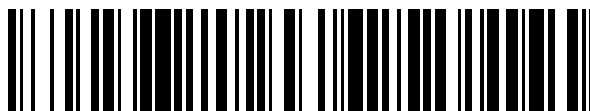


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 649 744**

51 Int. Cl.:

H04B 3/54

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.12.2014** **PCT/GB2014/053617**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.07.2015** **WO15101767**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2014** **E 14809692 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017** **EP 3090492**

54 Título: **Sistema para la transmisión de datos de energía**

30 Prioridad:

02.01.2014 GB 201400032

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

15.01.2018

73 Titular/es:

ULTRA ELECTRONICS LIMITED (100.0%)
417 Bridport Road
Greenford, Middlesex UB6 8UA, GB

72 Inventor/es:

STRATFORD, FRANCIS y
CHINN, KEVIN

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 649 744 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 para la transmisión de datos de energía

5 Campo de la invención

La presente solicitud se refiere a un sistema para la transmisión de datos de energía. En particular, la invención se refiere a un sistema en el que se transmiten señales de datos a través de líneas de transmisión de energía eléctrica.

10 Antecedentes de la invención

Muchos sistemas industriales y de vehículos requieren que se proporcione, tanto energía como datos, a un sensor o un dispositivo de accionamiento. Por ejemplo, se han propuesto sistemas en los que están dispuestos una pluralidad de sensores y dispositivos de accionamiento en zonas concretas de un sistema de control.

15 En los sistemas propuestos, cada dispositivo de accionamiento concreto necesita su propio suministro de energía, mientras que la zona concreta del sistema de control está provista de una pluralidad de sensores que proporcionan datos a una red de datos central de un sistema principal. La red de datos central, que normalmente es una red de datos convencional, proporciona a su vez señales de control a los dispositivos de accionamiento concretos, para
20 controlar su funcionamiento.

Las señales de datos transmitidas por los sensores a la red de datos central y desde la red de datos central a los dispositivos de accionamiento concretos son transportadas por conexiones de datos por cable exclusivas. Se comprenderá que en los sistemas de control en el interior de grandes estructuras tales como el ala de una aeronave,
25 se requiere una cantidad significativa de cable eléctrico para las conexiones de datos por cable, lo que se añade al peso y al coste de la estructura.

El documento WO2013049897 describe y da a conocer sistemas, procedimientos y medios legibles mediante procesador para distribuir datos digitales y energía eléctrica a una pluralidad de dispositivos a través de cables de
30 alta impedancia. Determinadas realizaciones incluyen un dispositivo de puerta de enlace conectado a una fuente de alimentación, un primer dispositivo conectado al dispositivo de puerta de enlace mediante un cable, siendo el cable un cable de alta impedancia que tiene al menos dos rutas de conducción, y en el que el primer dispositivo recibe energía eléctrica y datos digitales del dispositivo de puerta de enlace mediante el cable a través de la misma ruta de
35 conducción del cable, un segundo dispositivo conectado al dispositivo de puerta de enlace mediante el cable en el que el segundo dispositivo recibe energía y datos digitales del dispositivo de puerta de enlace mediante el cable a través de la misma ruta de conducción, y en el que la fuente de alimentación proporciona energía a los dispositivos primero y segundo mediante el cable, y en el que el segundo dispositivo está conectado al dispositivo de puerta de enlace a través del primer dispositivo mediante una topología de cadena en margarita.

40 El documento WO2008011891 se refiere a un dispositivo submarino electrónico, en particular a una unidad de control de boca de pozo, que comprende un módem para la comunicación con una línea de energía submarina, y un suministro de energía de corriente alterna/corriente continua, es decir, un suministro de energía conmutado que tiene una frecuencia de conmutación fijada de más de 400 kHz.

45 El documento WO03061260 describe una técnica para verificar que las unidades de comunicación de línea de energía están acopladas de manera apropiada a circuitos de energía. Cada una de varias unidades de comunicación esta acoplada a uno de uno o varios circuitos de energía y envía un identificador a través de este circuito de energía. Uno o varios componentes de la gestión recogen el identificador enviado por cada unidad de comunicación, y utilizan al menos estos identificadores para verificar que las unidades de comunicación están acopladas de manera
50 apropiada a los circuitos de energía.

Sumario de la invención

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema para transmisión de datos y energía eléctrica
55 que comprende: una pluralidad de fuentes de alimentación independientes, estando cada una de la pluralidad de fuentes de alimentación independientes conectada a una línea respectiva de una pluralidad de líneas de energía eléctrica para suministrar energía eléctrica a una carga respectiva de una pluralidad de cargas eléctricas; una pluralidad de nodos de datos distantes, estando cada uno de la pluralidad de nodos de datos distantes asociado con una carga respectiva de la pluralidad de cargas eléctricas; un nodo de distribución de datos que funciona para
60 distribuir datos a través de la pluralidad de líneas de energía eléctrica a la pluralidad de nodos de datos distantes; y un modulador configurado para modular una señal transportadora con una señal de datos recibida en una entrada del modulador de modo que genera una señal transportadora modulada en una salida del mismo, en el que la salida del modulador está acoplada a cada una de la pluralidad de líneas de energía eléctrica por medio de un elemento de acoplamiento respectivo, para permitir la transmisión de la señal transportadora modulada a través de la pluralidad
65 de líneas de energía eléctrica, de manera que la pluralidad de líneas de energía eléctrica forman una red de datos al tiempo que mantienen aislamiento eléctrico entre cada una de la pluralidad de líneas de energía eléctrica,

caracterizado por que el sistema comprende además una pluralidad de protectores de bus, estando dispuesto cada protector de bus entre un elemento de acoplamiento y el modulador, en el que los protectores de bus funcionan para aislar el nodo de datos distante que hace uso de ese protector de bus del nodo de distribución de datos en caso de producirse un fallo en el nodo de datos distante o en el nodo de distribución de datos.

El sistema de la presente invención permite la transmisión de datos a través de líneas de energía eléctrica y evita de este modo la necesidad de un cableado exclusivo para datos en sistemas en los que está presente una conexión de energía eléctrica. Esto a su vez conlleva una reducción en el coste y el peso asociado a la disposición de un cableado exclusivo para datos.

El sistema puede comprender además un desmodulador que tiene una entrada acoplada a cada una de la pluralidad de líneas de energía eléctrica, para permitir la recuperación de una señal de datos transmitida en una señal transportadora modulada recibida a través de una de la pluralidad de líneas de energía eléctrica desde un nodo de datos distante.

Por tanto, el sistema permite una comunicación de datos bidireccional a través de las líneas de energía eléctrica.

La salida del modulador puede estar acoplada electromagnéticamente a la pluralidad de líneas de energía.

Alternativamente, la salida del modulador puede estar acoplada capacitivamente a la pluralidad de líneas de energía.

El modulador puede estar configurado para modular una pluralidad de señales transportadoras con la señal de datos recibida en la entrada del mismo.

Por ejemplo, el modulador puede estar configurado para modular la pluralidad de señales transportadoras utilizando un esquema de modulación de multiplexación por división ortogonal de frecuencias (OFDM).

