



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 343 620**

(51) Int. Cl.:
G01R 31/36 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **03016380 .2**

(96) Fecha de presentación : **19.07.2003**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1391742**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **25.02.2004**

(54) Título: **Dispositivo de supervisión y procedimiento para la determinación del estado de funcionamiento de una batería de acumulación.**

(30) Prioridad: **13.08.2002 DE 102 36 958**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.08.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.08.2010

(73) Titular/es: **VB Autobatterie GmbH & Co. KGaA**
Am Leineufer 51
30419 Hannover, DE

(72) Inventor/es: **Laig-Horstebroek, Helmut y**
Meissner, Eberhard

(74) Agente: **Roeb Díaz-Álvarez, María**

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

Dispositivo de supervisión y procedimiento para la determinación del estado de funcionamiento de una batería de acumulación.

La invención se refiere a un procedimiento para la determinación de la cantidad de carga que se puede extraer de una batería de acumulación, con las etapas:

- Determinación de una evolución de la señal de respuesta de una señal de respuesta de la batería de acumulación dentro de un intervalo de tiempo a partir de una excitación eléctrica de la batería de acumulación; y

- Linealización de la evolución de la señal de respuesta

así como a un dispositivo de supervisión para una batería de acumulación con medios de medición para la medición de la tensión de la batería y/o de corrientes de la batería con medios de evaluación.

Existe la necesidad de estimar la cantidad de carga que se puede extraer de una batería de acumulación durante el funcionamiento.

Por medio del uso de baterías de acumulación recargables, en particular durante el funcionamiento de descarga y de carga, se produce un desgaste. Adicionalmente, también hay otras condiciones de funcionamiento que aceleran el desgaste del acumulador de energía electroquímico. Entre éstas se encuentran, por ejemplo en el caso de un acumulador de plomo, la duración de funcionamiento total, es decir, la duración total desde el tiempo transcurrido desde la puesta en funcionamiento incluyendo los periodos en los que el acumulador no ha sido cargado eléctricamente. Este desgaste se amplifica aún más por medio de temperaturas elevadas. Las temperaturas elevadas, sin embargo, pueden no sólo acelerar el desgaste de los periodos sin carga eléctrica, sino que pueden reforzar el desgaste ocasionado por medio del funcionamiento cíclico de descarga y carga.

En una batería de acumulación, el desgaste se expresa, entre otras cosas, en una disminución de la capacidad de acumulación para la carga eléctrica, de manera que la cantidad de carga que se puede extraer partiendo del estado de carga completo no se puede determinar de un modo sencillo.

La cantidad de carga que se puede extraer Q_R de la batería de acumulación es, en este caso, la cantidad de carga que todavía se puede extraer partiendo del estado actual de la batería de acumulación bajo condiciones nominales. En el estado nuevo de la batería de acumulación, la suma de la cantidad de carga que se puede extraer y la cantidad de carga extraída es la capacidad de acumulación en el estado nuevo.

La capacidad de acumulación en el estado nuevo es la capacidad de acumulación real de un acumulador de energía nuevo no usado.

La cantidad de carga descargada es la cantidad de carga que, partiendo del estado completamente cargado, se puede extraer todavía de una batería de acumulación bajo condiciones nominales para alcanzar el estado de carga actual.

Como capacidad de acumulación actual se define la cantidad de carga expresada en Ah, que se puede extraer de un acumulador de energía completamente cargado según la prescripción bajo condiciones nominales. Esta magnitud se modifica con la duración de utilización, por lo general, con una tendencia a la baja.

Como capacidad de acumulación nominal se define el valor nominal de la capacidad de acumulación que da el fabricante de la batería de acumulación, y que se entiende como reducción de la capacidad de acumulación, es decir, la diferencia entre la capacidad de acumulación actual y la capacidad de acumulación en el nuevo estado.

Para ello, en la patente US 5,761,072 se describe un procedimiento para la determinación de la capacidad de una batería de acumulación, en el que por medio de un filtro se determina una corriente rápida y por medio de la conformación de un valor medio por medio de la integración se determina una corriente más lenta. Los valores para la corriente rápida y lenta se emplean en una denominada relación de Peukert, para determinar una capacidad para una corriente rápida y para una corriente lenta. Estas capacidades son ponderadas, y a partir de ellas se calcula una capacidad total.

En el documento DE 93 21 638 se describe un comprobador electrónico de batería para la comprobación de una celda electroquímica o batería que presenta un parámetro dinámico, como por ejemplo una conductancia o una resistencia. El comprobador de batería tiene un dispositivo para la medición de este parámetro dinámico, para la medición de la tensión en circuito abierto y para la corrección del valor del parámetro dinámico medido referido al estado de carga por medio de la adaptación a la tensión en circuito abierto.

