

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 940 761**

51 Int. Cl.:

G01R 31/36

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2012** **E 12169313 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2023** **EP 2530480**

54 Título: **Sistema, aparato y procedimiento de detección de impedancia de batería**

30 Prioridad:

01.06.2011 US 201113150983

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

11.05.2023

73 Titular/es:

DATANG NXP SEMICONDUCTORS CO., LTD.
(100.0%)

**The south side of Huanghe Road and the west
side of Jinggangshan Road
County Town of Rudong County, Jiangsu
Province, CN**

72 Inventor/es:

VAN LAMMEREN, JOHANNES

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 940 761 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema, aparato y procedimiento de detección de impedancia de batería

5 Antecedentes

[0001] En muchas aplicaciones de baterías recargables, tales como las utilizadas en sistemas de baterías para vehículos híbridos/eléctricos, se utilizan un gran número de baterías conectadas en serie para generar una alta tensión que se puede utilizar para accionar componentes tales como un motor de automóvil. En tales sistemas, es importante comprender el SoH (State of Health, o estado de salud) y el SoC (State of Charge, o estado de carga) de las baterías conectadas en serie (por ejemplo, un paquete de baterías).

[0002] Una manera en la que estimar o determinar el SoH y/o SoC implica usar la impedancia de la(s) celda(s) de batería, en la que la impedancia de la(s) celda(s) (y la forma en que cambia con el tiempo) se puede usar para determinar con precisión estas características. Si bien el SoC generalmente no se deriva directamente de la impedancia, el conocimiento del SoH puede ayudar a mejorar la estimación del SoC, particularmente a medida que las celdas envejecen y han pasado por más ciclos de carga/descarga. Entender el SoH y/o SoC también permite aplicar estrategias de carga y descarga deseables/óptimas que pueden mejorar la vida útil de calendario, la vida útil del ciclo y la capacidad de almacenamiento de energía del paquete de baterías.

[0003] Por consiguiente, es útil determinar una condición de una celda de batería de una manera precisa y fiable, para su uso en una variedad de aplicaciones de monitorización y control de celdas. Por ejemplo, tal información puede ser útil para controlar la carga de las celdas y para proporcionar una indicación de un nivel de carga global de la batería. Sin embargo, muchas estrategias de detección de condición de celda pueden requerir la comunicación y el procesamiento de una cantidad significativa de datos, lo que puede ser difícil de implementar para varios sistemas. Por ejemplo, el ancho de banda disponible en muchas aplicaciones de baterías, tales como las implementadas en sistemas automotrices, puede ser relativamente limitado.

[0004] El documento EP 1 611 449 describe un procedimiento y aparato para medir las características de impedancia y tensión de celdas de dispositivos electroquímicos de celdas múltiples, por ejemplo, una batería o una pila de celdas de combustible. Las tensiones se miden en celdas individuales o grupos de celdas. Al mismo tiempo, se conecta una carga en serie con el dispositivo electroquímico. Tanto el dispositivo para medir las tensiones como la carga se controlan conjuntamente, preferentemente por medio de un controlador, que puede incluir alguna forma de microprocesador. Esto permite controlar la carga para proporcionar una combinación deseada de características de corriente CC y CA. Al establecer las características apropiadas de corriente CC y CA, se pueden medir las características deseadas de la impedancia de las celdas individuales.

[0005] Estas y otras cuestiones continúan presentando desafíos para la monitorización de las características de la celda de la batería.

40 Resumen

[0006] Diversas realizaciones de ejemplo están dirigidas a características de monitorización de un dispositivo de almacenamiento de energía, tal como un paquete de baterías usado en vehículos eléctricos.

[0007] Según diversas realizaciones de ejemplo, se detectan características operativas de celdas de batería, almacenándose y comunicándose ciertos datos con respecto a las características detectadas según un ancho de banda disponible para comunicaciones. En aspectos particulares, los componentes de baja frecuencia de los datos de impedancia para una pluralidad de celdas de batería se separan de los componentes de alto ancho de banda que incluyen los componentes de baja frecuencia junto con los componentes de frecuencia más alta. Los componentes de baja frecuencia se comunican a través de un medio de comunicaciones tal como un bus de datos, junto con un subconjunto de los componentes de alto ancho de banda. El subconjunto se selecciona basándose en el ancho de banda disponible en el medio de comunicaciones. En este contexto, la mayoría o la totalidad de los componentes de baja frecuencia se pueden comunicar, con un subconjunto más pequeño de los componentes de alto ancho de banda comunicados de acuerdo con el ancho de banda disponible (y, por ejemplo, un ciclo de sondeo u otros criterios de evaluación).

[0008] Varias realizaciones están dirigidas a sistemas, dispositivos, aparatos y procedimientos, según la comunicación de datos de impedancia de celda de batería.

[0009] La descripción anterior no pretende describir cada realización o cada implementación de la presente descripción. Las figuras y la descripción detallada que siguen también ejemplifican diversas realizaciones.

Breve descripción de los dibujos

[0010] Diversas realizaciones de ejemplo pueden entenderse más completamente en consideración de la siguiente descripción detallada en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra un sistema para medir las características de la celda de un paquete de baterías, de acuerdo con una realización de ejemplo de la presente invención; y

La Figura 2 muestra un diagrama de flujo para medir las características de la celda de un paquete de baterías, de acuerdo con uno o más ejemplos de realizaciones de la presente invención.

[0011] Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, los detalles de la misma se han mostrado a modo de ejemplo en los dibujos y se describirán en detalle. Debería entenderse, sin embargo, que la intención no es limitar la invención a las realizaciones particulares descritas. Por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que se encuentran dentro del alcance de la invención, incluidos los aspectos definidos en las reivindicaciones. Además, el término «ejemplo» como se usa a lo largo de esta solicitud es solo a modo de ilustración, y no de limitación.

[0012] Se cree que los aspectos de la presente invención son aplicables a una variedad de diferentes tipos de dispositivos, sistemas y disposiciones que implican baterías y/o control de baterías, incluidos los que implican aplicaciones automotrices. Si bien la presente invención no está necesariamente tan limitada, diversos aspectos de la invención pueden apreciarse a través de una discusión de ejemplos que usan este contexto.

Descripción detallada

[0013] En una o más realizaciones, se detectan características de impedancia para celdas de batería en un paquete de baterías que tiene una pluralidad de tales celdas. La corriente se inyecta a través de celdas individualmente (por ejemplo, usando un circuito acoplado a través de una celda individual), con la corriente a través y la tensión a través de celdas individuales que se detectan y usan respectivamente para proporcionar la característica de impedancia. Las características de impedancia detectadas se filtran para generar datos que incluyen componentes de baja frecuencia y componentes de alto ancho de banda para las características de las celdas de batería. Los componentes de alto ancho de banda incluyen componentes de mayor frecuencia con respecto a los componentes de baja frecuencia, y también pueden incluir los componentes de baja frecuencia. Los componentes de baja frecuencia para todas las celdas de batería se proporcionan junto con un subconjunto de los componentes de alto ancho de banda para la comunicación a través de un bus (por ejemplo, respectivamente para la determinación de SoC y SoH).

[0014] Usando esta estrategia, la comunicación de datos de alto ancho de banda relacionados con las características de impedancia detectadas puede limitarse a las celdas para las que se va a evaluar el SoH, reduciendo la cantidad de datos comunicados en el bus y/o adaptando las comunicaciones al ancho de banda disponible en el bus. Además, el filtrado de los componentes de baja frecuencia se puede llevar a cabo de tal manera que se puedan proporcionar suficientes datos para la evaluación de SoC para todas las celdas de la batería sobre el ancho de banda disponible, con la comunicación de los componentes de frecuencia más alta restringida por el ancho de banda. El filtrado y la provisión selectiva de componentes de alto ancho de banda pueden determinarse, establecerse o implementarse de otro modo usando una variedad de estrategias, ejemplos de los cuales se describen en relación con diversas realizaciones en la siguiente discusión.