Los datos recibidos en la entrada del modulador pueden comprender paquetes de datos de Protocolo de Internet (IP).

El sistema puede comprender además un modulador adicional configurado para modular una señal transportadora con una señal de datos recibida en una entrada del modulador de modo que genera una señal transportadora modulada en una salida del mismo.

Este modulador adicional proporciona duplicidad, para garantizar que un fallo del modulador no provoque un fallo de todo el sistema, ya que el modulador adicional puede conectarse en línea en caso de fallo del modulador.

Cada uno de la pluralidad de nodos de datos distantes puede tener un desmodulador configurado para recibir la señal transportadora modulada y desmodular la señal transportadora modulada para recuperar la señal de datos.

El nodo de datos distante puede ser alimentado por una de la pluralidad de líneas de energía.

Alternativamente, el nodo de datos distante puede ser alimentado por una fuente de alimentación externa.

La fuente de alimentación externa puede comprender una batería o un condensador que se carga mediante un dispositivo de captación de energía, por ejemplo.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un nodo de datos distante para ser utilizado en el sistema del primer aspecto, comprendiendo el nodo de datos distante un desmodulador configurado para recibir la señal transportadora modulada y desmodular la señal transportadora modulada para recuperar la señal de datos, caracterizado por que el nodo de datos distante comprende un protector de bus, en el que el protector de bus funciona para aislar el nodo de datos distante del nodo de distribución de datos en caso de producirse un fallo en el nodo de datos distante.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán realizaciones de la invención, estricta y únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una representación esquemática de un sistema para transmisión de datos y energía a modo de ejemplo;

la figura 2 es una representación esquemática de un nodo de datos distante para ser utilizado en el sistema mostrado en la figura 1;

la figura 3 es una representación esquemática de una realización alternativa de un nodo de datos distante para ser

utilizado en el sistema mostrado en la figura 1;

la figura 4 es una representación esquemática de una realización de un nodo de distribución de datos adecuado para ser utilizado en el sistema mostrado en la figura 1; y

la figura 5 es una representación esquemática de un sistema para transmisión de datos y energía a modo de ejemplo a través de múltiples líneas de energía, en el que múltiples nodos de datos distantes se acoplan a líneas de energía concretas.

Descripción detallada de las realizaciones

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1, se muestra un sistema para transmisión de datos y energía eléctrica a modo de ejemplo, generalmente mediante el numeral 10. El sistema -10- comprende una pluralidad de fuentes de alimentación independientes -12-, a partir de las cuales se distribuye energía eléctrica a cargas independientes -14- mediante líneas de energía -16-. En el ejemplo mostrado en la figura 1, existen dos fuentes de alimentación -12-, dos cargas -14- y dos líneas de energía -16-, pero debe entenderse que el sistema -10- puede incluir más de dos fuentes de alimentación, cargas y líneas de energía. Las cargas -14- pueden ser, por ejemplo, elementos de calentamiento electrotérmicos, cuando el sistema -10- se utiliza como parte de un sistema de protección contra el hielo en alas de aeronave.

Acoplados a las líneas de energía -16- se encuentran nodos de datos distantes -20a-, -20b-. Los nodos de datos distantes -20a-, -20b- reciben datos desde los sensores -22- y/o los dispositivos de accionamiento -24- que son externos a los nodos de datos distantes -20a-, -20b-, y también pueden transmitir datos a los sensores -22- y/o los dispositivos de accionamiento -24-. Cuando el sistema -10- se utiliza como parte de un sistema de protección contra el hielo en alas de aeronave, los sensores pueden incluir sensores de temperatura, por ejemplo.

Los datos transmitidos por los sensores -22- y los dispositivos de accionamiento -24- a los nodos de datos distantes -20a-, -20b- se transmiten mediante los nodos de datos distantes -20a-, -20b- a una red de datos central -30-, que puede ser, generalmente, una red de datos convencional, utilizando las líneas de energía -16- como medio de transmisión. De manera similar, pueden transmitirse datos desde la red de datos central -30- hasta los nodos de datos distantes -20a-, -20b- utilizando las líneas de energía -16- como medio de transmisión. La red de datos central -30- puede ser, por ejemplo, un bus de datos de aviónica de una aeronave, cuando el sistema se utiliza como parte de un sistema de protección contra el hielo en alas de aeronave u otro subsistema de la aeronave.

Para permitir la transmisión de datos hasta y desde los nodos de datos distantes -20a-, -20b- utilizando las líneas de energía -16- como medio de transmisión, el sistema -10- incluye un nodo de distribución de datos -40-. El nodo de distribución de datos -40- está configurado para recibir datos desde la red de datos -30- y para modular los datos recibidos para su transmisión a través de las líneas de energía -16-. El nodo de distribución de datos -40- también está configurado para recibir datos desde los nodos de datos distantes -20a-, -20b- mediante las líneas de energía -16- y desmodular los datos recibidos para su transmisión progresiva a la red de datos central.

Para ello, el nodo de distribución de datos -40- incluye una puerta de enlace -42-, que actúa como una interfaz entre la red de datos central -30- y el sistema -10-. La puerta de enlace -42- funciona para recibir datos digitales desde la red de datos central -30- y para pasar los datos recibidos a un módem (modulador/desmodulador) -44- del nodo de distribución de datos -40-. Esto se denominará transmisión de datos en sentido directo. La puerta de enlace -42- también funciona para recibir datos desde el módem -44- y para pasar los datos recibidos a la red de datos central -30-. Esto se denominará transmisión de datos en sentido inverso. Por tanto, la puerta de enlace -42- se comunica de manera bidireccional con la red de datos central -30-.

En sentido directo, el módem -44- recibe datos digitales desde la puerta de enlace -42- y los modula en una señal transportadora, para permitir la transmisión de los datos modulados a través de las líneas de transmisión -16-. En una realización, el módem -44- modula los datos digitales utilizando un esquema de multiplexación por división ortogonal de frecuencias (OFDM), en el que los datos digitales son modulados a múltiples frecuencias transportadoras diferentes. El OFDM es un esquema de modulación particularmente adecuado para modular los datos digitales para su transmisión a través de las líneas de energía -16-, debido a su capacidad para hacer frente a las condiciones del canal que se presentan en las líneas de energía, tales como atenuación de la alta frecuencia. Sin embargo, debe entenderse que pueden utilizarse otros esquemas de modulación.

En sentido inverso, el módem -44- recibe uno o más transportadores modulados que transportan datos digitales transmitidos desde los nodos de datos distantes -20a-, -20b-, y desmodula los transportadores para recuperar los datos digitales, de modo que pueden transmitirse, mediante la puerta de enlace -42-, a la red de datos central -30-. De nuevo, en una realización, los datos digitales transmitidos por los nodos de datos distantes -20a-, -20b- se modulan a múltiples ondas transportadoras utilizando un esquema de modulación OFDM, aunque debe entenderse que también pueden utilizarse otros esquemas de modulación.

