(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 307 850**

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

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **03010649 .6**
(96) Fecha de presentación : **13.05.2003**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1382978**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **21.01.2004**

(54) Título: **Procedimiento para la supervisión de la carga residual de una batería.**

(30) Prioridad: **17.07.2002 DE 102 32 251**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2008

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

(72) Inventor/es: **Bäuerlein, Peter;**
Helmker, Frank;
Meissner, Eberhard y
Koch, Ingo

(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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la supervisión de la carga residual de una batería.

La invención se refiere a un procedimiento para la determinación de la cantidad de carga que todavía se puede extraer de una batería de almacenamiento.

La invención se refiere además a una batería de almacenamiento con medios de medición y medios de evaluación controlados por procesador para la realización del procedimiento.

Mediante la utilización de baterías de acumulación recargables, en particular en el caso del funcionamiento de descarga y de carga, se produce un desgaste. Además también hay otras condiciones de funcionamiento que aceleran el desgaste de acumuladores de energía. Entre éstas se encuentra, por ejemplo, en el caso de un acumulador de plomo, todo el tiempo de funcionamiento, es decir, todo el tiempo transcurrido desde la puesta en funcionamiento incluyendo los periodos en los que el acumulador no ha sido admitido eléctricamente. Este desgaste se ve reforzado aún más a través de temperaturas elevadas. Las temperaturas elevadas, sin embargo, pueden acelerar no sólo el desgaste durante los periodos sin admisión eléctrica, sino también el desgaste ocasionado por medio del funcionamiento cíclico de carga y descarga.

En una batería de almacenamiento, el desgaste se expresa, entre otras cosas, en una reducción de la capacidad de almacenamiento para carga eléctrica, de manera que no se puede determinar de manera sencilla el volumen de carga que se puede extraer partiendo del estado de carga completa.

La cantidad de energía Q_{Rest} que se puede extraer de la batería de almacenamiento es, en este caso, la cantidad de carga que todavía se puede extraer de la batería de almacenamiento partiendo del estado actual. En el estado nuevo de la batería de almacenamiento, la suma de la cantidad de carga extraíble y de la cantidad de carga descargada es la capacidad de almacenamiento en el estado nuevo.

La capacidad de almacenamiento en el estado nuevo es la capacidad de almacenamiento real de un acumulador de energía nuevo sin usar.

La cantidad de carga descargada es la cantidad de carga que ha de ser extraída de una batería de acumulación partiendo del estado completamente cargado bajo condiciones nominales para conseguir el estado de carga actual.

Como capacidad de almacenamiento actual se define la cantidad de carga, expresada en Ah, que se puede extraer a un almacenamiento de energía totalmente cargado según las prescripciones bajo condiciones nominales. Esta magnitud varía con la duración del servicio, por lo general, con una tendencia descendente.

Como capacidad de almacenamiento nominal se define el valor nominal de la capacidad de almacenamiento que da el fabricante de la batería de almacenamiento. Bajo el concepto de reducción de la capacidad de almacenamiento se entiende la diferencia entre la capacidad de almacenamiento actual y la capacidad de almacenamiento en el estado nuevo.

En la patente US 5.721.688 se describe un dispositivo y un procedimiento para la medición de parámetros eléctricos de un sistema de suministro de energía con un dispositivo de medición de la tensión, una fuente o sumidero de corriente controlable y un microcomputador. Con la ayuda del microcomputador se controla la fuente de corriente o el sumidero de corriente de tal manera que se aplica al menos un perfil de corriente determinado en el sistema de suministro de energía. Con el dispositivo de medición de la tensión se mide entonces la respuesta de tensión al perfil de corriente, y a partir de ello se determina un parámetro eléctrico, siendo uno de los parámetros al menos la resistencia interna del sistema de suministro de energía. La resistencia interna se determina a partir de la diferencia de tensión de la caída de tensión en la resistencia en condiciones de prueba y de la caída de tensión al superponer la corriente que fluye en el estado de funcionamiento con una corriente de prueba.

En la patente US 5.572.136 se describe un dispositivo electrónico para la prueba de baterías de almacenamiento, con el que se aplica una corriente variable con el tiempo relativamente pequeña a una batería de almacenamiento y se observa la respuesta de tensión dependiente del tiempo de la batería de acumulación. Con la ayuda de un microprocesador se determina a partir de la respuesta de tensión la conductividad de la batería de almacenamiento. Además, el nivel observado de la respuesta de tensión se puede comparar con un valor de referencia para derivar una valoración de la calidad de la batería de acumulación. En este caso se registra y se evalúa la evolución de la respuesta de tensión. Esto es relativamente costoso, y lleva a imprecisiones en la derivación de un parámetro comparable.

En el documento DE9321638U1 se describe un probador de baterías para la prueba de una batería de almacenamiento electroquímica, que presenta un parámetro dinámico (conductancia o resistencia). El probador de la batería tiene medios para la medición de este parámetro dinámico. Además se mide la tensión en circuito abierto, y el valor del parámetro dinámico medido se corrige tomando como referencia el estado de carga por medio de la adaptación a la tensión en circuito abierto.

En la patente US 5.680.050 se describe 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 de almacenamiento en estado totalmente cargado se multiplica con el valor de corrección y con el consumo de energía de la batería y se sustrae de la capacidad disponible de descarga para la determinación de una capacidad de reserva disponible.

El procedimiento y los dispositivos descritos anteriormente sirven para la determinación de parámetros eléctricos actuales de una batería de almacenamiento por lo que se refiere a la conductancia o a la resistencia interna. Con la ayuda de los procedimientos también se pueden determinar parcialmente capacidades de descarga extraíbles de una batería de almacenamiento dependiendo de la corriente de carga. Para ello se ha de conocer, sin embargo, la capacidad de la batería de almacenamiento completamente cargada.