[0015] Para obtener información general con respecto a la determinación basada en la impedancia de las características de la batería, y para obtener información específica con respecto a las estrategias que se pueden implementar de acuerdo con uno o más ejemplos de realizaciones, se puede hacer referencia a la Publicación de Patente de los Estados Unidos 2005/218915A1, a F. Huet, «A review of impedance measurements for determination of State-of-Charge and State-of-Health of secondary batteries», J. Power Sources, Vol. 70, No. 1, 59-69 (enero de 1998), y a J. L. Jespersen y col., «Capacity measurement of Li-Ion batteries using AC impedance spectroscopy», World Electric Vehicle Journal Vol. 3.

[0016] En relación con una realización de ejemplo más particular, un aparato de celda de almacenamiento de energía proporciona datos de impedancia para evaluar celdas de batería individuales. El aparato incluye un circuito de inyección de corriente que inyecta corriente por separado en celdas de batería individuales de la pluralidad de celdas de batería, y un circuito de detección de impedancia que está acoplado para detectar una característica de impedancia de cada una de la pluralidad de celdas de batería, en respuesta a la corriente inyectada en la misma. Un circuito de filtro está acoplado al circuito de detección de impedancia para recibir datos de impedancia con respecto a la característica de impedancia detectada, y separa los componentes de baja frecuencia de los datos de impedancia. Un circuito de memoria almacena datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda. Un circuito de acceso proporciona los componentes de baja frecuencia para la pluralidad de celdas de batería a un controlador de paquete de baterías, y proporciona los componentes de alto ancho de banda para un subconjunto de celdas de batería individuales al controlador de paquete de baterías.

[0017] Tal como se analizó anteriormente, la provisión selectiva de componentes de alto ancho de banda se puede llevar a cabo de varias maneras, y se puede controlar en el controlador del paquete de baterías, en la memoria,

en el circuito de detección de impedancia o de otro modo. En diversas realizaciones de ejemplo, el circuito de detección de impedancia detecta características de impedancia de cada una de la pluralidad de celdas de batería en una pluralidad de ciclos, para los cuales se comunican componentes de baja frecuencia para la mayoría y/o todos los ciclos, con un conjunto o subconjunto reducido de los componentes de alto ancho de banda para cada ciclo.

5

[0018] En una implementación, el circuito de memoria almacena los componentes de alto ancho de banda para menos de la totalidad de la pluralidad de ciclos para los que se almacenan los componentes de baja frecuencia. El circuito de acceso pasa este conjunto reducido de componentes de alto ancho de banda, mientras pasa la mayoría o la totalidad de los componentes de baja frecuencia para todos los ciclos. En otra implementación, el circuito de acceso comunica componentes de baja frecuencia para todos los ciclos como se discutió anteriormente, junto con componentes de alto ancho de banda para un subconjunto de celdas de batería individuales. En otra implementación, el circuito de acceso accede al circuito de memoria para proporcionar componentes de alto ancho de banda para diferentes subconjuntos de celdas de batería individuales al controlador del paquete de baterías, respectivamente, con la comunicación de los componentes de baja frecuencia para diferentes de la pluralidad de ciclos. Estas estrategias se pueden llevar a cabo de manera iterativa para pasar datos de alto ancho de banda para todas las celdas en el transcurso de unos pocos ciclos posteriores, o solo comunicando datos de alto ancho de banda para las celdas para las que se obtiene de manera deseable un SoH (por ejemplo, en función de las características detectadas de las celdas).

20 **[0019]** En otras realizaciones, los componentes de alto ancho de banda se proporcionan en base a un programa de sondeo, tal como un programa de sondeo fijo o un programa de sondeo dinámico que puede cambiar dinámicamente con el tiempo (por ejemplo, en respuesta a las características de celda detectadas). En una implementación, el circuito de acceso accede al circuito de memoria para proporcionar los componentes de alto ancho de banda para subconjuntos de las celdas de batería individuales al controlador del paquete de baterías. Los componentes de alto ancho de banda se proporcionan para diferentes subconjuntos junto con diferentes conjuntos de los componentes de baja frecuencia, en base a un programa de sondeo que identifica subconjuntos de celdas de batería individuales para los que se van a proporcionar los componentes de alto ancho de banda. En otra implementación, el circuito de memoria almacena los componentes de alto ancho de banda almacenando componentes de alto ancho de banda para menos de la totalidad de la pluralidad de ciclos, basándose en un programa de sondeo para proporcionar los componentes de alto ancho de banda al controlador del paquete de baterías. Por consiguiente, los componentes de alto ancho de banda comunicados representan una cantidad reducida, en relación con una comunicación de cada ciclo.

35 **[0020]** En otra realización de ejemplo, el circuito de inyección de corriente inyecta corriente en celdas de batería individuales usando una corriente sinusoidal. La información de fase (por ejemplo, marcas de tiempo) para la corriente inyectada también se alimenta a la memoria. Esta información de fase se proporciona con las características de impedancia detectadas para su uso por un controlador de paquete de baterías para determinar las características de la corriente aplicada. En ciertas implementaciones, el controlador del paquete de baterías envía comandos al circuito de inyección de corriente para establecer la frecuencia y la amplitud de la corriente inyectada, y utiliza los datos de marca de tiempo junto con la frecuencia y la amplitud conocidas en el procesamiento de los datos (por ejemplo, por lo tanto, la comunicación de solo marcas de tiempo es adecuada para proporcionar datos suficientes).

45 **[0021]** En algunas realizaciones, los datos de alto ancho de banda se comunican a través de un bus como se ha analizado anteriormente, basándose en un ancho de banda disponible del bus y los requisitos de ancho de banda calculados para las comunicaciones sobre el mismo. En una realización, un circuito de acceso determina un ancho de banda disponible en un bus de comunicaciones, y determina una cantidad de ancho de banda requerida para comunicar componentes de baja frecuencia detectados de celdas de batería, como se ha analizado anteriormente.

50 **[0022]** En base a estos cálculos, junto con otras características de bus (por ejemplo, reserva de ancho de banda para comunicar datos de control), se calcula una cantidad disponible de ancho de banda para su uso en la comunicación de componentes de alto ancho de banda (por ejemplo, con ancho de banda Nyquist completo proporcionado para cada celda). Un subconjunto de componentes de alto ancho de banda (por ejemplo, pertenecientes a un subconjunto de celdas de batería) se comunica así según el ancho de banda disponible calculado.

55 **[0023]** La inyección separada de corriente puede efectuarse sobre una base intermitente o cíclica para controlar la cantidad de corriente inyectada en cada celda. En algunas realizaciones, un circuito de inyección de corriente como se analiza en esta invención inyecta por separado corriente en celdas individuales de la pluralidad de celdas de batería, para cada celda de batería, operando un interruptor usando una señal modulada para acoplar y desacoplar selectivamente un circuito de equilibrado (u otro suministro de corriente) a la celda de batería. El circuito de detección de impedancia detecta una característica de impedancia de cada celda de batería en base a la señal modulada. Dicha inyección se puede llevar a cabo a una frecuencia que efectúa una inyección de una corriente predefinida en la celda de la batería para la medición de la impedancia. Las formas de ejemplo en las que se puede inyectar corriente incluyen acoplar un circuito de resistencia a través de la celda de la batería para purgar pasivamente la corriente de la celda de la batería, o acoplar un circuito inductor a través de la celda de la batería para inducir activamente la corriente a través de la celda de la batería.