Para permitir que las señales transportadoras moduladas se transmitan desde el módem -44- a los nodos de datos

distantes -20a-, -20b- utilizando las líneas de energía -16-, y para permitir que señales transportadoras moduladas pasen desde los nodos de datos distantes -20a-, -20b- al módem -44-, el nodo de distribución de datos -40- incluye elementos de acoplamiento bidireccionales -46-, que acoplan el nodo de distribución de datos -40-, y más específicamente el módem -44-, a las líneas de energía -16-.

Los elementos de acoplamiento -46- acoplan el módem -44- a las líneas de energía -16- sin ninguna conexión eléctrica directa. Por ejemplo, los elementos de acoplamiento -46- pueden utilizar un acoplamiento electromagnético o por transformador para situar señales transportadoras moduladas en las líneas de energía -16-, y para recuperar señales transportadoras moduladas de las líneas de energía -16-. Alternativamente, los elementos de acoplamiento -46- pueden utilizar un acoplamiento capacitivo para situar las señales transportadoras moduladas en las líneas de energía -16-. En cualquier caso, este acoplamiento crea una red de datos ubicua, que comprende las líneas de energía -16-, la red de datos central -30-, los nodos de datos distantes -20a-, -20b-, los sensores -22- y los dispositivos de accionamiento -24- al tiempo que mantiene un aislamiento eléctrico entre las líneas de energía -16-.

Un protector de bus -48- está dispuesto entre cada uno de los elementos de acoplamiento -46- y el módem -44-. Los protectores de bus 48 proporcionan funciones de supervisión para cada canal del nodo de distribución de datos -40- y el nodo de datos distante -20a-, -20b- relacionado. En caso de producirse un fallo, tanto en el nodo de datos distante -20a-, -20b- como en el canal del nodo central de distribución de datos -40- pertinente, el protector de bus -48- pertinente puede funcionar para aislar el nodo de datos distante -20a-, -20b- que hace uso de ese protector de bus -48- desde el nodo de distribución de datos -40-, si el fallo es lo suficientemente grave y/o persistente.

El nodo de distribución de datos -40- se activa mediante un módulo -50- de suministro de energía, que recibe energía eléctrica desde un suministro de energía externo para suministrar energía eléctrica al nodo de distribución de datos -40-.

Tal como se puede observar a partir de la figura 1, el sistema -10- también incluye filtro/atenuadores -60-, que están conectados en serie con las líneas de energía -16-. En el ejemplo mostrado en la figura 1, el filtro/los atenuadores -60- están colocados en el interior del nodo de distribución de datos -40-, pero se comprenderá que el filtro/los atenuadores -60- pueden estar colocados en cualquier otro lugar en las líneas de energía -16- o dentro del sistema -10-, o pueden omitirse si no se necesitan. Por ejemplo, los nodos de datos distantes -20a-, -20b- pueden ser dotados de filtro/atenuadores -60- si fuera necesario.

El filtro/los atenuadores -60- funcionan para atenuar las señales transportadoras moduladas superpuestas en las líneas de energía -16-, en la medida que requieran las normas pertinentes. El filtro/los atenuadores -60- también pueden funcionar como filtros bidireccionales, para filtrar el ruido de las fuentes de alimentación -12- y para impedir fugas de las señales transportadoras moduladas más arriba de la fuente de alimentación -12- y más abajo de las cargas -14-.

A continuación se comentarán en detalle la estructura y funcionamiento de los nodos de datos distantes -20a-, -20b- con referencia a las figuras 2 y 3 de los dibujos.

Tal como se puede observar a partir de la figura 2, en una realización un nodo de datos distante -20a- extrae su energía eléctrica de la línea de energía -16- a la que está acoplado. En esta realización, el nodo de datos distante -20a- incluye un módulo de suministro de energía -70-, que funciona para extraer energía eléctrica de la línea de energía -16- y transformar la energía eléctrica en una forma utilizable por el nodo de datos distante -20a-. Por ejemplo, la línea de energía eléctrica puede transportar electricidad de corriente continua a alta tensión (HVDC) para activar una carga -14-, mientras que el nodo de datos distante puede requerir un suministro de energía de CC de tensión más baja. Por tanto, el módulo de suministro de energía -70- puede incluir un convertidor DC-CC u otra disposición de transformación para suministrar energía eléctrica al nodo de datos distante -20a- en una forma que pueda ser utilizada.

El nodo de datos distante -20a- incluye un módem -72-, que está acoplado de manera bidireccional a un huésped -74-. El huésped -74- está a su vez acoplado de manera bidireccional a los sensores -22- y/o a los dispositivos de accionamiento -24-. Por ejemplo, cuando el sistema -10- se utiliza como parte de un sistema de protección contra el hielo en el ala de una aeronave, el huésped -64- puede acoplarse tanto a sensores -22-, en forma de sensores de temperatura, como a dispositivos de accionamiento -24-, en forma de conmutadores accionados eléctricamente, tales como transistores bipolares de puerta aislada (IGBT) o transistores de efecto de campo de material semiconductor de óxido metálico (MOSFET), que controlan los elementos de calentamiento electrotérmicos en el ala de la aeronave.

En sentido directo, el módem -72- recibe una o más señales transportadoras moduladas transmitidas mediante la línea de energía -16-, y desmodula los transportadores para recuperar los datos digitales, que pueden ser, por ejemplo, datos de órdenes o de control para los dispositivos de accionamiento -24-. El módem -72- transmite los datos desmodulados al huésped -74-, que a su vez pasa los datos desmodulados a los dispositivos de accionamiento -24-.

En sentido inverso, el módem -72- recibe datos digitales tales como datos del sensor del huésped -74-, y modula los datos digitales recibidos en una señal transportadora, para permitir la transmisión de los datos modulados a través de las líneas de transmisión -16-. En una realización, el módem -72- modula los datos digitales utilizando un esquema de multiplexación por división ortogonal de frecuencias (OFDM), pero debe entenderse que pueden utilizarse otros esquemas de modulación.

El huésped -74- actúa como una interfaz entre el módem -72- y los sensores/dispositivos de accionamiento -22-/24-, implementando funcionalidades de aplicación y comunicaciones para facilitar la transmisión de datos de control desde el módem -72- hasta los dispositivos de accionamiento -24-, y la transmisión de datos del sensor desde los sensores -22- hasta el módem -72-.

El nodo de datos distante -20a- también incluye un elemento de acoplamiento bidireccional -76-, que acopla el nodo de datos distante -20a- a la línea de energía -16-. El elemento de acoplamiento -76- acopla el módem -72- a la línea de energía -16- sin ninguna conexión eléctrica directa. Por ejemplo, el elemento de acoplamiento -76- puede utilizar acoplamiento electromagnético o por transformador para situar señales transportadoras moduladas en la línea de energía -16-, y para recuperar señales transportadoras moduladas de las líneas de energía -16-. Este acoplamiento del nodo de datos distante -20a-, junto con el acoplamiento entre el módem -42- del nodo de distribución de datos -40- y las otras líneas de energía -16- dentro del sistema -10-, crea una red de datos ubicua, que comprende las líneas de energía -16-, la red de datos central -30- y los nodos de datos distantes -20a-, al tiempo que mantiene el aislamiento eléctrico entre las líneas de energía -16-.

