

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 25.08.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 02.03.12 Bulletin 12/09.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : Se reporter à la fin du
présent fascicule

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA Société anonyme — FR.

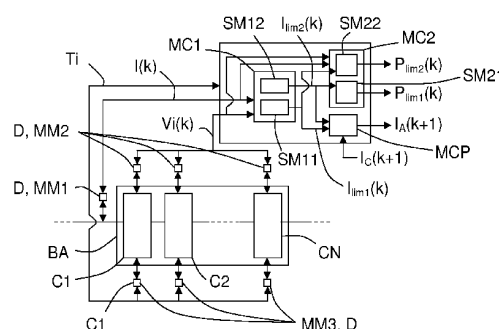
72 Inventeur(s) : GUILLEMARD FRANCK, PORCEL-
LATO DENIS, OUAKSEL KARIM, NOUILLANT
CEDRIC, SABATIER JOCELYN et MERVEILLAUT
MATHIEU.

73 Titulaire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA Société anonyme.

74 Mandataire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA.

54 DISPOSITIF DE DETERMINATION DE GRANDEUR(S) D'UNE BATTERIE A CELLULES EN SERIE.

57 Un dispositif (D) est dédié à la détermination de grandeur(s) d'une batterie (BA) comprenant N cellules (C1-CN) de stockage d'énergie montées en série, traversées par un courant $I(k)$ mesurable et devant être compris entre des courants minimum $I_{\min}$ et maximum $I_{\max}$, et devant présenter à leurs bornes respectives une tension mesurable et devant être comprise entre des tensions minimale $V_{\min}$ et maximale $V_{\max}$. Ce dispositif (D) comprend des premiers moyens de calcul (MC1) agencés pour estimer au moins un courant limite $I_{\lim j}(k)$ admissible pour la batterie (BA) en fonction du courant mesuré $I(k)$, du courant minimum $I_{\min}$ et/ou du courant maximum $I_{\max}$, de la tension minimale $V_{\min}$ et/ou de la tension maximale $V_{\max}$ et des tensions mesurées $V_i(k)$, ces dernières étant chacune considérées comme la somme d'une première partie $P1_i(k)$, dite instantanée et proportionnelle au courant mesuré $I(k)$, et d'une seconde partie $P2_i(k)$, dite lente et présentant des variations non significatives entre deux mesures successives.



DISPOSITIF DE DÉTERMINATION DE GRANDEUR(S) D'UNE BATTERIE À CELLULES EN SÉRIE

5 L'invention concerne le domaine des batteries, et plus précisément la détermination en temps réel de grandeur(s) relatives à des batteries en vue d'optimiser leur fonctionnement et/ou leur durée de vie.

On entend ici par "batterie" un moyen de stockage d'énergie électrique, constitué de N cellules de stockage, identiques ou non, montées
10 en série (avec $N \geq 2$), et éventuellement de type Li-ion.

Par ailleurs, on entend ici par "grandeur" une grandeur physique de type courant limite admissible en phase de charge ou de décharge, ainsi qu'éventuellement une puissance limite délivrable et/ou un courant de fonctionnement autorisé (c'est-à-dire le courant de consigne qui est appliqué à
15 la batterie après vérification du fait qu'il respecte les limites de tension et de courant de chaque cellule).

Comme le sait l'homme de l'art, le courant limite et la puissance limite, que peut fournir une batterie multicellulaire en (phase de) charge et en (phase de) décharge, sont des grandeurs physiques instantanées qui
20 dépendent de ses limites de fonctionnement, et plus précisément des courants minimum et maximum et tensions minimales et maximales, en charge et en décharge, que peut supporter chaque cellule, et qui évoluent en fonction de l'état interne des cellules.

Or, la plupart des dispositifs connus, utilisés pour déterminer les
25 grandeurs physiques précitées, n'offrent pas une entière satisfaction.

En effet, certains d'entre eux effectuent une détermination des grandeurs en fonction d'une cartographie cellulaire qui est paramétrée par la température de la batterie. Pour chaque température possible de la batterie, cette cartographie fournit des premier et second courants limites qui ne
30 doivent pas être dépassés en charge et en décharge, respectivement. Une telle cartographie ne tient donc pas compte de l'état instantané effectif de la batterie, et en particulier de l'état de charge courant de chaque cellule, alors

même que cet état de charge intervient dans l'évaluation du courant limite et de la puissance limite que peut fournir la batterie en charge et en décharge. On peut alors se retrouver dans l'une des deux situations suivantes:

- 5 - si le courant limite et/ou la puissance limite fourni(e)(s) par la cartographie est/sont optimistes, en charge et/ou en décharge, les tensions aux bornes des cellules peuvent se retrouver en dehors de la plage d'utilisation préconisée, ce qui peut favoriser des réactions chimiques indésirables et donc induire un vieillissement prématuré des cellules dans le meilleur des cas, et un arrêt du véhicule, voire un incendie, lié au sur-échauffement des
10 cellules dans le pire des cas,
- si le courant limite et/ou la puissance limite fourni(e)(s) par la cartographie est/sont pessimistes, en charge et/ou en décharge, la batterie n'est pas pleinement utilisée, ce qui peut nécessiter un surdimensionnement de la batterie et donc un coût supplémentaire.

15 D'autres dispositifs, comme par exemple ceux qui sont décrits dans les documents brevet US 2008/007224 et US 2009/315519, proposent d'utiliser des modèles de batterie pour calculer les courants limites. Ces modèles sont basés sur l'utilisation d'une tension à vide de la batterie, et ne prennent pas en compte, notamment, l'effet dit de diffusion qui survient dans
20 chaque cellule au niveau des électrodes. Il en résulte une réelle imprécision des estimations des courants limites et des puissances limites, tant en charge qu'en décharge.

L'invention a donc pour but d'améliorer la situation, en prenant en compte, en temps réel, l'état courant de la batterie pour déterminer au moins
25 les courants limites, ainsi qu'éventuellement pour limiter le courant de la batterie afin qu'il ne dépasse pas un courant maximum.

Elle propose plus précisément à cet effet un dispositif, dédié à la détermination de grandeur(s) d'une batterie comprenant N cellules de stockage d'énergie montées en série, traversées par un courant $I(k)$
30 mesurable qui doit être compris entre des courants minimum $I_{\min}$ et maximum $I_{\max}$, et devant présenter à leurs bornes respectives une tension mesurable comprise entre des tensions minimale $V_{\min}$ et maximale $V_{\max}$, et comprenant des premiers moyens de calcul agencés pour estimer au moins un courant

limite $I_{limj}(k)$ admissible pour la batterie en fonction du courant mesuré $I(k)$, du courant minimum I_{min} et/ou du courant maximum I_{max} , de la tension minimale V_{min} et/ou de la tension maximale V_{max} , et des tensions mesurées $V_i(k)$, ces dernières étant chacune considérées comme la somme d'une première partie
 5 $P1i_j(k)$, dite instantanée et proportionnelle au courant mesuré $I(k)$, et d'une seconde partie $P2i(k)$, dite lente et présentant des variations non significatives entre deux mesures successives.