[0024] Como se discute en esta invención, diversas realizaciones están dirigidas a usar circuitos de equilibrio de celdas para inyectar corriente en celdas de batería para la medición de impedancia. Tales realizaciones pueden, por ejemplo, implementarse usando uno o ambos sistemas de equilibrio resistivo e inductivo. Además, las diversas realizaciones descritas en esta invención como implementables con sistemas resistivos pueden implementarse con otros sistemas, tales como sistemas inductivos (por ejemplo, usando un equilibrador inductivo que mantiene la corriente de polarización a casi cero, en lugar de un equilibrador resistivo que modula la señal en una corriente de polarización).

[0025] En varias implementaciones, los circuitos de equilibrio se utilizan para accionar la corriente a través de celdas individuales en un paquete de baterías, con niveles de tensión/corriente mantenidos bajos para facilitar el modelado de la batería como un sistema lineal. La corriente se convierte en una tensión mediante una resistencia conectada en serie con la batería. Los filtros de paso de banda se utilizan para eliminar señales no deseadas (por ejemplo, ruido y distorsión) antes de que puedan alcanzar los medidores de amplitud y fase, que miden la tensión de la batería y la tensión a través de una resistencia de conversión. En muchas implementaciones, los medidores y filtros de paso de banda son coincidentes (por ejemplo, idénticos) para asegurar la coincidencia de ganancia y tiempo de retardo en estos circuitos. Las partes reales e imaginarias de la impedancia de la batería (Z) se determinan a partir de la amplitud y la fase de las tensiones medidas, de la siguiente manera.

$$|Z_{bat}| = \frac{V_{bat}}{V_{conv}} R_{conv}$$

$$Re_{bat} = |Z_{bat}| \cdot \cos(\varphi_{bat})$$

$$Im_{bat} = |Z_{bat}| \cdot \sin(\varphi_{bat})$$

[0026] En las ecuaciones anteriores, la fase de la tensión a través de R_{conv} se define como cero.

[0027] La fuente de tensión/corriente utilizada para inyectar corriente puede estar bajo el control de un sistema de medición (por ejemplo, un generador de onda sinusoidal) o fuera del control directo de un sistema que realiza la medición (por ejemplo, a través de la corriente de accionamiento de un motor de tracción de un automóvil eléctrico que emplea el paquete de baterías). Cuando se implementa con un automóvil, el control del sistema de medición se puede implementar cuando el automóvil está en reposo, y la estrategia de control de corriente de accionamiento se puede utilizar cuando el automóvil se está moviendo. Con el control del sistema de medición, la impedancia de la batería se puede medir a cualquier frecuencia deseada en cualquier momento. Además, se pueden omitir ciertos filtros de paso de banda en aplicaciones en las que el entorno en el que tiene lugar la medición es un entorno de tipo de bajo ruido/distorsión.

[0028] Volviendo ahora a las figuras, la Figura 1 muestra un sistema 100 que mide (por ejemplo, detecta) la impedancia de la celda de un paquete de baterías 110, según otra realización de ejemplo. El sistema 100 incluye componentes de medición de tensión de celda 120 y componentes de medición de corriente de paquete 130, que pueden formar parte respectivamente de los circuitos de detección de impedancia y de filtro como se describe en esta invención. A modo de ejemplo, los componentes de medición de tensión de celda 120 se muestran acoplados a través de una celda de batería individual 111, pero pueden implementarse para la conexión individual a través de una multitud de dichas celdas (por ejemplo, a través de un circuito de multiplexación), o pueden duplicarse para otras celdas de batería individuales en el paquete 110. La impedancia se puede medir, por ejemplo, cuando el paquete de baterías está en reposo y/o cuando el paquete de baterías se está cargando o descargando.

[0029] El sistema 100 también incluye un circuito de memoria 140 acoplado para proporcionar datos de impedancia a través de un bus 160 (por ejemplo, al controlador de paquete 170), así como componentes de inyección de corriente mostrados acoplados a través de la celda de batería 111. Los componentes de inyección de corriente incluyen un generador (co)sinusoidal 150 y un modulador sigma-delta 152, que inyectan una corriente en una celda individual (por ejemplo, en 111) conmutando un equilibrador con una resistencia de purga 154 y un condensador 156 en conexión/desconexión usando un interruptor 158 operado por una señal modulada, tal como una señal modulada de modulación de densidad de pulso (PDM). La señal se modula para aplicar una frecuencia de señal deseada.

[0030] En algunas realizaciones, el controlador de paquete 170 envía comandos al generador (co)sinusoidal 150 para establecer la frecuencia y la amplitud de la onda sinusoidal para la corriente inyectada, y el generador (co)sinusoidal 150 proporciona información de fase del seno inyectado (marcas de tiempo) a la memoria 140, para la corriente inyectada a través del circuito equilibrador a la celda 111. Esta información de marca de tiempo se proporciona desde la memoria para el acceso por el controlador del paquete 170, para proporcionar información con respecto a la onda sinusoidal inyectada al controlador (con el controlador que ya tiene información de amplitud y

frecuencia para la corriente inyectada). Al enviar solo marcas de tiempo (por ejemplo, sin datos de amplitud y frecuencia, la cantidad de tráfico en el bus debido a la corriente inyectada puede mantenerse baja/minimizarse.

[0031] Se puede implementar una variedad de generadores (co)sinusoidales en relación con estas y otras realizaciones. Para obtener información general con respecto a dichos generadores, y para obtener información específica con respecto a los generadores que pueden implementarse en relación con estas realizaciones, la bibliografía puede ser la solicitud de patente de EE. UU. N.º de serie 13/100.652, titulada «Method to measure the impedances of battery cells in a (H)EV application», y depositada el 4/5/2011.

[0032] Los valores de los componentes que generan la corriente a través de las celdas en el sistema 100 se pueden utilizar como entradas con respecto a la corriente, sin utilizar necesariamente un medidor de corriente en la trayectoria de la corriente de equilibrio generada. Con esta información y la tensión de la celda de batería para la que se va a medir la impedancia, se puede calcular el valor de la corriente que el equilibrador modulado inyecta en la celda.

[0033] Los componentes de medición de tensión de celda 120 incluyen un convertidor de analógico a digital (ADC) 122 que mide la tensión de celda en 111, como se recibe a través de un filtro de antialias 121. Un filtro de paso bajo 123 filtra la salida del ADC 122, para proporcionar componentes de alto ancho de banda de las características de impedancia detectadas a la memoria 140. Otro filtro de paso bajo 124 filtra además la salida del filtro de paso bajo 123, para proporcionar componentes de baja frecuencia de las características de impedancia detectadas a la memoria 140.

[0034] Los componentes de medición de corriente de paquete 130 incluyen una resistencia que convierte la corriente de paquete en una tensión, para proporcionar una tensión correspondiente a la corriente de paquete para su uso en la caracterización de una característica de impedancia de la celda que se está midiendo. Un filtro antialias 132 (por ejemplo, un filtro de paso bajo de aproximadamente 10 kHz) filtra la tensión (señal) tal como se proporciona en la entrada de un ADC 133. La salida del ADC 130 está acoplada a filtros de paso bajo 134 y 135 conectados en serie, que proporcionan respectivamente componentes de alto ancho de banda y componentes de baja frecuencia de las características de impedancia detectadas a través del ADC 130, como salidas al circuito de memoria 140.

