

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 152**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **00124029 .0**  
96 Fecha de presentación: **04.11.2000**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1116958**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.07.2001**

54 Título: **Procedimiento para la valoración de la aptitud para el uso de una batería acumuladora en caso de carga eléctrica de la batería acumuladora**

30 Prioridad:  
**11.01.2000 DE 10000729**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.11.2012**

73 Titular/es:  
**JOHNSON CONTROLS AUTOBATTERIE GMBH &  
CO. KGAA (100.0%)  
Am Leineufer 51  
30419 Hannover, DE**

72 Inventor/es:  
**MEISSNER, EBERHARD y  
BRÄUNINGER, SIGMAR**

74 Agente/Representante:  
**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).

ES 2 391 152 T3

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para la valoración de la aptitud para el uso de una batería acumuladora en caso de carga eléctrica de la batería acumuladora

5

La invención se refiere a un procedimiento para valorar la aptitud para el uso de una batería acumuladora en caso de carga eléctrica de la batería acumuladora.

10 Para el usuario de baterías es especialmente importante conocer el estado de carga y la capacidad de carga a alta intensidad de corriente de las baterías. Por ejemplo, para la capacidad de una batería de arranque de arrancar un vehículo con un motor de combustión interna es determinante el estado de carga y el estado de envejecimiento o el deterioro de la capacidad que se muestra dado que, con ello, se limita la intensidad de corriente que puede extraerse de la batería o su emisión de potencia. Resulta especialmente importante la determinación del estado de carga o la capacidad de arranque de una batería en los casos en los que, por ejemplo, se presenta un  
15 funcionamiento intermitente del motor dado que entonces, en los periodos de tiempo de inactividad del motor, la red de a bordo del vehículo con sus consumidores está operativa adicionalmente, aunque el generador no genera corriente. La supervisión del estado de carga y la capacidad de arranque de la batería debe garantizar en estos casos que el contenido de energía de la batería siempre se mantenga suficiente para arrancar el motor.

20 Para medir el estado de carga de acumuladores se conocen los más diversos procedimientos. En muchos casos se utilizan dispositivos de medición integradores (contadores de amperios/hora), teniéndose en cuenta la corriente de carga, dado el caso, realizando la valoración con un factor de carga fijo. Dado que la capacidad útil de una batería depende intensamente de la magnitud de la corriente de descarga y la temperatura, con este tipo de procedimientos no puede predecirse de forma satisfactoria la capacidad útil que aún puede extraerse de la batería.

25

Del documento DE-PS 2242510 se conoce, por ejemplo, en el caso de un procedimiento para la medición del estado de carga, valorar la corriente de carga con un factor que depende en sí mismo de la temperatura y del estado de carga de la batería.

30 Del documento DE-OS 4007883 se desprende un procedimiento en el que se determina la capacidad de arranque de un acumulador mediante la medición de la tensión de acumulador y la temperatura de la batería y la comparación con un grupo de curvas de estado de carga válidas para el tipo de batería que va a comprobarse.

35 Del documento DE-OS 19543874 se desprende un procedimiento de cálculo para la característica de descarga y la medición de la capacidad restante de una batería, en el que también se mide la corriente, la tensión y la temperatura, aproximándose la característica de descarga mediante una función matemática con superficie curva.

40 En el documento JP 11 014719 se da a conocer un procedimiento para analizar un acumulador de iones de litio en el que se mide la tensión en los bornes tras la descarga durante un intervalo de tiempo fijado. Se determina la diferencia de un valor de tensión durante la descarga de una batería de referencia no usada durante un determinado intervalo de tiempo y la tensión en los bornes de la batería analizada tras la descarga durante un determinado intervalo de tiempo y, a partir de ello, se calcula la vida útil del acumulador.

45 En el documento EP 0 004 382 A1 se describe un procedimiento para la indicación continua de la calidad de una batería que se carga con cortos impulsos de corriente de descarga que se repiten regularmente. Se mide el valor de tensión de la batería que se ajusta con un impulso de corriente de descarga y se almacena hasta que se presente la siguiente corriente de descarga para indicar la diferencia entre el valor de tensión de la batería y un valor de tensión mínimo predeterminado como medida de la calidad de la batería.