Le dispositif selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui peuvent être prises séparément ou en combinaison, et notamment :

- 10 - chaque tension mesurée $V_i(k)$ peut être considérée comme la somme d'une première partie $P1i_j(k)$ égale à $-R_{ij}(k)*I(k)$, où $R_{ij}(k)$ est une valeur de résistance en cours dans la cellule considérée, et d'une seconde partie $P2i(k)$ égale à une tension intrinsèque $V_{int}(k)$;
- ses premiers moyens de calcul peuvent comprendre des premiers sous-
 15 moyens agencés pour estimer un courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ pour la batterie, et des seconds sous-moyens agencés pour estimer un courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$ pour la batterie;
- les premiers moyens de calcul peuvent être agencés pour estimer un courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ égal à la valeur maximale entre le
 20 courant minimum I_{min} et le résultat de la somme du courant mesuré $I(k)$ et d'un terme cellulaire de charge $\Delta I_{lim1}(k)$ égal à la valeur maximale de rapports $[(V_i(k) - V_{max}) / R_{i1}(k)]$ qui ont été estimés pour les différentes cellules, où $R_{i1}(k)$ est la valeur de résistance de charge en cours dans la cellule considérée;
- 25 ➤ les premiers moyens de calcul peuvent être agencés pour estimer un courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$ égal à la valeur minimale entre le courant maximum I_{max} et le résultat de la somme du courant mesuré $I(k)$ et d'un terme cellulaire de décharge $\Delta I_{lim2}(k)$ égal à la valeur minimale de rapports $[(V_i(k) - V_{min}) / R_{i2}(k)]$ estimés pour les différentes cellules, où
 30 $R_{i2}(k)$ est la valeur de résistance de décharge en cours dans la cellule considérée;
- il peut comprendre des moyens de comparaison agencés, en présence d'une consigne de courant $I_c(k+1)$ souhaitée pour un instant $k+1$ qui suit

un instant k en cours, pour comparer la consigne de courant $I_C(k+1)$ souhaitée aux courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ et courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$ estimés pour l'instant k en cours, de manière à autoriser pour le prochain instant $k+1$ un courant $I_A(k+1)$ qui est égal soit au courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ lorsque la consigne de courant $I_C(k+1)$ souhaitée est inférieure au courant limite de charge $I_{lim1}(k)$, soit au courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$ lorsque la consigne de courant $I_C(k+1)$ souhaitée est supérieure au courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$, soit encore à la consigne de courant $I_C(k+1)$ souhaitée lorsque cette dernière est comprise entre le courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ et le courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$;

- il peut comprendre des seconds moyens de calcul agencés pour estimer au moins une puissance limite $P_{limj}(k)$ délivrable par la batterie en fonction des courant mesuré $I(k)$, courant(s) limite(s) $I_{limj}(k)$ et tensions mesurées $V_i(k)$;

➤ les seconds moyens de calcul peuvent comprendre des premiers sous-moyens agencés pour estimer une puissance limite de charge $P_{lim1}(k)$ délivrable par la batterie, et des seconds sous-moyens agencés pour estimer une puissance limite de décharge $P_{lim2}(k)$ délivrable par la batterie;

- les seconds moyens de calcul peuvent être agencés pour estimer une puissance limite de charge $P_{lim1}(k)$ qui est égale au résultat du produit entre le courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ et la somme de tensions de charge cellulaires $V_{i1}(k)$ pour les différentes cellules, chaque tension de charge cellulaire $V_{i1}(k)$ étant considérée comme la somme d'une première partie $P'1i_1(k)$, dite instantanée et proportionnelle audit courant limite de charge $I_{lim1}(k)$, et de la seconde partie $P2i(k)$;

- chaque première partie $P'1i_1(k)$ peut être égale à $-R_{i1}(k) \cdot I_{lim1}(k)$, où $R_{i1}(k)$ est la valeur de résistance de charge en cours dans la cellule considérée;

- les seconds moyens de calcul peuvent être agencés pour estimer une puissance limite de décharge $P_{lim2}(k)$ qui est égale au résultat du produit entre le courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$ et la somme de

tensions de décharge cellulaires $V_{i2}(k)$ pour les différentes cellules, chaque tension de décharge cellulaire $V_{i2}(k)$ étant considérée comme la somme d'une première partie $P'1_{i2}(k)$, dite instantanée et proportionnelle au courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$, et de la seconde partie $P2_{i2}(k)$;

- 5
 - chaque première partie $P'1_{i2}(k)$ peut être égale à $-R_{i2}(k) \cdot I_{lim2}(k)$, où $R_{i2}(k)$ est la valeur de résistance de décharge en cours dans la cellule considérée;
- il peut être agencé pour déterminer chaque résistance $R_{ij}(k)$ d'une cellule
 - 10 en fonction d'une mesure de la température en cours de cette cellule, d'une estimée de l'état de charge en cours de cette cellule, et du vieillissement de cette cellule;
- il peut comprendre des premiers moyens de mesure agencés pour mesurer le courant $I(k)$;
- 15 - il peut comprendre des deuxièmes moyens de mesure agencés pour mesurer la tension $V_i(k)$ aux bornes de chaque cellule.

L'invention est bien adaptée, bien que non limitativement, aux véhicules, éventuellement de type automobile.

20 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels

- la figure 1 illustre schématiquement et fonctionnellement une batterie couplée à un exemple de réalisation de dispositif de détermination de grandeur(s) selon l'invention,
- 25 - la figure 2 illustre schématiquement et fonctionnellement un exemple de réalisation d'un premier sous-module des premiers moyens de calcul du dispositif de détermination de grandeur(s) de la figure 1,
- la figure 3 illustre schématiquement et fonctionnellement un exemple de réalisation d'un second sous-module des premiers moyens de calcul du
- 30 dispositif de détermination de grandeur(s) de la figure 1,
- la figure 4 illustre schématiquement et fonctionnellement un exemple de réalisation d'un premier sous-module des seconds moyens de calcul du

dispositif de détermination de grandeur(s) de la figure 1, et

- la figure 5 illustre schématiquement et fonctionnellement un exemple de réalisation d'un second sous-module des seconds moyens de calcul du dispositif de détermination de grandeur(s) de la figure 1.

5 Les dessins annexés pourront non seulement servir à compléter l'invention, mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.

Comme indiqué précédemment, l'invention propose de coupler un dispositif de détermination de grandeur(s) (D) à une batterie (BA) de type multicellulaire.

10 Comme illustré non limitativement sur la figure 1, on entend ici par "batterie multicellulaire BA" un équipement comportant N cellules de stockage d'énergie électrique C_i ($i = 1$ à N, avec $N \geq 2$), identiques ou non, montées en série, traversées par un courant $I(k)$ qui est mesurable et qui doit être compris entre des courants minimum $I_{\min}$ et maximum $I_{\max}$, et devant présenter à leurs
15 bornes respectives une tension mesurable V_i qui doit être comprise entre des tensions minimale $V_{\min}$ et maximale $V_{\max}$.

Dans ce qui suit, on considère à titre d'exemple non limitatif que la batterie (BA) fait partie d'un véhicule, éventuellement de type automobile. Mais, l'invention n'est pas limitée à cette application. Elle concerne en effet
20 tout type de batterie multicellulaire, quel que soit son domaine technique d'utilisation.

Par ailleurs, on considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif que les cellules (C_i) sont de type Li-ion. Mais, l'invention n'est pas limitée à ce type de cellule. Elle concerne en effet tout type de cellule capable
25 de stocker de l'énergie électrique en vue de la restituer. Ainsi, les cellules pourront être également de type Ni-Mh ou plomb, par exemple.

Comme illustré non limitativement sur la figure 1, un dispositif (de détermination de grandeur(s)) D selon l'invention comprend au moins des premiers moyens de calcul MC1 qui sont agencés (ou conçus) pour estimer
30 en temps réel au moins un courant limite $I_{\lim j}(k)$ admissible pour la batterie BA.

L'indice k représente ici le temps. L'indice j représente ici soit une phase de charge ($j = 1$), soit une phase de décharge ($j = 2$).

On comprendra que chaque courant limite $I_{limj}(k)$ constitue une grandeur physique qui est déterminée (ou estimée) par le dispositif D.

Selon l'invention, l'estimation précitée se fait en fonction du courant mesuré $I(k)$ (qui circule effectivement à l'instant k dans la batterie BA), du
 5 courant minimum I_{min} et/ou du courant maximum I_{max} , de la tension minimale V_{min} et/ou de la tension maximale V_{max} , et des tensions mesurées $V_i(k)$ (qui sont respectivement et effectivement présentes à l'instant k au niveau des bornes des différentes cellules C_i).

Toujours selon l'invention, chaque tension mesurée $V_i(k)$ est
 10 considérée comme la somme d'une première partie $P1_{ij}(k)$, qui est dite instantanée et qui est proportionnelle au courant mesuré $I(k)$, et d'une seconde partie $P2_i(k)$, qui est dite lente et qui présente des variations non significatives entre deux mesures successives de courant $I(k)$ et de tensions $V_i(k)$ (c'est-à-dire effectuées à des instants (d'échantillonnage) successifs k et
 15 $k+1$). On a donc la relation $V_i(k) = P1_{ij}(k) + P2_i(k)$.