[0035] La memoria 140 almacena y proporciona las salidas de los filtros de paso bajo 123, 124, 134 y 135 para el acceso a través de un bus de comunicaciones 160, que se puede proporcionar al controlador de paquete 170 para la estimación de SoC y/o SoH. La provisión de datos puede implementarse de manera activa y/o pasiva, tal como empujando datos al controlador de paquete 170, respondiendo a solicitudes de datos recibidas por el controlador de paquete a través del bus 160 o ambas (por ejemplo, empujando datos de baja frecuencia y enviando datos de alto ancho de banda en respuesta a solicitudes de acceso). En este contexto, el bus 160 y uno o ambos de la memoria 140 y el controlador de paquete 170 (o circuitos integrados con el mismo) son parte de un circuito de acceso que proporciona los componentes de baja frecuencia y los componentes de alto ancho de banda para la evaluación. La circuitería lógica en este circuito de acceso (por ejemplo, en la memoria 140 y/o el controlador de paquete 170) controla la comunicación de los componentes de baja frecuencia y alto ancho de banda utilizando uno o más de una variedad de estrategias, incluidas las analizadas anteriormente, que se pueden implementar para comunicar selectivamente componentes de alto ancho de banda para limitar el uso del ancho de banda en el bus 160.

[0036] Por ejemplo, los componentes de alto ancho de banda pueden proporcionarse para un subconjunto de celdas de batería individuales al controlador de paquete de baterías 170, en base a un ancho de banda disponible para comunicar los subcomponentes de alto ancho de banda a través del bus de datos 160. Esta comunicación puede llevarse a cabo en una naturaleza cíclica, en la que se proporcionan componentes de baja frecuencia para todos o la mayoría de los ciclos, con diferentes subconjuntos de los componentes de alto ancho de banda proporcionados con cada ciclo. Por ejemplo, considerando 100 celdas de batería monitoreadas durante 10 ciclos, los componentes de baja frecuencia se pueden comunicar durante cada ciclo, mientras que los componentes de alto ancho de banda se comunican para 10 de las 100 celdas de batería por ciclo de forma rotativa, de modo que los componentes de alto ancho de banda para todas las 100 celdas de batería se proporcionan en subconjuntos de 10 celdas de batería por ciclo. En ciertas implementaciones, las celdas de batería para las que se van a comunicar datos de alto ancho de banda se seleccionan basándose en un programa de sondeo. En otras implementaciones, los componentes de alto ancho de banda se proporcionan solo para ciertas celdas en función de las condiciones de las celdas (por ejemplo, como se indica a través de los componentes de baja frecuencia). También se puede usar una combinación de estas estrategias.

[0037] En algunas implementaciones, el sistema 100 incluye el controlador de paquete 170. La impedancia de las celdas de batería individuales se calcula tomando la amplitud y la fase de las mediciones de tensión y corriente y dividiéndolas. El controlador de paquete 170 se implementa como parte del sistema 100, o por separado en cuyo sistema 100 proporciona una salida para su uso por el controlador de paquete.

[0038] Los intervalos de frecuencia respectivos mostrados en la Figura 1 con respecto a los filtros de paso bajo (y filtros antialias) son ejemplares, y pueden modificarse para adaptarse a aplicaciones particulares. Por ejemplo, los

filtros de paso bajo 124 y 135 se pueden configurar a una frecuencia de características de impedancia que sea suficiente para proporcionar una indicación de un SoC de la celda de batería 111, mientras se limita el tamaño de los datos en los componentes de baja frecuencia para la comunicación a través del bus 160.

5 **[0039]** En algunas implementaciones, el generador de ondas (co)sinusoidales 150 acciona la celda de batería 111 usando una frecuencia a la vez, con la memoria 140 almacenando datos correspondientes a estas frecuencias. En otras implementaciones, el generador 150 de onda (co)sinusoidal acciona la celda 111 de batería usando una señal con más de una frecuencia, lo que facilita la medición rápida de señales (por ejemplo, en relación con la repetición de mediciones en cada frecuencia de interés).

10

[0040] En algunas realizaciones, uno o ambos ADC 122 y 133 se implementan usando convertidores sigma-delta de sobremuestreo, que operan a baja energía con alta linealidad para medir bajas frecuencias. El convertidor sigma-delta de sobremuestreo facilita el uso de un filtro antialias que es más pequeño que el utilizado en sistemas con un ADC de tasa de Nyquist, exhibe las características de baja energía/alta linealidad mencionadas anteriormente, y
15 implementados usando convertidores sigma-delta, se mantiene el filtro de paso bajo respectivo (123 y/o 134) conectado a la salida del uno o ambos ADC.

[0041] En ciertas realizaciones, uno o ambos filtros de paso bajo 123 y 134 se omiten, con las salidas de los
20 ADC 122 y 133 conectadas respectivamente directamente a los filtros de paso bajo 124 y 135, y al circuito de memoria 140.

[0042] La modulación de la corriente inyectada a través de los componentes de inyección de corriente como se muestra en la Figura 1, o como se describe en esta invención, puede implicar ejecutar/seguir un algoritmo para
25 medir/determinar la impedancia a través de mediciones de tensión y corriente a diversas frecuencias en el intervalo de mHz a kHz. Para una o ambas modulaciones resistivas e inductivas, se dirigen diversas realizaciones a efectuar esta modulación mediante el accionamiento de un interruptor (por ejemplo, el interruptor 158 en la Figura 1) con una señal modulada a través de PWM (Modulación de ancho de pulso), PDM (Modulación de densidad de pulso) o ambos. Además, la frecuencia y la amplitud de los pulsos se pueden adaptar para adaptarse a la operación particular del
30 paquete de baterías, con el fin de lograr una señal que sea suficiente para evaluar las celdas de la batería y mitigar la pérdida de energía. Por ejemplo, PDM se puede utilizar en sistemas totalmente digitales con una frecuencia de reloj que está diseñada para ser lo más baja posible para mantener la disipación baja, a través de la actuación en los bordes del reloj activo. En tales aplicaciones, se puede usar un condensador de desacoplamiento para generar una onda sinusoidal suave.

35

[0043] En algunas realizaciones, la corriente inyectada en las celdas de la batería a través de un circuito equilibrador se inyecta a un valor que es más alto que una corriente de equilibrio que utiliza el circuito equilibrador, para garantizar la precisión en la medición de la impedancia. En tales realizaciones, el valor de una resistencia externa utilizada en el equilibrado se establece más bajo que dicha resistencia utilizada para el equilibrado. Para reducir la
40 corriente de equilibrio efectiva, se dispone un interruptor en serie con la resistencia y se acciona con una frecuencia relativamente alta (por ejemplo, onda cuadrada de ~100 kHz con un ciclo de trabajo fijo) para limitar la corriente de equilibrio promedio a través de la resistencia, y mantener la disipación y, por lo tanto, la temperatura de la resistencia dentro de los límites operables (por ejemplo, seguros).

[0044] La medición de la impedancia como se discute en esta invención puede llevarse a cabo de diferentes maneras para adaptarse a aplicaciones particulares. En algunas realizaciones, y haciendo referencia nuevamente a la Figura 1, las frecuencias de 4 Hz (por ejemplo, muestreadas a 10 muestras por segundo) e inferiores se pasan todas a través del bus 160 para su análisis en el controlador de paquete 170, al calcular un SoC para todas las celdas/ciclos. Las frecuencias superiores a 4 Hz se proporcionan selectivamente al controlador 170 del paquete, a
50 través del bus 160, para limitar la cantidad de datos comunicados y facilitar el cálculo de las características de tipo SoH en el controlador del paquete.