El nodo de datos distante -20a- también incluye un protector de bus -78-, que lleva a cabo una función similar a los protectores de bus -48- del nodo de distribución de datos -40-, proporcionando funciones de supervisión al nodo de datos distante -20a-, de manera que en caso de producirse un fallo de gravedad y/o persistencia suficiente en el nodo de datos distante -20a-, el nodo de datos distante -20a- puede ser aislado del nodo de distribución de datos -40-.

En una realización alternativa, mostrada en la figura 3, un nodo de datos distante -20b- no extrae energía eléctrica de la línea de energía -16-, sino que por el contrario recibe energía de un suministro de energía externo.

La estructura y funcionamiento del nodo de datos distante -20b- son muy similares a los del nodo de datos distante -20a-, de modo que en la figura 3, numerales de referencia similares indican elementos que son comunes tanto al nodo de datos distante -20a- como al nodo de datos distante -20b-. Por motivos de claridad y brevedad, estos elementos comunes no se describirán en detalle en esta memoria.

El nodo de datos distante -20b- se diferencia del nodo de datos distante -20a- en que el nodo de datos distante -20b- extrae su energía eléctrica de un suministro de energía externo -80- exclusivo, en lugar de la línea de energía -16-. El suministro de energía externo -80- exclusivo puede ser, por ejemplo, una o más baterías, y/o uno o más condensadores o supercondensadores. Las baterías y/o los condensadores/supercondensadores pueden almacenar electricidad generada mediante dispositivos de captación de energía que convierten, por ejemplo, energía cinética en electricidad.

El nodo de datos distante -20b- también se diferencia del nodo de datos distante -20a- en que incluye una puerta de enlace -82-, que actúa como una interfaz entre un módem -72- del nodo de datos distante -20b- y una red de datos privada -84-. La red de datos privada -84- puede ser, por ejemplo, una red de datos privada utilizada por sensores y dispositivos de accionamiento del sistema -10- para transmitir datos de sensor y de órdenes. Por tanto, el nodo de datos distante -20b- no está necesariamente conectado directamente a ningún sensor o atenuador, sino que por el contrario puede transmitir y recibir datos del sensor y órdenes mediante la red de datos privada -84- a los sensores y/o dispositivos de accionamiento.

Como en el nodo de datos distante -20a- descrito anteriormente, en el sentido directo, el módem -72- recibe una o más señales transportadoras moduladas transmitidas mediante la línea de energía -16-, y desmodula los transportadores para recuperar los datos digitales, que pueden ser, por ejemplo, datos de órdenes. El módem -72- transmite los datos desmodulados a la puerta de enlace -82-, que a su vez pasa los datos desmodulados.

En sentido inverso, el módem -72- recibe datos digitales tales como datos de sensor desde la puerta de enlace -82-, y modula los datos digitales recibidos en una señal transportadora, para permitir la transmisión de los datos modulados a través de las líneas de transmisión -16-. En una realización, el módem -72- modula los datos digitales utilizando un esquema de multiplexación por división ortogonal de frecuencias (OFDM), pero debe entenderse que pueden utilizarse otros esquemas de modulación.

Se comprenderá que los dos tipos diferentes de nodos de datos distantes -20a- y -20b- son interoperables, es decir, que el sistema -10- puede incluir tanto nodos de datos distantes -20a- como nodos de datos distantes -20b-. Del mismo modo, el sistema -10- puede incluir exclusivamente un tipo de nodos de datos distantes -20a-, -20b-. Además, el sistema -10- puede incluir múltiples nodos de datos distantes -20a-, -20b- asociados con una o con cada una de las líneas de energía -16-.

En algunas realizaciones, la red de datos central -30-, los nodos de datos distantes -20a-, -20b- y la red de datos privada -84- funcionan bajo un Protocolo de Internet (IP) convencional para transmitir paquetes de datos desde un elemento del sistema -10- hasta otro elemento del sistema -10-. El uso del IP permite que paquetes de datos sean dirigidos al elemento pertinente del sistema -10- sin requerir multiplexación o conmutación complejas. Sin embargo, se comprenderá que podrá emplearse de igual modo cualquier protocolo de comunicaciones adecuado. Por ejemplo, la red de datos central -30-, los nodos de datos distantes -20a-, -20b- y la red de datos privada -84- pueden funcionar bajo un protocolo CAN (red de zona de controlador), un protocolo TTP (protocolo activado por el tiempo) u otro protocolo de red adecuado.

Por ejemplo, puede generarse una orden en la red de datos central -30- para hacer que funcione uno de los dispositivos de accionamiento -24- seleccionados. La orden es transmitida como uno o más paquetes de datos IP, dirigiéndose cada uno de ellos al dispositivo de accionamiento seleccionado de los dispositivos de accionamiento -24-. Los paquetes se transmiten mediante la puerta de enlace -42- al módem -44-, que los modula a uno o más transportadores para su transmisión progresiva, tal como se describió anteriormente. Los transportadores modulados son transmitidos en paralelo a todos los elementos de acoplamiento bidireccionales -46- mostrados en la figura 1, de manera que los paquetes de datos son transmitidos, mediante las líneas de energía -16-, a todos los nodos de datos distantes -20a-, -20b-. En los nodos de datos distantes -20a-, -20b-, los transportadores modulados son desmodulados mediante los módems 72 para recuperar los paquetes de datos que representan la orden. Los paquetes de datos se decodifican mediante el huésped -74- en el nodo de datos distante -20a- para determinar su destino, y se pasan a los sensores -22- y/o dispositivos de accionamiento -24- apropiados. En el nodo de datos distante -20b-, los paquetes de datos se pasan mediante la puerta de enlace -82- a la red de datos privada -84-. El dispositivo de accionamiento -24- al que son dirigidos los paquetes (es decir, el dispositivo de accionamiento -24- que tiene una dirección que corresponde a la dirección en el campo de dirección de los paquetes de datos) lleva a cabo la orden. El resto de los elementos del sistema simplemente ignoran la orden, dado que los paquetes de datos que representan la orden no se dirigen a ellos.

Por tanto, la utilización de una red de datos basada en el Protocolo de Internet facilita la transmisión de datos entre elementos del sistema -10- sin requerir disposiciones de multiplexación o conmutación complejas. Por el contrario, los paquetes de datos IP se emiten de manera eficaz a todos los elementos del sistema -10-, y solamente son activados por aquellos elementos a los que se dirigen los paquetes de datos.

La figura 4 es una representación esquemática de una realización alternativa de un nodo de distribución de datos -100-. El nodo de distribución de datos -100- incluye muchos de los elementos del nodo de distribución de datos -40- descritos anteriormente y mostrados en la figura 1, de modo que se han utilizado numerales de referencia similares para designar elementos similares. Por motivos de claridad y brevedad aquellos elementos comunes no se describirán en detalle en esta memoria.