En el documento DE69131276T2 se describe además un aparato de prueba electrónico para la valoración de la capacidad de energía porcentual de una batería de almacenamiento o de un elemento de batería. En este caso se determina la conductancia dinámica, y se pone a una conductancia de referencia que se corresponde con la conductancia de un elemento o de la batería de almacenamiento con una capacidad del 100%. Con el procedimiento, sin embargo, no se puede determinar toda la capacidad de una batería de almacenamiento completamente cargada, y no se puede constatar si se ha producido una variación de capacidad por medio del envejecimiento de la batería de almacenamiento o por medio de una descarga condicionada por el funcionamiento. Además, a partir de la evolución temporal de los valores de medición a lo largo de un periodo de tiempo prolongado no se puede obtener ninguna información sobre el estado de desgaste de la batería de almacenamiento. Como medida para el desgaste de la batería, la conductancia dinámica ofrece una información únicamente limitada.

El documento US2002/0030495A1 da a conocer un procedimiento para la prueba de acumuladores de plomo por medio de la admisión de pulsos de corriente. La respuesta de tensión se evalúa para la determinación de la capacidad nominal.

La patente US 4.947.124 da a conocer un procedimiento para la determinación del estado de carga de una batería de almacenamiento que se admite con pulsos de corriente rectangulares. Se mide la corriente antes de la finalización del pulso de corriente. A continuación se realiza una admisión con un pulso de corriente mayor. Poco después del comienzo y al final del mayor pulso de corriente se vuelve a medir la tensión. Además, en las siguientes fases de reposo se mide la tensión en dos puntos. A partir de las mediciones se determinan las resistencias internas y se calcula las resistencias diferencia a partir de la diferencia de las resistencias medidas.

El objetivo de la invención es crear un procedimiento para la determinación de la cantidad de carga Q_{Rest} que todavía se puede extraer de una batería de almacenamiento cuando esta batería de almacenamiento ya no está en estado nuevo.

El objetivo se consigue, según la invención, mediante el procedimiento con las características de la reivindicación 1 y mediante la batería de almacenamiento con las características de la reivindicación 33. Las formas de realización ventajosas están descritas en las reivindicaciones subordinadas.

A diferencia de los procedimientos conocidos se propone calcular la cantidad de carga que todavía se puede extraer de una batería de almacenamiento a partir de un parámetro de resistencia diferencia a partir de una respuesta de tensión a al menos un pulso de corriente continua y no a partir de la resistencia interna, como se describe, por ejemplo, en la patente US 5.721.688.

La determinación del parámetro de resistencia diferencia tampoco se realiza sobre la base de una conductancia dinámica, sino a partir de la evaluación de la evolución temporal de la respuesta de tensión, habiéndose de evaluar únicamente puntos característicos de la respuesta de señal, y no toda la evolución.

Con el presente procedimiento es posible obtener ahora de un modo sencillo por medio de la aplicación de una pequeña carga invertida por medio de pulsos de corriente continua una información sobre la capacidad de almacenamiento de la batería de almacenamiento, y con ello, sobre la cantidad de carga que se puede extraer.

Las parejas de valores de tensión/corriente usadas para el cálculo del parámetro de resistencia diferencia RD son tomadas preferentemente en un primer instante temporal t_1, que está en la fase de reposo de la batería de almacenamiento, así como, al menos, en un instante temporal t_2 posterior en la fase de la respuesta de tensión marcada por medio de la polarización de la batería de almacenamiento. Se ha reconocido que por medio de la puesta en relación de las parejas de valores de tensión/corriente en las dos fases, la fase de reposo y la fase de polarización, se puede determinar un parámetro de resistencia diferencia RD que es una medida para la cantidad de carga que todavía se puede extraer.

En este caso, el primer instante temporal t_1 está preferentemente por delante de un pulso de corriente de un flanco de pulso de corriente delantero, y el segundo instante temporal t_2 está después de un flanco de pulso de corriente delantero del pulso de corriente que se extingue.

La cantidad de corriente que se puede extraer se obtiene, con ello, no sólo a partir de un cociente de diferencias, sino a partir de un gran número de cocientes de diferencias, que se realizan, por ejemplo, por medio de la premediación de las cantidades de los cocientes de diferencias en el parámetro de resistencia diferencia RD. La premediación se puede realizar, por ejemplo, de modo lineal.

A partir del parámetro de resistencia diferencia RD se puede derivar además, de modo ventajoso, la reducción de la capacidad de almacenamiento de la batería de almacenamiento.

El parámetro de resistencia diferencia RD se determina preferentemente sólo a partir de las parejas de valores de tensión/corriente, que han sido medidas en un estado de carga comparable y/o a una temperatura comparable de la batería de almacenamiento.

Además representa una ventaja el hecho de determinar la cantidad de carga que se puede extraer dependiendo de un grado de descarga actual DoD de la batería de almacenamiento.

Bajo las condiciones de contorno técnicas que permiten un pulso de corriente en la dirección de carga se ha preferir la admisión de la batería de almacenamiento con una secuencia de pulsos de corriente, cambiado de modo alternante la dirección de la corriente. En caso de que esto no sea posible, entonces se realiza la determinación de la cantidad de carga que todavía ha de ser extraída preferentemente por medio de uno o varios pulsos de corriente en la dirección de descarga.

El valor de los valores de corriente para el pulso de corriente aplicado es, preferentemente, menor que la corriente de 10 horas de la batería de almacenamiento analizada, preferentemente, sin embargo, menor que la corriente de 50 horas, prefiriéndose aún más menor que la corriente de 200 horas de la batería de almacenamiento.

Entre dos mediciones de dos parejas de valores de tensión/corriente se ha de realizar además una variación de la corriente cuyo valor es mayor que el valor de 5000 horas de la corriente de la batería de almacenamiento, preferentemente, sin embargo, mayor que el valor de 1000 horas de la corriente, y preferentemente mayor que el valor de 200 horas de la corriente de la batería de almacenamiento.

Para el cálculo del parámetro de resistencia diferencia RD se ha hecho uso, además, preferentemente, de sólo aquellas parejas de valores de tensión/corriente cuya primera pareja de tensión/corriente haya sido medida durante un máximo de 10 segundos, preferentemente, sin embargo, como máximo 1 segundo justo antes de una variación de la corriente del pulso de corriente aplicado.