Par exemple, la première partie $P1_{ij}(k)$ peut être choisie égale à - $R_{ij}(k) \cdot I(k)$, où $R_{ij}(k)$ est la valeur d'une résistance qui est en cours à l'instant k dans la cellule C_i considérée. On comprendra que la résistance $R_{i1}(k)$ désigne la résistance de charge de la cellule C_i à l'instant k , tandis que la résistance
 20 $R_{i2}(k)$ désigne la résistance de décharge de cette même cellule C_i à l'instant k . Cette résistance (instantanée) est représentative des différents phénomènes résistifs qui surviennent dans une cellule C_i , comme par exemple les réactions chimiques sur les électrodes, la résistance de surface entre les électrodes et l'électrolyte, et la résistance de l'électrolyte.

On peut par exemple considérer que chaque résistance $R_{ij}(k)$ évolue
 25 en fonction de la température T_i de la cellule C_i considérée, de l'état de charge de la cellule C_i considérée et du niveau de vieillissement de la cellule C_i considérée. Afin de tenir compte de ces paramètres influents, on peut, par exemple, utiliser une cartographie prédéfinie offrant une correspondance
 30 entre la valeur de la résistance en charge ou en décharge de chaque cellule C_i et sa température T_i , son état de charge et son vieillissement.

La mesure de la température T_i de chaque cellule C_i pourra être effectuée par toute technique connue de l'homme de l'art, et notamment au

moyen de (troisièmes) moyens de mesure MM3. Ces derniers (MM3) peuvent, comme illustré non limitativement, faire partie du dispositif D. Mais, ils pourraient faire partie de ce que l'homme de l'art appelle parfois le boîtier d'état de charge de la batterie (ou BECB), lequel est généralement chargé de mesurer le courant $I(k)$ en entrée ou en sortie de la batterie BA et la tension de la batterie BA, ainsi qu'éventuellement la température T_i de chaque cellule C_i , pour au moins un autre équipement du véhicule, comme par exemple un calculateur de supervision. On notera que pour les batteries de puissance, on utilise parfois un équipement appelé BMS ("Battery Management System") au lieu d'un équipement de type BECB. Ce BMS communique généralement avec d'autres calculateurs via un réseau embarqué de type CAN (par exemple), et en particulier avec le calculateur de la chaîne de traction électrique ou hybride.

Le calcul de l'état de charge de chaque cellule C_i pourra être effectué par toute technique connue de l'homme de l'art, et notamment par intégration du courant $I(k)$ de la batterie BA et recalage régulier sur une courbe de tension à vide de la cellule C_i en fonction de son état de charge, par exemple.

Le calcul du niveau de vieillissement de chaque cellule C_i pourra être effectué par toute technique connue de l'homme de l'art, et notamment par celle qui est décrite dans le document brevet FR 2920884, par exemple.

Par exemple, la seconde partie $P2i(k)$ peut être choisie égale à une tension intrinsèque $V_{iint}(k)$, c'est-à-dire propre à chaque cellule C_i , et représentative des phénomènes de diffusion des électrodes et de stockage d'énergie électrique en énergie chimique (caractérisé par la tension à vide lorsque la batterie est au repos). A titre d'exemple non limitatif, lorsque le courant $I(k)$ est nul depuis suffisamment longtemps, la tension intrinsèque $V_{iint}(k)$ correspond, notamment, à la tension à vide de la batterie BA.

On notera que la seconde partie $P2i(k)$ présente une évolution temporelle beaucoup plus lente que celle de la première partie $P1i(k)$.

Le courant $I(k)$ de la batterie BA peut être mesuré par des premiers moyens de mesure MM1. Ces derniers (MM1) peuvent, comme illustré non limitativement, faire partie du dispositif (de détection) D. Mais, ils pourraient faire partie du boîtier d'état de charge de la batterie (ou BECB). Comme

illustré, chaque mesure du courant $I(k)$ peut être fournie au dispositif D par les premiers moyens de mesure MM1 via une liaison, comme par exemple un câble informatique. Mais, en variante, chaque mesure du courant $I(k)$ pourrait être fournie au dispositif D via le réseau multiplexé du véhicule.

5 Par ailleurs, chaque tension $V_i(k)$ d'une cellule C_i peut être mesurée par des deuxièmes moyens de mesure MM2. Ces derniers (MM2) peuvent, comme illustré non limitativement, faire partie du dispositif (de détection) D. Mais, ils pourraient faire partie du boîtier d'état de charge de la batterie (ou BECB). Comme illustré, chaque mesure de tension $V_i(k)$ peut être fournie au
10 dispositif D par les deuxièmes moyens de mesure MM2 via une liaison, comme par exemple un câble informatique. Mais, en variante, chaque mesure de tension $V_i(k)$ pourrait être fournie au dispositif D via le réseau multiplexé du véhicule.

On notera que dans une variante non illustrée, le dispositif D pourrait
15 faire partie d'un boîtier d'état de charge de la batterie (ou BECB).

Les mesures de courant $I(k)$ et de tension $V_i(k)$, et leur analyse peuvent être effectuées périodiquement selon une période d'échantillonnage de durée choisie.

Comme illustré non limitativement sur la figure 1, les premiers
20 moyens de calcul MC1 peuvent comprendre des premier SM11 et second SM12 sous- moyens (ou sous-modules).

Les premier sous-moyens SM11 sont plus précisément agencés pour estimer le courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ pour la batterie BA, alors que les seconds sous-moyens SM12 sont plus précisément agencés pour estimer le
25 courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$ pour cette même batterie BA.

Comme illustré non limitativement sur la figure 2, les premiers sous-moyens SM11 des premiers moyens de calcul MC1 peuvent être agencés pour estimer un courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ (pour la batterie BA) qui est égal à la valeur maximale entre le courant minimum I_{min} et le résultat de la
30 somme du courant mesuré $I(k)$ et d'un terme cellulaire de charge $\Delta I_{lim1}(k)$ qui est égal à la valeur maximale de rapports $[(V_i(k) - V_{max}) / R_{i1}(k)]$ qui ont été estimés pour les différentes cellules C_i . Comme indiqué précédemment, $R_{i1}(k)$ représente ici la valeur de la résistance de charge qui est en cours dans la

cellule C_i considérée.

En d'autres termes, on a les relations:

$$I_{lim1}(k) = \max[I(k) + \Delta I_{lim1}(k), I_{min}],$$

$$\Delta I_{lim1}(k) = \max_{i=1 \text{ à } N}[(V_i(k) - V_{max}) / R_{i1}(k)] = \max_{i=1 \text{ à } N}[\Delta I_{lim1}(k)].$$

- 5 Ces relations découlent de la relation donnée précédemment $V_i(k) = -R_{ij}(k)*I(k) + V_{int}(k)$, de la relation de contrainte qui existe entre le courant limite de charge $I_{lim1}(k)$, qui est admissible pour la cellule C_i à l'instant k , et la tension maximale V_{max} , à savoir $V_{max} = -R_{i1}(k)*I_{lim1}(k) + V_{int}(k)$, et de la contrainte de courant minimum I_{min} donnée par l'opérateur $\max[I_{lim1}(k), I_{min}]$.
- 10 En effet, on déduit de ces deux dernières relations les deux relations suivantes, valables pour chaque cellule C_i :

$$I_{lim1}(k) = I(k) + \Delta I_{lim1}(k),$$

$$\Delta I_{lim1}(k) = [(V_i(k) - V_{max}) / R_{i1}(k)].$$

- 15 Comme illustré non limitativement sur la figure 2, les fonctionnalités offertes par les premiers sous-moyens SM11 des premiers moyens de calcul MC1 peuvent être assurées par:

- N sommateurs S_i ($i = 1 \text{ à } N$) associés chacun à l'une des cellules C_i , recevant chacun une tension mesurée $V_i(k)$ et la tension maximale V_{max} sur une entrée inverseuse, et délivrant chacun un résultat égal à $V_i(k) - V_{max}$,
- 20 - N diviseurs L_i ($i = 1 \text{ à } N$) associés chacun à l'une des cellules C_i , recevant chacun un résultat égal à $V_i(k) - V_{max}$ et une valeur de résistance de charge $R_{i1}(k)$, et délivrant chacun un terme cellulaire de charge $\Delta I_{lim1}(k)$ qui est égal au résultat de $(V_i(k) - V_{max}) / R_{i1}(k)$,
- un comparateur CN1 recevant tous les termes cellulaires de charge $\Delta I_{lim1}(k)$ et délivrant le terme cellulaire de charge $\Delta I_{lim1}(k)$ qui est le résultat de l'opération $\max_{i=1 \text{ à } N}[\Delta I_{lim1}(k)]$,
- 25 - un sommateur A1 recevant le courant mesuré $I(k)$ et le terme cellulaire de charge $\Delta I_{lim1}(k)$, et délivrant un résultat égal à $I(k) + \Delta I_{lim1}(k)$, et
- un comparateur CN2 recevant le résultat de $I(k) + \Delta I_{lim1}(k)$ et le courant minimum I_{min} et délivrant le courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ qui est le résultat de l'opération $\max[I(k) + \Delta I_{lim1}(k), I_{min}]$.
- 30

Comme illustré non limitativement sur la figure 3, les seconds sous-

moyens SM12 des premiers moyens de calcul MC1 peuvent être agencés pour estimer un courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$ (pour la batterie BA) qui est égal à la valeur minimale entre le courant maximum I_{max} et le résultat de la somme du courant mesuré $I(k)$ et d'un terme cellulaire de charge $\Delta I_{lim2}(k)$ qui est égal à la valeur minimale de rapports $[(V_i(k) - V_{min}) / R_{i2}(k)]$ qui ont été estimés pour les différentes cellules C_i . Comme indiqué précédemment, $R_{i2}(k)$ représente ici la valeur de la résistance de décharge qui est en cours dans la cellule C_i considérée.

En d'autres termes, on a les relations:

$$I_{lim2}(k) = \min[I(k) + \Delta I_{lim2}(k), I_{max}],$$

$$\Delta I_{lim2}(k) = \min_{i=1 \text{ à } N} [(V_i(k) - V_{min}) / R_{i2}(k)].$$

Ces relations découlent de la relation donnée précédemment $V_i(k) = -R_{i2}(k) * I(k) + V_{int}(k)$, de la relation de contrainte qui existe entre le courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$, qui est admissible pour la cellule C_i à l'instant k , et la tension minimale V_{min} , à savoir $V_{min} = -R_{i2}(k) * I_{lim2}(k) + V_{int}(k)$, et de la contrainte de courant maximum I_{max} donnée par l'opérateur $\min[I_{lim2}(k), I_{max}]$. En effet, on déduit de ces deux dernières relations les deux relations suivantes, valables pour chaque cellule C_i :

$$I_{lim2}(k) = I(k) + \Delta I_{lim2}(k),$$

$$\Delta I_{lim2}(k) = [(V_i(k) - V_{min}) / R_{i2}(k)] = \min_{i=1 \text{ à } N} [\Delta I_{lim2}(k)].$$

Comme illustré non limitativement sur la figure 3, les fonctionnalités offertes par les seconds sous-moyens SM12 des premiers moyens de calcul MC1 peuvent être assurées par:

- N sommateurs S_i ($i = 1 \text{ à } N$) associés chacun à l'une des cellules C_i , recevant chacun une tension mesurée $V_i(k)$ et la tension minimale V_{min} sur une entrée inverseuse, et délivrant chacun un résultat égal à $V_i(k) - V_{min}$,
- N diviseurs L_i ($i = 1 \text{ à } N$) associés chacun à l'une des cellules C_i , recevant chacun un résultat égal à $V_i(k) - V_{min}$ et une valeur de résistance de décharge $R_{i2}(k)$, et délivrant chacun un terme cellulaire de décharge $\Delta I_{lim2}(k)$ qui est égal au résultat de $(V_i(k) - V_{min}) / R_{i2}(k)$,
- un comparateur $CN'1$ recevant tous les termes cellulaires de décharge $\Delta I_{lim2}(k)$ et délivrant le terme cellulaire de décharge $\Delta I_{lim2}(k)$ qui est le

résultat de l'opération $\min_{i=1 \text{ à } N}[\Delta I_{lim2}(k)]$,

- un sommateur A'1 recevant le courant mesuré $I(k)$ et le terme cellulaire de décharge $\Delta I_{lim2}(k)$, et délivrant un résultat égal à $I(k) + \Delta I_{lim2}(k)$, et
- un comparateur CN'2 recevant le résultat de $I(k) + \Delta I_{lim2}(k)$ et le courant maximum I_{max} , et délivrant le courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$ qui est le résultat de l'opération $\min[I(k) + \Delta I_{lim2}(k), I_{max}]$.

Il est important de noter que lorsque l'on prend une période d'échantillonnage suffisamment petite, par exemple inférieure à 100 ms, on peut considérer que la seconde partie $P2i(k)$ (à variation lente) n'a pas le temps d'évoluer entre deux mesures successives effectuées aux instants k et $k+1$. Par conséquent, si le courant limite et la variation de courant limite propres à chaque cellule C_i , en charge ou en décharge, respectent les contraintes de tension à l'instant k , alors elles respectent également ces contraintes de tension à l'instant $k+1$.

On notera que les premiers moyens de calcul MC1 peuvent être réalisés sous la forme de modules logiciels (ou informatiques ou encore « software »), ou bien de circuits électroniques (ou « hardware »), ou encore d'une combinaison de circuits électroniques et de modules logiciels.

Comme illustré non limitativement sur la figure 1, le dispositif D peut également et avantageusement comprendre des moyens de comparaison MCP qui sont agencés pour limiter le courant de la batterie BA en présence d'une consigne de courant I_C souhaitée.

Plus précisément, lorsque le dispositif D reçoit pour un instant $k+1$ (qui suit l'instant k en cours) une consigne de courant $I_C(k+1)$ souhaitée pour la batterie BA, ses moyens de comparaison MCP sont chargés de comparer cette consigne de courant $I_C(k+1)$ souhaitée aux courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ et courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$ qui ont été estimés par les premiers moyens de calcul MC1 pour l'instant k en cours. Si la consigne de courant $I_C(k+1)$ souhaitée est inférieure au courant limite de charge $I_{lim1}(k)$, soit $I_C(k+1) < I_{lim1}(k)$, alors les moyens de comparaison MCP autorisent pour le prochain instant $k+1$ un courant de batterie $I_A(k+1)$ qui est égal au courant limite de charge $I_{lim1}(k)$. Si la consigne de courant $I_C(k+1)$ souhaitée est supérieure au courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$, soit $I_C(k+1) > I_{lim2}(k)$, alors les

moyens de comparaison MCP autorisent pour le prochain instant $k+1$ un courant de batterie $I_A(k+1)$ qui est égal au courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$. Si la consigne de courant $I_C(k+1)$ souhaitée est comprise entre le courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ et le courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$, soit $I_{lim1}(k) \leq I_C(k+1) \leq I_{lim2}(k)$, alors les moyens de comparaison MCP autorisent pour le prochain instant $k+1$ un courant de batterie $I_A(k+1)$ qui est égal à la consigne de courant $I_C(k+1)$ souhaitée.

Ainsi, on est assuré que la consigne de courant qui est appliquée à la batterie BA entre les instants k et $k+1$ respecte simultanément les contraintes en tension et en courant dans chaque cellule C_i .

On comprendra que chaque consigne de courant $I_A(k+1)$ qui est autorisée constitue une grandeur physique qui peut être déterminée (ou estimée) par le dispositif D.

On notera que les moyens de comparaison MCP peuvent être réalisés sous la forme de modules logiciels (ou informatiques ou encore « software »), ou bien de circuits électroniques (ou « hardware »), ou encore d'une combinaison de circuits électroniques et de modules logiciels.

Comme illustré non limitativement sur la figure 1, le dispositif D peut également et avantageusement comprendre des seconds moyens de calcul MC2 qui sont agencés pour estimer au moins une puissance limite $P_{limj}(k)$ qui est délivrable par la batterie BA en fonction du courant mesuré $I(k)$, du (des) courant(s) limite(s) $I_{limj}(k)$ et des tensions mesurées $V_i(k)$.

On comprendra que chaque puissance limite $P_{limj}(k)$ constitue une grandeur physique qui peut être déterminée (ou estimée) par le dispositif D.

Comme illustré non limitativement sur la figure 1, les seconds moyens de calcul MC2 peuvent comprendre des premier SM21 et second SM22 sous-moyens (ou sous-modules).

