

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 709**

51 Int. Cl.:

**G16H 40/40** (2008.01)  
**A61B 5/07** (2006.01)  
**A61B 5/00** (2006.01)  
**A61B 5/053** (2006.01)  
**H04B 1/16** (2006.01)  
**H04N 21/443** (2011.01)  
**H04B 17/21** (2015.01)  
**H04L 25/49** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.10.2013 PCT/US2013/065041**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO14062674**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2013 E 13847994 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 2910013**

54 Título: **Aparato, sistema, y procedimiento para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una fuente de energía para un dispositivo de comunicación**

30 Prioridad:  
**18.10.2012 US 201261715610 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.09.2018**

73 Titular/es:  
**PROTEUS DIGITAL HEALTH, INC. (100.0%)  
2600 Bridge Parkway, Suite 101  
Redwood City, CA 94065, US**

72 Inventor/es:  
**JANI, NILAY;  
WEBB, DOUGLAS;  
WITHRINGTON, JONATHAN;  
BERKMAN, JEFFREY y  
LI, HAIFENG**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 683 709 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Aparato, sistema, y procedimiento para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una fuente de energía para un dispositivo de comunicación

### Introducción

5 El documento WO 2009/106952 describe un procedimiento de estabilización del voltaje de una batería de un dispositivo de batería según el preámbulo de la reivindicación 1.

La presente descripción se refiere en general a técnicas para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una fuente de energía para un dispositivo de comunicación. Más particularmente, la presente descripción se refiere a técnicas para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una fuente de energía para un dispositivo de comunicación ingerible. En particular, la presente descripción se refiere a técnicas para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía o para optimizar de manera adaptativa la energía de difusión para un marcador de eventos ingerible (Ingestible Event Marker, IEM) (o una combinación de los mismos), que actúa como una fuente de energía eléctrica galvánica, por ejemplo, una batería, mientras que los materiales diferentes se disuelven cuando son expuestos a un fluido conductor. Una vez energizado en la manera descrita en la presente memoria, el IEM comunica una señal de difusión, tal como se describe más detalladamente más adelante. Por consiguiente, durante un ciclo de difusión del IEM, puede ser deseable optimizar la transmisión de las señales mientras se minimiza la carga extraída desde la fuente de batería galvánica. Puede ser deseable además optimizar la transmisión de las señales mediante un control de la combinación de la corriente drenada desde la batería y la anchura de impulso de un impulso de transmisión durante el ciclo de difusión y equilibrar la carga de salida contra un voltaje predeterminado de recuperación de batería o una medición de la impedancia de la batería.

La presente descripción se refiere también en general a un aparato, a un sistema y a un procedimiento para determinar la disponibilidad de la energía de la batería antes de que el dispositivo de comunicación ingerible entre en un modo de operación de alto consumo de corriente. Para el dispositivo ingerible, tal como el IEM, las operaciones, donde la impedancia de la batería es determinada por la cantidad de disolución de material con el tiempo, y podría variar en un factor de diez o superior, puede ser deseable saber si la batería es capaz de mantener un consumo de corriente predeterminado antes de realizar las operaciones de comunicación de difusión.

La presente descripción se refiere también en general a un aparato, a un sistema y a un procedimiento para circuitos integrados que usan el sustrato como un terminal negativo. No es raro que los dispositivos semiconductores complementarios de óxido metálico (Complementary Metal Oxide Semiconductor, CMOS) que usan un material de partida de tipo P tengan su sustrato referenciado al potencial más negativo del sistema. Para un dispositivo ingerible, tal como un IEM, esta conexión de sustrato forma el terminal negativo de la fuente de energía, mientras que la parte superior de la oblea del semiconductor es conectada al terminal positivo de la fuente de energía. Dada esta configuración, puede ser difícil proporcionar una conexión de terminal negativo en el lado superior de la oblea debido a la posibilidad de cortocircuitar el terminal positivo durante la activación de la fuente de energía, o a la posibilidad de causar corrientes de fuga aumentadas entre los dos terminales. Esta dificultad para proporcionar un terminal negativo en el lado superior de la oblea y de depender sólo de la conexión de sustrato, puede causar inexactitudes de la medición en los ensayos de clasificación de oblea debido a la impedancia desde el sustrato a los circuitos del chip conectados al terminal negativo. Por consiguiente, puede ser deseable proporcionar una conexión de terminal negativo que pueda ser colocada en el lado superior de la oblea que es activada sólo durante los modos de ensayo y se deja en un estado de alta impedancia durante el resto de los modos de operación.

La presente descripción se refiere también en general a un aparato, a un sistema y a un procedimiento para separar una fuente de energía de una fuente de energía de difusión en un dispositivo ingerible, tal como un IEM. En una arquitectura típica, la fuente de energía de un IEM es compartida entre los circuitos digitales, los circuitos analógicos y los circuitos de E/S. Esta compartición de la fuente de energía resulta en circuitería adicional que es requerida para desconectar la fuente de energía compartida desde los circuitos analógicos y/o digitales antes de la difusión para no afectar a su operación y almacenar suficiente carga en el dispositivo de almacenamiento para que los circuitos analógicos y digitales permanezcan operativos durante el tiempo en el que la fuente de energía está desconectada de estos circuitos. Por consiguiente, puede ser deseable proporcionar un procedimiento mediante el cual la fuente de energía de un IEM pueda ser separada físicamente en múltiples fuentes de energía de valores predeterminados, permitiendo la eliminación del dispositivo de almacenamiento de carga. Además, puede ser deseable proporcionar una arquitectura para desensibilizar los circuitos digitales y analógicos en lo que respecta a cualquier efecto de acoplamiento que pueda causar la estrecha proximidad de una fuente de energía con otra.

### Sumario

55 En un aspecto, se proporciona un procedimiento para estabilizar el voltaje de batería de un dispositivo de batería mientras se optimiza la energía suministrada a un receptor durante la comunicación de un paquete de difusión. El procedimiento

5 comprende recibir, por parte de un circuito lógico, un paquete de difusión que tiene un número de bits predeterminado para la comunicación por un controlador a un receptor situado remotamente con respecto al controlador; determinar, por parte del circuito lógico, un número de ciclos en los que un voltaje de batería muestreado es mayor o menor o igual que un voltaje nominal de la batería durante un primer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión; y realizar, por parte del circuito lógico, un procedimiento de calibración hacia arriba o calibración hacia abajo en base al número de ciclos contados en los que el voltaje de batería muestreado no es igual al voltaje nominal de la batería durante más de la mitad de un número total de ciclos contados.

**Figuras**

10 La Fig. 1 es una representación de diagrama de bloques de un aspecto de un sistema indicador de eventos con metales distintos posicionados en extremos opuestos.

La Fig. 2 es una ilustración de diagrama de bloques de un aspecto de un dispositivo de control usado que puede ser empleado en el sistema de la Fig. 1.

La Fig. 3 es un diagrama de bloques de un aspecto de un sistema indicador de eventos en comunicación con un receptor.

15 La Fig. 4A ilustra un aspecto de un módulo de conmutación de baliza que proporciona un periodo de rastreo o detección más largo que un periodo de repetición de señal transmitida.

La Fig. 4B ilustra un aspecto de un módulo de conmutación de baliza que proporciona un periodo de rastreo corto pero frecuente y se proporciona un paquete transmitido largo.

La Fig. 5 ilustra un aspecto de una lógica de decisión para un procedimiento de calibración automático.

La Fig. 6 ilustra un aspecto de una lógica de decisión para un procedimiento de calibración hacia arriba automático.

20 La Fig. 7 ilustra un aspecto de una lógica de decisión para un procedimiento de calibración hacia abajo automático.

La Fig. 8 ilustra un aspecto de un circuito de determinación de disponibilidad de batería para determinar la disponibilidad de la energía de batería antes de que el dispositivo de comunicación ingerible entre a un modo de operación de alto consumo de corriente.

25 La Fig. 9 ilustra un diagrama circuitos para proporcionar una conexión de terminal negativo que puede ser colocada en el lado superior de una oblea que es activada sólo durante los modos de ensayo y se deja en un estado de alta impedancia durante el resto de los modos de operación.

**Descripción**

30 Antes de explicar detalladamente varios aspectos de los aparatos, los sistemas y los procedimientos para optimizar de manera adaptativa la disipación de la energía y la energía de difusión en una fuente de energía para un dispositivo de comunicación, cabe señalar que los aspectos de dichas técnicas descritas en la presente memoria no se limitan en su aplicación o uso a los detalles de construcción y de disposición de las partes ilustradas en la descripción siguiente y en los dibujos adjuntos. Los diversos aspectos pueden ser implementados o incorporados en otros aspectos, variaciones y modificaciones, y pueden ser practicados o llevados a cabo de diversas maneras. Además, a menos que se indicado lo contrario, los términos y las expresiones empleados en la presente memoria han sido escogidos con el propósito de describir los aspectos ilustrativos para la conveniencia del lector y no con propósitos de limitación de la misma. Además, debería entenderse que uno cualquiera o más de los aspectos descritos, sus expresiones, y ejemplos, pueden ser combinados con uno cualquiera o más de los otros aspectos, expresiones y ejemplos descritos, sin limitación.

**Realización 1**

40 En un aspecto, la presente descripción se refiere en general a un aparato, a un sistema y a un procedimiento para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una fuente de energía, tal como una batería, para un dispositivo de comunicación. Más particularmente, en un aspecto, la presente descripción se refiere a un aparato, a un sistema y a un procedimiento para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una fuente de energía para un dispositivo de comunicación ingerible. Más particularmente, en todavía otro aspecto, la presente descripción se refiere a un aparato, a un sistema y a un procedimiento para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una batería para un IEM, por ejemplo.

En un aspecto, las técnicas para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una fuente de energía, tal como una batería, para un dispositivo de comunicación, pueden ser implementadas con una lógica de decisión de calibración automática que emplea procedimientos de calibración hacia arriba y de calibración hacia abajo para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una batería. Según la presente

descripción, la lógica de decisión de calibración automática, incluyendo los procedimientos de calibración hacia arriba y de calibración hacia abajo para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una batería que pueden ser llevados a la práctica, es implementada en un sistema que comprende un IEM. Los aspectos de los dispositivos IEM se describen en la patente US N° 7.978.064 de Zdeblick et al., titulada "Communication System with Partial Power Source".

Antes de describir diversos aspectos de la lógica de decisión de calibración automática y de los procedimientos de calibración hacia arriba/ calibración hacia abajo para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una batería, la presente descripción proporciona ahora una breve descripción de un sistema en el que puede llevarse a la práctica la lógica de decisión de calibración automática y los procedimientos de calibración hacia arriba/calibración hacia abajo para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una batería.

Por consiguiente, la Fig. 1 es una representación de un diagrama de bloques de un aspecto de un sistema 100 indicador de eventos con metales distintos posicionados en extremos opuestos. En un aspecto, el sistema 100 puede ser usado en asociación con cualquier producto farmacéutico. En un aspecto, el sistema puede ser usado para determinar cuándo toma un paciente el producto farmacéutico, tal como una píldora, un comprimido o una cápsula, sin limitación. El alcance de la presente descripción, sin embargo, no está limitado por el entorno ni por el producto usado con el sistema 100. Por ejemplo, el sistema 100 puede ser colocado sobre un comprimido o en el interior de una cápsula y puede ser colocado en el interior de un líquido conductor. A continuación, el comprimido o la cápsula se disolverían durante un periodo de tiempo y liberarían el sistema 100 en el líquido conductor. De esta manera, en un aspecto, el comprimido o la cápsula pueden contener el sistema 100 sin un agente o producto farmacéutico. Dicha cápsula, por ejemplo, puede ser usada en cualquier entorno en el que haya presente un líquido conductor y con cualquier producto, tal como un agente farmacéutico activo, vitamina, placebo, sin limitación. En varios ejemplos, la cápsula o el comprimido pueden dejarse caer en un contenedor lleno de combustible de avión, agua salada, salsa de tomate, aceite de motor o cualquier producto similar. Además, la cápsula que contiene el sistema 100 puede ser ingerida al mismo tiempo que se ingiere un producto farmacéutico para registrar la ocurrencia del evento, tal como cuándo se tomó el producto o para desencadenar cualquier otro evento.

En el ejemplo específico del sistema 100 combinado con el producto farmacéutico, cuando el producto o la píldora son ingeridos, el sistema 100 es activado. El sistema 100 controla la conductancia para producir una firma de corriente única que es detectada, lo cual significa que el producto farmacéutico ha sido tomado. El sistema 100 incluye un armazón 102. El armazón 102 es un chasis para el sistema 100 y múltiples componentes están conectados a, depositados sobre, o asegurados al armazón 102. En este aspecto del sistema 100, un primer material 104 digerible es asociado físicamente con el armazón 102. El material 104 puede ser depositado químicamente sobre, evaporado en, asegurado a, o acumulado sobre el armazón, todos los cuales pueden denominarse en la presente memoria "depósito" con respecto al armazón 102. El material 104 es depositado sobre un lado del armazón 102. Los materiales de interés que pueden ser usados como el material 104 incluyen, pero no se limitan a: Cu o CuI. El material 104 es depositado mediante deposición física a vapor, mediante electrodeposición o mediante deposición de plasma, entre otros protocolos. El material 104 puede ser de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 500  $\mu\text{m}$  de espesor, tal como de aproximadamente 5 a aproximadamente 100  $\mu\text{m}$  de espesor. La forma es controlada mediante deposición con máscara de sombra ("shadow mask"), o mediante fotolitografía y grabado químico. Además, aunque sólo se muestra una región para depositar el material, cada sistema 100 puede contener dos o más regiones eléctricamente únicas en las que el material 104 puede ser depositado, según se desee.

En un lado diferente, que puede ser el lado contrario como se muestra en la Fig. 1, se deposita un segundo material 106 digerible, de manera que los materiales 104 y 106 sean diferentes. Aunque no se muestra, el lado diferente seleccionado puede ser el lado junto al lado seleccionado para el material 104. El alcance de la presente invención no está limitado por el lado seleccionado y la expresión "lado diferente" puede significar cualquiera de los múltiples lados que son diferentes del primer lado seleccionado. Además, aunque la forma del sistema se muestra como un cuadrado, la forma puede ser cualquier forma geométrica adecuada. Los materiales 104, 106 primero y segundo son seleccionados de manera que produzcan una diferencia de potencial de voltaje cuando el sistema 100 está en contacto con el líquido conductor, tal como fluidos corporales. Los materiales de interés para el material 106 incluyen, pero no se limitan a: Mg, Zn, u otros metales electronegativos. Tal como se ha indicado anteriormente con respecto al primer material 104, el segundo material 106 puede ser depositado químicamente sobre, evaporado en, asegurado a, o acumulado sobre el armazón. Además, una capa de adhesión puede ser necesaria para ayudar al segundo material 106 (De esta manera como el primer material 104, cuando sea necesario) a adherirse al armazón 102. Las capas de adhesión típicas para el segundo material 106 son Ti, TiW, Cr o un material similar. El material del ánodo y la capa de adhesión pueden ser depositados mediante deposición física a vapor, electrodeposición o deposición de plasma. El segundo material 106 puede ser de aproximadamente 0,05 a aproximadamente 500  $\mu\text{m}$  de espesor, tal como de aproximadamente 5 a aproximadamente 100  $\mu\text{m}$  de espesor. Sin embargo, el alcance de la presente invención no está limitado por el espesor de cualquiera de los materiales ni por el tipo de procedimiento que usado para depositar o asegurar los materiales al armazón 102.