[0045] El aparato mostrado en la Figura 1 puede implementarse de diversas maneras, tales como las discutidas anteriormente. Los siguientes ejemplos caracterizan realizaciones que también pueden implementarse con la Figura
55 1, con referencia a las mismas a modo de ejemplo. En algunas implementaciones, los circuitos de detección de impedancia (por ejemplo, los ADC 122/133) detectan la impedancia en cada uno de una pluralidad de ciclos. El circuito de memoria 140 almacena datos correspondientes a componentes de alto ancho de banda de impedancia detectada mediante, para cada uno de la pluralidad de ciclos, la sustitución de datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda para al menos algunas de la pluralidad de celdas de batería con datos de corriente
60 correspondientes a los componentes de alto ancho de banda para al menos algunas de la pluralidad de celdas de batería. Por consiguiente, el acceso al circuito de memoria 140 para componentes de alta frecuencia devuelve solo aquellos componentes almacenados actualmente. Al limitar la cantidad de componentes almacenados y/o reemplazar componentes antiguos, se puede controlar la cantidad y/o la puntualidad de los datos de alto ancho de banda.

65 **[0046]** Se pueden realizar varios cambios o modificaciones con el sistema 100 para adaptarse a las

aplicaciones. Por ejemplo, los filtros analógicos y digitales en las trayectorias de medición de corriente y tensión del sistema 100 se pueden hacer coincidir (por ejemplo, son sustancialmente idénticos), para facilitar las salidas coincidentes/precisas. Como otro ejemplo, el sistema 100 puede expandirse para incluir circuitería para inyectar corriente y monitorizar una multitud de celdas de batería en un paquete de baterías (por ejemplo, una sección del paquete de baterías). En estos contextos, una sección de batería puede referirse a un grupo de celdas de batería que comparten componentes de equilibrio y medición de celdas (por ejemplo, a 5-17 V, dependiendo del número de celdas en la sección, la química de la celda, el SoC y la temperatura). Un módulo es un grupo de tales secciones de batería con una tensión combinada (por ejemplo, hasta 60 V), y una rebanada es un grupo de módulos conectados en serie que generan la misma tensión que el paquete de batería total (por ejemplo, de 100 V a 600 V). Los paquetes de baterías pueden incluir una sola rebanada, o un grupo de rebanadas conectadas en paralelo en las que la conexión en paralelo aumenta el contenido de energía y las capacidades de energía del paquete de baterías, pero no la tensión. La corriente puede ser conducida a través de cada celda de batería individualmente, mitigando así el consumo de energía que puede ser relevante para pasar la corriente a través de todo un paquete de baterías. Por ejemplo, como se muestra mediante líneas discontinuas que conectan las celdas, una multitud de dichos componentes pueden incluirse en un paquete de baterías y monitorizarse en consecuencia. En ciertas realizaciones, se usa el mismo hardware para medir la impedancia de varias celdas, tal como conectando selectivamente los diversos componentes como se muestra en la Figura 1 (por ejemplo, los circuitos ADC/de filtro y los circuitos generador/modulador (co)sinusoidal). Además, en tales aplicaciones, el generador de corriente y los circuitos de medición de tensión se pueden implementar en un IC común, para facilitar la sincronización.

[0047] El tipo y el funcionamiento del bus 160 pueden variar dependiendo de la implementación. En algunas realizaciones, el bus 160 es un bus automotriz tal como un bus CAN (red de área de controlador) que tiene una velocidad de datos de aproximadamente 500 kb/s. A modo de ejemplo, para un paquete de baterías que tiene 100 celdas, las salidas de los filtros 124 y 135 (como filtros de 4 Hz) producen 14 kb/s (100 celdas por 10 muestras por segundo por celda por 14 bits por muestra). Cuando los filtros de paso bajo 123 y 134 se implementan como filtros de 2 kHz con 70 kb/s de datos por filtro, los datos de alto ancho de banda para las características de impedancia de hasta siete celdas se pueden comunicar a través del bus 160 en un momento dado. Los datos de control y otros datos también consumirán algo de ancho de banda de bus, por lo que en la práctica el número máximo de celdas observables simultáneamente puede ser limitado. En tales implementaciones, el circuito de memoria 140 está configurado para almacenar los datos de 100 ms (suponiendo una tasa de sondeo de 10 Hz), o 7 kb de datos por celda. Dependiendo de la frecuencia de medición y la precisión de medición deseada, el controlador de paquete 170 lee datos de la(s) celda(s) deseada(s) durante una cierta cantidad de tiempo.

[0048] La Figura 2 muestra un diagrama de flujo para medir la impedancia de celda de una o más de una pluralidad de celdas en un paquete de baterías, según otra realización de ejemplo. En el bloque 210, la corriente se inyecta por separado en celdas individuales de la pluralidad de celdas de batería usando, por ejemplo, un circuito de equilibrio conectado a través de una de las celdas. En el bloque 220, se detectan las características de impedancia indicativas de tensión y corriente a través de la celda de batería, respondiendo las características de impedancia basadas en tensión a la corriente inyectada en la celda de batería. En el bloque 230, los componentes de baja frecuencia de los datos de impedancia se separan de los datos de impedancia de alto ancho de banda que incluyen los componentes de baja frecuencia y los componentes de mayor frecuencia, y los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda se almacenan en el bloque 240.

[0049] En el bloque 250, se selecciona un subconjunto de celdas de batería, para las que se deben proporcionar componentes de alto ancho de banda, en función del ancho de banda disponible para comunicar los componentes de alto ancho de banda. En el bloque 260, los componentes de baja frecuencia para la pluralidad de celdas de batería se proporcionan a un controlador de paquete de baterías, junto con componentes de alto ancho de banda para el subconjunto seleccionado de las celdas de batería individuales. Si la evaluación se completa en el bloque 265, el procedimiento finaliza. Si la evaluación es incompleta en el bloque 265, se selecciona un siguiente subconjunto de celdas en el bloque 270, basándose en el ancho de banda disponible para comunicar los componentes de alto ancho de banda, y el procedimiento continúa de nuevo en el bloque 260.

[0050] En este contexto, pueden proporcionarse componentes de alta frecuencia para un subconjunto de las celdas de batería, proporcionándose componentes de baja frecuencia para un conjunto más grande (o todas) las celdas de batería, para limitar la cantidad de datos comunicados. La selección de un subconjunto en el bloque 250 se puede llevar a cabo usando una o más estrategias como se analiza en esta invención, tal como seleccionando el subconjunto en función de las características de las celdas a evaluar, tras un ciclo de sondeo u otra condición.

[0051] La medición de la impedancia, tal como se lleva a cabo en relación con una o más realizaciones en esta invención (por ejemplo, tales como las descritas en relación con las Figuras 1-2), puede efectuarse de diversas maneras. En algunas realizaciones, las mediciones de impedancia se llevan a cabo mientras se carga el paquete de baterías (por ejemplo, usando energía de reposición predecible de una fuente de carga), o en diversas condiciones de accionamiento tales como rotura o marcha lenta con un cierto par de frenado del motor. La medición se puede realizar con un cargador que se puede cargar y descargar con una corriente seleccionable, ya que a continuación se pueden medir corrientes negativas (por ejemplo, como se implementa con lo que se denomina en esta invención un

circuito de inyección de corriente, donde dicha corriente es negativa).