50 El documento DE-PS 3901680 describe un procedimiento para supervisar una capacidad de arranque en frío de una batería de arranque, en el que la batería de arranque se carga durante cierto tiempo con una resistencia, se mide la tensión que desciende en la resistencia y, a partir de ello, en comparación con valores empíricos, se determina si la capacidad de arranque en frío de la batería aún es suficiente. En este caso, para la carga de la batería de arranque sirve el proceso de puesta en marcha del motor.

55

Finalmente, del documento DE-OS 4339568 se desprende un procedimiento para determinar el estado de carga de una batería de arranque de un vehículo, en el que se miden la corriente de la batería y la tensión en circuito abierto y, a partir de estos valores, se deriva el estado de carga, teniéndose en cuenta adicionalmente también la temperatura de la batería. En este caso, las corrientes de carga medidas durante diferentes intervalos de tiempo se

comparan entre sí y se calcula a partir de ello una capacidad restante.

No obstante, la determinación del estado de carga no siempre es suficiente, en especial, debe considerarse aquí, por ejemplo, que, en caso de una batería muy envejecida, a pesar de un estado de carga suficiente, durante la carga la tensión desciende bruscamente y, con ello, no se garantiza la aptitud para el uso de la batería.

El objetivo de la invención es calcular una magnitud característica de la batería que se derive de la comprobación del estado de carga, a partir de la cual pueda extraerse una conclusión sobre la aptitud para el uso de la batería.

10 Este objetivo se alcanza, en el caso de un procedimiento del tipo indicado al principio, gracias a las características indicadas en la parte caracterizadora de la reivindicación 1. En las reivindicaciones secundarias se indican configuraciones ventajosas de este procedimiento.

15 Un procedimiento a título de ejemplo determina la aptitud para el uso SOH (state of health, estado de salud) de una batería acumuladora eléctrica para un caso de aplicación especial como una función con intervalo de valores constante, obteniéndose el valor determinado mediante la comparación de la tensión de la batería acumuladora durante la carga con un perfil de carga concreto con un valor límite para esta tensión así como, dado el caso, con un valor teórico (valor nuevo).

20 Una cuantificación gradual de la aptitud para el uso con un intervalo de valores constante de un valor de aptitud para el uso SOH sobrepasa una predicción meramente binaria

- la eficacia aún es suficiente para desempeñar una función determinada por el funcionamiento, o
- la eficacia ya no es suficiente.

25 La determinación continua de este valor constante de aptitud para el uso y la observación de la variación temporal de su valor permiten además el uso de procedimientos matemáticos tales como la formación de valores medios, la diferenciación temporal, la determinación de puntos de inflexión, el cálculo de tendencias, etc., lo cual no es posible en el caso de una predicción discreta acerca de la disponibilidad de una batería acumuladora.

30 El procedimiento según la invención no valora la aptitud para el uso de una batería acumuladora eléctrica de forma global, sino de forma concreta para un caso de aplicación especial. Una batería acumuladora puede ya no ser adecuada (es decir, se ha alcanzado el final de su vida útil) para un uso exigente con un elevado requisito de potencia o con requisitos de potencia en condiciones operativas desfavorables (por ejemplo, bajas temperaturas o bajo estado de carga), mientras que aún es totalmente adecuada para aplicaciones menos exigentes. Esta consideración diferenciada de la aptitud para el uso garantiza la función correspondiente y, al mismo tiempo, notifica un intercambio prematura y, con ello, innecesario, de la batería acumuladora.

35 Una aplicación típica de las baterías acumuladoras es la carga hipotética con una corriente eléctrica  $I(t)$  o una potencia eléctrica  $P(t)$ , pudiendo actuar la carga o bien en la dirección de carga o bien en la dirección de descarga, o incluso puede comprender las dos direcciones de corriente, y su valor es una función del tiempo. Este perfil de carga  $I(t)$  o  $P(t)$  característico para el caso de aplicación concreto se utiliza, según la invención, como criterio para la cuantificación de la disponibilidad.

