



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 300 069**

51 Int. Cl.:

G01K 7/42 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **06001420 .6**

86 Fecha de presentación : **24.01.2006**

87 Número de publicación de la solicitud: **1688722**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **09.08.2006**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la determinación de la temperatura en una batería eléctrica.**

30 Prioridad: **03.02.2005 DE 10 2005 004 998**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.06.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.06.2008

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

72 Inventor/es: **Laig-Hörstebroek, Helmut y**
Shirazi, Sepher

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

ES 2 300 069 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

Dispositivo y procedimiento para la determinación de la temperatura en una batería eléctrica.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la determinación de la temperatura en una batería eléctrica por medio de la determinación de al menos un valor de temperatura en un punto de medición de la temperatura correspondiente fuera de la batería en el entorno de la batería, y la determinación de al menos un valor de potencia eléctrica dependiendo de un parámetro de potencia relacionado con el funcionamiento de la batería.

10 La invención se refiere, en particular, a un dispositivo para la determinación de la temperatura en una batería eléctrica con al menos un sensor de temperatura dispuesto en el exterior de la batería en el entorno de la batería, un aparato de medición de la tensión para la medición de la tensión en bornes de la batería, un dispositivo para la determinación de la corriente en bornes de la batería, y con una unidad de evaluación que está unida con el al menos un sensor de temperatura, el aparato de medición de la temperatura y el dispositivo para la determinación de la corriente en bornes de la batería.

15 El conocimiento de la temperatura de la batería se requiere habitualmente para la supervisión y/o el control de una batería, por ejemplo para fijar la tensión de carga dependiendo de la temperatura de la batería o para determinar el estado de carga del modo más preciso posible. En este caso existe el problema de que por diferentes razones no está montado ni se puede montar un sensor de temperatura en la batería. De este modo se originan, por ejemplo, costes elevados por medio de un sensor de temperatura adicional. Además se requiere un coste de cableado adicional en la batería para conectar un sensor de temperatura integrado en la batería a una unidad de evaluación.

20 Debido a ello, en el documento DE19806135A1 se sugiere calcular la temperatura de una batería en una red de a bordo de un vehículo dependiendo de al menos dos temperaturas medidas fuera de la batería según un modelo térmico. En este caso se ha de tener en cuenta al menos la temperatura del motor y la temperatura del entorno.

25 Además, de la patente US5.079.716 se conoce un procedimiento para la determinación de la temperatura de la batería por medio de la adición de un valor de temperatura de la temperatura determinado provisionalmente al producto de la velocidad media del vehículo y la suma de varios valores de temperatura medidos en el entorno de la batería.

30 En la patente US5.711.605 se conoce un procedimiento para la predicción de la temperatura de la batería por medio de la determinación de la temperatura del aire del entorno y de coeficientes de transmisión de la temperatura conjuntamente con factores empíricos.

35 También en el documento DE10131259A1 se propone un procedimiento para la determinación de una temperatura de la batería dependiendo de diferentes temperaturas, en particular de la temperatura del motor y del entorno, en el que se tiene en cuenta tanto otra temperatura de una unidad de mando dispuesta en el entorno directo de la batería como el estado de funcionamiento de la unidad de mando.

40 En la patente US4.342.963 se describe un comprobador de batería automatizado que compensa la influencia de la temperatura del electrolito haciendo para ello que una pieza de conexión prevista para la conexión a la batería reciba un sensor de temperatura, y haciendo que las condiciones de comprobación se modifiquen dependiendo de los dos valores de temperatura medidos que son recibidos antes o después de la conexión de la pieza de conexión a la batería.

45 El documento DE10208651A1 da a conocer un procedimiento para la determinación del estado de carga de una batería dependiendo de una diferencia de temperatura que se determina a partir de un balance térmico. Las temperaturas medidas son temperaturas interiores de la batería, y el balance térmico se refiere a procesos internos de la batería.

50 En el documento DE10134065A1 se describe un procedimiento para la predicción de la capacidad de carga eléctrica de un acumulador en el que se tienen en cuenta los efectos térmicos unidos con el flujo de corriente a través de la batería. En este caso tiene lugar una igualación entre la temperatura del entorno y la temperatura de la batería. El balance térmico tiene en cuenta el calor de Joule por medio del calentamiento de la batería por medio de flujo de corriente y una potencia calorífica reversible.

55 Partiendo de esto, el objetivo de la presente invención es crear un procedimiento mejorado y un dispositivo mejorado para la determinación de la temperatura en una batería eléctrica por medio de la medición de al menos un valor de temperatura en un punto de medición de la temperatura correspondiente fuera de la batería en el entorno de la batería, para poder determinar con un nivel de precisión todavía mayor la temperatura de la batería.

60 El objetivo se consigue con el procedimiento genérico según la invención por medio de la determinación de la potencia eléctrica convertida en al menos un punto de medición de la temperatura como otro valor de potencia eléctrica, la ponderación de los valores de potencia eléctrica y valores de temperatura, respectivamente, con un factor de ponderación asignado, y la determinación de la temperatura en la batería eléctrica a partir de un balance de energía dependiendo de al menos un valor de temperatura ponderado y de los valores de potencia eléctricos ponderados.

ES 2 300 069 T3

Por medio de la determinación adicional y de la integración de la potencia eléctrica convertida en el punto de medición de la temperatura junto con el uso conocido de valores de temperatura del entorno de la batería es posible determinar de un modo considerablemente más preciso la temperatura de la batería con medidas sencillas.

La potencia perdida en el punto de medición de la temperatura es, por regla general, tan pequeña (por ejemplo 0,5 W), que no modifica directamente la temperatura de la batería, pero influye en la medición de la temperatura. Se ha mostrado que se puede tener en cuenta el efecto falseador de la potencia perdida en el punto de medición de la temperatura de un modo muy sencillo por medio de que la potencia perdida del punto de medición de la temperatura se integre con el factor adecuado en el término de potencia N.

Por medio de la evaluación adicional de la potencia perdida ponderada con el factor de ponderación adecuado del dispositivo de medición se registran mejor las fuentes de temperatura fundamentales y los sumideros de temperatura. La temperatura actual de la batería se determina preferentemente por medio de la integración de la suma determinada a lo largo del tiempo a partir del al menos un valor de potencia eléctrica, y al menos de un valor de temperatura. Sin embargo, es especialmente ventajoso que el al menos un valor de potencia eléctrica y al menos un valor de temperatura se sume en pasos temporales discretos a la temperatura de la batería determinada previamente directamente de modo continuo para determinar la temperatura actual de la batería. Con ello, la temperatura actual de la batería se determina a partir de un balance de energía por medio de la evaluación de la potencia convertida y de las variaciones de temperatura.

Los factores de ponderación pueden escogerse en este caso dependiendo del estado de funcionamiento actual, y se escogen preferentemente dependiendo de los valores de transición térmicos de la batería y de los valores de transición térmicos del entorno del objeto asignado. Representa una ventaja el hecho de que los factores de ponderación se escojan dependiendo del entorno específico, en particular de un tipo de automóvil, y del tipo de batería.

