



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 286 369**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03020666 .8**

86 Fecha de presentación : **11.09.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1413894**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2004**

54 Título: **Procedimiento para determinar el desgaste de una batería acumuladora y dispositivo de control.**

30 Prioridad: **26.10.2002 DE 102 49 921**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.12.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.12.2007**

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

72 Inventor/es: **Meissner, Eberhard;  
Laig-Hörstebroek, Helmut y  
Tautenhahn, Wilfried**

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

ES 2 286 369 T3

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

# ES 2 286 369 T3

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para determinar el desgaste de una batería acumuladora y dispositivo de control.

5 La invención se refiere a un procedimiento para determinar el desgaste de una batería acumuladora mediante el control del estado de carga de la batería acumuladora.

La invención se refiere además a un dispositivo de control para baterías acumuladoras con una unidad de medición para la medición del estado de carga de magnitudes caracterizadoras del estado de carga de la batería acumuladora.

10 La invención se refiere además a un programa informático representado como producto con códigos de programación para la realización de un procedimiento de este tipo.

15 Con la vida útil creciente de las baterías acumuladoras recargables se produce desgaste especialmente durante la operación de descarga y carga. Además de la operación de descarga y carga, también existen otras condiciones operativas que aceleran el desgaste, especialmente de los acumuladores de energía electroquímicos. Entre éstas se encuentran, por ejemplo, en el caso de acumuladores de plomo, la duración operativa total, es decir, todo el tiempo transcurrido desde la puesta en marcha, incluidos los periodos en los que el acumulador no se ha solicitado eléctricamente.

20 Además, las altas temperaturas pueden intensificar el desgaste durante los periodos sin solicitud eléctrica y el desgaste ocasionado por la operación de descarga y carga cíclica.

25 Para el empleo de las baterías acumuladoras es deseable determinar el desgaste ocasionado por la pérdida de capacidad acumuladora. Sin embargo, a este respecto la complejidad de los procesos que se desarrollan en una batería acumuladora representa un problema que sólo puede describirse difícilmente con métodos científicos.

30 Por ejemplo, del documento DE19540827C2 se conoce un procedimiento empírico para determinar el estado de envejecimiento de una batería acumuladora, en el que se determina previamente un campo característico del envejecimiento de la batería específico de la batería. Mediante el registro de valores instantáneos de las magnitudes de influencia del envejecimiento de la batería, en el caso de la batería acumuladora controlada, se determina, un valor de envejecimiento de la batería con ayuda del campo característico.

35 Del documento DE3901680C3 se conoce un procedimiento para controlar la capacidad de arranque en frío de una batería de arranque en la que, con el motor de combustión interna en marcha, se observa constantemente la tensión de carga y se controla si se superan o no se alcanzan valores límite predeterminados. De esta manera se detecta un defecto de la dínamo. Además, se observa y se valora el desarrollo temporal de la caída de tensión en los bornes de conexión del estárter eléctrico durante el proceso de inicio. Sin embargo, en este caso no puede encontrarse ninguna afirmación acerca de la capacidad acumuladora disponible de la batería acumuladora.

40 En el documento DE3808559C2 se da a conocer un procedimiento para controlar el límite de potencia de una batería de arranque, en el que sumando la cantidad de carga alimentada y gastada se elabora un balance de las cantidades de carga. A partir de aquí, en combinación con el control de una tensión límite de los bornes y de la temperatura, se valora el estado de carga de la batería de arranque. Tampoco aquí puede encontrarse ninguna afirmación acerca de la capacidad acumuladora máxima restante del acumulador de energía.

45 En el documento DE10158029A1 se describe un procedimiento para calcular un estado de carga dinámico de una batería acumuladora, en el que se tienen en cuenta factores de corrección para diferentes condiciones operativas de corriente, temperatura y estado de carga. Se realizan ciclos de prueba en los que se descarga totalmente la batería acumuladora. Se determina el número de ciclos de prueba y la reducción media de la capacidad por ciclo de descarga y, a partir de esto, se calcula un valor del estado de carga. Mediante la descarga completa se aumenta la capacidad de la batería acumuladora.

50 El documento US5808445 describe un procedimiento para determinar la sobrecarga de una batería mediante el registro de valores de corriente y tensión durante el proceso de recarga.