45 Bajo la carga  $I(t)$  o  $P(t)$  varía la tensión de la batería acumuladora y, en concreto, hacia mayores valores durante la carga y valores más bajos durante la descarga. Sin embargo, los valores de tensión técnicamente permisibles o útiles están limitados y, en concreto, hacia arriba por la tensión de carga máxima del acumulador (en el caso concreto, depende, entre otras cosas, de su tipo estructural, su temperatura y su estado de carga) así como, hacia abajo, por la capacidad funcional del (de los) componente(s) que es (son) alimentado(s) con potencia eléctrica por la batería acumuladora.

A continuación se considera, en la mayor parte de los casos, una carga de la batería acumuladora en la dirección de descarga. No obstante, la invención no está limitada a ello sino que, naturalmente, comprende cargas en la dirección de carga así como combinaciones de carga en la dirección de carga y de descarga.

55 En el caso de la descarga, existe un umbral de tensión inferior  $U_1$  que tampoco puede no alcanzarse bajo carga  $I(t)$  o  $P(t)$  para garantizar la seguridad funcional de un componente.

En el sentido de la invención también es apta para el uso una batería acumuladora cuya tensión calculada bajo esta

carga en cualquier momento sea superior a U1. El mínimo valor de tensión que puede ajustarse bajo esta carga se designa con Umín.

Si Umín alcanza exactamente el valor umbral U1 sin quedarse por debajo de este, entonces se asigna a la batería acumuladora el valor de aptitud para el uso SOH = 0.

En especial, una batería nueva tiene un valor de tensión mínimo Umín = Umín\* bajo esta carga, el mayor es U1 : Umín\* > U1. En otro caso, esta batería sería inadecuada, incluso en el estado nuevo, para el uso concreto. A una batería acumuladora con valor de tensión mínimo Umín\* bajo la carga se le asigna el valor de aptitud para el uso SOH = 1 (o, alternativamente, 100 %).

Para baterías acumuladoras con otro valor de tensión mínimo Umín bajo la carga I(t) o P(t) definida se asigna en general la siguiente aptitud para el uso:

15	Umín > Umín*	SOH > 1
	Umín = Umín*	SOH = 1
	U1 < Umín < Umín*	0 < SOH < 1
	U1 = Umín	SOH = 0
	U1 > Umín	SOH < 0

20 donde, para una mayor simplicidad, la progresión puede realizarse de forma lineal según el siguiente esquema sin que con ello se excluyan de la invención otras progresiones no lineales:

$$SOH = (Umín - U1) / (Umín* - U1)$$

25 Estas relaciones se muestran de forma esquemática en la figura 1, en la curva 1, un determinado perfil de corriente I(t), en la curva 2, el comportamiento de una batería nueva, en la curva 3, el comportamiento de una batería que ya no es apta para el uso, en la curva 4, el comportamiento de una batería al valor límite y, en la curva 5, el comportamiento de una batería que aún no está dañada pero tampoco es ya nueva. La curva 6 muestra el comportamiento de una batería que es mejor que una batería determinada realmente para este fin.

30 El valor umbral de tensión U1 será, en general, un valor constante para el uso concreto. Por el contrario, los valores de tensión mínimos Umín de una batería cualquiera y Umín\* de una batería nueva bajo la carga I(t) o P(t) definida dependen, en especial, de la temperatura y del estado de carga de la batería. Por tanto, forma parte de esta invención cuantificar también estas dependencias y referir el valor de disponibilidad que se asigna a la batería acumuladora a una temperatura nominal To y un estado de carga nominal SOCo y, dado el caso, realizar cálculos del estado actual (T, SOC) al estado nominal (To, SOCo) o a la inversa.

40 Además, forma parte de la invención utilizar relaciones entre, por una parte, la tensión que se ajusta bajo el perfil de carga I(t) o P(t), en especial, la tensión mínima Umín, y, por otra parte, la temperatura T así como el estado de carga de la batería SOC para obtener así Umín y, con ello, calcular un valor de aptitud para el uso SOH que se refiera a un estado (T, SOC) deseado sin que actualmente se solicite eléctricamente la batería con el perfil de carga I(t) o P(t). Con ello, es posible obtener una predicción actual para SOH.

