizaciones de la divulgación con referencia a las figuras, en las que:

La figura 1A ilustra una vista lateral de un dispositivo de señalización de alta velocidad;

20 La figura 1B ilustra una vista inferior de un dispositivo de señalización de alta velocidad;

La figura 2 es un diagrama de bloques de un dispositivo de señalización de alta velocidad;

La figura 3 es un diagrama de bloques de un dispositivo de señalización de alta velocidad;

25

La figura 4 es un diagrama de bloques de un dispositivo de señalización de alta velocidad;

La figura 5 es un diagrama de bloques de un dispositivo de señalización de alta velocidad;

30 La figura 6A ilustra un esquema de comunicación para comunicar la información actual;

Las figuras 6B, 6C, 6D y 6E ilustran posibles esquemas de modulación para un dispositivo de señalización de alta velocidad;

35 La figura 7 es un diagrama unifilar de un sistema de energía de la presente divulgación; y,

La figura 8 es un diagrama de bloques de un indicador de circuito en fallo.

### Descripción detallada

5 Los sistemas de distribución de energía eléctrica incluyen normalmente varios tipos y piezas de equipos configurados para la entrega de la energía eléctrica a los clientes. Algunos tipos ejemplares de los equipos utilizados son conductores de energía (que puede estar por encima del suelo o por debajo del suelo), transformadores, interruptores, fusibles, reconectadores, baterías de condensadores, reguladores de tensión y similares. Los  
10 equipos del sistema de distribución de energía eléctrica son a menudo controlados, monitorizados y/o protegidos mediante dispositivos de sistemas de potencia, tales como dispositivos electrónicos inteligentes ("AEI") (como, por ejemplo, los relés de protección, controles de reconectadores, relés de distancia, relés diferenciales, relés de transformador, controladores de módulo, relés de alimentadores, relés direccionales, controles de  
15 reguladores de voltaje, procesadores de comunicaciones, relés de transformadores, relés de sobrecorriente, y similares), unidades terminales remotas, indicadores de circuito en fallo ("FCI"), sistemas de adquisición de datos y control de supervisión, y similares.

Se producen fallos en el sistema de distribución de energía eléctrica por varias razones.  
20 Independientemente de la razón, sin embargo, los fallos representan un riesgo significativo tanto para el sistema de energía eléctrica y los receptores de la energía eléctrica del sistema de distribución. Para este fin, los sistemas de distribución de energía eléctrica a menudo incluyen varias piezas de equipo de protección que reaccionan a los fallos de una manera que eliminan una sección en fallo del sistema de distribución de suministro de energía  
25 eléctrica. El resultado es que la porción restante del sistema de distribución puede seguir funcionando normalmente sin la sección eliminada. Otro resultado es que los receptores de la energía eléctrica en la sección eliminada permanecen sin energía eléctrica hasta que el fallo se borra y se restaura la potencia de esa sección.

30 El equipo de protección que puede ser utilizado para eliminar partes del sistema de distribución de la fuente de alimentación eléctrica incluye fusibles, disyuntores, restauradores, y similares. Los fusibles están configurados típicamente para abrir un circuito cuando la corriente a través del fusible se mantiene por encima de un nivel predeterminado durante un período predeterminado de tiempo. Los fusibles pueden tener una característica  
35 de tiempo inverso de manera que las corrientes de fallos más altos harán que el fusible se abra en tiempos más cortos que las corrientes de fallos más bajos.

Los disyuntores y reconectadores de circuitos pueden ser controlados por un dispositivo de protección, como un IED. El IED puede ser capaz de realizar la lógica de protección basada en las condiciones detectadas del sistema de energía y señalar al interruptor para abrirse sólo si se cumplen ciertas condiciones. El IED puede funcionar de forma similar en una forma de tiempo inverso, siguiendo, por ejemplo, una característica de sobrecorriente de tiempo inverso. En consecuencia, el IED puede requerir una condición de sobrecorriente que persista durante una cantidad predeterminada de tiempo dependiendo de la magnitud de la sobrecorriente antes de declarar una condición de fallo. Si el IED opera de manera de sobrecorriente de tiempo inverso, la lógica en la misma podrá declarar una situación de fallo para una sobrecorriente de magnitud más alta que persiste durante un período de tiempo más corto que el tiempo necesario para que persista una condición de sobrecorriente de magnitud inferior. Una vez que una condición de fallo se ha detectado, el IED puede programar una alarma y/o tomar una acción como el envío de un comando para el disyuntor o reconectador abrir. El IED puede ser un control de reconectador tal como el 351R o 651R disponible de Schweitzer Engineering Laboratories, Inc., de Pullman, Washington. El IED puede ser configurado para realizar algoritmos de protección sobre la base de las condiciones del sistema de energía y señalar al reconectador para abrir la línea de alta tensión cuando se cumplan ciertas condiciones. El IED para el reconectador puede ser configurado además para señalar al reconectador para cerrar la línea de energía poco después de la apertura de la misma para determinar cuando el fallo ha desaparecido, y restaurar la energía a la sección eliminada del sistema de distribución. Si la falla persiste, la IED puede indicar que el reconectador abra la línea de nuevo.

Los sistemas de distribución pueden ser configurados con varias piezas del equipo de protección ubicadas en diferentes alimentadores y derivaciones del sistema de energía. Dado que es preferible eliminar la sección más pequeña posible del sistema de distribución al producirse un fallo, el sistema de distribución puede estar configurado para limitar qué piezas de equipo de protección operan para los fallos detectados. Estos esquemas de protección a menudo requieren la comunicación entre los dispositivos de protección. Algunos de los equipos, sin embargo, no son controlados por un IED y/o no tienen los medios de comunicación con los otros equipos o dispositivos de protección. Un fusible, por ejemplo, no está controlado por un IED, y no tiene ningún medio de comunicación con otros equipos o dispositivos de protección. En consecuencia, un fusible opera independientemente del funcionamiento de otros equipos del sistema de energía.

Los sistemas de distribución pueden ser monitorizados por FCIs configurados para detectar corrientes de fallo y proporcionar una indicación de un fallo en el conductor monitorizado. Los FCIs pueden ser instalados en conductores aéreos o subterráneos, y puede conducir la potencia que ellos usan por acoplamiento capacitivo y/o inductivo con el conductor de un seguimiento y/o una batería interna. Varios tipos y funciones de FCIs se describen en las patentes US N° 3.676.740, 3.906.477, 4.063.171, 4.234.847, 4.375.617, 4.438.403, 4.456.873, 4.458.198, 4.495.489, 4.974.329, 5.220.311, 5.677.678, 6.016.105, 6.133.723, 20 6.133.724, 6.822.576, 6.949.921, 6.963.197, 7.023.691, 7.053.601, 7.106.048, 7.271.580, y 7.315.169, todas las cuales se incorporan aquí por referencia.

La detección de corrientes de fallo en un conductor monitorizadas por un FCI puede llevarse a cabo por medio del interruptor magnético, tal como un interruptor magnético de láminas, en estrecha proximidad con el conductor que se está monitorizando. Tras la ocurrencia de un fallo anormalmente alto - campo magnético asociado alrededor del conductor, el interruptor magnético acciona un circuito de disparo que produce el flujo de corriente en un circuito de bobinado para posicionar una bandera indicadora visible desde el exterior del indicador a un circuito o posición que indica un fallo. Tras la restauración de la corriente en el conductor (después de que el equipo de protección haya abierto la línea y el fallo haya desaparecido), se activa un circuito de reposición para producir un flujo de corriente en un restablecimiento de bobinado para reposicionar el indicador de destino en una posición de indicación de reinicio o de no fallo, o el FCI se puede restablecer manualmente. El FCI puede incluir un microprocesador para el procesamiento adicional de la señal y el control de otros procesos dentro del FCI.

Los FCIs pueden incluir otros medios de indicación para indicar cuando el FCI ha detectado un fallo en el conductor de energía, por ejemplo, un diodo emisor de luz (LED). Además, el FCI puede estar equipado con medios de comunicación por radio para comunicar a un receptor que el FCI ha detectado un fallo en el conductor de alimentación.

Los FCIs suelen ser utilizados por el personal de distribución de energía para localizar visualmente una falla permanente o temporal, y no en los esquemas de protección para el sistema de energía eléctrica. Es decir, el FCI no suele controlar los equipos de protección. Sin embargo, una vez que un fallo ha sido detectado y eliminado, el personal de distribución de energía puede inspeccionar visualmente los FCI para determinar dónde puede haber ocurrido el fallo en el sistema de distribución de energía.