Por medio de la selección correcta de los factores de ponderación se adapta, con ello, el principio básico de la determinación de la temperatura de la batería a partir de los valores de potencia y de los valores de temperatura a la situación de montaje concreta de la batería y al tipo de batería. La detección de los factores de ponderación se puede realizar por parte de un técnico de modo sencillo a través de pruebas.

Como parámetro de potencia para la determinación de los valores de potencia eléctricos está especialmente indicada, por ejemplo, la corriente en bornes de la batería medida en los bornes de la batería. Esta es tanto una medida para la potencia eléctrica convertida en la batería como una medida para las potencias perdidas convertidas en los componentes eléctricos que están unidos con la batería, que llevan a un desarrollo de calor.

A veces hay constelaciones que se encuentran junto a la batería y también otros objetos con elevada capacidad calorífica, por ejemplo un recipiente del limpiaparabrisas. En este caso se ha de estimar, preferentemente de modo experimental en el vehículo, qué situación se da.

1) El caso más sencillo se da cuando el recipiente está alejado lo suficiente de la batería, de manera que coincide con el entorno registrado por medio de T_{Mess} . Entonces es válido el procedimiento descrito hasta ahora.

2) El recipiente está dispuesto cerca de la batería. En este caso hay que diferenciar:

a) La constante de tiempo del recipiente para la compensación de la temperatura es muy pequeña. Entonces, en lugar de la capacidad calorífica de la batería C_B se puede tomar la suma de las capacidades caloríficas de la batería y del recipiente para la normalización.

b) La constante de tiempo del recipiente se corresponde aproximadamente a las constantes de tiempo de la batería. En este caso también se ha de separar simultáneamente la ecuación diferencial del recipiente, por ejemplo si T_o es la temperatura del objeto y C_o es la capacidad calorífica del objeto, y se da, por ejemplo, que:

$$T_o = T_{o-1} + (k_{o1} \cdot T_B + k_{o2} \cdot T_{\text{mess}} - k_{o0} \cdot T_{o-1}) / C_o \text{ con } k_{o1} + k_{o2} = k_{o0}$$

con constantes k_{o1} , k_{o2} , y k_{o0} que se han de determinar de modo correspondiente.

En una batería de vehículo se realiza la determinación de la temperatura de la batería preferentemente con un sistema de ecuaciones del tipo:

$$T_B = T_{B-1} + N / C_B \cdot dt + \left\{ \sum_{i=1}^n k_i \cdot T_i - k_0 \cdot T_{B-1} \right\} / C_B \cdot dt,$$

donde T_{B-1} es la temperatura de la batería calculada temporalmente, T_B , C_B es la capacidad térmica de la batería, k_i con $i=1$ a n (entero) son los factores de ponderación y T_i es al menos un ($n=1$) valor de temperatura medido en el entorno de la batería, en la que N es el valor de potencia eléctrica. Un valor de temperatura T_i puede ser, por ejemplo, la temperatura del motor de un vehículo que se encuentra en el entorno de la temperatura. Otro valor de temperatura T_i puede ser la temperatura medida con un sensor de temperatura integrado en un circuito de medición.

ES 2 300 069 T3

Se pone de manifiesto que el valor de potencia referido a la capacidad calorífica de la batería se suma en pasos discretos temporalmente dt , así como la suma ponderada de todos los valores de temperatura medidos exceptuando la temperatura de la batería ponderada calculada previamente a la capacidad calorífica de la batería en un paso temporal a la temperatura de la batería calculada previamente para conseguir la temperatura actual de la batería. Por medio de los valores de potencia referidos a la capacidad calorífica de la batería se complementa el balance térmico determinado habitualmente exclusivamente a partir de los valores de temperatura con los factores de influencia fundamentales, de manera que la temperatura determinada de la batería coincide fundamentalmente mejor con la temperatura de la batería real.

En este caso, la suma de los factores de ponderación ha de ser igual al factor de ponderación k_0 para la temperatura de la batería determinada previamente. Se ha constatado que la precisión del procedimiento se puede incrementar gracias a esto de un modo significativo.

El valor de potencia eléctrica se calcula preferentemente con un sistema de ecuaciones del tipo:

$$N = N_B + \sum_{j=1}^m k_j \cdot N_j$$

en el que N_B es un valor proporcional a la potencia eléctrica convertida por la batería, N_j es un valor proporcional a la potencia eléctrica convertida por los componentes eléctricos en el entorno de la batería, y k_j son factores de ponderación. Estos factores de ponderación k_j se pueden determinar por medio de pruebas para un tipo de vehículo y tipo de batería.

El valor N_B proporcionar a la potencia convertida por la batería es preferentemente el producto de la corriente en bornes de la batería con la diferencia entre la tensión en bornes de la batería y la tensión de circuito abierto de la batería ($N_B = (U - U_\infty) \cdot i$). El procedimiento se puede mejorar aún más haciendo que el valor de tensión en circuito abierto de la batería U_∞ se corrija en un valor de tensión constante característico para el sistema de batería, que describe el tono térmico de las reacciones electroquímicas. En el caso de un acumulador de plomo, el valor de tensión en circuito abierto de la batería U_∞ se reduce preferentemente en aproximadamente 0,06 V/célula.

Otra mejora es posible en aquellos casos en los que la corriente en bornes de la batería I no se convierte completamente en la reacción principal I^H (reacción de carga o descarga), sino parcialmente en una reacción secundaria I^N , como por ejemplo en disolución en agua, y/o en un circuito de oxígeno ("consumo de gas") en caso de acumuladores de plomo cerrados:

$$I = I^H + I^N$$

A continuación, para cada contribución de corriente I_i como tensión en circuito abierto se pone la tensión en circuito abierto a la reacción correspondiente corregida por una constante que describe el tono térmico de la reacción, es decir, por ejemplo,

$$N = (U - U_\infty^H) \cdot I^H + (U - U_\infty^N) \cdot I^N$$

Para la reacción principal, la tensión en circuito abierto empleada U_∞^H es la tensión descrita ya anteriormente de la batería equilibrada. Para las reacciones secundarias se han de emplear como tensiones en circuito abierto U_∞^N para las reacciones secundarias de la disolución de agua un valor de aprox. 1,48 V/célula y para el circuito de oxígeno un valor de aprox. 0,0 V/célula.

Otro valor de potencia eléctrico puede describir la potencia convertida por una derivación conectada en el circuito eléctrico. Este valor de potencia de la derivación se calcula en este caso como un producto de la resistencia de la derivación con el cuadrado de la corriente en bornes de la batería.

Otro valor de potencia eléctrico es la potencia eléctrica convertida en el al menos un punto de medición de la temperatura fuera de la batería. En este caso es especialmente ventajoso que la temperatura se determine con un sensor de temperatura que ya exista en cualquier caso en un circuito de medición. En este caso, este valor de temperatura se ve influenciado, sin embargo, también por la potencia eléctrica que se convierte en el circuito de medición. La potencia eléctrica, debido a ello, se debería determinar separadamente dependiendo de la corriente medida en el circuito de medición y/o de la tensión o por medio de otras magnitudes medidas adecuadas para la potencia eléctrica convertida en el circuito de medición. Con ello se pueden desacoplar entre ellos los valores de tensión eléctricos y los valores de temperatura determinados para el circuito de medición.

