

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 660 783**

51 Int. Cl.:

**H04B 3/54** (2006.01)

**H02J 7/00** (2006.01)

**H04L 12/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2014 PCT/EP2014/073033**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2015 WO15059314**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2014 E 14798723 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017 EP 3061197**

54 Título: **Método y sistema para proporcionar potencia pulsada y datos en un bus**

30 Prioridad:

**25.10.2013 EP 13190394**

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

**26.03.2018**

73 Titular/es:

**VLAAMSE INSTELLING VOOR TECHNOLOGISCH  
ONDERZOEK (VITO) NV (100.0%)  
Boeretang 200  
2400 Mol, BE**

72 Inventor/es:

**COENEN, PETER y  
WEYEN, DOMINIQUE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 660 783 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

Método y sistema para proporcionar potencia pulsada y datos en un bus

**Campo de la invención**

5 La invención se refiere en general al campo de métodos y sistemas para proporcionar potencia pulsada y datos desde una unidad de control principal (maestra) a al menos una unidad esclava (esclavas) a través de un bus. Más específicamente la invención se refiere a tales sistemas donde la maestra y las esclavas están desacopladas galvánicamente, por ejemplo, a unos sistemas de almacenamiento de energía recargables que comprenden una pluralidad de celdas recargables.

**Antecedentes de la invención**

10 Son conocidas en la técnica distintas técnicas para comunicar potencia y datos sobre un único bus. Un ejemplo bien conocido es "Comunicación por Línea Eléctrica" (PLC) donde se transportan datos en conductores eléctricos que se usan simultáneamente para transportar potencia eléctrica de AC. Un ejemplo específico es "Homeplug", que es el nombre de familia para varias especificaciones de comunicación por línea eléctrica que soporta interconexión sobre cableado eléctrico doméstico existente. Característico de tales sistemas es que la potencia es una señal de AC de  
15 baja frecuencia (por ejemplo, 220V a 50Hz), y que la información de datos se superpone en el lado transmisor como una señal de alta frecuencia (por ejemplo, hasta 30 MHz), cuya señal de datos se puede separar de la señal de potencia mediante técnicas de filtrado adecuadas en el lado receptor. Una desventaja de tal sistema es que requiere un módem en cada lado transmisor y receptor, que hace este sistema prohibitivamente caro para algunas aplicaciones, y requiere espacio de placa adicional (en comparación con sistemas que no requieren un módem).  
20 Otra desventaja es que los dispositivos conectados al bus están acoplados galvánicamente al bus, a menos que se use un transformador, lo cual de nuevo hace las unidades esclavas, y de esta manera el sistema, voluminosas y caras.

25 El documento FR2612019A1 describe un sistema que incluye un bus de dos líneas, por ejemplo, un par trenzado apantallado, y varias unidades conectadas al bus. El bus está equipado con un transformador de alimentación general, y cada unidad del sistema está acoplada al bus mediante un primer transformador. Cada unidad, también está acoplada al bus mediante un transformador de aislamiento con núcleo de ferrita, previsto para transferir señales digitales entre el bus y la unidad. Una desventaja de tal sistema es que cada unidad requiere un primer transformador para recibir potencia, y un transformador de aislamiento con un núcleo de ferrita para la comunicación de datos. Eso hace las unidades, y de esta manera el sistema, voluminosas y caras.

30 El documento WO2011/036147 describe un sistema para balanceo de carga sobre una pluralidad de dispositivos de almacenamiento de energía recargables 12, por ejemplo, celdas de batería, acoplados en serie, como se ilustra en la FIG. 1. Los dispositivos esclavos (aquí: unidades de balanceo 15) están separados galvánicamente del bus de potencia 30 por medio de condensadores en serie 19. La comunicación de datos entre las esclavas y la unidad de control principal 20 ocurre en un bus separado 40, por ejemplo un bus CAN. Como las esclavas 15 están a diferentes potenciales, no se pueden conectar directamente al bus CAN, pero por ejemplo se pueden conectar al mismo por medio de dispositivos de interfaz usando optoacoplamiento, lo cual requiere espacio de placa y aumenta el coste de componentes.

35 La FIG. 1 muestra un sistema 13 para recargar una pluralidad de celdas de batería 12, conectadas en serie para formar una cadena 11, cada celda 12 que está controlada por una unidad de balanceo 15. La unidad de control principal 20 de este sistema comprende un generador de señal de AC 14 para proporcionar pulsos de potencia en el bus 30, que se proporcionan a las unidades esclavas 15 a través de condensadores en serie 19. Una parte de esa potencia se usa para la fuente de alimentación local 22 de la unidad esclava, véase la FIG. 2, para alimentar un microcontrolador local 18. El microcontrolador 18 está dispuesto para abrir y/o cerrar los conmutadores SW1, SW2 para cargar y/o descargar la celda de batería 12 correspondiente. Otra parte del pulso de potencia se usa para  
45 cargar o descargar la celda de batería 12 correspondiente. El microcontrolador 18 puede medir por ejemplo el voltaje de la celda de batería 12 midiendo la diferencia de voltaje sobre las patillas S+ y S- por medio de un convertidor A/D interno 21. A través de un segundo bus 40, separado del bus de potencia 30, la unidad de control principal 20 puede enviar comandos a cada una de las unidades esclavas 15, por ejemplo, para dar instrucciones a una unidad esclava particular para medir el voltaje de celda de la celda de batería 12 correspondiente, y cuando el valor se mide y digitaliza por medio de un convertidor A/D 21, esta unidad esclava particular envía el valor de voltaje medido a través  
50 del bus de datos 40 a la unidad de control principal 20. El lector interesado se remite amablemente al documento EP2302757A1 para más detalles.

55 El segundo bus 40 puede ser por ejemplo un bus CAN (bien conocido). No obstante, como las unidades esclavas 15 están conectadas a los elementos de almacenamiento 12, que están conectados en serie, las esclavas 15 están a diferentes potenciales, y por lo tanto no se pueden conectar directamente al segundo bus 40, sino que necesitan ser conectadas a través de medios de separación galvánicos, tales como por ejemplo optoacoplamiento.

La FIG. 2 muestra una de las unidades de balanceo 15 del sistema de almacenamiento de energía recargable de la FIG. 1 en más detalle. El control y propósito de los conmutadores SW1 y SW2 se describe en el documento

EP2302757A1. El nodo "P", es donde se inyecta potencia desde el bus de potencia 30 a través del condensador en serie 19, y el nodo "C" es el nodo a través del cual el microcontrolador 18 y la unidad de control 20 pueden comunicar a través del segundo bus 40. La interfaz de comunicación no se describe en detalle en el documento EP2302757A1.

- 5 Existe una necesidad de otro método y sistema para proporcionar potencia y datos en un bus.

**Compendio de la invención**

Es un objeto de las realizaciones de la presente invención proporcionar un método y sistema alternativos para direccionar las esclavas individuales conectadas a la unidad de control principal.

Este objetivo se logra mediante un sistema y un método según las realizaciones de la presente invención.

10 En un primer aspecto, la presente invención proporciona un sistema para proporcionar señales de potencia y datos desde una unidad de control principal a al menos una unidad esclava a través de un primer bus; la unidad de control principal que comprende un primer generador de señal de AC adaptado para proporcionar una primera señal de AC que comprende una pluralidad de primeros pulsos para proporcionar potencia a la al menos una unidad esclava a través del primer bus; cada unidad esclava que está acoplada en AC al primer bus por medio de un primer  
 15 condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) en serie, cada primer condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) en serie que está dispuesto para convertir los primeros pulsos proporcionados en su entrada en segundos pulsos en su salida; la unidad de control principal que está adaptada para enviar datos a la al menos una unidad esclava modulando la pluralidad de primeros pulsos; la al menos una unidad esclava que está adaptada para recibir los datos demodulando la pluralidad de segundos pulsos. Los pulsos son preferiblemente pulsos de onda de bloque o cuadrada en la medida que los componentes electrónicos para los mismos son económicos de comprar. Las realizaciones de la presente invención modulan y demodulan secuencias de pulsos usando métodos para convertir una señal de datos a ser transmitida en un tren de pulsos. Los pulsos pueden ser pulsos binarios, es decir, tienen un valor "alto" y uno "bajo". La unidad maestra incluye un generador de pulsos y un transmisor para transmitir los pulsos modulados y la esclava tiene un receptor. Los pulsos pueden ser pulsos binarios y la maestra tiene un generador de pulsos binarios y un transmisor, y el receptor tiene un demodulador de pulsos binarios. La información de datos se puede transportar en una característica detectable de los pulsos, tal como la amplitud de una señal, o la información se puede transportar a lo largo del eje de tiempo de la señal. Las realizaciones de la presente invención pueden hacer uso de modulación de amplitud de pulsos, modulación de posición de pulsos (PPM), modulación de anchura de pulsos (PWM), modulación de frecuencia de pulso (PFM), modulación de intervalo de pulsos (PIM), Modulación de Recuento de Pulsos, etc. En particular los pulsos tienen al menos un borde o flanco. Los pulsos pueden tener un borde o flanco ascendente o descendente que se puede usar como punto de referencia en una demodulación de la información de datos de la señal recibida. Una amplitud de pulso o una diferencia de tiempo entre bordes o flancos de pulsos se pueden asociar con un valor de bit que es una parte de la información de datos recibida. En una realización preferida, los bordes o flancos de pulsos pueden ser un primer borde o flanco de pulso en un pulso y un segundo borde o flanco de pulso en un segundo pulso. Los bordes o flancos de pulsos pueden ser bordes ascendentes o bordes descendentes, por lo cual se prefieren bordes delanteros. Los bordes o flancos de pulsos pueden ser un primer borde o flanco de pulso en un pulso y un segundo borde o flanco de pulso en el mismo pulso. Esto define la anchura del pulso.

40 Alternativamente, se pueden recibir trenes de pulsos en la unidad esclava y se pueden contar, por lo cual el número de recuento se asocia con un cierto valor de bit. Un estado alto particular del pulso o estado bajo del pulso (es decir, de una cierta longitud que distingue que se puede usar como una señal de parada y/o una señal de inicio para el recuento.

45 Además de o en lugar de transmitir datos y potencia desde una unidad maestra a una unidad esclava, los sistemas de la presente invención pueden transmitir información de datos desde una esclava a una maestra, por lo cual se pueden usar trenes de pulsos similares. Por ejemplo, la comunicación se puede dividir en el tiempo, es decir se asigna un periodo de tiempo para datos a ser enviados desde la unidad maestra a la esclava y otro periodo de tiempo se asigna para que la esclava envíe datos a la unidad maestra y/o a otras unidades esclavas.

50 Se señala que en lugar de un único primer condensador en serie asociado con una unidad esclava, también se puede usar una combinación de condensadores, por ejemplo dos o más condensadores en serie. Por ejemplo, se puede usar un circuito de componentes que proporcionan un valor de capacitancia al circuito. El circuito o condensador individual se puede describir como un "dispositivo capacitivo" o "circuito capacitivo" lo que significa un dispositivo o circuito que posee un valor de capacitancia y actúa como condensador, es decir, que bloquea una señal de voltaje de DC y permite a través una señal alterna tal como una onda cuadrada – aunque se puede distorsionar la señal después de pasar el condensador de bloqueo D.

55 Según esta realización, los pulsos de potencia y datos se proporcionan en el mismo bus, es decir, en el mismo conductor físico, por ejemplo, un cable.

En una realización, el sistema comprende solamente una unidad esclava. En otra realización, el sistema comprende una pluralidad de unidades esclavas conectadas al primer bus, por ejemplo, dos unidades esclavas (únicamente que

se puede direccionar por 1 bit), o de tres a cuatro unidades esclavas (únicamente que se pueden direccionar por 2 bits), o de cinco a ocho unidades esclavas (únicamente que se pueden direccionar por 3 bits), o más de ocho unidades esclavas. Es una ventaja del bus de potencia y datos que se pueda usar un único bus para proporcionar potencia y datos a todas las unidades esclavas. En este caso, el protocolo puede usar por ejemplo comandos de difusión (es decir, comandos previstos para todas las esclavas), o puede enviar comandos específicos para abordar solamente una o un subconjunto de las esclavas.

Acoplado la al menos una unidad esclava al primer bus a través de un primer condensador o primer circuito capacitivo o primer dispositivo capacitivo en serie, la al menos una unidad esclava se separa galvánicamente del primer bus. Esto puede ser útil en aplicaciones donde se requiere transmisión de potencia y datos sin contacto, por ejemplo, en aplicaciones médicas para establecer comunicación entre un dispositivo maestro fuera del cuerpo y un dispositivo implantado, por ejemplo, para liberar un medicamento, o en sistemas que tienen un gran número de esclavas a un potencial diferente (por ejemplo, en un sistema de almacenamiento de energía recargable que comprende una cadena de dispositivos de almacenamiento de energía recargables acoplados en serie), o en sistemas de medición por razones de seguridad.

Es conocido en la técnica anterior enviar potencia y datos en un único bus, mediante superposición de una señal de datos y una señal de potencia. No obstante, hasta donde se conoce por el inventor, no existen circuitos de la técnica anterior para proporcionar potencia pulsada y datos sobre un único bus, modulando la señal de potencia pulsada en sí misma, en combinación con acoplamiento de AC a través de un condensador, circuito capacitivo o dispositivo capacitivo en serie. Una explicación posible puede ser debida a que la señal en la salida de un condensador en serie se puede distorsionar fuertemente, y por lo tanto asumir que sea difícil de ser usada como señal de datos en banda base. No obstante, los inventores han encontrado que tal señal distorsionada aún se puede usar para proporcionar eficazmente tanto potencia como datos. Uno de los factores habilitantes de la presente invención es (1) la disponibilidad de microcontroladores programables pequeños a un precio económico, que permite que una onda cuadrada o de bloque con características de modulación variables, tales como características de temporización, sea generada fácilmente, y (2) esto permite procesamiento digital de una señal distorsionada entrante (por ejemplo, para detectar una característica de los pulsos tal como para detectar el instante de tiempo de llegada del borde ascendente, un cambio de frecuencia, un pulso de parada especial, etc.). Se debería mencionar, no obstante, que el acoplamiento capacitivo típicamente funciona menos bien para líneas largas (por ejemplo, más largas que 20,0 m), pero esta técnica es muy adecuada en aplicaciones como sistemas de almacenamiento de energía tales como por ejemplo paquetes de baterías que tienen dimensiones externas menores que por ejemplo 5,0 m, preferiblemente menores que 3,0 m.

Una de las ventajas principales de las realizaciones de la presente invención es que el presente sistema se puede construir por medio de hardware muy simple para transmitir datos (por la unidad de control principal) y recibir los datos (por la esclava), a diferencia de los circuitos de la técnica anterior, que o bien no proporcionan separación galvánica, o bien requieren hardware más complicado, tal como por ejemplo se describe en el documento FR2612019(A1), donde la unidad maestra y cada esclava requieren un transformador, que es más pesado, y más voluminoso y más caro que un condensador. El coste es un factor muy importante en sistemas donde se requiera una pluralidad de unidades esclavas, tales como por ejemplo en un sistema de batería recargable con múltiples unidades de balanceo.

Se pueden aplicar diferentes tipos de primeros pulsos, por ejemplo, pulsos rectangulares, pulsos triangulares, pulsos con una forma trapezoidal, etc., pero se prefieren pulsos de onda cuadrada o rectangular debido a la simplicidad de los componentes electrónicos que se pueden usar. Y las formas de onda de pulso se pueden modular de varias formas, por ejemplo, mediante modulación de amplitud de pulsos, modulación de recuento de pulsos, modulación de anchura de pulsos (PWM) o modulación de posición de pulsos (PPM), etc., cada una de las cuales es una realización de la presente invención.

Usando un bus, la potencia y los datos se pueden entregar a una pluralidad de unidades esclavas con un número reducido de cables, en comparación con el caso donde la unidad de control principal está conectada a cada una de las unidades esclavas individualmente.

Es una ventaja de las realizaciones de la presente invención que los pulsos de potencia se modulen a sí mismos para transmitir los datos, debido a que permite que los datos sean enviados al mismo tiempo en la medida que la potencia está siendo enviada, a diferencia de los sistemas que usan pulsos de datos separados y pulsos de potencia separados, por ejemplo de una manera intercalada. Si la fuente de alimentación (que proporciona los pulsos de potencia) no se interrumpe durante la comunicación de datos, se requiere menos desacoplamiento en las unidades esclavas.