45 En especial, sin que la invención se limite exclusivamente a esta forma de proceder, puede utilizarse el enfoque lineal

$$U(t) = Uo(SOC, T) + Ri(SOC, T) \times I(t)$$

50 para la respuesta de tensión U(t) de la batería a la carga de corriente I(t).

Si ahora se establece Umín = mínimo {U(t)} (mínimo {U(t)}) corresponde al valor mínimo de tensión de U(t), que se obtiene mediante el empleo de I(t), con lo que se obtiene un valor para SOH.

55 Mediante esta forma de proceder, la determinación de la aptitud para el uso de una batería acumuladora se reduce, según la invención, a la medición del estado de carga SOC, la resistencia interna dinámica Ri y la temperatura de la batería acumuladora considerada.

Por tanto, no es necesario solicitar realmente la batería con el perfil de carga I(t) al que se refiere la indicación de la

aptitud para el uso de la batería.

Además, no es necesario llevar la batería acumuladora al estado de carga o a la temperatura a la que se refiere la indicación de aptitud para el uso de la batería.

5

Las explicaciones anteriores se refieren al caso de una carga únicamente en la dirección de descarga.

En caso de una carga únicamente en la dirección de carga, se procede de forma análoga, apareciendo, en lugar de Umín, Umáx, e intercambiándose de forma adecuada los símbolos de relación "<" o ">".

10

Si la carga es de forma alterna en la dirección de carga y de descarga, entonces puede procederse paso a paso de forma individual para cada sección. La aptitud para el uso de la batería para todo el perfil de carga es entonces el valor mínimo de los distintos valores de aptitud para el uso obtenidos para las distintas secciones del perfil de carga.

15 En una forma de realización de la invención

- a) se predetermina un perfil de carga en forma de un perfil de corriente I(t) o un perfil de potencia P(t) como función del tiempo t, con el que se solicita hipotéticamente la batería acumuladora,
- b) se determina mediante cálculos la respuesta de tensión U(t) de la batería acumuladora en este perfil de carga,
- c) se predetermina un valor límite de tensión U1 que no puede quedar sin alcanzarse (no puede superarse) por la tensión U(t), en caso de una batería acumuladora que vaya a considerarse apta para el uso, en ningún instante t mientras se solicita la batería acumuladora con el perfil de carga,
- d) se asigna a la batería acumuladora el valor de aptitud para el uso SOH = "0" si el valor límite de tensión U1 durante la sollicitación de la batería acumuladora con el perfil de carga se alcanza en al menos un instante t1, pero no se queda por debajo de (no se supera) este valor límite de tensión U1,
- e) se asigna a la batería acumuladora un valor de aptitud para el uso "SOH" que se mide basándose en la diferencia entre el valor de tensión mínimo {máximo} Umín {Umáx} durante la sollicitación de la batería acumuladora con el perfil de carga y el valor límite de tensión U1:

30

$$\text{SOH} = f(\text{Umín} - U1)$$

$$\{ \text{SOH} = f(\text{Umáx} - U1) \}$$

35 Además, se asigna a una batería acumuladora un valor de aptitud para el uso SOH = 100 %, en el que el valor de tensión mínimo {máximo} Umín {Umáx} durante la sollicitación de la batería acumuladora con el perfil de carga es igual al valor de tensión Umín\* {Umáx\*} que se obtiene al sollicitar una batería acumuladora nueva, típica y adecuada para esta aplicación (es decir, se cumple Umín\* > U1 {Umáx\* < U1}) (en caso contrario, el tipo de batería es inadecuado para el perfil de carga considerado).