Según la descripción expuesta, los materiales 104, 106 pueden ser cualquier par de materiales con potenciales

electroquímicos diferentes. Además, en las realizaciones en las que el sistema 100 es usado in-vivo, los materiales 104, 106 pueden ser vitaminas que pueden ser absorbidas. Más específicamente, los materiales 104, 106 pueden estar realizados en cualesquiera dos materiales apropiados para el ambiente en el que operará el sistema 100. Por ejemplo, cuando se usan con un producto ingerible, los materiales 104, 106 son cualquier par de materiales con potenciales electroquímicos diferentes que son ingeribles. Un ejemplo ilustrativo incluye el caso en el que el sistema 100 está en contacto con una solución iónica, tal como los ácidos del estómago. Los materiales adecuados no están restringidos a metales y, en ciertas realizaciones, los materiales emparejados son elegidos de entre metales y no metales, por ejemplo, un par formado por un metal (tal como Mg) y una sal (tal como CuCl o Cul). Con respecto a los materiales del electrodo activo, cualquier emparejamiento de sustancias (metales, sales o compuestos de intercalación) con potenciales (voltajes) electroquímicos adecuadamente diferentes y baja resistencia interfacial, es adecuado.

Los materiales y los emparejamientos de interés incluyen, pero no se limitan a, aquellos enumerados en la Tabla 1 siguiente. En un aspecto, uno o ambos de los metales pueden estar dopados con un no metal, por ejemplo, para potenciar el potencial de voltaje creado entre los materiales cuando entran en contacto con un líquido conductor. Los no metales que pueden ser usados como agentes dopantes en ciertas realizaciones incluyen, pero no se limitan a: azufre, yodo y similares. En otra realización, los materiales son yoduro de cobre (CuI) como el ánodo y magnesio (Mg) como el cátodo. Los aspectos de la presente descripción usan materiales de electrodo que no son perjudiciales para el cuerpo humano.

TABLA 1

TABLA 1		
	Ánodo	Cátodo
Metales	Magnesio, zinc sodio (†), Litio (†) hierro	
Sales		Sales de cobre: yoduro, cloruro, bromuro, sulfato, formiato (otros aniones son posibles)  Sales de Fe <sup>3+</sup> : por ejemplo, ortofosfato, pirofosfato (otros aniones son posibles)  Oxígeno (††) sobre platino, oro u otras superficies catalíticas
Compuestos de intercalación	Grafito con Li, K, Ca, Na, Mg	Óxido de vanadio, óxido de manganeso

De esta manera, cuando el sistema 100 está en contacto con el líquido conductor, se forma una trayectoria de corriente a través del líquido conductor entre los materiales 104, 106 primero y segundo. Un controlador 108 está asegurado al armazón 102 y está acoplado eléctricamente a los materiales 104, 106 primero y segundo. El controlador 108 incluye una circuitería electrónica, por ejemplo, lógica de control que es capaz de controlar y alterar la conductancia entre los materiales 104, 106.

El potencial de voltaje creado entre los materiales 104, 106 primero y segundo proporciona la energía para operar el sistema 100 y produce también el flujo de corriente a través del fluido conductor y el sistema. En un aspecto, el sistema 100 opera en el modo de corriente continua. En un aspecto alternativo, el sistema 100 controla la dirección de la corriente de manera que la dirección de corriente sea invertida de una manera cíclica, similar a la corriente alterna. Cuando el sistema 100 alcanza el fluido conductor o el electrolito, donde el componente de fluido o electrolito es proporcionado por un líquido fisiológico, por ejemplo, ácido del estómago, la trayectoria para el flujo de corriente entre los materiales 104, 106 es completada externamente al sistema 100; la trayectoria de corriente a través del sistema 100 es controlada por el controlador 108. La terminación de la trayectoria de corriente permite que la corriente fluya y, a su vez, que un receptor 304 (mostrado en la Fig. 3) pueda detectar la presencia de la corriente y recibir la información transmitida/radiada por el sistema 100. En un aspecto, el receptor reconoce que el sistema 100 ha sido activado y que está ocurriendo o que ha ocurrido el evento deseado.

En un aspecto, los dos materiales 104, 106 pueden tener una función similar a la de los dos electrodos necesarios para una fuente de energía de corriente continua, tal como una batería. El líquido conductor actúa como el electrolito necesario para completar la fuente de energía. La fuente de energía completada descrita es definida por la reacción físico-química entre los materiales 104, 106 del sistema 100 y los fluidos circundantes del cuerpo. La fuente de energía completada

puede ser considerada como una fuente de energía que aprovecha la electrólisis inversa en una solución iónica o conductiva, tal como fluido gástrico, sangre u otros fluidos corporales y algunos tejidos. Además, el entorno puede ser algo diferente de un cuerpo y el líquido puede ser cualquier líquido conductor. Por ejemplo, el fluido conductor puede ser agua salada o una pintura de base metálica.

5 En ciertos aspectos, los dos materiales 104, 106 pueden estar protegidos del entorno circundante por una capa de material adicional. Por consiguiente, cuando el protector es disuelto y los dos materiales 104, 106 diferentes son expuestos al sitio objetivo, se genera un potencial de voltaje.

10 En ciertos aspectos, la fuente o suministro de energía completa es una que comprende materiales de electrodo activo, electrolitos y materiales inactivos, tales como recolectores de corriente, envase, etc. Los materiales activos son cualquier par de materiales con potenciales electroquímicos diferentes. Los materiales convenientes no están restringidos a metales y, en ciertas realizaciones, los materiales emparejados son elegidos de entre metales y no metales, por ejemplo, un par formado por un metal (tal como Mg) y una sal (tal como CuI). Con respecto a los materiales de electrodo activos, cualquier emparejamiento de sustancias (metales, sales o compuestos de intercalación) con potenciales (voltajes) electroquímicos adecuadamente diferentes y baja resistencia interfacial, es conveniente.

15 Pueden emplearse una diversidad de materiales diferentes como los materiales que forman los electrodos. En ciertos aspectos, los materiales de electrodo son seleccionados para proporcionar un voltaje tras el contacto con el sitio fisiológico objetivo, por ejemplo, el estómago, suficiente para accionar el sistema del identificador. En ciertas realizaciones, el voltaje proporcionado por los materiales de electrodo tras el contacto de los metales de la fuente de energía con el sitio fisiológico objetivo es de 0,001 V o más alto, incluyendo 0,01 V o más alto, tal como 0,1 V o más alto, 20 por ejemplo, 0,3 V o más alto, incluyendo 0,5 voltios o más alto, e incluyendo 1,0 voltios o más alto, donde en ciertas realizaciones, el voltaje están comprendido entre aproximadamente 0,001 y aproximadamente 10 voltios, tal como entre aproximadamente 0,01 y aproximadamente 10 V.

25 Los materiales 104, 106 primero y segundo proporcionan el potencial de voltaje para activar el dispositivo 108 de control. Una vez activado o energizado el dispositivo 108 de control, el dispositivo 108 de control puede alterar la conductancia entre los materiales 104, 106 en una manera única. Alterando la conductancia entre los materiales 104, 106, el dispositivo 108 de control es capaz de controlar la magnitud y el ciclo de trabajo de la corriente a través del líquido conductor que rodea el sistema 100. Esto produce una firma de corriente única que puede ser detectada y medida por el receptor 304 (mostrado en la Fig. 3), que puede estar posicionado interno o externo al cuerpo. La información puede ser comunicada por el sistema 100 en forma de paquetes hasta que los materiales primero y segundo ya no puedan mantener la fuente de 30 energía. Además de controlar la magnitud de la trayectoria de corriente entre los materiales, se usan materiales no conductores, una membrana, o "falda" para aumentar la "longitud" de la trayectoria de corriente y, por lo tanto, actúan para aumentar la trayectoria de la conductancia, tal como se describe en la solicitud de patente US con N° de serie 12/238.345 titulada "In-Body Device with Virtual Dipole Signal Amplification", presentada el 25 de Septiembre de 2008. De manera alternativa, a lo largo de la descripción en la presente memoria, las expresiones "material no conductor", 35 "membrana" y "falda" son intercambiables con la expresión "extensor de la trayectoria de corriente" sin impactar el alcance o las presentes realizaciones y las reivindicaciones en la presente memoria. Los elementos 105, 107 de falda pueden estar asociados con, por ejemplo, asegurados a, el armazón 102. En el alcance de la presente invención se contemplan diversas formas y configuraciones para la falda. Por ejemplo, el sistema 100 puede estar rodeado entera o parcialmente por la falda y la falda puede estar posicionada a lo largo de un eje central del sistema 100 o descentrado con relación a un 40 eje central. De esta manera, el alcance de la presente descripción, tal como se reivindica en la presente memoria, no está limitado por la forma o por el tamaño de la falda. Además, en otras realizaciones, los materiales 104, 106 primero y segundo pueden estar separados por una falda que es posicionada en cualquier región definida entre los materiales 104, 106.

45 Con referencia ahora a la Fig. 2, en la misma se muestra una representación de diagrama de bloques del controlador 108. El dispositivo 108 incluye un módulo 202 de control, un contador o reloj 204, una memoria 206 y un circuito 208 lógico. Además, el controlador 108 puede incluir uno o más módulos sensores. El módulo 202 de control tiene una entrada 210 acoplada eléctricamente al primer material 104 y una salida 212 acoplada eléctricamente al segundo material 106. El módulo 202 de control, el reloj 204, la memoria 206 y el circuito 208 lógico (y opcionalmente los módulos sensores) tienen también entradas de energía (algunas no se muestran). La energía para cada uno de estos componentes es suministrada por el potencial de voltaje producido por la reacción química entre los materiales 104, 106 primero y segundo y el fluido conductor, cuando el sistema 100 está en contacto con el fluido conductor. El módulo 202 de control controla la conductancia mediante una lógica que altera la impedancia global del sistema 100. El módulo 202 de control está acoplado eléctricamente al reloj 204. El reloj 204 proporciona un ciclo de reloj al módulo 202 de control. En base a las características programadas del módulo 202 de control, cuando han transcurrido un número establecido de ciclos de reloj, 50 el módulo 202 de control altera las características de la conductancia entre los materiales 104, 106 primero y segundo. Este ciclo es repetido y de esta manera el controlador 108 produce una característica de firma de corriente única. El módulo 202 de control está también acoplado eléctricamente a la memoria 206. Tanto el reloj 204 como la memoria 206 son energizados por el potencial de voltaje creado entre los materiales 104, 106 primero y segundo.

Tal como se muestra en la Fig. 3, en un aspecto, se proporciona un circuito 208 lógico para supervisar el consumo de corriente y la impedancia de la fuente de energía o de la batería resultante formada entre los materiales primero y segundo cuando el sistema es sumergido en un fluido iónico. En un aspecto, el circuito 208 lógico, que comprende un elemento de muestreo y retención ("sample and hold") y un convertidor analógico-a-digital (ADC), está configurado como un algoritmo o procedimiento de calibración automático para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en la fuente de energía resultante. En un aspecto, y descrito más detalladamente más adelante, el circuito 208 lógico supervisa y ajusta la anchura de impulso y el límite de la corriente de la salida del sistema 100 con el fin de estabilizar el voltaje de la batería y el ciclo de trabajo de la señal transmitida, mientras optimiza la energía suministrada al receptor 304 (mostrado en la Fig. 3). En un aspecto, el algoritmo puede estar implementado para muestrear el valor del voltaje de la batería ( $V_{BAT}$ ) durante la transmisión de un paquete de datos predeterminado. En un aspecto, los ajustes en la anchura del impulso y/o el límite de corriente pueden tener efecto durante la transmisión de un paquete subsiguiente, tal como, por ejemplo, durante la transmisión del próximo paquete de datos. Los ajustes del algoritmo (anchura de impulso inicial, límites de corriente mínima y máxima) pueden ser programados en la memoria 206, tal como una memoria no volátil, por ejemplo. Esta etapa de programación puede ser realizada, por ejemplo, en la etapa de clasificación de la oblea. En la operación, el circuito 208 lógico puede ejecutar un procedimiento de calibración hacia arriba o de calibración hacia abajo que depende del estado del voltaje de recuperación de batería y de la impedancia de la batería. El circuito 208 lógico, incluyendo los procedimientos de calibración hacia arriba y de calibración hacia abajo, se describen más detalladamente a continuación, en la presente memoria, con referencia a las Figs. 5 a 7. El circuito 208 lógico puede ser implementado en hardware, en software o en una combinación de los mismos. En un aspecto, el circuito 208 lógico puede ser implementado como un procesador, una máquina de estados, un procesador de señal digital, lógica discreta entre otras implementaciones, que serían fácilmente evidentes para una persona con conocimientos ordinarios en la técnica. En un aspecto, el circuito 208 lógico puede materializarse en un circuito integrado específico de aplicación (Application Specific Integrated Circuit, ASIC). De esta manera, el uso del término algoritmo o procedimiento no debería ser interpretado necesariamente como la ejecución de instrucciones de ordenador. En un aspecto, el circuito 208 lógico es energizado por el potencial de voltaje creado entre los materiales 104, 106 primero y segundo.

La Fig. 3 es un diagrama de bloques de un aspecto de un sistema 300 de comunicación en el que un sistema 100 indicador de eventos está en comunicación con un receptor 304 sobre un enlace 308 de comunicación. Se apreciará que el enlace 308 de comunicación puede ser un flujo de corriente producido por emisión iónica o un enlace inalámbrico, sin limitación. En un aspecto, el circuito 208 lógico está acoplado a una fuente 302 de energía de batería, que es modelada como una fuente  $V_{BAT}$  de voltaje que tiene una impedancia  $Z_{BAT}$  interna y una corriente ( $i$ ) de salida. El circuito 208 lógico supervisa la corriente ( $i$ ) de salida de la batería 302 y la impedancia  $Z_{BAT}$  de la batería 302. En un aspecto, la batería 302 se forma cuando los materiales 104, 106 primero y segundo son sumergidos en un fluido iónico tal como se ha descrito en conexión con las Figs. 1 y 2. Los aspectos de un dispositivo 304 receptor se describen en la patente US N° 8.114.021 de Robertson et al., titulada "Body-associated Receiver and Method".