En una realización del sistema, la unidad de control principal está adaptada para proporcionar la primera señal de AC de manera que los primeros pulsos tengan un borde ascendente o descendente, la unidad de control principal está adaptada para enviar los datos cambiando una característica de estos pulsos tal como amplitud o las distancias de tiempo entre los bordes ascendentes (o descendentes) de los primeros pulsos consecutivos o los bordes ascendentes y descendentes de un pulso; al menos una unidad esclava está adaptada para recibir los datos determinando la característica de estos pulsos tal como amplitud o las distancias de tiempo entre bordes, por

ejemplo entre los bordes ascendentes (o descendentes) de segundos pulsos consecutivos, o los bordes ascendentes y descendentes de un pulso, y para traducir las distancias de tiempo determinadas a símbolos de datos correspondientes.

5 Detectando solamente los bordes delanteros ascendentes (o descendentes) de los pulsos, se puede omitir circuitería adicional para detectar los bordes negativos, los cuales en los segundos pulsos pueden asumir un nivel de voltaje negativo. Esto simplifica aún más el circuito de detección. La distancia de tiempo se mide preferiblemente entre los bordes ascendentes (o descendentes) de pulsos sucesivos.

10 En realizaciones de la presente invención, la posición del borde negativo no necesita ser importante para la comunicación de datos. Si todos los pulsos tienen la misma forma de onda (en particular, la misma anchura), esta modulación se conoce como Modulación de Posición de Pulsos, pero eso no es absolutamente necesario en la presente invención, y la anchura de los pulsos puede ser constante o puede variar.

En una realización, el primer generador de señal de AC está adaptado para generar pulsos sustancialmente rectangulares.

15 Se pueden generar fácilmente (primeros) pulsos sustancialmente rectangulares, por ejemplo por medio de un conmutador y una fuente de corriente DC constante o un circuito biestable. La temporización de tales pulsos se puede determinar fácilmente abriendo y cerrando el conmutador en instantes de tiempo adecuados. En el lado transmisor, tales instantes de tiempo se pueden generar fácilmente usando una interrupción del temporizador de un microprocesador. En el lado receptor, las distancias de tiempo entre bordes ascendentes (o descendentes) se pueden medir fácilmente usando una patilla de entrada que tiene capacidades de interrupción de manera que se  
20 genera automáticamente una interrupción en un borde ascendente de la señal en la patilla de entrada. Esto requiere solamente una cantidad pequeña, por ejemplo, mínima de potencia de procesamiento, tanto en el lado transmisor como receptor, y se puede implementar por microprocesadores existentes, por ejemplo, microcontroladores de bajo coste.

25 En una realización, la unidad de control principal y al menos una unidad esclava están adaptadas para aplicar respectivamente detectar al menos una primera y una segunda temporización predeterminada de bordes, por ejemplo, la distancia de tiempo correspondiente a un primer y un segundo símbolo de datos respectivamente.

30 Por ejemplo, el primer símbolo de datos podría ser un bit cero '0' y el segundo símbolo de datos podría ser un bit uno '1'. En este caso el generador de señal enviaría un bit de datos junto con cada pulso de potencia. Por ejemplo, si la señal de AC es un tren de pulsos (modulado) de 10 kHz, entonces la tasa de datos en bruto en el bus (es decir, incluyendo sobredimensionamiento de protocolo) sería 10 kbits/s. La tasa de datos neta que se puede enviar por la unidad maestra a una o más esclavas, depende del protocolo que se usa. Como es bien conocido en la técnica, en caso de que no vayan a ser enviados datos netos, el generador de señal de AC puede enviar por ejemplo "paquetes ficticios" en el bus.

35 En una realización, la unidad de control principal y la al menos una unidad esclava están adaptadas para aplicar respectivamente detectar al menos una primera, una segunda, una tercera y una cuarta amplitud o temporizaciones de bordes, por ejemplo, distancias de tiempo, correspondientes a un primer, segundo, tercer y cuarto símbolo de datos respectivamente.

40 En este caso el generador de señal enviaría dos bits de datos junto con cada pulso de potencia. Por ejemplo, si la señal de AC es un tren de pulsos (modulados) de 10 kHz, entonces la tasa de datos en bruto en el bus (es decir, incluyendo sobredimensionamiento de protocolo) sería 20 kbits/s. La invención no obstante no está limitada a solamente uno o dos bits de datos por símbolo, y también se pueden usar más de dos bits de datos, por ejemplo, tres o cuatro, o incluso más de cuatro bits/pulso.

45 En una realización, la unidad de control principal y la al menos una unidad esclava están adaptadas para aplicar respectivamente detectar al menos una primera, una segunda y una tercera amplitud o pendiente de bordes tales como distancias de tiempo correspondientes a un primer, un segundo y un tercer símbolo de datos respectivamente, el tercer símbolo de datos que es un símbolo de datos ficticio.

50 Por ejemplo, el primer símbolo de datos podría ser un bit cero '0' y el segundo símbolo de datos podría ser un bit uno '1', y el símbolo de datos ficticios podría ser un bit ficticio. En este caso el generador de señal podría aplicar la tercera temporización o amplitud o distancia de tiempo entre pulsos de potencia, cuando no vayan a ser enviados datos, solamente potencia. Tal protocolo puede tener la ventaja de que el proceso de decodificación en el lado receptor es más simple, y puede requerir menos potencia de procesamiento, dado que no necesitan ser procesados datos ficticios. Tales realizaciones también pueden ser más robustas a errores de trama, por ejemplo, cuando se envían los datos ficticios entre diferentes paquetes.

55 Si por ejemplo se envían datos en tramas o series o comandos de 8 bits cada uno, entonces el símbolo de datos ficticios se puede usar por ejemplo como un separador de comando (como un bit de inicio), o como una señal de reloj. Pero el protocolo también puede usar menos de 8 bits por trama, o más de 8 bits por trama.

En una realización, el sistema es un sistema de almacenamiento de energía recargable que comprende una cadena de dispositivos de almacenamiento de energía recargables acoplados en serie, y cada unidad esclava es una unidad de balanceo para cargar o descargar uno de los dispositivos de almacenamiento de energía recargable.

5 En este ejemplo, la potencia colocada en el primer bus está destinada en primer lugar a cargar los dispositivos de energía recargables (por ejemplo, celdas de batería), y solamente una fracción de la potencia inyectada en el primer bus se usa por la unidad de balanceo en sí misma (por ejemplo, para controlar conmutadores, para medir el voltaje, para comunicar).

10 En una realización, el sistema comprende además un segundo bus, conectado entre la unidad de control principal y la al menos una unidad esclava por medio de un elemento de desacoplamiento galvánico para comunicar datos de la al menos una unidad esclava a la unidad de control principal.

El segundo bus puede ser distinto del primer bus. Preferiblemente el segundo bus está conectado a todas las unidades esclavas. La comunicación de datos en el primer bus se denominaría típicamente "enlace descendente", mientras que la comunicación de datos en el segundo bus se denominaría típicamente "enlace ascendente".

15 El segundo canal de datos podría ser por ejemplo un bus I<sup>2</sup>C, o un bus CAN, o cualquier otro bus unidireccional o bidireccional conocido por los expertos, (aunque este bus bidireccional solamente se puede usar en una única dirección, es decir, desde la esclava a la unidad principal en ciertas realizaciones), y el elemento de desacoplamiento galvánico podría ser por ejemplo un elemento de optodesacoplamiento que tiene una interfaz de bus I<sup>2</sup>C o una interfaz de bus CAN, o similar.

20 Tal realización permitiría que la una o más unidades esclavas comuniquen de vuelta a la unidad de control principal. Por ejemplo, en caso de un sistema de almacenamiento de energía recargable que tiene una pluralidad de unidades esclavas, las unidades esclavas podrían comunicar el nivel de voltaje de la celda de energía correspondiente a la unidad de control principal.

25 Esta realización ofrece la ventaja de que es posible una comunicación bidireccional (desde la unidad principal a las unidades esclavas sobre el primer bus, y desde las unidades esclavas a la unidad principal sobre el segundo bus) con separación galvánica, sin tener que usar optoacoplamiento en ambas direcciones: desde la unidad de control principal a la unidad o unidades esclavas y hacia atrás.

En una realización, la al menos una unidad esclava está adaptada para enviar datos a la unidad de control principal sobre el segundo bus, por ejemplo sincronamente con la primera señal de AC.

30 En realizaciones síncronas, una de las esclavas colocaría datos (por ejemplo, un bit) en el segundo bus (por ejemplo, a través de un optoacoplador), brevemente (por ejemplo, inmediatamente) después de detectar el borde ascendente de un pulso de potencia.

35 La modulación de posición de pulsos (PPM) se puede usar tanto en el primer bus como en el segundo bus, pero eso no es absolutamente necesario, por ejemplo, el segundo bus también puede usar otro tipo de modulación, tal como por ejemplo modulación de anchura de pulsos (PWM), modulación de amplitud de pulsos o modulación de recuento de pulsos. No obstante, en algunos de estos casos la unidad principal tiene que ser capaz de detectar tanto el borde ascendente como el borde descendente de los pulsos enviados por las unidades esclavas.

40 La forma de los pulsos enviados por la unidad principal y la forma de los pulsos enviados por las esclavas no necesita ser la misma. Por ejemplo, los pulsos enviados por la unidad principal pueden ser triangulares y los pulsos enviados por las esclavas pueden ser rectangulares, pero se prefiere que se envíen pulsos rectangulares tanto por la unidad principal como por las esclavas.

45 En algunas realizaciones del sistema, no se envían datos reales por la unidad de control principal y cualquiera de las unidades esclavas al mismo tiempo. En el ejemplo anterior con tres diferencias de tiempo predefinidas, la tercera distancia de tiempo correspondiente a "sin datos" se puede usar en el enlace descendente en el momento cuando una de las esclavas está comunicando a través del canal de enlace ascendente. Continuando enviando pulsos desde la unidad principal, con/sin datos, todas las unidades pueden mantenerse sincronizadas fácil y eficazmente, por ejemplo, contando los pulsos, y se puede evitar colisión de datos de las esclavas. La tasa de datos en el segundo bus se puede aumentar en comparación por ejemplo con usar un protocolo de temporización RS232.

50 En una realización del sistema con un segundo bus, el elemento de desacoplamiento galvánico es un segundo condensador, circuito capacitivo o dispositivo capacitivo en serie; la al menos una unidad esclava está adaptada para proporcionar una segunda señal de AC que comprende una pluralidad de terceros pulsos que tienen un borde ascendente (o borde descendente) al segundo condensador, circuito capacitivo o dispositivo capacitivo en serie, por lo cual la amplitud o temporización de los bordes por ejemplo las distancias de tiempo entre los bordes ascendentes (o bordes descendentes) de terceros pulsos consecutivos se modulan según los datos a ser enviados desde la unidad esclava a la unidad de control principal; la unidad de control principal está adaptada para detectar la amplitud o temporización de los bordes, por ejemplo, las distancias de tiempo entre los bordes ascendentes (o descendentes)

de cuartos pulsos que se originan en una salida de los segundos condensadores en serie, circuitos capacitivos o dispositivos capacitivos cuando los terceros pulsos se aplican a su entrada.

En un primer ejemplo de esta realización, el segundo bus y el primer bus son uno y el mismo bus, y el segundo y primer condensadores, circuitos capacitivos o dispositivos capacitivos son uno y el mismo condensadores, circuitos capacitivos o dispositivos capacitivos. En este ejemplo se usa un único bus para transferir potencia y/o datos desde la unidad de control principal a las esclavas, y datos desde las esclavas a la maestra. Los datos desde las esclavas se pueden, por ejemplo, poner en el bus, cuando la unidad de control principal es silenciosa. Los datos de las esclavas se pueden, por ejemplo, intercalar entre comandos enviados por la unidad de control principal, por ejemplo, durante un periodo relativamente corto o uno relativamente largo durante el cual la unidad de control principal no está poniendo pulsos de potencia en el bus. Usar un único bus para potencia y comunicación hacia delante y hacia atrás, ofrece la ventaja de requerir solamente un único bus (por lo tanto las ventajas de menos cables, menos manipulación, menos conexiones, menor coste).

En otro ejemplo de esta realización, el primer bus y el segundo bus son distintos uno de otro. Esto ofrece la ventaja de que la comunicación hacia delante y hacia atrás puede ocurrir en paralelo, y que ningún pulso de potencia ocurre en el segundo bus, lo cual puede permitir una implementación más simple y más barata, en hardware, por ejemplo, debido a que se pueden usar amplitudes menores para los pulsos enviados por las esclavas, y/o ocurre menos perturbación en los buses, y/o menos desacoplamiento capacitivo requerido por las esclavas debido a que la entrega de potencia sobre el primer bus puede continuar, y/o se puede requerir menos almacenamiento temporal de datos, y/o en software, por ejemplo, un protocolo más simple. En cualquiera de los dos casos, la comunicación hacia atrás (desde las esclavas a la unidad de control principal), si se envían en un único bus (entre ráfagas de pulsos de potencia) o en un segundo bus separado, puede ocurrir sustancialmente en la misma frecuencia de reloj que la frecuencia de la primera señal de AC, o en una frecuencia de reloj diferente.

Usar segundos condensadores en serie, circuitos capacitivos o dispositivos capacitivos ofrece la ventaja significativa de que no se requieren unidades de optoacoplamiento en absoluto, ni en el canal de enlace descendente ni en el canal de enlace ascendente. Esto ahorra costes, ahorra espacio de placa, reduce mano de obra, y aumenta la fiabilidad (lo que tiene la ventaja de menos componentes).

Las amplitudes, recuentos de pulsos o duración de las distancias de tiempo predefinidas (o anchuras de pulsos o similares) para cada símbolo de datos, por ejemplo, '0' o '1' usados por las unidades esclavas para enviar datos, pueden ser las mismas que, o diferentes de las amplitudes, recuentos de pulsos o duración de las distancias de tiempo usadas por la unidad de control principal cuando se envían datos. El número de bits por pulso usados para la comunicación de enlace descendente puede ser el mismo que, o diferente del número de bits por pulso para la comunicación de enlace ascendente.

Según un segundo aspecto, la presente invención proporciona un método para proporcionar señales de potencia y datos desde una unidad de control principal a al menos una unidad esclava a través de un primer bus, la al menos una unidad esclava que está acoplada en AC al primer bus por medio de uno o más condensadores en serie, circuitos capacitivos o dispositivos capacitivos, el método que comprende los pasos de: a) proporcionar señales de potencia y datos combinadas a partir de la unidad de control principal a la al menos una unidad esclava generando una primera señal de AC que comprende una pluralidad de primeros pulsos, y aplicando la primera señal de AC al primer bus; b) recibir los primeros pulsos en la entrada del uno o más condensadores en serie, circuitos capacitivos o dispositivos capacitivos, y proporcionar segundos pulsos en la salida del uno o más condensadores en serie, circuitos capacitivos o dispositivos capacitivos; c) enviar los datos desde la unidad de control principal a la al menos una unidad esclava modulando la pluralidad de primeros pulsos; d) recibir los datos en la al menos una unidad esclava demodulando la pluralidad de segundos pulsos. Preferiblemente, la al menos una unidad esclava es una pluralidad de unidades esclavas, todas que están conectadas al primer bus.

En una realización del método, la primera señal de AC se genera de manera que los primeros pulsos tienen un borde ascendente (o descendente); la modulación de los primeros pulsos se hace cambiando las distancias de tiempo entre los bordes ascendentes (o descendentes) de los mismos primeros pulsos o consecutivos; la demodulación de los segundos pulsos se hace detectando las distancias de tiempo entre los bordes ascendentes (o descendentes) de los mismos segundos pulsos o consecutivos, y traduciendo las distancias de tiempo determinadas a símbolos de datos correspondientes.

En una realización, el primer generador de AC aplica respectivamente una primera y segunda distancia de tiempo predeterminada para transmitir respectivamente un primer y segundo símbolo de datos; y al menos una unidad esclava demodula los segundos pulsos midiendo las distancias de tiempo entre los bordes ascendentes (o descendentes) de los mismos segundos pulsos o consecutivos, y seleccionando una de las dos distancias de tiempo predefinidas correspondientes a la distancia de tiempo medida, y traduciendo las distancias de tiempo seleccionadas al primer y segundo símbolos de datos correspondientes.