Las realizaciones de la divulgación se entenderán mejor por referencia a los dibujos, a lo largo de los que las partes se designan por los mismos números. Se entenderá fácilmente que los componentes de las realizaciones dadas a conocer, como generalmente se describe e ilustra en las figuras de este documento, podrían estar dispuestos y diseñados en una amplia variedad de diferentes configuraciones. Por lo tanto, la siguiente descripción detallada de las formas de realización de los sistemas y procedimientos de la descripción no pretende limitar el alcance de la descripción, como se reivindica, sino que es meramente representativa de las posibles realizaciones de la descripción. Además, los pasos de un procedimiento no necesariamente tienen que ser ejecutados en un orden específico, o incluso de forma secuencial, ni necesitan los pasos ser ejecutados sólo una vez, a menos que se especifique lo contrario.

En algunos casos, características, estructuras u operaciones conocidas no se muestran o describen con detalle. Además, las características descritas, estructuras, u operaciones se pueden combinar de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones. También se entenderá fácilmente que los componentes de las formas de realización como se describe generalmente y se ilustran en las figuras en el presente documento podrían estar dispuestos y diseñados en una amplia variedad de configuraciones diferentes.

Varios aspectos de las realizaciones descritas se ilustran como módulos o componentes de software. Como se usa en el presente documento, un módulo o componente de software puede incluir cualquier tipo de instrucción de ordenador o de código ejecutable por ordenador situado dentro de un dispositivo de memoria y/o transmitido como señales electrónicas a través de un bus de sistema o cable o la red inalámbrica. Un módulo o componente de software puede, por ejemplo, comprender uno o más bloques físicos o lógicos de instrucciones de ordenador, que pueden ser organizadas como una rutina, programa, objeto, elemento, estructura de datos, etc., que lleva a cabo una o más tareas o implementa tipos de datos abstractos.

En ciertas realizaciones, un módulo o componente de software particular puede comprender instrucciones dispares almacenadas en diferentes ubicaciones de un dispositivo de memoria, que en conjunto implementan la funcionalidad descrita del módulo. De hecho, un módulo o componente pueden comprender una sola instrucción o muchas instrucciones, y pueden ser distribuidas en varios segmentos de código diferentes, entre diferentes programas, ya través de diferentes dispositivos de memoria. Algunas formas de realización pueden ponerse en práctica en un entorno informático distribuido donde las tareas son

realizadas por un dispositivo de procesamiento remoto conectado a través de una red de comunicaciones. En un entorno informático distribuido, los módulos o componentes de software pueden estar ubicados en dispositivos de almacenamiento de memoria locales y/o remotos. Además, los datos que se enlazan o funden juntos en un registro de la base de datos podrán ser residentes en el mismo dispositivo de memoria, o en la mayoría de los dispositivos de memoria, y pueden ser unidos entre sí en los campos de un registro en una base de datos en una red.

Las realizaciones se pueden proporcionar como un producto de programa de ordenador que incluye un medio legible por máquina que tiene almacenado en el mismo instrucciones que pueden utilizarse para programar un ordenador (u otro dispositivo electrónico) para llevar a cabo los procesos descritos en este documento. El medio legible por máquina puede incluir, pero no está limitado a, los discos duros, disquetes, discos ópticos, CD-ROMs, DVD-ROMs, ROMs, RAMs, EPROMs, EEPROMs, tarjetas magnéticas u ópticas, dispositivos de memoria de estado sólido, u otros tipos de medios de comunicación/medio legible por máquina adecuado para almacenar instrucciones electrónicas.

La presente descripción incluye un dispositivo de señalización de alta velocidad ("HSD") que puede ser acoplado a un conductor de un sistema de distribución de energía eléctrica y configurado para proporcionar la señalización de alta velocidad de las condiciones en el conductor a un dispositivo de protección. El HSD se puede incorporar en o parte de un FCI, o puede ser un dispositivo independiente. Una forma de realización de un HSD aéreo se ilustra en las figuras 1A y 1B.

La figura 1A ilustra una vista lateral de un HSD 100. El HSD puede incluir una carcasa 104 y un ojo que sobresale 108 que permite el uso de un cable activo durante la instalación o eliminación de un conductor 106. La carcasa 104 aloja los diversos circuitos y otros módulos del HSD 100. Uno de los componentes en el alojamiento 104 es un transformador de corriente (se discute más adelante). El transformador de corriente incluye una pieza polar 112 que se extiende a través del alojamiento 104 en una orientación que es generalmente perpendicular a la cara posterior de la carcasa 104. La parte exterior de la pieza de polo 112 puede estar recubierta con un material aislante o puede tener un manguito aislante dispuesto sobre la misma. Un conjunto de abrazadera 102 conecta el HSD 100 al conductor monitorizado tal como un cable 106, y tiene el cable 106 en estrecha proximidad con el polo 112 del transformador de corriente. El conjunto de abrazadera 102 está diseñado para adaptarse a una gama de conductores 106 que tienen diferentes diámetros. Cuando se

instala en un conductor aéreo típico, el HSD 100 cuelga de tal manera que la pieza polar 112 se dirige en general hacia arriba.

La figura 1B ilustra una cara del HSD 100 que se dirige en una dirección hacia abajo cuando el HSD 100 está instalado en un conductor aéreo típico. La cara puede incluir una pluralidad de transmisores tales como, por ejemplo, un puerto de fibra óptica 116 (tal como un conector ST), una antena de radio 118, y un LED 120. Los transmisores 118-120 pueden estar configurados para suministrar la alta velocidad de comunicación que utiliza la luz (por ejemplo, de infrarrojos sobre fibra óptica o un láser), la radio y/o luz visible (utilizando el LED).

Las figuras 2-4 ilustran diagramas de bloques de posibles configuraciones del HSD. Como se mencionó anteriormente, la señalización de información del conductor de alimentación a un dispositivo de protección de acuerdo con los HSDs de la presente descripción es suficientemente rápida de manera que el dispositivo de protección es capaz de reaccionar a la información del HSD antes de tomar acciones de protección. En algunos casos, el dispositivo de protección modificará sus algoritmos de protección en función de la información recibida del HSD. Por lo tanto, el HSD de la presente descripción está configurado para comunicar las condiciones del sistema de energía detectado al dispositivo de protección a una velocidad alta.

Para este fin, el HSD de la figura 2 incluye un transformador de corriente 206 configurado para detectar la corriente en el conductor de potencia 106. El transformador de corriente está en comunicación eléctrica con, y aplica la señal a un circuito de señalización para producir una señal representativa de la corriente detectada. El circuito de señalización puede ser un modulador tal como un modulador 212 que está conectado eléctricamente a otro terminal del transformador de corriente 206. El circuito también incluye un generador de señal, tal como un diodo emisor de infrarrojos (IRED) 208 (alternativamente, un LED) de tal manera que una porción de la energía a partir de la corriente en el conductor 106 se transforma en radiación (infrarroja) por los IREDs 208. El generador de señal podría ser cualquiera de un número de dispositivos capaces de generar una señal detectable, tal como un láser, un transmisor de radio, o similares. El IRED 208 puede ser controlado por el modulador 212 de tal manera que la salida del IRED 208 es una señal modulada e indica la corriente detectada en el conductor 106. Por lo tanto, el IRED 208 proporciona una señal representativa de la corriente en el conductor de alimentación. El diodo emisor de luz 208 puede estar en comunicación con el puerto 116 de fibra óptica (véase la figura 1B) de

manera que la señal del mismo pueden ser comunicada a través del puerto 116 a un dispositivo de protección. Por lo tanto, el HSD es capaz de producir una señal que corresponde con la corriente a través de un conductor eléctrico 106 a tasas comparables a tiempo real.

5

La figura 3 ilustra una realización del HSD similar a la de la figura 2, excepto en que el modulador es un modulador de derivación 414, y recibe la señal eléctrica del transformador de corriente 206 a modo de puente de diodos 210.

10

La figura 4 ilustra una realización del HSD similar a la que en las figuras 2 y 3. El HSD de la figura 4 incluye dos CTs separados 402 y 404. El CT 402 puede ser un sensor de CT utilizado para proporcionar una señal representativa del flujo de corriente a través el conductor 106, en el que el CT 404 puede ser utilizado para proporcionar potencia de funcionamiento al HSD utilizando técnicas conocidas. El HSD puede incluir además una

15 fuente de energía alternativa tal como una batería (no ilustrada por separado) o un panel solar 408 de tal manera que el HSD puede continuar la operación cuando no se proporciona alimentación al HSD por medio del CT 404 (por ejemplo, cuando no hay flujo de corriente a través el conductor).