En un aspecto, el circuito 208 lógico está configurado para ejecutar un algoritmo o procedimiento de calibración automático para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión del sistema 100 indicador de eventos. En un aspecto, el controlador 202 del sistema 100 indicador de eventos emite una señal 306 de difusión al receptor 304. La señal 306 de difusión está comprendida por una secuencia de impulsos transmitidos a una frecuencia ( $f$ ) predeterminada. Los impulsos individuales de la señal 306 de difusión definen un bit de información y una secuencia de impulsos define un paquete de información. Los impulsos tienen un periodo ( $T$ ) y una anchura ( $w$ ) de impulso durante cuyo tiempo la señal de salida está activa. El inverso del periodo ( $T$ ) de impulso es la frecuencia de la señal 306 de difusión. Los impulsos pueden ser transmitidos en un ciclo de trabajo predeterminado, que es definido como la proporción de la anchura ( $w$ ) y el periodo ( $T$ ) de impulso.

$$f = 1/T \text{ Hz}$$

$$\text{Ciclo de trabajo} = w/T$$

En un aspecto, el controlador 202 puede transmitir una señal 306 de difusión que comprende un primer paquete de información, en el que el primer paquete comprende un número  $m$  predeterminado de impulsos (por ejemplo,  $m$  bits de información) a una primera frecuencia  $f_1$ . En un aspecto, el controlador 202 puede transmitir múltiples primeros paquetes que comprenden el número de bits predeterminado a la primera frecuencia  $f_1$ . En algún momento posterior, el controlador 202 puede empezar a difundir un segundo paquete de información, en el que el segundo paquete comprende un número  $n$  predeterminado de impulsos (por ejemplo,  $n$  bits de información) a una segunda frecuencia  $f_2$ . En un aspecto, la serie de primeros paquetes a  $f_1$  es difundida al receptor 304 a justo la energía suficiente para despertar al receptor 304. Los datos o la información reales asociados con el sistema 100 indicador de eventos son difundidos a través de la segunda serie de paquetes a  $f_2$ . De esta manera, una vez que el receptor 304 detecta los primeros paquetes, se prepara para recibir la difusión de datos a través de los segundos paquetes.

La primera frecuencia  $f_1$  puede ser cualquier frecuencia predeterminada y, en un aspecto, puede ser cualquier frecuencia de aproximadamente 10 a aproximadamente 30 kHz y más preferiblemente aproximadamente de 20 kHz. La segunda

frecuencia  $f_2$  puede ser cualquier frecuencia predeterminada y, en un aspecto, puede ser cualquier frecuencia de aproximadamente 10 a aproximadamente de 15 kHz y más preferiblemente aproximadamente de 12½ kHz.

5 En un aspecto, el sistema 100 indicador de eventos pueden difundir un número de paquetes predeterminado, por ejemplo, de tres a seis paquetes o más, a la primera frecuencia  $f_1$  para retardar el tiempo de difusión entre un paquete a la primera frecuencia  $f_1$  y un paquete a la segunda frecuencia  $f_2$ , o cambiando el intervalo de tiempo entre los paquetes para evitar colisiones de transmisión. De manera similar, en un aspecto, el sistema 100 indicador de eventos puede difundir un número de paquetes predeterminado, por ejemplo, de tres a seis paquetes o más, a la segunda frecuencia  $f_2$  para evitar colisiones de transmisión. Sin embargo, se apreciará que el número de transmisiones de paquete repetidas a las frecuencias  $f_1$ ,  $f_2$  primera o segunda puede ser determinado estadísticamente en base al número de sistemas 100  
10 indicadores de eventos ingeridos por el paciente.

15 En un aspecto, tal como se describe más detalladamente más adelante, el circuito 208 lógico supervisa y ajusta la anchura ( $w$ ) de impulso de la salida del controlador 202 y el límite ( $i$ ) de corriente de una señal 306 de difusión generada por el sistema 100 indicador de eventos con el fin de estabilizar el voltaje  $V_{BAT}$  de la batería y el ciclo de trabajo de los impulsos de la señal 306 de difusión, mientras optimiza la energía suministrada al receptor 304. En un aspecto, la lógica está configurada para muestrear el voltaje  $V_{BAT}$  de la batería durante la transmisión de difusión de un paquete de datos predeterminado por el controlador 202. En un aspecto, los ajustes en la anchura ( $w$ ) de impulso y/o en el límite ( $i$ ) de corriente pueden ser determinados para una difusión de paquete actual y pueden ser aplicados a un paquete subsiguiente, tal como, por ejemplo, durante la transmisión de difusión del próximo paquete de datos. Los ajustes del algoritmo, tales como, por ejemplo, la anchura ( $w_0$ ) de impulso inicial, los límites de corriente ( $i_{min}$ ) mínima, y de corriente ( $i_{max}$ ) máxima  
20 pueden ser programados en la memoria 206 (Fig. 2), tal como una memoria no volátil, por ejemplo. Esta etapa de programación puede ser realizada, por ejemplo, en la etapa de clasificación de la oblea.

25 En un aspecto, la corriente  $i_{min}$  mínima es aproximadamente 1 mA y la corriente  $i_{max}$  máxima es aproximadamente 4 mA. En un aspecto, el ciclo  $CC_{min}$  de trabajo mínimo es aproximadamente el 15% y el ciclo  $CC_{max}$  de trabajo máximo es aproximadamente el 50%. Estos valores son solamente ejemplos, y el sistema presente no debería estar limitado en este contexto.

Durante la operación, el circuito 208 lógico puede ejecutar un procedimiento de calibración hacia arriba o de calibración hacia abajo dependiendo del estado del voltaje  $V_{BAT}$  de recuperación de la batería 302 y de la impedancia  $Z_{BAT}$ . El circuito 208 lógico, incluyendo los procedimientos de calibración hacia arriba y de calibración hacia abajo, se describen más detalladamente más adelante con referencia a las Figs. 5-7.

30 El circuito 208 lógico puede estar implementado en hardware, en software o en una combinación de los mismos. En un aspecto, el circuito 208 lógico puede estar implementado como un procesador, un procesador de señal digital, lógica discreta o una máquina de estados, entre otras implementaciones, lo que sería fácilmente evidente para una persona con conocimientos ordinarios en la técnica. En un aspecto, el circuito 208 lógico puede ser materializado en un circuito integrado específico de aplicación (ASIC). De esta manera, el uso del término algoritmo o procedimiento no debería ser interpretado necesariamente como la ejecución de instrucciones de ordenador.  
35

Aunque los aspectos ilustrados en conexión con las Figs. 1 a 3, el circuito 208 lógico se describe en conexión con la optimización de manera adaptativa de la disipación de energía y de la energía de difusión en una fuente de energía creada entre los materiales 104 y 106 primero y segundo, el circuito 208 lógico no está limitado en este contexto. Por ejemplo, el circuito 208 lógico puede estar configurado para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en cualquier fuente de energía, tal como una batería convencional.  
40

El receptor 304 puede emplear además un módulo de funcionalidad de baliza. En diversos aspectos, un módulo de conmutación de baliza puede emplear uno o más de entre: un módulo de activación de baliza, un módulo de señal de baliza, un módulo de onda/frecuencia, un módulo de frecuencia múltiple y un módulo de señal modulada.

45 El módulo de conmutación de baliza puede estar asociado con comunicaciones de baliza, por ejemplo, un canal de comunicación de baliza, un protocolo de baliza, etc. Para el propósito de la presente descripción, las balizas son típicamente señales enviadas por el controlador 108 bien como parte de un mensaje o bien para aumentar un mensaje (denominado a veces en la presente "señales de baliza"). Las balizas pueden tener características bien definidas, tales como frecuencia. Las balizas pueden ser detectadas fácilmente en entornos ruidosos y pueden ser usadas para activar un circuito de rastreo, tal como se describe más adelante.

50 En un aspecto, el módulo de conmutación de baliza puede comprender el módulo de activación de baliza, que tiene la funcionalidad de activación. La funcionalidad de activación comprende generalmente la funcionalidad de operar en modos de alta energía sólo durante momentos específicos, por ejemplo, los periodos cortos para propósitos específicos, para recibir una señal, etc. Una consideración importante en una parte receptora de un sistema es que sea de baja energía. Esta característica puede ser ventajosa en un receptor implantado, para proporcionar tanto un tamaño pequeño como para conservar un suministro eléctrico de funcionamiento prolongado desde una batería. El módulo de conmutación de  
55

baliza permite estas ventajas haciendo que el receptor opere en un modo de alta energía durante periodos de tiempo muy limitados. Los ciclos de trabajo cortos de este tipo pueden proporcionar un tamaño de sistema y características de consumo de energía óptimos.

5 En la práctica, el receptor 304 puede "activarse" periódicamente, y con un consumo bajo de energía, para realizar una "función de rastreo", por ejemplo, mediante un circuito de rastreo. Es durante este periodo cuando el receptor 304 detecta el primer paquete a la primera frecuencia  $f_1$ . Para el propósito de la presente solicitud, la expresión "función de rastreo" se refiere en general a una función corta, de baja energía, para determinar si hay presente o no un transmisor, por ejemplo, el sistema 100 de comunicación. Si la función de rastreo detecta una señal 306 de difusión del sistema 100 de comunicación, el receptor 304 puede realizar una transición a un modo de decodificación de comunicación de energía más alta. Si no hay presente una señal 306 de difusión del sistema 100 de comunicación, el receptor 304 puede volver, por ejemplo, volver inmediatamente, al modo de suspensión. En esta manera, la energía es conservada durante periodos relativamente largos cuando no hay presente una señal de transmisor, mientras que las capacidades de alta energía permanecen disponibles para las operaciones de modo de decodificación eficientes durante periodos relativamente pocos cuando hay presente una señal 306 de difusión. Puede haber varios modos, y combinaciones de los mismos, disponibles para operar el circuito de rastreo. Haciendo coincidir las necesidades de un sistema particular con la configuración del circuito de rastreo, puede conseguirse un sistema optimizado.

20 La Fig. 4A ilustra un diagrama 400 de un módulo de conmutación de baliza en el que un periodo 401 de rastreo es más largo que el periodo 403 de repetición de una señal 306 de difusión (Fig. 3). La función de tiempo es proporcionada en el eje horizontal. Tal como se muestra, la señal 306 de difusión se repite periódicamente con un periodo de repetición de 403, con una función de rastreo también en funcionamiento. En la práctica, efectivamente, el periodo 401 de rastreo puede ser más largo que el periodo 403 de repetición de la señal 306 de difusión. En diversos aspectos, puede haber un periodo de tiempo relativamente largo entre los periodos de rastreo. De esta manera, se garantiza que la función de rastreo, por ejemplo, implementada como un circuito de rastreo, tendrá al menos una transmisión que ocurrirá cada vez que el circuito de rastreo esté activo.

25 La Fig. 4B ilustra un diagrama 410 en el que el módulo de conmutación de baliza proporciona un periodo 405 de rastreo corto pero frecuente y un paquete 407 transmitido largo. El circuito de rastreo se activará en algún punto durante el tiempo de transmisión. De esta manera, el circuito de rastreo puede detectar la señal transmitida y conmutar a un modo de decodificación de alta energía.

30 Un aspecto de activación adicional de baliza es proporcionar la función de "rastreo" en un modo continuo. Este aspecto del canal de transmisión de baliza transcorporal puede aprovechar el hecho de que el consumo total de energía es el producto del consumo de energía promedio y del tiempo. En este aspecto, el sistema puede minimizar el consumo total de energía al tener periodos muy cortos de actividad, en cuyo caso los periodos de actividad son promediados hacia abajo a un número pequeño. De manera alternativa, se proporciona una actividad continua de rastreo de baja energía. En este caso, la configuración proporciona una energía suficientemente baja de manera que el receptor de transmisión opere de manera continua con un consumo de energía total a un nivel apropiado para los parámetros de un sistema específico.

35 En un aspecto, el módulo de rastreo del receptor 304 está configurado para escanear o explorar los datos codificados por el controlador 202 en el flujo de corriente producido mediante emisión iónica. Los datos son recibidos en el receptor 304 como una señal conductiva según una planificación establecida, por ejemplo, cada 20 segundos. El periodo durante el rastreo activo es limitado, por ejemplo, 300 mseg. Este ciclo de trabajo relativamente bajo permite una funcionalidad de energía promedio menor durante una vida extendida del sistema. El receptor 304 determina si una señal 306 de difusión está presente o no y si esa señal 306 de difusión tiene un ID válido. Si no se detecta ninguna señal que tenga un ID válido durante el rastreo activo, el rastreo activo es desactivado hasta el próximo periodo activo predeterminado. Si se recibe una señal 306 de difusión que tiene un ID válido, el receptor 304 determina si la señal 306 recibida proviene de un transmisor iónico detectado anteriormente. Si la señal 306 de difusión proviene de un transmisor iónico detectado anteriormente, el receptor 304 determina si el conteo (en otras palabras, las detecciones válidas individuales del mismo ID) en el ciclo de activación actual (tiempo especificado desde el último ID informado, tal como 10 minutos) es mayor que un número especificado (tal como 50) según se mide mediante un contador de umbral. Si el conteo excede este umbral, según se determina mediante el contador de umbral, el receptor 304 vuelve al modo de rastreo. Si el conteo no excede el valor umbral, el receptor opera 100% en el modo de detección para analizar los datos recibidos codificados en el flujo de corriente por la emisión iónica. Una vez decodificados y analizados los datos recibidos, el receptor 304 determina que los datos codificados en el flujo de corriente provienen de una fuente válida diferente que las detectadas anteriormente, entonces se reinicia el contador de umbral.

55 En otro aspecto, la señal 306 de difusión entrante al receptor 304 representa las señales recibidas por los electrodos, sometidas a un filtro pasa banda (tal como de 10 kHz a 34 kHz) por una cadena de señalización de alta frecuencia (que abarca la frecuencia portadora), y convertidas de analógico a digital. A continuación, la señal 306 de difusión es diezmada

5 y es mezclada a la frecuencia de accionamiento nominal (por ejemplo, 12,5 kHz, 20 kHz, etc.) en un mezclador. La señal resultante es diezmada y sometida a un filtro pasa baja (tal como 5 kHz BW) para producir la señal portadora mezclada de manera descendente a la señal desplazada de la portadora. La señal desplazada de la portadora es procesada adicionalmente (transformada rápida de Fourier y, a continuación, detección de los dos picos más fuertes) para proporcionar la verdadera señal de frecuencia de portadora. Este protocolo permite una determinación exacta de la frecuencia de portadora de la baliza transmitida.

10 Tras describir en las Figs. 1-4 un sistema 100 de dispositivo ingerible general, en el que pueden llevarse a la práctica el aparato, el sistema y el procedimiento para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una batería 302, la presente descripción pasa ahora a una descripción de un diagrama de flujo que ilustra un aspecto de un procedimiento para una lógica 500 de decisión de calibración automática, tal como se muestra en la Fig. 5. La lógica 500 de decisión de calibración automática puede ser implementada mediante el circuito 208 lógico. Por consiguiente, la lógica 500 de decisión de calibración automática se describirá con referencia a las Figs. 1-5. Durante un ciclo de difusión por el sistema 100 de comunicación, es deseable optimizar la señal 306 de difusión mientras se minimiza la carga retirada desde la batería 302 usando un aspecto del procedimiento descrito en la Fig. 5. La señal 306 de difusión puede ser optimizada controlando la combinación de corriente (i) y anchura (w) de impulso durante un ciclo de difusión, y equilibrando la carga de salida contra una medición predeterminada del voltaje  $V_{\text{BAT-REC}}$  de recuperación de la batería 302 o de la impedancia  $Z_{\text{BAT}}$  de la batería.