40

Se asigna a una batería acumuladora un valor de aptitud para el uso SOH < 0 % en el que el valor límite de tensión U1 no se alcanza {se supera} en al menos un instante, y este valor SOH se mide basándose en la diferencia entre el valor de tensión mínimo {máximo} durante la sollicitación de la batería acumuladora con el perfil de carga y el valor límite de tensión U1:

45

$$\text{SOH} = f(\text{Umín} - U1)$$

$$\{ \text{SOH} = f(\text{Umáx} - U1) \}$$

50 En general, el valor de aptitud para el uso SOH asignado a una batería acumuladora se obtiene según la siguiente fórmula (fórmula 1):

$$\text{SOH} = (\text{Umín} - U1) / (\text{Umín}^* - U1)$$

55

$$\{ \text{SOH} = (\text{Umáx} - U1) / (\text{Umáx}^* - U1) \};$$

donde (Umín\* - U1) {o (Umáx - U1)} es un valor teórico que se obtiene del comportamiento de una batería acumuladora adecuada y típica para esta aplicación (es decir, se cumple Umín > U1 {o Umáx\* < U1}) (en caso contrario, el tipo de batería es inadecuado para el perfil de carga considerado).

En otra forma de realización del procedimiento según la invención, se asigna a una batería acumuladora un valor de aptitud para el uso SOH que no se obtiene a través de la medición del valor de tensión mínimo  $U_{\min}$  {del valor de tensión máximo  $U_{\max}$ } mediante solicitud eléctrica real de la batería acumuladora con un perfil de carga de corriente  $I(t)$  o un perfil de potencia  $P(t)$  según la reivindicación 1 a), sino mediante el cálculo del valor de tensión mínimo  $U_{\min}$  {del valor de tensión máximo  $U_{\max}$ } a partir de valores previamente calculados o estimados de una o varias de las magnitudes tensión en circuito abierto de la batería  $U_0$ , estado de carga de la batería SOC, temperatura de la batería  $T$ , resistencia de la batería  $R_i$  y aplicación de este valor en la fórmula 1 indicada en el párrafo anterior.

10

También puede asignarse a una batería acumuladora un valor de aptitud para el uso SOH que no se obtiene mediante la medición del valor de tensión mínimo  $U_{\min}$  {del valor de tensión máximo  $U_{\max}$ } a través de la solicitud eléctrica real de la batería acumuladora con un perfil de carga de corriente en la dirección de descarga  $I(t)$  (con  $I < 0$ ) según la reivindicación 1 a), sino mediante el cálculo del valor de tensión mínimo  $U_{\min}$  mediante la aplicación en la fórmula 1 de la relación

15

$$U_{\min} = \text{mínimo } \{U(t)\}$$

con

20

$$U(t) = U_0(\text{SOC}, T) + R_i(\text{SOC}, T) \times I(t).$$

En este caso  $R_i$  representa la resistencia interna dinámica de la batería acumuladora que depende del estado de carga SOC y la temperatura  $T$  de la batería,  $U_0$  representa la tensión en circuito abierto de la batería acumuladora que depende del estado de carga SOC y la temperatura, y  $\text{mínimo } \{U(t)\}$  representa el valor de tensión mínimo que se obtiene mediante la aplicación de  $I(t)$ .

25

Finalmente, puede asignarse a una batería acumuladora un valor de aptitud para el uso SOH que no se obtiene a través de la medición del valor de tensión mínimo  $U_{\min}$  mediante la solicitud eléctrica real de la batería acumuladora con el perfil de carga de potencia en la dirección de descarga  $P(t)$  (con  $P < 0$ ), sino mediante cálculo a través de la aplicación en la fórmula 1 de la relación

30

$$U_{\min} = \text{mínimo } \{U(t)\}$$

35 con

$$U(t) = \frac{U_0(\text{SOC}, T)}{2} + \sqrt{\frac{(U_0(\text{SOC}, T))^2}{4} - R_i(\text{SOC}, T) \times P(t)}$$

En este caso,  $R_i$  representa la resistencia interna dinámica de la batería acumuladora que depende del estado de carga SOC y la temperatura  $T$  de la batería,  $U_0$  representa la tensión en circuito abierto de la batería acumuladora que depende del estado de carga SOC y la temperatura  $T$ , y  $\text{mínimo } \{U(t)\}$  representa el valor de tensión mínimo que se obtiene mediante la aplicación de  $P(t)$ .