20

El HSD de la figura 4 incluye además un medio de indicación de fallo para proporcionar una indicación visual de que el HSD ha detectado un fallo en el conductor 106. Los medios indicadores de fallos pueden ser una bandera 406 que cambia de posición para indicar un fallo cuando un fallo es detectado por el HSD. Los medios de indicación pueden ser una

25 fuente de luz (tal como un LED, que no se muestra) que está conectado con una fuente de alimentación después de la detección de un fallo para proporcionar una indicación visual de que el HSD ha detectado un fallo.

30

El HSD de la figura 4 incluye, además, dos transmisores de alta velocidad de señalización de las condiciones del sistema de alimentación. El primero es un IRED 412 configurado como se describe en el presente documento. El segundo es un módulo de transmisión de radio 410 configurado para transmitir las condiciones del sistema de energía como una transmisión de radio. El módulo de transmisión de radio 410 opera de manera similar a la configuración IRED 412 descrita en la presente memoria, excepto que el modulador modula una señal enviada a través de la transmisión de radio a través del módulo de transmisión de

35 radio 410. La figura 4 puede incluir un único modulador capaz de proporcionar una señal modulada tanto al módulo de transmisión de radio 410 como al IRED 412. Alternativamente,

el HSD de la figura 4 pueden incluir moduladores separados, cada uno configurado para funcionar ya sea con el módulo de transmisión de radio 410 o el IRED 412. El módulo de transmisión de radio 410 puede estar en comunicación con la antena de radio 118 (véase la figura 1B) para la transmisión de radio de las condiciones del sistema de energía.

5

El HSD puede estar configurado como un indicador de circuito en fallo en que incluye otros componentes tales como un microprocesador capaz de detectar una condición de fallo en el conductor vigilado.

10 Un diagrama de bloques de un HSD se ilustra en la figura 5. El HSD incluye un CT 704 que detecta la corriente eléctrica dentro de un conductor eléctrico (no mostrado). Un rectificador 708 genera corriente continua, y una señal se almacena en el condensador 706. Un microcontrolador 724 (o modulador) se utiliza para producir una señal modulada, que se aplica a la IRED 728. Como se ha descrito anteriormente, el IRED puede estar en  
15 comunicación con un puerto de fibra óptica, de manera que la señal producida por el IRED podrá comunicarse a un dispositivo de protección. El HSD de la presente descripción es capaz de utilizar la corriente de carga sobre el conductor para proporcionar energía para informar de la transmisión de información del sistema de energía regular, tal como la corriente de carga, y similares. El HSD de la presente descripción es capaz además de la  
20 utilización de corriente de carga y de fallo para proporcionar energía para la información rápida de corriente por defecto y/o una condición de fallo en el conductor.

Como se ha descrito anteriormente, las comunicaciones desde el HSD pueden modularse usando, por ejemplo, un modulador. Varios esquemas de modulación y de codificación están  
25 disponibles y se pueden aplicar a la señal. Algunos ejemplos de modulación incluyen modulación por desplazamiento de frecuencia, modulación de amplitud en cuadratura, modulación por desplazamiento de fase, modulación de anchura de pulsos (PWM) y modulación de amplitud de pulsos (PAM).

30 Un asunto que puede ser superado a través del esquema de modulación y codificación es señalar en qué fase de un conductor de corriente hay un fallo. Los sistemas de distribución de energía eléctrica incluyen normalmente tres fases separadas. Cada fase puede incluir un HSD instalado separado y configurado para proporcionar la señalización correspondiente a la fase  
35 conductores separados, uno correspondiente con cada fase) puede señalar al mismo dispositivo de protección. Puede ser importante para el esquema de protección que el

dispositivo de protección sea capaz de diferenciar entre fases y las señales que representan, tal como de los HSDs. Por ejemplo, si el dispositivo de protección es un control de reconectador trifásico capaz de señalización reconectores asociados con cada fase para abrir y cerrar, el control de reconectador puede requerir el conocimiento sobre qué fase  
 5 está experimentando un fallo, de modo que pueda operar en la fase con fallo.

Un procedimiento de modulación que pueda ayudar en la diferenciación entre las fases se ilustra en la figura 6A, donde la información del sistema de energía sólo se transmite durante una porción predeterminada de un ciclo, tal como el aumento medio de un semiciclo positivo  
 10 (es decir, donde  $I > 0$  y  $dI/dt > 0$ ). La figura 6A ilustra tres ondas sinusoidales que representan una condición del sistema de energía periódico, tal como la corriente de tres fases en un sistema de suministro de energía eléctrica. Se ilustra una forma de onda de corriente asociada a la fase A (502A), otra asociada con la fase B (502B), y otra asociada con la fase C (502C). El HSD está configurado sólo para transmitir información  
 15 correspondiente con la señal periódica durante el ciclo del cuarto positivo, como se indica. Por lo tanto, para cada una de las tres fases, habría un hueco en el que no hay transmisiones desde cualquiera de las tres fases antes de comenzar una transmisión de la primera fase de nuevo.

Otro procedimiento es variar la anchura del pulso como se muestra en 504 en la figura 6B, donde la fase A 520 se ilustra con un pulso de una anchura, la fase B 522 se ilustra con un pulso de doble anchura, y la fase C 524 se ilustrad con un pulso de triple anchura.

Otro esquema de modulación es para variar las secuencias de la amplitud del pulso como se muestra en 506 en la figura 6C, donde la fase A 530 se indica mediante un pulso de ancho simple en la amplitud A. La fase B 532 se indica mediante dos pulsos de un solo ancho, el primero en la amplitud B y el segundo en la amplitud A. La fase C 534 se indica mediante dos pulsos de ancho simple, el primero en la amplitud A y el segundo a la amplitud B.

Un tercer esquema de modulación es para variar la anchura de los pulsos y el tiempo entre los mismos, como se muestra en 508 en la figura 6D, donde la fase A 540 se indica mediante un pulso de ancho triple 15. La fase B 542 se indica mediante un par de pulsos de ancho individual separados por un tiempo de ancho simple entre los mismos. La fase C 544 se indica mediante un par de pulsos de ancho simple separados por un tiempo de doble  
 35 ancho entre los mismos.

En cualquiera de estos esquemas de modulación, el pulso que identifica la fase puede determinarse en un momento específico, tal como, por ejemplo, directamente tras el pico en el ciclo, donde el pulso de referencia (o la porción más grande del mismo, tales como el primer pulso en la figura 6C que indica la fase C 534) se envía inmediatamente tras el pico.

5 Además, en cualquiera de los esquemas de modulación, un pulso de ancho simple puede tener una duración de alrededor de 200 microsegundos. Así, un pulso de doble ancho puede tener una duración de alrededor de 400 microsegundos, y un pulso de ancho triple puede tener una duración de alrededor de 600 microsegundos.

10 En una realización, para comunicar la información de la corriente y/o del fallo, el HSD puede utilizar modulación de ancho de pulso para indicar la magnitud de la corriente detectada. Por ejemplo, el ancho de pulso se puede aumentar para aumentar la magnitud de la corriente. La figura 6E ilustra una función periódica que representa una condición del sistema de energía (tal como la corriente) 558 que opera dentro de los parámetros normales (sin fallos)

15 en 552, y que opera bajo condiciones de fallo en 554. Una forma de onda de diente de sierra 562 se utiliza para compararse con la señal del sistema de alimentación 558. Cuando la forma de onda de diente de sierra 562 es mayor que la señal de sistema de alimentación 558, la señal procedente del modulador 566 es baja (0). Cuando la señal de sistema de alimentación 558 es mayor que la forma de onda de diente de sierra 562, la señal del

20 modulador 566 es alta (1). El modulador puede configurarse de tal manera que la señal del sistema de alimentación 564 alcanza los extremos de la señal en diente de sierra 562 en condiciones de fallo. Así, sólo en condiciones de fallo se producirá una señal constante alta (1) o baja (0) mediante el modulador que dura más de un período de la señal de diente de sierra 562, visto en 570. Este esquema de modulación se puede usar en combinación con

25 un esquema de identificación de fase, tal como el descrito en el presente documento, de tal manera que, por ejemplo, un pulso de identificación de fase puede transmitirse inmediatamente siguiendo cada extremo (el extremo alto o bajo) de la señal del sistema de alimentación.