20 En un aspecto, esto puede conseguirse mediante un procedimiento o algoritmo de "calibración hacia arriba" y de calibración hacia abajo", tal como se describe en conexión con las Figs. 6 y 7. Durante la fase de calibración hacia arriba la corriente (i) o la anchura (w) de impulso del ciclo de difusión es aumentada hasta que se obtenga el voltaje  $V_{\text{BAT-REC}}$  de recuperación de la batería 302 o la impedancia  $Z_{\text{BAT}}$  de la batería predeterminados. A continuación, esta etapa es incrementada en uno para asegurar que el voltaje  $V_{\text{BAT}}$  de la batería 302 es mayor que el voltaje  $V_{\text{BAT-REC}}$  de recuperación de la batería 302. A continuación, se pasa a la fase de "calibración hacia abajo" de manera que el otro parámetro, la corriente (i) o la anchura (w) de impulso del ciclo de difusión, es decrementado hasta que se detecte una vez más el voltaje  $V_{\text{BAT-REC}}$  de recuperación de la batería 302 o la impedancia  $Z_{\text{BAT}}$  de la batería predeterminados. Esta combinación de corriente (i) y anchura (w) de impulso de difusión es almacenada a continuación en la memoria y es usada durante un único ciclo de difusión de un paquete subsiguiente, por ejemplo, el siguiente paquete.

30 En un aspecto, el procedimiento de determinación del voltaje  $V_{\text{BAT-REC}}$  de recuperación de la batería 302 o la impedancia  $Z_{\text{BAT}}$  de la batería predeterminados es llevado a cabo muestreando el voltaje  $V_{\text{BAT-REC}}$  de recuperación de la batería 302 predeterminado durante un ciclo de no difusión, y realizando un cálculo de valor promedio sobre el resultado. Además, el procedimiento de optimización puede utilizar un valor inicial de la corriente (i) y de la anchura (w) de impulso, así como un valor máximo de la corriente (i) y de la anchura (w) de impulso, para asegurar que no se violen los parámetros de difusión mínimo y máximo.

35 Durante una transmisión convencional de la señal 306 de difusión, se aprovecha toda la energía de la batería 302 esencialmente causando un corto en la batería 302. Esto conduce a un tiempo de recuperación más largo y a una velocidad de descarga más rápida para la batería 302. En un aspecto, la lógica 500 de decisión de calibración automática proporciona un procedimiento para optimizar de manera adaptativa la energía de disipación y de difusión para extender la vida de la batería 302 mientras todavía proporciona suficiente energía de difusión al controlador 202 para una detección adecuada por parte del receptor 304. En un aspecto, la lógica 500 de decisión de calibración automática puede ser implementada mediante el circuito 208 lógico. Por consiguiente, con referencia ahora a la Fig. 5, se muestra un aspecto de una lógica 500 de decisión de calibración automática. En un aspecto, la lógica 500 de decisión de calibración automática puede ser empleada para ajustar la anchura (w) de impulso y el límite de corriente (i) de la señal 306 de difusión emitida por el controlador 202 con el fin de estabilizar el voltaje  $V_{\text{BAT}}$  de la batería y el ciclo de trabajo de la señal 306 de difusión, mientras se optimiza la energía suministrada al receptor 304. En un aspecto, la lógica 500 muestrea el valor de  $V_{\text{BAT}}$  durante una transmisión de paquetes de datos. En un aspecto, la transmisión de paquetes de datos puede ser un paquete de datos de 20 kHz. Los ajustes en la anchura (w) de impulso y/o el límite de corriente (i) surten efecto comenzando con un paquete de datos subsiguiente, tal como, por ejemplo, el siguiente paquete de datos. En un aspecto, los ajustes de la lógica 500 (anchura de impulso inicial, límite de corriente mínima y máximo) son programables en la memoria 206 no volátil (Fig. 2) en la clasificación de la oblea.

50 Con referencia ahora a las Figs. 3 y 5, en 502, la lógica 500 de decisión de calibración automática, por ejemplo, el circuito 208 lógico, espera al siguiente paquete de difusión disponible para caracterizar el voltaje  $V_{\text{BAT}}$  y la impedancia  $Z_{\text{BAT}}$  de la batería. En el bloque 504 de decisión, el circuito 208 lógico determina si el último paquete de difusión está o no en la cola de transmisión. Si no está, el procedimiento de la lógica 500 continúa por la rama "No" y espera al último paquete. Si está, el procedimiento de la lógica 500 continúa por la rama "Sí". En 506, el circuito 208 lógico muestrea el voltaje  $V_{\text{BAT}}$  de la batería 302 y cuenta usando un contador, por ejemplo, determina, el número de ciclos en los que el voltaje ( $V_{\text{CAP}}$ ) de batería muestreado es menor que un voltaje ( $V_{\text{BAT-NOM}}$ ) nominal de la batería, por ejemplo,  $V_{\text{CAP}} < V_{\text{BAT-NOM}}$ , desde el i-ésimo bit al j-ésimo bit del paquete de difusión. En el bloque 508 de decisión, el circuito 208 lógico determina si el voltaje  $V_{\text{CAP}}$  muestreado es menor que el voltaje  $V_{\text{BAT-NOM}}$  nominal de la batería durante más de la mitad de los ciclos entre el i-

- ésimo bit y el j-ésimo bit del paquete de difusión. El voltaje ( $V_{CAP}$ ) de batería muestreado puede ser determinado por el circuito 208 lógico usando, por ejemplo, el circuito de muestreo y retención y un ADC, de manera muy similar al circuito 808 de muestreo y retención y al convertidor 812 analógico-a-digital mostrados y descritos con respecto a la Fig. 8, por ejemplo. Por consiguiente, en un aspecto, el circuito 208 lógico puede estar configurado para emplear un circuito de muestreo y retención y un convertidor analógico-a-digital internos o externos para muestrear el voltaje de la batería.
- 5 Cuando el voltaje  $V_{CAP}$  muestreado, es menor que el voltaje  $V_{BAT\_NOM}$  nominal de la batería durante más de la mitad de los ciclos entre el i-ésimo bit y el j-ésimo bit del paquete de difusión, el procedimiento de la lógica 500 continua a lo largo de la rama "Sí" al procedimiento 700 de "calibración hacia abajo", que se describe en conexión con la Fig. 7. Brevemente, durante el procedimiento 700 de "calibración hacia abajo", la corriente (i) o la anchura (w) de impulso del ciclo de difusión es reducida hasta que el voltaje  $V_{BAT\_REC}$  de recuperación de la batería 302 o la impedancia  $Z_{BAT}$  de la batería predeterminados sean detectados una vez más.
- 10 Cuando el voltaje  $V_{CAP}$  muestreado es menor que el voltaje  $V_{BAT\_NOM}$  nominal de la batería durante menos de la mitad de los ciclos entre el i-ésimo bit y el j-ésimo bit del paquete de difusión, el procedimiento de la lógica 500 continua a lo largo de la rama "No" al bloque 510 de decisión para determinar el modo de operación.
- 15 En un aspecto, la lógica 500 puede estar configurada para operar en el modo de operación de ciclo múltiple de X-bits o un modo de operación de ciclo único de Y-bits. Cuando se opera en el modo de operación de ciclo múltiple de X-bits, en 512 el circuito 208 lógico cuenta el número de ciclos en los que el voltaje muestreado es menor que el voltaje nominal de la batería, por ejemplo,  $V_{CAP} < V_{BAT\_NOM}$ , desde el (j+1)-ésimo bit al k-ésimo bit. De lo contrario, en 514 el circuito 208 lógico cuenta el número de ciclos en los que  $V_{CAP} < V_{BAT\_NOM}$  desde el (k+1)-ésimo bit al l-ésimo bit. Después de contar dicho número de ciclos, en el bloque 516 de decisión la lógica 500 determina si el voltaje  $V_{CAP}$  muestreado es mayor que el voltaje  $V_{BAT\_NOM}$  nominal de batería, por ejemplo,  $V_{CAP} < V_{BAT\_NOM}$  durante más de la mitad de los ciclos. Cuando el voltaje  $V_{CAP}$  muestreado no es mayor que el voltaje  $V_{BAT\_NOM}$  nominal de batería, por ejemplo,  $V_{CAP} < V_{BAT\_NOM}$  durante más de la mitad de los ciclos, la lógica continúa a lo largo de la rama "No" a 502, donde espera a un nuevo paquete de difusión y el procedimiento empieza de nuevo.
- 20 Por consiguiente, el procedimiento 500 determina un umbral predeterminado de dónde debería operar la batería 302. Por ejemplo, en un ejemplo, siempre que el voltaje de la batería 302 sea de aproximadamente 1 V y se recupere a aproximadamente 1 V, entonces es probable que el sistema 300 operará dentro de los parámetros de diseño. La lógica de decisión para los procedimientos de calibración hacia arriba y de calibración hacia abajo automáticos, tal como se describe más adelante en conexión con las Figs. 6 y 7, es empleada para cambiar tanto la corriente (i) que es suministrada por la batería 302 como la anchura (w) de impulso de la señal 306 de difusión para optimizar la carga total que es suministrada por la batería 302.
- 25 La Fig. 6 ilustra un aspecto de una lógica 600 de decisión para un procedimiento de calibración hacia arriba automático. En un aspecto, la lógica 600 de decisión puede ser implementada mediante el circuito 208, por ejemplo. Cuando el procedimiento de la lógica 500 de decisión de calibración automática pasa a la parte de la lógica 600 de decisión de calibración hacia arriba del procedimiento de calibración automático, en el bloque 602 de decisión, la lógica 600 de decisión determina si la corriente (i) de la batería 302 está en un límite ( $i_{max}$ ) de corriente máxima. Cuando la corriente (i) de la batería 302 está en el límite ( $i_{max}$ ) de corriente máxima, el procedimiento de la lógica 600 continúa a lo largo de la rama "Sí" al bloque 604 de decisión, donde determina si un bit de la anchura (w) de impulso de la señal 306 de difusión está en la anchura ( $w_{max}$ ) máxima de impulso. Cuando la anchura (w) de impulso es menor que la anchura ( $w_{max}$ ) máxima de impulso ( $w < w_{max}$ ), en 610, el procedimiento de la lógica 600 incrementa la anchura (w) de impulso en un valor de incremento predeterminado. En un aspecto, el valor de incremento de la frecuencia  $f_1$  es de aproximadamente 2  $\mu$ s, y puede ser seleccionado del intervalo de aproximadamente 7, 5  $\mu$ s a aproximadamente 25  $\mu$ s, por ejemplo. Cuando la anchura (w) de impulso está en la anchura ( $w_{max}$ ) máxima de impulso ( $w = w_{max}$ ), en 612 el procedimiento de la lógica 600 no realiza ninguna acción.
- 30 Cuando la corriente (i) de la batería 302 no está en el límite ( $i_{max}$ ) de corriente máxima, el procedimiento de la lógica 600 continúa a lo largo de la rama "No" al bloque 606 de decisión, donde determina si la corriente (i) de la batería está en el límite ( $i_{min}$ ) de corriente mínima, que está predeterminado por un valor almacenado en la memoria no volátil, por ejemplo, aproximadamente 1 mA. Cuando la corriente (i) de la batería 302 no está en el límite ( $i_{min}$ ) de corriente mínima, el procedimiento de la lógica 600 continúa a lo largo de la rama "No" a 608 para establecer la anchura de impulso a un valor por defecto para incrementar el límite de la corriente. Cuando la corriente (i) de la batería 302 está en el límite ( $i_{min}$ ) de corriente mínima, el procedimiento de la lógica 600 continúa a lo largo de la rama "Sí" al bloque 614 de decisión para determinar si la anchura (w) de impulso está establecida o no al valor de anchura de impulso por defecto. Cuando la anchura (w) de impulso no está establecida al valor de anchura de impulso por defecto, el procedimiento de la lógica 600 continúa a lo largo de la rama "No" a 616 para incrementar la anchura de impulso en un valor de incremento de anchura de impulso predeterminado. En un aspecto, el valor de incremento de anchura de impulso predeterminado es aproximadamente 2  $\mu$ s. Cuando la anchura (w) de impulso está establecida al valor de anchura de impulso predeterminado, el procedimiento de la lógica 600 continúa a lo largo de la rama "Sí" a 618 para incrementar el límite (i)
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

de corriente en un valor de incremento de corriente predeterminado. En un aspecto, el valor de incremento de corriente predeterminado es aproximadamente 200  $\mu\text{A}$  y puede ser seleccionado de entre el intervalo de aproximadamente 200  $\mu\text{A}$  a aproximadamente 4 mA, por ejemplo.

La Fig. 7 ilustra un aspecto de una lógica 700 de decisión para un procedimiento de calibración hacia abajo automático. En un aspecto, la lógica 700 de decisión puede ser implementada mediante el circuito 208, por ejemplo. Cuando el procedimiento de la lógica 500 de decisión de calibración automática pasa a la parte de la lógica 700 de decisión de calibración hacia abajo del procedimiento de calibración automático, en el bloque 702 de decisión, la lógica 700 de decisión determina si la corriente (i) de la batería 302 está en un límite ( $i_{\text{min}}$ ) de corriente mínima. Cuando la corriente (i) de la batería 302 está en el límite ( $i_{\text{min}}$ ) de corriente mínima, el procedimiento de la lógica 700 continúa a lo largo de la rama "Sí" al bloque 704 de decisión, donde determina si un bit de la anchura (w) de impulso de la señal 306 de difusión está en la anchura ( $w_{\text{min}}$ ) mínima de impulso. Cuando la anchura (w) de impulso es mayor que la anchura ( $w_{\text{max}}$ ) de impulso mínima ( $w > w_{\text{max}}$ ), en 710, el procedimiento de la lógica 700 decreta (reduce) la anchura (w) de impulso en un valor de decremento predeterminado. En un aspecto, el valor de decremento de la frecuencia  $f_1$  es aproximadamente 2  $\mu\text{s}$  y puede ser seleccionado de entre el intervalo de aproximadamente 7,5  $\mu\text{s}$  a aproximadamente 25  $\mu\text{s}$ , por ejemplo. Cuando la anchura (w) de impulso está en la anchura ( $w_{\text{min}}$ ) mínima de impulso ( $w = w_{\text{min}}$ ), en 712 el procedimiento de la lógica 700 no realiza ninguna acción.