55 Por tanto, el objetivo de la invención es crear un procedimiento para determinar el desgaste de una batería acumuladora mediante el control del estado de carga de la batería acumuladora, con el que pueda calcularse de forma fiable y con medios sencillos una magnitud de desgaste como medida para la pérdida de capacidad de acumuladora.

El objetivo se alcanza, según la invención, con el procedimiento del tipo genérico, mediante lo siguiente:

- 60
- detección de eventos de descarga total cuando un valor del estado de carga es inferior a un valor de estado de carga mínimo predeterminado para la batería acumuladora,
  - determinación de la duración de las descargas totales detectadas, y
  - 65 - determinación de una magnitud de desgaste caracterizadora del desgaste que está en función del número total de descargas totales detectadas hasta el momento y de su duración total, de manera que la magnitud de desgaste aumenta con un número total creciente y una duración total creciente.

## ES 2 286 369 T3

Se ha detectado que el desgaste de una batería acumuladora depende directamente del número y la duración de los eventos de descarga total acaecidos hasta el momento. Así, una descarga total se presenta cuando, debido a una descarga por un flujo de corriente externo o por descarga espontánea de la batería acumuladora, se presenta un estado de carga que es más bajo que, por ejemplo, el estado de carga más bajo previsto por el fabricante de la batería acumuladora. En caso de una descarga total de este tipo puede producirse un daño adicional que está ocasionado por procesos y reacciones parásitas que no se desarrollan en un intervalo de valores más alto o en el intervalo de valores permitido del estado de carga, o sólo lo hacen con una tasa muy pequeña y despreciablemente reducida para el uso de la batería acumuladora. Sin embargo, en el estado de una descarga total se presentan estas reacciones parásitas o aumenta la tasa de estas reacciones parásitas a una magnitud perturbadora, de modo que se ocasiona un desgaste.

Ahora, con el procedimiento según la invención puede determinarse el desgaste de forma sencilla aprovechando el conocimiento de que el desgaste de una batería acumuladora aumenta con el número de descargas totales, es decir, el número de procesos de descarga en los que se ha estado por debajo del estado de carga más bajo permitido, y con la duración total de todas las descargas totales que se han producido hasta el momento.

Resulta especialmente ventajoso determinar la magnitud de desgaste de tal manera que aumente de forma sobreproporcional con el número total de la descarga total. En este caso se utiliza el conocimiento adicional de que el progreso de un desgaste en ciertas circunstancias tiene lugar de forma progresiva dependiendo del modelo de la batería acumuladora. La determinación del desgaste se basa en este caso en el fenómeno de que una descarga total que se produce conduce a un desgaste tanto más alto, cuanto más descargas totales se hayan producido ya en total. Este efecto intensificador puede explicarse por un deterioro previo de la batería acumuladora debido a eventos de descarga total previos que conducen a una intensificación de las reacciones parásitas.

En una forma de realización del procedimiento se determina la magnitud del desgaste preferiblemente de tal forma que aumenta de forma sobreproporcional con la duración total de las descargas totales. En este caso se aprovecha que para ciertos modelos de baterías acumuladoras el desgaste aumenta con la duración total de las descargas totales, es decir, la suma de la duración de todas las descargas totales que se han presentado. La duración de una descarga total es el intervalo de tiempo durante el cual se producen las reacciones parásitas. A este respecto, se aprovecha el conocimiento de que el desgaste avanza progresivamente en función del modelo de la batería acumuladora, es decir, una prolongación de la duración total de las descargas totales puede conducir a un desgaste tanto mayor cuanto más larga haya sido ya la duración total de las descargas totales. Este efecto intensificador puede explicarse por un deterioro previo ocasionado por periodos de descargas totales anteriores que conducen a una intensificación de las reacciones parásitas.

Preferiblemente, para la suma del número total de descargas totales sólo se valoran los eventos de descargas totales cuya duración supera una duración mínima definida. Por tanto, sólo se tienen en cuenta descargas totales seleccionadas que, debido a su longitud, conducen a un deterioro previo de la batería acumuladora.

A este respecto, la duración mínima definida se determina preferiblemente en función de la temperatura ambiente o la temperatura de la batería. En concreto, se ha mostrado que el efecto de las descargas totales en ciertas circunstancias puede depender de la temperatura.