Además es ventajoso, para el cálculo del parámetro de resistencia diferencia RD, hacer uso únicamente de aquellas parejas de valores de tensión/corriente para la conformación de los cocientes de diferencias cuya segunda pareja de valores de tensión/corriente se mida en primer lugar cuando la integral temporal sobre la corriente que fluye comenzando en el punto temporal de la variación de la corriente ΔI después de la medición de la primera pareja de valores de tensión/corriente hasta el instante temporal de la medición de la segunda pareja de valores de tensión/corriente tenga un valor de al menos 0,01 mAs, preferentemente de 0,1 mAs, y en particular, preferentemente de sólo 1 mAs por una hora Amperio Ah de capacidad de almacenamiento de la batería de almacenamiento. Los valores de la integral temporal se eligen preferentemente dependiendo de la temperatura de la batería de almacenamiento de tal manera que en el caso de temperaturas superiores se determinen mayores valores de la integral temporal, y que en el caso de temperaturas más bajas se determinen valores menores de la integral temporal.

El perfil de corriente en el que se basan las respuestas de tensión para el cálculo de un parámetro de resistencia diferencia RD debería ser aproximadamente comparable. En particular, deberían ser aproximadamente iguales las tasas de variación de la corriente de la variación de la corriente entre todas las parejas de valores de tensión/corriente, las duraciones temporales entre la primera pareja de valores de tensión/corriente hasta la variación de la corriente y las duraciones temporales entre la variaciones de la corriente y la segunda pareja de valores de tensión/corriente correspondiente.

El perfil de corriente se aplica en este caso a la batería de almacenamiento por medio de una unidad de conmutación eléctrica (activa o pasiva).

Adicionalmente es ventajoso comparar el parámetro de resistencia diferencia RD o la cantidad de carga Q_{Rest} que se puede extraer con un valor umbral, y mostrar cuando se sobrepasa el valor umbral, la relación respecto al valor umbral, o la desviación del valor umbral. El valor umbral se puede escoger en este caso, por ejemplo, dependiente de la temperatura del almacenamiento de energía.

Adicionalmente representa una desventaja el hecho de unir la cantidad de carga Q_{Rest} calculada que se puede extraer con una determinación del grado de descarga DoD actual o del estado de carga SoC actual de la batería de almacenamiento, y a partir de esta unión determinar la capacidad de almacenamiento actual de la batería de almacenamiento. Esta capacidad de almacenamiento actual se puede mostrar o se puede usar para una evaluación posterior.

Además, la cantidad de carga Q_{Rest} calculada que se puede extraer se puede unir con una determinación del grado de descarga DoD actual o del estado de carga SoC actual, para determinar la cantidad de carga que se puede cargar en el almacenamiento de energía, que igualmente se puede mostrar o se puede usar para una evaluación posterior.

La capacidad de almacenamiento total actual se puede unir adicionalmente con la capacidad de almacenamiento en el estado nuevo o con el valor nominal de la capacidad de almacenamiento, para a partir de ello determinar un parámetro de desgaste que expresa la reducción de la capacidad de almacenamiento de la batería de almacenamiento. Este parámetro de desgaste se puede mostrar o se puede usar para el cálculo posterior. Preferentemente, el parámetro de desgaste se compara con un valor umbral, y dependiendo de esta comparación se lleva a cabo una indicación referida al reemplazo requerido, o un mantenimiento requerido del almacenamiento de energía.

El procedimiento descrito se puede unir además con otros procedimientos para la determinación del estado de la batería de almacenamiento, preferentemente con procedimientos que determinan el estado de carga y/o la capacidad. Igualmente se puede realizar una unión con otros procedimientos para la determinación del desgaste de la batería de almacenamiento, teniendo en cuenta los procedimientos otros efectos que contribuyen al desgaste de baterías de almacenamiento.

Para la predicción de estados de la batería de almacenamiento es ventajoso, además, derivar a partir de los valores de estado determinados, en particular de la cantidad de energía que se puede extraer, predicciones sobre el comportamiento de la batería de almacenamiento en otro estado diferente al estado de funcionamiento actual.

El procedimiento está especialmente indicado para acumuladores de plomo como baterías de almacenamiento.

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

Figura 1 - Diagrama de un perfil de corriente en forma de pulso con una respuesta de tensión para la determinación de la cantidad de carga que se puede extraer;

Figura 2 - Diagrama con un pulso de corriente seleccionado y una respuesta de tensión con los valores de corriente y de tensión usados para el cálculo de un cociente de diferencias;

Figura 3 - Diagrama del parámetro de resistencia diferencia RD en función de la capacidad extraída de una batería de almacenamiento nueva con diferentes duraciones de impulso;

Figura 4 - Diagrama de parámetros de resistencia diferencia RD en función de la capacidad extraída para baterías de almacenamiento de diferentes capacidades a partir de diferentes grados de envejecimiento;

Figura 5 - Diagrama de un pulso doble galvanostático con respuesta de tensión correspondiente para la determinación del parámetro de resistencia diferencia RD;

Figura 6 - Diagrama de parámetros de resistencia diferencia RD dependiendo de la capacidad extraída en baterías de almacenamiento de diferentes capacidades a partir de diferentes grados de envejecimiento con t = 10 s;

Figura 7 - Diagrama de parámetros de resistencia diferencia RD dependiendo de la capacidad extraída en baterías de almacenamiento de diferentes capacidades a partir de diferentes grados de envejecimiento con t = 10 s;

Figura 8 - Diagrama de parámetros de resistencia diferencia RD dependiendo de la capacidad extraída en baterías de almacenamiento de diferentes estados de envejecimiento con diferente capacidad que todavía puede ser extraída con t = 30 s.