[0052] Según una realización particular, la medición de impedancia se lleva a cabo de la siguiente manera. Un circuito de detección de impedancia espera hasta que la corriente, la temperatura y el SoC estén a un nivel en el que se vaya a llevar a cabo una nueva medición, tal como puede determinarse comparando dichos parámetros con valores almacenados/de una tabla. Se seleccionan las celdas a medir, y los espectros de tensión y corriente de paquete se recuperan de la memoria (por ejemplo, como se proporciona a través de la salida de los filtros 123/134 al circuito de memoria 140 en la Figura 1), a partir de las características de impedancia medidas a una frecuencia o frecuencias deseadas (por ejemplo, una frecuencia a la vez o múltiples frecuencias a la vez). La información recuperada se comunica a través de un bus y se procesa, tal como mediante un controlador de paquete 170. Si la corriente del paquete no contiene suficiente señal a la frecuencia/frecuencias deseadas, se inyecta corriente en la(s) celda(s) seleccionada(s), tal como mediante el uso de una corriente de equilibrio modulada por PDM. Mientras se inyecta corriente con el equilibrador, se mide el espectro de la corriente del paquete. Si la corriente del paquete también contiene una señal a la frecuencia de medición, entonces se determina que la medición no es fiable, se descarta su resultado y se repite la medición. Si la medición se toma mientras se conduce, se verifica el nivel de CC de la corriente para asegurarse de que se ha mantenido en el nivel en el que se debe tomar la medición.

[0053] En algunas realizaciones en las que la corriente del paquete no es accesible y/o está en un formato que no puede ser utilizado por la circuitería de medición de impedancia, se implementa un procedimiento de medición de impedancia de la siguiente manera (p. ej., como se puede implementar con la Figura 1). Después de que la corriente, la temperatura y el SoC alcanzan un nivel en el que se va a realizar una nueva medición, se seleccionan las celdas que se van a medir y se inyecta corriente en las celdas seleccionadas utilizando una corriente de equilibrio modulada por PDM. Mientras se inyecta corriente con un equilibrador, se mide el espectro de las celdas seleccionadas, más el espectro de (al menos) una celda en la que no se inyecta corriente. Si la corriente del paquete contiene una señal a la frecuencia de medición, se determina que esta frecuencia también está presente en la medición de la(s) celda(s) en la(s) que no se inyecta corriente, se determina que la medición de impedancia no es fiable, se descarta su resultado y se repite la medición. Para cada medición, se selecciona otra celda para comprobar si el espectro está limpio a las frecuencias de medición. Si esta medición se lleva a cabo mientras el paquete de baterías se utiliza para conducir un vehículo, se comprueba el nivel de CC de la corriente para garantizar que se ha mantenido en el nivel en el que se debe tomar la medición (por ejemplo, suponiendo que es poco probable que la temperatura cambie mucho en el marco de tiempo de la medición). En algunas implementaciones, se omiten los componentes de medición de corriente del paquete 130.

[0054] En algunas realizaciones que implican una batería de automóvil utilizada para la propulsión, en lugar de inyectar una corriente modulada en cada celda individual, la corriente del paquete se modula modulando la corriente del motor con una frecuencia deseada. La amplitud de la modulación se controla para mitigar las molestias a los pasajeros de automóviles y los daños al motor.

[0055] Con respecto a diversos circuitos de equilibrio de celda como se describe en esta invención y se usa para inyección de corriente, diversas realizaciones se dirigen a dichos circuitos y se implementan de la siguiente manera. Los circuitos de equilibrio de celdas igualan los SoC entre las celdas acopladas en serie equilibrando los SoC de las celdas durante el uso y/o la carga, para evitar o mitigar la sobrecarga o la sobredescarga. Los circuitos pasivos de equilibrio de celda extraen energía de una celda que tiene un SoC más alto, que se disipa como calor a través de un circuito resistivo. Durante la carga, la corriente también puede enrutarse selectivamente alrededor de una celda que tiene un SoC más alto, a través del circuito resistivo, para evitar una carga adicional de la celda. Los circuitos pasivos de equilibrio de celda también pueden denominarse circuitos de equilibrio de celda disipativos. Los circuitos de equilibrio de celda activos transfieren energía desde una celda que tiene un SoC superior a una celda que tiene un SoC inferior. La transferencia de energía entre celdas se puede realizar indirectamente a través de un componente de almacenamiento de energía, como un condensador o un inductor. Los circuitos de equilibrio de celda activos también pueden denominarse circuitos de equilibrio de celda no disipativos.

[0056] Basándose en la discusión e ilustraciones anteriores, los expertos en la materia reconocerán fácilmente que se pueden realizar diversas modificaciones y cambios a la presente invención sin seguir estrictamente las realizaciones y aplicaciones ejemplares ilustradas y descritas en esta invención. Por ejemplo, se pueden implementar diversas maneras de seleccionar datos de alto ancho de banda para la comunicación con un controlador de paquete de baterías a través de un bus, para adaptarse al ancho de banda disponible, al tipo particular de bus y/u otras necesidades de un paquete de baterías particular o a la implementación del mismo. Además, diversas realizaciones están dirigidas a monitorizar el rendimiento de la celda bajo diferentes tipos de condiciones. La impedancia de la celda se monitoriza durante la vida de la celda, con diferentes valores de los parámetros utilizados para obtener información útil con respecto a las propiedades de la celda. Esta información multidimensional se puede registrar y usar para proporcionar información sobre la cual se pueden determinar las características de la batería. Esta estrategia puede facilitar, por ejemplo, la detección/determinación de curvas de impedancia correspondientes a uno o más de muchos parámetros tales como química celular, temperatura celular, corriente celular CC, estado de carga (SoC), vida útil del ciclo celular y edad calendario de la celda. Otras variaciones, como se analiza en relación con ciertas realizaciones y/o se muestra en las figuras, también pueden implementarse con otras realizaciones. Tales modificaciones no se

apartan del alcance de la presente invención, como se expone en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de celda de almacenamiento de energía, que comprende:

un circuito de inyección de corriente configurado para inyectar por separado corriente variable en el tiempo en celdas individuales de una pluralidad de celdas de batería (111) configuradas para almacenar energía;
un circuito de detección de impedancia (100) configurado para detectar una característica de impedancia de cada una de la pluralidad de celdas de batería en respuesta a la corriente inyectada en el mismo;
un circuito de filtro acoplado al circuito de detección de impedancia y configurado para

recibir datos de impedancia de alto ancho de banda con respecto a las características de impedancia detectadas desde el circuito de detección de impedancia, y
separar los componentes de baja frecuencia de los datos de impedancia de alto ancho de banda de los componentes de alta frecuencia de los datos de impedancia de alto ancho de banda;

un circuito de memoria (140) configurado para almacenar datos de fase que representan la fase de la corriente variable en el tiempo inyectada y datos correspondientes a componentes de alto ancho de banda, incluyendo los componentes de alto ancho de banda los componentes de baja frecuencia y los componentes de alta frecuencia;
y

un circuito de acceso configurado para proporcionar los componentes de baja frecuencia para la pluralidad de celdas de batería a un controlador de paquete de baterías (170), y para acceder y proporcionar los datos almacenados correspondientes a los componentes de alto ancho de banda para un subconjunto de las celdas de batería individuales al controlador de paquete de baterías en función del ancho de banda disponible para comunicar los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda.

2. El aparato de la reivindicación 1, donde:

el circuito de detección de impedancia está configurado para detectar la característica de impedancia de cada una de la pluralidad de celdas de batería (111) detectando la característica de impedancia para una pluralidad de ciclos, y
el circuito de acceso está configurado para

proporcionar los componentes de baja frecuencia para la pluralidad de celdas de batería al controlador de paquete de baterías proporcionando los componentes de baja frecuencia para cada uno de la pluralidad de ciclos, y

acceder al circuito de memoria (140) para proporcionar los datos correspondientes a los componentes de ancho de banda alto para el subconjunto de las celdas de batería individuales al controlador de paquete de baterías (170) comunicando, con los componentes de baja frecuencia para uno de la pluralidad de ciclos, los datos correspondientes a los componentes de ancho de banda alto para el subconjunto de celdas de batería individuales.