Seleccionar la distancia de tiempo predefinida "correspondiente" se realiza típicamente calculando la diferencia entre la distancia de tiempo medida y cada una de las distancias de tiempo predefinidas correspondientes a los símbolos

de datos, y también seleccionando la del valor de diferencia absoluta más pequeño, pero también se pueden usar otras técnicas.

5 En una realización, el primer generador de AC aplica respectivamente una primera, segunda y tercera distancia de tiempo predeterminada para transmitir respectivamente un primer, segundo y tercer símbolo de datos, por ejemplo, '0', '1', 'x', el tercer símbolo de datos que es una señal de datos ficticios; y en donde la al menos una unidad esclava demodula los segundos pulsos midiendo las distancias de tiempo entre los bordes ascendentes (o descendentes) de los mismos segundos pulsos o consecutivos, y seleccionando una de la primera, segunda y tercera distancias de tiempo predefinidas correspondientes a la distancia de tiempo medida, y traduciendo la distancia de tiempo seleccionada al primer, segundo y tercer símbolos de datos correspondientes, el tercer símbolo de datos que es una  
10 señal de datos ficticios.

En una realización, la al menos una unidad esclava está acoplada comunicativamente además a un segundo bus por medio de un elemento de desacoplamiento galvánico, y el método que comprende además los pasos de comunicar datos desde una de las unidades esclavas a través del segundo bus a la unidad de control principal, síncrona o asincrónamente con la primera señal de AC.

15 Cuando se usa un optoacoplador como el elemento de desacoplamiento galvánico, la salida de datos de las esclavas no se distorsiona, y la unidad principal puede detectar fácilmente bordes ascendentes y descendentes de pulsos rectangulares enviados por las esclavas. En este caso, las esclavas pueden usar, por ejemplo, modulación de posición de pulsos o modulación de anchura de pulsos o modulación RS-232.

20 Cuando se usa acoplamiento capacitivo para comunicación desde las esclavas a la unidad principal, se pueden distorsionar las señales. Si las esclavas envían pulsos rectangulares y usan modulación de anchura de pulsos (PWM), la unidad principal tendrá que ser capaz de detectar tanto bordes ascendentes como descendentes para decodificar los datos. Si las esclavas usan modulación de posición de pulsos (PPM), la unidad principal solamente necesita detectar los bordes ascendentes. Se pueden usar otras modulaciones tales como modulación de amplitud o modulación de recuento de pulsos.

25 Las unidades esclavas pueden usar la misma (o sustancialmente la misma) frecuencia de reloj para enviar datos que se usó para los primeros pulsos, pero eso no es absolutamente necesario, y las unidades esclavas también pueden usar una frecuencia de reloj relativamente no relacionada, por ejemplo, basada en un oscilador local. Las frecuencias de reloj de las diferentes esclavas, no obstante, deberían ser sustancialmente las mismas.

30 Es una ventaja de usar comunicación síncrona, que la tasa de datos puede ser mucho más alta que con la comunicación asíncrona.

Usando un protocolo adecuado, se puede evitar colisión de mensajes en el canal de retorno. Son posibles varios protocolos, por ejemplo, un protocolo donde la maestra envía primero un mensaje o comando a una esclava particular, donde después de eso se da a una esclava tiempo para responder en el segundo bus. Cuando la primera esclava ha enviado sus datos, la maestra direcciona la siguiente esclava, etc. Pero también se pueden usar otros  
35 protocolos.

Los aspectos particulares y preferidos de la invención se exponen en las reivindicaciones independientes y dependientes anexas. Los rasgos de las reivindicaciones dependientes se pueden combinar con los rasgos de las reivindicaciones independientes y con los rasgos de otras reivindicaciones dependientes según sea adecuado y no meramente como se expone explícitamente en las reivindicaciones.

40 Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de y dilucidados con referencia a la realización o las realizaciones descritas en lo sucesivo.

### Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 muestra un sistema de almacenamiento de energía recargable que comprende una pluralidad de celdas recargable conectadas en serie, como es conocido en la técnica.

45 La FIG. 2 muestra una de las unidades de balanceo del sistema de almacenamiento de energía recargable de la FIG. 1 en más detalle.

La FIG. 3 muestra un sistema de almacenamiento de energía recargable según las realizaciones de la presente invención.

50 La FIG. 4 muestra un diagrama de bloques ampliado de un ejemplo de una unidad esclava que se puede usar en el sistema de la FIG. 3.

La FIG. 5 muestra un esquema de circuito para parte de la unidad esclava de la FIG. 4, para ilustrar cómo se puede establecer comunicación desde la unidad esclava a la unidad de control principal usando dispositivos de optoacoplamiento, el segundo conmutador que se omite del dibujo por razones de claridad.



5 La FIG. 6 es un ejemplo de un circuito de prueba simple conocido en la técnica, para explicar cómo los primeros pulsos que tienen un borde ascendente (por ejemplo, bordes ascendentes empinados de pulsos rectangulares) se transforman en segundos pulsos que tienen un borde ascendente (por ejemplo, un borde ascendente empinado seguido por un decaimiento de nivel). Los bordes ascendentes de los segundos pulsos ocurren sustancialmente simultáneamente con los bordes ascendentes de los primeros pulsos.

La FIG. 7A muestra un ejemplo de una forma de onda de potencia pulsada que comprende primeros pulsos que tienen un borde ascendente, por la cual la distancia entre los bordes ascendentes de los primeros pulsos se modula según datos que se transmiten desde la unidad de control principal (maestra) a las unidades esclavas.

10 La FIG. 7B muestra un ejemplo de segundos pulsos obtenidos en la salida del circuito de la FIG. 6, cuando la forma de onda de la FIG. 7A se aplica a su entrada.

La FIG. 7C ilustra una realización adicional de las formas de onda de potencia pulsada.

Las FIG. 7D a 7H ilustran realizaciones adicionales de formas de onda de potencia pulsada.

La FIG. 7I ilustra cómo se puede calcular el valor de un condensador de desacoplamiento.

15 La FIG. 8 muestra una realización de un sistema según aspectos de la presente invención, por la cual la unidad de control principal está adaptada para enviar potencia y datos a una pluralidad de esclavas, pero no hay canal de retorno desde las esclavas a la unidad principal.

La FIG. 9 muestra un ejemplo de una unidad esclava que se puede usar en el sistema de la FIG. 8.

20 La FIG. 10 muestra una realización de un sistema según aspectos de la presente invención, por la cual la unidad de control principal está adaptada para enviar potencia y datos a una pluralidad de esclavas sobre un bus, y por la cual las esclavas están adaptadas para enviar selectivamente datos a la unidad de control principal sobre el mismo bus.

La FIG. 11 muestra un ejemplo de una unidad esclava que se puede usar en el sistema de la FIG. 10.

25 La FIG. 12 muestra una realización de un sistema según aspectos de la presente invención, por la cual la unidad de control principal está adaptada para enviar potencia y datos a una pluralidad de esclavas a través de un primer bus, y por la cual las esclavas están adaptadas para enviar selectivamente datos a la unidad de control principal sobre un segundo bus, diferente del primer bus.

La FIG. 13 muestra un ejemplo de una unidad esclava que se puede usar en el sistema de la FIG. 12.

Los dibujos son solamente esquemáticos y no son limitantes.

En los dibujos, el tamaño de alguno de los elementos puede estar exagerado y no dibujado a escala con propósitos ilustrativos.

30 Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no se interpretará como limitante del alcance. En los diferentes dibujos, los mismos signos de referencia se refieren a los mismos o análogos elementos.

#### **Descripción detallada de las realizaciones ilustrativas**

35 La presente invención se describirá con respecto a realizaciones particulares y con referencia a ciertos dibujos pero la invención no está limitada a los mismos sino solamente por las reivindicaciones. Los dibujos descritos son solamente esquemáticos y no son limitantes. En los dibujos, el tamaño de algunos de los elementos puede estar exagerado y no dibujado a escala con propósitos ilustrativos. Las dimensiones y las dimensiones relativas no corresponden a reducciones reales para poner en práctica la invención.

40 Además, los términos primero, segundo y similares en la descripción y en las reivindicaciones se usan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir una secuencia, o bien temporalmente, espacialmente, en clasificación o bien de cualquier otra manera. Ha de ser entendido que los términos así usados son intercambiables bajo las circunstancias adecuadas y que las realizaciones de la invención descritas en la presente memoria son capaces de operación en otras secuencias distintas de las descritas o ilustradas en la presente memoria.

45 Además, los términos superior, debajo y similares en la descripción y las reivindicaciones se usan con propósitos descriptivos y no necesariamente para describir posiciones relativas. Ha de ser entendido que los términos así usados son intercambiables bajo las circunstancias adecuadas y que las realizaciones de la invención descritas en la presente memoria son capaces de operación en otras orientaciones distintas de las descritas o ilustradas en la presente memoria.

50 Ha de ser señalado que el término "que comprende", usado en las reivindicaciones, no se debería interpretar como que está restringido a los medios enumerados en lo sucesivo; no excluye otros elementos o pasos. De esta manera

5 ha de ser interpretado como que especifica la presencia de los rasgos, enteros, pasos o componentes expuestos que se refieren a, pero no excluyen la presencia o adición de uno o más de otros rasgos, enteros, pasos o componentes, o grupos de los mismos. De esta manera, el alcance de la expresión “un dispositivo que comprende los medios A y B” no se debería limitar a dispositivos que constan solamente de los componentes A y B. Significa que con respecto a la presente invención, los únicos componentes relevantes del dispositivo son A y B.

10 La referencia en toda esta especificación a “una realización” significa que un rasgo, estructura o característica particular descrita en conexión con la realización está incluida en una o más realizaciones de la presente invención. De esta manera, las apariciones de la frase “en una realización” en diversos lugares en toda esta especificación no están refiriéndose todas necesariamente a la misma realización, sino que puede. Además, los rasgos, estructuras o características particulares se pueden combinar de cualquier manera adecuada, como sería evidente a un experto ordinario en la técnica a partir de esta descripción, en una o más realizaciones.

15 De manera similar, se debería apreciar que en la descripción de las realizaciones ejemplares de la invención, se agrupan juntos algunas veces diversos rasgos de la invención en una única realización, figura, o descripción de la misma con el propósito de racionalizar la descripción y ayudar en la comprensión de uno o más de los diversos aspectos inventivos. Este método de la descripción, no obstante, no ha de ser interpretado como que refleja una intención de que la invención reivindicada requiera más rasgos que los que se expresan expresamente en cada reivindicación. Más bien, como reflejan las siguientes reivindicaciones, los aspectos inventivos se encuentran en menos de todos los rasgos de una única reivindicación descrita precedente. De esta manera, las reivindicaciones que siguen la descripción detallada se incorporan expresamente por este medio en esta descripción detallada, con cada reivindicación que se pone a sí misma como realización separada de esta invención.

20 Además, mientras que algunas realizaciones descritas en la presente memoria incluyen algunos pero no otros rasgos incluidos en otras realizaciones, combinaciones de rasgos de diferentes realizaciones se entiende que están dentro del alcance de la invención, y forman diferentes realizaciones, como se entendería por los expertos en la técnica. Por ejemplo, en las siguientes reivindicaciones, cualquiera de las realizaciones reivindicadas se puede usar en cualquier combinación.

25 En la descripción proporcionada en la presente memoria, se exponen numerosos detalles específicos. No obstante, se entiende que las realizaciones de la invención se pueden poner en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, métodos, estructuras y técnicas bien conocidos no se han mostrado en detalle con el fin de no oscurecer una comprensión de esta descripción.

30 Cuando en el presente documento se hace referencia a “datos”, se hace referencia a cualquier tipo de datos, incluyendo, por ejemplo, datos de carga útil, información de dirección, comandos, etc. Cómo se interpretan los datos, es un asunto del protocolo de comunicación usado entre la unidad de control principal y las unidades esclavas. Aunque se describirán en más detalle algunos aspectos de un protocolo posible, la invención no está limitada al mismo, y se pueden usar también otros protocolos.

35 Cuando en el presente documento se hace referencia a “tiempo de subida” de un “borde ascendente” de una señal que cambia desde un nivel de voltaje “bajo” a un nivel de voltaje “alto”, se hace referencia al tiempo tomado por la señal para cambiar desde un valor del 10% a un valor del 90% del paso desde el nivel bajo al alto. Por ejemplo, donde la señal pulsada es una onda de bloque rectangular con una amplitud de 12V (que varía entre 0 V y 12 V), el tiempo de subida se define como el tiempo requerido para que la señal cambie desde 1,20 V a 10,80 V.

40 Donde las realizaciones se describen usando bordes ascendentes éstos también se pueden implementar usando bordes descendentes. Los bordes delanteros se pueden referir a bordes traseros cuando se determinan temporizaciones.

45 Las realizaciones de la presente invención se pueden usar con sistemas de almacenamiento de energía pero la presente invención no está limitada a sistemas de almacenamiento de energía solo, sino que también se puede usar en otras aplicaciones donde una unidad de control principal es para proporcionar potencia y datos a una o más unidades esclavas, mientras que está separada galvánicamente de las mismas. Los principios de la presente invención también se pueden usar, por ejemplo, en aplicaciones médicas, donde uno o más dispositivos esclavos están implantados en un cuerpo, y donde la unidad de control principal, externa al cuerpo, proporciona potencia y datos a los dispositivos esclavos a través de acoplamiento capacitivo. Otra aplicación puede ser un sistema de control de acceso, por el cual la unidad de control principal es parte de un lector de distintivo, y las unidades esclavas son parte de una tarjeta de acceso.

50 Primera realización

La FIG. 3 a la FIG. 7 se usarán para explicar los principios fundamentales de una realización de la presente invención.

55 La FIG. 3 muestra un sistema 113 según aspectos de la presente invención. El sistema 113 es una variante del sistema de almacenamiento de energía 13 de la FIG. 1, pero éste no se pretende limitar la invención a sistemas de almacenamiento de energía. Cuando se compara el diagrama de bloques de la FIG. 3 con el de la FIG. 1, llega a

estar claro inmediatamente que la diferencia principal entre ambos sistemas 113, 13 es que los datos de la unidad de control principal 120 a la una o más unidades esclavas 115 ocurren sobre el primer bus 130 en lugar de sobre el segundo bus 140, como se indica por las flechas “potencia y datos” y “datos”. Aunque no es directamente evidente a partir de la FIG. 3, ésta ofrece la ventaja importante de que el segundo bus 140 puede ser ahora unidireccional en lugar de bidireccional. Cuando se usan optoacopladores, esto significa que uno de los dos optoacopladores (uno para cada dirección) se puede omitir por esclava 115. Esta es una ventaja importante en términos de espacio de placa y coste de componentes, especialmente en sistemas tales como sistemas de almacenamiento de energía que tienen una pluralidad de esclavas, por ejemplo, que tienen al menos ocho, o al menos dieciséis, o al menos treinta y dos esclavas, o incluso más. Además, el tráfico sobre el segundo bus 140 se reduce (en comparación con el sistema 13 de la FIG. 1), lo cual puede permitir usar dispositivos de interfaz más lentos, por ejemplo, optoacopladores más lentos, que pueden disminuir además el coste de componentes. Esto también puede reducir el ruido, problemas de EMC y EMI, y de esta manera aumentar la fiabilidad del sistema.

Un aspecto importante de la presente invención, es cómo tanto la potencia como los datos se pueden transmitir sobre el mismo bus 130, cuyo bus está desacoplado galvánicamente de las esclavas 115 por medio de condensadores en serie 119, como se describirá a continuación.

La FIG. 4 muestra una realización de una unidad esclava 115 que se puede usar en el sistema de almacenamiento de energía 113 mostrado en la FIG. 3. La señal de potencia y datos (que emana de la unidad de control principal 120) se proporciona a la unidad esclava 115 a través de la nota “P” de entrada. Como se ha explicado con relación a la FIG. 1 y la FIG. 2, una parte de la potencia se usa para la fuente de alimentación local 122, y otra parte se puede transferir a un dispositivo externo, en este caso la celda de batería 12 (no mostrada en la FIG. 4), controlando los conmutadores SW1, SW2 de una manera similar como se ha descrito en la técnica anterior mencionada anteriormente. El microcontrolador 118 puede recibir datos desde la unidad de control principal 120 a través de la línea de RX, y puede transmitir datos a la unidad de control principal 120 a través de la línea de TX. Mientras que en la FIG. 2, las líneas de comunicación de RX y TX ambas van al nodo “C”, en la unidad esclava de la FIG. 4 solamente la línea de TX (para transmitir) datos va al nodo “C”, mientras que la línea de RX (para recibir datos) está conectada al nodo “P”. La ventaja importante de esta diferencia puede no ser evidente inmediatamente a partir del diagrama de bloques de la FIG. 4, pero llegará a ser evidente a partir de un diagrama esquemático, un ejemplo del cual se muestra en la FIG. 5, aunque la presente invención no está limitada a este esquema solamente, sino que también se pueden usar otros esquemas.