El nodo de distribución de datos -100- mostrado en la figura 4 se diferencia del nodo de distribución de datos -40- mostrado en la figura 1 en que incluye puertas de enlace duplicadas -42a-, -42b-, módems duplicados -44a-, -44b- y módulos de suministro de energía duplicados -50a-, -50b-. Las puertas de enlace -42a-, -42b- del nodo de distribución de datos -100- funcionan del mismo modo que la puerta de enlace -42- del nodo de distribución de datos -40-, recibiendo datos desde la red de datos central -30- y pasándolos a los módems -44a-, -44b-. De manera similar, los módems -44a-, -44b- del nodo de distribución de datos -100- funcionan del mismo modo que el módem -44- del nodo de distribución de datos -40-. Cada uno de los módulos de suministro de energía -50a-, -50b-, recibe energía eléctrica de un suministro de energía externo para activar un par de puertas de enlace duplicadas -42a-, -42b- y los módems -44a-, -44b- respectivos.

Las puertas de enlace duplicadas -42a-, -42b-, los módems -44a-, -44b- y los módulos de suministro de energía -50a-, -50b- están dispuestos con fines de duplicidad, de manera que en caso de fallo de una de las puertas de enlace -42a-, -42b-, de los módems -44a-, -44b- o de los módulos de suministro de energía -50a-, -50b-, puede activarse la puerta de enlace duplicada -42b-, -42a-, el módem -44b-, -44a- o el módulo de suministro de energía -50b-, -50a- pertinente, para garantizar que se produzca una pérdida de funcionalidad mínima.

Para gestionar el funcionamiento de las puertas de enlace duplicadas -42a-, -42b-, los módems -44a-, -44b- y los módulos de suministro de energía -50a-, -50b-, el nodo de distribución de datos -100- se dota de una unidad de gestión de la duplicidad -102-. La unidad de gestión de la duplicidad -102- está configurada para monitorizar los módems duplicados -44a-, -44b- y las puertas de enlace -42a-, -42b- y para desactivar un módem activo -44a- y su puerta de enlace -42b- asociada en caso de producirse un fallo o pérdida de energía de suficiente gravedad o persistencia. La unidad de gestión de la duplicidad -102- habilita simultáneamente el módem duplicado -44b- y su puerta de enlace -42a- asociada. De este modo, el fallo de un único módem -44a-, -44b-, puerta de enlace -42a-, -42b- o módulo de suministro de energía -50a-, -50b- no compromete el funcionamiento de la totalidad del sistema -10-.

Aunque la figura 1 muestra un sistema -10- en el que único nodo de datos distante -20a-, -20b- está acoplado a cada una de las dos líneas de energía -16-, se comprenderá que múltiples nodos de datos distantes -20a-, -20b- pueden

estar acoplados a una única línea de energía -16-, y que cualquier combinación de nodos de datos distantes -20a-, -20b- puede estar acoplada a una línea de energía -16-. Esto se muestra esquemáticamente en la figura 5.

5 En la figura 5, se muestra un sistema para la transmisión de datos y de energía eléctrica a modo de ejemplo, en general, con el numeral 200. El sistema -200- incluye muchos de los elementos del sistema -10- descritos anteriormente y mostrados en la figura 1, de modo que numerales de referencia similares han sido utilizados para designar elementos similares. Por motivos de claridad y brevedad aquellos elementos comunes no se describirán en detalle en este caso.

10 El sistema -200- comprende un nodo de distribución de datos de duplicidad dual -100- del tipo descrito anteriormente y mostrado en la figura 4, que funciona para acoplar señales de datos a, y desacoplar señales de datos de, una pluralidad (en este ejemplo 4) de líneas de energía -16a-, -16b-, -16c-, -16d-.

15 Tal como puede observarse en la figura 5, dos nodos de datos distantes -20a- del tipo descrito anteriormente y mostrados en la figura 2, están acoplados a una primera línea de energía -16a-, mientras que un único nodo de datos distante -20a- del tipo descrito anteriormente y mostrado en la figura 2 está acoplado a una segunda línea de energía -16b-. Un único nodo de datos distante -20b- del tipo descrito anteriormente y mostrado en la figura 3 está acoplado a una tercera línea de energía -16c-. Dos nodos de datos distantes -20a- adicionales del tipo descrito anteriormente y mostrados en la figura 2 y un único nodo de datos distante -20b- adicional del tipo descrito
20 anteriormente y mostrado en la figura 3 está acoplado a una cuarta línea de energía -16d-.

Por tanto, el sistema -200- de la figura 5 soporta múltiples líneas de energía, con múltiples nodos de datos distantes en una única línea de energía, y soporta asimismo una mezcla de diferentes tipos de nodos de datos distantes en una única línea de energía.

25 Tal como se comprenderá a partir de lo anterior, el sistema -10- descrito en el presente documento proporciona un modo flexible y fiable para transmitir datos a través de una red de energía eléctrica, y puede ser utilizado para reducir el coste y el peso asociados con el cableado de datos en sistemas en los que se requieran conexiones tanto de datos como de energía.

30 Aunque el sistema -10- se ha descrito en el contexto a modo de ejemplo de un sistema de protección contra el hielo en alas de aeronaves, será evidente para los expertos en la técnica pertinente que los principios del sistema -10- son aplicables de igual modo a muchas más aplicaciones y plataformas de transporte.

35 Aunque la invención ha sido descrita anteriormente con referencia a una o más realizaciones preferidas, se comprenderá que pueden realizarse diversos cambios o modificaciones sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (10) para la transmisión de datos y la energía eléctrica que comprende:

- 5 una pluralidad de fuentes de alimentación independientes (12), estando cada una de la pluralidad de fuentes de alimentación independientes (12) conectada a una línea respectiva de una pluralidad de líneas de energía eléctrica (16) para suministrar energía eléctrica a la carga respectiva de una pluralidad de cargas eléctricas (14);
- 10 una pluralidad de nodos de datos distantes (20a, 20b), estando cada uno de la pluralidad de nodos de datos distantes (20a, 20b) asociado con una carga respectiva de la pluralidad de cargas eléctricas (14);
- un nodo de distribución de datos (40) que funciona para distribuir datos a través de la pluralidad de líneas de energía eléctrica (16) a la pluralidad de nodos de datos distantes (20a, 20b); y
- 15 un modulador (44) configurado para modular una señal transportadora con una señal de datos recibida en una entrada del modulador (44) para generar una señal transportadora modulada en una salida del mismo,
- en el que la salida del modulador (44) está acoplada a cada una de la pluralidad de líneas de energía eléctrica (16) por medio de un elemento de acoplamiento respectivo (46), para permitir la transmisión de la señal transportadora modulada a través de la pluralidad de líneas de energía eléctrica (16), de manera que la pluralidad de líneas de energía eléctrica (16) forman una red de datos al tiempo que mantienen el aislamiento eléctrico entre cada una de la pluralidad de líneas de energía eléctrica (16), **caracterizado por que** el sistema comprende además una pluralidad de protectores de bus (48), estando dispuesto cada protector de bus (48) entre un elemento de acoplamiento (46) y el modulador (44), en el que los protectores de bus (48) funcionan para aislar el nodo de datos distante (20a, 20b) que hace uso de ese protector de bus (48) desde el nodo de distribución de datos (40) en caso de producirse un fallo en el nodo de datos distante (20a, 20b) o en el nodo de distribución de datos (40).
- 20
- 25

2. Sistema, según la reivindicación 1, que comprende además:

- 30 un desmodulador que tiene una entrada acoplada a cada una de la pluralidad de líneas de energía eléctrica, para permitir la recuperación de una señal de datos transmitida en una señal transportadora modulada recibida a través de una de la pluralidad de líneas de energía eléctrica desde un nodo de datos distante.