El objetivo se alcanza además por medio del dispositivo genérico con una unidad de evaluación que está conformada para la realización del procedimiento mencionado anteriormente, por ejemplo por medio de la programación de un microprocesador o de un microcontrolador. La unidad de evaluación, sin embargo, también se puede realizar con un cableado fijo como ASIC.

ES 2 300 069 T3

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

Figura 1 Esquema de una batería de arranque en un automóvil con una derivación en el borne de polo y una unidad de evolución;

Figura 2 Diagrama de bloques de una batería con consumidores conectados a ella para la representación de fuentes de calor y sumideros de calor;

Figura 3 diagrama de la temperatura medida con una sonda de temperatura cercad de la batería, de la temperatura real de la batería y de la temperatura determinada con un procedimiento según la invención con una batería de 44 Ah que está montada en un Ford Fiesta 1.4.

Figura 4 Representación de sección aumentada del diagrama de la Figura 3 para el intervalo temporal de 0 a 10.000 s;

Figura 5 Diagrama de la temperatura medida y real a lo largo del tiempo con una batería de 12 V/48 Ah y una fuente de calor adicional cerca del sensor de temperatura.

La Figura 1 deja reconocer un esquema de un compartimiento de motor 1 de un automóvil 2 con una batería B en forma de un acumulador de plomo como batería de arranque. En el borne de la batería 3 para el polo positivo está conectada una derivación 4 que presenta una resistencia de derivación R_S . Desde la derivación 4 discurre un cable de cobre 5 a los consumidores del vehículo, como por ejemplo el motor de arranque y el generador. Además, desde la derivación 4 parte un cable de red hacia un circuito de medición 6 que está realizado como ASIC (circuito integrado específico de la aplicación). El circuito de medición 6 tiene un sensor de temperatura 7 integrado, y preferentemente una unidad de evaluación para la determinación de la temperatura de la batería T_B en la batería B.

De modo complementario a la batería B están montadas de modo conocido otras fuentes de calor o sumideros de calor, como por ejemplo un recipiente de agua de lavado 8 para el limpiaparabrisas, un refrigerador 9 y el motor de combustión 10.

La Figura 2 deja reconocer un diagrama de bloques de la disposición representada en la Figura 1 con las fuentes de calor y los sumideros de calor.

La batería B tiene una capacidad calorífica C_B así como una temperatura interior de la batería T_B que ha de ser determinada. La capacidad calorífica C_B se presupone como conocida, y se puede determinar de un modo sencillo para cada tipo de batería.

Para la potencia convertida en la batería B se determina un valor de potencia N_B eléctrica a partir del producto de la corriente de bornes de la batería I y la diferencia de la tensión en bornes de la batería U respecto a la tensión en circuito abierto U_∞ .

$$N_B = (U - U_\infty) \cdot I$$

También se puede considerar el caso en el que la corriente en bornes de la batería I no se convierta completamente en la reacción principal (reacción de carga y descarga) (corriente de reacción principal I^H), sino parcialmente en una reacción secundaria (reacción secundaria a la corriente I^N), como por ejemplo en la disolución de agua y/o en el circuito de oxígeno interno ("consumo de gas"). En el caso de acumuladores de plomo cerrados:

$$I = I^H + I^N$$

A continuación, para cada contribución de corriente I_i se pone como tensión en circuito abierto la tensión de circuito abierto U_∞^H corregida con una constante que describe el tono térmico de la reacción de la reacción principal y U_∞^N de la reacción secundaria. Esto se puede realizar, por ejemplo, según la fórmula

$$N = (U - U_\infty^U) \cdot I^H + (U - U_\infty^N) \cdot I^N$$

Para la reacción principal, la tensión en circuito abierto U_∞^H empleada es la tensión de la batería equilibrada. Para las reacciones secundarias se han de emplear como tensión en circuito abierto U_∞^N para la reacción secundaria de la disolución de agua un valor de aprox. 1.48 V/célula, y para el circuito de oxígeno un valor de aprox. 0,0 V/célula.

A partir de la Figura 2 se puede reconocer que por parte del calor generado en la batería B se entrega energía calorífica a través de la resistencia térmica R_W a la pared de la batería y dado el caso a través de la resistencia térmica R_H del envoltorio de la batería B al entorno, y viceversa, de manera que la temperatura exterior T_U y la temperatura del interior de la temperatura T_B están en efecto recíproco entre ellas.

Además fluye energía calorífica a través de la resistencia térmica R_{Ab1} de la derivación de plomo en la batería B hasta el polo 3 de la batería B, y desde allí a la derivación 4. La temperatura de la derivación T_s se determina por medio de este flujo de calor, así como por medio del calor generado por la derivación 4 como consecuencia del flujo de corriente a través de la derivación 4. Debido a ello se determina otro valor de potencia eléctrica N_s como producto de la resistencia R_{OS} de la derivación y el cuadrado de la corriente de batería. La derivación 4 está acoplada con el sensor de temperatura 7 que está dispuesto junto al circuito de medición 6 o en su interior y que se ve influenciado por la temperatura T_{mit} en el entorno del sensor de temperatura 7. Las resistencias térmicas R_{PS1} , R_{PS2} y R_{PS0} en el sensor de temperatura 7 determinan el resto del flujo de calor desde la derivación 4 al sensor de temperatura 7, así como desde la derivación 4 y el circuito de medición 6 al entorno del sensor de temperatura 7. Esta temperatura T_{mit} en el entorno del sensor de temperatura 7 se determina con ello fundamentalmente por medio del flujo de calor de la derivación 4, por el circuito de medición 6 y por la batería 1 en el entorno.

Además, existe un flujo de calor desde la derivación 4 a través del cable de cobre 5 en el entorno, en el que el flujo de calor se ve influenciado por medio de la resistencia térmica R_{CuKab} del cable de cobre 5.

Para tener en cuenta un valor de potencia eléctrico N_{Mess} del circuito de medición 6, así como un valor de temperatura T_{Mess} del circuito de medición 6, se puede usar también la tensión U , la corriente I y la capacidad calorífica C_{Mess} del circuito de medición 6 y U , la corriente I y la capacidad calorífica C_{Mess} del circuito de medición 6 y de su entorno próximo.

En el procedimiento se tienen en cuenta, con ello, como fuentes de calor fundamentalmente la batería B, la derivación 4 y el circuito de medición 6. Dado el caso también se puede tener en cuenta la potencia eléctrica y/o la temperatura de objetos contiguos, como del recipiente del agua de lavado 8, del refrigerador 9 o del motor 10. Puesto que el recipiente del agua de lavado 6 en el caso normal es un sumidero de calor, se puede usar éste por medio de la temperatura del agua de lavado T_w referida a la capacidad calorífica C_w actual del recipiente del agua de lavado 7 y a su contenido como parámetro para la determinación de la temperatura de la batería T_B . La capacidad calorífica C_w del recipiente de agua de lavado 7 depende en este caso fuertemente del nivel de llenado en el recipiente de agua de lavado 8.