40

También es posible asignar a una batería acumuladora un valor de aptitud para el uso SOH que se refiere a un estado operativo hipotético de la batería acumuladora no existente actualmente, el cual se diferencia del estado operativo actual al menos en el estado de carga SOC o en la temperatura  $T$ , en el que

45

- a) se miden o estiman la resistencia interna, el estado de carga, la tensión en circuito abierto y la temperatura de la batería acumuladora,
- 50 b) los valores así obtenidos se utilizan para calcular o estimar la tensión en circuito abierto de la batería acumuladora,
- c) se realiza una corrección de la tensión en circuito abierto  $U_0$  y de la resistencia interna  $R_i$  en correspondencia con las relaciones funcionales  $U_0(\text{SOC}, T)$  almacenadas en un módulo de memoria,
- d) a partir de ello, se calcula una respuesta de tensión  $U(t)$  en un perfil de carga de corriente  $I(t)$  o un perfil de carga de potencia  $P(t)$ ,
- 55 e) a partir de ello, se calcula el valor de aptitud para el uso SOH de la batería.

En otra configuración se presentan, en lugar de un valor límite de tensión  $U_1$  que nunca ha de quedarse sin alcanzar, uno o varios valores límite de tensión  $U_{li}$  ( $i = 1, \dots$ ) que pueden no alcanzarse en cada caso un intervalo de tiempo de máximo  $\tau_i$ , pero no durante una duración  $\tau_i$ . Entonces, se utiliza no solo la relación de  $U_{mín}$  y  $U_{li}$  para determinar SOH, sino que se valora la duración temporal  $\tau$  para la cual, dado el caso,  $U_{mín} < U_{li}$ . Para  $\tau > \tau_i$  se calcula un valor  $SOH_i > 0$ , para  $\tau = \tau_i$  se calcula un valor  $SOH_i = 0$  y para  $\tau < \tau_i$  se calcula un valor  $SOH_i < 0$ . También pueden fijarse otros pares de valores límite ( $U_{li}$ ,  $\tau_i$ ) y calcularse para estos un valor  $SOH_i$ . Entonces se asigna a la batería acumuladora el mínimo de estos valores  $SOH_i$  como SOH.

Con el valor de aptitud para el uso SOH así calculado se introduce, en función de este valor, una medida en relación con la instalación conectada con la batería acumuladora, tal como, por ejemplo,

- una información al operario de la instalación,
- una modificación en la dirección operativa de la instalación,
- un funcionamiento de emergencia de la instalación,
- 15 - una puesta fuera de servicio de la instalación.

O bien se calcula un valor de aptitud para el uso SOH y, en función de este valor así como de estados operativos, presentes o previstos en el futuro, caracterizados por el estado de carga SOC y la temperatura  $T$  de la batería, se introduce una medida en relación con la instalación conectada con la batería acumuladora, tal como, por ejemplo,

- 20 - una información al operario de la instalación,
- un cambio en la dirección operativa de la instalación,
- un funcionamiento de emergencia de la instalación,
- 25 - una puesta fuera de servicio de la instalación.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la valoración de la aptitud para el uso de una batería acumuladora en caso de solicitud eléctrica de la batería acumuladora, **caracterizado porque** se asigna a la batería acumuladora un valor de aptitud para el uso SOH que se refiere a un estado operativo hipotético actualmente no existente de la batería acumuladora, el cual se diferencia del estado operativo actual al menos en el estado de carga SOC o en la temperatura T, en el que