3. Sistema, según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la salida del modulador está acoplada electromagnéticamente a la pluralidad de líneas de energía.

35

4. Sistema, según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la salida del modulador está acoplada capacitivamente a la pluralidad de líneas de energía.

40 5. Sistema, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el modulador está configurado para modular una pluralidad de señales transportadoras con la señal de datos recibida en la entrada del mismo.

45 6. Sistema, según la reivindicación 5, en el que el modulador está configurado para modular la pluralidad de señales transportadoras utilizando un esquema de modulación de multiplexación por división ortogonal de frecuencias (OFDM).

7. Sistema, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos recibidos a la entrada del modulador comprenden paquetes de datos de Protocolo de Internet (IP).

50 8. Sistema, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un modulador adicional configurado para modular una señal transportadora con una señal de datos recibida en la entrada del modulador para generar una señal transportadora modulada en la salida del mismo.

55 9. Sistema, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de la pluralidad de nodos de datos distantes tiene un desmodulador configurado para recibir la señal transportadora modulada y desmodular la señal transportadora modulada para recuperar la señal de datos.

60 10. Sistema, según la reivindicación 9, en el que el nodo de datos distante se activa mediante una de la pluralidad de líneas de energía.

11. Sistema, según la reivindicación 9, en el que el nodo de datos distante se activa mediante una fuente de alimentación externa.

65 12. Sistema, según la reivindicación 11, en el que la fuente de alimentación externa comprende una batería o condensador que se carga mediante un dispositivo de captación de energía.

- 5 13. Nodo de datos distante (20a, 20b) para ser utilizado en el sistema, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el nodo de datos distante (20a, 20b) un desmodulador (72) configurado para recibir la señal transportadora modulada y desmodular la señal portadora modulada para recuperar la señal de datos, **caracterizado por que** el nodo de datos distante (20a, 20b) comprende un protector de bus (78), en el que el protector de bus (78) funciona para aislar el nodo de datos distante (20a, 20b) del nodo de distribución de datos (40) en caso de producirse un fallo en el nodo de datos distante (20a, 20b).

