



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 300 528**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03021286 .4**

86 Fecha de presentación : **19.09.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1420261**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **19.05.2004**

54 Título: **Procedimiento para la determinación de la absorción de carga de una batería de acumulación.**

30 Prioridad: **14.11.2002 DE 102 53 051**

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

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2008

72 Inventor/es: **Richter, Gerolf y**
Koch, Ingo

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2008

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

ES 2 300 528 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la determinación de la absorción de carga de una batería de acumulación.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la determinación de la absorción de carga de una batería de acumulación partiendo de un estado de carga inicial al principio de la absorción de carga.

10 La invención se refiere además a un dispositivo de supervisión para baterías de acumulación con una unidad de medición de la temperatura de la batería y con medios de cálculo para la determinación de la absorción de carga de la batería de acumulación según el procedimiento mencionado anteriormente.

La invención se refiere además a un programa de ordenador con medios de codificación de programa para la realización del procedimiento mencionado anteriormente.

15 En la operación de baterías de acumulación, en particular de baterías de arranque en automóviles, existe la necesidad de determinar el estado momentáneo de la batería de acumulación y de prever un estado futuro con las condiciones supuestas de entorno y de estado de la batería. En este caso se desea determinar también la carga absorbida en el funcionamiento de carga.

20 Para ello es conocido medir durante el tiempo de funcionamiento de la batería de acumulación, de modo continuo, la corriente de la batería. A partir de la corriente convertida se puede calcular la carga que entra en la batería de acumulación o bien la carga retirada de la batería de acumulación y se puede determinar el estado de carga mediante balance.

25 Además se conoce determinar la variación del estado de carga de una batería de acumulación mediante modelos matemáticos como, por ejemplo, con esquemas equivalentes.

30 En este procedimiento se ha de medir, de modo desventajoso, la corriente de la batería. Esto es costoso, en particular en el caso de baterías de arranque con corrientes de motor de arranque relativamente elevadas. Del documento US5936313A se conoce determinar una absorción de carga por medio de una función exponencial con una constante de tiempo que depende de la temperatura de la batería.

35 Así pues, el objetivo de la invención es crear un procedimiento mejorado para la determinación de la absorción de carga de una batería de acumulación, con la que se puede determinar sin medición de la corriente de la batería la carga absorbida durante el funcionamiento de carga por parte de la batería de acumulación del modo más preciso posible y con un coste de medición reducido.

40 El objetivo se consigue con el procedimiento genérico según la invención gracias a que la absorción de carga se determina en función de una función exponencial con una constante de tiempo. En este caso se propone que la constante de tiempo se fije al menos en función del tipo de batería de acumulación y de la temperatura de la batería o del electrolito.

45 A través de pruebas se ha mostrado, en concreto, que la carga absorbida por una batería de acumulación se aproxima exponencialmente de modo asintótico a un estado de carga total definido, es decir, a la capacidad nominal. La capacidad nominal viene dada ya por el fabricante para las baterías de acumulación. En este caso se ha puesto de manifiesto, sorprendentemente, que la constante de tiempo de la función exponencial depende fundamentalmente del tipo de batería de acumulación y de la temperatura de la batería o del electrolito. La influencia del estado de carga al comienzo de la absorción de carga, así como de la tensión media de carga, por el contrario, es mucho menor, y no ha de ser considerada obligatoriamente. Todos los demás influjos son totalmente despreciables.

50 Con ello se reduce el coste de medición para la determinación de la carga absorbida en una medición de la temperatura de la batería o del electrolito, empleándose la temperatura medida de la batería o del electrolito en una función fijada para la batería de acumulación para el cálculo de las constantes de tiempo. Esta función se puede determinar, por ejemplo, de modo experimental para cada batería de acumulación.

55 Preferentemente, la constante de tiempo se fija además en función del estado de carga al comienzo de la absorción de carga. Es especialmente ventajoso el hecho de que la constante de tiempo se fije además en función de la tensión de carga, de una tensión de carga media o de una tensión de carga nominal.

60 De este modo se puede determinar la constante de tiempo con tres factores que se multiplican entre ellos, calculándose el primer factor con una función que depende del tipo de batería de acumulación y de la tensión de carga o bien de la tensión de carga media o de la tensión de carga nominal, el segundo factor con una función dependiente del estado de carga al comienzo del alojamiento de carga, y el tercer factor con una función que depende de la temperatura de la batería o del electrolito.