En la patente US 5,680,050 se da a conocer un procedimiento para el reconocimiento del estado de la batería en el que se determina un valor de corrección basado en una corriente de descarga media para un periodo de tiempo que es mayor que el periodo de tiempo que lleva la polarización de descarga a un estado estacionario. La capacidad de la batería en el estado completamente cargado se multiplica con este valor de corrección, y el consumo de energía de la batería se resta de la capacidad de descarga disponible para la determinación de una capacidad de reserva disponible.

ES 2 343 620 T3

Los procedimientos y dispositivos mencionados anteriormente determinan características eléctricas actuales de una batería de acumulación referidas a un valor de conductancia o resistencia interna, y determinan la capacidad de descarga que se puede extraer de una batería de acumulación dependiendo de la corriente de descarga, habiéndose de conocer la capacidad de la batería de acumulación cargada completamente, lo que representa una desventaja.

En el documento DE 691 31 276 T2 se da a conocer un comprobador electrónico para la valoración de la capacidad de energía porcentual de una batería de acumulación o de una celda de batería. En este procedimiento se determina la conductancia dinámica y se pone en relación con una conductancia de referencia que se corresponde con la conductancia dinámica de una batería o de una celda de batería con 100% de capacidad. Con este comprobador, sin embargo, no se puede determinar la capacidad total de una batería de acumulación completamente cargada y diferenciar si se ha realizado una variación de la capacidad por medio de envejecimiento o por medio de la descarga normal. Todavía no se pueden conseguir a partir de la tendencia temporal de los valores de medición a lo largo de un espacio de tiempo más largo informaciones sobre el estado de desgaste de la batería de acumulación. Además, como medida para un desgaste de la batería, la conductancia dinámica sólo es significativa de un modo limitado.

En el documento EP 0 516 336 B1 se describe un procedimiento para la determinación de la cantidad de carga o de la capacidad residual de una batería de acumulación, en la que en el espacio de espectro de impedancia la parte imaginaria de una evolución de la señal de respuesta se considera como función de la raíz de una frecuencia de excitación en forma sinusoidal. A continuación se realiza una extrapolación en el punto de corte del recorrido de la señal de respuesta en el espacio de espectro de impedancia con el eje imaginario. A partir del valor de extrapolación que se deriva de esto se deduce la capacidad residual. En este caso se busca el punto de corte de alta frecuencia de una recta de Warburg, y se usa como medida para la cantidad de carga que se puede extraer.

El documento 6,118,275 A da a conocer un procedimiento para la medición de la capacidad de la batería dependiendo de una señal de respuesta de tensión de una batería que se basa en una corriente en forma de pulso. La señal de respuesta se analiza con la ayuda de un modelo de batería para determinar la capacidad de la batería como correlación entre una capacidad de batería medida y los parámetros de modelo. Para ello, a partir de la inclinación y del punto de corte del eje y de la recta determinada por medio de aproximación lineal de la respuesta de tensión se calcula una resistencia de límite y una capacidad de límite. A partir de los valores obtenidos para baterías específicas se determina entonces la capacidad de la batería dependiendo de la resistencia de límite y de la capacidad de límite, por ejemplo por medio de la evaluación de una tabla.

El objetivo de la invención, así pues, es crear un procedimiento mejorado para la determinación de la cantidad de carga que se puede extraer todavía de una batería de acumulación cuando esta batería de acumulación ya no esté en estado nuevo.

El objetivo se consigue según la invención por medio de la determinación de la cantidad de carga que se puede extraer dependiendo del grado de variación del recorrido de la señal de respuesta linealizada en el intervalo temporal.

Se ha reconocido que la cantidad de carga que se puede extraer a partir de una señal de respuesta se puede determinar a partir de una excitación de la batería de acumulación cuando la señal de respuesta se linealiza. En este caso se ha encontrado, sorprendentemente, que el grado de variación de un recorrido de la señal de respuesta linealizado de este tipo se puede usar directamente como medida para la cantidad de carga que se puede extraer.

Una excitación de este tipo se puede realizar, por ejemplo, por medio de la aplicación de pulsos de corriente y/o de tensión. Al mismo tiempo se pueden usar evoluciones de la señal de respuesta a excitaciones para la determinación de la cantidad de carga que se puede extraer, que resultan en el funcionamiento por medio de la carga adecuada de la batería de acumulación.

Con el procedimiento es posible ahora, de un modo sencillo, supervisar una batería de acumulación y determinar la cantidad de carga que se puede extraer, ya que sólo se ha de registrar y evaluar mediante cálculo las evoluciones de la señal de respuesta.

La evolución de la señal de respuesta es preferentemente una respuesta de tensión a una excitación de corriente en forma de pulso de la batería de acumulación, si bien también puede ser una respuesta de corriente a una excitación de tensión en forma de pulso.