La duración mínima definida debería estar en el intervalo de aproximadamente 0,1 a 100 horas.

A partir de la magnitud de desgaste determinada de esta manera puede calcularse entonces la pérdida de capacidad acumuladora de la batería acumuladora. Para esto, se determina la pérdida de capacidad acumuladora de forma proporcional a la magnitud de desgaste determinada partiendo de una capacidad acumuladora en un instante temporal definido anterior, preferiblemente la capacidad acumuladora de la batería acumuladora en el estado nuevo.

Sin embargo, en lugar de la pérdida de capacidad acumuladora también puede deducirse de la magnitud de desgaste un cambio de otra magnitud característica.

Preferiblemente, una primera proporción de desgaste dependiente del número total de descargas totales detectadas en relación con la magnitud de desgaste se sitúa, tras una primera descarga total, en el intervalo de valores entre 0,1% y 50%, preferiblemente entre 1% y 20%, de la capacidad acumuladora de la batería acumuladora en un instante temporal definido anterior, preferiblemente el estado nuevo. El valor de la primera proporción de desgaste dependiente del número total es, tras la primera descarga total y a temperaturas ambiente o de la batería de aproximadamente 20°C, preferiblemente de 0,3% a 5%.

Una segunda proporción de desgaste dependiente de la duración total de las descargas totales detectadas en relación con la magnitud de desgaste tiene, tras una duración total de aproximadamente 100 horas, preferiblemente un valor entre 0,1% y 100%, preferiblemente entre 0,1% y 20%, de la capacidad acumuladora de la batería acumuladora en un instante temporal definido anterior, preferiblemente el estado nuevo. A temperaturas ambientales o de la batería de aproximadamente 20°C, el valor de la segunda proporción de desgaste dependiente de la duración total tras una duración total de aproximadamente 100 horas se sitúa preferiblemente en el intervalo de 0,3% y 5%.

Los valores citados se han mostrado adecuados especialmente para acumuladores de plomo.

## ES 2 286 369 T3

En este caso, la magnitud de desgaste se determina preferiblemente a partir de la suma de una primera proporción de desgaste dependiente del número total de las descargas totales y una segunda proporción de desgaste dependiente de la duración total de las descargas totales. A este respecto, la primera proporción de desgaste se calcula a partir de una primera función que se comporta de forma superproporcional respecto al número total. Por el contrario, la segunda proporción de desgaste se calcula a partir de una segunda función que se comporta de forma lineal o superproporcional respecto a la duración total. Por tanto, para determinar la magnitud de desgaste se tienen en cuenta el número total y la duración total de las descargas totales de forma independiente entre sí mediante funciones independientes.

Para la realización del procedimiento está previsto preferiblemente un dispositivo de control para baterías acumuladoras con una unidad de medición para la medición del estado de carga de las magnitudes caracterizadoras de la batería acumuladora. La unidad de control tiene una unidad de valoración preferiblemente programable asistida por ordenador para determinar el estado de carga de la batería acumuladora a partir de las magnitudes medidas y para determinar el desgaste de la batería acumuladora configurada para la realización del procedimiento anteriormente descrito. Esto puede realizarse de forma conocida por el experto mediante programación o uso de circuitos lógicos conocidos por el experto.

Asimismo, el objetivo se alcanza gracias a un programa informático representado como producto con códigos de programación, en el que los códigos de programación están configurados para la realización del procedimiento anteriormente descrito cuando el programa informático se realiza con ayuda de un microprocesador. La representación del algoritmo programado puede realizarse, por ejemplo, en un disquete o como flujo de datos de programación en una red de datos o similar.

A continuación, se explica detalladamente la invención mediante los dibujos adjuntos. Muestra:

La fig. 1 un dibujo esquemático de una batería acumuladora con un dispositivo de control para la medición del estado de carga y la determinación según la invención del desgaste.

La figura 1 permite observar un dibujo esquemático de una batería 1 acumuladora que se controla con un dispositivo 2 de control de forma continua durante toda la vida útil. En este caso, el estado de carga de la batería acumuladora se mide de forma continua con una unidad 3 de medición y se comprueba si se presenta un evento de descarga total. Un evento de descarga total se da cuando el estado de carga está por debajo de un estado de carga mínimo indicado por el fabricante de la batería acumuladora. En especial, se observa la tensión de la batería y se comprueba si la tensión de la batería cae por debajo de una tensión mínima definida para detectar un evento de descarga total.