Cuando la corriente (i) de la batería 302 no está en el límite ( $i_{\text{max}}$ ) de corriente mínima, el procedimiento de la lógica 700 continúa a lo largo de la rama "No" al bloque 706 de decisión para determinar si la corriente (i) de la batería está en el límite ( $i_{\text{max}}$ ) de corriente máxima de aproximadamente 4 mA. Cuando la corriente (i) de la batería 302 no está en el límite ( $i_{\text{max}}$ ) de corriente máxima, el procedimiento de la lógica 700 continúa a lo largo de la rama "No" a 708 para establecer la anchura de impulso al valor por defecto para reducir el límite de corriente. Cuando la corriente (i) de la batería 302 está en el límite ( $i_{\text{max}}$ ) de corriente máxima, el procedimiento de la lógica continúa a lo largo de la rama "Sí" al bloque 714 de decisión para determinar si la anchura (w) de impulso está establecida al valor de anchura de impulso por defecto. Cuando la anchura (w) de impulso no está establecida al valor de anchura de impulso por defecto, el procedimiento de la lógica continúa a lo largo de la rama "No" a 716 para decrementar o reducir la anchura de impulso en un valor de decremento de anchura de impulso predeterminado. En un aspecto, el valor de decremento de anchura de impulso predeterminado es aproximadamente 2  $\mu\text{s}$  y puede ser seleccionado de entre el intervalo de aproximadamente 7,5  $\mu\text{s}$  a aproximadamente 25  $\mu\text{s}$ , por ejemplo. Cuando la anchura (w) de impulso está establecida al valor de anchura de impulso predeterminado, el procedimiento de la lógica continúa a lo largo de la rama "Sí" a 718 para decrementar o reducir el límite (i) de corriente en un valor de decremento de corriente predeterminado. En un aspecto, el valor de decremento de corriente predeterminado es aproximadamente 200  $\mu\text{A}$  y puede ser seleccionado de entre el intervalo de aproximadamente 200  $\mu\text{A}$  a aproximadamente 4 mA, por ejemplo.

## Realización 2

Con referencia ahora a la Fig. 8, en otro aspecto, la presente descripción se refiere en general a un aparato, a un sistema y a un procedimiento para determinar la disponibilidad de la energía de batería antes de que el dispositivo de comunicación ingerible entre en un modo de operación de alto consumo de corriente. Para las operaciones de un dispositivo ingerible, tal como un IEM, donde la impedancia  $Z_{\text{BAT}}$  de la batería 802 es determinada por la cantidad de disolución de material con el tiempo, y podría variar en un factor de diez o superior, puede ser deseable saber que la batería 802 es capaz de mantener un consumo de corriente predeterminado antes de realizar las operaciones de comunicación de difusión. Un ejemplo de este tipo de operación es la lectura o la programación de una memoria no volátil, en el que un fallo en la lectura o en la escritura de esa memoria resultaría en una operación nula o incorrecta del IEM.

En un aspecto, puede emplearse un circuito 800 de determinación de disponibilidad de batería para determinar la disponibilidad de la energía de batería antes de que el dispositivo de comunicación ingerible pase a un modo de operación de alto consumo de corriente. En un aspecto, el circuito 800 de determinación de disponibilidad de batería comprende un circuito 822 lógico de control de restablecimiento de energía y un ADC 812 de bajo consumo de energía usados para determinar la impedancia  $Z_{\text{BAT}}$  de la batería 802. El circuito 822 lógico de control de restablecimiento de energía está configurado para controlar la operación de los conmutadores 818, 820 analógicos primero y segundo para conectar una resistencia R1, R2, o R3 de carga primera, segunda o tercera, respectivamente, en paralelo con la batería 802. Un voltaje 806 desarrollado a través de cada resistencia R1, R2, R3, es acoplado a una entrada 804 de un circuito 808 de muestreo y retención (Sample-and-Hold, S/H). La salida 810 del circuito 808 S/H es acoplada a y medida por el ADC 812. La salida 814 de voltaje ( $V_{b_{\text{med}}}$ ) de batería medido del ADC 812 es acoplada al circuito 208 lógico (Fig. 3) del sistema 300 de comunicación (Fig. 3) para calcular la impedancia  $Z_{\text{BAT}}$  de la batería 802 en base a dos de entre tres de las mediciones de voltaje. Puede proporcionarse un voltaje 816 ( $V_{\text{REF}}$ ) de referencia interno o externo al ADC 812.

La operación del circuito 800 de determinación de disponibilidad de batería es tal como se indica a continuación. El circuito 822 lógico de control de restablecimiento de energía recibe una señal 832 de restablecimiento de energía y detecta un punto cuando la batería 802 ha alcanzado un voltaje y una capacidad de corriente predeterminados. En este punto en

5 el tiempo, el ADC 812 es habilitado y realiza las siguientes mediciones. Una primera resistencia R1 conocida de valor típico es conectada desde la batería 802 a tierra mediante un primer conmutador 818 analógico mediante el control 826 y el voltaje de batería a través de la primera resistencia R1 es medido por el ADC 812 por medio del circuito 808 S/H. El voltaje  $V_{b_{med}}$  medido de la batería es proporcionado a continuación al circuito 208 lógico (Fig. 3). Un valor típico para la primera resistencia R1 predeterminada es de aproximadamente 1,5 k $\Omega$  y puede ser seleccionado de entre el intervalo de aproximadamente 1,275 k $\Omega$  a aproximadamente 1,725 k $\Omega$ , o de 1,5 k $\Omega \pm 15\%$ , por ejemplo.

10 Una segunda resistencia R2 conocida de valor elevado es conectada desde la batería 802 a tierra mediante un segundo conmutador 820 analógico mediante el control 824 y el voltaje de batería desarrollado a través de la segunda resistencia R2 es medido por el ADC 812 por medio del circuito 808 S/H. El voltaje  $V_{b_{med}}$  de batería medido es proporcionado a continuación al circuito 208 lógico (Fig. 3). Un valor típico para la segunda resistencia R2 predeterminada es de aproximadamente 15 k $\Omega$  y puede ser seleccionado de entre el intervalo de aproximadamente 12.75 k $\Omega$  a aproximadamente 17,25 k $\Omega$ , o de 15  $\Omega \pm 15\%$ , por ejemplo.

15 Una tercera resistencia R3 conocida de valor bajo es conectada desde la batería 802 a tierra mediante un tercer conmutador 828 analógico mediante el control 830 y el voltaje de batería desarrollado a través de la tercera resistencia R3 es medido por el ADC 812 por medio del circuito 808 S/H. El voltaje  $V_{b_{med}}$  de batería medido es proporcionado a continuación al circuito 208 lógico (Fig. 3). Un valor típico para la tercera resistencia R3 predeterminada conocida es de aproximadamente 1  $\Omega$  y puede ser seleccionado de entre el intervalo de aproximadamente 0,85  $\Omega$  a aproximadamente 1,15  $\Omega$ , o de 1  $\Omega \pm 15\%$ , por ejemplo.

20 Los valores de la resistencia R2 de valor elevado y de la resistencia R3 de valor bajo pueden ser elegidos de manera que el voltaje resultante a través de cualquiera de las resistencias R2, R3 estén dentro del intervalo de medición del ADC 812 para las impedancias  $Z_{BAT}$  de la batería 802 consideradas. Usando dos de los tres valores de voltaje de batería medidos,  $V_{b_{med1}}$  (1,5 k $\Omega$ ),  $V_{b_{med2}}$  (15 k $\Omega$ ) y  $V_{b_{med3}}$  (1  $\Omega$ ), la impedancia de la batería es calculada según la siguiente fórmula, que emplea  $V_{b_{med1}}$  y  $V_{b_{med2}}$ , por ejemplo.

$$Z_{BAT} = \frac{V_{b_{med1}} - V_{b_{med2}}}{\frac{V_{b_{med2}}}{R1} - \frac{V_{b_{med1}}}{R2}}$$

25 Para  $V_{b_{med2}}$  y  $V_{b_{med3}}$ , la fórmula es

$$Z_{BAT} = \frac{V_{b_{med3}} - V_{b_{med2}}}{\frac{V_{b_{med2}}}{R3} - \frac{V_{b_{med3}}}{R2}}$$

Para  $V_{b_{med1}}$  y  $V_{b_{med3}}$ , la fórmula es

$$Z_{BAT} = \frac{V_{b_{med3}} - V_{b_{med1}}}{\frac{V_{b_{med1}}}{R3} - \frac{V_{b_{med3}}}{R1}}$$

30 Cuando la impedancia  $Z_{BAT}$  de la batería 802 están dentro de los parámetros aceptables, la operación de alto consumo de corriente de la batería 802 es habilitada, cuando la impedancia  $Z_{BAT}$  de la batería está fuera de este intervalo, sin embargo, el circuito 300 de comunicación (Fig. 3) (por ejemplo, el IEM) volverá a un estado de suspensión y se activará después de una cantidad de tiempo predeterminada, o en otra ocurrencia de la señal 832 de restablecimiento de energía.

### Realización 3

35 Con referencia ahora a la Fig. 9, en otro aspecto, la presente descripción se refiere en general a un aparato, a un sistema y a un procedimiento para circuitos integrados que usan el sustrato como un terminal negativo. No es raro que los dispositivos semiconductores complementarios de óxido metálico (CMOS) que usan un material de partida de tipo P tengan su sustrato referenciado al potencial más negativo del sistema. Para un dispositivo ingerible, tal como un IEM, esta conexión de sustrato forma el terminal negativo de la fuente de energía, mientras que la parte superior de la oblea del semiconductor es conectada al terminal positivo de la fuente de energía. Dada esta configuración, puede ser difícil proporcionar una conexión de terminal negativo en el lado superior de la oblea debido a la posibilidad de cortocircuitar el terminal positivo durante la activación de la fuente de energía, o de causar corrientes de fuga incrementadas entre los dos terminales. Esta dificultad para proporcionar un terminal negativo sobre el lado superior de la oblea y de depender sólo de la conexión de sustrato puede causar imprecisiones de medición en los ensayos de clasificación de oblea debido a la impedancia desde el sustrato a los circuitos del chip conectados al terminal negativo. Por consiguiente, en un aspecto, se

proporciona una conexión de terminal negativo que puede ser colocada sobre el lado superior de la oblea que es activada sólo durante los modos de ensayo y que se deja en un estado de alta impedancia durante el resto de los modos de operación.

5 Por consiguiente, en una realización, la Fig. 9 ilustra un diagrama 900 de circuito para proporcionar una conexión de terminal negativo que puede ser colocada sobre el lado superior de una oblea que es activada sólo durante los modos de ensayo y que se deja en un estado de alta impedancia durante el resto de los modos de operación. Tal como se ilustra en la Fig. 9, un circuito de la lógica 902 de ensayo tiene un canal de entrada de detección de ensayo y un canal 906 de salida acoplado al terminal de la puerta de un dispositivo 910 transistor de efecto de campo de canal N. El terminal de drenaje del dispositivo 910 de canal N está acoplado a la Vss PAD de una oblea semiconductora de canal P a través de una aguja de sonda. El terminal fuente del dispositivo 910 de canal N está acoplado al sustrato 912 negativo del circuito semiconductor integrado (IC) y proporciona una conexión interna al sustrato. El IC es energizado primero con el sustrato 912 que es el terminal negativo. Puede pasarse a un modo de ensayo aplicando los voltajes y la firma de frecuencia correctos a un pin 904 de habilitación de ensayo de la lógica 902 de ensayo. Una vez en el modo de ensayo, se activa una señal que permite al dispositivo 901 de canal N con una resistencia ON más baja que la resistencia 912 del sustrato redireccionar el flujo de corriente a través del dispositivo 910 de canal N en lugar de la conexión del sustrato 912.

#### Realización 4

La presente descripción se refiere también en general a un aparato, a un sistema y a un procedimiento para separar la fuente de energía de la fuente de energía de difusión en un dispositivo ingerible, tal como un IEM. En una arquitectura típica, la fuente de energía de un IEM es compartida entre los circuitos digitales, los circuitos analógicos y los circuitos de E/S. Esta compartición de la fuente de energía resulta en una circuitería adicional para: (1) desconectar la fuente de energía compartida desde los circuitos analógicos y digitales antes de la difusión para no afectar a su operación; (2) almacenar suficiente carga en el dispositivo de almacenamiento para que los circuitos analógicos y digitales permanezcan operativos durante el tiempo en el que la fuente de energía está desconectada de estos circuitos; y (3) conectar sólo a los circuitos de difusión, conectar la fuente de energía a los circuitos analógicos y digitales después de que se haya completado el ciclo de difusión y sólo cuando la fuente de energía se haya recuperado a un voltaje igual o mayor que el potencial en el dispositivo de almacenamiento. Por consiguiente, en un aspecto, la presente descripción proporciona un procedimiento mediante el cual la fuente de energía del IEM puede ser separada físicamente en múltiples fuentes de energía de valores predeterminados, permitiendo la eliminación del dispositivo de almacenamiento de carga. En otro aspecto, la presente descripción proporciona una arquitectura para desensibilizar los circuitos digitales y analógicos de cualquier efecto de acoplamiento que pueda causar la estrecha proximidad de una fuente de energía a otra.

Por consiguiente, en un aspecto, la presente descripción describe un procedimiento mediante el cual la fuente de energía del IEM puede ser separada físicamente en múltiples fuentes de energía de valores predeterminados, permitiendo la eliminación del dispositivo de almacenamiento de carga. Además, la presente descripción proporciona una arquitectura que es utilizada para desensibilizar los circuitos digitales y analógicos de cualquier efecto de acoplamiento que pueda causar la estrecha proximidad de una fuente de energía a otra.

En un aspecto, se proporciona un procedimiento mediante el cual una única fuente de energía del IEM es dividida en múltiples fuentes de energía más pequeñas. Controlando el área del electrodo positivo, es posible controlar la carga disponible que puede ser suministrada a los circuitos conectados a ese electrodo. Además, usando un regulador de voltaje con bajada de tensión baja cuya entrada está conectada a una de las fuentes de energía y cuya salida está conectada a los circuitos analógicos o digitales para ser controlada por esa fuente de energía, y está a un potencial más bajo que la fuente de energía, puede minimizarse cualquier efecto intermitente de acoplamiento de una fuente de energía a otra fuente de energía.

También es posible conectar y/o desconectar eléctricamente dos o más de las fuentes de energía para acomodar diferentes requisitos de energía de los circuitos analógicos y digitales. Como un ejemplo, si una fuente de energía tiene la función primaria de energizar los circuitos de difusión, y la segunda fuente de energía tiene la función primaria de energizar todos circuitos analógicos y digitales durante el ciclo de difusión, entonces se podría, mediante un conmutador, conectar ambas fuentes de energía entre sí durante los ciclos de no difusión, permitiendo a los circuitos analógicos y digitales una capacidad adicional para realizar funciones que pueden exceder la capacidad de la segunda fuente de energía si es usada individualmente.