La Figura 1 deja reconocer un diagrama de un perfil de corriente I(t) en forma de pulso a lo largo del tiempo t, que se aplica en una batería de almacenamiento. El perfil de corriente I(t) está formado por pulsos de corriente I de dirección de corriente alternante. La intensidad de la corriente I aplicada aumenta en este caso por pulso de corriente.

En primer lugar, la batería de almacenamiento se encuentra en el estado de reposo. A continuación, para la determinación de la cantidad de carga Q_{Rest} que se puede extraer se aplica el siguiente perfil de corriente con 5 secuencias de pulsos de corriente A, B, C, D y E, de la siguiente manera:

Pulso de corriente A1: T = 18 s, I = ± 20 mA;

Pulso de corriente A2: T = 1800 s, I = 0 mA;

Pulso de corriente A3: T = 18 s, I = - 20 mA;

Pulso de corriente A4: T = 1800 s, I = 0 mA;

Pulso de corriente B1:	T = 18 s, I = + 40 mA;
Pulso de corriente B2:	T = 1800 s, I = 0 mA;
Pulso de corriente B3:	T = 18 s, I = - 40 mA;
Pulso de corriente B4:	T = 1800 s, I = 0 mA;
Pulso de corriente C1:	T = 18 s, I = ± 80 mA;
Pulso de corriente C2:	T = 1800 s, I = 0 mA;
Pulso de corriente C3:	T = 18 s, I = - 80 mA;
Pulso de corriente C4:	T = 1800 s, I = 0 mA;
Pulso de corriente D1:	T = 18 s, I = ± 150 mA;
Pulso de corriente D2:	T = 1800 s, I = 0 mA;
Pulso de corriente D3:	T = 18 s, I = - 150 mA;
Pulso de corriente D4:	T = 1800 s, I = 0 mA;
Pulso de corriente E1:	T = 18 s, I = + 250 mA;
Pulso de corriente E2:	T = 1800 s, I = 0 mA;
Pulso de corriente E3:	T = 18 s, I = - 250 mA;
Pulso de corriente E4:	T = 1800 s, I = 0 mA;

A las corrientes I aplicadas sucede respectivamente una respuesta de tensión, que está caracterizada por medio de un salto de tensión ΔU pronunciado y una fase de extinción a continuación.

La Figura 2 deja reconocer una sección del diagrama de la Figura 1, en el que la fase está caracterizada con la subida pronunciada de tensión y de corriente en el instante temporal de aproximadamente t = 12.730 s hasta aproximadamente 12.732 s por medio de la resistencia óhmica de la batería de almacenamiento. Otros efectos de polarización todavía no tienen efecto allí. La siguiente fase de la respuesta de tensión, por el contrario, está caracterizada por medio de los efectos de polarización de la batería de almacenamiento en la que el pulso de tensión U cae más lentamente (pulso de corriente negativo) o aumenta (pulso de tensión positivo). A partir de la curva de corriente y de tensión se determinan al menos dos parejas de valores de tensión/corriente U_i, I_i, estando un primer estado temporal t_1 (~12.730 s) directamente antes del flanco de subida de la respuesta de tensión o bien del pulso de corriente. Un segundo instante temporal t_2 (~12.748 s) se encuentra aproximadamente al final del pulso de corriente, es decir, poco antes del flanco de corriente y de tensión que cae. A partir de las dos parejas de valores de tensión/corriente U_i, I_i en el instante t_1 y t_2 se calcula una tensión diferencia y una corriente diferencia según la fórmula

$$\Delta U = (U_i - U_j) = (U_1 - U_2)$$

$$\Delta I = (I_i - I_j) = (I_1 - I_2)$$

A partir de la diferencia de tensión ΔU y de la corriente diferencia ΔI se calcula el parámetro de resistencia diferencia RD = ΔU/ΔI.

Este parámetro de resistencia diferencia RD es un valor característico de una batería de almacenamiento que depende de la cantidad de carga Q_{Rest} actual que todavía se puede extraer de la batería de almacenamiento. Se ha mostrado que el parámetro de resistencia diferencia RD aumenta considerablemente cuando la cantidad de carga Q_{Rest} que se puede extraer actualmente en la batería de almacenamiento pasa por debajo de un cierto valor umbral. La subida del parámetro de resistencia diferencia RD se puede usar entonces para la posterior evaluación y/o para la iniciación de una acción.

A continuación se describe un examen de diferentes acumuladores de plomo que están formados por una placa positiva y dos placas negativas. En este caso se han examinado placas positivas que han sido sometidas a diferentes tratamientos previos, que han llevado a una reducción de la capacidad de almacenamiento de la placa positiva correspondiente.

Elemento número	Capacidad en Ah	Tratamiento previo
2	13,70	Ninguno (elemento nuevo)
4	7,13	Ciclos con un 50% de profundidad de descarga
7	4,90	Ciclos con un 17,5% de profundidad de descarga

Las pruebas están descritas en: "Lastenheft für PKW-Starterbatterien" de la unión de la industria alemana del automóvil (VDA), con revisión en 12/01/1997.

Con una cantidad de carga Q_{Rest} que se puede extraer por debajo de 4 Ah, los electrodos positivos examinados presentan un parámetro de resistencia diferencia RD muy similar, que depende sólo reducidamente del estado de envejecimiento del electrodo positivo examinado, y que, con ello, se puede usar para la determinación de la cantidad de carga Q_{Rest} que todavía se puede extraer del electrodo positivo.

El parámetro de resistencia diferencia RD, con una cantidad de carga Q_{Rest} que se puede extraer de aproximadamente 3 Ah tiene un valor de aproximadamente 70 mΩ. En el caso de un electrodo positivo nuevo (elemento 2), aproximadamente 74 mΩ, con un electrodo positivo admitido con 120 ciclos (elemento 4) aproximadamente 77 mΩ, y con un electrodo positivo envejecido según AK 3.4 (elemento 7) aproximadamente 78 mΩ.