La FIG. 5 muestra la unidad esclava 115 de la FIG. 4 en más detalle, aparte del segundo conmutador SW2, y algunos condensadores, circuitos capacitivos, o dispositivos capacitivos, de desacoplamiento que se omiten con propósitos de claridad. La fuente de alimentación local 122 se muestra como un diagrama de bloques, pero tales circuitos son bien conocidos en la técnica, y por lo tanto no necesitan ser mostrados o descritos en más detalle aquí. C2 es el condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) en serie para pasar la potencia a la fuente de alimentación local 122 y para cargar la celda de batería 12 (no mostrada) mientras que bloquea el componente de DC. El condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) C2 corresponde al condensador 119 en la FIG. 3, pero como se muestra, un segundo condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) C1 se conecta opcionalmente en paralelo a C2 para hacer la comunicación más fiable y menos dependiente del estado del elemento de batería 12 y el estado del conmutador SW1. Si está presente, el valor de C1 es típicamente unos pocos órdenes de magnitud menor que el de C2. Alternativamente, el condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) C1 se puede omitir, en cuyo caso el resistor R1 estaría conectado a la salida de C2, pero en este caso la señal de comunicación sería débil en caso del primer conmutador SW1 se cerrase, y el voltaje de la celda 12 correspondiente (no mostrada en la FIG. 5) sería bajo. Añadir un camino de datos separado (a través del condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) en serie C1 entre el bus 130 y la unidad esclava 115, ofrece la ventaja de no tener que abrir el conmutador SW1 cuando han de ser recibidos datos. Esto hace la comunicación más fiable, y también simplifica el software del microprocesador 118. El conmutador SW1 puede ser, por ejemplo, un transistor bipolar, o un FET, o un tiristor, o cualquier otro conmutador adecuado conocido en la técnica. Una etapa de salida del componente de optoaislamiento 135 se puede alimentar a partir de la unidad de control principal 120 por medio de señal de potencia PP. El microcontrolador 118 tiene preferiblemente en sus entradas diodos limitadores (no ilustrados) que evitan que el nivel de voltaje en las patillas de entrada exceda mucho (por ejemplo, más de 0,5 V) por encima de VDD o mucho (por ejemplo, más de 0,5 V) por debajo la GND local. La patilla de tierra GND del microcontrolador 118 se conectaría típicamente al nivel de voltaje bajo de la celda de batería 12 a través del nodo S. Esto permite que el condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) C1 sea acoplado a través de un simple resistor R1 a una patilla de entrada del microcontrolador 118 sin dañarlo. Debido a esto, la parte negativa de los pulsos P2 desaparecería sustancialmente (en el interior del microcontrolador). Si esta unidad esclava 115 fuera a ser usada en el sistema 13 de la técnica anterior de la FIG. 1, se podrían omitir el condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) C1 y el resistor R1, pero otro componente de optoaislamiento (unidireccional) tendría que ser añadido para los datos recibidos por el microcontrolador, que ocuparía más espacio de placa, y aumentaría el coste.

Habiendo descrito la estructura del sistema 113, y en particular de las unidades esclavas 115, su funcionamiento se describirá ahora con referencia a la FIG. 6 y la FIG. 7.

En primer lugar, se explicará, por medio del circuito de prueba simple de la FIG. 6, cómo los primeros pulsos P1, por ejemplo, pulsos rectangulares, generados por la unidad de control principal 120 y el generador de señal de AC 114 (véase la FIG. 3) se transforman (distorsionan) en segundos pulsos no rectangulares P2 por los condensadores (o circuitos capacitivos, o dispositivos capacitivos) en serie 119. Es bien conocido en la técnica, que los pulsos rectangulares P1 con bordes ascendentes empinados r1, se transforman por una capacitancia en serie en segundos pulsos P2 con bordes ascendentes empinados r2 que ocurren sustancialmente simultáneamente con los bordes ascendentes r1 de los primeros pulsos P1, pero entonces decaen exponencialmente con el tiempo. El tamaño y forma exactos del primer y segundo pulsos P1, P2 no es de importancia primordial para las realizaciones de la presente invención para funcionar, siempre que los pulsos sean adecuados para proporcionar una cantidad de potencia suficiente a las unidades esclavas 115, y siempre que la característica relevante de los pulsos que se usa para transferir información se pueda extraer a la esclava. Por ejemplo, en algunas realizaciones las unidades esclavas 115 son capaces de medir una diferencia de tiempo entre los bordes ascendentes r2a y r2b de pulsos P2 sucesivos con suficiente precisión, como se explicará aún más. En el sistema de energía recargable 113 de la FIG. 1 y la FIG. 3, los pulsos P1 de potencia son preferiblemente pulsos rectangulares con una amplitud predeterminada, por ejemplo 12 V, a una frecuencia predeterminada, por ejemplo 10 kHz o 25 kHz, y que tienen un ciclo de trabajo predeterminado, por ejemplo un ciclo de trabajo de alrededor del 50%. Otras amplitudes más grandes o más pequeñas que 12 V, no obstante, también se pueden usar, tales como por ejemplo 5 V o alrededor de 6 V o alrededor de 24 V, y también se pueden usar otras frecuencias y ciclos de trabajo.

La FIG. 7A, la FIG. 7B y la FIG. 7C muestran el principio de cómo se pueden comunicar datos desde la unidad de control principal 120 a las unidades esclavas 115 en una realización de la presente invención. Por ejemplo, en el sistema 113 de la FIG. 3, hay modulación de los pulsos de potencia en sí mismos. La FIG. 7A y la FIG. 7C muestran un ejemplo de tal serie de primeros pulsos P1, por el cual los pulsos que tienen un borde ascendente, preferiblemente un borde ascendente empinado, y por el cual se modula la distancia (diferencia de tiempo) entre los bordes ascendentes de los primeros pulsos P1 posteriores, en particular modulada en banda base, según los datos a ser transmitidos desde la unidad de control principal 120 a las unidades esclavas 115. Como técnica de modulación, se puede usar Modulación de Posición de Pulsos, conocida en la técnica como "PPM". No obstante, no es absolutamente necesario usar esta técnica. La forma de onda ilustrada es una variante de la misma, como en PPM clásica el tiempo alto de cada pulso es igual, aunque no es absolutamente necesario para realizaciones de la presente invención. Para realizaciones de la presente invención, solamente es importante la posición de los bordes ascendentes. En otras realizaciones se puede usar en su lugar el borde trasero. La FIG. 7A muestra un ejemplo de una forma de onda generada por el generador de señal de AC 114. La unidad maestra tiene un transmisor para transmitir la señal de AC modulada. Las señales de AC pueden ser señales binarias. Se debería señalar que no es absolutamente necesario que se usen pulsos rectangulares como los primeros pulsos P1, y también se podrían usar pulsos triangulares, por ejemplo, de una forma de onda en diente de sierra. No obstante, los pulsos rectangulares son ventajosos en la medida que son extremadamente fáciles de producir mediante circuitos electrónicos simples tales como un microcontrolador (como parte de la unidad de control principal 120), por ejemplo, alternando una patilla de salida digital entre '0' y '1', y aplicando esa a las entradas de un denominado puente en H. Tales circuitos se usan comúnmente en circuitería de control de motores, y de esta manera no necesitan ser descritos en más detalle aquí. Es, por ejemplo, bien conocido que la salida del puente en H se puede activar "baja", o activar "alta", o "alta impedancia".

La FIG. 7B muestra un ejemplo de segundos pulsos P2 que aparecen en la salida del condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) en serie 119, cuando la forma de onda de la FIG. 7A o la FIG. 7C se aplica a su entrada. La forma exacta de la forma de onda de los segundos pulsos P2 puede desviarse de la forma de onda ideal mostrada en la FIG. 6, que depende de la impedancia real del circuito "detrás" de la capacitancia (en el lado esclavo). Por ejemplo, en el circuito de la FIG. 6, la impedancia es un único resistor R, en cuyo caso los segundos pulsos P2 decaen como una función exponencial. Pero en el caso del circuito de la FIG. 5, la impedancia es la de un circuito más complicado que comprende el diodo D2, la fuente de alimentación 122, un conmutador SW1 (que se puede abrir y cerrar), y opcionalmente también la celda de almacenamiento de energía (no mostrada). No obstante, en estas realizaciones eligiendo una técnica de modulación y demodulación adecuada, tal como PPM, la forma exacta de los segundos pulsos P2 es menor o no importante, y solamente es importante la posición entre bordes de pulsos tales como, por ejemplo, los bordes ascendentes r2a, r2b de pulsos sucesivos, que es el parámetro que se modula.

En el ejemplo mostrado en la FIG. 7A, la FIG. 7B y la FIG. 7C, la diferencia de tiempo  $\Delta t$  entre pulsos sucesivos puede suponer uno de una serie de valores predefinidos, por ejemplo, tres valores predefinidos: cuando no se envían datos desde la unidad de control maestra 120 a las esclavas 115, se usa una tercera diferencia de tiempo  $\Delta t_3$  predefinida entre pulsos posteriores, correspondiente a "sin datos" o "datos ficticios". Estos pulsos solamente transportan potencia, no datos. Cuando un bit '1' ha de ser enviado desde la unidad de control maestra 120 a las esclavas 115, se usa una segunda diferencia de tiempo  $\Delta t_2$  predefinida entre pulsos posteriores, correspondiente a bits '1'. Tales pulsos transportan tanto potencia como información de datos. Cuando un bit '0' ha de ser enviado desde la unidad de control maestra 120 a las esclavas 115, se usa una primera diferencia de tiempo  $\Delta t_1$  predefinida entre pulsos posteriores, correspondiente a bits '0'. También estos pulsos transportan tanto potencia como información de datos. La segunda diferencia de tiempo  $\Delta t_2$  predefinida entre pulsos posteriores puede por ejemplo ser más grande que la primera diferencia de tiempo  $\Delta t_1$  predefinida entre pulsos posteriores, y la tercera diferencia

de tiempo  $\Delta t_3$  predefinida entre pulsos posteriores puede ser más pequeña que la primera diferencia de tiempo  $\Delta t_1$  predefinida entre pulsos posteriores. Esto, no obstante, no es un requisito; el inverso puede ser el caso, o tanto la segunda como la tercera diferencia de tiempo  $\Delta t_2$ ,  $\Delta t_3$  predefinida entre pulsos posteriores puede ser más pequeña o más grande que la primera diferencia de tiempo  $\Delta t_1$  predefinida entre pulsos posteriores. En un ejemplo donde la frecuencia de los pulsos en el primer bus es de alrededor de 25 kHz,  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$  y  $\Delta t_3$  se puede elegir, por ejemplo, iguales a alrededor de 35, 40 y 45 microsegundos, respectivamente, (con una tolerancia de, por ejemplo, menos de 1,5 microsegundos cada una), y pueden corresponder a '0', '1' y 'sin datos' respectivamente, pero también se pueden usar otros valores.

La descripción anterior se refiere a realizaciones de la presente invención que se pueden describir como que usan una forma de modulación de frecuencia de pulsos (es decir, como se muestra en y describe con respecto a la Fig. 7A, 7B, 7C). La modulación se logra cambiando el periodo de la forma de bloque para codificar bits. Un periodo ( $\Delta t_3$ ) señala "inactivo", "ficticio" o "sin datos". Otros periodos señalan diferentes combinaciones de bits de uno o más bits. La demodulación se logra midiendo el tiempo entre bordes ascendentes y valores de bits relativos a las diferentes longitudes de tiempo.

Alternativamente en realizaciones adicionales se puede realizar modulación manteniendo el periodo de los pulsos constante pero variando el tiempo de encendido y apagado de la onda de bloque (Fig. 7D, Fig. 7E). Esta es una forma de modulación de anchura de pulsos. Con el fin de demodular, se mide el lapso de tiempo entre los bordes ascendentes y descendentes de cada pulso. Los componentes del circuito mostrado en la fig. 6 están dimensionados con el fin de retener bordes descendentes medibles. De nuevo, diferentes combinaciones de bits de uno o más bits (FIG. 7E) se pueden codificar con el fin de aumentar el ancho de banda.

Según realizaciones adicionales de la presente invención, se puede usar una combinación de las dos técnicas anteriores, por ejemplo, se genera una señal inactiva por un periodo T1 dado. Estos pulsos transmiten solamente potencia. Para datos se usa un tiempo T2 diferente (véase la FIG. 7F). La distinción entre valores de datos diferentes se logra variando el ciclo de trabajo dentro de T2. Esto significa que se usa modulación de anchura de pulsos dentro del ciclo de trabajo T2. La demodulación se simplifica algo en la medida que se puede usar una medición de periodo simple para determinar si están siendo enviados o no datos. Una vez que se inicia la recepción de datos se realiza la demodulación mediante pulso con mediciones.

Aún otra realización alternativa de la presente invención que hace uso de una técnica de modulación se muestra en la FIG. 7G. En esta realización, la provisión de una señal de datos es haciendo que un cierto número de pulsos represente un valor de bit. Para demodulación se cuentan pulsos dentro de un tren de pulsos más que medir en el tiempo. Para indicar cuándo un tren de pulsos inicia o detiene un tiempo inactivo más largo (véase la FIG. 7G) o más corto se puede usar o un pulso más largo o más corto que se usa en el tren de pulsos para contar. Por ejemplo, con los trenes de pulsos mostrados en la FIG. 7G un retardo más largo entre pulsos, es decir, un valor bajo más largo se usa como señal de inicio/parada, y un simple contador de tiempo de espera se puede usar para determinar cuándo reiniciar el recuento de pulsos. La ventaja de esta realización es que la frecuencia portadora se puede aumentar (por ejemplo, x 8) sin la necesidad de aumentar la potencia de procesamiento en el lado receptor. De esta forma el ancho de banda de datos se mantiene comparado con realizaciones previas pero se puede aumentar la potencia transmitida a las esclavas o los condensadores o circuitos capacitivos o dispositivos capacitivos de acoplamiento (319) se pueden disminuir de tamaño.

Aún en otra realización se puede realizar modulación usando una onda de bloque con más de una amplitud casi de una manera similar que diferentes periodos. Esta es una forma de modulación de amplitud. En este caso la modulación se puede realizar conmutando entre fuentes de alimentación que tienen diferentes voltajes de salida para la onda de bloque, por ejemplo. Esto requiere un conmutador adicional en el lado del remitente. Para demodulación se puede requerir un comparador adicional para determinar la amplitud original.

Las realizaciones de la presente invención también se pueden usar para transmisiones de datos bidireccionales. Por ejemplo, las esclavas pueden generar pulsos de datos para transmisión a una maestra o a otras esclavas, por ejemplo, en forma de una señal de difusión. Por ejemplo, se puede generar un estado de impedancia alta dentro de la temporización de onda de bloque generada originalmente o en cualquier intervalo de tiempo adecuado en cualquiera de las realizaciones de la presente invención, por ejemplo, también con realizaciones sin detener la generación de ondas de bloque. En este caso la onda de bloque se puede considerar como un tren de pulsos de reloj que permite una comunicación síncrona de una esclava al controlador principal. Una esclava comunica generando unos tipos diferentes de pulso por sí misma en la línea de datos durante el estado de impedancia alta (véase la FIG. 7H). Este pulso, su posición relativa a la onda de bloque y/o su longitud se pueden detectar por el controlador principal. Estos parámetros se pueden enlazar con patrones de bits.

En cualquiera de las realizaciones de la presente invención el tamaño del condensador de desacoplamiento en la unidad esclava o en otra parte se puede determinar de la siguiente forma con referencia a la FIG. 7I. El valor de condensador de C1 en la FIG. 5 o C en la FIG. 6, por ejemplo, se puede calcular comenzando desde la corriente de

descarga del condensador que se calcula con la fórmula:  $I = \frac{U}{R}$ . Cuando I es conocida, C se puede calcular con la

siguiente fórmula:  $I = C * \frac{\Delta v}{\Delta t}$ . La Fig. 7I muestra un  $\Delta v$  de, por ejemplo, máx. 1 V y  $\Delta t$  es conocido a partir de la onda de bloque generada.