- 10 a) se mide o estima la resistencia interna, el estado de carga, la tensión en circuito abierto y la temperatura de la batería acumuladora,
- b) los valores así obtenidos se utilizan para calcular o estimar la tensión en circuito abierto de la batería acumuladora,
- 15 c) se realiza una corrección de la tensión en circuito abierto  $U_0$  y de la resistencia interna  $R_i$  en correspondencia con las relaciones funcionales  $U_0(\text{SOC}, T)$  y  $R_i(\text{SOC}, T)$  almacenadas en un módulo de memoria en relación con el estado operativo (SOC, T) hipotético,
- d) a partir de ello se calcula una respuesta de tensión  $U(t)$  a un perfil de carga de corriente  $I(t)$  o un perfil de carga de potencia  $P(t)$ ,
- e) a partir de ello se determina el valor de aptitud para el uso SOH de la batería,
- 20 f) asignándose a la batería acumuladora el valor de aptitud para el uso SOH que se mide basándose en la diferencia entre el valor de tensión mínimo  $U_{\text{mín}}$  o el valor de tensión máximo  $U_{\text{máx}}$  de la respuesta de tensión  $U(t)$  y un valor límite de tensión  $U_1$ , siendo el valor límite de tensión  $U_1$  un valor de tensión que, en caso de una batería acumuladora que vaya a catalogarse como apta para el uso, en ningún instante  $t$  de la carga de corriente o la carga de potencia de la respuesta de tensión  $U(t)$  debe quedar sin alcanzarse en caso del valor de tensión mínimo  $U_{\text{mín}}$  o debe superarse en el caso del valor de tensión máximo  $U_{\text{máx}}$ .

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se asigna a la batería acumuladora el valor de aptitud para el uso  $\text{SOH} = 0\%$  si el valor límite de tensión  $U_1$  de la respuesta de tensión  $U(t)$  se alcanza al menos en un instante  $t_1$ , pero este valor límite de tensión  $U_1$  nunca queda sin alcanzarse en el caso del valor de tensión mínima  $U_{\text{mín}}$  o nunca se supera en el caso del valor de tensión máximo  $U_{\text{máx}}$ , y se asigna a una batería acumuladora el valor de aptitud para el uso  $\text{SOH} = 100\%$  si, en el caso del valor de tensión mínimo  $U_{\text{mín}}$ , este es igual, durante la carga de corriente o la carga de potencia, al valor de tensión mínimo  $U_{\text{mín}}^*$  o, en el caso del valor de tensión máximo  $U_{\text{máx}}$ , este es igual, durante la carga de corriente o la carga de potencia, al valor de tensión máximo  $U_{\text{máx}}^*$ , que se obtiene solicitando una batería acumuladora nueva, típica y adecuada para este uso.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** se asigna a una batería acumuladora el valor de aptitud para el uso  $\text{SOH} < 0\%$  si el valor límite de tensión  $U_1$  queda sin alcanzarse al menos un instante en el caso del valor de tensión mínimo  $U_{\text{mín}}$ , o se supera en el caso del valor de tensión máximo  $U_{\text{máx}}$ , y se asigna el valor de aptitud para el uso  $\text{SOH} > 100\%$  si, en el caso del valor de tensión mínimo  $U_{\text{mín}}$ , durante la carga de corriente o la carga de potencia, este valor es mayor que el valor de tensión  $U_{\text{mín}}^*$  o, en el caso del valor de tensión máximo  $U_{\text{máx}}$ , durante la carga de corriente o la carga de potencia, este valor es menor que el valor de tensión  $U_{\text{máx}}^*$ , que se obtiene solicitando una batería acumuladora nueva, típica y adecuada para este uso.

4. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** se asigna a una batería acumuladora el valor de aptitud para el uso SOH que se obtiene según la siguiente fórmula:

$$45 \quad \text{SOH} = (U_{\text{mín}} - U_1) / (U_{\text{mín}}^* - U_1)$$

o

$$50 \quad \text{SOH} = (U_{\text{máx}} - U_1) / (U_{\text{máx}}^* - U_1),$$

donde  $(U_{\text{mín}}^* - U_1)$  o  $(U_{\text{máx}}^* - U_1)$  es un valor teórico que se obtiene del comportamiento de una batería acumuladora típica y adecuada para este uso.

5. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** se asigna a una batería acumuladora un valor de aptitud para el uso SOH que se obtiene mediante el cálculo del valor de tensión mínimo  $U_{\text{mín}}$  o el valor de tensión máximo  $U_{\text{máx}}$  a partir de valores previamente medidos, calculados o estimados de una o varias de las magnitudes tensión en circuito abierto de la batería  $U_0$ , estado de carga de la batería SOC, temperatura de la batería T, resistencia de la batería  $R_i$ .