El grado de variación resulta preferentemente a través de la determinación de la inclinación de una recta de compensación por medio de la evolución linealizada de la señal de respuesta. Una recta de compensación de este tipo se puede determinar de un modo sencillo para una secuencia de valores de medición en los intervalos temporales considerados.

A partir de la inclinación resulta la cantidad de carga que se puede extraer, preferentemente, de modo inversamente proporcional al incremento de las rectas de compensación, considerándose adicionalmente un factor de proporcionalidad, que es, por ejemplo, la capacidad de acumulador de energía K_{neu} de la batería de acumulación en el estado nuevo.

ES 2 343 620 T3

Es especialmente ventajoso, para la linealización de la evolución de la señal de respuesta, llevar a cabo la evolución de la señal de respuesta como función de la raíz cuadrada de la diferencia temporal entre el tiempo de comienzo del intervalo temporal considerado y el tiempo.

5 Adicionalmente es ventajoso incrementar la precisión de medición por medio de la admisión la batería de acumulación con una secuencia de pulsos de corriente o de tensión para su excitación, determinándose los grados de variación para las evoluciones de la señal de respuesta de los pulsos de corriente o de tensión individuales y la cantidad de carga que se puede extraer dependiendo de los grados de variación determinados.

10 Es especialmente ventajoso determinar los grados de variación de las evoluciones linealizadas de la señal de respuesta durante la duración de servicio de la batería de acumulación de modo repetido, y determinar a partir de la variación relativa de los grados de variación la variación relativa de la cantidad de carga que se puede extraer. La variación relativa de la cantidad de carga que se puede extraer puede ser entonces una medida para el desgaste de la batería de acumulación.

15 Adicionalmente es ventajoso referir el grado de variación a un coeficiente de grado de variación característico para el nuevo estado de la batería de acumulación, y determinarlo a partir del cociente de la cantidad de carga que se puede extraer. En este caso, la cantidad de carga que se puede extraer se puede determinar como función de la capacidad de acumulador de energía actual que es proporcional a la relación del coeficiente del grado de variación característico en el estado nuevo de la batería de acumulación respecto a un incremento determinado de una evolución de señal de respuesta linealizada. El coeficiente de grado de variación se puede aprender en una batería de acumulación nueva en un espacio de tiempo de funcionamiento definido o en un espacio de tiempo después de la puesta en funcionamiento, haciendo que los grados de variación en este tiempo definido se determinen de modo repetido según el procedimiento mencionado anteriormente.

25 La capacidad de acumulador de energía actual se determina preferentemente según la fórmula

$$K = K_{\text{neu}} * S_{\text{neu}} / S$$

30 siendo K_{neu} la capacidad de acumulación de la batería de acumulación en el estado nuevo, S_{neu} el coeficiente del grado de variación característico y S el grado de variación actual.

35 Los grados de variación se determinan además preferentemente con estados de carga comparables y temperaturas de la batería de acumulación, de manera que estas condiciones de contorno son similares para diferentes mediciones consecutivas.

40 La cantidad de carga que se puede extraer se determina además preferentemente a partir del grado de variación por medio de una función o tabla de valores, estando previsto adicionalmente una dependencia de la temperatura de la batería de acumulación. En este caso los grados de variación se normalizan preferentemente a una temperatura nominal.

45 La excitación de la batería de acumulación se realiza preferentemente con un valor de los valores de corriente de la excitación de corriente que se corresponde como máximo con la corriente de 10 horas, preferentemente como máximo con la corriente de 50 horas, y especialmente preferentemente como máximo con la corriente de 200 horas.

50 Además es ventajoso que se realice una variación de la corriente de la excitación de la corriente con una tasa de variación de la corriente que esté en su valor al menos en el orden de magnitud del cociente de la corriente de 5000 horas por segundo, preferentemente en el orden de magnitud del cociente de la corriente de 1000 horas por segundo, y de modo especialmente preferido al menos en el orden de magnitud del cociente de la corriente de 200 horas por segundo.

55 Para la determinación del grado de variación se usa preferentemente sólo la sección de la evolución de la señal de respuesta, que se ha medido como más pronto 1 segundo, preferentemente 10 segundos, y como más tarde 1000 segundos, preferentemente 100 segundos después de la excitación. Además sólo se han de usar aquellos valores de la evolución de la señal de respuesta para la linealización que cumplan con una medida de determinación definida (factor R), y que sean adecuados, con ello, para la adaptación a un contexto lineal.