30 Usando los diversos módulos y la descripción del HSD anterior, una realización de un HSD incluye un transmisor para informar de parámetros físicos tales como la corriente. Este transmisor puede utilizar luz (tal como un IRED, diodo emisor de luz, o similares), un transmisor de radio o cualquier otro medio para comunicar estos parámetros físicos. Como se describió anteriormente, este transmisor puede informar constantemente de los

35 parámetros físicos de una manera modulada. Este transmisor puede ser además de los otros dos transmisores (IRED y módulo de transmisión de radio), de tal manera que el HSD

incluye tres transmisores, dos para la información rápida (para seguridad o redundancia), y un tercero para la información lenta. Alternativamente, el HSD puede incluir sólo dos transmisores, ambos utilizados para informes rápidos, y uno que se utiliza para informes lentos de las condiciones de la línea de alimentación física. Por ejemplo, un HSD que  
 5 incluye un IRED y un transmisor de radio puede utilizar el transmisor de radio para la información constante de los parámetros físicos y utilizar el IRED y el transmisor de radio 20 para la información rápida de la corriente de fallo o una condición de fallo en el conductor.

El HSD descrito en este documento puede ser útil en esquemas de protección para sistemas de distribución de energía eléctrica. La figura 7 ilustra un diagrama de una línea de un  
 10 sistema de distribución de energía eléctrica 600 utilizando un HSD de acuerdo con la presente descripción. Un bus 602 suministra energía eléctrica al alimentador 604, que a su vez suministra energía eléctrica a la derivación 614. Los receptores de la energía eléctrica pueden recibir energía desde el alimentador 604, la derivación 614, o más derivaciones (no  
 15 ilustradas) que se extienden desde el alimentador 604 o la derivación 614. El alimentador 604 también incluye un interruptor 606 y un reconectador 608. El reconectador 608 está controlado por un IED, tal como el control del reconectador 610. El control de reconectador 610 puede controlar el sistema de alimentación mediante la recepción de la información del sistema de alimentación del alimentador 604 utilizando, por ejemplo, un CT 612. Utilizando  
 20 la información del CT 612, el control de reconectador 610 está configurado para tomar decisiones de protección, como para señalar al reconectador 608 que se abra cuando el control de reconectador 610 detecta un fallo. El control de reconectador 610 está configurado para abrirse sólo bajo ciertas condiciones tales que la energía eléctrica se sigue proporcionando a los destinatarios de los mismos siempre que sea posible.

Como se ilustra, la derivación 614 incluye un equipo de protección, tal como un fusible 616. El fusible está configurado para abrir la derivación 614 cuando la corriente a su través excede de un límite durante una cantidad predeterminada de tiempo. Si la derivación 614 experimenta un fallo F1 aguas abajo del fusible 616, se fundirá, desconectando la sección  
 30 fallada de la derivación. Como resultado, la derivación 614 tiene por lo menos dos medios de protección en el caso de un fallo, tal como el fallo F1 aguas abajo del fusible 616. Es decir, el fusible 616 puede abrirse si el fallo persiste durante un período de tiempo suficiente para que el fusible opere. Además, el control de reconectador 610 puede señalar al reconectador 608 que abra el reconectador 608 después de la detección del fallo. Si el  
 35 control de reconectador 610 opera antes del fusible 616, entonces una porción más grande del sistema de distribución se desconectaría de la fuente del sistema de energía eléctrica si

el fusible 610 opera antes del control de reconectador 608. Por lo tanto, puede ser preferible que el control de reconectador 610 modifique la operación de tal manera que el fusible 616 probablemente opere abriendo la derivación 614 antes de que el control de reconectador 610 mande al reconectador 608 a abrirse cuando existe un fallo F1 en la derivación 614.

5

En condiciones normales de funcionamiento, el control de reconectador 610 puede seguir una característica operativa de sobrecorriente de tiempo inverso. Tales características se formulan para ajustar el tiempo de detección de fallos basado en la magnitud de la sobrecorriente detectada. Las condiciones de sobrecorriente superiores tendrían que persistir durante un período de tiempo más corto para declarar una condición de fallo, que provocaría una condición de sobrecorriente inferior. Tales características operativas de sobrecorriente de tiempo inverso pueden definirse mediante ecuaciones, y se pueden combinar con los fusibles presentes en el sistema de energía eléctrica, de manera que el fusible opera antes de que el control de reconectador declare una condición de fallo.

15

El control del reconectador 610, sin información adicional, no sería capaz de determinar si se produce un fallo en una derivación protegida (614, protegida por el fusible 616) o una sección desprotegida del sistema de distribución de energía eléctrica. Es decir, sin más información, el control de reconectador 610 no sería capaz de determinar si el fallo F1 se produjo en el alimentador 604, en la derivación protegida 614, o en otra derivación (no se ilustra por separado). Para proporcionar esta información adicional, el HSD 620 monitoriza la derivación 614 y proporciona información sobre el sistema de potencia al control de reconectador 610 utilizando los principios que se describen en este documento. Como se ilustra, el HSD incluye dos transmisores 622 y 624. Uno puede ser óptico 622, tal como un IRED y el puerto de fibra óptica y el cable, como se describe en el presente documento. El otro puede comunicarse a través de la transmisión de radio como se describe en el presente documento.

25

El control del reconectador 610 puede recibir información del HSD 620 a través de uno o más transmisores del HSD 620. El control de reconectador 610 puede estar configurado para utilizar la información del HSD 620 en su lógica de protección.

30

En una realización, el control de reconectador 610 puede configurarse para operar en su estado normal (por ejemplo, siguiendo una característica de sobrecorriente de tiempo inverso) a menos que el HSD 620 indique que el fallo F1 está presente en la derivación 614. El control de reconectador 610 entonces puede alterar sus operaciones para permitir que el

35

fusible 616 opere en lugar del control de reconectador 610 operando y enviando un comando para que el reconectador 608 se abra (evitando así la interrupción de la energía al resto del sistema de energía eléctrica). Una forma en que el control de reconectador 610 puede alterar su funcionamiento es reemplazar la lógica de detección de fallos cuando el HSD 620 detecta un fallo. En consecuencia, el control de reconectador 610 no detectará o borrará un fallo, sino que permite que el fusible 616 opere y elimine el fallo.

Otra forma en que el control del reconectador 610 puede alterar su funcionamiento consiste en redefinir su característica de sobrecorriente de tiempo inverso para una determinada cantidad de tiempo, lo que permite un tiempo para que funcione el fusible 616, pero manteniendo la protección en caso de que el fusibles 616 falle para borrar el fallo F1.

Sin embargo, otra modificación puede ser la transferencia de la característica de sobrecorriente de tiempo inverso para retrasar la curva de fusible del fusible 616. Por ejemplo, si se usa un IEC de característica "muy inversa" (se utilizan muchas características, siendo la "muy inversa" un ejemplo), el tiempo para declarar el fallo se calcula usando la Ecuación 1:

$$t = \frac{13.5}{\left(\frac{I}{I_p}\right)^{-1}} * T_p$$

Ecuación 1

donde:

t es el tiempo para declarar un fallo;

I es la corriente detectada;

I<sub>p</sub> es el valor de configuración de la corriente; y

T<sub>p</sub> es el multiplicador de tiempo

Al aumentar el multiplicador de tiempo T<sub>p</sub>, o el valor de configuración de la corriente I<sub>p</sub>, (o ambos) se aumenta el tiempo requerido para declarar un fallo. En consecuencia, al recibir una señal desde el HSD 620 del fallo F1 en la derivación 614, el control de reconectador 610 puede configurarse para aumentar el multiplicador de tiempo, el valor de ajuste de la corriente, o ambos en una cantidad predeterminada, de manera que al fusible 616 se le da tiempo para operar antes de que el control de reconectador 610 declare un fallo y ordene que el reconectador 608 se abra.

Es posible que se produzca un fallo entre el HSD 620 y el fusible 616. En este escenario, el fusible 616 puede no ser capaz de eliminar el fallo. Mediante la modificación de la lógica de detección de fallos en el control de reconectador 610 de tal manera que espera que el fusible 616 opere, pero todavía opera para un fallo persistente, el reconectador 610 puede ser capaz de eliminar un defecto entre el HSD 620 y el fusible 616. Además, la colocación del HSD 620 más cerca del fusible 616 disminuiría la probabilidad de este fallo.

