

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 924 356**

(51) Int. Cl.:

H01M 10/44 (2006.01)
H01M 10/42 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)
H02J 7/04 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.07.2018** PCT/EP2018/070791

(87) Fecha y número de publicación internacional: **02.05.2019** WO19081084

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2018** E 18753334 (4)

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.05.2022** EP 3701584

(54) Título: **Método para cargar o descargar un acumulador de energía**

(30) Prioridad:

23.10.2017 DE 102017009850

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.10.2022

(73) Titular/es:

BENNING CMS TECHNOLOGY GMBH (100.0%)
Am Untergrün 6
79232 March, DE

(72) Inventor/es:

WALTER, WOLFRAM

(74) Agente/Representante:

GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio

ES 2 924 356 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para cargar o descargar un acumulador de energía

La invención se refiere a un procedimiento para cargar o descargar un acumulador de energía con al menos un bloque de celdas compuesto por una pluralidad de celdas de batería interconectadas en serie mediante una corriente de carga o descarga en serie que fluye a través de todas las baterías, en la que al menos algunas de las celdas de la batería

5 pueden presentar diferentes capacitancias.

En el caso de los acumuladores de energía (acumuladores) formados por varias celdas de batería recargables conectadas en serie, es importante, entre otras cosas, para la vida útil del acumulador de energía que cada celda individual no se sobrecargue ni se subcargue al cargar el acumulador de energía y que todas las celdas presenten, en 10 la medida de lo posible, el mismo estado de carga. Esto se aplica, en particular, a los acumuladores de energía compuestos por varias baterías de iones litio, baterías de polímeros de litio y/o baterías de litio-hierro-fosfato conectadas en serie.

15 Por lo tanto, los acumuladores de energía de este tipo están conectados a un dispositivo que suele denominarse sistema de gestión de baterías que, por un lado, supervisa constantemente el estado de carga de las celdas individuales de la batería mediante un dispositivo de control de la carga y, por otro, intenta compensar los diferentes estados de carga de las celdas individuales de la batería. La compensación de los estados de carga de las celdas de la batería, que también se denomina balanceo, puede llevarse a cabo mediante un balanceo pasivo o activo. Además, con los sistemas de gestión de baterías conocidos, la compensación de la carga solo comienza cuando al menos una 20 de las celdas de la batería está completamente cargada, por lo que todo el proceso de carga de un bloque de celdas es relativamente largo.

En el balanceo pasivo, la celda de la batería que alcanza primero su tensión de fin de carga tiene la energía sobrante convertida en calor a través de una resistencia y se pierde así para el proceso de carga.

25 En cambio, con el balanceo activo, la energía tomada de una celda de la batería con una tensión demasiado alta no se convierte en energía térmica, sino que se utiliza para cargar las demás celdas del acumulador de energía. Sin embargo, incluso con el balanceo activo, la compensación de la carga solo comienza cuando al menos una de las celdas de la batería del bloque de celdas ha alcanzado su tensión de fin de carga.

30 Del documento EP 1 941 594 B1, se conoce un procedimiento para cargar un acumulador de energía con un bloque de celdas formado por varias celdas de batería conectadas en serie, en el que se propone cargar las celdas de la batería mediante una corriente de carga en serie que fluye a través de todas las celdas de la batería y sobrecargar una celda de la batería seleccionada en forma definida mediante un proceso de carga selectiva adicional. El estado 35 de carga de la celda de la batería seleccionada se iguala entonces con los estados de carga de las demás celdas de la batería. El bloque de celdas se utiliza preferentemente para la carga selectiva de la celda de la batería seleccionada. Esta sobrecarga de las celdas individuales de la batería es posible con las baterías de plomo- o níquel-cadmio, pero no con las baterías de iones litio, las baterías de polímeros de litio y/o las baterías de litio-hierro-fosfato, que se destruirían inmediatamente.

40 Del documento DE 10 2010 017 439 A1, se conoce un procedimiento para cargar un acumulador de energía con varias celdas de batería conectadas en serie, en el que las celdas de batería individuales se cargan por separado a través de los correspondientes reguladores de carga auxiliares conectados a la red de corriente alterna y, a continuación, se lleva a cabo una compensación de la carga entre las celdas individuales mediante estos reguladores de carga auxiliares.

45 Por último, en el documento DE 10 2012 020 544 A1, se conoce un procedimiento para cargar un acumulador de energía con varias celdas de batería conectadas en serie, en el que, para acelerar el proceso de carga, además de la corriente de carga en serie que circula por todas las celdas, se suministra una corriente de carga auxiliar a las celdas de la batería, en la que se mide una caída por debajo del respectivo estado de carga predeterminado. Para la carga 50 selectiva de las celdas de la batería seleccionadas, se utiliza preferentemente en este procedimiento una fuente de corriente continua separada.