Entonces, se calcula el número total y la duración total de los eventos de descarga total acaecidos hasta el momento durante la vida útil de la batería acumuladora, y, a partir de esto, se determina la magnitud de desgaste. El desgaste de la batería 1 acumuladora o la magnitud  $Q_V$  de desgaste correspondiente aumenta en este caso con el número  $N$  total creciente de descargas totales detectadas y la duración  $T$  total creciente. En este caso, el cálculo de la magnitud  $Q_V$  de desgaste puede realizarse sumando una primera proporción  $Q_{VN}$  de desgaste y una segunda proporción  $Q_{VT}$  de desgaste, calculándose la primera proporción  $Q_{VN}$  de desgaste a partir de una función  $f(N)$  que depende del número  $N$  total de descargas totales detectadas. La segunda proporción  $Q_{VT}$  de desgaste se calcula a partir de una segunda función  $g(T)$  que depende de la duración total de las descargas totales detectadas. El valor de las funciones  $f(N)$  y  $g(T)$  aumenta preferiblemente con el número  $N$  creciente o la duración  $T$  creciente, es decir,  $d f(N)/d N > 0$  y  $d g(T)/d T > 0$ .

En una forma de realización, la primera proporción  $Q_{VN}$  de desgaste aumenta progresivamente con el número  $N$  de descargas totales creciente. La función  $f(N)$  o su desarrollo según el número  $N$  total contiene al menos un término  $N^x$ , donde  $x > 1$ . La función puede representarse, por ejemplo, como  $f(N) \sim c_1 N^2$ , donde  $c$  es una constante.

No obstante, en el caso del número  $N$  total sólo se valoran los eventos de descarga total cuya duración  $\tau$  supera una duración  $\tau_{\min}$  mínima definida. La duración  $\tau_{\min}$  mínima definida está preferiblemente en el intervalo entre 0,1 y 100 horas. La duración  $\tau_{\min}$  mínima definida debería definirse en función de la temperatura ambiental o la temperatura de la batería y se elige, para una temperatura ambiental de aproximadamente 20°C, preferiblemente entre 10 y 100 horas.

La segunda proporción  $Q_{VT}$  de desgaste en relación con la magnitud  $Q_V$  de desgaste, que depende de la duración  $T$  total de los eventos de descarga total, se calcula preferiblemente mediante una función  $g(T)$  que aumenta de forma lineal o progresiva con la duración  $T$  total de los eventos de descarga total detectados durante la vida útil de la batería acumuladora. Por tanto, la función  $g(T)$ , o su desarrollo según la duración  $T$  total variable, contiene al menos un término  $T^Y$ , donde  $Y \geq 1$ . Se ha mostrado ventajosa una función  $g(T) \sim c_2 \cdot T$ , donde la constante  $C_2$  aumenta de forma lineal con la duración  $T$  total.

La primera y segunda proporción  $Q_{VN}$ ,  $Q_{VT}$  de desgaste deberían calcularse en función de la temperatura de la batería o la temperatura ambiental. A este respecto, resulta ventajoso que la primera y segunda proporción  $Q_{VN}$ ,  $Q_{VT}$  de desgaste se normalicen a una temperatura de referencia, por ejemplo, la temperatura ambiental de 20°C. En caso de esta temperatura de referencia de 20°C, el valor de la primera proporción  $Q_{VN}$  de desgaste tras la primera descarga total debería situarse en el intervalo de 0,3% a 5%. La segunda proporción  $Q_{VT}$  de desgaste, a la temperatura de referencia y tras una duración  $T$  total de 100 horas, debería tener un valor también en el intervalo de 0,3% a 5%.

## ES 2 286 369 T3

La unidad 2 valoración tiene opcionalmente otros medios, especialmente códigos de programación para, a partir de la magnitud de desgaste  $Q_V = Q_{VN} + Q_{VT}$ , determinar la capacidad acumuladora actual o también otras propiedades caracterizadoras de la batería acumuladora que están sometidas al desgaste. Para ello, dado el caso, se multiplica la magnitud  $Q_V$  de desgaste por un factor de la capacidad  $Q_N$  inicial de la batería acumuladora en el estado nuevo

5

$$Q_{\text{real}} = Q_N - c_3 Q_V$$

10 donde  $c_3$  es un factor de proporcionalidad constante. Por tanto, la magnitud  $Q_V$  de desgaste es una medida directa de la pérdida de capacidad acumuladora de la batería acumuladora.