En otra realización, el control de reconectador 610 puede operar de acuerdo con sus condiciones de funcionamiento normales a menos que, en una condición de sobrecorriente, las señales del HSD 620 indiquen que no se detecta ningún fallo en el alimentador 614. Si las señales del HSD 620 indican que no hay fallos en la derivación 614, a continuación, un fallo tal como el fallo F2 está presente probablemente en una porción del sistema de energía eléctrica 10 que no está controlado por el HSD 620 o protegido por el fusible 616. En consecuencia, el control de reconectador 610 puede alterar su procedimiento operativo para detectar inmediatamente o más rápidamente y borrar el fallo. Un tiempo de detección y operación menor para solucionar los fallos puede disminuir la tensión eléctrica en el sistema de energía eléctrica. Si el control de reconectador 610 funciona usando una característica de sobrecorriente de tiempo inverso, puede modificar la característica para un tiempo de detección de fallos más rápido cuando el HSD 620 indica que no hay ningún fallo en la derivación 614. Esto se puede lograr, por ejemplo, disminuyendo el multiplicador de tiempo o el valor de configuración de la corriente de la ecuación 1, (o ambos) en una cantidad predeterminada con el fin de disminuir el tiempo para declarar una condición de fallo, y enviar un comando para abrir el reconectador 608.

El control de reconectador 610 puede configurarse para la seguridad al exigir a los dos módulos de señalización 622 y 624 del HSD 620 que proporcionen una señal que indica un fallo o que no hay fallos antes de modificar un algoritmo de protección. Como alternativa, el control de reconectador 610 puede configurarse para redundancia requiriendo al módulo de señalización 622 ó 624 del HSD 620 que proporcione una señal que indique un fallo o que no hay fallos antes de modificar un algoritmo de protección.

La figura 8 ilustra un diagrama de bloques de un control de reconectador 800 de acuerdo con la presente descripción. El control de reconectador 800 incluye un sensor de línea 804, tal como un CT configurado para recibir información del sistema de alimentación desde el sistema de alimentación. La información del sistema de alimentación se transmite a un convertidor analógico a digital 808, que comunica las señales digitalizadas al módulo lógico

812. El módulo lógico 812 puede operar en un microprocesador, una matriz de puertas programables de campo (FPGA), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), o similares. Además, la lógica puede almacenarse en una memoria u otro medio legible por ordenador (no se ilustra por separado). El control de reconectador 800 puede incluir además  
5 un detector de infrarrojos 820 y/o un receptor de radiofrecuencia 824, para recibir señales desde un HSD. Las señales del detector de infrarrojos 820 y el receptor de radiofrecuencia 824 pueden comunicarse al módulo lógico 812 donde se realizan la lógica de protección y las modificaciones de la lógica de protección de la presente descripción. El módulo lógico 812 está en comunicación con los contactos de salida 816, que señalan al reconectador  
10 para abrir o cerrar.

Una ventaja específica de los HSDs de la presente descripción es la velocidad de señalización. Para que un IED disponga de tiempo para modificar sus algoritmos de protección, puede ser necesario recibir señales dentro de los tres ciclos del sistema de  
15 alimentación para detectar el fallo. Los HSDs de la presente descripción son capaces de estos tiempos de señalización. Además, cierta lógica de protección es de naturaleza de tiempo inverso, tal que las corrientes de fallo más altas resultan en tiempos de respuesta más rápidos. Por lo tanto, el IED puede requerir señales dentro de un ciclo del sistema de alimentación de detección del fallo. Los HSDs de la presente descripción son capaces de  
20 estos tiempos de señalización.

Aunque realizaciones y aplicaciones específicas de la descripción se han ilustrado y descrito, debe entenderse que la descripción no se limita a la configuración y a los componentes precisos descritos en este documento. Diversas modificaciones, cambios y  
25 variaciones evidentes para los expertos en la técnica se pueden hacer en la disposición, la operación y los detalles de los procedimientos y sistemas de la descripción sin apartarse del espíritu y del ámbito de la divulgación.

## REIVINDICACIONES

1 Un sistema para detectar y aislar un fallo en un sistema de distribución de energía eléctrica, que comprende:

5 un dispositivo electrónico inteligente que incluye una entrada para recibir señales desde un alimentador del sistema de distribución y un receptor para recibir señales correspondientes a una condición del sistema de energía en una derivación del sistema de distribución;

un primer equipo de protección en el alimentador del sistema de distribución configurado para abrirse al recibir una señal desde el dispositivo electrónico inteligente;

10 un segundo equipo de protección en la derivación del sistema de distribución configurado para abrir la derivación; y

un dispositivo de señalización de alta velocidad en comunicación con la derivación, que comprende un circuito de detección configurado para detectar una condición del sistema de energía en la derivación, un circuito de señalización en comunicación con el circuito de

15 detección configurado para producir una señal modulada correspondiente a la condición del sistema de energía, y un transmisor en comunicación con el circuito de señalización para la transmisión de la señal modulada al dispositivo electrónico inteligente,

en el que al detectar un fallo, la señal modulada comprende una indicación de una condición  
20 de fallo y una indicación de una fase asociada con la condición de fallo.

2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el dispositivo electrónico inteligente comprende un módulo lógico que opera un algoritmo de protección en comunicación con la entrada y el receptor, y configurado para modificar el algoritmo de protección en respuesta a  
25 la señal modulada desde el dispositivo de señalización de alta velocidad.

3. El sistema de la reivindicación 2, en el que el algoritmo de protección se modifica cuando la señal modulada indica la condición de fallo.

30 4. El sistema de la reivindicación 1, en el que la señal modulada solamente se transmite durante una porción predeterminada de un ciclo para cada fase.

5. El sistema de la reivindicación 4, en el que la porción predeterminada del ciclo comprende una mitad de aumento de un semiciclo positivo.

35

6. El sistema de la reivindicación 1, en el que la señal modulada se transmite para cada fase

durante una condición sin fallos y la señal modulada se suspende durante una condición de fallo.

7. El sistema de la reivindicación 1, en el que la fase asociada con la condición de fallo se indica variando uno de un ancho de pulso, una amplitud de pulso y un tiempo entre una pluralidad de pulsos.

8. El sistema de la reivindicación 1, en el que la señal modulada también comprende una indicación de una magnitud del fallo.

10

9. El sistema de la reivindicación 8, en el que la magnitud del fallo se indica variando una anchura de pulso de la señal modulada.

10. Un sistema para detectar y aislar un fallo en un sistema de distribución de energía eléctrica, que comprende:

15

un dispositivo electrónico inteligente que incluye una entrada para recibir señales desde un alimentador del sistema de distribución y un primer receptor y un segundo receptor para recibir señales correspondientes a una condición del sistema de energía en una derivación del sistema de distribución;

20

un primer equipo de protección en el alimentador del sistema de distribución configurado para abrirse al recibir una señal desde el dispositivo electrónico inteligente;

un segundo equipo de protección en la derivación del sistema de distribución configurado para abrir la derivación; y

25

un dispositivo de señalización de alta velocidad en comunicación con la derivación, que comprende un circuito de detección configurado para detectar una condición del sistema de energía en la derivación, un circuito de señalización en comunicación con el circuito de detección configurado para producir una señal modulada correspondiente a la condición del sistema de energía, y un primer transmisor y un segundo transmisor en comunicación con el circuito de señalización para transmitir la señal modulada al dispositivo electrónico inteligente;

30

en el que el dispositivo electrónico inteligente comprende un algoritmo de protección que se modifica solamente cuando ambas señales desde el primer transmisor y el segundo transmisor indican una condición de fallo o sin fallos.

11. El sistema de la reivindicación 10, en el que el primer equipo de protección comprende un reconectador y el dispositivo electrónico inteligente comprende un control de

35

reconectador.

12. El sistema de la reivindicación 10, en el que el segundo equipo de protección comprende un fusible.

5

13. El sistema de la reivindicación 10, en el que el primer transmisor comprende un diodo emisor de luz, y el primer receptor es capaz de recibir la luz emitida por el diodo emisor de luz.

10 14. El sistema de la reivindicación 13, en el que el diodo emisor de luz es un diodo emisor de infrarrojos.