Les premier sous-moyens SM21 sont plus précisément agencés pour estimer la puissance limite de charge $P_{lim1}(k)$ qui est délivrable par la batterie BA, alors que les seconds sous-moyens SM22 sont plus précisément agencés pour estimer la puissance limite de décharge $P_{lim2}(k)$ qui est délivrable par cette même batterie BA.

Comme illustré non limitativement sur la figure 4, les premiers sous-

moyens SM21 des seconds moyens de calcul MC2 peuvent être agencés pour estimer une puissance limite de charge $P_{lim1}(k)$ qui est égale au résultat du produit entre le courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ (estimé par les premiers sous-moyens SM11 des premiers moyens de calcul MC1) et la somme de tensions de charge cellulaires $V_{i1}(k)$ pour les différentes cellules C_i .

Par exemple, chaque tension de charge cellulaire $V_{i1}(k)$ est considérée comme la somme d'une première partie $P'1i_1(k)$, qui est dite instantanée et qui est proportionnelle au courant limite de charge $I_{lim1}(k)$, et de la seconde partie $P2i(k)$ présentée ci-avant.

Par exemple, la première partie $P'1i_1(k)$ peut être choisie égale à $-R_{i1}(k) \cdot I_{lim1}(k)$. Dans ce cas, on a la relation $V_{i1}(k) = -R_{i1}(k) \cdot I_{lim1}(k) + V_{int}(k)$, ce qui peut se réécrire $V_{i1}(k) = V_i(k) - R_{i1}(k) \cdot (I_{lim1}(k) - I(k))$. En utilisant cette dernière relation on en déduit l'expression de la puissance limite de charge:

$$P_{lim1}(k) = \left(\sum_{i=1}^N V_{i1}(k) \right) \cdot I_{lim1}(k) = V_{lim1}(k) \cdot I_{lim1}(k).$$

Comme illustré non limitativement sur la figure 4, les fonctionnalités offertes par les premiers sous-moyens SM21 des seconds moyens de calcul MC2 peuvent être assurées par:

- un sommateur G1 recevant le courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ et le courant mesuré $I(k)$ sur une entrée inverseuse, et délivrant un résultat égal à $I_{lim1}(k) - I(k)$,
- N multiplicateurs E_i ($i = 1$ à N) associés chacun à l'une des cellules C_i , recevant chacun une résistance de charge $R_{i1}(k)$ et un résultat égal à $I_{lim1}(k) - I(k)$, et délivrant chacun un résultat égal à $R_{i1}(k) \cdot (I_{lim1}(k) - I(k))$,
- N sommateurs B_i ($i = 1$ à N) associés chacun à l'une des cellules C_i , recevant chacun une tension mesurée $V_i(k)$ et un résultat égal à $R_{i1}(k) \cdot (I_{lim1}(k) - I(k))$ sur une entrée inverseuse, et délivrant chacun une tension de charge cellulaire $V_{i1}(k)$ qui est égale au résultat de $V_i(k) - R_{i1}(k) \cdot (I_{lim1}(k) - I(k))$,
- un comparateur CN3 recevant toutes les tensions de charge cellulaire $V_{i1}(k)$ et délivrant une tension de charge limite $V_{lim1}(k)$ qui est le résultat de

l'opération $\left(\sum_{i=1}^N V_{i_1}(k) \right)$, et

- un multiplicateur CN4 recevant le courant limite de charge $I_{lim1}(k)$ et la tension de charge limite $V_{lim1}(k)$, et délivrant la puissance limite de charge $P_{lim1}(k)$ égale au résultat de $(I_{lim1}(k) * V_{lim1}(k))$.

5 Comme illustré non limitativement sur la figure 5, les seconds sous-moyens SM22 des seconds moyens de calcul MC2 peuvent être agencés pour estimer une puissance limite de décharge $P_{lim2}(k)$ qui est égale au résultat du produit entre le courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$ (estimé par les seconds sous-moyens SM12 des premiers moyens de calcul MC1) et la
10 somme de tensions de décharge cellulaires $V_{i_2}(k)$ pour les différentes cellules C_i .

Par exemple, chaque tension de décharge cellulaire $V_{i_2}(k)$ est considérée comme la somme d'une première partie $P'1i_2(k)$, qui est dite instantanée et qui est proportionnelle au courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$, et
15 de la seconde partie $P2i(k)$ présentée ci-avant.

Par exemple, la première partie $P'1i_2(k)$ peut être choisie égale à $-R_{i_2}(k) * I_{lim2}(k)$. Dans ce cas, on a la relation $V_{i_2}(k) = -R_{i_2}(k) * I_{lim2}(k) + V_{int}(k)$, ce qui peut se réécrire $V_{i_2}(k) = V_i(k) - R_{i_2}(k) * (I_{lim2}(k) - I(k))$. En utilisant cette dernière relation on en déduit l'expression de la puissance limite de décharge:

$$20 \quad P_{lim2}(k) = \left(\sum_{i=1}^N V_{i_2}(k) \right) * I_{lim2}(k) = V_{lim2}(k) * I_{lim2}(k).$$

Comme illustré non limitativement sur la figure 4, les fonctionnalités offertes par les seconds sous-moyens SM22 des seconds moyens de calcul MC2 peuvent être assurées par:

- un sommateur G'1 recevant le courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$ et le
25 courant mesuré $I(k)$ sur une entrée inverseuse, et délivrant un résultat égal à $I_{lim2}(k) - I(k)$,
- N multiplicateurs E'i ($i = 1$ à N) associés chacun à l'une des cellules C_i , recevant chacun une résistance de décharge $R_{i_2}(k)$ et un résultat égal à $I_{lim2}(k) - I(k)$, et délivrant chacun un résultat égal à $R_{i_2}(k) * (I_{lim2}(k) - I(k))$,
- 30 - N sommateurs B'i ($i = 1$ à N) associés chacun à l'une des cellules C_i ,

recevant chacun une tension mesurée $V_i(k)$ et un résultat égal à $R_{i2}(k) \cdot (I_{lim2}(k) - I(k))$ sur une entrée inverseuse, et délivrant chacun une tension de décharge cellulaire $V_{i2}(k)$ qui est égale au résultat de $V_i(k) - R_{i2}(k) \cdot (I_{lim2}(k) - I(k))$,

- 5 - un comparateur CN'3 recevant toutes les tensions de décharge cellulaire $V_{i2}(k)$ et délivrant une tension de décharge limite $V_{lim2}(k)$ qui est le résultat de l'opération $\left(\sum_{i=1}^N V_{i2}(k) \right)$, et
- un multiplicateur CN'4 recevant le courant limite de décharge $I_{lim2}(k)$ et la tension de décharge limite $V_{lim2}(k)$, et délivrant la puissance limite de
- 10 décharge $P_{lim2}(k)$ égale au résultat de $(I_{lim2}(k) \cdot V_{lim2}(k))$.

On notera que les seconds moyens de calcul MC2 peuvent être réalisés sous la forme de modules logiciels (ou informatiques ou encore « software »), ou bien de circuits électroniques (ou « hardware »), ou encore d'une combinaison de circuits électroniques et de modules logiciels.

15 L'invention offre plusieurs avantages, parmi lesquels:

- une précision élevée grâce à la prise en compte de l'état instantané de la batterie (tension, courant, état de charge et température) dans le calcul des limites de courant admissible en charge et en décharge, ainsi qu'éventuellement dans le calcul des puissances limites délivrables en
- 20 charge et en décharge,
- la possibilité de contrôler les courants limites en charge et en décharge qui peuvent être autorisés en présence d'une consigne de courant, en fonction de l'état instantané de la batterie,
- un pilotage plus précis évitant un vieillissement prématuré de la batterie, et
- 25 les risques d'arrêt ou d'incendie du véhicule liés à un sur-échauffement de la batterie,
- l'utilisation de batteries adaptées au mieux à leur environnement et non pas surdimensionnées.

L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation de dispositif de

30 détermination de grandeur(s) décrits ci-avant, seulement à titre d'exemple, mais elle englobe toutes les variantes que pourra envisager l'homme de l'art

dans le cadre des revendications ci-après.