3. El aparato de la reivindicación 1, donde:

el circuito de detección de impedancia está configurado para detectar la característica de impedancia de cada una de la pluralidad de celdas de batería (111) detectando características de impedancia en cada uno de una pluralidad de ciclos, y
el circuito de acceso está configurado para

proporcionar los componentes de baja frecuencia para la pluralidad de celdas de batería al controlador de paquete de baterías (170) proporcionando los componentes de baja frecuencia para cada uno de la pluralidad de ciclos, y

acceder al circuito de memoria (140) para proporcionar los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda para el subconjunto de las celdas de batería individuales al controlador del paquete de baterías proporcionando los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda para diferentes subconjuntos de celdas de batería individuales al controlador del paquete de baterías, respectivamente, con los componentes de baja frecuencia para diferentes ciclos de la pluralidad de ciclos.

4. El aparato de la reivindicación 1, donde:

el circuito de detección de impedancia está configurado para detectar la característica de impedancia de cada una de la pluralidad de celdas de batería (111) mediante la detección de características de impedancia para una pluralidad de ciclos;

el circuito de memoria (140) está configurado para almacenar los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda almacenando los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda para las características de impedancia durante menos de la totalidad de la pluralidad de ciclos; y

el circuito de acceso está configurado para proporcionar los componentes de baja frecuencia para la pluralidad de celdas de batería a un controlador de paquete de baterías (170) para la totalidad de la pluralidad de ciclos, y para acceder al circuito de memoria para proporcionar los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda para el subconjunto de las celdas de batería individuales al controlador de paquete de baterías para el menor de la totalidad de la pluralidad de ciclos.

5. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde

el circuito de detección de impedancia está configurado para detectar la característica de impedancia de cada una de la pluralidad de celdas de batería (111) detectando la característica de impedancia para una pluralidad de ciclos, y el circuito de memoria (140) está configurado para almacenar los datos correspondientes a los componentes de ancho de banda alto almacenando los datos correspondientes a los componentes de ancho de banda alto durante menos de la totalidad de la pluralidad de ciclos basándose en un programa de sondeo para proporcionar los datos correspondientes a los componentes de ancho de banda alto al controlador de paquete de baterías (170).

6. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde:

el circuito de detección de impedancia está configurado para detectar la característica de impedancia de cada una de la pluralidad de celdas de batería (111) detectando la característica de impedancia para una pluralidad de ciclos, y el circuito de memoria (140) está configurado para almacenar los datos correspondientes a los componentes de ancho de banda alto mediante, para cada uno de la pluralidad de ciclos, la sustitución de datos correspondientes a los componentes de ancho de banda alto para al menos algunas de la pluralidad de celdas de batería con datos de corriente correspondientes a los componentes de ancho de banda alto para al menos algunas de la pluralidad de celdas de batería.

7. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el circuito de acceso está configurado para proporcionar los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda para el subconjunto de las celdas de batería individuales (111) al controlador del paquete de baterías (170), mediante uno de:

- (a) en función de un programa de sondeo que identifica el subconjunto de celdas de batería individuales para las que se deben proporcionar los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda durante diferentes ciclos de comunicación;
- (b) al proporcionar los datos correspondientes a componentes de alto ancho de banda para diferentes subconjuntos junto con diferentes conjuntos de los componentes de baja frecuencia en función de un programa de sondeo que identifica subconjuntos de celdas de batería individuales para los cuales se deben proporcionar los datos correspondientes a componentes de alto ancho de banda, y
- (c) en respuesta a un comando recibido del controlador del paquete de baterías.

8. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el circuito de acceso incluye un circuito integrado con el controlador del paquete de baterías (170) y configurado para acceder al circuito de memoria (140) a través de un bus de comunicaciones (160) para acceder y proporcionar los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda para el subconjunto de las celdas de batería individuales (111) al controlador del paquete de baterías.

9. El aparato de la reivindicación 8, donde el circuito integrado está configurado para proporcionar los componentes de baja frecuencia para la pluralidad de celdas de batería (111) al controlador del paquete de baterías (170) al recibir los componentes de baja frecuencia a través del bus de comunicaciones (160).

10. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el circuito de acceso está integrado con el circuito de detección de impedancia, el circuito de filtro y el circuito de memoria (140), y configurado para proporcionar los componentes de baja frecuencia para la pluralidad de celdas de batería (111) al controlador del paquete de baterías (170) comunicando los componentes de baja frecuencia al controlador del paquete de baterías a través de un bus de comunicaciones (160), y acceder al circuito de memoria para proporcionar los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda para el subconjunto de las celdas de batería individuales al controlador del paquete de baterías comunicando los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda al controlador del paquete de baterías.

11. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el circuito de acceso está configurado para acceder al circuito de memoria (140) para proporcionar los datos correspondientes a los componentes de alto ancho de banda para el subconjunto de las celdas de batería individuales (111) al controlador del paquete de baterías (170)

- determinando un ancho de banda disponible en un bus de comunicaciones (160);
- determinando una cantidad de ancho de banda requerida para comunicar los componentes de baja frecuencia; y

determinando una cantidad de los datos correspondientes a los componentes de ancho de banda alto para comunicarse en el bus en función del ancho de banda disponible determinado y la cantidad determinada de ancho de banda requerida para comunicar los componentes de baja frecuencia.

- 5 12. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el circuito de inyección de corriente está configurado para inyectar corriente por separado en celdas individuales de la pluralidad de celdas de batería (111) acoplando por separado un circuito de equilibrio de celda a través de cada una de la pluralidad de celdas de batería para inyectar corriente en la misma.
- 10 13. Un sistema para monitorizar un paquete de baterías (110) que tiene una pluralidad de celdas de baterías (111) conectadas en serie, comprendiendo el sistema un aparato de celdas de almacenamiento de energía según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
14. Un procedimiento para monitorizar un paquete de baterías (110) que tiene una pluralidad de celdas de
15 batería (111) conectadas en serie, comprendiendo el procedimiento, en un circuito de paquete de baterías:

inyectar por separado corriente variable en el tiempo en celdas de batería individuales de la pluralidad de celdas de batería;
proporcionar, para cada una de las celdas de batería, una salida indicativa de la tensión de celda de la celda de
20 batería en respuesta a la corriente inyectada en la celda de batería;
proporcionar una salida indicativa de corriente a través de cada una de las celdas de batería;
separar los componentes de baja frecuencia de los datos de impedancia de una celda de batería de los componentes de alta frecuencia de los datos de impedancia;
almacenar datos de fase que representan la fase de la corriente variable en el tiempo inyectada y datos
25 correspondientes a componentes de alto ancho de banda correspondientes a los componentes de baja frecuencia y los componentes de alta frecuencia;
proporcionar los componentes de baja frecuencia para la pluralidad de celdas de batería a un controlador de paquete de baterías (170); y
proporcionar los datos correspondientes a componentes de alto ancho de banda para un subconjunto de las celdas
30 de batería individuales al controlador de paquete de baterías, en base a un ancho de banda disponible para comunicar los datos correspondientes a componentes de alto ancho de banda.
15. El procedimiento de la reivindicación 14, donde

35 proporcionar los componentes de baja frecuencia incluye proporcionar los componentes de baja frecuencia para cada uno de una pluralidad de ciclos de comunicación, y
proporcionar los datos correspondientes a componentes de alto ancho de banda incluye proporcionar componentes de alta frecuencia para diferentes subconjuntos de celdas de batería individuales (111) al controlador de paquete de baterías (170), respectivamente, con los componentes de baja frecuencia para diferentes ciclos de la pluralidad
40 de ciclos de comunicación.