65

ES 2 300 528 T3

La absorción de carga absoluta de la batería de acumulación se puede calcular, por ejemplo, como función

$$\Delta Q \approx (1 - e^{-T/\tau})(Q_0 - Q_s)$$

con la capacidad nominal Q_0 de la batería de acumulación y la carga inicial Q_s de la batería de acumulación al comienzo de la absorción de carga.

Sin embargo, también se puede calcular un estado de carga relativo referido a la capacidad nominal Q_0 de la batería de acumulación como función

$$Q(t)/Q_0 \approx 1 - (1 - Q_s/Q_0)e^{-T/\tau}$$

El tercer factor como función de la temperatura de la batería o del electrolito puede ser, por ejemplo, un primer factor de corrección τ_T para la constante de tiempo τ , que se determina según la fórmula

$$\tau_T = a^{-(T_0 - T_{a,0})/b}$$

con la temperatura de electrolito T_0 de la batería de acumulación, una temperatura nominal de electrolito $T_{a,0}$ y las constantes a y b . Con este primer factor de corrección τ_T se tiene en cuenta la influencia de la temperatura del electrolito en la absorción de carga de la batería de acumulación. Esta función se basa en la ley de Arrhenius, ya que las reacciones físico-químicas limitantes son reacciones de disolución. Para una constante de tiempo τ normalizada a la temperatura ambiente de aproximadamente 20°C se ha acreditado como adecuado en este caso una constante a con el valor 2 con una tolerancia de $\pm 0,5$ y una constante b con un valor de 10 y un intervalo de tolerancia de ± 1 .

El influjo del estado de carga al comienzo de la absorción de carga se puede expresar por medio de un segundo factor de corrección τ_0/Q_0 para la constante de tiempo τ , cuyo intervalo de valores ha de ir de 1 a $1 - Q_s/Q_0$. El cociente Q_s/Q_0 es la carga Q_s inicial referida a la capacidad nominal Q_0 al comienzo de la absorción de carga.

El objetivo se alcanza además por medio de un dispositivo de supervisión que presenta medios de cálculo para la realización del procedimiento descrito anteriormente. Los medios de cálculo pueden estar realizados, por ejemplo, como programa de ordenador que se ejecuta en un procesador, por ejemplo un ordenador central de vehículo de un automóvil. El objetivo se alcanza además por medio de un programa de ordenador con medios de codificación de programa que están conformados para la realización del procedimiento descrito anteriormente.

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

Fig. 1 Diagrama de las absorciones de carga acumuladas relativas medidas y determinadas según el procedimiento conforme a la invención en función del estado de carga inicial;

Fig. 2 Diagrama de las absorciones de carga acumuladas relativas medidas y determinadas según el procedimiento conforme a la invención en función del estado de carga inicial, en el que la constante de tiempo de la función exponencial está corregida con un factor de corrección dependiente de la temperatura;

Fig. 3 Diagrama de la absorción de carga acumulada relativa para una temperatura del electrolito de 25°C en función del estado de carga inicial y del tiempo de carga con una tensión de carga constante de una batería de un automóvil de ácido-plomo;

Fig. 4 Diagrama de la absorción de carga acumulada relativa para una temperatura de electrolito de -10°C como función del estado de carga inicial y del tiempo de carga con una tensión de carga constante de una batería de automóvil de ácido-plomo.

La Figura 1 deja reconocer un diagrama de la absorción de carga acumulada relativa $\Delta Q(t)/Q_0 = \frac{Q(t) - Q_i}{Q_0}$

para estados de carga iniciales Q_s/Q_0 iniciales de 50% SOC y 70% SOC (SOC = State of Charge). La absorción de carga se representa en función del tiempo del proceso de carga y se lleva a cabo con temperaturas de la batería o del electrolito de 25°C.

En este caso, se ha determinado la absorción de carga de modo experimental y en comparación con ella se ha calculado con el procedimiento conforme a la invención. Las absorciones de carga determinadas de modo experimental

están representadas por medio de las curvas indicadas con círculos. Las absorciones de carga determinadas conforme a la invención están representadas por medio de las curvas caracterizadas con trazos transversales.

Se puede reconocer que las curvas determinadas según la invención y determinadas experimentalmente de la absorción de carga acumulada relativa tienen una buena coincidencia entre ellas.