Algunos aspectos de los módulos funcionales descritos en la presente descripción pueden ser implementados, por ejemplo, usando un medio o artículo legible por máquina que puede almacenar una instrucción o un conjunto de instrucciones que, si son ejecutadas por una máquina, pueden causar que la máquina realice un procedimiento y/u operaciones según los aspectos. Dicha máquina puede incluir, por ejemplo, cualquier plataforma de procesamiento, plataforma de cálculo, dispositivo de cálculo, dispositivo de procesamiento, sistema de cálculo, sistema de procesamiento, ordenador, procesador, etc., conveniente y puede ser implementada usando cualquier combinación conveniente de hardware y/o software. El medio o artículo legible por máquina puede incluir, por ejemplo, cualquier tipo

5 adecuado de memoria, dispositivo de memoria, artículo de memoria, medio de memoria, dispositivo de almacenamiento, artículo de almacenamiento, medio de almacenamiento y/o unidad de almacenamiento, por ejemplo, memoria, medios extraíbles o no extraíbles, medios borrables o no borrables, medios grabables o re-grabables, medios digitales o analógicos, disco duro, disquete, memoria de solo lectura de disco compacto (Compact Disk Read Only Memory, CD-ROM), disco compacto grabable (CD-R), disco compacto re-grabable (CD-RW), disco óptico, medio magnético, medio magneto-óptico, tarjetas o discos de memoria extraíbles, unidad de memoria flash con bus serial universal (Universal Serial Bus, USB), varios tipos de disco versátil digital (Digital Versatile Disk, DVD), una cinta, un casete, etc. Las instrucciones pueden incluir cualquier tipo adecuado de código, tal como código fuente, código compilado, código interpretado, código ejecutable, código estático, código dinámico, etc. Las instrucciones pueden ser implementadas usando cualquier lenguaje de programación adecuado de alto nivel, de bajo nivel, orientado a objetos, visual, compilado y/o interpretado, tal como C, C++, Java, BASIC, Perl, Matlab, Pascal, Visual BASIC, lenguaje de arreglo, código máquina, etc.

15 Aunque en la descripción anterior se han expuesto diversos detalles, se apreciará que los diversos aspectos del aparato, del sistema y del procedimiento para optimizar de manera adaptativa la disipación de energía y la energía de difusión en una fuente de energía para un dispositivo de comunicación pueden ser llevados a la práctica sin estos detalles específicos. Por ejemplo, en aras de la concisión y la claridad, los aspectos seleccionados han sido mostrados en forma de diagrama de bloques, en lugar de detalladamente. Algunas partes de las descripciones detalladas proporcionadas en la presente memoria pueden ser presentadas en términos de instrucciones que operan sobre datos que están almacenados en una memoria. Dichas descripciones y representaciones son usadas por las personas con conocimientos en la técnica para describir y difundir su trabajo a otras personas con conocimientos en la técnica. En general, un algoritmo se refiere a una secuencia auto-consistente de etapas que conducen a un resultado deseado, donde una "etapa" se refiere a una manipulación de cantidades físicas que, aunque no necesariamente, pueden adoptar la forma de señales eléctricas o magnéticas capaces de ser almacenadas, transferidas, combinadas, comparadas o sino manipuladas. Normalmente, se hace referencia a estas señales como bits, valores, elementos, símbolos, caracteres, términos, números, etc. Estos y otros términos similares pueden ser asociados con las cantidades físicas apropiadas y son etiquetas meramente convenientes aplicadas a estas cantidades.

25 A menos que se indique específicamente lo contrario, tal como es evidente a partir de la descripción anterior, se aprecia que, a lo largo de la descripción anterior, las descripciones que usan términos como "procesamiento" o "computación" o como "cálculo" o "determinación" o "visualización", etc., se refieren a la acción y a los procedimientos de un sistema de ordenador, o dispositivo de cálculo electrónico similar, que manipula y transforma los datos representados como cantidades físicas (electrónicas) dentro de los registros y las memorias del sistema de ordenador en otros datos representados de manera similar como cantidades físicas dentro de las memorias o los registros u otros de dichos dispositivos de almacenamiento, de transmisión o de presentación de información del sistema de ordenador.

30 Cabe señalar que cualquier referencia a "un aspecto" o "una realización" significa que un rasgo, una estructura, o una característica particular descrito en conexión con el aspecto está incluido en al menos un aspecto. De esta manera, las apariencias de las frases "en un aspecto" o "en una realización" en varios lugares a lo largo de la memoria descriptiva no se refieren necesariamente todas al mismo aspecto. Además, los rasgos, las estructuras o las características particulares pueden combinarse en cualquier manera conveniente en uno o más aspectos.

35 Algunos aspectos pueden ser descritos usando la expresión "acoplado" y "conectado" junto con sus derivados. Debería comprenderse que estos términos no pretenden ser sinónimos uno del otro. Por ejemplo, algunos aspectos pueden ser descritos utilizando el término "conectado" para indicar que dos o más elementos están en contacto directo, físico o eléctrico, uno con el otro. En otro ejemplo, algunos aspectos pueden ser descritos usando el término "acoplado" para indicar que dos o más elementos están en contacto directo, físico o eléctrico. El término "acoplado," sin embargo, puede significar también que dos o más elementos no están en contacto directo, uno con el otro, pero todavía cooperan o interactúan uno con el otro.

45 Los aspectos de la invención se definen también en las cláusulas siguientes.

Cláusula 1. Un procedimiento para estabilizar el voltaje de batería de un dispositivo de batería mientras se optimiza la energía suministrada a un receptor durante la comunicación de un paquete de difusión, en el que el procedimiento comprende:

50 recibir, por parte de un circuito lógico, un paquete de difusión que tiene un número de bits predeterminado para la comunicación por un controlador a un receptor situado remotamente con relación al controlador;

55 determinar, por parte del circuito lógico, un número de ciclos en los que un voltaje de batería muestreado es mayor o menor o igual que un voltaje nominal de la batería durante un primer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión; y

realizar un procedimiento de calibración hacia arriba o de calibración hacia abajo en base al número de ciclos contados en los que el voltaje de batería muestreado no es igual al voltaje nominal de la batería durante más de la mitad de un número total de ciclos contados.

Cláusula 2: El procedimiento de la cláusula 1, que comprende:

- 5 realizar un procedimiento de calibración hacia arriba cuando el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de la mitad de un número total de ciclos contados; y
- realizar un procedimiento de calibración hacia abajo cuando el voltaje de batería muestreado no es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de la mitad de un número total de ciclos contados.

10 Cláusula 3: El procedimiento de la cláusula 1 o 2, que comprende determinar, por parte del circuito lógico, un modo de operación, en el que el modo de operación es un modo de operación de ciclos múltiples de X-bits o un modo de operación de ciclo único de Y-bits cuando el número de ciclos en los que el voltaje de batería muestreado no es menor que el voltaje nominal de la batería durante más de la mitad de un número total de ciclos contados.

15 Cláusula 4: El procedimiento de la cláusula 3, que comprende determinar, por parte del circuito lógico, el número de ciclos durante un segundo subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión en el que el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje nominal de la batería.

Cláusula 5: El procedimiento de la cláusula 4, que comprende determinar, por parte del circuito lógico, si el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de la mitad de los ciclos durante el segundo subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión; que comprende además preferiblemente:

20 esperar, por parte del circuito lógico, a un paquete de difusión subsiguiente cuando el voltaje de batería muestreado no es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad de los ciclos durante el segundo subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión; y

25 realizar el procedimiento de calibración hacia arriba cuando el número de ciclos en los que el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje nominal de batería durante más de una mitad de los ciclos durante el segundo subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión.

30 Cláusula 6: El procedimiento de cualquiera de las cláusulas anteriores, que comprende determinar, por parte del circuito lógico, el número de ciclos durante un tercer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión en los que el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje nominal de la batería, que comprende preferiblemente determinar, por parte del circuito lógico, si el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad de los ciclos durante el tercer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión, en el que el procedimiento comprende preferiblemente:

esperar, por parte del circuito lógico, a un paquete de difusión subsiguiente cuando el voltaje de batería muestreado no es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad de los ciclos durante el tercer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión; y

35 realizar el procedimiento de calibración hacia arriba cuando el número de ciclos en los que el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad de los ciclos durante el tercer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión.

Cláusula 7: El procedimiento de cualquiera de las cláusulas anteriores, en el que el procedimiento de calibración hacia arriba, comprende:

40 determinar, por parte de un circuito lógico, si una corriente de batería tal como está definida por un valor programable predeterminado está en un límite de corriente máxima;

determinar, por parte del circuito lógico, si la corriente de batería está en un límite de corriente mínima cuando la corriente de batería es menor que el límite de corriente máxima;

45 determinar, por parte del circuito lógico, si un bit del paquete de difusión tiene una anchura de impulso por defecto cuando la corriente de batería está en el límite de corriente mínima; y

incrementar la anchura de impulso cuando la anchura de impulso no está en la anchura de impulso por defecto; e

incrementar el límite de corriente cuando la anchura de impulso está en la anchura de impulso por defecto, que comprende preferiblemente ajustar, por parte del circuito lógico, la anchura de impulso a la anchura de impulso por defecto cuando la corriente de la batería no está en el límite de corriente mínima y/o que comprende:

determinar, por parte del circuito lógico, si la anchura de impulso está en una anchura de impulso máxima cuando la corriente de la batería está en el límite de corriente máxima; e

incrementar, por parte del circuito lógico, la anchura de impulso cuando la anchura de impulso no está en una anchura de impulso máxima.

5 Cláusula 8: El procedimiento de cláusula 7, que comprende establecer, por parte del circuito lógico, la anchura de impulso a la anchura de impulso por defecto cuando la corriente de la batería no está en el límite de corriente mínima y/o:

determinar, por parte del circuito lógico, si la anchura de impulso está en una anchura de impulso máxima cuando la corriente de la batería está en el límite de corriente máxima; e

10 incrementar, por parte del circuito lógico, la anchura de impulso cuando la anchura de impulso no está en una anchura de impulso máxima.

Cláusula 9: El procedimiento de cualquiera de las cláusulas anteriores, en el que el procedimiento de calibración hacia abajo comprende:

determinar, por parte de un circuito lógico, si una corriente de la batería está en un límite de corriente mínima;

15 determinar, por parte del circuito lógico, si la corriente de la batería está en un límite de corriente máxima cuando la corriente de la batería es menor que el límite de corriente mínima;

determinar, por parte del circuito lógico, si un bit del paquete de difusión tiene una anchura de impulso por defecto cuando la corriente de la batería está en el límite de corriente máxima; y

decrementar la anchura de impulso cuando la anchura de impulso no está en la anchura de impulso por defecto; y

decrementar el límite de la corriente cuando la anchura de impulso está en la anchura de impulso por defecto.

20 Cláusula 10: El procedimiento de la cláusula 9, que comprende establecer, por parte del circuito lógico, la anchura de impulso a la anchura de impulso por defecto cuando la corriente de la batería no está en el límite de corriente máxima y/o determinar, por parte del circuito lógico, si la anchura de impulso está en una anchura de impulso mínima cuando la corriente de la batería está en el límite de corriente mínima; y reducir, por parte del circuito lógico, la anchura de impulso cuando la anchura de impulso no está a una anchura de impulso mínima.

25 Cláusula 11: Un circuito lógico configurado para estabilizar el voltaje de una batería de un dispositivo de batería mientras optimiza la energía suministrada a un receptor durante la comunicación de un paquete de difusión, en el que el circuito lógico comprende un procesador configurado para:

recibir un paquete de difusión que tiene un número de bits predeterminado para la comunicación a un receptor situado de manera remota con relación al controlador;

30 determinar un número de ciclos en los que un voltaje de batería muestreado es mayor o menor o igual que un voltaje nominal de la batería durante un primer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión; y

realizar un procedimiento de calibración hacia arriba o de calibración hacia abajo en base al número de ciclos contados en los que el voltaje de batería muestreado no es igual al voltaje nominal de la batería durante más de una mitad de un número total de ciclos contados.

35 Cláusula 12: El circuito lógico de la cláusula 11, que comprende:

un circuito de muestreo y retención; y

un convertidor analógico-a-digital, cada uno acoplado al procesador y a la batería;

en el que el convertidor analógico-a-digital muestrea el voltaje de la batería para determinar el voltaje de batería muestreado,

40 en el que el circuito lógico comprende preferiblemente una batería acoplada al procesador.

Cláusula 13: El circuito lógico de la cláusula 11 o 12, en el que el circuito lógico está configurado para realizar el procedimiento definido en cualquiera de las cláusulas 1-10.

Cláusula 14: Un sistema de comunicación que comprende un circuito lógico según cualquiera de las cláusulas 11-13, en el que el dispositivo de batería es un sistema indicador de eventos,

en el que el sistema indicador de eventos comprende diferentes metales posicionados en extremos opuestos, en el que el indicador de eventos está configurado para generar un potencial de voltaje cuando los diferentes metales posicionados en extremos opuestos se disuelven en un fluido conductor.

Cláusula 15: El sistema de comunicación de la cláusula 14, que comprende:

5 un circuito de muestreo y retención; y

un convertidor analógico-a-digital, cada uno acoplado al procesador y al indicador de eventos;

en el que el convertidor analógico-a-digital muestrea el potencial de voltaje para determinar el potencial de batería muestreado.

10 Aunque ciertas características de los aspectos han sido ilustradas tal como se describe en la presente memoria, las personas con conocimientos en la técnica idearán ahora muchas modificaciones, sustituciones, cambios y equivalentes. Por lo tanto, debe comprenderse que las reivindicaciones adjuntas pretenden cubrir la totalidad de dichas modificaciones y cambios en la medida en que están incluidas dentro del espíritu verdadero de los aspectos.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para estabilizar el voltaje de la batería de un dispositivo de batería mientras se optimiza la energía suministrada a un receptor durante la comunicación de un paquete de difusión, en el que el procedimiento comprende:
- 5 recibir, por parte de un circuito lógico, un paquete (306) de difusión que tiene un número de bits predeterminado para la comunicación por un controlador (202) a un receptor (304) situado de manera remota con relación al controlador (202);
- caracterizado por
- determinar, por parte del circuito lógico, un número de ciclos en los que un voltaje de batería muestreado es mayor o menor o igual que un voltaje nominal de la batería durante un primer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete (506) de difusión; y
- 10 realizar un procedimiento de calibración (600) hacia arriba o calibración (700) hacia abajo en base al número de ciclos contados en los que el voltaje de batería muestreado no es igual al voltaje nominal de la batería durante más de una mitad del número total de ciclos contados.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende:
- realizar un procedimiento de calibración hacia arriba cuando el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad del número total de ciclos contados (600); y
- realizar un procedimiento de calibración hacia abajo cuando el voltaje de batería muestreado no es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad del número total de ciclos contados (700).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, que comprende determinar, por parte del circuito lógico, un modo (510) de operación, en el que el modo de operación es un modo de operación de ciclo múltiple de X bits o un modo de funcionamiento de ciclo único de Y bits cuando el número de ciclos en los que el voltaje de batería muestreado no es menor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad del número total de ciclos contados,
- en el que en el modo (512) de operación de ciclo múltiple de X bits se usa un segundo subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión y en el modo (514) de funcionamiento de ciclo único de Y bits se usa un tercer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión.
- 25 4. Procedimiento según la reivindicación 3, que comprende determinar, por parte del circuito lógico, el número de ciclos durante el segundo subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión en los que el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje (512) nominal de la batería.
- 30 5. Procedimiento según la reivindicación 4, que comprende determinar, por parte del circuito lógico, si el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad de los ciclos durante el segundo subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión; que comprende además preferiblemente:
- esperar, por parte del circuito lógico, un paquete de difusión subsiguiente cuando el voltaje de batería muestreado no es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad de los ciclos durante el segundo subconjunto del número de bits predeterminado del paquete (502) de difusión; y
- 35 realizar el procedimiento de calibración cuando el número de ciclos en los que el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad de los ciclos durante el segundo subconjunto del número de bits predeterminado del paquete (600) de difusión subsiguiente.
- 40 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende determinar, por parte del circuito lógico, el número de ciclos durante el tercer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión en los que el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje (514) nominal de la batería, que comprende preferiblemente determinar, por parte del circuito lógico, si el voltaje de batería muestreado es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad de los ciclos durante el tercer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete de difusión, en el que el procedimiento comprende preferiblemente:
- 45 esperar, por parte del circuito lógico, a un paquete de difusión subsiguiente cuando el voltaje de batería muestreado no es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad de los ciclos durante el tercer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete (502) de difusión; y
- realizar el procedimiento de calibración hacia arriba cuando el número de ciclos en los que el voltaje de batería

muestreado es mayor que el voltaje nominal de la batería durante más de una mitad de los ciclos durante el tercer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete (502) de difusión subsiguiente.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento de calibración hacia arriba comprende:

- 5 determinar, por parte del circuito lógico, si una corriente de batería, según se define mediante un valor programable predeterminado, está en un límite (602) de corriente máxima;
- determinar, por parte del circuito lógico, si la corriente de la batería está en un límite de corriente mínima cuando la corriente de la batería es menor que el límite (606) de corriente máxima;
- 10 determinar, por parte del circuito lógico, si un bit del paquete de difusión tiene una anchura de impulso por defecto cuando la corriente de la batería está en el límite (614) de corriente mínima; y
- incrementar la anchura del impulso cuando la anchura del impulso no está en la anchura (616) de impulso por defecto; y
- incrementar el límite de corriente cuando la anchura de impulso está en la anchura (618) de impulso por defecto,
- 15 que comprende preferiblemente establecer, por parte del circuito lógico, la anchura de impulso a la anchura de impulso por defecto cuando la corriente de la batería no está en el límite (608) de corriente mínima y/o que comprende:
- determinar, por parte del circuito lógico, si la anchura de impulso está en una anchura de impulso máxima cuando la corriente de la batería está en el límite (604) de corriente máxima; e
- 20 incrementar, por parte del circuito lógico, la anchura de impulso cuando la anchura de impulso no está en una anchura (610) de impulso máxima.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, que comprende establecer, por parte del circuito lógico, la anchura de impulso a la anchura de impulso por defecto cuando la corriente de la batería no está en el límite de corriente mínima y/o:

- 25 determinar, por parte del circuito lógico, si la anchura de impulso está en una anchura de impulso máxima cuando la corriente de la batería está en el límite (604) de corriente máxima; e
- incrementar, por parte del circuito lógico, la anchura de impulso cuando la anchura de impulso no está en una anchura (610) de impulso máxima.

9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento de calibración hacia abajo comprende:

- 30 determinar, por parte del circuito lógico, si una corriente de batería está en un límite (702) de corriente mínima;
- determinar, por parte del circuito lógico, si la corriente de la batería está en un límite de corriente máxima cuando la corriente de la batería es menor que el límite (706) de corriente mínima;
- 35 determinar, por parte del circuito lógico, si un bit del paquete de difusión tiene una anchura de impulso por defecto cuando la corriente de la batería está en el límite (714) de corriente máxima; y
- decrementar la anchura de impulso cuando la anchura de impulso no está en la anchura (716) de impulso por defecto; y
- decrementar el límite de corriente cuando la anchura de impulso está en la anchura (718) de impulso por defecto.
- 40 10. Procedimiento según la reivindicación 9, que comprende establecer, por parte del circuito lógico, la anchura de impulso a la anchura de impulso por defecto cuando la corriente de la batería no está en el límite (708) de corriente máxima y/o determinar, por parte del circuito lógico, si la anchura de impulso está en una anchura de impulso mínima cuando la corriente de la batería está en el límite (704) de corriente mínima; y reducir, por parte del circuito lógico, la anchura de impulso cuando la anchura de impulso no está en una anchura (710) de impulso mínima.

- 45 11. Un circuito lógico configurado para estabilizar el voltaje de batería de un dispositivo de batería mientras optimiza la energía suministrada a un receptor durante la comunicación de un paquete de difusión, en el que el

circuito lógico comprende un procesador configurado para:

recibir un paquete (306) de difusión que tiene un número de bits predeterminado para la comunicación a un receptor (304) situado de manera remota con relación al controlador (202);

5 determinar un número de ciclos en los que un voltaje de batería muestreado es mayor o menor o igual que un voltaje nominal de la batería durante un primer subconjunto del número de bits predeterminado del paquete (506) de difusión; y

realizar un procedimiento de calibración (600) hacia arriba o de calibración (700) hacia abajo en base al número de ciclos contados en los que el voltaje de batería muestreado no es igual al voltaje nominal de la batería durante más de una mitad de un número total de ciclos contados.

10 12. Circuito lógico según la reivindicación 11, que comprende:

un circuito (808) de muestreo y retención; y

un convertidor (812) analógico-a-digital, cada uno acoplado al procesador y a la batería;

en el que el convertidor analógico-a-digital muestrea el voltaje de la batería para determinar el voltaje de batería muestreado,

15 en el que el circuito lógico comprende preferiblemente una batería acoplada al procesador.

13. Circuito lógico según la reivindicación 11 o 12, en el que el circuito lógico está configurado para realizar el procedimiento según se define en cualquiera de las reivindicaciones 1-10.

14. Un sistema de comunicación que comprende un circuito lógico según cualquiera de las reivindicaciones 11-13, en el que el dispositivo de batería es un sistema indicador de eventos,

20 en el que el sistema indicador de eventos comprende metales diferentes posicionados en extremos opuestos, en el que el indicador de eventos está configurado para generar un potencial de voltaje cuando los metales diferentes posicionados en extremos opuestos se disuelven en un fluido conductor.

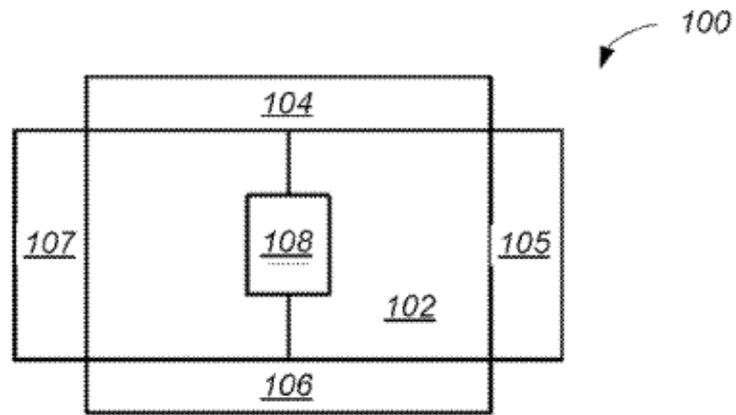
15. Sistema de comunicación según la reivindicación 14, que comprende:

un circuito (808) de muestreo y retención; y

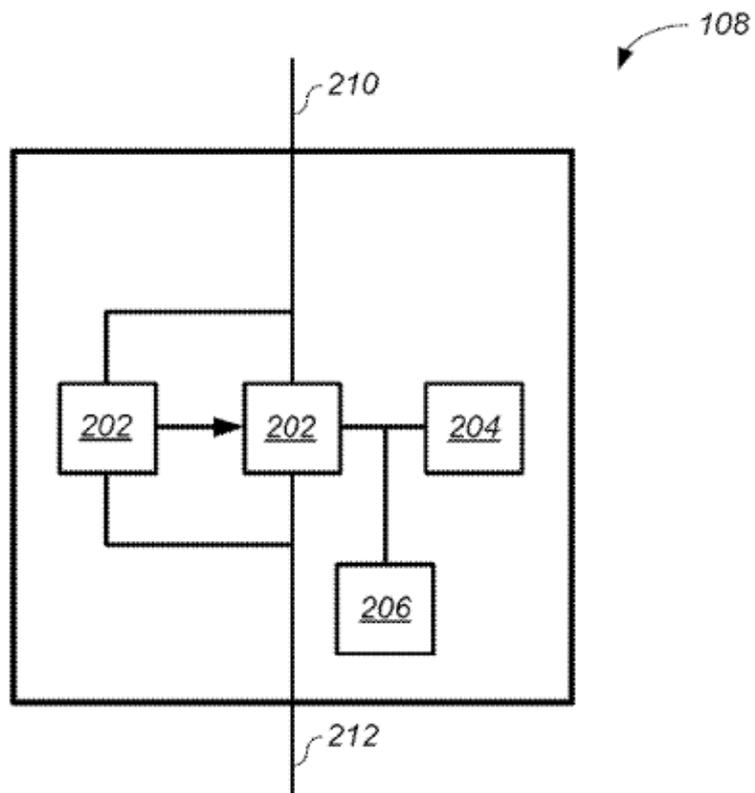
25 un convertidor (812) analógico-a-digital, cada uno acoplado al procesador y al indicador de eventos;

en el que el convertidor analógico-a-digital está configurado para muestrear el potencial de voltaje para determinar el potencial de batería muestreado.