60 Es especialmente ventajoso que la cantidad de carga que se puede extraer determinada se enlace con el grado de descarga actual y/o con un estado de carga actual para determinar la cantidad de carga que se puede cargar en la batería de acumulación. Además, la cantidad de carga que se puede extraer determinada, el grado de variación, la cantidad de carga que se puede cargar y/o la capacidad de acumulador de energía de la batería de acumulación se puede comparar como magnitud de comparación con un valor umbral definido, dándose la desviación o la relación de la magnitud de comparación con el valor umbral, y usándose o mostrándose, dado el caso, para su procesamiento posterior. El valor umbral se escoge, preferentemente, dependiente de la temperatura.

Una medida para la reducción de la capacidad de acumulación se puede determinar, ventajosamente, haciendo que se una la capacidad de acumulación actual de la batería de acumulación se determine a partir de la cantidad de carga

que se puede extraer determinada y a partir de la capacidad de acumulación actual con la capacidad de acumulación de la batería de acumulación en el estado nuevo. La medida determinada para la reducción de la capacidad de acumulación se compara entonces preferentemente con un valor umbral definido.

El objetivo se consigue además por medio de un dispositivo de supervisión que para la realización del procedimiento descrito anteriormente tiene medios de evaluación conformados. Estos medios de evaluación pueden estar configurados, por ejemplo, como un programa que se puede ejecutar en un procesador.

La invención se explica a continuación a partir de los dibujos anexos con más detalle. Se muestra:

Figura 1 Diagrama de la evolución de tensión de una batería de acumulación al aplicar un pulso de corriente;

Figura 2 Diagrama de las evoluciones linealizadas de la señal de respuestas para baterías con diferentes capacidades de acumulación;

Figura 3 Diagrama de una evolución de señal de respuesta de tensión en un pulso de corriente doble galvánico.

La Figura 1 permite reconocer una evolución de la señal de respuesta como función del tiempo t en un pulso de corriente $i(t)$ en forma rectangular, que se ha aplicado en una batería de acumulación. El tiempo de comienzo t_0 del pulso de corriente en forma rectangular $i(t)$ fija el intervalo de tiempo considerado Δt hasta la extinción de la señal de respuesta $U(t)$.

El valor del pulso de corriente $i(t)$ aplicado ha de ser relativamente pequeño, por ejemplo menor que la corriente de 10 horas de la batería de acumulación.

Los valores de medición de la evolución de la señal de respuesta $U(t)$ en el intervalo de tiempo Δt considerado se linealizan a continuación, tal y como esquematiza, por ejemplo, la Figura 2, haciendo que se representen contra la raíz cuadrada formada por la diferencia temporal $\Delta t = t - t_0$ ($U = f(\sqrt{t - t_0})$). Sin embargo, se puede pensar en emplear otros procedimientos de linealización.

Por medio de las parejas de valores de medición de una evolución de señal linealizada de esta manera se traza una recta de compensación con la ayuda de procedimientos de compensación conocidos y se determina la pendiente de esta recta como grado de variación S .

El grado de variación S es un coeficiente para la cantidad de carga Q_R que se puede extraer todavía de la batería de acumulación en el momento actual.

El intervalo temporal Δt considerado se selecciona preferentemente de tal manera que el intervalo de tiempo $\Delta t = t - t_0$ es mayor que 1 segundo, preferentemente mayor que 10 segundos, si bien no es mayor que 100 segundos, preferentemente no es mayor que 200 segundos.

Cuando se realiza la medición del grado de variación S en el estado completamente cargado de la batería de acumulación, el grado de variación S es un coeficiente para la capacidad de acumulación actual, es decir, la cantidad de carga en Ah que se puede extraer de una batería de acumulación completamente cargada según la prescripción bajo condiciones nominales.

La pendiente o bien el grado de variación S se comporta de modo inversamente proporcional a la cantidad de carga Q_R que se puede extraer en el momento actual, y con ello, se incrementa con la capacidad de acumulación que se relaja con el tiempo de servicio. El grado de variación S , con ello, también es una medida para el desgaste de la batería de acumulación o bien de la pérdida de capacidad de acumulación.

Este contexto se puede reconocer claramente en la Figura 2, que muestra tres evoluciones de señal de respuesta linealizadas para tres baterías de acumulación con diferente grado de envejecimiento. La evolución de la señal de respuesta Z2 con la menor pendiente se ha medido en una batería de acumulación nueva con una capacidad de acumulación disponible de 13,7 Ah. La evolución de la señal de respuesta Z4 se ha medido con una batería de acumulación envejecida con una capacidad de acumulación aún disponible de 7,13 Ah, y presenta una pendiente S_i mayor en comparación con la evolución de una señal de respuesta de una batería de acumulación nueva. Se puede reconocer que la evolución de la señal de respuesta Z7 tiene una pendiente mayor que las dos evoluciones de la señal de respuesta Z2, Z4 previas. Esta evolución de la señal de respuesta Z7 se ha medida con una batería de acumulación envejecida con una capacidad de acumulación disponible de 4,9 Ah.