REVENDECATIONS

1. Dispositif (D) de détermination de grandeur(s) d'une batterie (BA)
 5 comprenant N cellules (C_i) de stockage d'énergie montées en série, traversées par un courant ($I(k)$) mesurable et devant être compris entre des courants minimum ($I_{\min}$) et maximum ($I_{\max}$) et devant présenter à leurs bornes respectives une tension mesurable et devant être comprise entre des tensions minimale ($V_{\min}$) et maximale ($V_{\max}$), caractérisé en ce qu'il comprend des
 10 premiers moyens de calcul (MC1) agencés pour estimer au moins un courant limite ($I_{\lim j}(k)$) admissible pour ladite batterie (BA) en fonction du courant mesuré ($I(k)$), dudit courant minimum ($I_{\min}$) et/ou dudit courant maximum ($I_{\max}$), de ladite tension minimale ($V_{\min}$) et/ou de ladite tension maximale ($V_{\max}$), et des tensions mesurées ($V_i(k)$), ces dernières étant chacune considérées
 15 comme la somme d'une première partie ($P1_{ij}(k)$), dite instantanée et proportionnelle audit courant mesuré ($I(k)$), et d'une seconde partie ($P2_i(k)$), dite lente et présentant des variations non significatives entre deux mesures successives.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque
 20 tension mesurée ($V_i(k)$) est considérée comme la somme d'une première partie ($P1_{ij}(k)$) égale à $-R_{ij}(k) \cdot I(k)$, où $R_{ij}(k)$ est une valeur de résistance en cours dans ladite cellule (C_i) considérée, et d'une seconde partie ($P2_i(k)$) égale à une tension intrinsèque ($V_{\text{int}}(k)$).

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce
 25 que lesdits premiers moyens de calcul (MC1) comprennent des premiers sous-moyens (SM11) agencés pour estimer un courant limite de charge ($I_{\lim 1}(k)$) pour ladite batterie (BA), et des seconds sous-moyens (SM12) agencés pour estimer un courant limite de décharge ($I_{\lim 2}(k)$) pour ladite batterie (BA).

30 4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que lesdits premiers moyens de calcul (MC1) sont agencés pour estimer un courant limite de charge ($I_{\lim 1}(k)$) égal à la valeur maximale entre ledit courant minimum ($I_{\min}$) et le résultat de la somme dudit courant mesuré ($I(k)$) et d'un terme cellulaire

de charge ($\Delta I_{lim1}(k)$) égal à la valeur maximale de rapports $[(V_i(k) - V_{max}) / R_{i1}(k)]$ estimés pour les différentes cellules (C_i), où $R_{i1}(k)$ est la valeur de résistance de charge en cours dans ladite cellule (C_i) considérée.

5 5. Dispositif selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que lesdits premiers moyens de calcul (MC1) sont agencés pour estimer un courant limite de décharge ($I_{lim2}(k)$) égal à la valeur minimale entre ledit courant maximum (I_{max}) et le résultat de la somme dudit courant mesuré ($I(k)$) et d'un terme cellulaire de décharge ($\Delta I_{lim2}(k)$) égal à la valeur minimale de rapports $[(V_i(k) - V_{min}) / R_{i2}(k)]$ estimés pour les différentes cellules (C_i), où
10 $R_{i2}(k)$ est la valeur de résistance de décharge en cours dans ladite cellule (C_i) considérée.

6. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de comparaison (MCP) agencés, en présence d'une consigne de courant ($I_C(k+1)$) souhaitée pour un instant $k+1$ suivant un instant
15 k en cours, pour comparer ladite consigne de courant ($I_C(k+1)$) souhaitée auxdits courant limite de charge ($I_{lim1}(k)$) et courant limite de décharge ($I_{lim2}(k)$) estimés pour l'instant k en cours, de manière à autoriser pour ledit prochain instant $k+1$ un courant $I_A(k+1)$ égal soit audit courant limite de charge ($I_{lim1}(k)$) lorsque ladite consigne de courant ($I_C(k+1)$) souhaitée est inférieure audit
20 courant limite de charge ($I_{lim1}(k)$), soit audit courant limite de décharge ($I_{lim2}(k)$) lorsque ladite consigne de courant ($I_C(k+1)$) souhaitée est supérieure audit courant limite de décharge ($I_{lim2}(k)$), soit encore à ladite consigne de courant ($I_C(k+1)$) souhaitée lorsque cette dernière est comprise entre ledit courant limite de charge ($I_{lim1}(k)$) et ledit courant limite de décharge ($I_{lim2}(k)$).

25 7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend des seconds moyens de calcul (MC2) agencés pour estimer au moins une puissance limite ($P_{limj}(k)$) délivrable par ladite batterie (BA) en fonction desdits courant mesuré ($I(k)$), courant(s) limite(s) ($I_{limj}(k)$) et tensions mesurées ($V_i(k)$).

30 8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que lesdits seconds moyens de calcul (MC2) comprennent des premiers sous-moyens (SM21) agencés pour estimer une puissance limite de charge ($P_{lim1}(k)$) délivrable par ladite batterie (BA), et des seconds sous-moyens (SM22)

agencés pour estimer une puissance limite de décharge ($P_{lim2}(k)$) délivrable par ladite batterie (BA).

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que lesdits seconds moyens de calcul (MC2) sont agencés pour estimer une puissance limite de charge ($P_{lim1}(k)$) égale au résultat du produit entre ledit courant limite de charge ($I_{lim1}(k)$) et la somme de tensions de charge cellulaires ($V_{i1}(k)$) pour les différentes cellules (C_i), chaque tension de charge cellulaire ($V_{i1}(k)$) étant considérée comme la somme d'une première partie ($P'1i_1(k)$), dite instantanée et proportionnelle audit courant limite de charge ($I_{lim1}(k)$), et de ladite seconde partie ($P2i(k)$).

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que chaque première partie ($P'1i_1(k)$) est égale à $-R_{i1}(k) \cdot I_{lim1}(k)$, où $R_{i1}(k)$ est la valeur de résistance de charge en cours dans ladite cellule (C_i) considérée.

11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que lesdits seconds moyens de calcul (MC2) sont agencés pour estimer une puissance limite de décharge ($P_{lim2}(k)$) égale au résultat du produit entre ledit courant limite de décharge ($I_{lim2}(k)$) et la somme de tensions de décharge cellulaires ($V_{i2}(k)$) pour les différentes cellules (C_i), chaque tension de décharge cellulaire ($V_{i2}(k)$) étant considérée comme la somme d'une première partie ($P'1i_2(k)$), dite instantanée et proportionnelle audit courant limite de décharge ($I_{lim2}(k)$), et de ladite seconde partie ($P2i(k)$).

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que chaque première partie ($P'1i_2(k)$) est égale à $-R_{i2}(k) \cdot I_{lim2}(k)$, où $R_{i2}(k)$ est la valeur de résistance de décharge en cours dans ladite cellule (C_i) considérée.

13. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il est agencé pour déterminer chaque résistance $R_{ij}(k)$ d'une cellule (C_i) en fonction d'une mesure de la température en cours de cette cellule (C_i), d'une estimée de l'état de charge en cours de cette cellule (C_i), et du vieillissement de cette cellule (C_i).

14. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce qu'il comprend des premiers moyens de mesure (MM1) agencés pour mesurer ledit courant ($I(k)$).

15. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce

qu'il comprend des deuxièmes moyens de mesure (MM2) agencés pour mesurer la tension ($V_i(k)$) aux bornes de chaque cellule (C_i).

16. Utilisation du dispositif de détermination de grandeur(s) (D) selon l'une des revendications précédentes pour une batterie (BA) d'un véhicule.