Los recorridos térmicos son de la siguiente manera:

El recorrido térmico principal lleva desde la batería B a través de la resistencia térmica R_w de la pared de la batería y, dado el caso, a través de la resistencia térmica R_H del envoltorio para la batería B hacia el exterior con la temperatura exterior T_U .

Una parte del calor fluye a través de los conductores eléctricos desde la batería B a través de la resistencia térmica R_{Ab1} de la derivación de plomo hasta el polo 3 y hasta la derivación 4, así como el cable de la batería 5 con la resistencia térmica R_{CuKab} en el entorno con la temperatura exterior T_U .

Una salida de calor menor lleva desde la derivación 4 a través de la resistencia térmica R_{PS1} entre la derivación 4 y sensor de temperatura 7 al circuito de medición 6 con el sensor de temperatura 7. Desde allí se extrae calor a través de la resistencia térmica R_{PS2} entre el sensor de temperatura 7 y el entorno del sensor de temperatura 7 con la temperatura T_{mit} .

En paralelo, fluye una parte reducida de calor desde la derivación 4 a través de la resistencia térmica R_{PS0} entre la derivación 4 y el entorno del sensor de temperatura 7 con la temperatura T_{mit} .

En la forma de realización más sencilla, la temperatura de la batería T_B se determina en el interior de la batería B a partir de la temperatura T_m medida con el sensor de temperatura 7 en el punto de medición de la temperatura en el entorno de la batería B, así como a partir de los valores de potencia eléctrica N_B de la batería, N_s de la derivación y N_{Mess} del circuito de medición 6 con la siguiente ecuación:

$$T_B = T_{B-1} + N/C_B \cdot dt + \{k_0 \cdot T_{Mess} - k_0 \cdot T_{B-1}\}/C_B \cdot dt$$

y

$$N = N_B + k_{N1} \cdot N_s + k_{N2} \cdot N_{Mess}$$

En este caso, T_{B-1} es la temperatura de la batería determinada en el intervalo de tiempo dt precedente, C_s es la capacidad calorífica de la batería, k_0 es un factor de ponderación para los valores de temperatura y k_{N1} así como k_{N2} son factores de ponderación para los valores de potencia eléctricos N_s y N_{Mess} .

Los factores de ponderación k_0 para el valor de la temperatura T_{Mess} y para la temperatura de la batería T_{B-1} determinada previamente se eligen iguales, ya que con varios valores de temperatura la suma de los factores de ponderación k_i correspondientes ha de ser igual al factor de ponderación k_0 para la temperatura de la batería T_{B-1} determinada anteriormente.

ES 2 300 069 T3

Los valores de potencia eléctrica N_B , N_S y N_{Mess} se suman ponderados y dan como resultado un valor de potencia eléctrica resultante N .

Con este sistema de ecuaciones se considera aproximadamente la situación en la que el sensor de temperatura 7 no ve la verdadera temperatura del entorno en el lugar de montaje de la batería B, por ejemplo bajo el capó del motor o en el maletero, sino que está dispuesto especialmente cerca de la batería. Además, se tienen en cuenta las fuentes de calor fundamentalmente locales que influyen en la medición de la temperatura por medio del sensor de temperatura 7 en el circuito de medición 6, por ejemplo el calentamiento electrónico del sensor de temperatura 7 directamente o la derivación 4 que se calienta cerca del sensor de temperatura 7.

El valor de potencia N_B para la batería se determina a partir de la tensión en bornes de la batería U y de la tensión en circuito abierto U_∞ , así como a partir de la corriente en bornes de la batería I a partir de la fórmula

$$N_B = (U - U_\infty) \cdot I$$

El valor de potencia N_S para la derivación 4 se determina según la fórmula

$$N_S = R_S \cdot I^2$$

en la que R_S es la resistencia de la derivación. El valor de potencia eléctrica N_{Mess} del circuito de conmutación 6 se puede determinar por medio de una medición de temperatura en el circuito de medición 6 así como, dado el caso, considerando la tensión U , la corriente I y la capacidad calorífica C_{Mess} del circuito de medición 6. El valor de potencia eléctrica N_{Mess} del circuito de medición 6 también se puede tomar como constante en el caso más sencillo. La resistencia de derivación R_S , así como el valor de tensión eléctrica N_{Mess} del circuito de medición 6 no han de ser conocidos forzosamente como valores, sino que también se pueden integrar en las constantes K_{N1} y K_{N2} que se han de determinar. Las constantes k se pueden determinar por medio de resistencias térmicas calculadas, por ejemplo con la ayuda de un simulador de compartimiento de motor, o por medio de una serie de viajes de medición representativos del tipo de automóvil y del tipo de batería correspondiente, y se pueden tomar entonces para todos los vehículos de este tipo constructivo. Las constantes k encontradas de esta manera pueden depender de la temperatura y/o de la situación de marcha.

El procedimiento se puede realizar de un modo más costoso y preciso cuando se tienen en cuenta otras temperaturas T_i , como por ejemplo la temperatura del motor, la temperatura exterior, la temperatura de refrigeración, la temperatura del agua de lavado, etc., otras fuentes de calor, como por ejemplo, el motor, en el vehículo, así como otros sumideros de calor, como por ejemplo recipientes de agua de lavado. Éstas no se han de conocer con mucha precisión, sino que se pueden estimar de un modo aproximado. Entonces se puede determinar la temperatura de la batería T_B con el siguiente sistema de ecuaciones generalizado:

$$T_B = T_{B-1} + N/C_B \cdot dt + \left\{ \sum_{i=1}^n k_i \cdot T_i - k_0 \cdot T_{B-1} \right\} / C_B \cdot dt$$

y

$$N = N_B + k_{N1} \cdot N_S + k_{N2} \cdot N_{Mess} + \sum_{j=3}^m k_{nj} \cdot N_j$$

En ocasiones, los valores de potencia N no se pueden indicar de modo limpio. En este caso, es muy útil una aproximación formal de la forma:

$$N = N_B + k_{N0} + k_{N1} \cdot I + k_{N2} \cdot I^2$$

En este caso se separan las componentes que son constantes, proporcionales a la corriente I y proporcionales al cuadrado de la corriente I^2 .

A partir de algunas pruebas con valores de corriente I que presentan una fuerte variación se ajustan las constantes k . También son posibles combinaciones análogas con la tensión de la batería U .

En este caso, la suma de los factores de ponderación k_i para los valores de temperatura T ha de ser igual al factor de ponderación k_0 para la temperatura de la batería T_{B-1} determinada previamente:

$$\sum_{i=1}^n k_i = k_0$$

ES 2 300 069 T3

La potencia del motor se puede considerar, por ejemplo, a través de la temperatura del agua de refrigeración y de la temperatura del aceite como valor de potencia N_j o preferentemente como valor de temperatura T_i .

5 Para la solución del algoritmo se requiere el conocimiento de la temperatura de inicio de la batería. Para ello hay diferentes métodos:

Para largos tiempos de pausa sucede que la temperatura de la batería T_B es igual que la temperatura del punto de medición T_{Mess} ($T_B = T_{Mess}$).