La batería de acumulación que se ha de investigar, del mismo modo, se puede solicitar no sólo con un único pulso de corriente $i(t)$ aplicado, sino con una secuencia de pulsos de corriente $i(t)$ rectangulares con una intensidad de corriente igual o diferente. A su vez, la respuesta de tensión $U(t)$ a los impulsos de corriente $i(t)$ se registra como función del tiempo t para cada pulso de corriente $i(t)$. Del mismo modo se registra el tiempo t comenzando en el instante del pulso de corriente correspondiente con el tiempo de comienzo t_0 , y los valores de medición de la respuesta de tensión a los pulsos de corriente $i(t)$ como función del tiempo $U(t)$ para cada pulso de corriente contra la raíz cuadrada de la

diferencia temporal $\Delta t = t - t_0$. En este caso, tal y como se ha descrito anteriormente, por medio de procedimientos de comparación se determina respectivamente una recta y la pendiente S_i de las rectas. El grado de variación S se determina a partir de las pendientes S_i promediadas, y se emplea para la determinación de la cantidad de carga Q_R que se puede extraer, o bien de la pérdida de capacidad de acumulación. El grado de variación S se puede calcular en este caso a partir de la media aritmética de las pendientes S_i el valor medio o similar.

Además es ventajoso determinar con muchas mediciones a lo largo del tiempo de servicio de la batería de acumulación un gran número de pendientes S_i o bien grados de variación. A partir de la tendencia de los grados de variación S , es decir, de las variaciones relativas de los grados de variación S , se puede determinar la variación relativa de la cantidad de carga Q_R que se puede extraer. A partir de esta variación se puede deducir el desgaste de la batería de acumulación, en particular la relajación de la cantidad de carga que se puede acumular.

Para ello, en una batería de acumulación nueva se determina de modo ventajoso con el procedimiento descrito anteriormente un grado de variación S_{neu} característico para este estado con una nueva capacidad de acumulador de energía K_{neu} . Después de una determinada fase de aprendizaje, cuyo final puede venir dado, por ejemplo, por medio del transcurso de un cierto número de horas de funcionamiento o de un determinado tiempo después de la puesta en funcionamiento del acumulador de energía, se finaliza el aprendizaje del grado de variación S_{neu} característico para la nueva batería de acumulación. Los grados de variación S determinados posteriormente se comparan entonces con el coeficiente de grado de variación S_{neu} característico, y se determina una capacidad de acumulador de energía K actual a partir de la relación del grado de variación S actual respecto al coeficiente del grado de variación S_{neu} característico:

$$K = K_{neu} * f(S / S_{neu}).$$

Por ejemplo, la capacidad de acumulador de energía K actual se puede determinar de un modo relativamente sencillo directamente por medio de la ecuación

$$K = K_{neu} * S_{neu} / S$$

siendo K_{neu} la capacidad de acumulador de energía K_{neu} de la batería de acumulación en estado nuevo, es decir, la capacidad de acumulación nominal.

En lugar de un gran número de pulsos de corriente $i(t)$ individuales también se puede emplear un pulso doble galvánico con cambio de signo del flujo de corriente para la determinación de un grado de variación S .

La Figura 3 deja reconocer un diagrama de una evolución de señal de respuesta de tensión a un impulso de corriente doble galvanoestático para la excitación de la batería de acumulación. En lugar de un gran número de pulsos de corriente $i(t)$ individuales también se puede emplear un pulso doble $i(t)$ galvánico con cambio de signo del flujo de corriente para la determinación del grado de variación S . Este procedimiento tiene la ventaja de que el estado de carga neto permanece sin modificarse, y para la excitación de la batería de acumulación se requiere, en su conjunto, menos energía cuando la cantidad de energía extraída de la batería de acumulación en la media onda de descarga se usa en la media onda de carga.

Las evoluciones de señal de respuesta representadas en los dos intervalos temporales Δt_1 y Δt_2 del pulso de corriente doble se linealizan respectivamente, y a partir de ello se determinan las pendientes S_i , calculándose a partir de las pendientes S_i determinadas el grado de variación S .

La excitación de la batería de acumulación se realiza preferentemente de modo controlado a través de un aparato de control por medio de la aplicación de un perfil de corriente $i(t)$ con flancos en su mayor parte rectangulares, tal y como se puede reconocer en las Figuras 1 y 3. Esto sucede preferentemente en las fases de funcionamiento, durante las cuales, en otro caso, no se realiza ninguna descarga o sólo una pequeña descarga eléctrica por medio de otros componentes. En un automóvil esto es, por ejemplo, una fase estacionaria en la que habitualmente hay una carga de corriente de reposo en la dirección de descarga de aprox. 10 a 100 mA, que también está ocasionada por consumidores operados con el vehículo en reposo. El aparato de control puede generar él mismo el perfil de corriente $i(t)$. Sin embargo, también se puede pensar que los otros consumidores de corriente o fuentes de corriente se controlan de tal manera que para la batería de acumulación resulta el perfil de corriente $i(t)$ deseado. Por ejemplo, también se puede usar otro acumulador de energía como consumidor de corriente y/o como fuente de corriente, dado el caso acoplado a través de un convertidor DC/DC, para la excitación de la batería de acumulación.