15. El sistema de la reivindicación 10, en el que el primer transmisor comprende un láser.

15 16. El sistema de la reivindicación 10, en el que el primer transmisor comprende un transmisor de frecuencia de radio, y el primer receptor es capaz de recibir transmisiones de frecuencia de radio.

20 17. El sistema de la reivindicación 10, en el que el dispositivo de señalización de alta velocidad comprende, además, un transformador de corriente configurado para proporcionar energía al circuito de señalización.

25 18. El sistema de la reivindicación 10, en el que el primer transmisor comprende un diodo emisor de luz, el segundo transmisor comprende un transmisor de frecuencia de radio, el primer receptor está configurado para recibir la comunicación desde el diodo emisor de luz, y el segundo receptor está configurado para recibir la comunicación desde el transmisor de frecuencia de radio.

30 19. El sistema de la reivindicación 10, en el que el circuito de señalización comprende un modulador.

20. Un procedimiento para detectar y aislar fallos en un sistema de distribución de energía que comprende:

35 un dispositivo de señalización de alta velocidad que genera una señal modulada basada en una condición en un primer conductor protegido por un primer equipo de protección, comprendiendo la señal modulada una indicación de una condición de fallo y una indicación

de una fase asociada con la condición de fallo;

transmitir la señal modulada;

un dispositivo electrónico inteligente que obtiene una señal desde un segundo conductor y que monitoriza el segundo conductor utilizando un algoritmo de protección;

- 5 recibiendo el dispositivo electrónico inteligente la señal modulada; y  
modificando el dispositivo electrónico inteligente el algoritmo de protección basado en la señal modulada desde el dispositivo de señalización de alta velocidad.

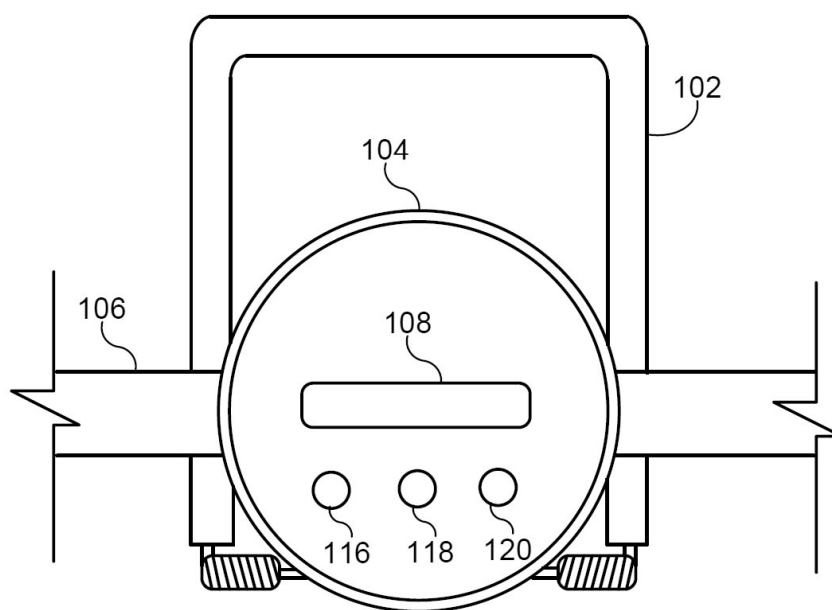
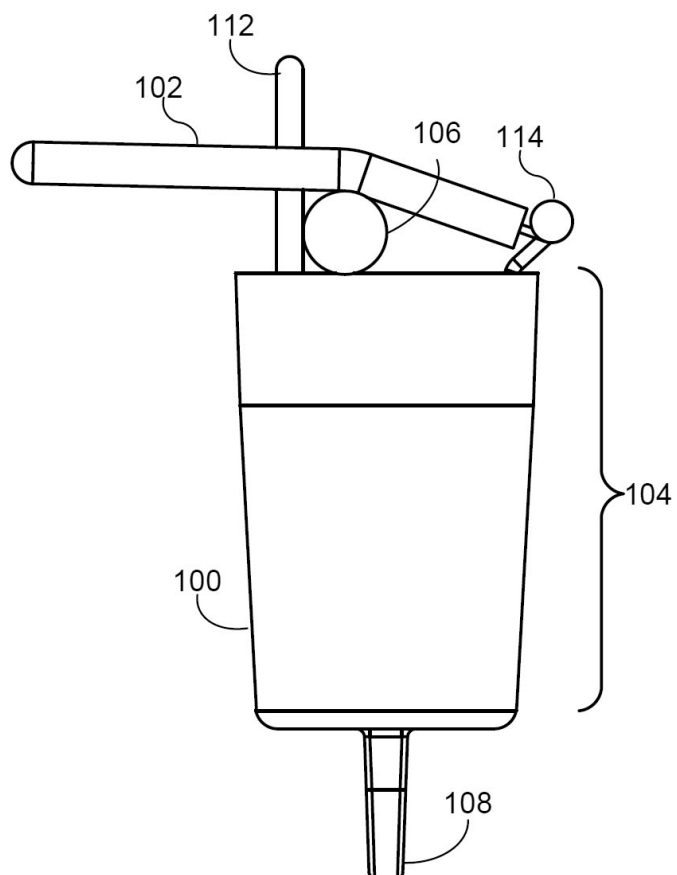
21. El procedimiento de la reivindicación 20, que comprende además la modificación del  
10 algoritmo de protección cuando la señal desde el dispositivo de señalización de alta velocidad representa un fallo de al menos una fase asociada con el primer conductor.

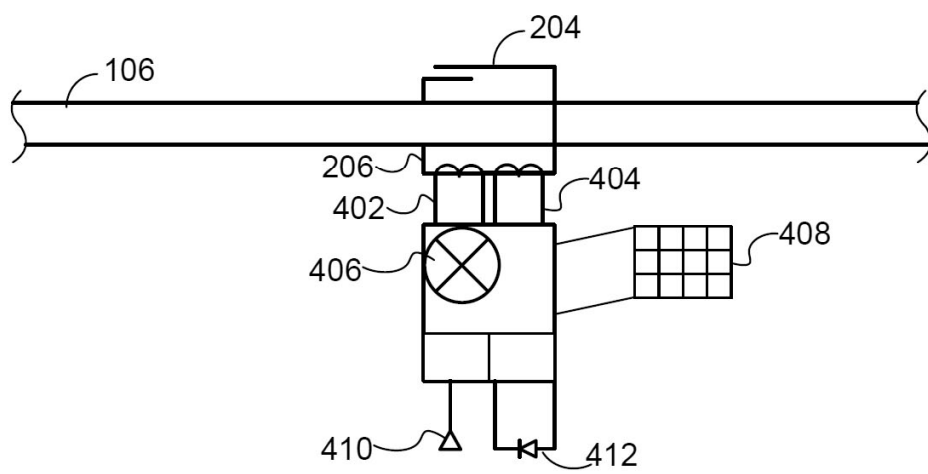
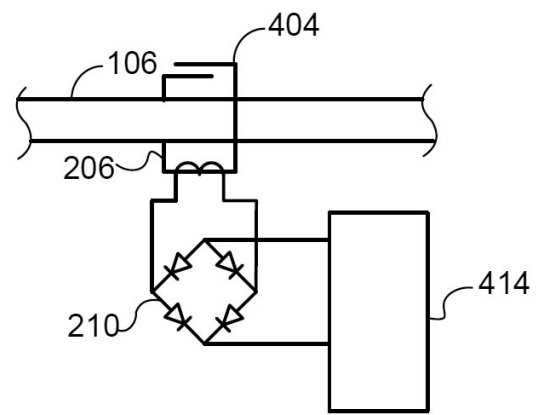
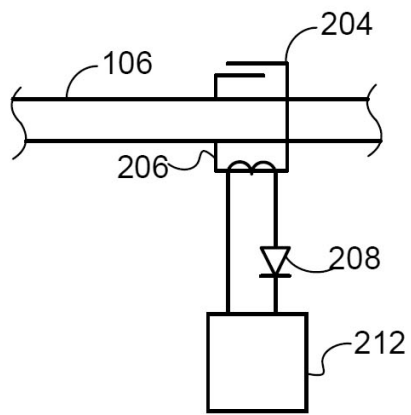
22. El procedimiento de la reivindicación 20, en el que la transmisión comprende el envío de una señal a través de un diodo emisor de luz desde el dispositivo de señalización de alta  
15 velocidad al dispositivo electrónico inteligente.