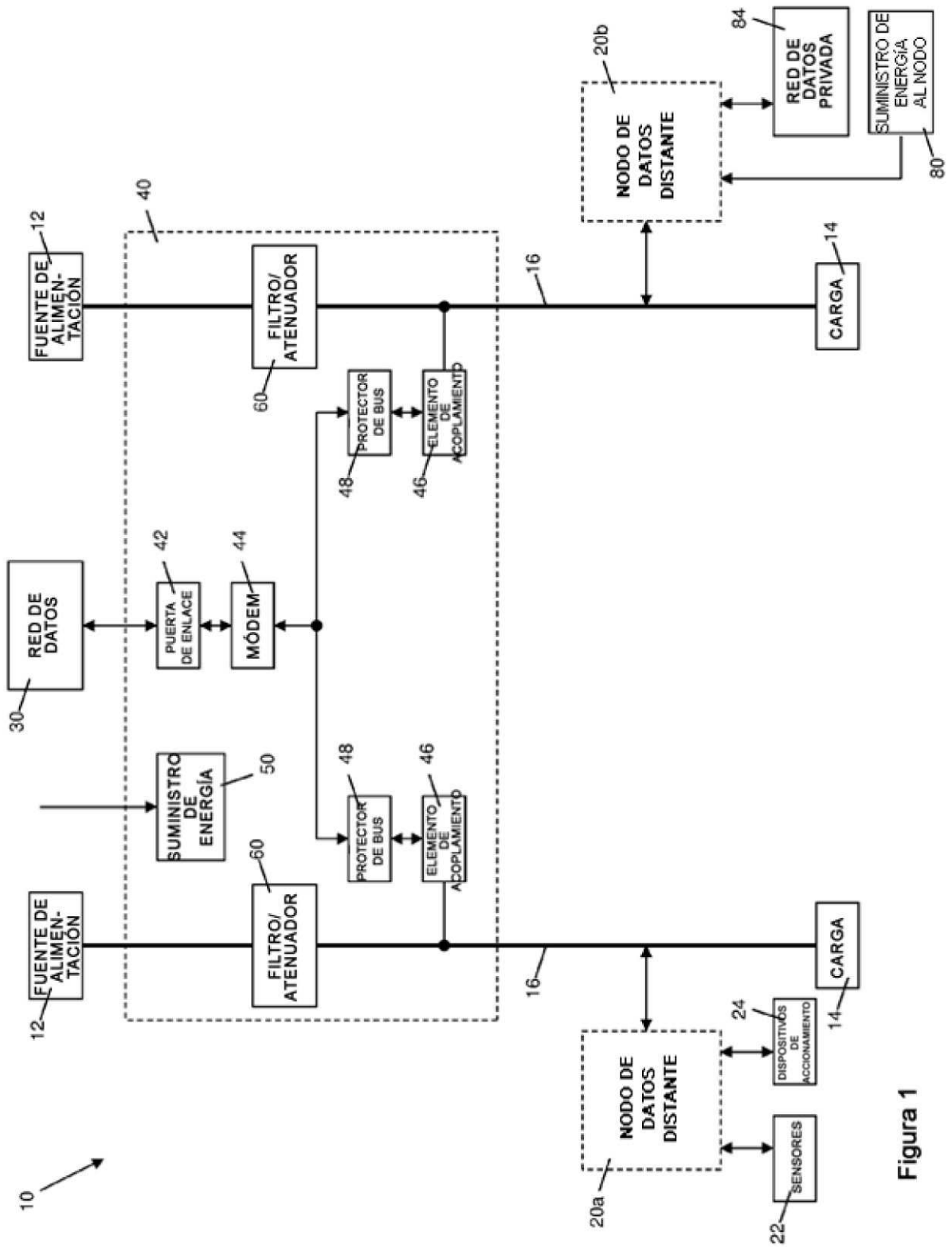


Figura 1

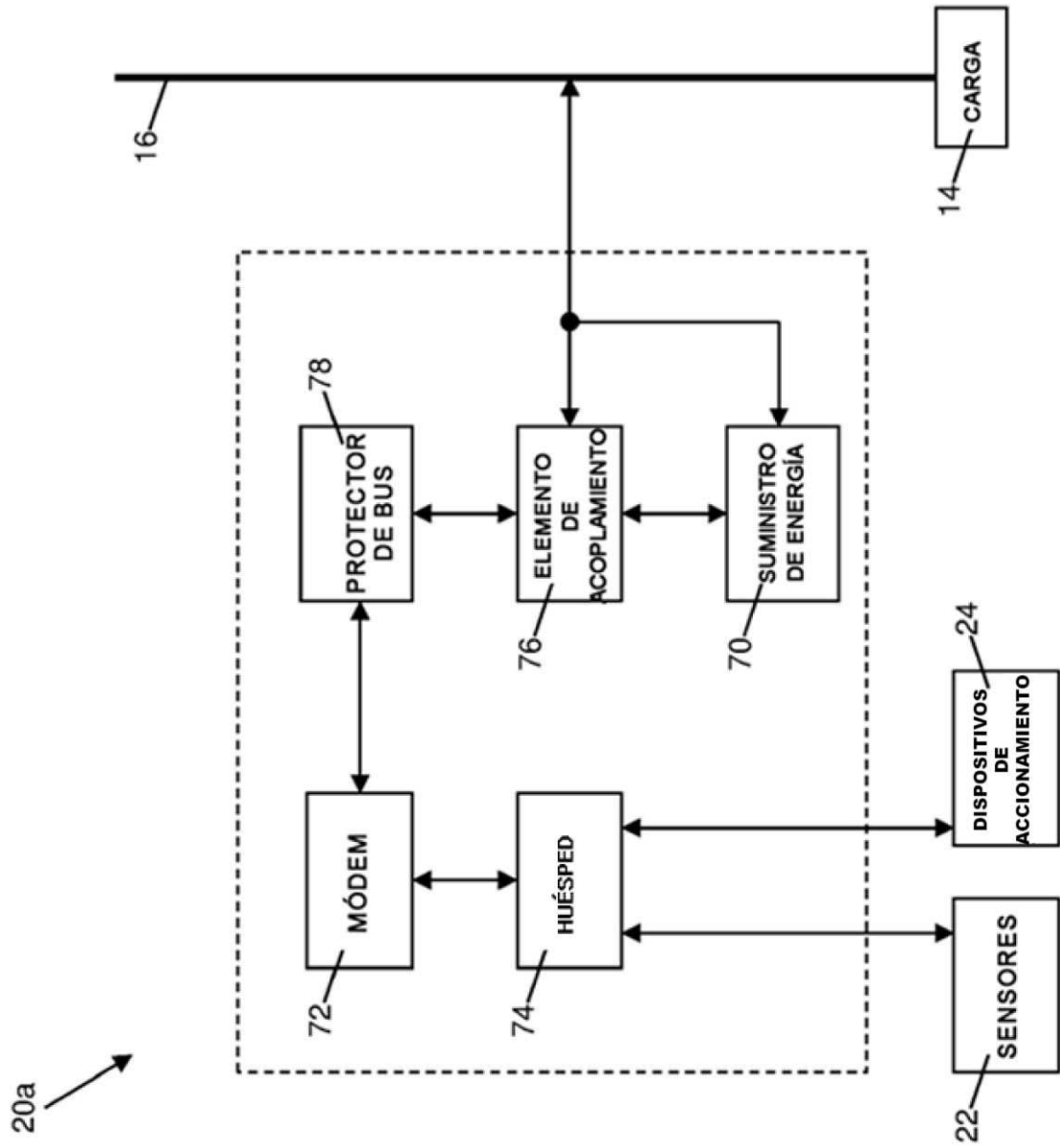


Figura 2

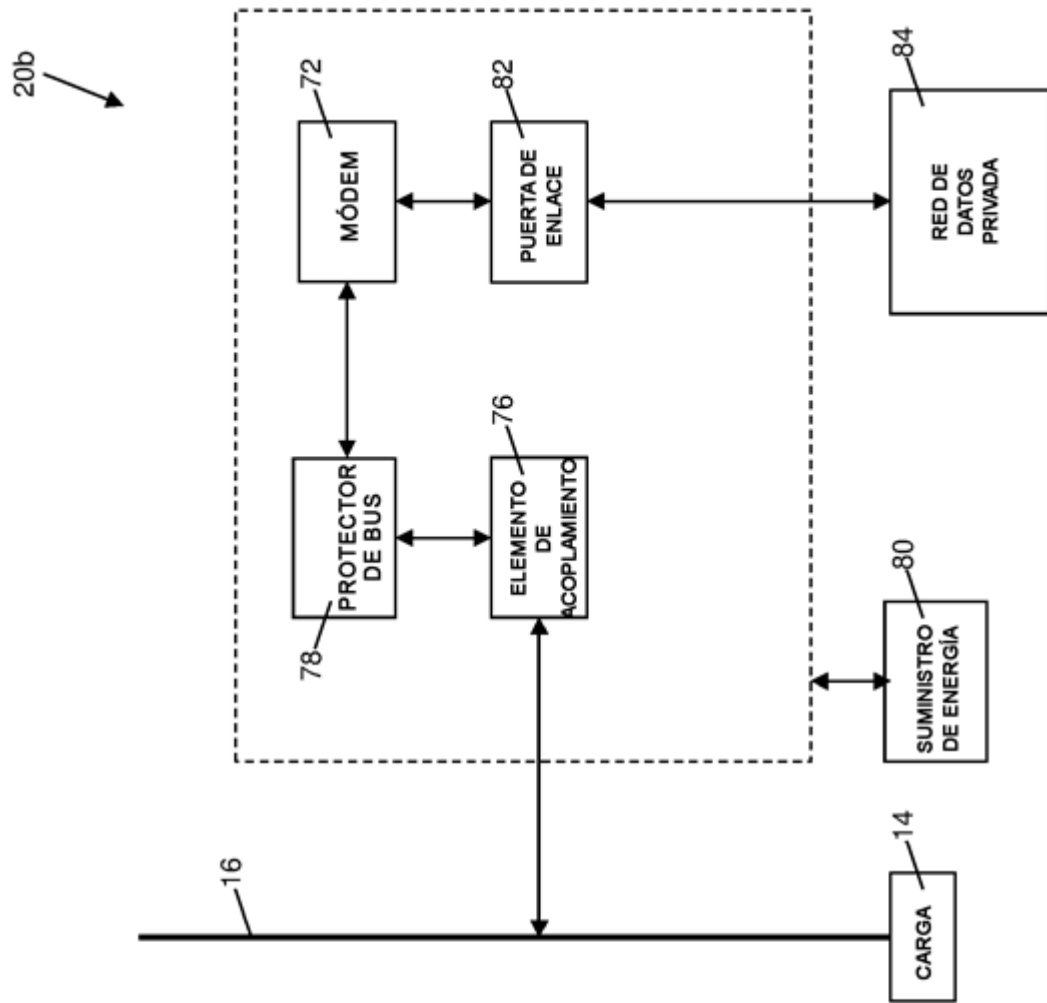