**FIG. 1**



**FIG. 2**



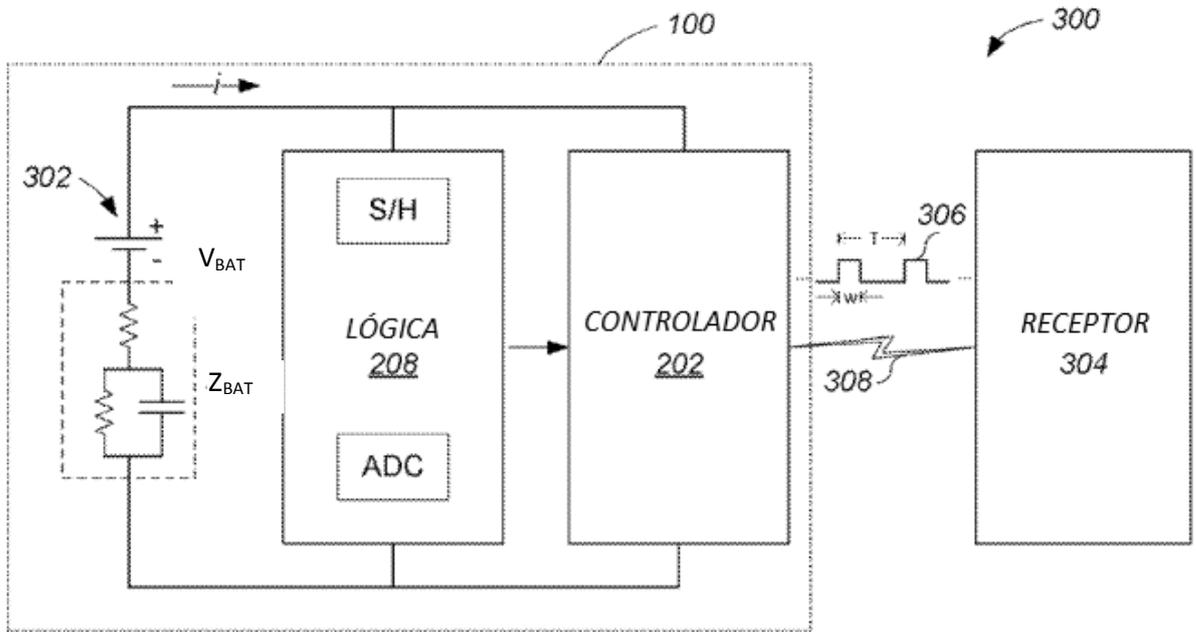


FIG. 3

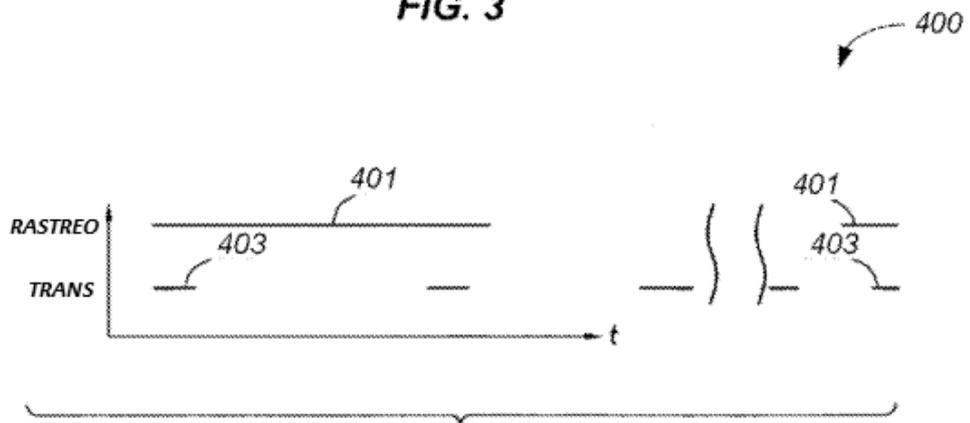


FIG. 4A

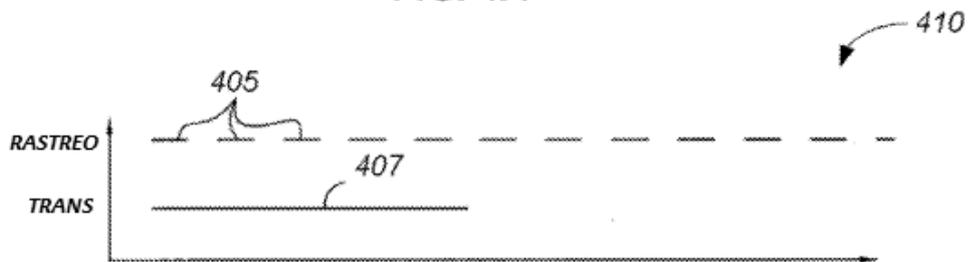


FIG. 4B

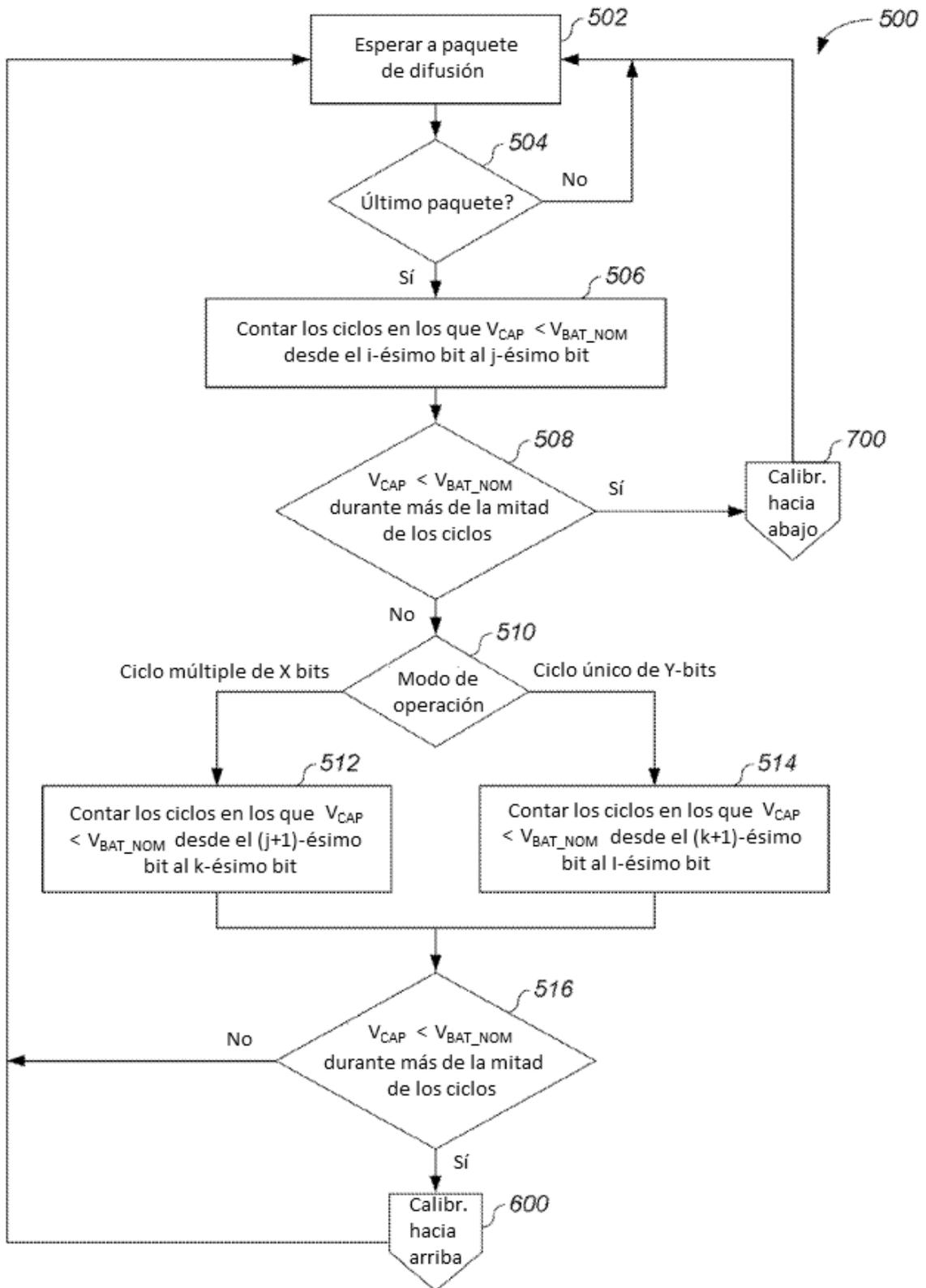


FIG. 5

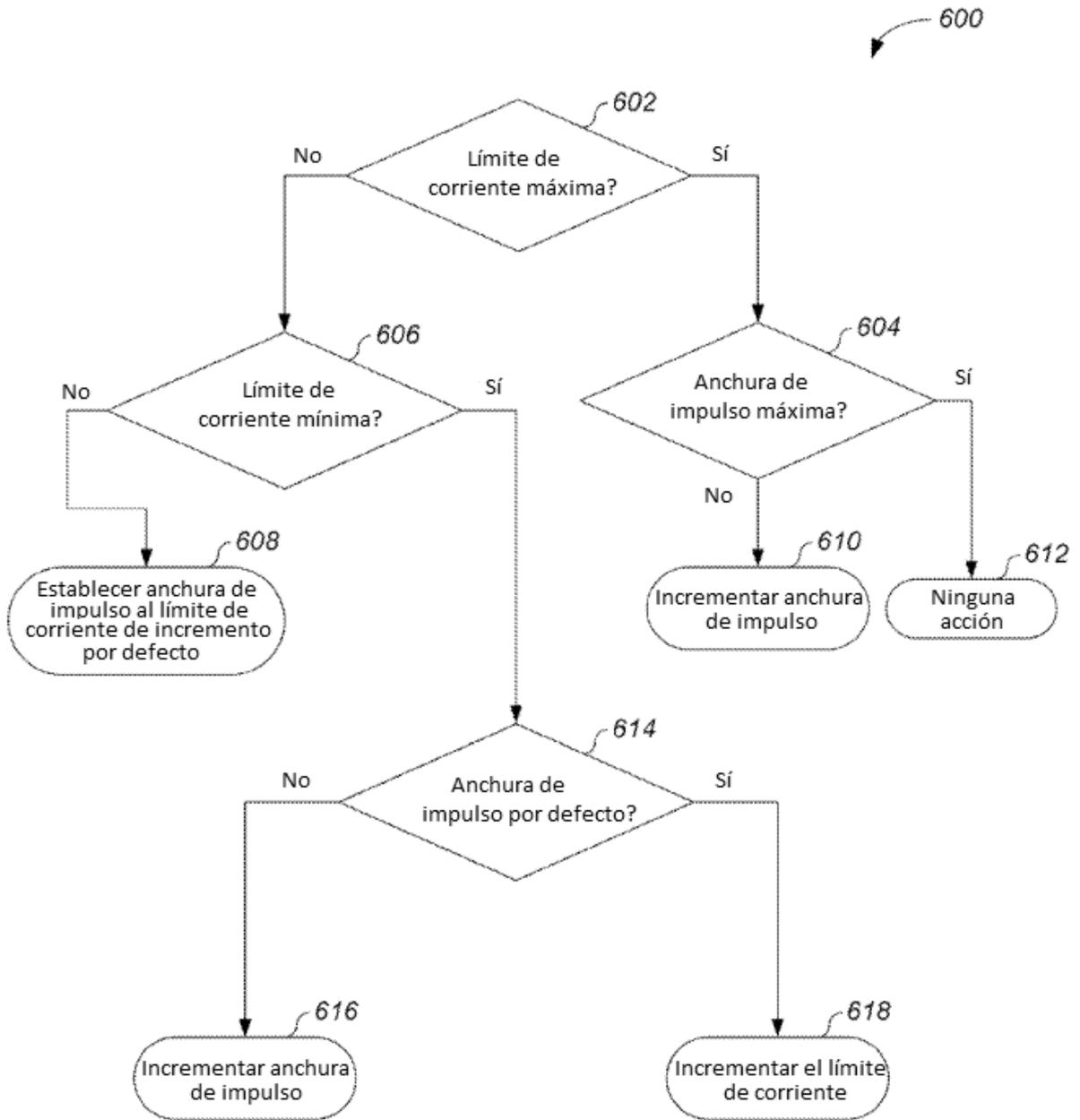


FIG. 6

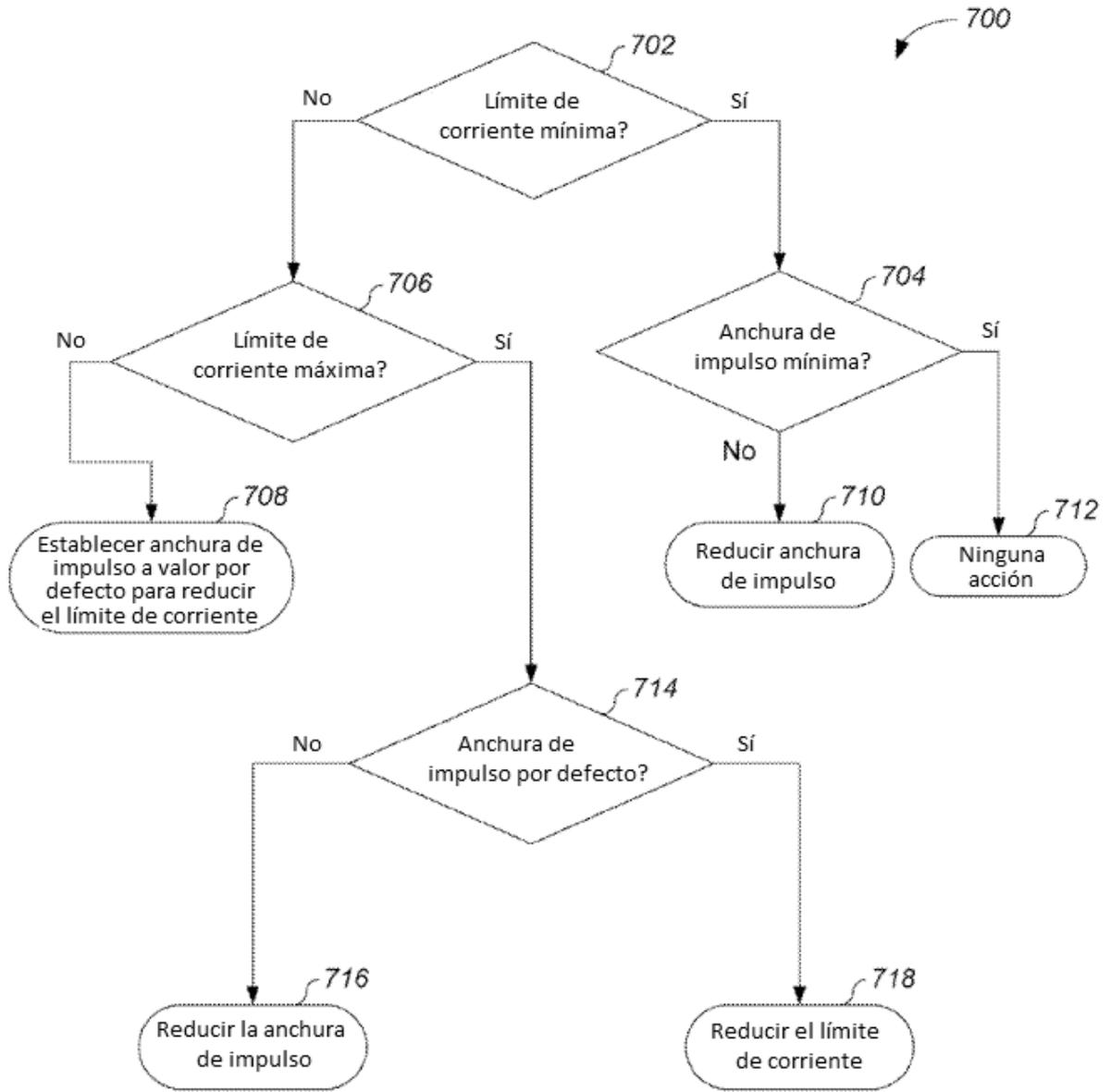


FIG. 7

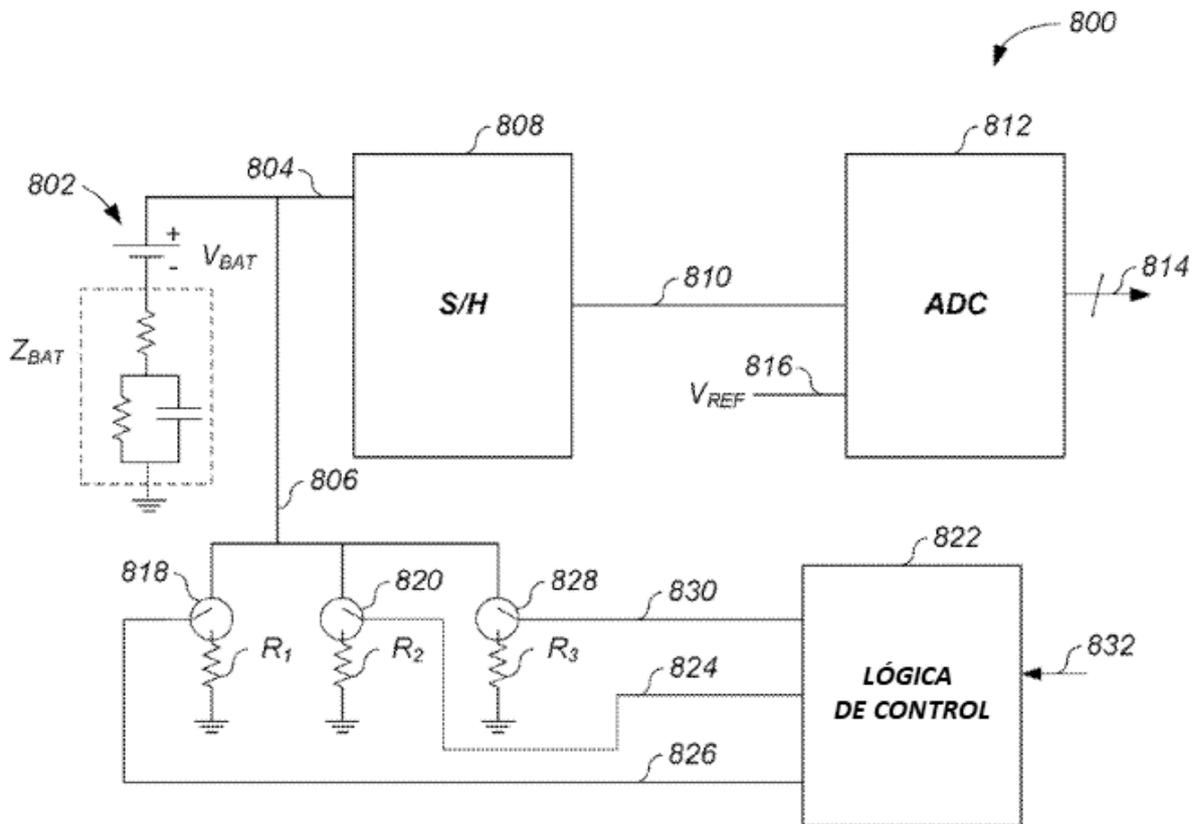


FIG. 8

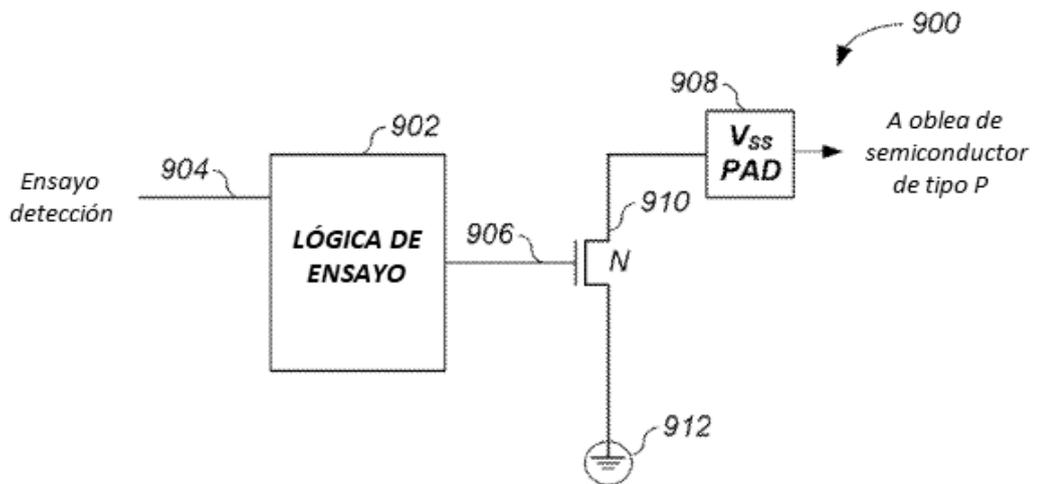


FIG. 9