5 El microcontrolador 118 de las unidades esclavas 115 puede decodificar o demodular fácilmente tal señal de potencia y datos combinada, por ejemplo usando una patilla de entrada que genera automáticamente una interrupción en un borde ascendente, y el microcontrolador solamente necesita determinar el intervalo de tiempo entre pulsos posteriores, por ejemplo, midiendo un valor de tiempo (o valor de contador) cuando ocurre el primer pulso, y midiendo un valor de tiempo (o valor de contador) cuando ocurre el segundo pulso, y entonces calculando la diferencia entre estos instantes de tiempo (o valores de contador) como  $\Delta t$ , y entonces encontrar la mejor coincidencia con uno de los valores predefinidos  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$  y  $\Delta t_3$ , y asignar los bits '0' o '1' o 'sin bit de datos' correspondientes.

10 Está claro para los expertos en la técnica, que lo anterior especifica una realización posible de una "capa física" del modelo OSI bien conocido que se puede usar en el hardware de la FIG. 3. La capa física especifica cómo se comunican "bits" entre dispositivos. Esta capa especifica típicamente parámetros como, por ejemplo, voltajes, velocidad, y la distribución de patillas de los cables.

15 Aunque se puede usar cualquier protocolo de capa más alta adecuado en la parte superior de esta capa física, se describirá a continuación un protocolo adecuado para uso en el sistema de energía recargable 113, como realización, y sin limitar al mismo sistemas según la invención.

20 En un ejemplo, cada microcontrolador 118, y de esta manera cada unidad esclava 115, tendría una dirección única en el bus, por ejemplo, una dirección de 5 bits en un sistema que tiene 32 unidades esclavas. La dirección, por ejemplo, puede estar codificada por programa en el software de esclava, o escrita en memoria no volátil (rápida o EEPROM, incorporada en la esclava, o conectada externamente a la misma), o incluso puede ser establecida a nivel de PCB rellenando resistores de subida o bajada, o usando conmutadores DIP, o de cualquier otra forma. Un ciclo de comunicación comienza con un estado 'inactivo', correspondiente a los "bits sin datos" mencionados anteriormente. La unidad de control principal 120 solamente envía pulsos de potencia, sin datos. Las unidades esclavas 115 están "escuchando" al bus midiendo las diferencias de tiempo  $\Delta t$  entre los bordes ascendentes de pulsos sucesivos (en este caso detectarían  $\Delta t_3$ ). Entonces, la unidad de control principal 120 envía un paquete de datos que consta de un número predeterminado de bits que comprenden información de instrucción e información de dirección. Como ejemplo solamente, la unidad de control principal 12 puede enviar un paquete de datos de 8 bits, que comprende 3 bits para la instrucción + 5 bits para la dirección. Tal paquete de datos de 8 bits proporciona ocho comandos posibles y treinta y dos direcciones esclavas. Por supuesto, la longitud del paquete de datos se puede adaptar a las necesidades, es decir, al número de direcciones y al número de comandos requeridos para la aplicación particular. Uno de los posibles comandos puede ser "abrir todos los primeros conmutadores SW1", en cuyo caso el campo de dirección es irrelevante, y cada unidad esclava 115 abriría su primer conmutador SW1. Otro comando podría ser "cerrar un primer conmutador SW1", en cuyo caso solamente la unidad esclava direccionada cierra su primer conmutador. Otro comando podría ser "medir todos los voltajes". Cada microcontrolador 118 entonces mediría el voltaje de su celda eléctrica 12, usando su convertidor A/D, y almacenaría el valor temporalmente en memoria. Otro comando podría ser "transmitir un voltaje medido", y la esclava direccionada transmitiría el voltaje medido sobre el segundo bus 40.

40 La comunicación sobre el segundo bus 140 se puede basar en la misma frecuencia que la comunicación del primer bus 130, por ejemplo, puede ser síncrona con la misma, pero eso no es absolutamente necesario.

45 En el caso síncrono, cada pulso de potencia entrante se usaría como señal de reloj para emitir los datos en el segundo bus 140, es decir, en cada borde ascendente de los pulsos entrantes, la esclava direccionada enviaría un valor de bit a su optoacoplador 135, hasta que se envíen todos los bits del valor medido. Dado que la maestra 120 está enviando los primeros pulsos P1 en el primer bus 30, puede decodificar fácilmente los datos en el segundo bus 140.

Como ejemplo de comunicación asíncrona, cada unidad esclava 115 puede usar su propia temporización, por ejemplo, usando un protocolo de temporización de tipo RS232 sobre la interfaz óptica, por ejemplo, usando un reloj local derivado de un oscilador local. Por supuesto, la unidad de control principal 120 tendría que usar el mismo protocolo en el lado de recepción del segundo bus 140 para decodificar los datos recibidos desde las esclavas 115.

50 Mientras que las formas de onda mostradas en la FIG. 7A y la FIG. 7B muestran tres posibles diferencias de tiempo  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$  y  $\Delta t_3$ , la invención no está limitada a las mismas, y también son posibles otras implementaciones, como ya se ha indicado anteriormente. Por ejemplo, como posible implementación adicional (no mostrada), se pueden usar solamente dos diferencias de tiempo  $\Delta t_1$  y  $\Delta t_2$ , por lo cual  $\Delta t_1$  corresponde a un bit '1', y  $\Delta t_2$  corresponde a un bit '0'. De nuevo, usando un protocolo adecuado, por ejemplo, usando paquetes de datos con un campo de cabecera (por ejemplo, que comprende un byte de sincronismo tal como, por ejemplo, un número hexadecimal 0x47 con propósitos de sincronización), y con un campo de comando (por ejemplo, 3 bits) y un campo de dirección (por ejemplo, 5 bits), la unidad de control principal 120 sería capaz de comunicar con cada unidad esclava 115 sobre el

5 primer bus 130 modulando los pulsos de potencia. En este caso, cuando se envía información sin datos a las esclavas, se podrían enviar paquetes ficticios sobre el bus, por ejemplo, el comando "NOP" (Sin Operación), que se puede implementar de cualquier manera adecuada, por ejemplo, como uno de los ocho comandos, pero que no requiere ninguna acción. Como se ha descrito anteriormente, se pueden usar otros protocolos en la parte superior de esta capa física.

10 Aún como posible implementación adicional (no mostrada), se pueden usar cuatro diferencias de tiempo  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ,  $\Delta t_3$ ,  $\Delta t_4$ , por lo cual  $\Delta t_1$  corresponde al símbolo '00' que comprende dos bits,  $\Delta t_2$  corresponde a '01',  $\Delta t_3$  corresponde al símbolo '10', y  $\Delta t_4$  corresponde al símbolo '11'. Usando tal capa hardware, se pueden enviar dos bits de datos por pulso de potencia. Una temporización posible podría ser  $\Delta t_1$ = alrededor de 32,5 microsegundos,  $\Delta t_2$ = alrededor de 37,5 microsegundos,  $\Delta t_3$ = alrededor de 42,5 microsegundos y  $\Delta t_4$ = alrededor de 47,5 microsegundos, (cada una con una tolerancia de +/- 1,5 microsegundos, o menos), pero también se podría elegir otra temporización.

15 Aún como otra posible implementación adicional (no mostrada), se pueden usar cinco diferencias de tiempo  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ,  $\Delta t_3$ ,  $\Delta t_4$ ,  $\Delta t_5$ , por lo cual  $\Delta t_1$  corresponde al símbolo '00' que comprende dos bits,  $\Delta t_2$  corresponde a '01',  $\Delta t_3$  corresponde al símbolo '10', y  $\Delta t_4$  corresponde al símbolo '11', y  $\Delta t_5$  corresponde a "sin datos". Este último símbolo, por ejemplo, se puede usar como separador de paquetes. Una ventaja de esto es que es más fácil volver a sincronizar en caso de pérdida de sincronismo, dado que no necesita ser escaneado un paquete entero o incluso múltiples paquetes de una longitud dada.

20 A partir de lo anterior, debería estar claro para un lector experto, que también es posible enviar más de dos bits de datos por pulso de potencia, usando más, por ejemplo, ocho o nueve, diferencias de tiempo  $\Delta t_1$  a  $\Delta t_8$  predefinidas y  $\Delta t_9$  opcional, correspondientes a '000', '001', ..., '111' y "sin datos" opcional. Para lograr una comunicación fiable sobre el primer bus 130, los bordes ascendentes es preferiblemente que sean empinados, es decir tengan un "tiempo de subida" corto en relación con las distancias predefinidas. Por ejemplo, el tiempo de subida debería ser preferiblemente menor que el 20% de la diferencia de tiempo más pequeña entre bordes ascendentes, preferiblemente menor que el 10%, más preferiblemente menor que el 5%, o incluso menor que el 3%. En general, cuanto más alta es la frecuencia de pulso de los primeros pulsos P1, más corto tiene que ser el tiempo de subida, con el fin de mantener una comunicación fiable.

30 Aunque la primera realización se describe como un sistema de almacenamiento de energía, está claro que el método y sistema para proporcionar potencia pulsada y datos en el bus, como se ha explicado anteriormente, también se puede aplicar en otros sistemas donde una unidad de control principal está conectada a un bus, y donde una o más unidades esclavas están conectadas al bus por medio de un condensador en serie, tal como, por ejemplo, un dispositivo médico implantado mencionado anteriormente. Del mismo modo, las unidades esclavas de tal sistema no necesitan ser unidades de balanceo, dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, celdas de batería de plomo ácido generalmente no requieren balanceo individual, pero se puede requerir monitorización individual. Lo mismo aplica para celdas de combustible o celdas de flujo.

### 35 Segunda realización

40 Habiendo explicado los principios principales de la presente invención por medio de la primera realización descrita en relación con la FIG. 3 a la FIG. 7I, se entenderán fácilmente realizaciones adicionales de la presente invención. En lo siguiente toda la descripción con relación a la Primera Realización anterior se incluye aquí por referencia en esta realización. En particular todas las formas de onda de pulso, técnicas de modulación y demodulación descritas con referencia a la FIG. 7A a la FIG. 7H se incluyen por referencia en esta realización.

45 La Fig. 8 muestra una segunda realización de un sistema 213 según aspectos de la presente invención, por la cual la unidad de control principal 220 está adaptada para enviar pulsos de potencia y datos combinados sobre un bus 230 a una o más esclavas 215, cuyas esclavas 215 están conectadas al bus 230 por medio de condensadores (o circuitos capacitivos, o dispositivos capacitivos) en serie 219. Las esclavas 215 pueden recibir los datos de cualquiera de las formas o de la misma forma que se ha descrito anteriormente (primera realización), por ejemplo, midiendo las diferencias de tiempo  $\Delta t$  entre bordes ascendentes de los segundos pulsos P2 vistos por el microcontrolador 218.

50 La diferencia principal entre la segunda realización y la primera realización es que no hay un segundo canal en la segunda realización a través del cual las esclavas 215 puedan comunicar datos a la unidad de control principal 220. De esta manera la presente invención también se puede usar en sistemas de comunicación unidireccionales.

La FIG. 9 muestra un ejemplo de una unidad esclava 215 que se puede usar en el sistema 213 de la FIG. 8. Se ha de señalar que esta unidad esclava 215 no necesita un optoacoplador en absoluto, y de esta manera se puede reducir aún más el espacio de placa, número de componentes y coste, y se puede aumentar aún más la fiabilidad del sistema.

### 55 Tercera realización

La FIG. 10 muestra una tercera realización de un sistema 313 según aspectos de la presente invención, por la cual la unidad de control principal 320 está adaptada para enviar señales de potencia y datos sobre un bus 330 a una o

más unidades esclavas 315, cuyas unidades esclavas 315 están conectadas al bus 330 por medio de condensadores (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) en serie 319. Las unidades esclavas 315 pueden recibir los datos desde la unidad de control principal 320 de cualquiera de las formas o de la misma forma que se ha descrito anteriormente (primera realización), midiendo las diferencias de tiempo  $\Delta t$  entre bordes ascendentes de los segundos pulsos P2. En lo siguiente toda la descripción con relación a la Primera y Segunda Realizaciones anteriores se incluye aquí por referencia en esta realización. En particular todas las formas de onda de pulso, técnicas de modulación y demodulación descritas con referencia a la Fig. 7A a la Fig. 7H están incluidas por referencia en esta realización.

La diferencia principal entre la tercera realización y la primera realización es que las unidades esclavas 315 pueden comunicar de vuelta con la unidad de control principal 320 a través del mismo canal 330 y a través del mismo condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) en serie 319. La unidad de control principal 320 y las unidades esclavas 315, no obstante, no serían capaces de comunicar simultáneamente (no dúplex total), debido a que se usa comunicación en banda base, pero puede comunicar, por ejemplo, alternativamente durante un periodo de tiempo predefinido. Esto puede requerir que el controlador de salida del generador de señal de AC 314 esté colocado en un estado de impedancia alta cuando las esclavas estén enviando. No obstante, el generador de señal de AC también se puede desacoplar del primer bus de otras formas, tales como, por ejemplo, por medio de un conmutador (no mostrado) entre el bus 330 y el generador de señal de AC 314, o de cualquier otra forma.

En un ejemplo, primero la unidad de control principal 320 proporcionaría suficiente energía y opcionalmente también datos a las unidades esclavas 315 enviando los primeros pulsos P1, de cualquier manera o de una manera similar como se ha descrito anteriormente, y entonces pararía de enviar pulsos. Posteriormente, una de las esclavas proporcionaría terceros pulsos P3, por ejemplo, pulsos rectangulares con bordes ascendentes, al condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) 319 de cualquier forma o de una forma similar como se ha descrito anteriormente para la unidad de control principal 320. No obstante, los terceros pulsos P3 no necesitan ser exactamente los mismos que los primeros pulsos P1 debido a que las unidades esclavas 315 solamente necesitan enviar datos sin potencia a la unidad de control principal 320, y de esta manera los pulsos P3, por ejemplo, pueden tener una amplitud y/o forma y/o temporización diferentes, y los datos se pueden enviar en una frecuencia diferente que se usa para los primeros pulsos. Los terceros pulsos P3 se transforman en cuartos pulsos P4 a través del condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) en serie 319 de una manera similar como se muestra en la FIG. 6. En contraste con la primera realización, donde los datos enviados por las unidades esclavas 315 podrían ser sincrónicas con los primeros pulsos (reloj), eso no es posible en la realización de la FIG. 10. En su lugar, el microprocesador (no mostrado) de la unidad de control principal 320 de la realización de la FIG. 10 mediría las diferencias de tiempo  $\Delta t$  entre los bordes ascendentes de los cuartos pulsos P4, y las traduciría a un flujo de bits, lo cual se puede interpretar posteriormente por el protocolo que se usa, de una forma similar a la que fue hecha por la unidad esclava de la primera realización. Los valores de las diferencias de tiempo predefinidas (por ejemplo,  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ , etc.) y el protocolo usado en la comunicación de la unidad de control principal 320 hacia las unidades esclavas 315 (es decir, el enlace descendente) no necesita ser necesariamente el mismo que los usados en la comunicación desde las unidades esclavas 315 a la unidad de control principal 320 (es decir, el enlace ascendente), pero usar el mismo protocolo puede ser más fácil de implementar.

La FIG. 11 muestra un ejemplo de una unidad esclava 315 que se puede usar en el sistema 313 de la FIG. 10. Se señala que esta unidad esclava 315 no necesita un optoacoplador para comunicar con la unidad de control principal 320, sino que requiere un generador de señal de AC 345 adicional para generar los terceros pulsos P3 (que se transforman en cuartos pulsos P4 por el condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) 319). Este generador de señal de AC 345 puede comprender o constar de un almacenador temporal de voltaje, o puede comprender un puente en H, u otra circuitería adecuada. Preferiblemente este almacenador temporal 345 se pone en un estado de impedancia alta cuando la unidad principal está enviando potencia y/o datos, o la línea de TX se puede desconectar del nodo P de otra forma, por ejemplo, usando un conmutador adicional (no mostrado).