En el instante $t = 0$, la batería de acumulación tiene una carga inicial Q_s y un estado de carga inicial Q_s/Q_0 referido a la capacidad nominal Q_0 . El estado de carga inicial Q_s/Q_0 tiene un valor, para el primer caso a) de 50% SOC y para el segundo caso b) de 70% SOC. La restante carga del 50% o del 30% que se podría absorber, como mínimo, hasta alcanzar el estado de carga total con una capacidad nominal Q_0 es absorbido por medio de la batería de acumulación a lo largo del tiempo en un proceso de carga que discurre aproximadamente de modo exponencial.

La absorción de carga $\Delta Q(t)/Q_0$ relativa representada se corresponde con la absorción de carga absoluta referida a la capacidad nominal Q_0 durante el proceso de carga.

La absorción de carga relativa se determina, según la invención, de modo proporcional a la fórmula:

$$\Delta Q / Q_0 \approx (1 - e^{-t/\tau})(1 - Q_s / Q_0)$$

en la que t es el tiempo y τ es una constante de tiempo específica. La constante de tiempo es, según la invención, una función del tipo de batería de acumulación, de la temperatura de la batería o del electrolito T_s , del estado de carga inicial Q_s/Q_0 y de la tensión de carga U_L . Como tensión de carga se puede emplear la tensión de carga $U_L(t)$ a lo largo del tiempo, una tensión de carga media U_L o una tensión nominal de carga U_{L0} , o similar.

Lo fundamental es que la constante de tiempo τ sea una función de la temperatura de la batería y del electrolito y del tipo de batería de acumulación. La dependencia de las constantes de tiempo óptimas τ o bien de la función exponencial, por el contrario, depende sólo de un modo relativamente reducido del estado de carga inicial Q_s/Q_0 al comienzo de la absorción de carga, así como de la tensión de carga U_L . La tensión de carga U_L puede entrar ya como valor específico del tipo de batería de acumulación cuando se determina una función para la determinación de las constantes de tiempo τ en función del tipo de batería de acumulación de manera experimental.

También la temperatura considerada de la batería y del electrolito se puede determinar, por ejemplo, como valor momentáneo medido al comienzo del proceso de carga, y se puede mantener constante para el siguiente proceso de carga. Con ello, la constante de tiempo τ para un proceso de carga puede tener un valor constante. Alternativamente, la constante de tiempo τ también se puede adaptar como función del tiempo durante el proceso de carga.

La Figura 2 deja reconocer un diagrama de la absorción de carga relativa $\Delta Q(t)/Q_0 = Q(t) - Q_s/Q_0$ con una temperatura del electrolito de 0°C y constantes de carga iniciales Q_s/Q_0 de 50% SOC y de 70% SOC. A su vez, se han determinado los valores para la absorción de carga relativa de modo experimental, y se han determinado en comparación de modo numérico según el procedimiento conforme a la invención. En el ejemplo representado se ha corregido la constante de tiempo τ por medio de un primer factor de corrección τ_T , que refleja la dependencia de las constantes de tiempo τ de la temperatura del electrolito. Puesto que las reacciones físico-químicas limitantes son reacciones de disolución, partiendo de la ley de Arrhenius se ha definido una magnitud de corrección

$$\tau_T = a^{-(T_s - T_{a,0})/b}$$

y con ello se ha tenido en cuenta la influencia de la temperatura del electrolito sobre la absorción de carga de la batería de acumulación. En este caso, T_s es la temperatura del electrolito, y $T_{a,0}$ es una temperatura nominal del electrolito. Las constantes a y b son magnitudes que se determinan de modo experimental. La constante a ha de tener un valor de aproximadamente 2 con un intervalo de tolerancia de $\pm 0,5$, y la constante b ha de tener un valor de aproximadamente 10 con un intervalo de tolerancia de ± 1 .

A partir de la Figura 2 se puede reconocer que con una constante de tiempo τ corregida de esta manera se da una coincidencia relativamente buena de las absorciones de carga acumuladas relativas calculadas con las absorciones de carga acumuladas relativas medidas. Por medio de la optimización de las constantes a y b se puede optimizar el resultado de la determinación de la absorción de carga en función del tipo de batería de acumulación todavía más.