En lugar de un perfil de corriente $i(t)$ rectangular, también se puede aplicar un perfil de corriente conformado de otra manera, por ejemplo con un transformador F . Del mismo modo, en lugar de un perfil de corriente $i(t)$, se puede aplicar un perfil de tensión $U(t)$ por ejemplo con un transformador F , y se puede evaluar la respuesta de tensión.

ES 2 343 620 T3

Adicionalmente es posible determinar, en lugar de la evaluación descrita de la pendiente S_i de la evolución de la señal de respuesta en el espacio temporal, la pendiente S_i de la evolución de la señal de respuesta en el espacio de impedancia. Para ello se considera la pendiente S_i de la recta Warburg Z a través de la raíz cuadrada de la frecuencia. A diferencia del procedimiento descrito en el documento EP 0 516 336 B1, con ello se busca y se valora la pendiente de la recta Warburg, y no el punto de corte de alta frecuencia. La excitación de la batería de acumulación se realiza en este caso, sin embargo, como en el procedimiento descrito en el documento EP 0 516 336 B1.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de la cantidad de energía (Q_R) que se puede extraer de una batería de acumulación con las etapas:
 - Excitación eléctrica de la batería de acumulación
 - Determinación de una evolución de la señal de respuesta temporal de una señal de respuesta de la batería de acumulación dentro de un intervalo de tiempo a partir de una excitación eléctrica,
 - Linealización de la evolución de la señal de respuesta
 - Determinación del grado de variación (S) de la evolución de la señal de respuesta en el intervalo temporal,
 - Determinación de la cantidad de carga (Q_R) que se puede extraer directamente del grado de variación (S).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la evolución de la señal de respuesta es una respuesta de tensión ($M(t)$) a una excitación de corriente ($I(t)$) en forma de pulso de la batería de acumulación.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la evolución de la señal de respuesta es una respuesta de corriente ($I(t)$) a una excitación de tensión ($U(t)$) en forma de pulso de la batería de acumulación.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por medio de
 - Determinación de una recta de compensación por medio de la evolución de la señal de respuesta linealizada y
 - Determinación de la pendiente (S_i) de la recta de compensación como grado de variación.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la cantidad de carga (Q_R) que se puede extraer es proporcional a la pendiente (S_i) de las rectas de compensación.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la linealización de la evolución de la señal de respuesta se realiza por medio de la evaluación de la evolución de la señal de respuesta como función de la raíz cuadrada de la diferencia temporal ($t-t_0$) entre el tiempo de comienzo (t_0) del intervalo temporal (Δt) y el tiempo (t).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por medio de
 - Admisión de la batería de acumulación con una serie de pulsos de corriente o de tensión,
 - Determinación de los grados de variación (S) para las evoluciones de la señal de respuesta de los pulsos de corriente o de tensión individuales,
 - Determinación de la cantidad de carga (Q_R) que se puede extraer dependiendo de la recta de variación (S) determinada.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por medio de
 - Determinación repetida de los grados de variación (S) de las evoluciones linealizadas de la señal de respuesta durante el tiempo de servicio de la batería de acumulación,
 - Determinación de la variación relativa de la cantidad de carga (Q_R) que se puede extraer dependiendo de la variación relativa de los grados de variación (S), y
 - Determinación de una medida para el desgaste de la batería de acumulación a partir de la variación relativa.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por medio de la determinación de la cantidad de carga que se puede extraer (Q_R) dependiendo del grado de variación (S) referido a un coeficiente del grado de variación (S_{neu}) característico de la batería de acumulación en el estado nuevo.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado** porque la cantidad de carga (Q_R) que se puede extraer se determina como función de la capacidad de acumulación de energía (K) actual, siendo la capacidad de acumulación de energía (K) actual proporcional a la relación del coeficiente del grado de variación característico (S_{neu}) en el nuevo estado de la batería de acumulación respecto a una pendiente (S_i) determinada de una evolución de señal de respuesta linealizada.

ES 2 343 620 T3

11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado** por medio de la determinación de la capacidad de acumulación de energía (K) actual como medida para la cantidad de carga (Q_R) que se puede extraer, según la fórmula:

$$K = K_{\text{neu}} * S_{\text{neu}} / S$$

siendo K_{neu} la capacidad de acumulación de la batería de acumulación en el estado nuevo, S_{neu} el coeficiente del grado de variación característico y S el grado de variación actual.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado** por medio de una determinación repetida de grados de variación (S) para una batería de acumulación nueva a lo largo de un tiempo definido, y por medio del aprendizaje de un coeficiente de grado de variación característico (S_{neu}) a partir de determinados grados de variación (S).