La Figura 3 muestra la relación entre el parámetro de resistencia diferencia RD y la capacidad de un electrodo positivo nuevo dependiendo de la duración del pulso. En este caso, para la determinación del parámetro de resistencia diferencia RD se usa no el valor de tensión U_2 en el extremo del pulso de corriente, sino el valor de tensión U después de diferentes tiempos después de la conexión del pulso de corriente I. Se pone de manifiesto que el parámetro de resistencia diferencia RD, con ello, también depende de la duración del pulso t. De este modo, el parámetro de resistencia diferencia RD aumenta más cuanto mayor es la duración temporal.

La Figura 4 muestra la relación entre el parámetro resistencia diferencia RD y la capacidad extraída de un electrodo positivo nuevo. De nuevo se puede reconocer un aumento claro del parámetro de resistencia diferencia RD al final de la descarga. A pesar de ello, el elemento de la batería de almacenamiento con un electrodo positivo nuevo presenta en su conjunto un parámetro de resistencia diferencia RD menor que los elementos con electrodo positivo envejecido.

La Figura 5 muestra un pulso doble galvanostático para la determinación del parámetro de resistencia diferencia. En lugar del gran número descrito anteriormente de pulsos de corriente individuales de dirección de corriente alternante, también se puede emplear un pulso doble galvánico sin cambio de la dirección de corriente para determinar el parámetro de resistencia diferencia.

La Figura 6 muestra la dependencia del parámetro de resistencia diferencia RD respecto a la capacidad extraída de los elementos examinados de la batería de almacenamiento, habiéndose medido el segundo valor U_2 10 segundos después de la aplicación del pulso de corriente.

En comparación con esto, la Figura 7 muestra la dependencia del parámetro de resistencia diferencia RD respecto a la capacidad que se puede extraer, habiéndose determinado el segundo valor de tensión U_2 1000 segundos después de la aplicación del pulso de corriente.

Se pone de manifiesto que la curva de parámetros de resistencia diferencia con t_2 = 10 s discurre con una pendiente mayor que en t_2 = 1000 s. La cantidad de carga que todavía se puede extraer en la batería de almacenamiento se puede determinar, con ello, para t_2 = 10 s de un modo más fiable que en el caso de grandes distancias temporales.

La aplicación el perfil de corriente I(t) se realiza preferentemente por medio de un aparato de mando electrónico, habiendo de tener el perfil de corriente I(t) en su mayor parte flancos rectangulares. La aplicación del perfil de corriente se ha de realizar en fases de funcionamiento en las que la batería de almacenamiento no esté cargada por medio de otros componentes, o sólo esté cargada eléctricamente ligeramente. Para baterías de arranque empleadas en automóviles se ha de realizar la medición, preferentemente, en la fase de de parada, en la que la tensión de corriente de reposo en la dirección de descarga está en el intervalo que va aproximadamente de 10 a 100 mA.

La aplicación de la corriente se puede realizar por medio del mismo aparato de mando. Sin embargo, también se puede realizar un control de los consumidores de corriente o de las fuentes de corriente de tal manera que se produzca para la batería de almacenamiento el perfil de corriente deseado. Alternativamente también se puede usar otro almacenamiento de energía como consumidor de corriente o fuente de corriente, en el que el pulso de corriente continua se acopla por medio de un convertidor DC/DC.

La Figura 8 muestra la relación de parámetros de resistencia diferencia RD para baterías de arranque de diferentes estados de envejecimiento con diferentes capacidades que todavía se pueden extraer de 110%, 54% y 43%.

Los parámetros de resistencia diferencia RD se han calculado con parejas de valores de tensión/corriente, en los que el segundo valor de tensión U_2 se ha medido 30 segundos después de la aplicación del pulso de corriente.

Se puede reconocer que existe una dependencia entre el parámetro de resistencia diferencia RD y la capacidad que todavía se puede extraer. Esto significa que el parámetro de resistencia diferencia RD es una medida para la cantidad de carga Q_{Rest} que todavía se puede extraer de una batería bajo condiciones nominales.

Para conseguir un parámetro de resistencia diferencia RD evaluable de modo fiable, se mide preferentemente en varias parejas de valores de tensión/corriente en varios pulsos de corriente, y a partir de aquí se conforman, respectivamente, cocientes de diferencias

$$\left(\frac{\Delta U}{\Delta I}\right)_{ij} = \frac{\Delta U_{ij}}{\Delta I_{ij}} .$$

A partir de la cantidad de los cocientes de diferencia RD se conforma entonces el parámetro de resistencia diferencia RD, por ejemplo por medio de procedimientos de premediación adecuados, como regresión lineal.

Los cocientes diferencia se pueden adaptar en este caso dependiendo de la temperatura T de la batería de almacenamiento.

Documentos indicados en la descripción

Esta lista de documentos indicados por el solicitante se ha incluido exclusivamente a efectos de información del lector y no es una parte constituyente del documento de patente europeo. Se ha realizado con el mayor cuidado; sin embargo, la OPE no asume ningún tipo de responsabilidad por posibles errores u omisiones.

Documentos de patente indicados en la descripción

- US 5721688 A [0010] [0020]
- US 5572136 A [0011]
- DE 9321638 U1 [0012]
- US 5680050 A [0013].
- DE 69131276 T2 [0015]
- US 20020030495 A1 [0016]
- US 4947124 A [0017]

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de la cantidad de carga (Q_{Rest}) que todavía se puede extraer de una batería de almacenamiento con los pasos:

- Medición de valores de corriente (I_i) y valores de tensión (U_i) en al menos dos instantes temporales (t_l) de una respuesta de tensión de la batería de almacenamiento en uno o varios pulsos de corriente, obteniéndose por instante temporal (t_l) una pareja de valores de tensión/corriente (U_i, I_i);

caracterizado por los siguientes pasos:

- para una secuencia de pulsos de corriente, respectivamente, conformación de las diferencias de corriente ($\Delta I_{ij} = I_i - I_j$) de dos valores de corriente (I_i) y de las diferencias de tensión ($\Delta U_{ij} = U_i - U_j$) de dos valores de tensión, respectivamente (ΔU_i),