10 Para pausas de marcha más cortas, también se ha de calcular en este espacio de tiempo de pausa la temperatura de la batería T_B de modo correspondiente al algoritmo.

Para la determinación de las constantes, con diferentes temperaturas exteriores T_U se han de realizar perfiles de marcha complejos con el vehículo, habiendo de ser cada perfil parcial (marcha en ciudad, marcha en autopista, parada) 15 lo suficientemente largo, por ejemplo dos horas o más, y alternativamente ha de llevar a un calentamiento claro de la batería B preferentemente de más de 30°C, y volviendo de nuevo a la refrigeración. Además, para la determinación de los factores de ponderación k se han de considerar cargas de corriente i muy diferentes en la batería I.

La Figura 3 deja reconocer un diagrama de la temperatura T_{Mess} tomada con un sensor de temperatura 7 en el 20 entorno de la batería I de la temperatura real de la batería T_B , así como la temperatura T'_B de la batería determinada con el procedimiento conforme a la invención a lo largo del tiempo t de 10.000 segundos. En el caso de la batería I analizada se trata de un acumulador de plomo con una capacidad de 44 Ah que está montado en un Ford Fiesta con un motor de gasolina de 1,4 litros.

25 Para este tipo de batería y este tipo de automóvil, a través de pruebas bajo diferentes condiciones y perfiles de marcha con una capacidad calorífica de la batería de 13.000 Ws/K se ha encontrado un factor de ponderación $k_0 = 1,487$ W, un factor de ponderación $k_{N0} = 0,444$ para un componente de potencia constante de arbitrariamente 1 W, un factor de ponderación $k_{N1} = 0,785$ V para todas las potencias térmicas que son proporcionales a la corriente de batería I, así como un factor de ponderación $k_{N2} = 7,279$ E-3Ω para todas las componentes de potencia térmica que 30 sean proporcionales al cuadrado de la corriente de la batería I.

En una primera fase a) se encontraba la batería B en estado de reposo y la temperatura T era aproximadamente constante a aprox. 24°C. A continuación se ha operado el motor en marcha en vacío sin carga en una base b). Esto ha llevado a un incremento de la temperatura T_{Mess} medida a aproximadamente 40°C. Se puede reconocer que la 35 temperatura real de la batería T'_B es fundamentalmente menor y sube de aproximadamente 180°C a aproximadamente 25°C. En una tercera fase c), el motor se ha operado en marcha en vacío con carga, es decir, con consumidores conectados. Esto ha llevado a una oscilación de la temperatura medida de la batería T_{Mess} , y a otro incremento de la temperatura de la batería T_B a aproximadamente 30°C. También se puede reconocer que la temperatura T_B determinada con el sistema de ecuaciones descrito anteriormente tiene aproximadamente la misma evolución que la temperatura real de la batería T'_B , aunque la temperatura T_{Mess} medida tiene una evolución completamente diferente. En una cuarta 40 fase d) se ha operado el vehículo con tráfico de ciudad. Esto a llevado a una fuerte oscilación de la temperatura medida T_{Mess} , que se ve muy influenciada por medio del retardo y la aceleración, el cambio de carga y la convección modificada. La temperatura real de la batería T'_B ha permanecido en la fase de marcha d) aproximadamente constante a 30°C con ligeras oscilaciones. La temperatura determinada de la batería T_B se diferencia durante la evolución sólo ligeramente 45 de la temperatura real de la batería T'_B , y es suficientemente precisa para una evaluación posterior. En una quinta fase e) se ha llevado a cabo una marcha en autopista, lo que ha llevado después de un retardo a un fuerte incremento de la temperatura medida de la batería T_{Mess} como consecuencia del fuerte incremento de la temperatura del motor. La temperatura real de la batería T'_B y la temperatura de la batería T_B calculada a partir de la temperatura medida de la batería T_{Mess} no se siguen en el corto periodo de tiempo. En la siguiente fase de reposo f), la temperatura medida T_{Mess} 50 en el entorno de la batería I se extingue exponencialmente después de cortas oscilaciones de la temperatura T_{Mess} como consecuencia del motor, que todavía está muy caliente. La temperatura real de la batería T'_B así como la temperatura de la batería T_B determinada con el procedimiento conforme a la invención muestran una evolución que difiere de la de la temperatura medida T_{Mess} , y coinciden relativamente bien.

55 Tal y como ya se ha mencionado, por medio de la consideración de otras fuentes de calor, sumideros de calor y valores de potencia eléctricos se puede incrementar la precisión del procedimiento aún más, de manera que se reduce la desviación, en particular en la fase de marcha d) entre la temperatura de la batería determinada T_B y la temperatura real de la batería T'_B .

60 La Figura 4 muestra pruebas realizadas en dos días diferentes, que en la representación se han puesto sencillamente una tras otra.

Para una disposición de este tipo se han encontrado, con una capacidad calorífica de la batería asumida de $C_B = 14.000$ Ws/KI un factor de ponderación $k_0 = 0,973$ W, un factor de ponderación $k_{N0} = -21,951$ para una componente de potencia constante de 0,5 W en la resistencia térmica, un factor de ponderación $k_{N1} = -1,387$ V para todas las potencias 65 térmicas que son proporcionales a la corriente de la batería I, así como un factor de ponderación $k_{N2} = -5,05$ E-2Ω para todas las componentes de la potencia térmica que sean proporcionales al cuadrado de la corriente de la batería I^2 .

ES 2 300 069 T3

En la Figura 5 se puede reconocer otro ejemplo en el que se realiza una carga térmica eléctrica adicional cerca de un punto de medición de la temperatura. En un compartimiento de motor imitado en un laboratorio se ha sometido una batería de 12 V con 48 Ah a diferentes cargas térmicas y de corriente. Cercad del punto de medición de la temperatura, que está colocado en una carcasa de plástico en el polo de la batería, se encuentra una resistencia eléctrica, que por medio de una carga de corriente definida recibe una potencia térmica de 0,5 W aplicada. Con ello se imita la situación en la que el punto de medición de la temperatura está unido cerca con el circuito de medición, y la temperatura T_{Mess} medida de esta manera se ve influenciada fuertemente por medio de la potencia perdida de este circuito de medición.

Después de que se ha conectado la potencia térmica, el punto de medición de la temperatura experimenta después de algunos minutos una temperatura mayor que el entorno en aproximadamente 11°C. La figura 5 muestra claramente que, a pesar de ello, el algoritmo conforme a la invención, teniendo en cuenta esta potencia térmica conocida con constantes k adecuadas puede reconocer bien la evolución de la temperatura de la batería T_B también en diferentes situaciones de operación, como por ejemplo parada, fuerte convección como en el funcionamiento de marcha, con/sin carga eléctrica de la batería, etc.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de la temperatura (T_B) en una batería (B) eléctrica por medio de la determinación de al menos un valor de temperatura (T_M , T_i) en un punto de medición de la temperatura correspondiente fuere de la batería en el entorno de la batería, y la determinación de al menos un valor de potencia eléctrica (N_B , N_j) dependiendo de un parámetro de potencia relacionado con el funcionamiento de la batería (B), **caracterizado** porque otro valor de potencia eléctrica (N_j) es la potencia (N_{Mess}) eléctrica convertida en al menos un punto de medición de temperatura, se ponderan los valores de potencia (N) y los valores de temperatura (T) correspondiente con un factor de ponderación (k) asignado, y la temperatura (T_B) se determina en la batería (B) eléctrica a partir del balance de energía dependiendo del al menos un valor de temperatura (T_M , T_i) ponderado y de los valores de potencia (N_B , N_j) eléctricos ponderados.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por la integración a lo largo del tiempo (t) de al menos un valor de potencia (N) eléctrico y al menos un valor de temperatura (T).