Del documento WO 2012/139604 A1, se conoce un procedimiento para cargar un acumulador de energía que tiene un bloque de celdas con varias celdas conectadas en serie. En este caso, los parámetros individuales de las celdas se determinan en un proceso de inicialización. Estos incluyen una tensión final de carga y una tensión final de descarga para las celdas respectivas. En el proceso de funcionamiento, las celdas individuales se descargan y recargan en función de las tensiones de fin de carga o de fin de descarga especificadas.

55 Se conoce un procedimiento para cargar y descargar un acumulador de energía a partir del documento DE 11 2011 104434 T5, que presenta un bloque de celdas con varias celdas conectadas en serie. En este proceso, se determina un valor de capacitancia de la celda para cada celda, a partir del cual se determina, a su vez, un valor de capacitancia de la celda de descarga. En función del valor de la capacitancia de la celda de descarga, se controla el proceso de carga y descarga.

El documento DE 100 35 959 A1 divulga un procedimiento para descargar un acumulador de energía que presenta un bloque de celdas con varias celdas conectadas en serie. En este proceso, se detecta la capacitancia de cada celda. Durante el proceso de descarga, se aplica una tensión de salida tomada del bloque de celdas a la celda con menor capacitancia. Esto se hace mediante un convertidor CC/CC que puede reducir la corriente de descarga a través de la celda de menor capacitancia.

- 5 En los procedimientos conocidos antes mencionados, se mide la tensión de la celda respectiva para determinar el estado de carga de una celda de la batería correspondiente y, a continuación, si es necesario, se inicia una compensación de carga entre las celdas de la batería de diferentes estados de carga cuando la tensión de la celda supera o cae por debajo de los valores de tensión de la celda predefinidos. Sin embargo, surge el problema de que la tensión de la celda permanece en gran medida constante durante el respectivo proceso de carga de una celda de la batería, por lo que es difícil concluir el estado de carga actual de la correspondiente celda de la batería a partir de la tensión de la misma. Solo poco antes de alcanzar la respectiva tensión de fin de carga o de fin de descarga se produce un aumento o una disminución relativamente fuerte de la respectiva tensión de la celda, que puede utilizarse para los correspondientes procesos de control para la compensación de la carga.
- 10 15 La invención se basa en la tarea de proporcionar un procedimiento para cargar o descargar acumuladores de energía que permita una carga o descarga más fiable y rápida del acumulador de energía en comparación con los procedimientos conocidos, en particular, incluso si las celdas individuales de la batería del bloque de celdas tienen diferentes capacitancias. Además, debe ser posible indicar el respectivo estado de carga o estado de descarga de cada una de las celdas de la batería en cualquier momento del proceso de carga o descarga.
- 20 25 Esta tarea se resuelve según la invención con respecto a la carga del acumulador de energía por las características de la reivindicación 1 y con respecto a la descarga del acumulador de energía por las características de la reivindicación 2. Además, en las subreivindicaciones, se dan a conocer realizaciones especialmente ventajosas de la invención.
- 30 35 A diferencia de los procedimientos conocidos, en los que la carga de las celdas individuales de la batería se controla mediante la medición de las tensiones de las celdas y, sobre la base de las tensiones medidas de las celdas, la compensación de la carga solo se lleva a cabo entre las celdas individuales de la batería cuando al menos una de las celdas de la batería está completamente cargada, la invención propone medir las capacitancias C_N de las N celdas de la batería de un bloque de celdas a intervalos de tiempo regulares y, sobre la base de las capacitancias medidas y un factor C predeterminado (cociente de la corriente de carga máxima $I_{N;\text{máx}}$, a la capacitancia C_N), determinar la corriente de carga para cada celda de la batería. A continuación, las N celdas de la batería se cargan simultáneamente con estas corrientes de carga durante un tiempo de carga t ($t \leq 1/C$) especificado por el factor C . Las celdas de la batería cuya corriente de carga máxima corresponde a la corriente de carga en serie I_O se cargan solo con la corriente de carga en serie, las celdas de la batería cuya corriente de carga máxima $I_{N;\text{máx}}$ es mayor que la corriente de carga en serie se cargan simultáneamente con la corriente de carga en serie y, a través de los dispositivos de carga/descarga auxiliares, con las corrientes de carga auxiliares I_N que pueden tomarse del bloque de celdas, para lo cual rige $I_N = I_{N;\text{máx}} - I_O$, y las celdas de la batería cuya corriente de carga máxima $I_{N;\text{máx}}$ es inferior a la corriente de carga en serie I_O se cargan con la corriente de carga en serie, en donde, al mismo tiempo, las corrientes $I_O - I_{N;\text{máx}}$ que superan las corrientes de carga máximas $I_{N;\text{máx}}$ se suministran al bloque de celdas mediante dispositivos de carga/descarga auxiliares como corrientes auxiliares de descarga.
- 40 45 50 Si, por ejemplo, debido a la baja tensión disponible de una fuente de energía, las corrientes de carga máximas calculadas ($I_{N;\text{máx}}$) son todas mayores que la corriente de carga en serie disponible (I_O), la carga simultánea de todas las celdas de la batería tiene lugar con corrientes de carga cuyos valores están en la misma proporción entre sí que las corrientes de carga máximas calculadas ($I_{N;\text{máx}}$). En lo que respecta a la descarga del acumulador de energía, se aplica lo anterior. Solo se invierten los sentidos de la corriente, es decir, la corriente de carga se convierte ahora en la corriente de descarga, las corrientes de carga auxiliares se convierten en corrientes de descarga auxiliares y las corrientes de descarga auxiliares se convierten en corrientes de carga auxiliares.
- Cuando se utiliza el procedimiento según la invención, todas las celdas de la batería tienen el mismo estado de carga relacionado con su respectiva capacitancia útil durante la carga o la descarga. Esto permite indicar en todo momento el estado de carga respectivo de cada una de las celdas de la batería de este bloque de celdas, en función del estado de carga o descarga máxima del bloque de celdas.
- Con este procedimiento, el tiempo máximo de carga o descarga resulta de la relación $t_{\text{máx}} = 1/C$ y es el mismo para todas las celdas de la batería y significativamente más corto de lo que es posible con los procedimientos conocidos. Si se respeta este tiempo de carga o descarga, no hay sobrecarga ni subcarga de las celdas individuales.
- 55 Dado que todas las celdas de la batería, independientemente de su capacitancia respectiva, tienen el mismo estado de carga después del tiempo máximo de carga en relación con su capacitancia útil respectiva, no es necesario un balanceo activo o pasivo adicional.
- En un primer ejemplo de realización preferido de la invención, se prevé que la corriente de carga en serie se seleccione