1/3

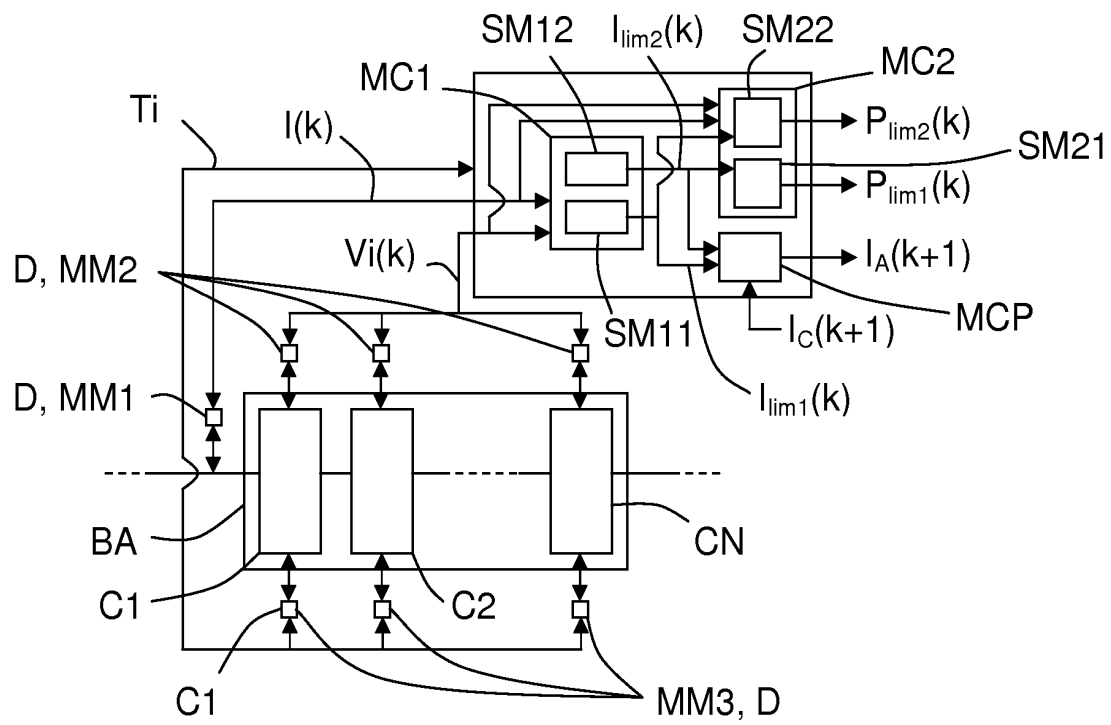


FIG.1

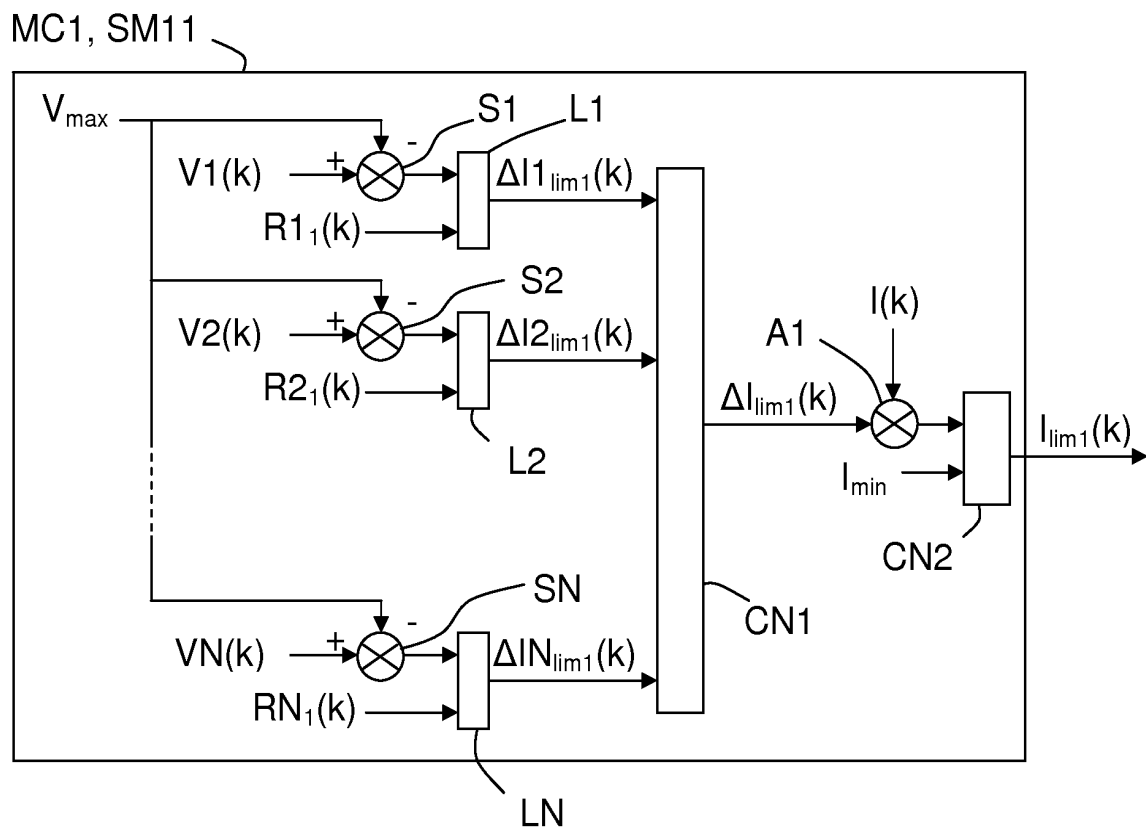


FIG.2

2/3

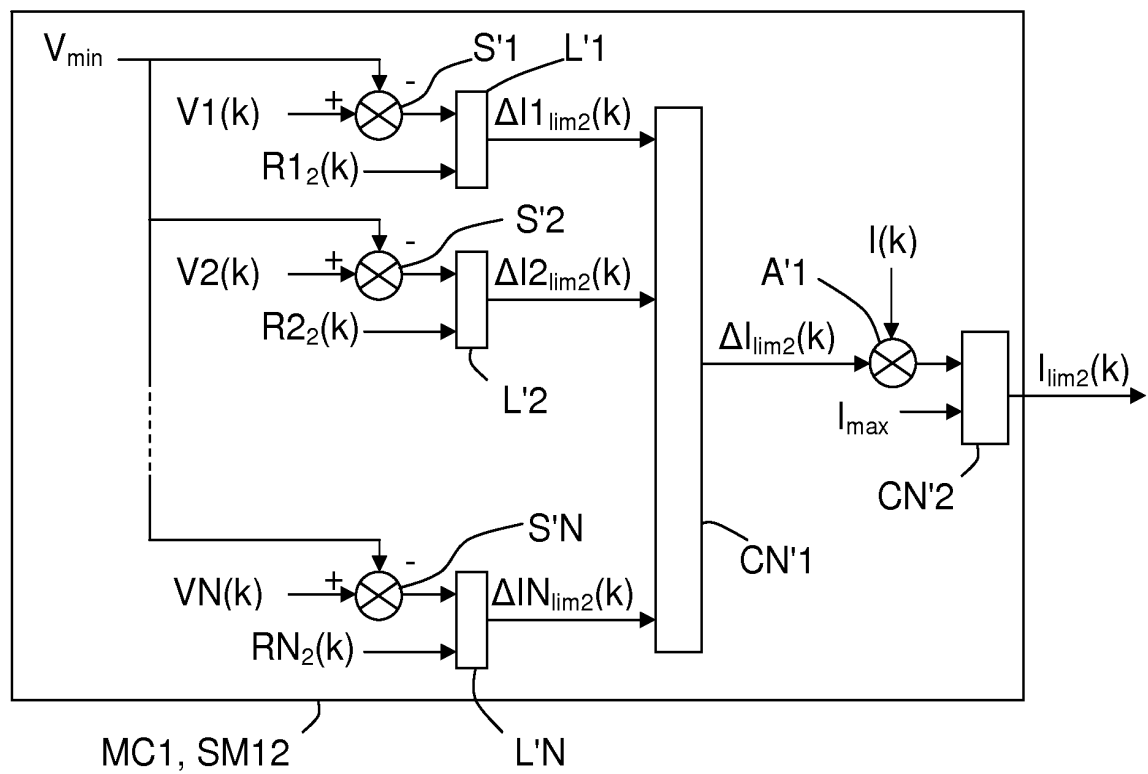


FIG.3

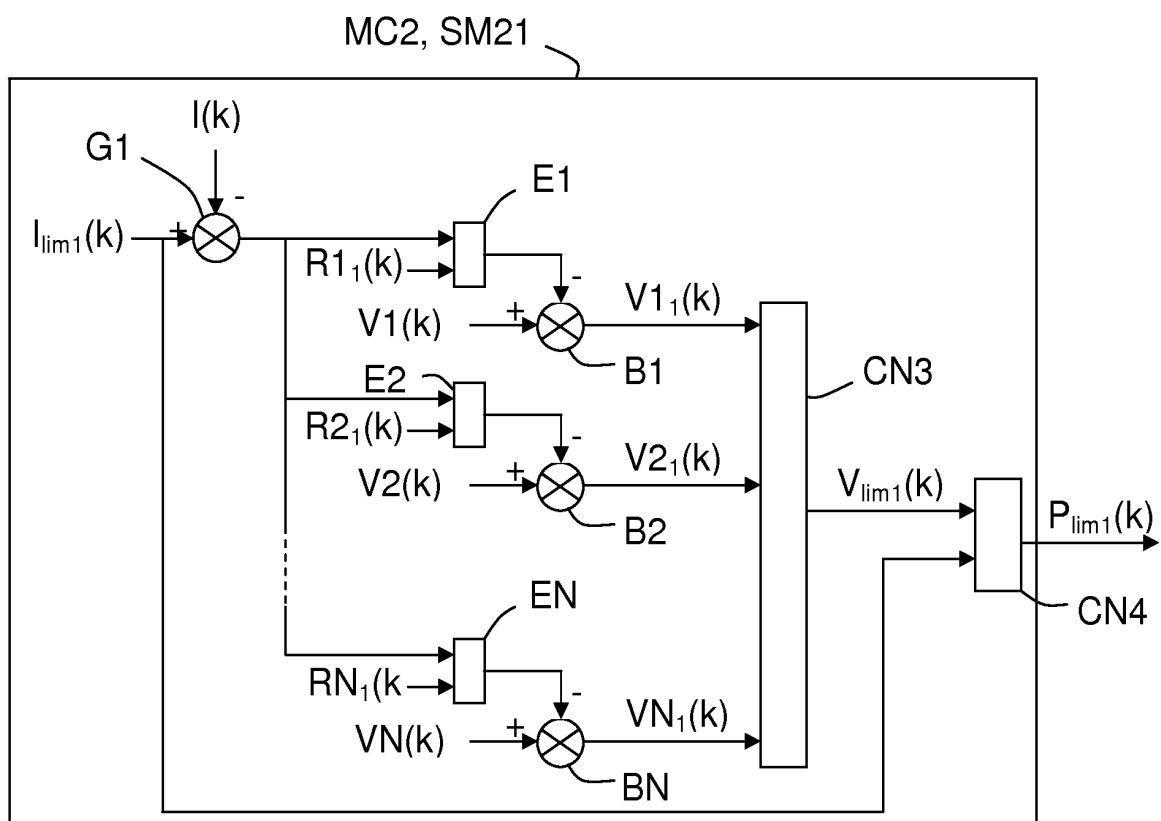


FIG.4

3/3

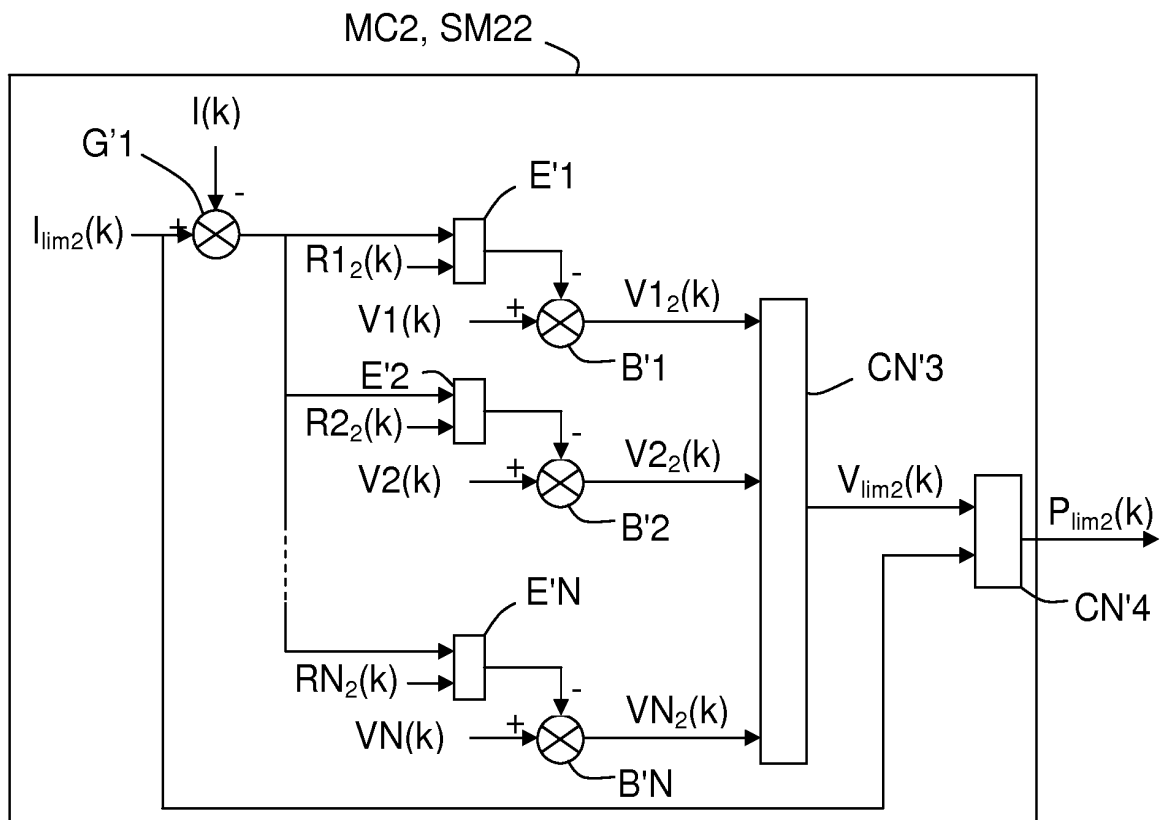


FIG.5



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 740064
FR 1056773

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2005/110498 A1 (PLETT GREGORY L [US]) 26 mai 2005 (2005-05-26) * alinéa [0038] - alinéa [0077]; figures 1,2 *	1-16	G01R31/36
A	US 6 534 954 B1 (PLETT GREGORY L [US]) 18 mars 2003 (2003-03-18) * colonne 12 *	1,16	
X	DE 10 2005 050563 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 26 avril 2007 (2007-04-26) * alinéa [0013] - alinéa [0036]; figure 2 *	1,14-16	
A	US 2005/035742 A1 (KOO JAE SEUNG [KR] ET AL) 17 février 2005 (2005-02-17) * abrégé; figures 1,2 *	1,16	
A	US 2007/145953 A1 (ASAI HISAFUMI [JP] ET AL) 28 juin 2007 (2007-06-28) * figures 1,2,8 *	1,16	