23. El procedimiento de la reivindicación 20, en el que la transmisión comprende el envío de una señal a través del transmisor de frecuencia de radio desde el dispositivo de señalización de alta velocidad al dispositivo electrónico inteligente.

20

24. El procedimiento de la reivindicación 20, en el que la transmisión comprende el envío de una señal a través de un diodo emisor de luz y de un transmisor de frecuencia de radio desde el dispositivo de señalización de alta velocidad al dispositivo electrónico inteligente.





**700**

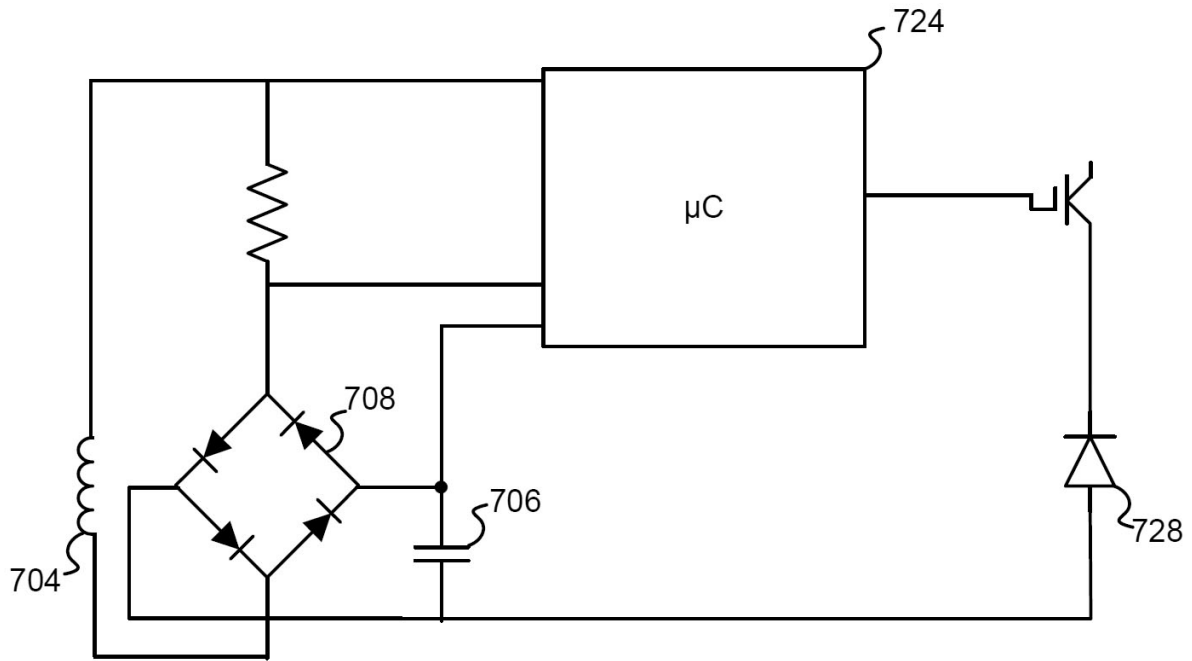


Figura 5

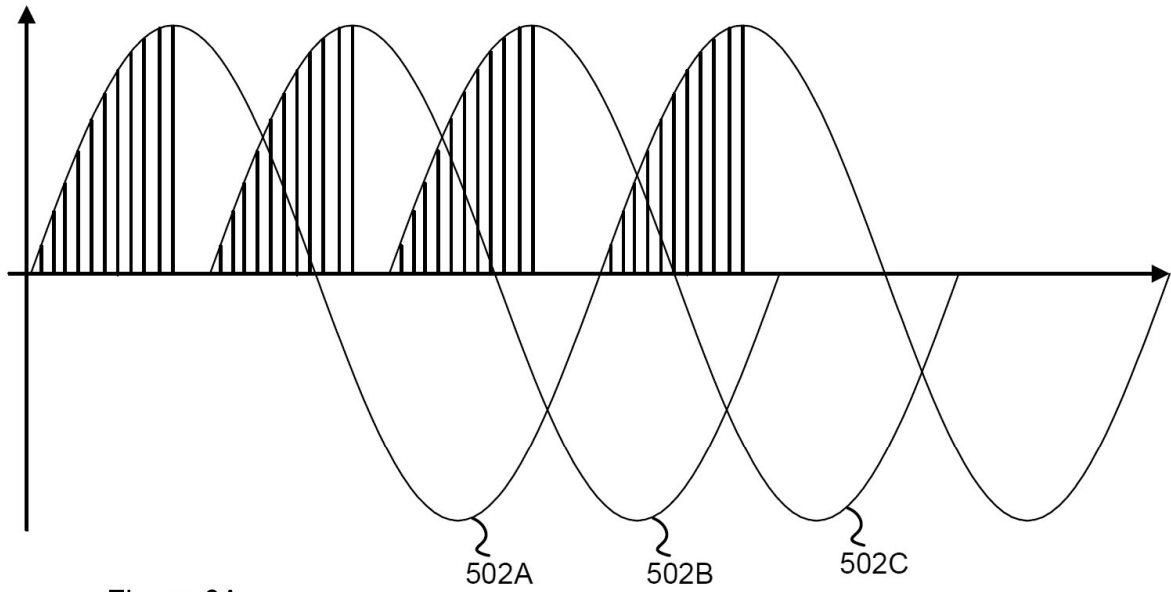


Figura 6A

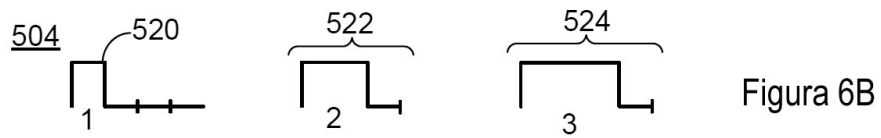


Figura 6B

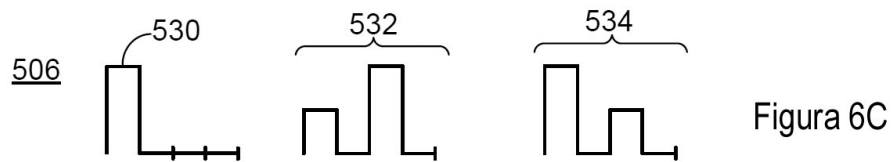


Figura 6C

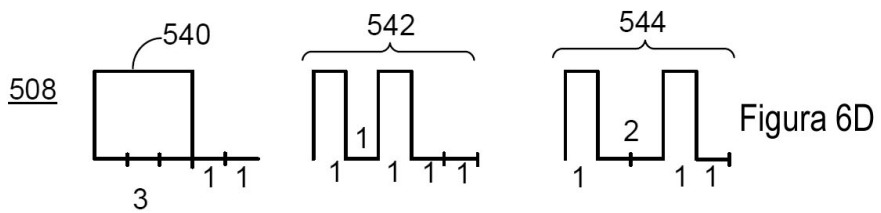


Figura 6D

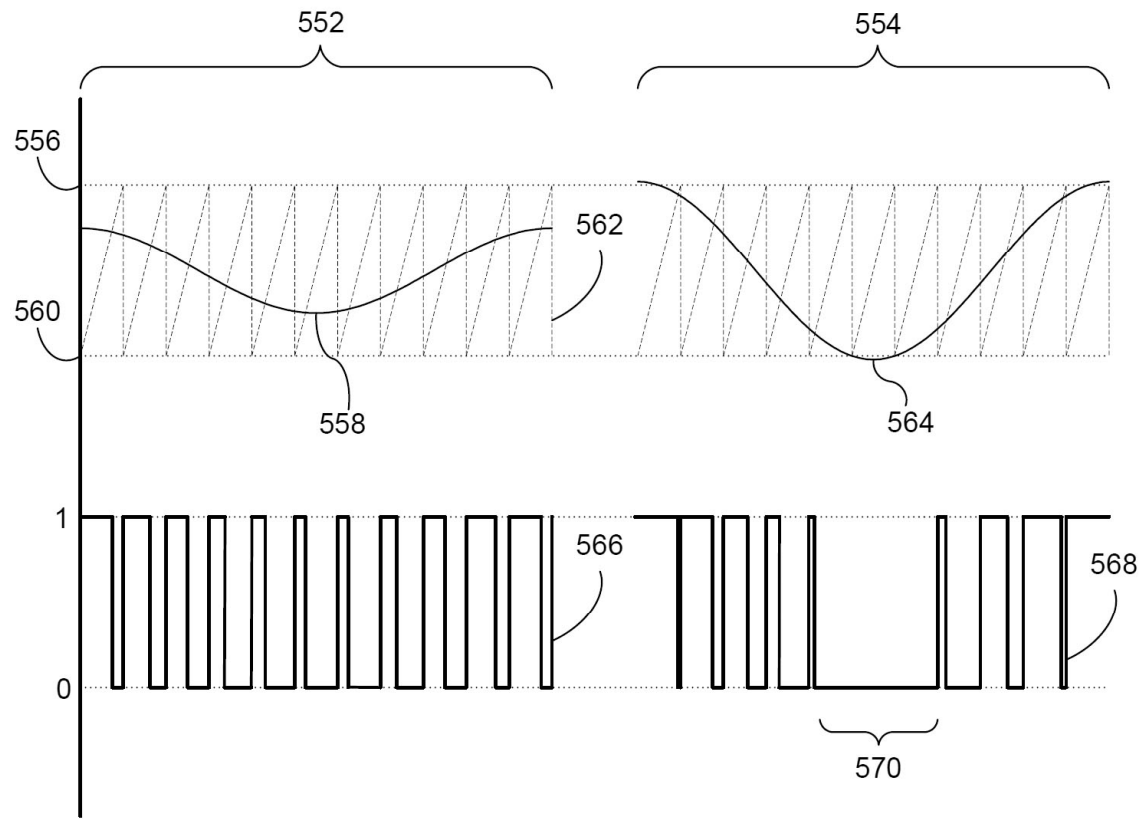


Figura 6E

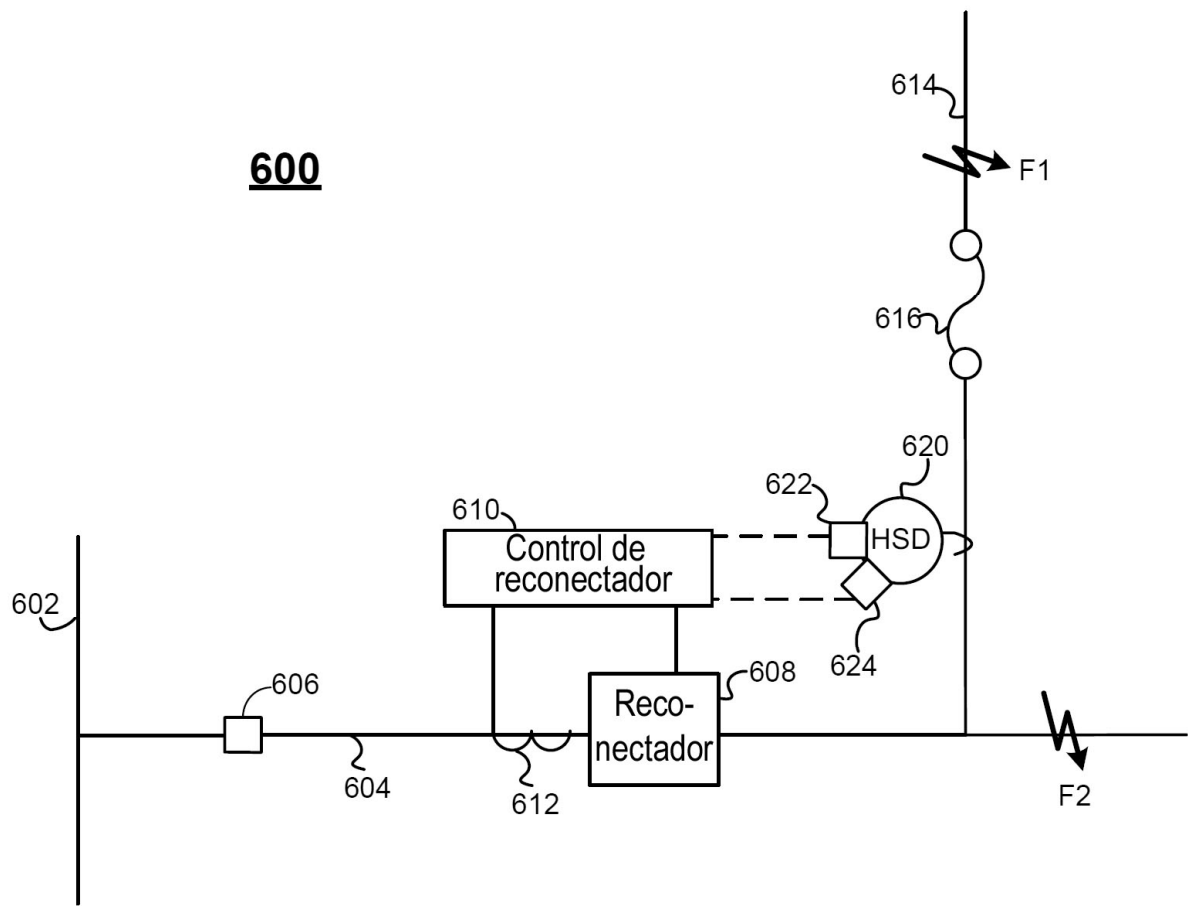


Figura 7

**800**

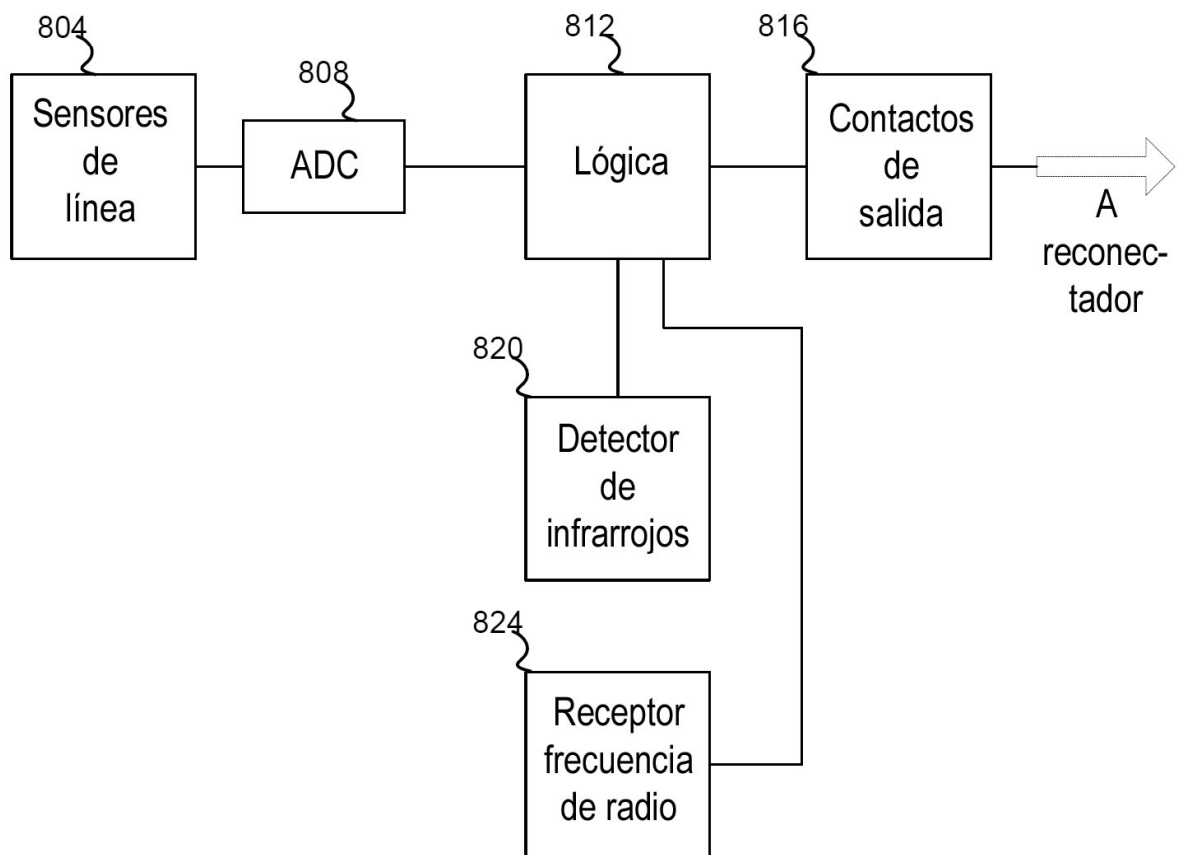


Figura 8