La dependencia de la constante de tiempo τ respecto al estado de carga relativo Q_s/Q_0 al comienzo de la absorción de carga es muy reducida, ya que durante la carga se compensa la reducción de la resistencia interna R_i de la batería de acumulación según el producto $\tau = R_i \times C$ por el aumento de la capacidad C de la batería de acumulación. En el cálculo de una constante de tiempo se determina un estado de carga relativo inicial Q_s/Q_0 preferentemente por medio de un segundo factor de corrección

ES 2 300 528 T3

$$\tau_{Q_s/Q_0} = f(Q_s/Q_0)$$

en el que el segundo factor de corrección τ_{Q_s/Q_0} ha de adoptar un valor entre 1 y $(1 - Q_s/Q_0)$.

Con ello se puede determinar la constante de tiempo τ según la relación:

$$\tau \approx R_{T0}(\text{tipo de batería de acumulación, } U_L) \cdot \tau_{Q_s/Q_0} \cdot f(T_e)$$

en donde τ_{RTO} es una constante de tiempo a temperatura ambiente que depende únicamente del tipo de batería de acumulación y de la tensión de carga U_L . Esta parte τ_{RTO} de una constante de tiempo τ se puede determinar experimentalmente para baterías de acumulación de un tipo y para vehículos de un fabricante en relación a la tensión de carga U_L convencional de modo experimental, de manera que para la determinación de la absorción de carga sólo se requiere una medición de temperatura.

La Figura 3 muestra un diagrama de la absorción de carga acumulada relativa $\Delta Q(t)/Q_0$ en función del estado de carga relativo inicial Q_s/Q_0 al comienzo de la absorción de carga y del tiempo de carga t con una tensión de carga constante de 14,2 V y una temperatura de electrolito de 10°C en el ejemplo de una batería de automóvil de ácido-plomo. Se pone de manifiesto que la absorción de carga presenta una evolución exponencial. En el intervalo amplio de un estado de carga relativo inicial Q_s/Q_0 que va aproximadamente de 0% a 0,7% se puede reconocer una gran linealidad de las diferentes curvas exponenciales que limitan los estados de carga iniciales. Esto significa que la influencia del estado de carga relativo inicial sobre la evolución de las curvas es reducida.

La Figura 4 deja reconocer la absorción de carga acumulada relativa $\Delta Q(t)/Q_0$ en función del estado de carga Q_s/Q_0 relativo inicial al comienzo de la absorción de carga y del tiempo t con una tensión de carga constante de 14,2 V y una temperatura del electrolito de 25°C. Se pone de manifiesto, en comparación con la evolución de las curvas de la Figura 3, que la evolución de la absorción de carga con temperaturas de electrolito T_s variadas está claramente modificada. La evolución de las curvas sigue, sin embargo, de nuevo, una función exponencial.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de la absorción de carga ($\Delta Q(t)$) de una batería de acumulación partiendo de un estado de carga (Q_s/Q_0) inicial al comienzo de la absorción de carga, **caracterizado** porque la absorción de carga se determina en función de una función exponencial con una constante de tiempo (τ), en el que la constante de tiempo (τ) se fija al menos en función del tipo de batería de acumulación y de la temperatura de la batería o del electrolito (T_s), **caracterizado** porque el tipo de batería de acumulación se tiene en cuenta a lo largo de una parte de la constante de tiempo (τ_{RTO}) en función del tipo de batería de acumulación y de la tensión de carga (U_L).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la constante de tiempo (τ) se fija en función del estado de carga (Q_s/Q_0) al comienzo de la absorción de carga.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la constante de tiempo (τ) se fija además en función de la tensión de carga ($U_L(t)$), de una tensión de carga media ($\bar{U}_L$) o de una tensión de carga nominal ($U_{L,0}$).

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por la determinación de la absorción absoluta de carga (ΔQ) como función

$$\Delta Q \approx (1 - e^{-T/\tau})(Q_0 - Q_s)$$

con Q_0 como capacidad nominal definida de la batería de acumulación y Q_s como carga inicial de la batería de acumulación al comienzo de la absorción de carga.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por la determinación del estado de carga ($Q(t)/Q_0$) relativo referido a la capacidad nominal (Q_0) de la batería de acumulación como función:

$$Q(t)/Q_0 \approx 1 - (1 - Q_s/Q_0)e^{-T/\tau}$$

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por un primer factor de corrección (τ_T) para la constante de tiempo (τ), en el que el primer factor de corrección (τ_T) se determina según la fórmula:

$$\tau_T = a^{-(T_0 - T_{a,0})/b}$$

con la temperatura del electrolito T_s de la batería de acumulación, una temperatura nominal del electrolito definida $T_{a,0}$ y las constantes a y b .