de tal manera que la celda de la batería con la capacitancia más baja se cargue con su corriente de carga máxima y que las demás celdas se carguen cada una, además de la corriente de carga en serie, con una corriente de carga máxima que resulte de la diferencia entre la capacitancia de la celda de la batería respectiva y la celda de la batería con la capacitancia más baja.

- 5 En un segundo ejemplo de realización, se prevé que la corriente de carga en serie se seleccione de manera que corresponda a la corriente de carga máxima de una capacitancia media determinada de todas las celdas de la batería. Durante el proceso de carga, una parte de la corriente de carga en serie se devuelve al bloque de celdas a través de los dispositivos de carga/descarga auxiliares asociados para las celdas de la batería que presentan una capacitancia inferior a la capacitancia media. Por el contrario, las celdas de la batería que tienen una capacitancia superior a la capacitancia media se cargan simultáneamente con la corriente de carga en serie y con las corrientes de carga auxiliares.

10 En un tercer ejemplo de realización, se prevé que la corriente de carga en serie se seleccione de forma que la(s) celda(s) de la batería con la mayor capacitancia se cargue(n) con su corriente de carga máxima. En este caso, las otras celdas solo se cargan parcialmente con la corriente de carga en serie y la parte de la corriente excedente respectiva de la corriente de carga en serie se devuelve al bloque de celdas a través de los dispositivos de carga/descarga auxiliares asignados.

15 Para la descarga del acumulador de energía, también es cierto para los tres ejemplos de realización descritos con anterioridad que solo cambian las direcciones de la corriente, es decir, la corriente de carga se convierte en la corriente de descarga, las corrientes auxiliares de carga se convierten en corrientes auxiliares de descarga y las corrientes auxiliares de descarga se convierten en corrientes auxiliares de carga.

20 Para garantizar que la carga y la descarga previstas del acumulador de energía se lleven a cabo sin interrupciones que requieran mucho tiempo para determinar las capacitancias de la batería, las mediciones de capacitancia se llevan a cabo preferentemente en forma automática en intervalos de tiempo específicos para las celdas de la batería conectadas en serie.