6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** para el cálculo del valor de tensión mínimo se utiliza la relación

$$U_{\text{mín}} = \text{mínimo } \{U(t)\}$$

5  
con

$$U(t) = U_0(\text{SOC}, T) + R_i(\text{SOC}, T) \times I(t),$$

10 utilizándose como perfil de carga un perfil de corriente I(t).

7. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** para el cálculo del valor de tensión mínimo  $U_{\text{mín}}$  se utiliza la relación

$$U_{\text{mín}} = \text{mínimo } \{U(t)\}$$

15  
con

$$U(t) = \frac{U_0(\text{SOC}, T)}{2} + \sqrt{\frac{(U_0(\text{SOC}, T))^2}{4} - R_i(\text{SOC}, T) \times P(t)},$$

20 utilizándose como perfil de carga un perfil de potencia P(t).

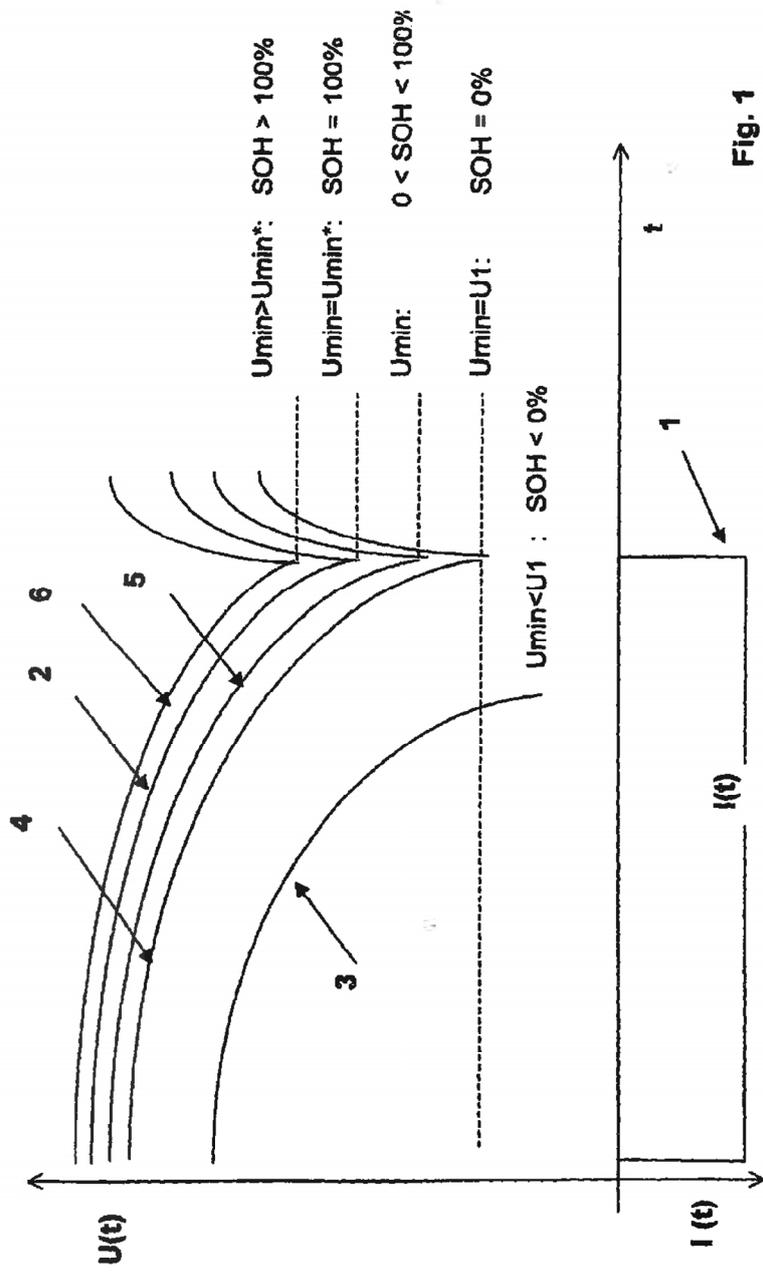


Fig. 1