7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado** porque la constante a está fijada en el intervalo de valores de 1,5 a 2,5, y la constante b está fijada en el intervalo de valores de 9 a 11.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** por un segundo factor de corrección (τ_{QS}/Q_0) para la constante de tiempo (τ), en el que el segundo factor de corrección (τ_{QS}/Q_0) está fijado en el intervalo de valores que va de 1 a $1 - Q_s/Q_0$.

9. Dispositivo de supervisión para baterías de acumulación con una unidad de medición de la temperatura de la batería y con medios de cálculo para la determinación de la absorción de carga de la batería de acumulación partiendo de un estado de carga inicial (Q_s/Q_0) al comienzo de absorción de carga, **caracterizado** porque los medios de cálculo para la realización del procedimiento están conformados según una de las reivindicaciones precedentes.

10. Programa de ordenador con medios de codificación de programa, **caracterizado** porque los medios de codificación de programa están conformados para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8 cuando el programa de ordenador se realiza con un dispositivo de procesador.

11. Programa de ordenador según la reivindicación 10, **caracterizado** porque el programa de ordenador está realizado como un archivo de programa almacenado en un soporte de datos.

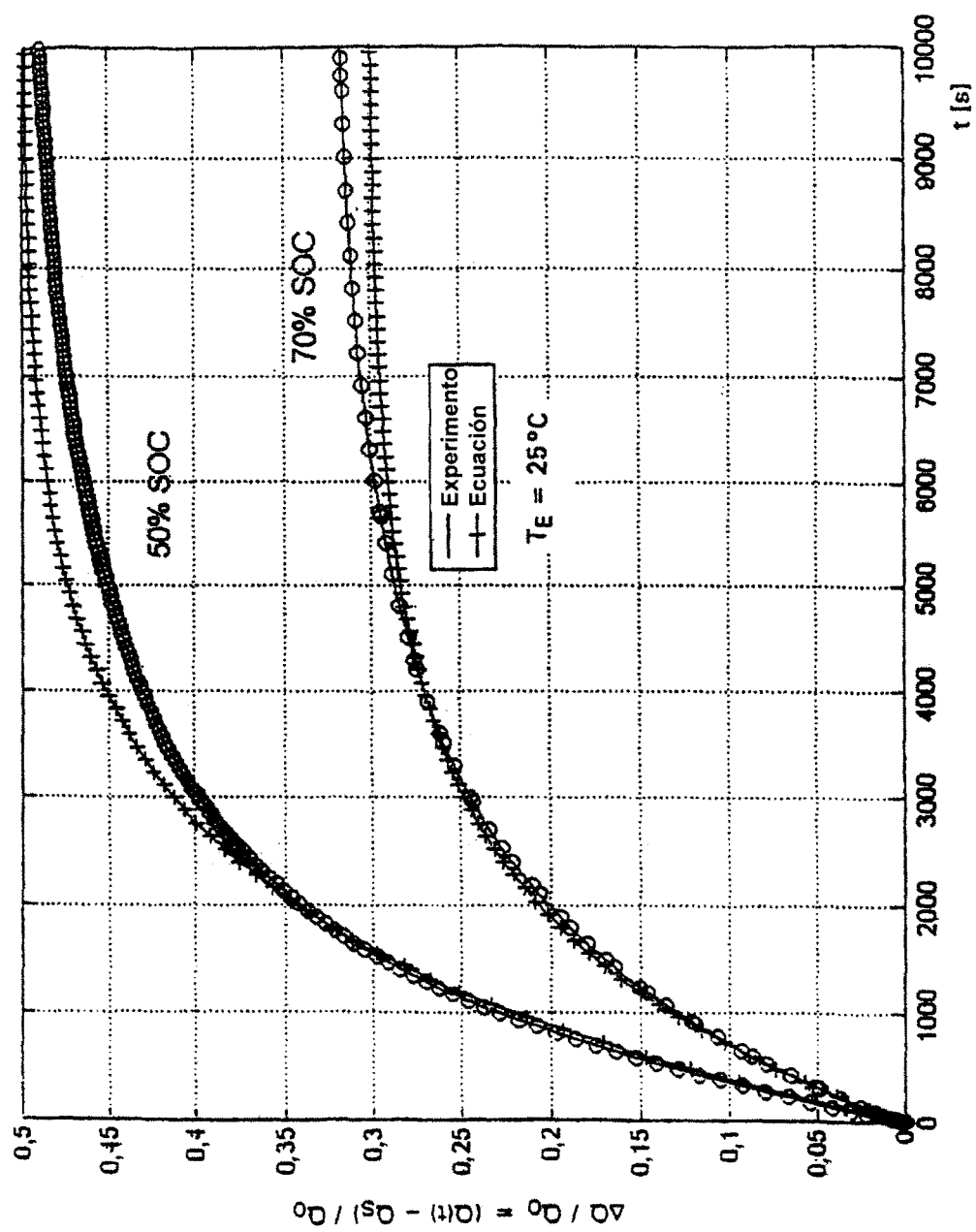


Fig. 1

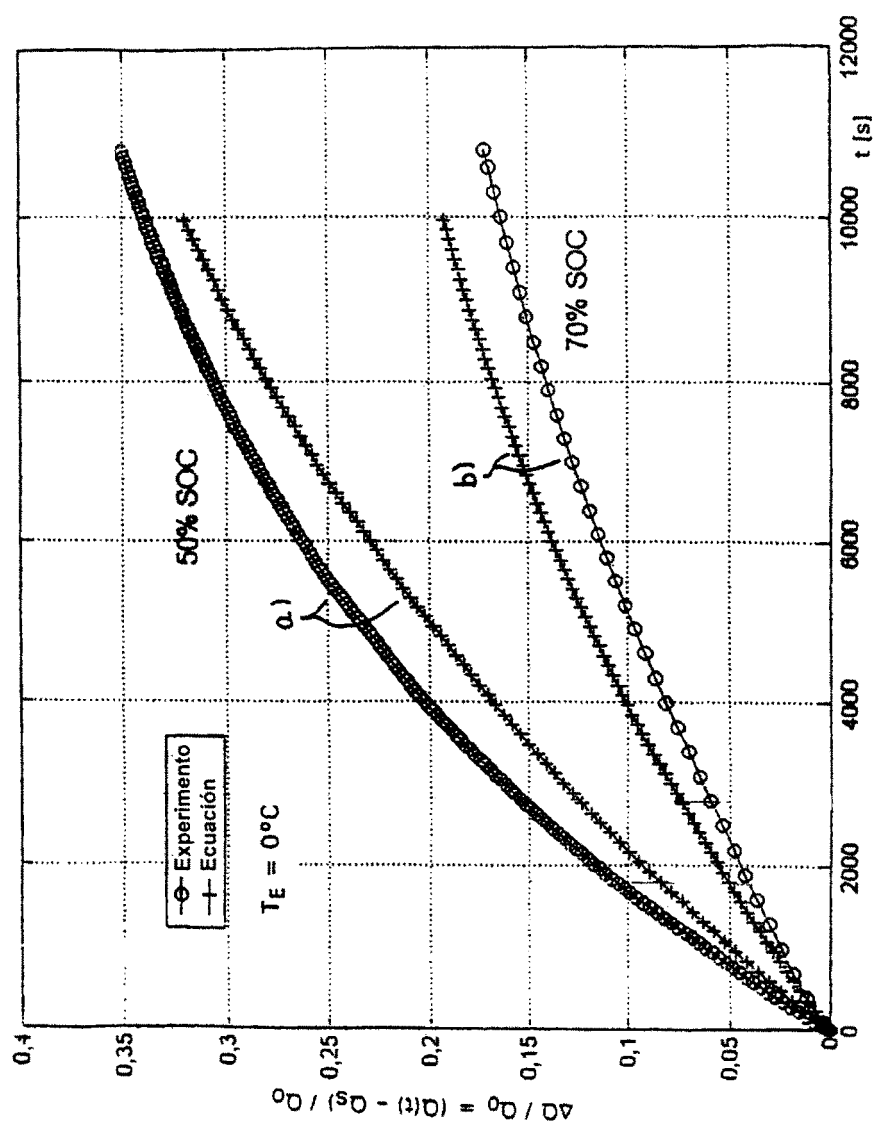


Fig. 2

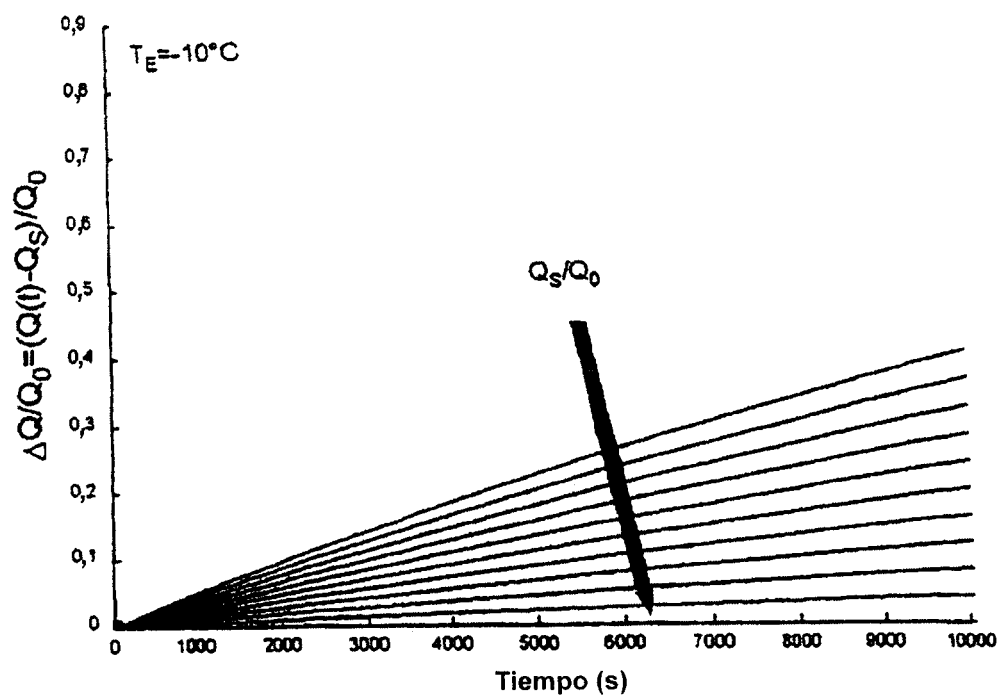


Fig. 3

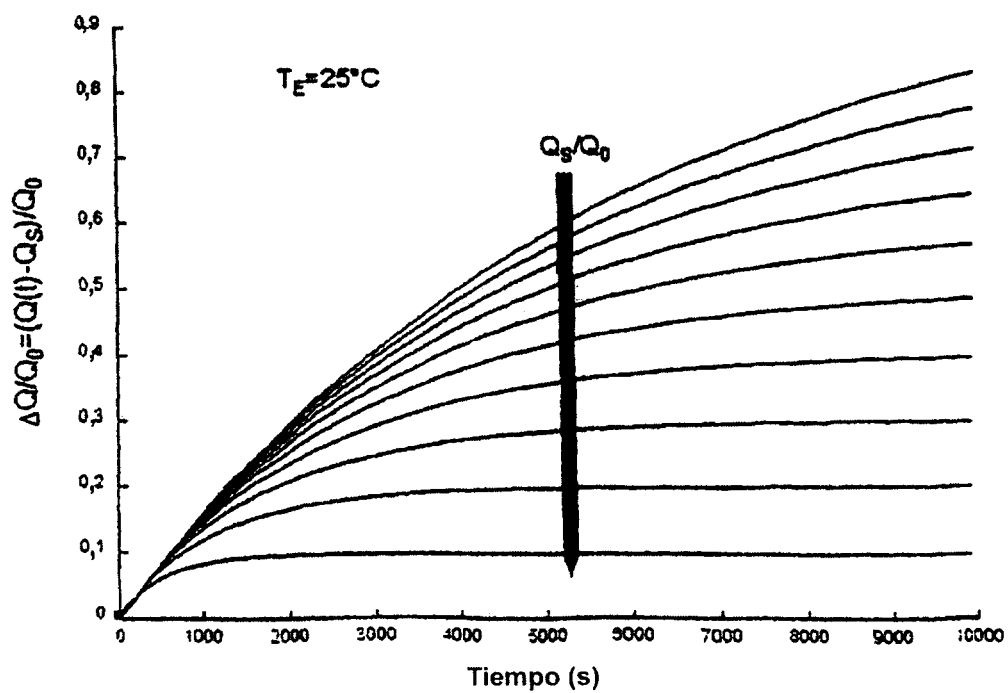


Fig. 4