A	EP 1 243 935 A1 (CIT ALCATEL [FR]) 25 septembre 2002 (2002-09-25) * abrégé; figures 1,2 *	1,16	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01R H01M H02J B60L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 avril 2011		Hijazi, Ali	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1056773 FA 740064**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-04-2011**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 2005110498	A1	26-05-2005	BR	PI0416652 A	16-01-2007
			CA	2547012 A1	02-06-2005
			EP	1692754 A1	23-08-2006
			JP	2007517190 T	28-06-2007
			WO	2005050810 A1	02-06-2005
			KR	20060107535 A	13-10-2006
			RU	2336618 C2	20-10-2008
			TW	I281298 B	11-05-2007
			US	2010174500 A1	08-07-2010
			US	2008094035 A1	24-04-2008

US 6534954	B1	18-03-2003	AUCUN		

DE 102005050563	A1	26-04-2007	EP	1941290 A1	09-07-2008
			WO	2007045673 A1	26-04-2007
			JP	2009512845 T	26-03-2009
			KR	20080068659 A	23-07-2008
			US	2009306915 A1	10-12-2009

US 2005035742	A1	17-02-2005	DE	102004003164 A1	10-03-2005
			JP	4045340 B2	13-02-2008
			JP	2005063930 A	10-03-2005

US 2007145953	A1	28-06-2007	CN	1975453 A	06-06-2007
			JP	2007147487 A	14-06-2007

EP 1243935	A1	25-09-2002	FR	2822297 A1	20-09-2002
			US	2002130635 A1	19-09-2002