25 En un primer ejemplo de realización preferida, las celdas de la batería se cargan primero con la corriente de carga en serie hasta que se alcanza su tensión de fin de carga, por lo que se evita una sobrecarga de aquellas celdas de la batería que han alcanzado primero su tensión de fin de carga mediante la retroalimentación de la porción de corriente sobrante al bloque de celdas a través del dispositivo auxiliar de carga/descarga asignado a las mismas. A continuación, las celdas de la batería se descargan con una corriente de descarga en serie específica hasta alcanzar la tensión de fin de descarga de la celda de la batería con mayor capacitancia. Para evitar una subcarga de las celdas de la batería que han alcanzado sus tensiones finales de descarga antes que la batería de mayor capacitancia, se suministra corriente a estas celdas de la batería desde el bloque de celdas a través de los dispositivos de carga/descarga auxiliares asignados a ellas una vez que se han alcanzado sus tensiones finales de descarga.

30 35 La curva de tiempo de la corriente de descarga entre el estado cargado de las celdas de la batería y el alcance de la tensión de fin de descarga de la celda de la batería respectiva da como resultado la capacitancia de la celda de la batería correspondiente (capacitancia (C_N) = corriente de descarga (I_{D0}) x tiempo de descarga (t)), que se utiliza posteriormente para los posteriores procesos óptimos de carga y descarga del bloque de celdas.

40 Por supuesto, para determinar la capacitancia también se puede utilizar el transcurso temporal del proceso de carga o se puede utilizar un valor medio entre los valores de capacitancia determinados al descargar y cargar la batería.

45 40 En un segundo ejemplo de realización preferido, se tiene en cuenta que, en una conexión en serie de celdas de batería, la tensión de fin de carga de todo el bloque de celdas suele ser inferior a la suma de las tensiones de fin de carga de las celdas de batería individuales.

45 Por lo tanto, durante la medición de la capacitancia, el bloque de celdas se carga primero hasta su tensión de fin de carga y, a continuación, se sigue cargando cada celda individual de la batería hasta alcanzar su tensión de fin de carga con la ayuda de los dispositivos de carga/descarga auxiliares que se le asignen.

50 La capacitancia de la celda de la batería respectiva se determina entonces a partir de la corriente de descarga en el tiempo transcurrido entre el estado de carga de las celdas de la batería y el alcance de la tensión de fin de descarga de la celda de la batería respectiva. En primer lugar, todo el bloque de celdas se descarga a través de la corriente de descarga en serie hasta una profundidad de descarga (DoD) del 80 % (es decir, el bloque de celdas todavía tiene una capacitancia residual del 20 %). Posteriormente, cada celda individual de la batería se descarga hasta su respectiva tensión final de descarga a través del dispositivo de carga/descarga auxiliar asignado.

55 En este caso, también se puede utilizar el curso temporal del respectivo proceso de carga para medir las capacitancias de las celdas de la batería o se puede utilizar un valor medio entre los valores de capacitancia determinados durante la carga y la descarga de las baterías.

55 Otros detalles y ventajas de la invención resultan del siguiente ejemplo de realización descrito mediante un diagrama de bloques.

En la figura, 1 muestra un dispositivo de carga y descarga de un acumulador de energía designado 2, que se utiliza, por ejemplo, para suministrar energía a una red de abastecimiento de un edificio y que puede ser cargado y descargado por un sistema de generación de energía regenerativa (sistema fotovoltaico, sistema de energía eólica, sistema de biogás, etc.), por ejemplo, a través de un convertidor 100 bidireccional CA/CC.

- 5 En el ejemplo de realización mostrado, el acumulador 2 de energía comprende un bloque 20 de celdas con cinco celdas 3-7 de batería recargables interconectadas en serie y puede cargarse o descargarse mediante un dispositivo 8 de carga/descarga principal controlable.

Además, cada una de las celdas 3-7 de batería está conectada al bloque 20 de celdas a través de un dispositivo 9-13 de carga/descarga auxiliar controlable asociado. Los dispositivos 9-13 de carga/descarga auxiliares son preferiblemente convertidores DC/DC bidireccionales controlables.

10 Para controlar el estado de carga o de descarga de cada una de las celdas 3-7 de la batería, se prevé un dispositivo 14 de supervisión y control, que está conectado mediante las correspondientes líneas 15 de datos tanto a los dispositivos 9-13 de carga/descarga auxiliares como al dispositivo 8 de carga/descarga principal.

15 El proceso de carga del acumulador 2 de energía del dispositivo 1 según la invención se describe con más detalle a continuación:

En primer lugar, se miden las capacitancias C_N de las celdas 3-7 individuales de la batería y se almacenan en una memoria de un dispositivo 14 de supervisión y control (por ejemplo, las capacitancias C_3, C_5, C_6 de las celdas 3, 5 y 6 de la batería son de aproximadamente 2 Ah, la capacitancia C_4 de la celda 4 de la batería es de aproximadamente 2,5 Ah y la capacitancia C_7 de la celda 7 de la batería es de aproximadamente 3 Ah).