3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por la normalización del al menos un valor de potencia (N) y por la suma consecutiva del al menos un valor de potencia (N) normalizado y al menos un valor de temperatura (T) en pasos temporales (dt) discretos a la temperatura de la batería (T_{B-1}) determinada junto antes para la determinación de la temperatura actual de la batería (T_B).

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque los factores de ponderación (k) se escogen dependiendo del estado de funcionamiento actual de la batería (B).

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque un parámetro de potencia es la corriente en bornes de la batería (I) que se puede medir en los pernos de la batería.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque los valores de potencia (N) y los valores de temperatura (T) están referidos a la capacidad calorífica (C_B) de la batería (B).

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque los valores de temperatura (T_i) están referidos a la capacidad calorífica (C_i) del objeto asignado en el que se determina la temperatura (T_i).

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque los valores de potencia (N) y los valores de temperatura (T) están referidos a la suma de la capacidad calorífica (C_B) de la batería (B) y al menos otra capacidad calorífica (C_i) de un objeto que contribuye a la compensación de temperatura.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el valor de temperatura (T_0) de un objeto que contribuye a la compensación de la temperatura se determina con un sistema de ecuaciones del tipo:

$$T_O = T_{O-1} + (k_{O1} \cdot T_B + k_{O2} \cdot T_{Mess} - k_{O0} \cdot T_{O-1})/C_O dt$$

y

$$K_{O1} + K_{O2} = K_{O0}$$

en el que C_O es la capacidad calorífica el objeto, T_B la temperatura de la batería, T_{Mess} la temperatura medida en el punto de medición de la temperatura, T_{O-1} el valor de temperatura determinado previamente temporalmente del objeto y k_{O1} , k_{O2} y k_{O0} constantes fijadas.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes para la determinación de la temperatura (T_B) de una batería de automóvil (B), **caracterizado** por la determinación de la temperatura de la batería (T_B) con un sistema de ecuaciones del tipo:

$$T_B = T_{B-1} + N/C_B \cdot dt + \left\{ \sum_{i=1}^n k_i \cdot T_i - k_0 \cdot T_{B-1} \right\} / C_B \cdot dt$$

en el que T_{B-1} es la temperatura de la batería T_B calculada previamente, C_B la capacidad calorífica de la batería (B), K_i con $i = 1$ a n los factores de ponderación y T_i al menos un (en caso de $n=1$) valor de temperatura (T) medido en objetos i en el entorno de la batería (B), y en el que N es el valor de potencia.

11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado** porque la suma de los factores de ponderación $\sum_{i=1}^n k_i$ es igual al factor de ponderación k_0 para la temperatura de la batería (T_{B-1}) determinada previamente.

ES 2 300 069 T3

12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, **caracterizado** porque el valor de potencia se calcula con un sistema de ecuaciones:

5

$$N = N_B + \sum_{j=1}^m k_j \cdot N_j$$

en el que N_B es un valor proporcional a la potencia eléctrica convertida por la batería (B), N_j son valores proporcionales a las potencias convertidas por los componentes en el entorno de la batería (B), y k_j son factores de ponderación.

10 13. Procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado** porque el valor de potencia (N_B) proporcional a la potencia convertida por la batería (B) es el producto de la corriente en bornes de la batería (I) y la diferencia entre la tensión en bornes de la batería (U) y la tensión en circuito abierto de la batería (U_∞) ($N_B = (U - U_\infty) \cdot I$).

15 14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado** porque el valor de tensión en circuito abierto de la batería (U_∞) se corrige con un valor de tensión constante característico para el sistema de baterías.

15 15. Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado** porque el valor de tensión constante para un acumulador de plomo tiene en el intervalo de -0,04 a -0,08 V/célula tiene un valor, preferentemente, de aproximadamente -0,06 V/célula.

20 16. Procedimiento según la reivindicación 12 ó 13, **caracterizado** porque otro valor de potencia eléctrica (N_j) describe la potencia convertida por una derivación (4) conectada en el circuito de la batería, y este valor de potencia (N_s) de derivación se calcula como producto de la resistencia de derivación (R_s) y el cuadrado de la corriente en bornes de la batería (I^2) ($N_s = R_s \cdot I^2$).

30 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque se determina otro valor de potencia eléctrico (N_j) es la tensión (N_{ASIC}) eléctrica convertida en un circuito de medición (6), y esta tensión eléctrica (N_{ASIC}) se determina dependiendo de la corriente (I_{ASIC}) y de la tensión (U_{ASIC}) medida en el circuito de medición (6).

30 18. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque los factores de ponderación (k) dependen de los valores de transición térmicos de la batería (B) y de los valores de transición térmicos del entorno del objeto asignado.

35 19. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque los factores de ponderación (k) se escogen dependiendo del entorno específico, en particular de un tipo de automóvil, y del tipo de batería.

40 20. Dispositivo para la determinación de la temperatura (T_B) en una batería (B) eléctrica con al menos un sensor de temperatura (7) dispuesto fuera de la batería (B) en el entorno de la batería, un aparato de medición de tensión para la medición de la tensión en bornes de la batería (U) y un dispositivo para la determinación de la corriente en bornes de la batería (I) y con una unidad de evaluación que está unida con el al menos un sensor de temperatura (7), el aparato de medición de tensión y el dispositivo para la determinación de la corriente en bornes de la batería y está conformada para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes.