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por medio de la determinación de los grados de variación (S) con estados de carga comparables y temperaturas de la batería de acumulación.

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por medio de la determinación de la cantidad de carga (Q_R) a partir del grado de variación (S) por medio de una función o una tabla de valores.

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por medio de la determinación de la cantidad de carga (Q_R) que se puede extraer dependiendo de la temperatura (T) de la batería de acumulación.

16. Procedimiento según la reivindicación 15, **caracterizado** por medio de la normalización de los grados de variación (S) a una temperatura nominal (T_n).

17. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el valor de los valores de corriente (I) de la excitación de corriente se corresponde como máximo con la corriente de 10 horas, preferentemente como máximo con la corriente de 50 horas, y de modo especialmente preferido con la corriente de 200 horas.

18. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se realiza una variación de corriente de la excitación de corriente con una tasa de variación de corriente (dI/Dt) que está en su valor al menos en el orden de magnitud del cociente de la corriente de 5000 horas por segundo, preferentemente al menos en el orden de magnitud del cociente de la corriente de 1000 horas por segundo, y de modo especialmente preferido, al menos en el orden de magnitud del cociente de la corriente de 200 horas por segundo.

19. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el grado de variación (S) sólo se determina a partir de la sección de la evolución de la señal de respuesta que se ha medido como más pronto un segundo, preferentemente 10 segundos, y como más tarde 1000 segundos, y preferentemente como más tarde 100 segundos después de la excitación.

20. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se emplean los valores de la evolución de la señal de respuesta tales que cumplen con una medida de determinación definida.

21. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por medio de la aplicación de una excitación de corriente (I(t)) en forma de pulso por medio de una unidad de conmutación eléctrica en la batería de acumulación.

22. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por medio de la unión de la cantidad de carga (Q_R) que se puede extraer determinada con un grado de descarga actual (DoD) y/o un estado de carga actual (SoC) para la determinación de la cantidad de carga (Q_L) que se puede cargar en la batería de acumulación.

23. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por medio de la comparación de la cantidad de carga (Q_R) que se puede extraer determinada, del grado de variación (S), de la cantidad de carga (Q_L) que se puede cargar y/o de la capacidad de acumulación de energía (K) de la batería de acumulación como magnitud de comparación con un valor umbral definido, y entrega de la desviación o de la relación de la magnitud de comparación con el valor umbral.

24. Procedimiento según la reivindicación 23, **caracterizado** porque el valor umbral es dependiente de la temperatura.

25. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por medio de la determinación de la capacidad de acumulación actual de la batería de acumulación a partir de la cantidad de carga (Q_R) que se puede extraer determinada y la unión de la capacidad de acumulación actual con la capacidad de acumulación de la batería de acumulación en el estado nuevo para la determinación de una medida para la reducción de la capacidad de acumulación.

ES 2 343 620 T3

26. Procedimiento según la reivindicación 25, **caracterizado** por medio de la comparación de la medida determinada para la reducción de la capacidad de acumulación con un valor umbral definido.

5 27. Dispositivo de supervisión para una batería de acumulación con medios de medición para la medición de la tensión de batería ($U(t)$) y/o corrientes de batería ($I(t)$) a lo largo de intervalos temporales (Δt) y con medios de evaluación, **caracterizado** porque los medios de evaluación están conformados para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