20 Si las celdas 3-7 individuales de la batería deben cargarse posteriormente, por ejemplo, con una corriente de carga de 1C (el factor C es el cociente de la corriente de carga máxima $I_{N;\text{máx}}$ con la capacitancia C_N), el dispositivo 14 de supervisión y control calcula entonces las corrientes de carga máximas $I_{N;\text{máx}}$ para las celdas 3-7 individuales de la batería (para las capacitancias anteriores, son entonces 2 A para las celdas 3, 5 y 6 de la batería con $I_{N;\text{máx}} = C \times C_N$ y 2,5 y 3 A para las celdas 4 y 7 de la batería) y también almacena estos valores en una memoria correspondiente.

25 Ahora, tan pronto como un dispositivo de control no mostrado determina que la energía de, por ejemplo, una planta para generar energía regenerativa es mayor que la energía requerida por la red de suministro, al menos una parte del exceso de energía llega al dispositivo 8 de carga/descarga principal del dispositivo 1 según la invención a través del convertidor 100 CA/CC. El dispositivo 1 genera entonces una corriente de carga en serie I_O de potencia predeterminada.

30 Para cargar todas las celdas 3-7 de la batería simultáneamente con las corrientes de carga máximas $I_{N;\text{máx}}$ asignadas a estas celdas, el dispositivo 14 de supervisión y control asegura, basándose en la corriente de carga en serie seleccionada I_O , que las celdas 3-7 de la batería, cuya corriente de carga máxima $I_{N;\text{máx}}$ corresponde a la corriente de carga en serie I_O , solo se carguen con la corriente de carga en serie I_O . Por otra parte, las celdas 3-7 de la batería, cuya corriente de carga máxima $I_{N;\text{máx}}$ es mayor que la corriente de carga en serie I_O , se cargan simultáneamente por la corriente de carga en serie I_O y por las corrientes de carga auxiliares I_N que pueden tomarse del bloque 20 de celdas mediante los correspondientes dispositivos 9-13 de carga/descarga auxiliares, para lo cual se aplica: $I_N = I_{N;\text{máx}} - I_O$. Por último, las celdas 3-7 de la batería, cuya corriente de carga máxima $I_{N;\text{máx}}$ es inferior a la corriente de carga en serie I_O , se cargan con la primera corriente de carga I_O , y las corrientes que superan las corrientes de carga máxima $I_{N;\text{máx}}$ se suministran simultáneamente al bloque 20 de celdas como corrientes de descarga: $I_O - I_{N;\text{máx}}$.

40 Si, por ejemplo, la corriente de carga en serie I_O se selecciona de manera que las celdas 3, 5, 6 de la batería con la menor capacitancia (2Ah cada una en el ejemplo anterior) se cargan con su corriente de carga máxima ($I_{\text{máx}} = 2A$) (I_O es, por tanto, 2A), las otras celdas 4 y 7 de la batería deben, además de la corriente de carga en serie I_O , cargarse cada una con una corriente de carga auxiliar máxima (de 0,5A y 1A, respectivamente) desde el dispositivo 10 y 13 de carga/descarga auxiliar asignado, que resulta de la diferencia entre la capacitancia de la celda de la batería respectiva (4, 7) y la celda de la batería de menor capacitancia (aquí las celdas 3, 5 y 6 de la batería).

45 Mediante la supervisión de las tensiones de fin de carga en las celdas 3-7 de la batería, el dispositivo 14 de supervisión y control supervisa el tiempo de carga durante el cual las celdas 3-7 de la batería pueden cargarse a su máxima corriente de carga sin sobrecargar la celda de la batería respectiva (en el ejemplo anterior, $t_{\text{máx}} = 1/C = 60 \text{ min}$).

50 Si, por ejemplo, las corrientes de carga máximas calculadas ($I_{N;\text{máx}}$) son todas mayores que la corriente de carga en serie disponible (I_O) debido a la baja tensión disponible de una fuente de energía, la carga simultánea de todas las celdas de la batería tiene lugar con corrientes de carga cuyos valores están en la misma proporción entre sí que las corrientes de carga máximas calculadas ($I_{N;\text{máx}}$). Así, si en el ejemplo de realización mencionado, la corriente de carga en serie I_O es solo de 1A, las celdas 3, 5 y 6 de la batería se cargan con 1A, la celda 4 de la batería, con 1,25A y la celda 7 de la batería, con 1,5A.

55 Para determinar automáticamente las capacitancias de las celdas 3-7 de la batería a intervalos de tiempo predeterminados (por ejemplo, después de cada 100 ciclos de carga/descarga) con las celdas 3-7 de la batería

conectadas en serie, el bloque 20 de celdas se carga primero hasta su tensión de fin de carga y luego cada celda 3-7 individual de la batería se carga aún más con la ayuda de los dispositivos 9-13 de carga/descarga auxiliares asignados a ella hasta que se alcanza su tensión de fin de carga.