- cálculo de una cantidad de cocientes diferencia ($(\Delta U/\Delta I)_{ij}$), respectivamente, como cociente de una diferencia de tensión y de la diferencia de corriente asignada ($(\Delta U/\Delta I)_{ij} = \Delta U_{ij}/\Delta I_{ij}$),

- conformación del parámetro de resistencia diferencia (RD) a partir de la cantidad de los cocientes de diferencias

$$\left(\left(\frac{\Delta U}{\Delta I}\right)_{ij}\right), \text{ y}$$

- determinación de la cantidad de carga (Q_{Rest}) que se puede extraer todavía de la batería de almacenamiento a partir del parámetro de resistencia diferencia (RD) por medio de una función prefijada o una tabla de valores almacenada para la definición de la relación entre las cantidades de carga (Q_{Rest}) y los parámetros de resistencia diferencia (RD).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por el cálculo del parámetro de resistencia diferencia (RD) mediante el promedio de las cantidades de los cocientes de diferencias ($(\Delta U/\Delta I)_{ij}$).

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** por la premediación mediante premediación lineal.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque al menos un primer instante temporal (t_1) está en una fase de reposo en la que la respuesta de tensión no está **caracterizada** por polarización y al menos un segundo instante temporal (t_2) está en una fase de polarización en la que la respuesta de tensión está **caracterizada** por la polarización.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque se elige el primer instante temporal (t_1) antes de un pulso de corriente con un flanco de pulso de corriente ascendente y un flanco de pulso de corriente descendiente más tarde, y el segundo instante temporal (t_2) después del flanco del pulso de corriente ascendente del pulso de corriente.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el parámetro de resistencia diferencia (RD) se determina sólo a partir de las parejas de tensión corriente (U_i, I_i) que se miden en un estado de carga comparable y/o a una temperatura (T) comparable de la batería de almacenamiento.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por la medición de la temperatura (T) de la batería de almacenamiento y por la determinación de la cantidad de carga (Q_{Rest}) que se puede extraer dependiendo de la temperatura (T).

8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** por la normalización de los cocientes de las diferencias ($(\Delta U/\Delta I)_{ij}$) sobre una temperatura base (T_B).

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por la admisión de la batería de almacenamiento con una secuencia de pulsos de corriente, cambiando la dirección de corriente de los pulsos de corriente de modo alternante.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el valor de los valores de corriente (I_i) es menor que la corriente de 10 horas de la batería de almacenamiento.

11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado** porque el valor de los valores de corriente (I_i) es menor que la corriente de 50 horas de la batería de almacenamiento.

12. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado** porque el valor de los valores de corriente (I_i) es menor que la corriente de 200 horas de la batería de almacenamiento.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque entre dos mediciones de dos parejas de tensión/corriente (U_i, I_i) se realiza una variación de corriente (ΔI), siendo el valor de la variación de corriente (ΔI) mayor que el valor de 5000 horas de la corriente de la batería de almacenamiento.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado** porque el valor de la variación de tensión (ΔI) es mayor que el valor de 1000 horas de la corriente de la batería de almacenamiento.

15. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado** porque el valor de la variación de corriente (ΔI) es mayor que el valor de 200 horas de la corriente de la batería de almacenamiento.

16. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque la variación de corriente (ΔI) se realiza con una tasa de variación de la corriente $\left(\frac{\Delta U}{\Delta I}\right)_{ij}$ que en su valor es mayor que la corriente de 5000 horas de la batería de almacenamiento por segundo.

17. Procedimiento según la reivindicación 16, **caracterizado** porque la tasa de variación de la corriente $\left(\frac{\Delta U}{\Delta I}\right)_{ij}$ es mayor que la corriente de 1000 horas por segundo.

18. Procedimiento según la reivindicación 16, **caracterizado** porque la tasa de variación de la corriente $\left(\frac{\Delta U}{\Delta I}\right)_{ij}$ es mayor que la corriente de 200 horas por segundo.

19. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4-5, **caracterizado** porque la primera pareja de valores de tensión/corriente (U_1, I1) se mide en el primer instante temporal (t_1) un máximo de 10 segundos, preferentemente un máximo de 1 segundo, y en particular, preferentemente, un máximo de 0,1 segundos justo antes de una variación de la corriente (ΔI).

20. Procedimiento según la reivindicación 19, **caracterizado** porque la segunda pareja de valores de tensión/corriente (U_2, I_2) se mide en el segundo instante temporal (t_2) no antes de 0,1 segundos, preferentemente no antes de 1 segundo, y en particular, preferentemente no antes de 10 segundos después de la variación de la corriente (ΔI).

21. Procedimiento según la reivindicación 20, **caracterizado** porque las distancias temporales entre la variación de la corriente (ΔI) y la medición de la segunda pareja de tensión/corriente (U_2, I_2) en el segundo instante temporal (t_2) dependen de la temperatura, siendo la distancia temporal a altas temperaturas (T) mayor que en el caso de temperaturas (T) más bajas.

22. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el parámetro de resistencia diferencia (RD) se determina ahora a partir de dos parejas de valores de tensión/corriente (U_1, I1 y U_2, I_2) medidas en dos instantes temporales (t_1, t_2), en las que la segunda pareja de valores de tensión/corriente (U_2, I_2) se ha medido en primer lugar cuando la integral temporal sobre la corriente (I) que fluye comenzando en el instante temporal de una variación de corriente (ΔI) después de la medición de la primera pareja de valores de tensión/corriente (U_1, I1) hasta el segundo instante temporal (t_2) de la medición de la segunda pareja de valores de tensión/corriente (U_2, I_2) tiene al menos un valor de 0,01 mAs, preferentemente de 0,1 mAs, y en particular, preferentemente de al menos 1 mAs por una hora amperio de capacidad de almacenamiento de la batería de almacenamiento.

23. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque se usa un perfil de corriente aproximadamente unitario del pulso de corriente usado para la determinación del parámetro de resistencia diferencia (RD), determinándose el perfil de corriente a partir de las tasas de variación de la corriente $\left(\frac{\Delta U}{\Delta t}\right)$ de la variación de la corriente entre las parejas de valores de tensión/corriente usadas para la determinación (U_i, I_i y U_j, Ij), la duración temporal entre la primera pareja de valores de tensión/corriente (U_i) hasta la variación de la corriente (ΔI) y la duración temporal entre la variación de la corriente (ΔI) y la segunda pareja de valores de tensión/corriente (U_2, I_2).

24. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque los pulsos de corriente de la batería de almacenamiento se aplican por medio de una unidad de conmutación eléctrica.

25. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por la comparación del parámetro de resistencia diferencia (RD) o de la cantidad de carga (Q_{Rest}) que se puede extraer con un valor umbral, y la entrega de una transgresión del valor umbral, de la relación del parámetro de resistencia diferencia (RD) o de la cantidad de carga (Q_{Rest}) que se puede extraer respecto al valor umbral y/o a la desviación del parámetro de resistencia diferencia (RD) o de la cantidad de carga (Q_{Rest}) que se puede extraer respecto al valor umbral.

26. Procedimiento según la reivindicación 25, **caracterizado** porque el valor umbral se define dependiendo de la temperatura (T) de la batería de almacenamiento.

27. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por la determinación de toda la capacidad de almacenamiento actual de la batería de almacenamiento y/o de la cantidad de carga que se puede cargar en la batería de almacenamiento por medio de la correlación de la cantidad de carga (Q_{Rest}) que se puede extraer calculada con el grado de descarga (DoD) actual y/o con el estado de carga (SoC) actual.

28. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por la determinación de un parámetro de desgaste para la descripción de la reducción de la capacidad de almacenamiento de la batería de almacenamiento por medio de la correlación de la capacidad de almacenamiento actual total determinada de la batería de almacenamiento con la capacidad de almacenamiento de la batería de almacenamiento en estado nuevo o con el valor nominal de la capacidad de almacenamiento de la batería de almacenamiento en estado nuevo.

29. Procedimiento según la reivindicación 28, **caracterizado** por la comparación del parámetro de desgaste con un valor umbral y por la entrega de una indicación de mantenimiento dependiendo de la comparación.

30. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque la batería de almacenamiento es un acumulador de plomo.

31. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por la unión de los resultados del cálculo con otros parámetros de estado de la batería de almacenamiento, por ejemplo con el estado de carga y/o con la capacidad de la batería de almacenamiento y/o de parámetros para efectos que contribuyen al desgaste de una batería de almacenamiento.

32. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por la predicción del comportamiento de la batería de almacenamiento el otro estado de funcionamiento diferente al actual.

33. Batería de almacenamiento con medios de medición y medios de evaluación controlados por procesador para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes.