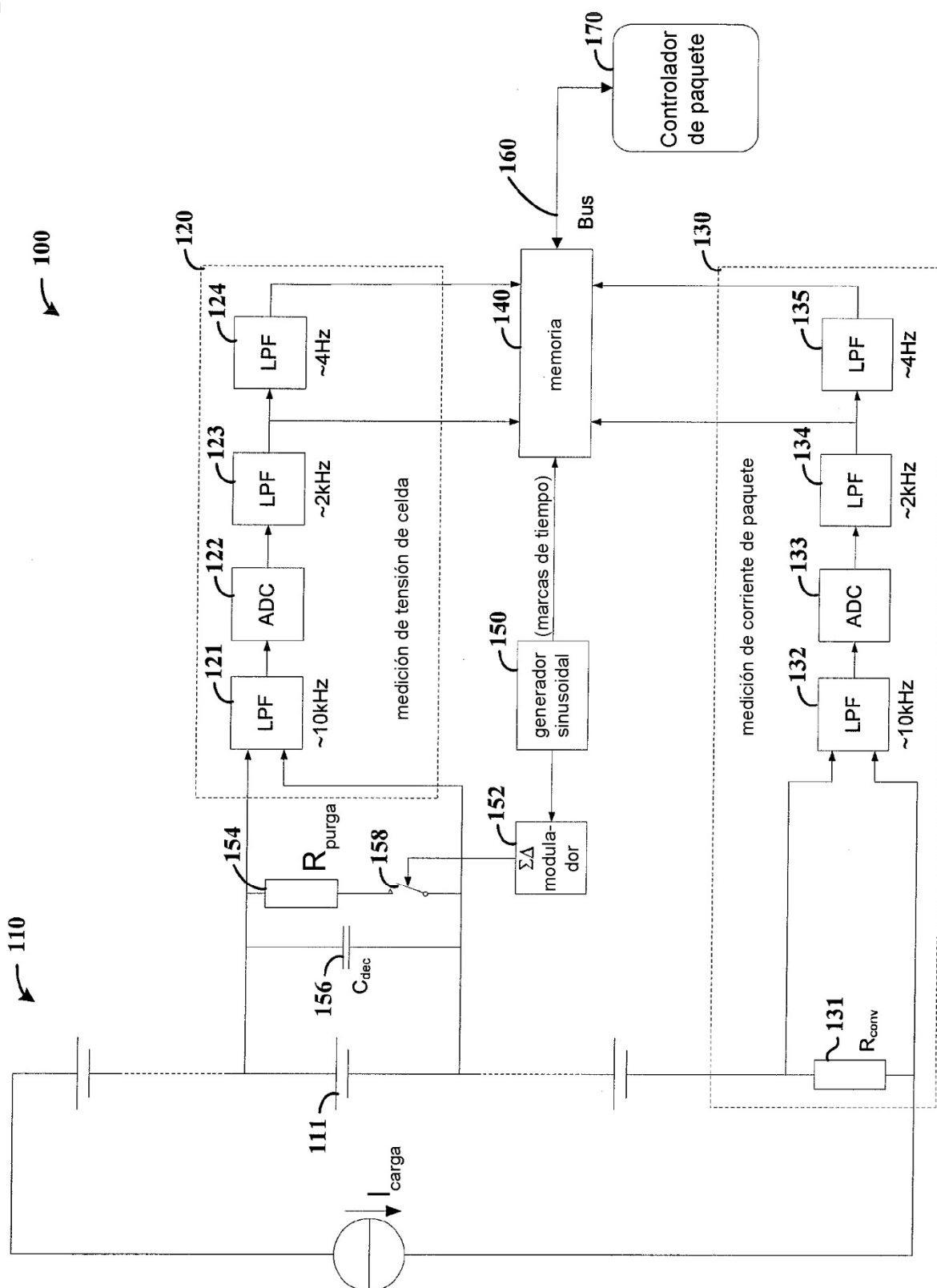


FIG. 1

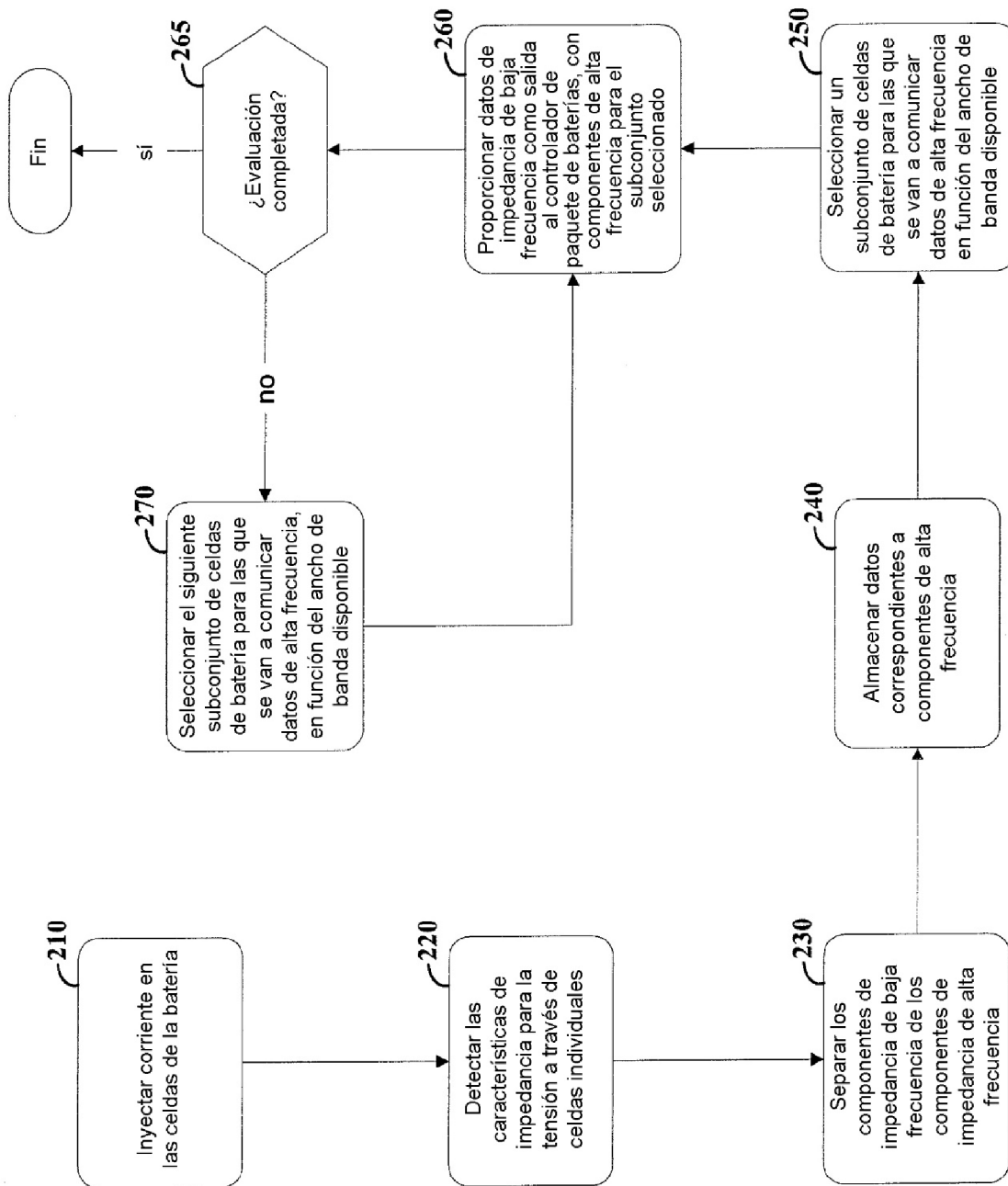


FIG. 2