- 5 Despues de cargar todas las celdas 3-7 de la batería, se lleva a cabo una descarga definida de las celdas 3-7 de la batería mediante el dispositivo 1. En el proceso, todo el bloque 20 de celdas se descarga primero hasta una profundidad de descarga (DoD) del 80% mediante una corriente de descarga en serie I_o' especificada por el dispositivo 8 de carga/descarga principal. Posteriormente, cada celda 3-7 individual de la batería se descarga hasta su respectiva tensión final de descarga a través del dispositivo 9-13 de carga/descarga auxiliar que se le ha asignado.
- 10 La capacitancia C_N de la celda de la batería correspondiente puede entonces determinarse a partir del curso medido de la corriente de descarga en serie I_o' entre el inicio de la descarga de todas las celdas 3-7 de la batería y el alcance de la tensión de fin de descarga de la celda de la batería respectiva.
- 15 Sin embargo, el curso temporal del respectivo proceso de carga también puede utilizarse para medir las capacitancias de las celdas de la batería, o puede utilizarse un valor medio entre los valores de capacitancia determinados durante la carga y la descarga de las baterías.
- 20 La invención no se limita, por supuesto, al presente ejemplo de realización.
- 25 Por ejemplo, la determinación de las capacitancias de las celdas 3-7 de la batería también puede llevarse a cabo cargando primero todas las celdas 3-7 de la batería hasta que alcancen su tensión de fin de carga mediante una corriente de carga en serie I_o generada por el dispositivo 8 de carga/descarga principal. Para evitar la sobrecarga de las celdas de la batería que tienen una tensión de fin de carga inferior a la de la(s) celda(s) de la batería con la capacitancia máxima (celda de la batería 7 en el ejemplo anterior), el exceso de corriente se alimenta al bloque 20 de celdas a través del dispositivo 9-13 de carga/descarga auxiliar asignado a cada una de ellas.
- 30 Despues de cargar todas las celdas 3-7 de la batería, se lleva a cabo una descarga definida de las celdas 3-7 de la batería por medio del dispositivo 1. Para ello, la descarga de las celdas 3-7 de la batería se lleva a cabo con una corriente de descarga en serie I_o' especificada por el dispositivo 8 de carga/descarga principal, concretamente hasta que se alcancen las tensiones de fin de descarga de la celda de la batería con mayor capacitancia. Para evitar que las celdas de la batería que han alcanzado sus tensiones de fin de descarga antes que la batería de mayor capacitancia queden subcargadas, se suministra corriente de carga auxiliar a estas celdas de la batería después de que hayan alcanzado sus tensiones de fin de descarga mediante el dispositivo de carga/descarga auxiliar asignado a ellas desde el bloque 20 de celdas.
- 35 La capacitancia C_N de la celda de la batería correspondiente puede entonces determinarse a partir del curso medido de la corriente de descarga en serie I_o' entre el comienzo de la descarga de todas las celdas 3-7 de la batería y el alcance de la tensión de fin de descarga de la celda de la batería respectiva.
- 40 Además, no es necesario determinar las capacitancias de todas las celdas de la batería en un solo ciclo de carga/descarga. Por el contrario, también puede ser ventajoso determinar las capacitancias de las celdas de la batería sucesivamente en varios ciclos de carga/descarga.
- 45 Además, la corriente de carga o descarga en serie no tiene que seleccionarse necesariamente de forma que corresponda a la corriente máxima de carga o descarga de la celda de la batería con menor capacitancia. Por ejemplo, más bien puede seleccionarse para que corresponda a la corriente máxima de carga o descarga de una celda de batería con una capacitancia media o una celda de batería con la capacitancia más alta, etc.
- 50 Por último, el acumulador de energía también puede estar formado por varios bloques de celdas que comprenden el acumulador de baterías en serie.
- Lista de signos de referencia
- | | |
|----|--------------------------------------------------|
| 1 | Dispositivo |
| 2 | Acumulador de energía |
| 45 | 20 Bloque de celdas |
| | 3-7 Celdas de baterías, celdas |
| | 8 Dispositivo de carga/descarga principal |
| | 9-13 Dispositivo de carga/descarga auxiliar |
| | 14 Dispositivo de supervisión y control |
| 50 | 15 Línea de datos |
| | I_o Corriente de carga en serie |
| | I_o' Corriente de descarga en serie |