15 El procedimiento puede combinarse con otros métodos de determinación del desgaste que posiblemente tienen en cuenta otros efectos físicos que contribuyen al desgaste de las baterías acumuladoras distintos de la descarga total. La capacidad  $Q_{\text{real}}$  acumuladora actual se calcula entonces a partir de la capacidad  $Q_N$  inicial de la batería acumuladora en el estado nuevo y la magnitud  $Q^*_V$  de desgaste combinada según:

$$Q_{\text{real}} = Q_N - c_4 \cdot Q^*_V$$

20 donde  $c_4$  es un factor de proporcionalidad constante.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para determinar el desgaste de una batería acumuladora mediante control del estado de carga de la batería acumuladora, **caracterizado** por:
- la detección de eventos de descarga total cuando un valor del estado de carga es inferior a un valor de estado de carga mínimo predeterminado para la batería acumuladora,
  - 10 - la determinación de la duración ( $\tau$ ) de las descargas totales detectadas, y
  - la determinación de una magnitud ( $Q_V$ ) de desgaste caracterizadora del desgaste que está en función del número ( $N$ ) total de descargas totales detectadas hasta el momento y de su duración ( $T$ ) total, de manera que la magnitud ( $Q_V$ ) de desgaste aumenta con un número ( $N$ ) total creciente y una duración ( $T$ ) total creciente.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por la determinación de la magnitud ( $Q_V$ ) de desgaste de tal manera que la magnitud ( $Q_V$ ) de desgaste aumenta de forma superproporcional con el número ( $N$ ) total de descargas totales.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** por determinar la magnitud ( $Q_V$ ) de desgaste de tal manera que la magnitud ( $Q$ ) de desgaste aumenta de forma superproporcional con la duración ( $T$ ) total de las descargas totales.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque para la suma del número ( $N$ ) total sólo se valoran los eventos de descarga total cuya duración ( $\tau$ ) supera una duración ( $\tau_{\min}$ ) mínima determinada.
- 30 5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la duración ( $\tau_{\min}$ ) mínima determinada se determina en función de la temperatura ambiental o la temperatura de la batería.
- 35 6. Procedimiento según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado** porque la duración ( $\tau_{\min}$ ) mínima determinada se determina a la temperatura ambiental y en el intervalo de 0,1 a 100 horas.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por determinar una pérdida de la capacidad ( $Q_N$ ) acumuladora de la batería acumuladora proporcional a la magnitud ( $Q_V$ ) de desgaste determinada, partiendo de una capacidad ( $Q_{\text{nueva}}$ ) acumuladora en un instante temporal definido anterior.
- 40 8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** porque la capacidad ( $Q_{\text{nueva}}$ ) acumuladora en el instante temporal definido anterior es la capacidad ( $Q_{\text{nueva}}$ ) acumuladora de la batería acumuladora en el estado nuevo, y porque la magnitud ( $Q_V$ ) de desgaste en el instante temporal definido se ajusta a cero.
- 45 9. Procedimiento según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado** por determinar una primera proporción ( $Q_{VN}$ ) de desgaste, dependiente del número ( $N$ ) total de descargas totales detectadas, en relación con la magnitud ( $Q_V$ ) de desgaste tras una primera descarga total en un valor entre 0,1% y 50%, preferiblemente entre 1% y 20%, de la capacidad ( $Q_{\text{nueva}}$ ) acumuladora de la batería acumuladora en el instante temporal definido anterior.
- 50 10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado** por determinar el valor de la proporción ( $Q_{VN}$ ) de desgaste dependiente del número ( $N$ ) total, tras una primera descarga total y con una temperatura ambiental o temperatura de la batería en un valor en el intervalo de 20°C, entre 0,3% y 5%.
- 55 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado** por determinar una segunda proporción ( $Q_{VT}$ ) de desgaste, dependiente de la duración ( $T$ ) total de las descargas totales detectadas, en relación con la magnitud ( $Q_V$ ) de desgaste, tras una duración ( $T$ ) total de 100 horas, a un valor entre 0,1% y 100%, preferiblemente entre 0,1% y 20% de la capacidad ( $Q_{\text{nueva}}$ ) acumuladora de la batería acumuladora en el instante temporal definido anterior.
- 60 12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** por determinar el valor de la segunda proporción ( $Q_{VT}$ ) de desgaste dependiente de la duración ( $T$ ) total, tras una duración ( $T$ ) total de 100 horas y a una temperatura ambiente o temperatura de la batería en el intervalo de 20°C, entre 0,3% y 5%.
- 65 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por determinar la magnitud ( $Q_V$ ) de desgaste a partir de la suma de una primera proporción ( $Q_{VN}$ ) de desgaste dependiente del número ( $N$ ) total de descargas totales y una segunda proporción ( $Q_{VT}$ ) de desgaste dependiente de la duración ( $T$ ) total de las descargas totales, calculándose la primera proporción ( $Q_{VN}$ ) de desgaste a partir de una primera función ( $f(N)$ ) que se comporta de forma lineal o superproporcional respecto al número  $N$  total, y calculándose la segunda proporción ( $Q_{VT}$ ) de desgaste a partir de una segunda función ( $g(T)$ ) que se comporta de forma lineal o superproporcional respecto a la duración ( $T$ ) total.