45

50

55

60

65

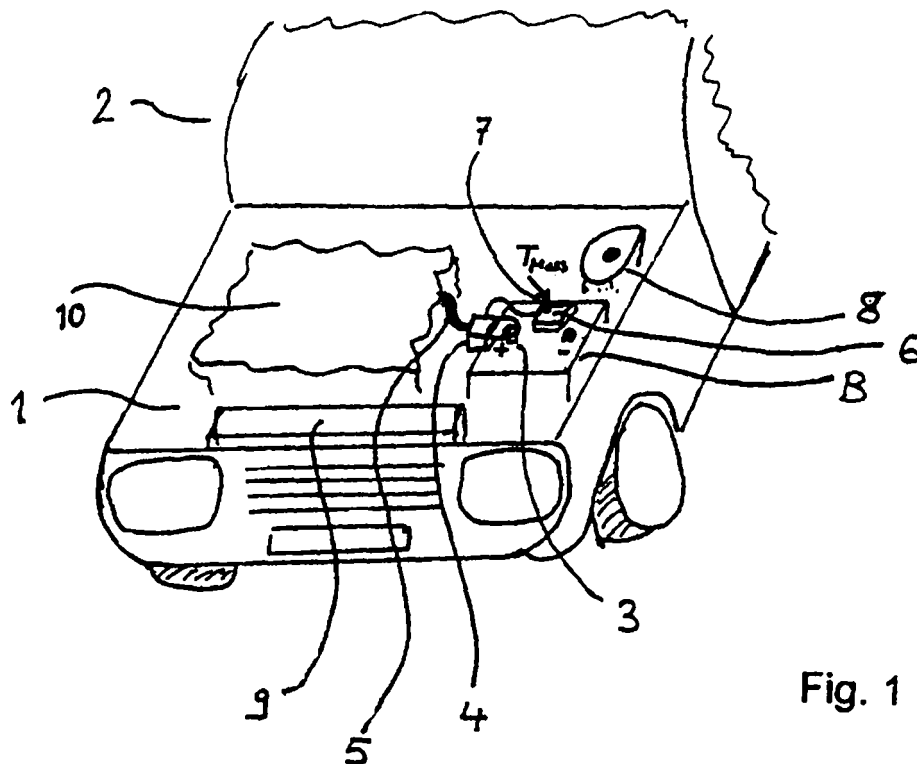


Fig. 1

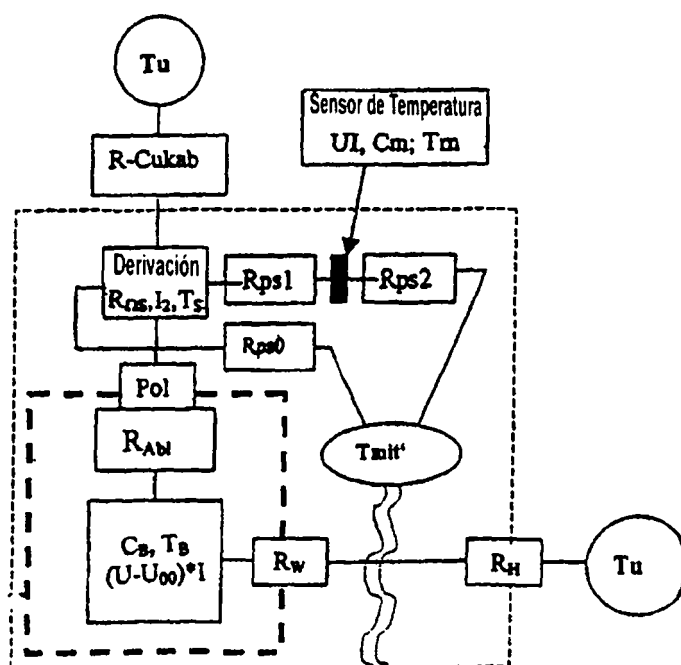


Fig. 2