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para cargar un acumulador (2) de energía con al menos un bloque (20) de celdas que consiste en una pluralidad de celdas (3-7) de batería interconectadas en serie mediante una corriente de carga en serie I_O que fluye a través de todas las celdas (3-7) de la batería, en donde al menos algunas de las celdas (3-7) de la batería 5 pueden presentar diferentes capacitancias C_N , con las características:
- a) las capacitancias C_N de las celdas (3-7) individuales de la batería se miden a intervalos de tiempo predeterminados y se almacenan en una memoria de un dispositivo (14) de supervisión y control;
- b) teniendo en cuenta un factor C predeterminado, que corresponde al cociente de la corriente de carga máxima $I_{N;\text{máx}}$ con respecto a la capacitancia C_N , el dispositivo (14) de supervisión y control determina entonces las corrientes de 10 carga máxima $I_{N;\text{máx}}$ características de las capacitancias individuales C_N ;
- c) posteriormente, durante un tiempo predeterminado $t \leq \text{factor } 1/C$, la carga de las celdas (3-7) de la batería tiene lugar simultáneamente con las corrientes de carga máximas $I_{N;\text{máx}}$ asignadas a estas celdas (3-7) de la batería, en donde 15
- las celdas (3-7) de la batería, cuya corriente de carga máxima $I_{N;\text{máx}}$ corresponde a la corriente de carga en serie I_O , se cargan solo con la corriente de carga en serie I_O ,
- las celdas (3-7) de la batería cuya corriente de carga máxima $I_{N;\text{máx}}$ es mayor que la corriente de carga en serie I_O , se cargan simultáneamente con la corriente de carga en serie I_O y con las corrientes de carga/descarga auxiliares I_N que pueden tomarse del bloque (20) de celdas a través de los dispositivos (9-13) de carga/descarga auxiliares y para las que rige: $I_N = I_{N;\text{máx}} - I_O$, y
- 20 - las celdas (3-7) de la batería, cuya corriente de carga máxima $I_{N;\text{máx}}$ es inferior a la corriente de carga en serie I_O , se cargan con la corriente de carga en serie I_O , en donde las corrientes $I_O - I_{N;\text{máx}}$ que superan las corrientes de carga máximas $I_{N;\text{máx}}$ se suministran simultáneamente al bloque (20) de celdas como corrientes de descarga auxiliares a través de los correspondientes dispositivos de carga/descarga auxiliares,
- 25 o, si las corrientes de carga máximas calculadas $I_{N;\text{máx}}$ son todas mayores que la corriente de carga en serie disponible I_O , simultáneamente con corrientes de carga cuyos valores están en la misma proporción entre sí que las corrientes de carga máximas calculadas $I_{N;\text{máx}}$.
2. Procedimiento para descargar un acumulador (2) de energía que tiene al menos un bloque (20) de celdas que consiste en una pluralidad de celdas (3-7) de batería interconectadas en serie mediante una corriente de descarga en serie I_O' que fluye a través de todas las celdas (3-7) de la batería, en donde al menos algunas de las celdas (3-7) de la batería 30 pueden presentar diferentes capacitancias C_N , con las características:
- a) las capacitancias C_N de las celdas (3-7) individuales de la batería se miden a intervalos de tiempo predeterminados y se almacenan en una memoria de un dispositivo (14) de supervisión y control;
- b) teniendo en cuenta un factor C predeterminado, que corresponde al cociente entre la corriente de descarga máxima $I_{N;\text{máx}}$ y la capacitancia C_N , las corrientes de descarga máxima $I_{N;\text{máx}}$ características de las capacitancias individuales C_N son entonces determinadas por el dispositivo (14) de supervisión y control;
- 35 c) las celdas (3-7) de la batería se descargan a continuación durante un tiempo predeterminado $t \leq \text{factor } 1/C$ con las corrientes de descarga máximas $I_{N;\text{máx}}$ asignadas a estas celdas (3-7) de la batería, en donde simultáneamente
- las celdas (3-7) de la batería, cuya corriente de descarga máxima $I_{N;\text{máx}}$ corresponde a la corriente de descarga en serie I_O' , se descargan solo con la corriente de descarga en serie I_O' ,
- 40 - las celdas (3-7) de la batería, cuya corriente de descarga máxima $I_{N;\text{máx}}$ es mayor que la corriente de descarga en serie I_O' , se descargan simultáneamente por la corriente de descarga en serie I_O' y por las corrientes de descarga auxiliares I_N' que pueden ser suministradas al bloque (20) de celdas a través de los dispositivos (9-13) de carga/descarga auxiliares y para la cual rige: $I_N' = I_{N;\text{máx}} - I_O'$ y
- 45 - las celdas (3-7) de la batería, cuya corriente de descarga máxima $I_{N;\text{máx}}$ es inferior a la corriente de descarga en serie I_O' , se cargan con la corriente de descarga en serie I_O' , en donde las corrientes $I_O' - I_{N;\text{máx}}$ que superan las corrientes de descarga máxima se suministran simultáneamente al bloque (20) de celdas como corrientes de carga auxiliares a través de los correspondientes dispositivos (9-13) de carga/descarga auxiliares.
- 50 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la corriente de carga en serie I_O se selecciona de manera que la celda (3-7) de la batería con la capacitancia más baja se carga con su corriente de carga máxima y porque las demás celdas (3-7) de la batería se cargan cada una, además de la corriente de carga en serie I_O , con una corriente de carga auxiliar máxima que resulta de la diferencia entre la capacitancia de la celda de batería respectiva y la celda de batería con la capacitancia más baja.