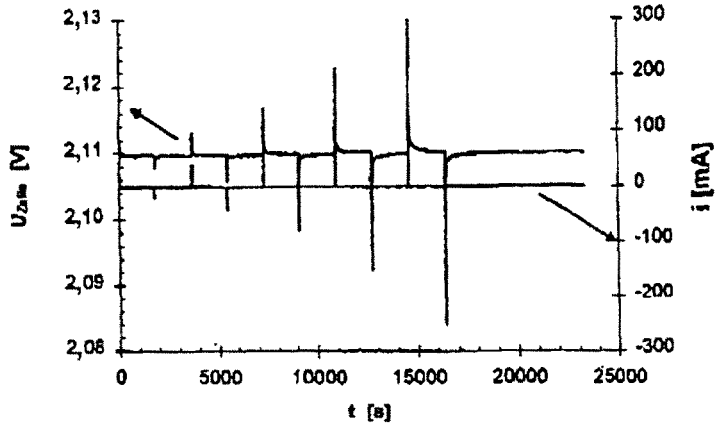


Fig. 1

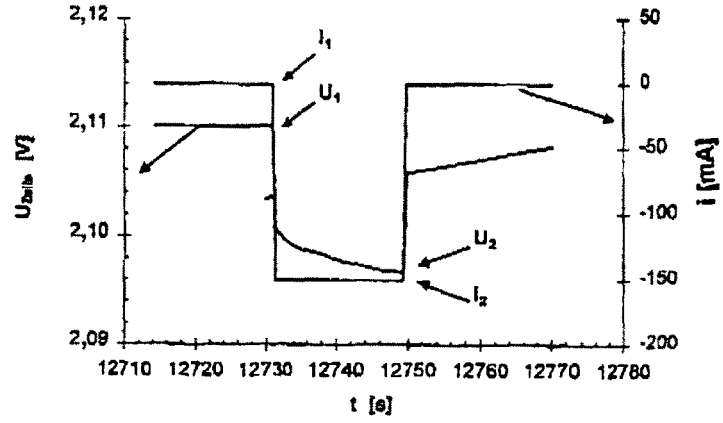


Fig. 2

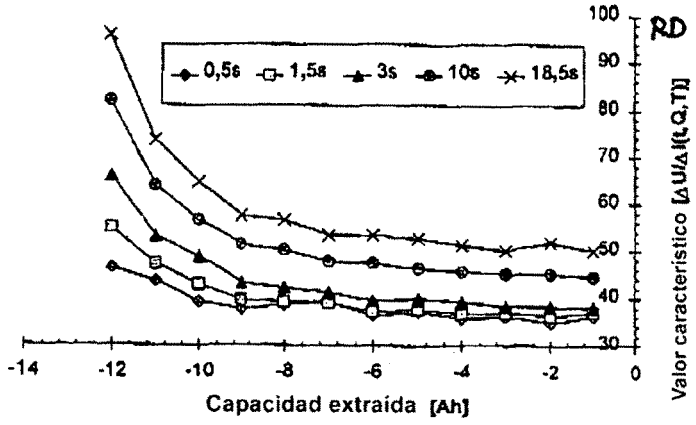


Fig. 3

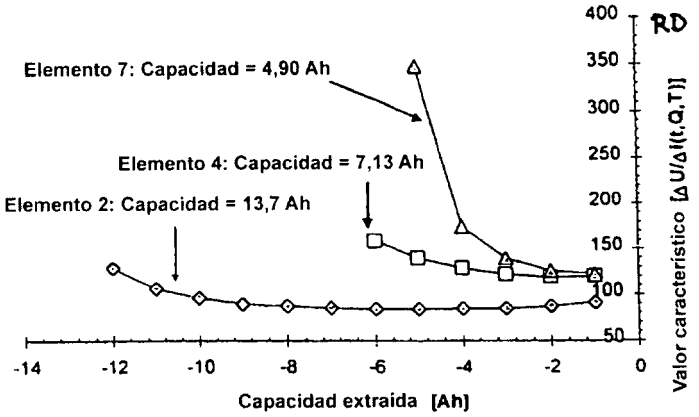


Fig. 4

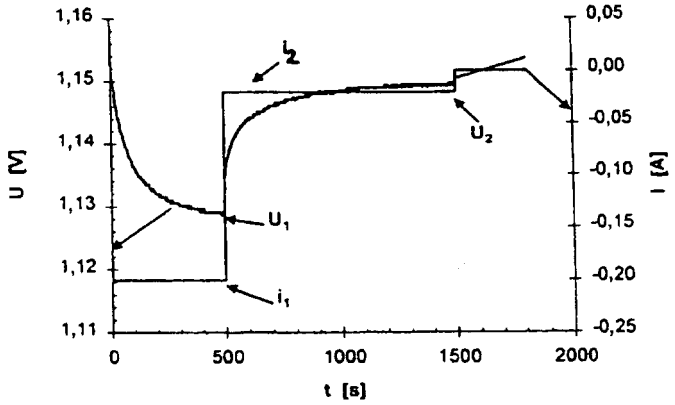


Fig. 5

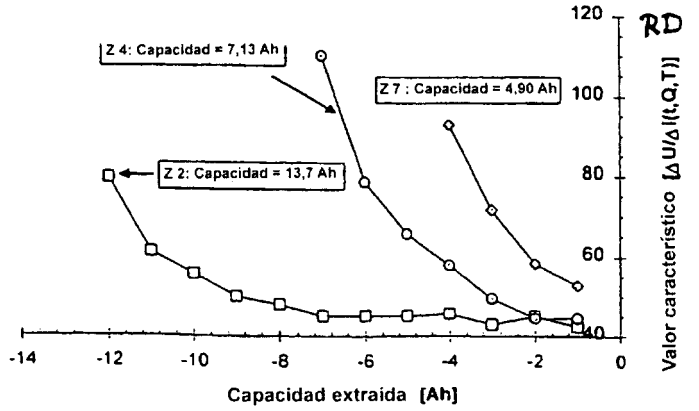


Fig. 6

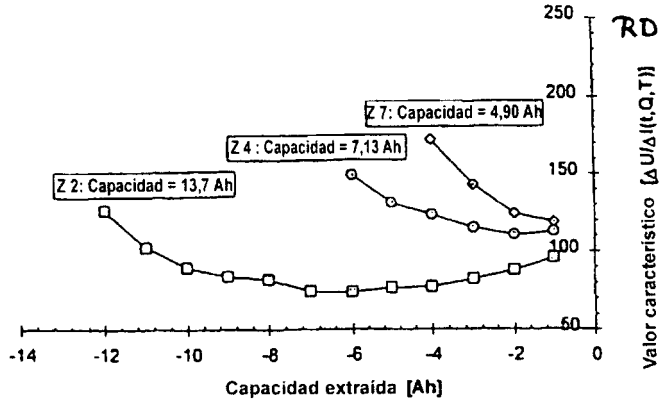

RD
250
200
150
100
50
Z 7: Capacidad = 4,90 Ah
Z 4 : Capacidad = 7,13 Ah
Z 2: Capacidad = 13,7 Ah
-14
-12
-10
-8
-6
-4
-2
0
Capacidad extraída [Ah]
Valor característico [ΔU/Δ I(t,Q,T)]

Fig. 7

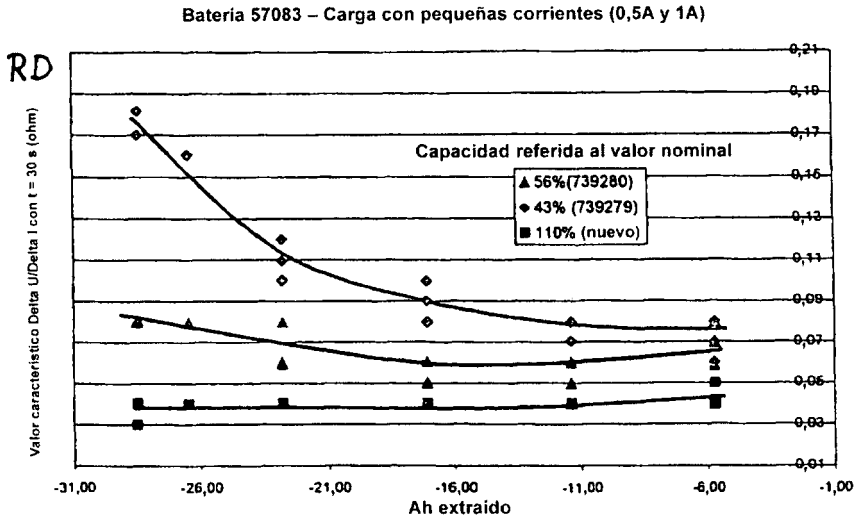

Batería 57083 – Carga con pequeñas corrientes (0,5A y 1A)
RD
Valor característico Delta U/Delta I con t = 30 s (ohm)
Capacidad referida al valor nominal
▲ 56%(739280)
◆ 43% (739279)
■ 110% (nuevo)
0,21
0,19
0,17
0,15
0,13
0,11
0,09
0,07
0,05
0,03
0,01
-31,00
-26,00
-21,00
-16,00
-11,00
-6,00
-1,00
Ah extraído

Fig. 8