En caso de que el sistema 313 sea un sistema de almacenamiento de energía (de esta manera añadiendo celdas de almacenamiento y conmutadores SW1, SW2), ese sistema proporcionaría la misma funcionalidad que el circuito 13 de la técnica anterior (FIG. 1), siendo, no obstante, más compacto, teniendo un peso menor, un coste menor, y una fiabilidad de sistema más alta.

#### Cuarta realización

La FIG. 12 muestra una cuarta realización de un sistema 413 según aspectos de la presente invención, por la cual la unidad de control principal 420 está adaptada para enviar señales de potencia y datos sobre un bus 430 a una o más unidades esclavas 415, cuyas unidades esclavas 415 están conectadas al bus por medio de condensadores (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) en serie 419. Las unidades esclavas 415 pueden recibir los datos desde la unidad de control principal 420 de la misma forma que se ha descrito anteriormente (primera realización), midiendo las diferencias de tiempo  $\Delta t$  entre bordes ascendentes de los segundos pulsos P2. En lo siguiente toda la descripción con relación a la Primera a Tercera Realizaciones anteriores se incluye aquí por referencia en esta realización. En particular todas las formas de onda de pulso, técnicas de modulación y demodulación descritas con referencia a la Fig. 7A a la Fig. 7H están incluidas por referencia en esta realización.



La diferencia principal entre la cuarta realización y la primera realización (de la FIG. 3) es que las unidades esclavas 415 pueden comunicar de vuelta a la unidad de control principal 420 a través de un segundo canal 440 diferente del primer canal 430, pero en lugar de usar optoacopladores, se obtiene separación galvánica por medio de segundos condensadores (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) en serie 441.

5 En un ejemplo, la primera unidad de control principal 420 proporcionaría suficiente energía y opcionalmente también datos a las unidades esclavas 415 enviando los primeros pulsos P1, de cualquier manera o de una manera similar como se ha descrito anteriormente. Dependiendo de la implementación, en particular de las capacidades de procesamiento del microcontrolador, la unidad principal puede parar entonces el envío de pulsos de modo que las unidades esclavas no requieran decodificación o demodulación, o puede continuar enviando pulsos de potencia solamente, o puede continuar enviando pulsos de potencia y datos, pero solamente para un subconjunto de las esclavas. Posteriormente, una de las esclavas proporcionaría terceros pulsos P3, por ejemplo, pulsos rectangulares con bordes ascendentes, al condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) 441 de cualquier forma o de una forma similar como se ha descrito anteriormente para la unidad de control principal 420. No obstante, como se ha descrito anteriormente, los terceros pulsos P3 no necesitan ser exactamente los mismos que los primeros pulsos P1 debido a que las unidades esclavas 415 solamente necesitan enviar datos sin potencia a la unidad de control principal 420, y de esta manera los pulsos P3, por ejemplo, pueden tener una amplitud y/o forma y/o temporización diferentes. Los terceros pulsos P3 se transformarían en cuartos pulsos P4 a través del condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) en serie 441 de cualquier manera o de una manera similar como se muestra en la FIG. 6. Los terceros pulsos P3 pueden ser, por ejemplo, pueden ser enviados sustancialmente a la misma frecuencia de reloj que los primeros pulsos P1, o a otra frecuencia de reloj, por ejemplo, a una frecuencia de reloj local del microcontrolador. Los valores de las diferencias de tiempo predefinidas (por ejemplo,  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ , etc.) y el protocolo usado en la comunicación desde la unidad de control principal 420 hacia las unidades esclavas 415 (es decir, el enlace descendente) no necesita ser necesariamente el mismo que los usados en la comunicación desde las unidades esclavas 415 a la unidad de control principal 420 (es decir, el enlace ascendente), pero usar el mismo protocolo puede ser más fácil de implementar.

La FIG. 13 muestra un ejemplo de una unidad esclava 415 que se puede usar en el sistema 413 de la FIG. 12. Se señala que esta unidad esclava 415 no necesita un optoacoplador para comunicar con la unidad de control principal 420, sino que requiere un generador de señal de AC 445 adicional para generar los terceros pulsos P3. Este generador de señal de AC puede comprender o constar de un almacenador temporal de voltaje, o puede comprender un puente en H, u otra circuitería adecuada. El generador de señal de AC 445 no se conectaría al nodo "P" sino a un nodo "C" separado, para conexión al condensador (o circuito capacitivo, o dispositivo capacitivo) en serie 441.

En caso de que el sistema 413 sea un sistema de almacenamiento de energía (de esta manera añadiendo celdas de almacenamiento y conmutadores SW1, SW2), ese sistema proporcionaría la misma funcionalidad que el circuito 13 de la técnica anterior (FIG. 1), siendo no obstante más compacto, teniendo un peso menor, un coste menor, y una fiabilidad de sistema más alta, dado que se ha eliminado el bus CAN, y todos los optoacopladores se sustituyen por condensadores (o circuitos capacitivos, o dispositivos capacitivos) 419, 441.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (113; 213; 313; 413) para proporcionar señales de potencia y datos desde una unidad de control principal (120; 220; 320; 420) a al menos una unidad esclava (115; 215; 315; 415) a través de un primer bus (130; 230; 330; 430);
- 5 - la unidad de control principal que comprende un primer generador de señal de AC (114; 214; 314; 414) adaptado para proporcionar una primera señal de AC que comprende una pluralidad de primeros pulsos (P1) para proporcionar potencia a la al menos una unidad esclava a través del primer bus;
- 10 - cada unidad esclava que está acoplada en AC al primer bus por medio de un primer dispositivo de condensador en serie (119; 219; 319; 419), cada primer dispositivo de condensador en serie que está dispuesto para convertir los primeros pulsos (P1) proporcionados en sus entradas en segundos pulsos (P2) en su salida, los segundos pulsos que tienen al menos un borde o flanco caracterizado por que;
- la unidad de control principal que está adaptada para enviar datos a la al menos una unidad esclava modulando la pluralidad de primeros pulsos (P1);
- 15 - la al menos una unidad esclava que está adaptada para recibir datos demodulando la pluralidad de segundos pulsos (P2) que se seleccionan de:
- a) determinando amplitudes de pulsos entre el al menos un borde o flanco recibido, y
- b) determinando diferencias de tiempo entre el al menos un borde o flanco recibido, y
- c) contando pulsos.
- 20 2. El sistema de la reivindicación 1 en donde el al menos un borde o flanco son bordes ascendentes o descendentes, y la unidad esclava está adaptada para determinar diferencias de tiempo entre la recepción de los bordes ascendentes o descendentes de diferentes pulsos, o
- en donde el al menos un borde o flanco son bordes ascendentes y bordes descendentes y la unidad esclava está adaptada para determinar diferencias de tiempo entre la recepción por la unidad esclava de bordes ascendentes y bordes traseros de un pulso, o
- 25 en donde la modulación y demodulación es mediante cualquiera de o cualquier combinación de modulación de posición de pulsos (PPM), modulación de anchura de pulsos (PWM), modulación de frecuencia de pulsos (PFM), modulación de intervalo de pulsos (PIM), o Modulación de Recuento de Pulsos.
3. El sistema (113; 213; 313; 413) según la reivindicación 1 o 2, en donde:
- 30 - la unidad de control principal (120; 220; 320; 420) está adaptada para proporcionar la primera señal de AC de manera que los primeros pulsos (P1) tengan un borde ascendente o descendente;
- la unidad de control principal está adaptada para enviar los datos cambiando las distancias de tiempo ( $\Delta t$ ) entre los bordes ascendentes o descendentes de los primeros pulsos consecutivos;
- al menos una unidad esclava (115; 215; 315; 415) está adaptada para recibir los datos determinando las distancias de tiempo ( $\Delta t$ ) entre los bordes ascendentes o descendentes de los segundos pulsos consecutivos, y para traducir las distancias de tiempo ( $\Delta t$ ) determinadas a símbolos de datos correspondientes.
- 35 4. El sistema (113; 213; 313; 413) según cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde el primer generador de señal de AC (114; 214; 314; 414) está adaptado para generar pulsos sustancialmente rectangulares.
5. El sistema (113; 213; 313; 414) según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la unidad de control principal (120; 220; 320; 420) y la al menos una unidad esclava (115; 215; 315; 415) están adaptadas para aplicar respectivamente detectar al menos una primera y una segunda distancia de tiempo ( $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ) predeterminada correspondientes a un primer y segundo símbolo de datos ('0', '1') respectivamente.
- 40 6. El sistema (113; 213; 313; 413) según la reivindicación 5, en donde la unidad de control principal (120; 220; 320; 420) y la al menos una unidad esclava (115; 215; 315; 415) están adaptadas para aplicar respectivamente detectar al menos una primera, una segunda, una tercera y una cuarta distancia de tiempo ( $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ,  $\Delta t_3$ ,  $\Delta t_4$ ), correspondientes a un primer, segundo, tercer y cuarto símbolo de datos ('00', '01', '10', '11') respectivamente, o
- 45 en donde la unidad de control principal (120; 220; 320; 420) y la al menos una unidad esclava (115; 215; 315; 415) están adaptadas para aplicar respectivamente detectar una pluralidad de distancias de tiempo correspondientes a una pluralidad de símbolos de datos, en particular, al menos una primera, una segunda y una tercera distancia de tiempo ( $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ,  $\Delta t_3$ ) correspondientes a un primer, un segundo y un tercer símbolo de datos ('0', '1', 'x') respectivamente, el tercer símbolo de datos que es un símbolo de datos ficticios.
- 50

7. El sistema (113; 213; 313; 413) según cualquiera de las reivindicaciones previas, en donde el sistema es un sistema de almacenamiento de energía recargable que comprende una cadena (111) de dispositivos de almacenamiento de energía recargable (112) acoplados en serie, y cada unidad esclava (115; 215; 315; 415) es una unidad de balanceo para cargar o descargar uno de los dispositivos de almacenamiento de energía recargable (112).
8. El sistema (113; 313; 413) según cualquiera de las reivindicaciones previas, que comprende además un segundo bus (140; 340; 440), conectado entre la unidad de control principal (120; 320; 420) y la al menos una unidad esclava (115; 315; 415) por medio de un elemento de desacoplamiento galvánico (135; 319; 441) para comunicar datos desde la al menos una unidad esclava (115; 315; 415) a la unidad de control principal (120; 320; 420).
9. El sistema (113; 313; 413) según la reivindicación 8, en donde la al menos una unidad esclava (115; 315; 415) está adaptada para enviar datos a la unidad de control principal (120; 320; 420) sobre el segundo bus (140; 340; 440) síncronamente con la primera señal de AC.
10. El sistema (313; 413) según la reivindicación 8 o 9, en donde;
- el elemento de desacoplamiento galvánico es un segundo dispositivo de condensador en serie (319; 441);
  - la al menos una unidad esclava está adaptada para proporcionar una segunda señal de AC que comprende una pluralidad de terceros pulsos (P3) que tienen un borde ascendente o uno descendente al segundo dispositivo de condensador en serie, por lo cual las distancias de tiempo ( $\Delta t$ ) entre los bordes ascendentes o descendentes de terceros pulsos consecutivos están moduladas según los datos a ser enviados desde la unidad esclava a la unidad de control principal;
  - la unidad de control principal (320; 420) está adaptada para detectar las distancias de tiempo ( $\Delta t$ ) entre los bordes ascendentes o descendentes de cuartos pulsos (P4) que se originan en una salida de los segundos dispositivos de condensador en serie (319, 441) cuando los terceros pulsos se aplican a su entrada.
11. Un método para proporcionar señales de potencia y datos desde una unidad de control principal (120; 220; 320; 420) a al menos una unidad esclava (115; 215; 315; 415) a través de un primer bus (130; 230; 330; 430), la al menos una unidad esclava que está acoplada en AC al primer bus por medio de uno o más dispositivos de condensador en serie (119; 219; 319; 419), el método que comprende los pasos de:
- proporcionar señales de potencia y datos combinadas desde la unidad de control principal (120; 220; 320; 420) a la al menos una unidad esclava (115; 215; 315; 415) generando una primera señal de AC que comprende una pluralidad de primeros pulsos (P1), cada pulso que tiene al menos un borde o flanco, y aplicando la primera señal de AC al primer bus (130; 230; 330; 430);
  - recibir los primeros pulsos (P1) en la entrada del uno o más dispositivos de condensador en serie (119; 219; 319; 419), y proporcionar segundos pulsos (P2) a la salida del uno o más dispositivos de condensador en serie, caracterizado por;
  - enviar los datos desde la unidad de control principal (120; 220; 320; 420) a la al menos una unidad esclava (115; 215; 315; 415) demodulando la pluralidad de primeros pulsos (P1);
  - recibir los datos en la al menos una unidad esclava (115; 215; 315; 415) demodulando la pluralidad de segundos pulsos (P2), seleccionados de:
    - a) determinando amplitudes de pulsos entre el al menos un borde o flanco recibido, y
    - b) determinando diferencias de tiempo entre el al menos un borde o flanco recibido, y
    - c) contando pulsos.
12. El método de la reivindicación 11 en donde el al menos un borde o flanco son bordes ascendentes o descendentes y la unidad esclava está adaptada para determinar diferencias de tiempo entre la recepción de los bordes ascendentes o descendentes de diferentes pulsos, o
- en donde el al menos un borde o flanco son bordes ascendentes y bordes descendentes y la unidad esclava está adaptada para determinar diferencias de tiempo entre la recepción por la unidad esclava de bordes ascendentes y bordes descendentes de un pulso, o
- la modulación y demodulación que es mediante cualquiera de, o cualquier combinación de modulación de posición de pulsos (PPM), modulación de anchura de pulsos (PWM), modulación de frecuencia de pulsos (PFM), modulación de intervalo de pulsos (PIM), o Modulación de Recuento de Pulsos.
13. El método según la reivindicación 11 o 12, en donde:

- la primera señal de AC se genera de manera que los primeros pulsos (P1) tengan un borde ascendente o uno descendente;
  - la modulación de los primeros pulsos (P1) se hace cambiando las distancias de tiempo ( $\Delta t$ ) entre los bordes ascendentes o descendentes de primeros pulsos consecutivos;
- 5 - la demodulación de los segundos pulsos (P2) se hace detectando las distancias de tiempo ( $\Delta t$ ) entre los bordes ascendentes o descendentes de segundos pulsos consecutivos, y traduciendo las distancias de tiempo ( $\Delta t$ ) determinadas a símbolos de datos correspondientes.
14. El método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde
- 10 - el primer generador de AC (114; 214; 314; 414) aplica una primera y segunda distancia de tiempo ( $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ) predeterminada respectivamente para transmitir un primer y segundo símbolo de datos ('0', '1') respectivamente;
- y en donde la al menos una unidad esclava (115; 215; 315; 415) demodula los segundos pulsos midiendo las distancias de tiempo ( $\Delta t$ ) entre los bordes ascendentes o descendentes de segundos pulsos (P2) consecutivos, y seleccionando una de las dos distancias de tiempo ( $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ) predefinidas correspondientes a la distancia de tiempo ( $\Delta t$ ) medida, y traduciendo las distancias de tiempo ( $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ) seleccionadas a un primer y segundo símbolos de datos ('0', '1') correspondientes.
- 15 El método según la reivindicación 14, en donde
- el primer generador de AC (114; 214; 314; 414) aplica una primera, segunda y tercera o más distancia de tiempo ( $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ,  $\Delta t_3$ ) predeterminada respectivamente para transmitir un primer, segundo y tercer o más símbolos de datos ('0', '1', 'x') respectivamente, el tercer símbolo de datos que es una señal de datos ficticios;
- 20 y en donde la al menos una unidad esclava (115; 215; 315; 415) demodula los segundos pulsos (P2) midiendo las distancias de tiempo ( $\Delta t$ ) entre los bordes ascendentes o descendentes de segundos pulsos consecutivos, y seleccionando uno de la primera, segunda y tercera o más distancias de tiempo ( $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ,  $\Delta t_3$ ) predefinidas correspondientes a la distancia de tiempo ( $\Delta t$ ) medida, y traduciendo la distancia de tiempo ( $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$ ,  $\Delta t_3$ ) seleccionada a un primer, segundo y tercer o más símbolos de datos ('0', '1', 'x') correspondientes, el tercer símbolo de datos que es una señal de datos ficticios.
- 25 16. El método según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, la al menos una unidad esclava (115; 315; 415) además que está acoplada comunicativamente a un segundo bus (140; 340; 440) por medio de un elemento de desacoplamiento galvánico (135; 319; 441), el método que comprende además el paso de:
- comunicación de datos desde una de las unidades esclavas (115; 315; 415) a través del segundo bus (140; 340; 440) a la unidad de control principal (120; 320; 420).
- 30