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la corriente de carga en serie I_0 se selecciona de manera que corresponda a la corriente de carga máxima de una celda (3-7) de la batería que presenta una capacitancia media determinada de todas las celdas (3-7) de la batería, porque durante el proceso de carga de las celdas (3-7) de la batería, una parte de la corriente de carga en serie I_0 se devuelve al bloque de celdas durante el proceso de carga en el caso de las celdas de la batería que tienen una capacitancia inferior a la capacitancia media, y porque las celdas de la batería que tienen una capacitancia superior a la capacitancia media se cargan simultáneamente mediante la corriente de carga I_0 y las corrientes de carga auxiliares que pueden tomarse de la batería total.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la corriente de carga en serie I_0 se selecciona de tal manera que la celda (3-7) de la batería con la mayor capacitancia se carga con su corriente de carga máxima y porque las otras celdas (3-7) de la batería solo se cargan parcialmente con la corriente de carga en serie I_0 y los componentes de corriente que superan sus corrientes de carga máximas se suministran al bloque (20) de celdas.
- 10 6. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque las capacitancias de las celdas (3-7) individuales de la batería de un bloque (20) de celdas se miden automáticamente con las celdas (3-7) de la batería conectadas en serie.
- 15 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque,
- en primer lugar, todo el bloque (20) de celdas se carga mediante la corriente de carga en serie I_0 hasta alcanzar su tensión de fin de carga y, a continuación, cada celda (3-7) individual de la batería del bloque (20) de celdas se carga adicionalmente mediante los dispositivos (9-13) de carga/descarga auxiliares asignados a la misma hasta alcanzar su tensión de fin de carga,
- 20 porque el bloque (20) de celdas se descarga a continuación con una corriente de descarga en serie I_0' hasta una profundidad de descarga del 80% y, a continuación, cada celda (3-7) individual de la batería se descarga hasta su respectiva tensión de fin de descarga a través del dispositivo (9-13) de carga/descarga auxiliar que se le ha asignado, y
- 25 porque, finalmente, las capacitancias de las celdas individuales de la batería se determinan a partir de las corrientes de descarga del bloque de celdas y de las celdas individuales de la batería integradas en el tiempo.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque
- 30 primero todas las celdas (3-7) de la batería se cargan con la corriente de carga en serie I_0 hasta que se alcanza su tensión de fin de carga, evitándose la sobrecarga de aquellas celdas (3-7) de la batería que tienen una tensión de fin de carga inferior a la de las celdas (3-7) de la batería con la capacitancia máxima, se evita el exceso de corriente que se suministra al bloque (20) de celdas a través de los dispositivos (913) de carga/descarga auxiliares asignados en cada caso,
- 35 porque las celdas (3-7) de la batería se descargan entonces con una corriente de descarga en serie I_0' predeterminada durante un tiempo tan largo hasta que se alcancen las tensiones de fin de descarga de la celda (3-7) de la batería de mayor capacitancia, en donde, para evitar subcargas de aquellas celdas (3-7) de la batería que hayan alcanzado sus tensiones de fin de descarga antes que la batería (3-7) de mayor capacitancia, las corrientes de carga auxiliares se suministran a estas celdas (3-7) de la batería desde el bloque (20) de celdas a través de los dispositivos (9-13) de carga/descarga auxiliares asignados a ellas, y
- 40 porque su capacitancia se determina entonces a partir de los cursos temporales medidos de la corriente de descarga I_0' entre el estado de carga de todas las celdas (3-7) de la batería y la obtención de la tensión de fin de descarga de la respectiva celda (3-7) de la batería.
- 45 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque el curso temporal del respectivo proceso de carga se utiliza también para determinar las capacitancias de las celdas de la batería y el valor medio entre los valores de capacitancia medidos durante la carga y la descarga de las correspondientes baterías sirve como capacitancia de la respectiva celda de la batería.