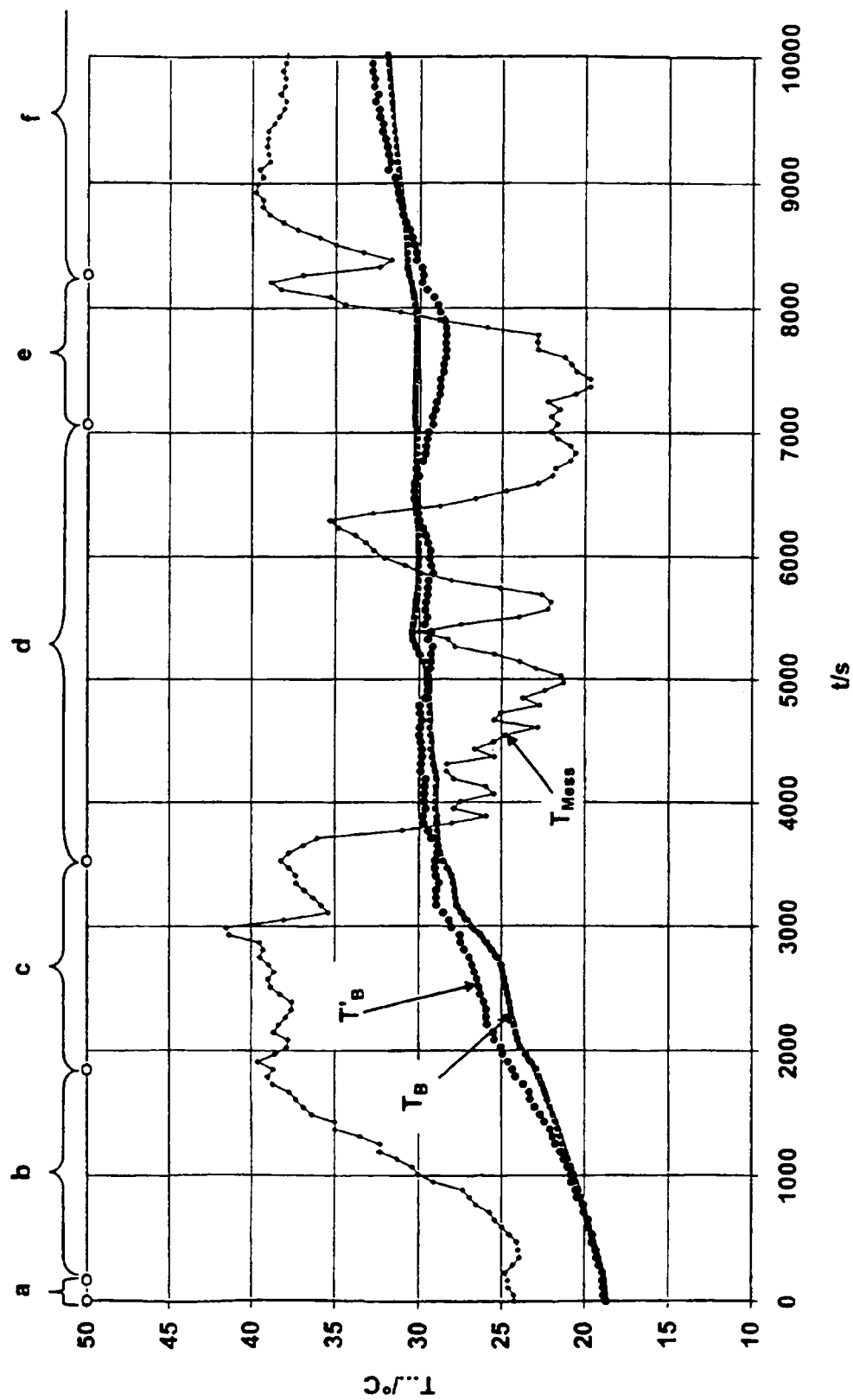


Fig. 3

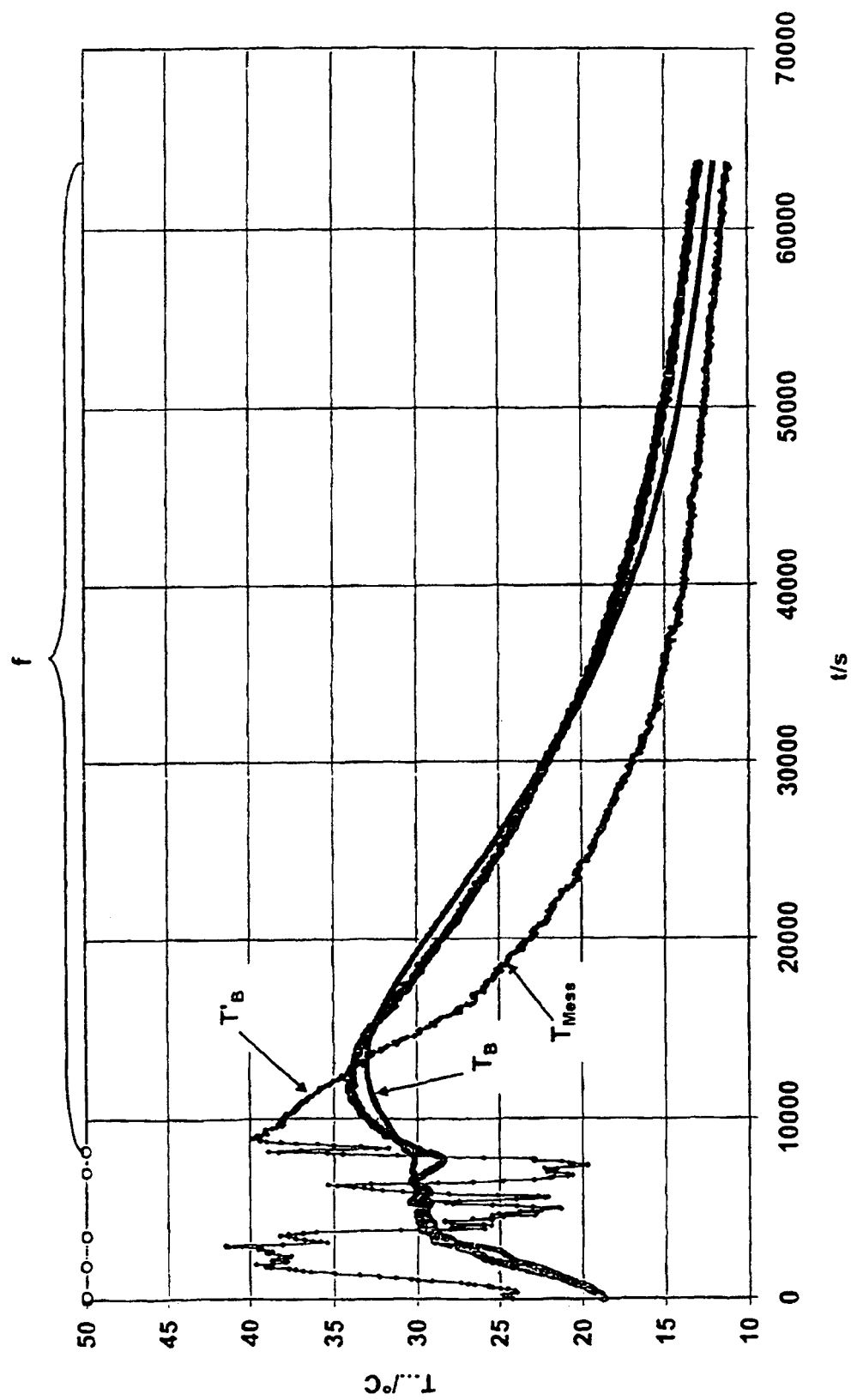


Fig. 4

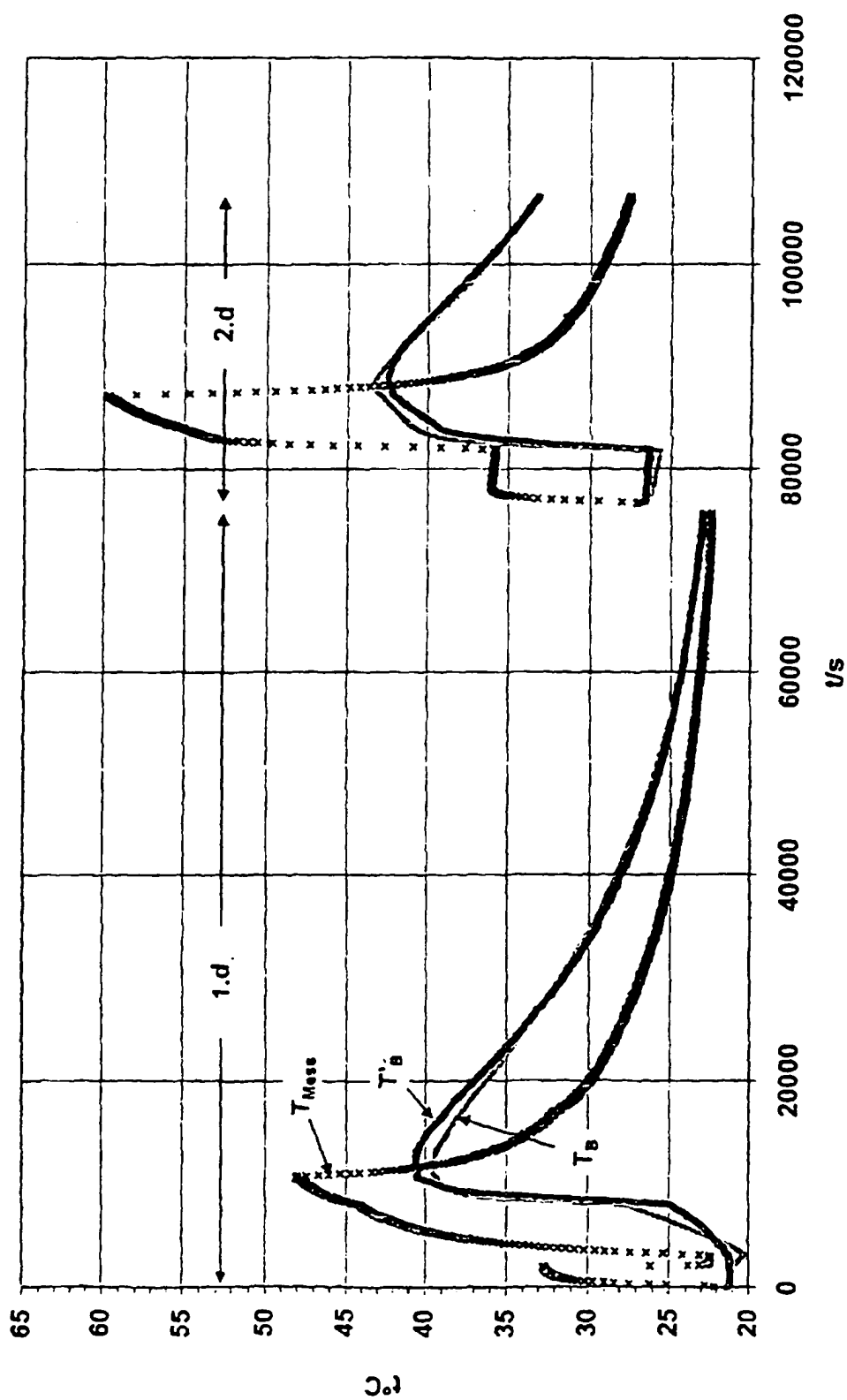


Fig. 5