## ES 2 286 369 T3

14. Dispositivo de control para baterías acumuladoras con una unidad de medición para la medición de magnitudes caracterizadoras del estado de carga de la batería acumuladora, **caracterizado** por una unidad de valoración para determinar el estado de carga de la batería acumuladora a partir de magnitudes medidas, y la determinación del desgaste de la batería acumuladora con el procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes.

5

15. Programa informático con códigos de programación, **caracterizado** porque los códigos de programación están configurados para la realización de todas las etapas del procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes cuando el programa informático se ejecuta con ayuda de un microprocesador.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

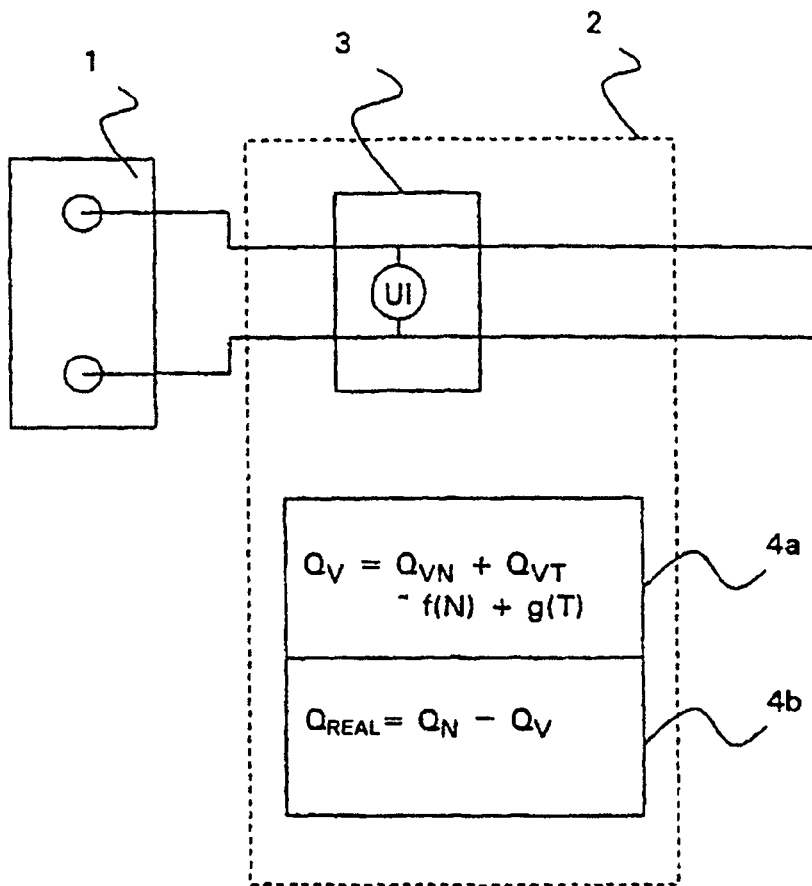


Fig. 1