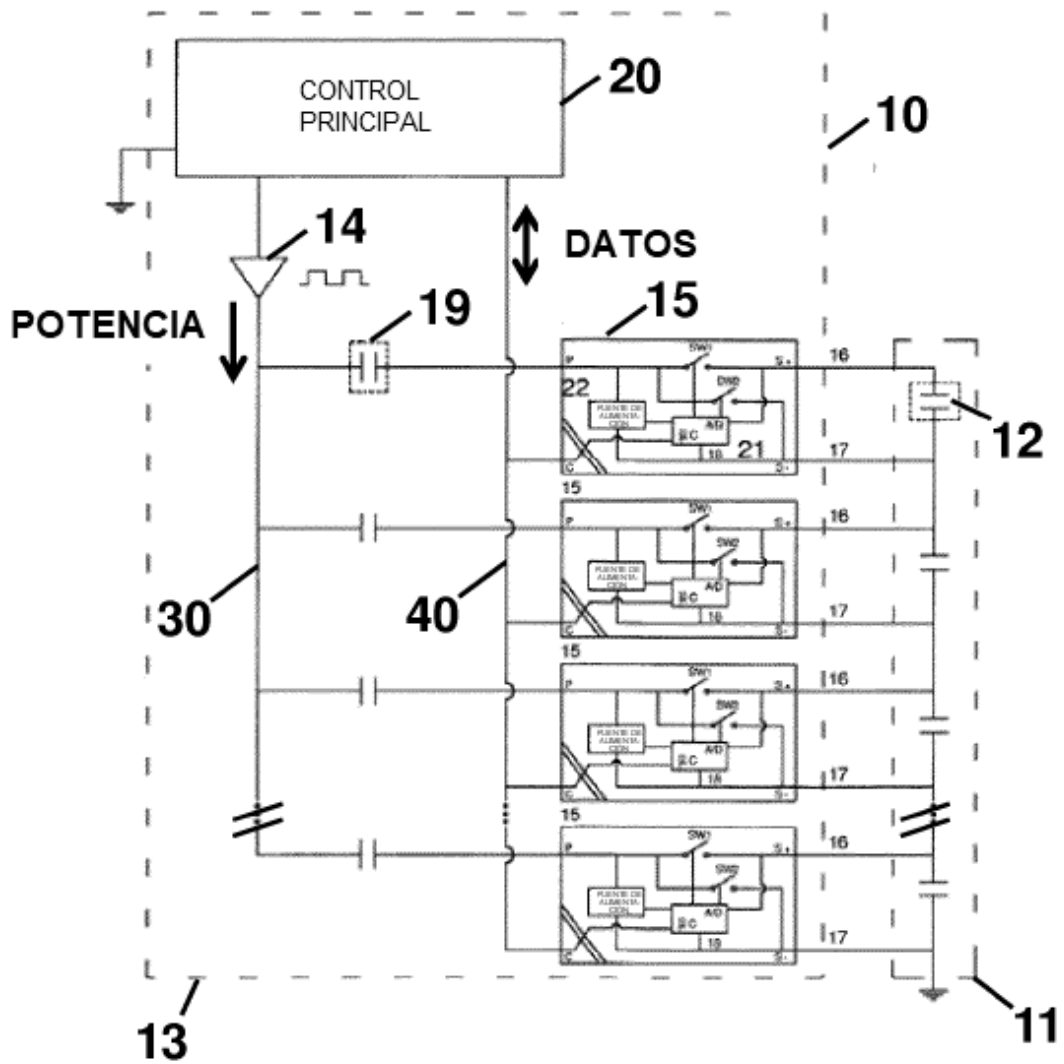


FIG. 1 (técnica anterior)

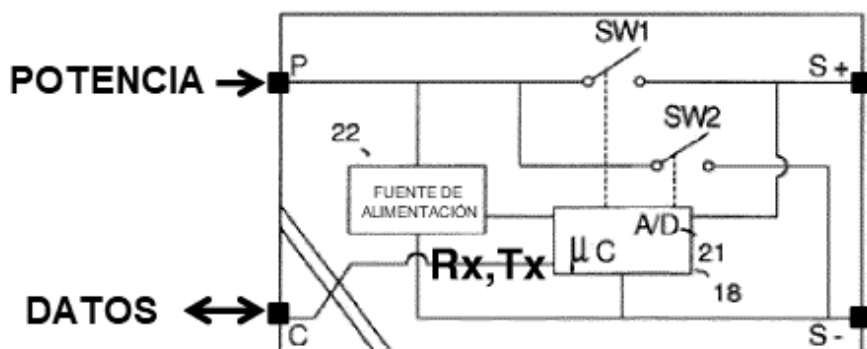
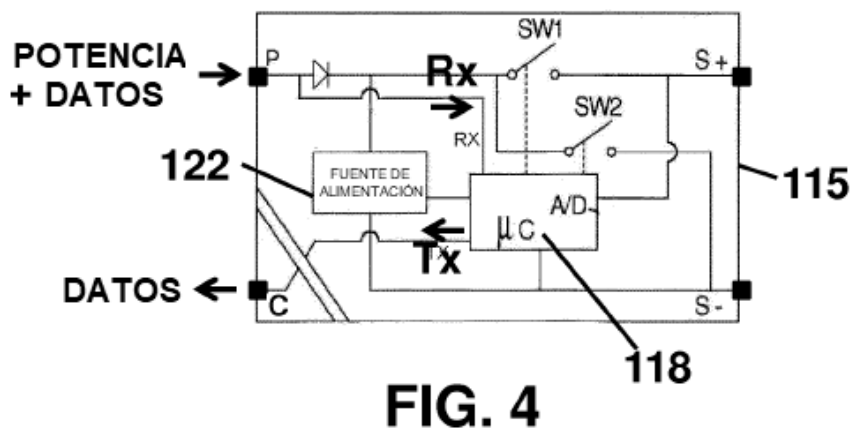
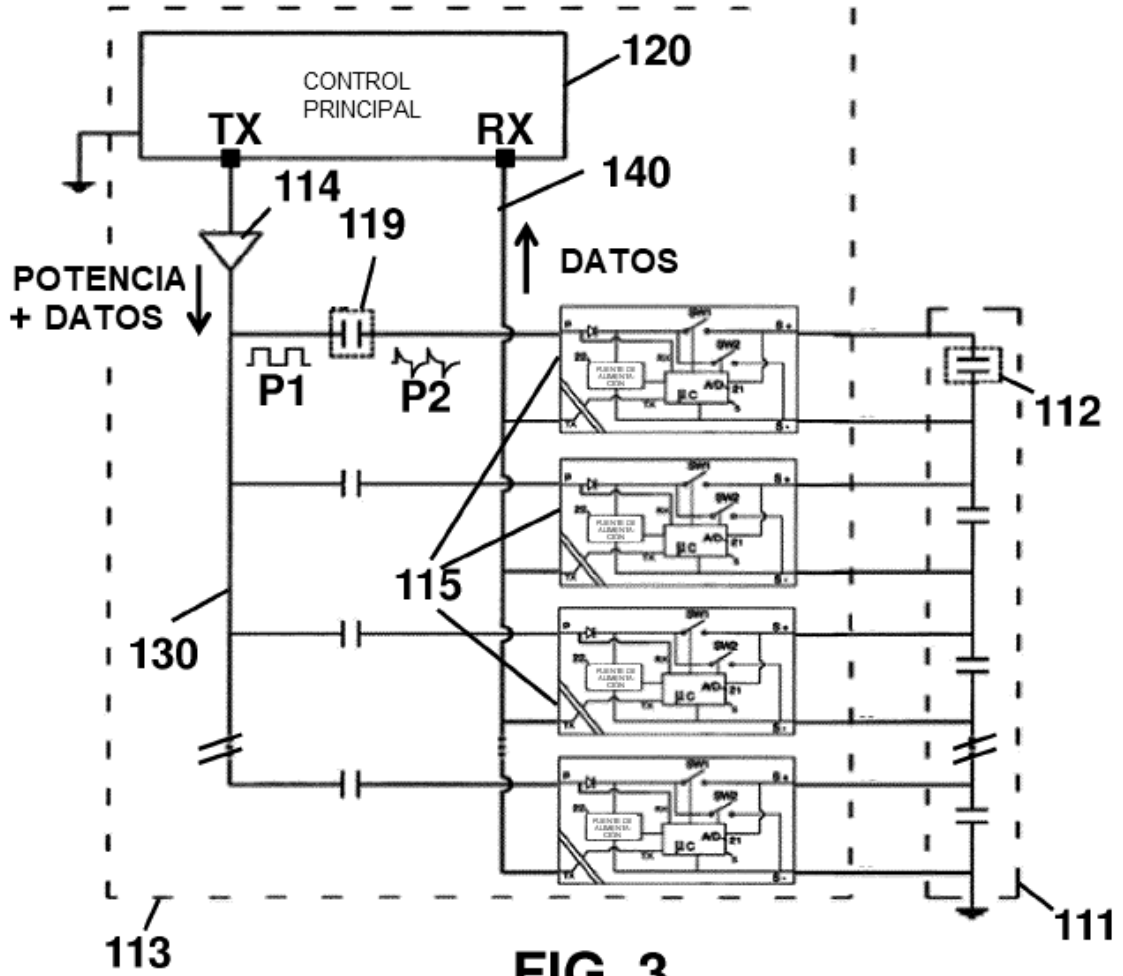


FIG. 2 (técnica anterior)



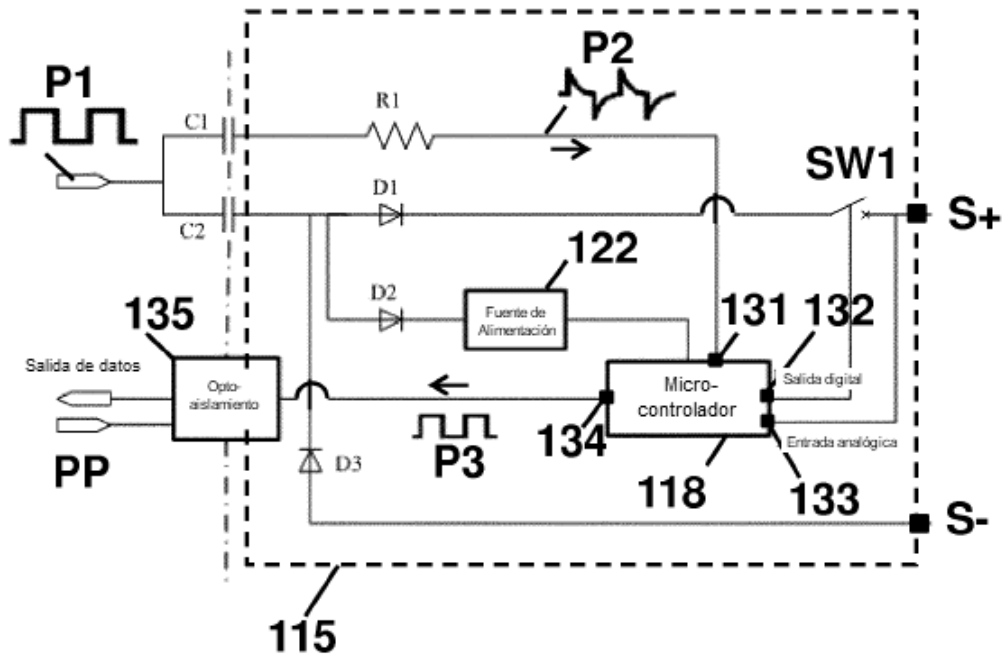


FIG. 5

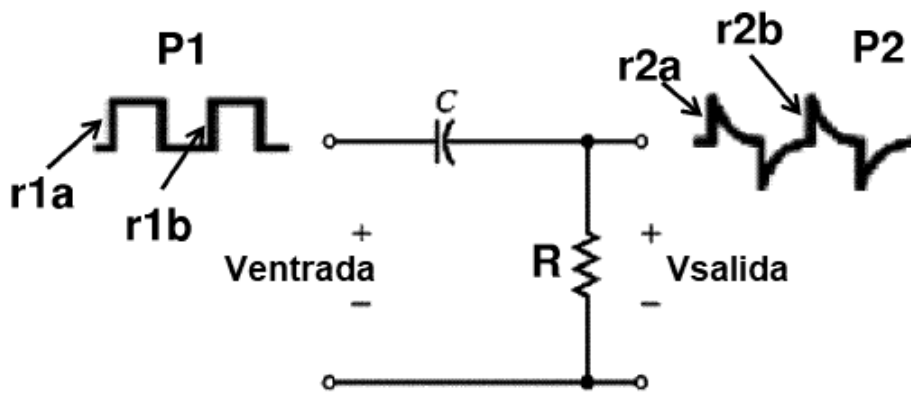
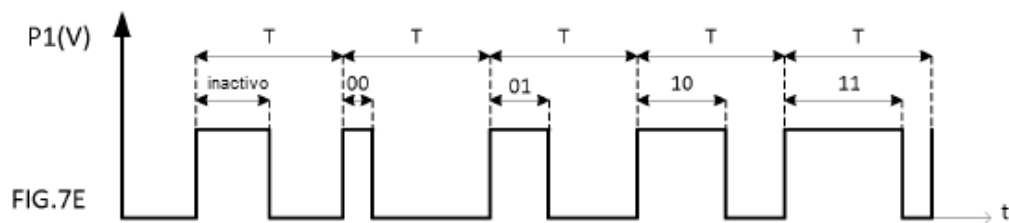
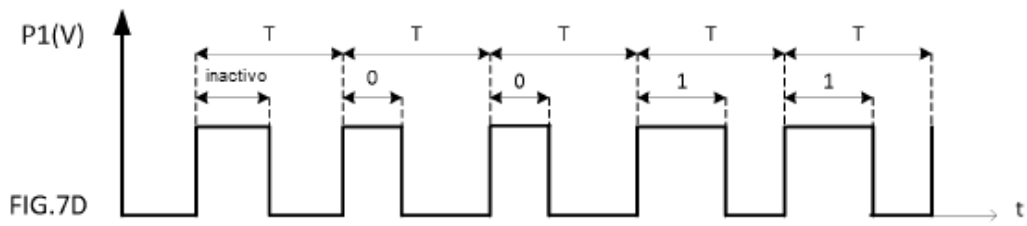
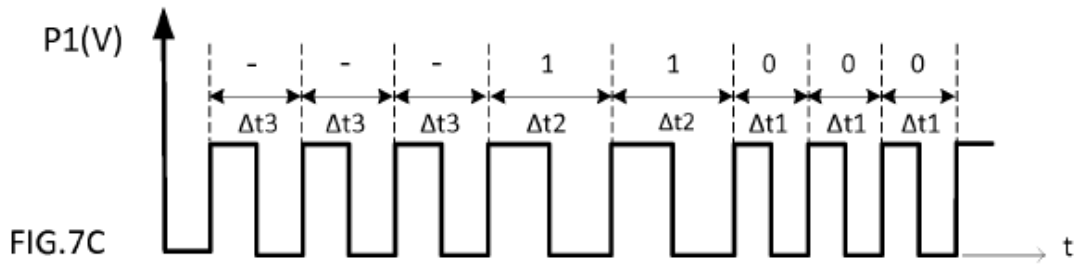
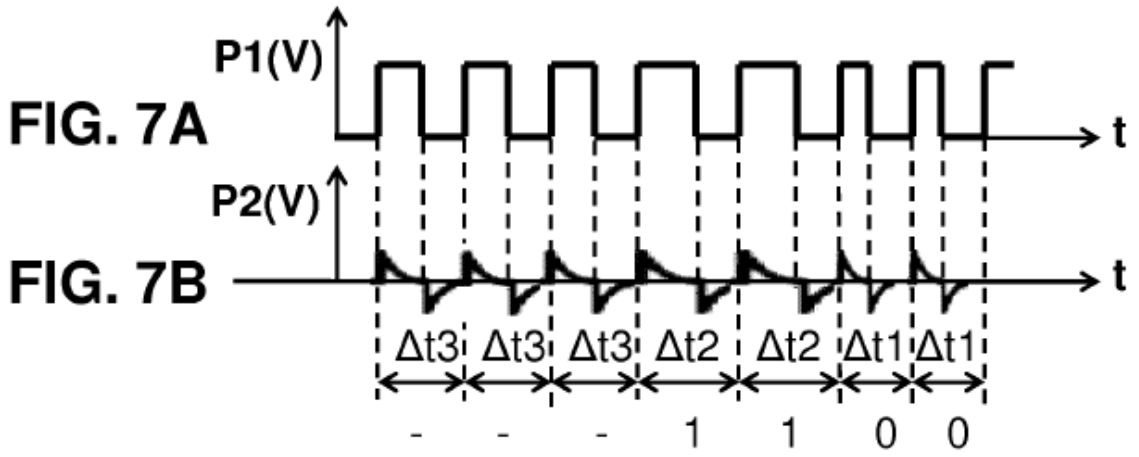
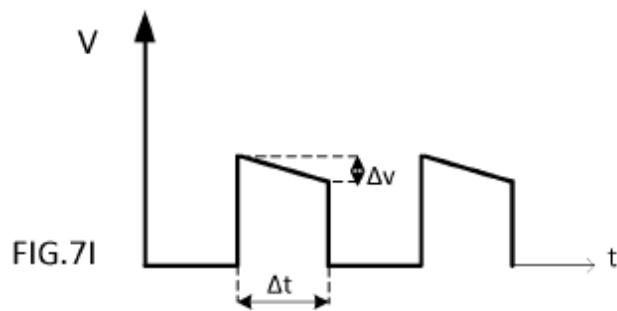
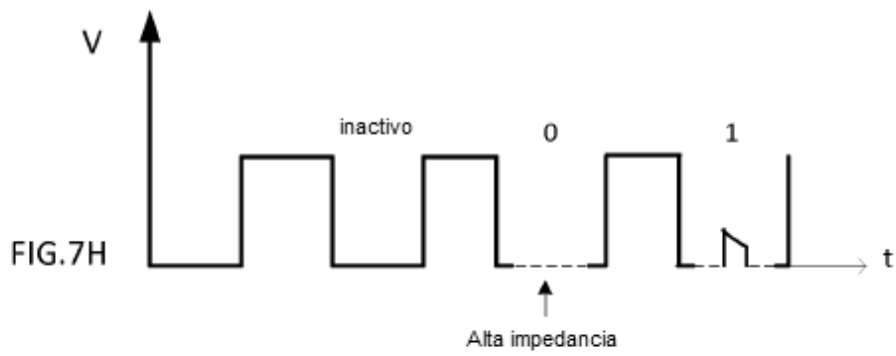
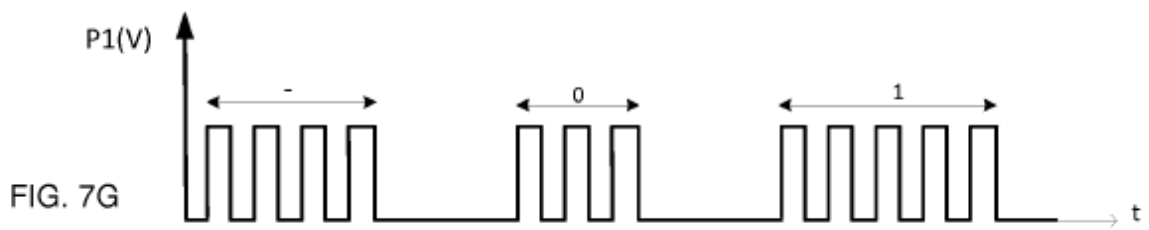
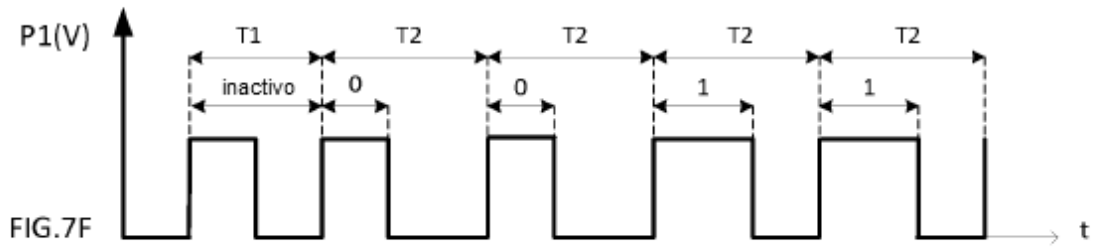