Figura 3

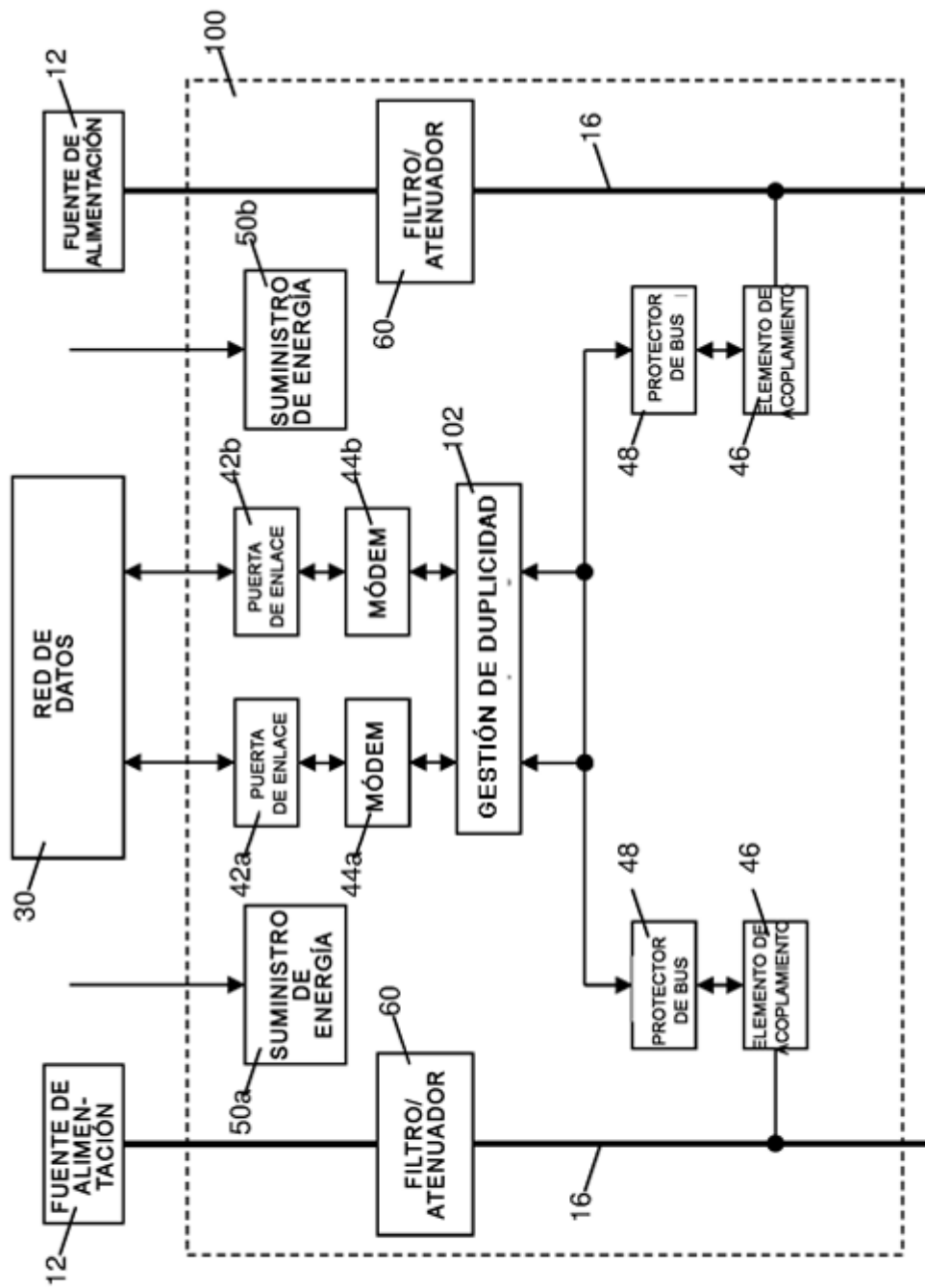


Figura 4

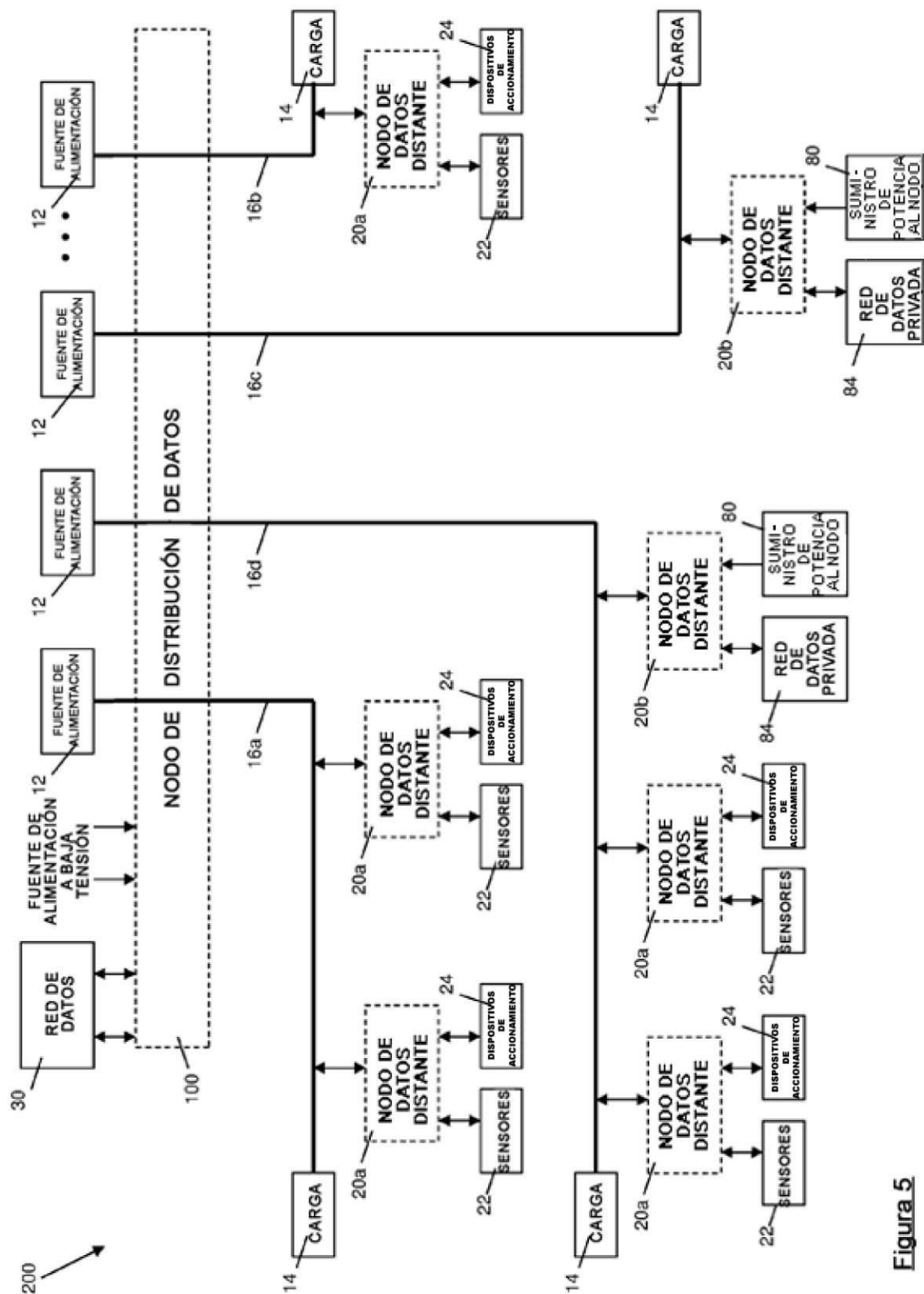


Figura 5