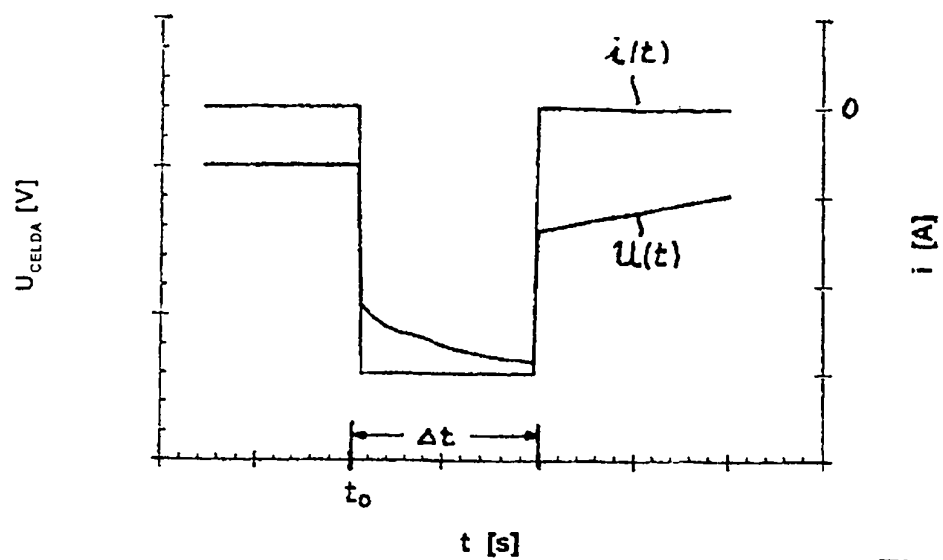


Fig. 1

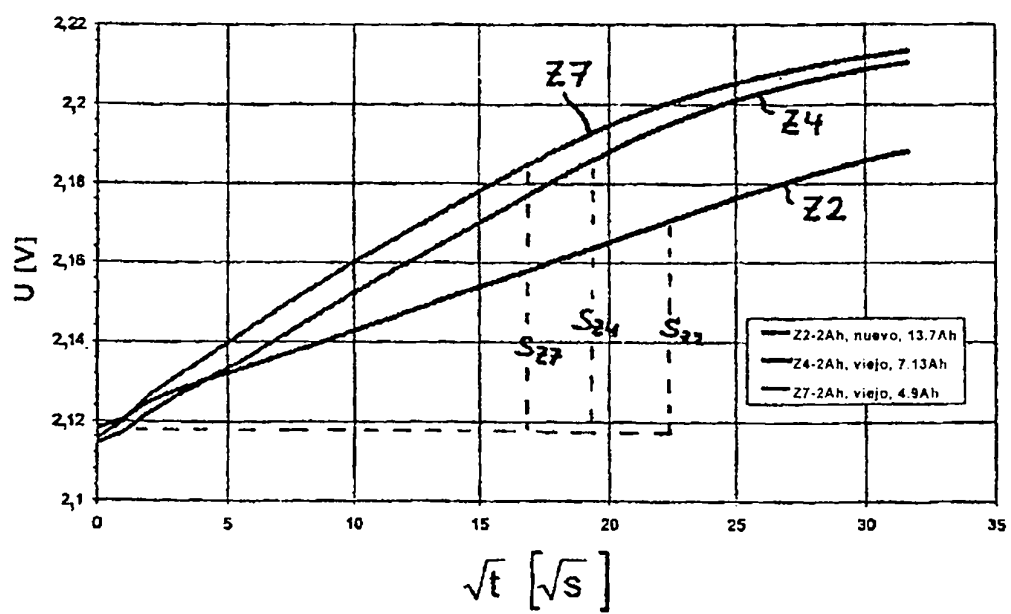


Fig. 2

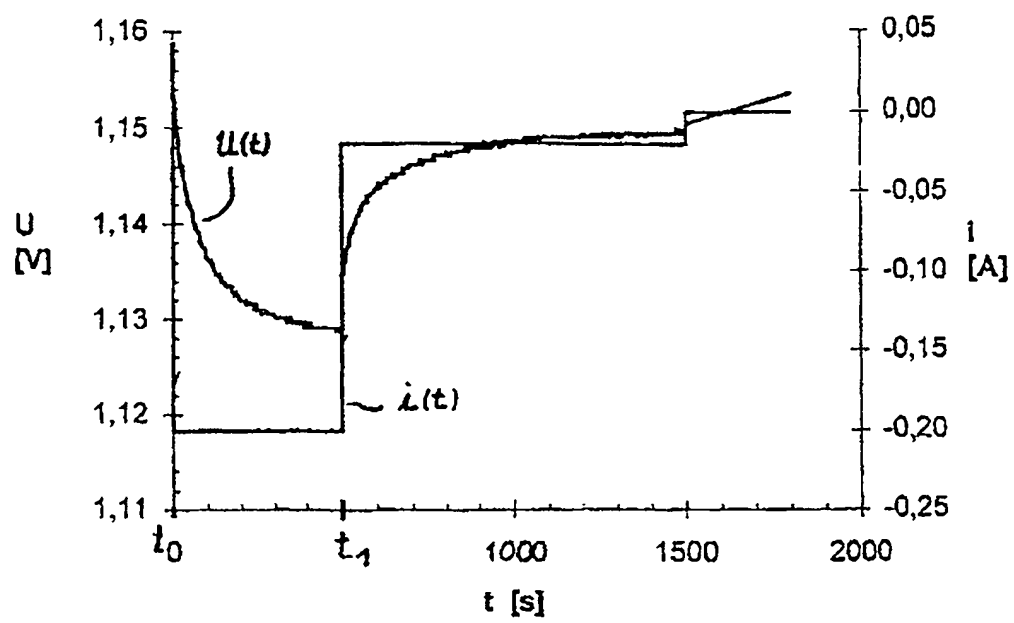


Fig. 3