FIG. 6







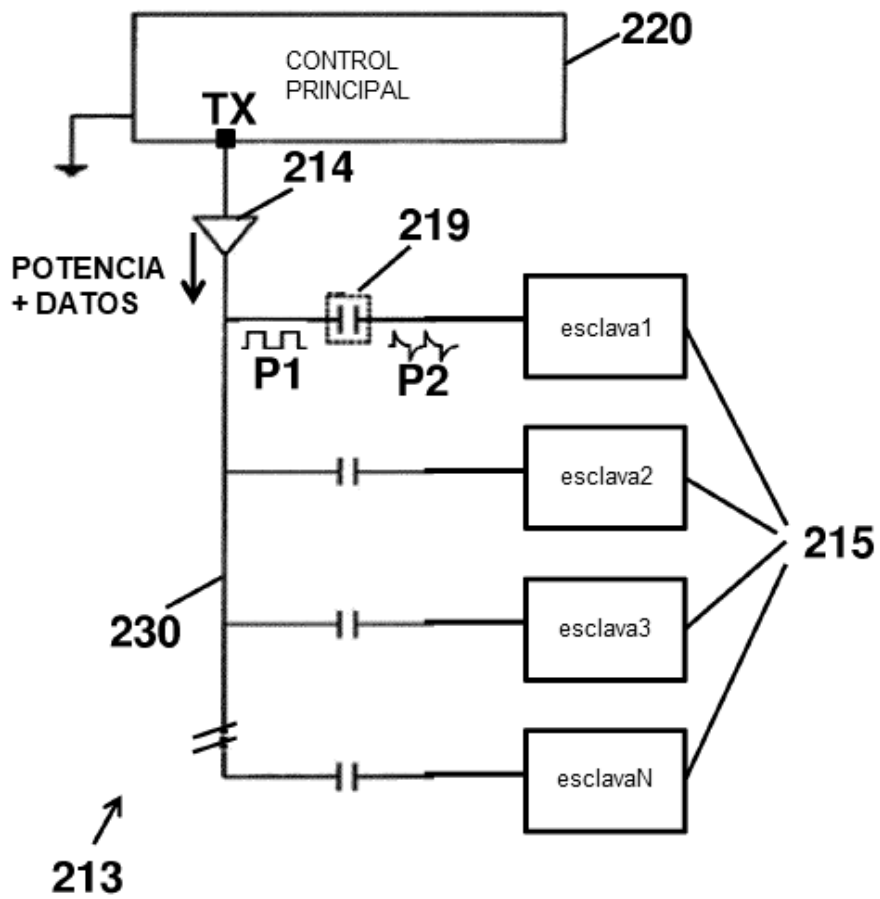


FIG. 8

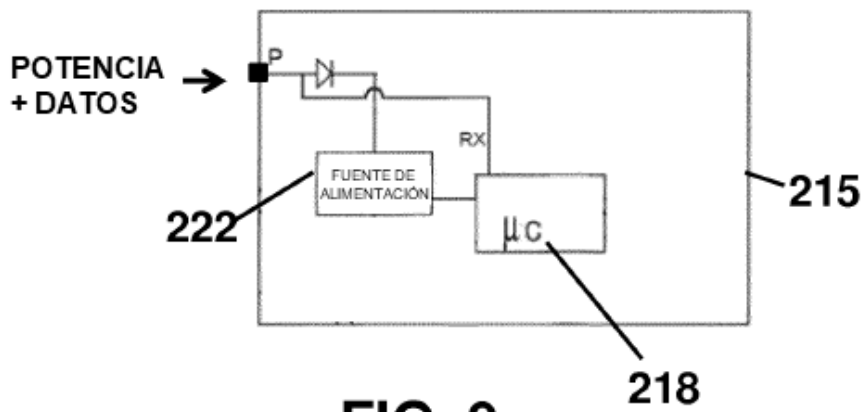


FIG. 9

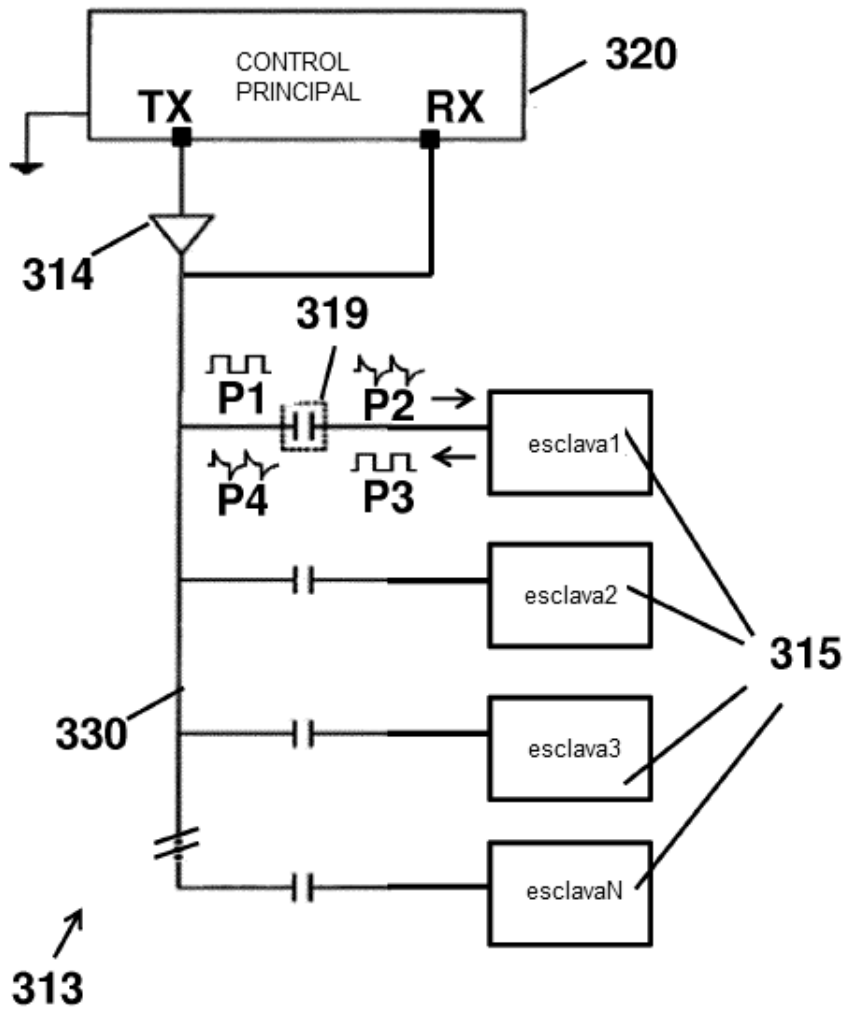


FIG. 10

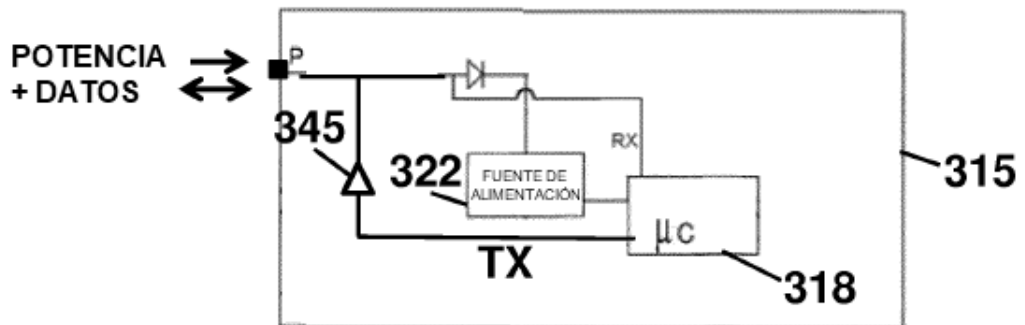


FIG. 11

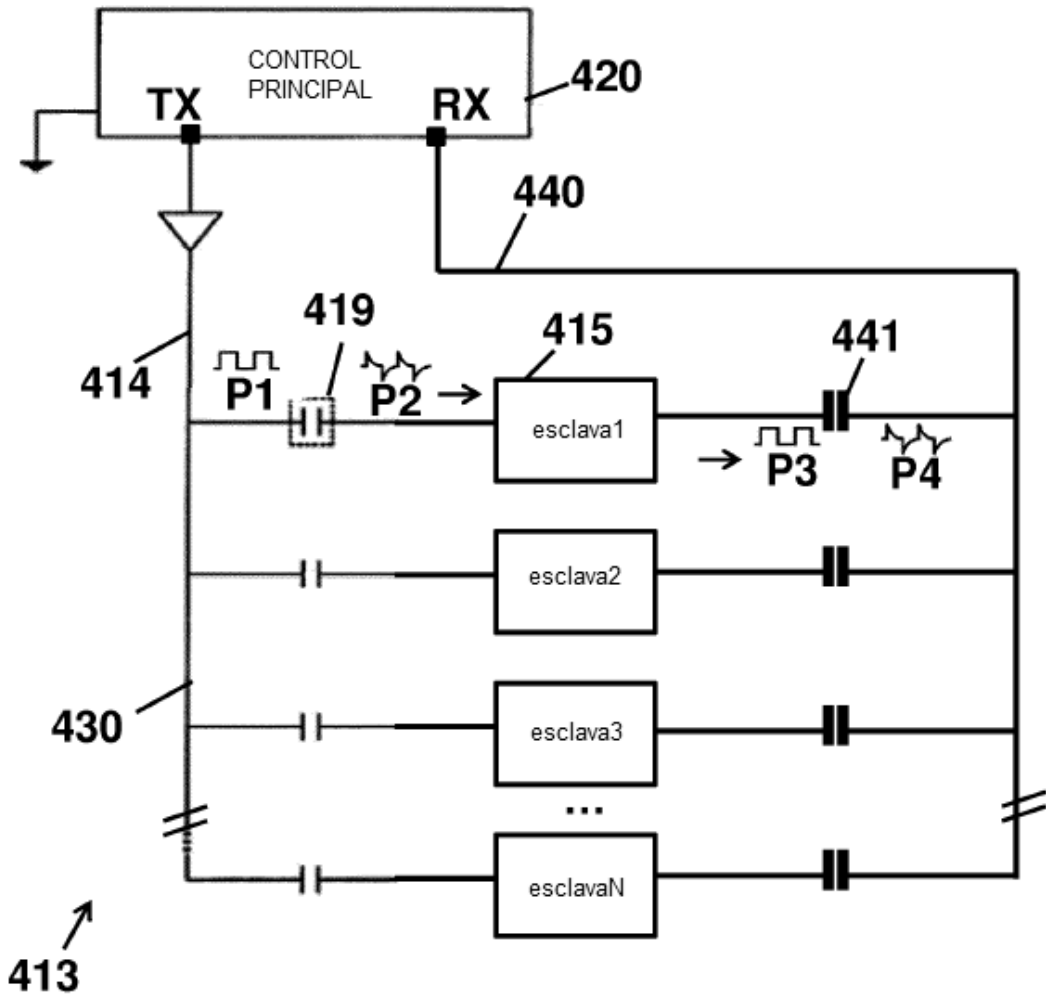


FIG. 12

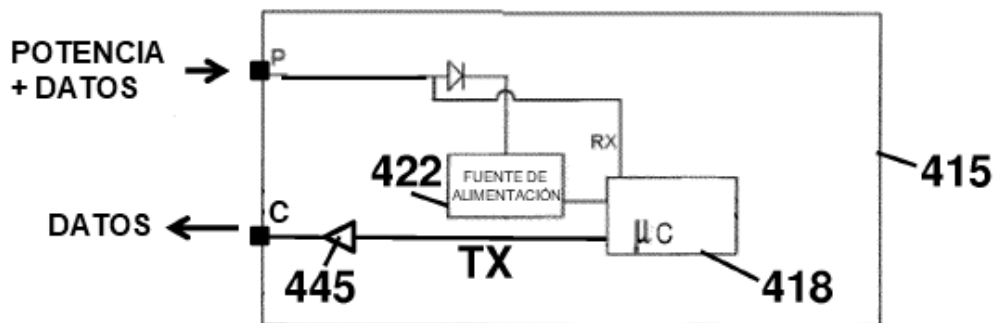


FIG. 13