



(51) Classification internationale des brevets :
G01R 31/36 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2011/000051

(22) Date de dépôt international :
26 janvier 2011 (26.01.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
10 00311 27 janvier 2010 (27.01.2010) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET
AUX ENERGIES ALTERNATIVES [FR/FR]; 25, rue
Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D", F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : KIRCHEV,
Angel Zhivkov [BG/FR]; 31, Boulevard Domenget,
F-73100 Aix-les-Bains (FR).

(74) Mandataire : HECKE, Gérard; Cabinet Hecke, 10, rue
d'Arménie, Europole, BP 1537, F-38025 Grenoble Cedex
1 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR DIAGNOSING THE STATE OF HEALTH OF A BATTERY

(54) Titre : PROCEDE DE DIAGNOSTIC DE L'ETAT DE SANTE D'UNE BATTERIE

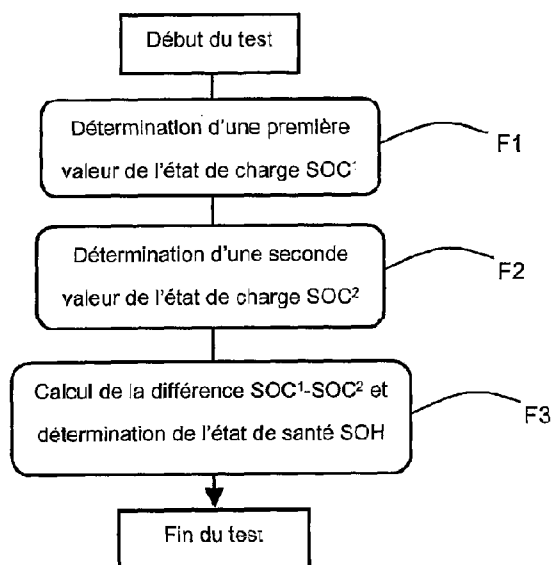


Fig. 1

(57) Abstract : The invention relates to a method for diagnosing the state of health of a battery comprising: determining (F1) a first state-of-charge value (SOC1) from the battery voltage during partial discharge at constant current; determining (F2) a second state-of-charge value (SOC2) from the open circuit voltage of the battery; and calculating (F3) the state of health (SOH) from the difference between the first and second state-of-charge values.

(57) Abrégé : Un procédé de diagnostic de l'état de santé d'une batterie comporte la détermination (F1) d'une première valeur de l'état de charge (SOC1) à partir de la tension de la batterie lors d'une décharge partielle à courant constant, la détermination (F2) d'une seconde valeur de l'état de charge (SOC2) à partir de la tension de circuit ouvert de la batterie, et le calcul (F3) de l'état de santé (SOH) à partir de la différence entre les première et seconde valeurs de l'état de charge.

DÉBUT DU TEST ...START OF TEST
F1 ...FIRST STATE-OF-CHARGE VALUE SOC1 DETERMINED
F2 ...SECOND STATE-OF-CHARGE VALUE SOC2 DETERMINED
F3... DIFFERENCE BETWEEN SOC1 AND SOC2 CALCULATED, AND STATE OF HEALTH SOH DETERMINED
FIN DU TEST ...END OF TEST



(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

PROCEDE DE DIAGNOSTIC DE L'ETAT DE SANTE D'UNE BATTERIE

Domaine technique de l'invention

5 L'invention est relative à un procédé de diagnostic de l'état de santé (SOH) d'une batterie.

État de la technique

10 Le stockage d'énergie nécessite une surveillance régulière des batteries par le biais de tests afin de déterminer les batteries défaillantes. L'incapacité d'une batterie à fournir l'énergie demandée est une première indication de sa détérioration. Le test d'une batterie peut être réalisé en déterminant son état de santé (SOH, « state of health » en anglais). L'état de santé SOH est généralement représentatif de la condition d'une batterie, de sa détérioration ou de sa capacité à fournir le courant voulu.

15 L'état de santé peut être exprimé par la capacité de décharge C_D normalisée par la capacité nominale de la batterie C_N . La capacité de décharge C_D représente la quantité d'énergie qu'une batterie peut subir en décharge après avoir été complètement chargée. Ainsi, plus la capacité de décharge est proche de la capacité nominale de la batterie, meilleur est son état de santé. Selon cette définition, l'état de santé s'écrit par la relation suivante :

20
$$SOH = 100 \cdot \frac{C_D}{C_N} \quad (R1)$$

25 Une baisse de l'état de santé représente une perte irréversible de capacité due à différents phénomènes de dégradation tels que la sulfatation de la batterie. Le SOH est déterminé, de manière classique, par la décharge complète d'une batterie ayant été précédemment chargée en totalité. Le courant de décharge est constant et traditionnellement égal à $C_N/20h$, avec C_N la capacité nominale de la batterie.

30 Utiliser cette définition directement pour mesurer l'état de santé d'une batterie n'est pas applicable dans une situation réelle. En effet, il faudrait régulièrement procéder à la décharge de chaque batterie d'un parc pendant une vingtaine d'heures, ce qui réduit l'efficacité d'utilisation du parc.

Les méthodes classiques de test rapide d'état de santé effectuent une mesure de la tension de circuit ouvert (« open-circuit voltage », en anglais, OCV) et une mesure de la résistance interne de la batterie, à partir de signaux alternatifs de faible amplitude ou à partir de pulsations de courant en créneaux.

- 5 Le document US4912416 décrit l'un de ces dispositifs de test de batteries. Le dispositif mesure la conductance dynamique d'une batterie (c'est-à-dire l'inverse de la résistance interne), représentative de sa condition électrique. La conductance de la batterie étant dépendante de son état de charge (« state of charge » en anglais, SOC), celui-ci est également évalué pour corriger la valeur
10 de la conductance. L'état de charge est généralement déterminé par la mesure de la tension de circuit ouvert V_{CO} aux bornes de la batterie.

Ces techniques de test de l'état de santé présentent néanmoins des inconvénients. La tension de circuit ouvert utilisée pour déterminer l'état de charge est une représentation approximative de l'état de santé de la batterie.

- 15 En effet, une batterie chargée ayant un SOH faible peut avoir une tension de circuit ouvert sensiblement égale, voire supérieure, à celle d'une batterie neuve. De plus, la résistance interne d'une batterie ne tient compte que des composants ohmiques de celle-ci. Les résistances des collecteurs de courant métalliques, le volume d'électrolyte et la résistance des matériaux actifs ne
20 participant pas aux réactions ne sont pas pris en compte dans la mesure de la résistance interne. La résistance de transfert de charge est, par exemple, omise.

- En revanche, la mesure tient compte des résistances dites de contact correspondant aux connexions avec le dispositif de test. Si la qualité du contact
25 est mauvaise, l'erreur sur la mesure peut être significative.

Résumé de l'invention

L'invention vise un procédé de diagnostic de l'état de santé simple, rapide et qui ne nécessite pas une décharge importante de la batterie.

- 30 Selon l'invention, on tend vers cet objectif par le fait que le procédé détermine une première valeur de l'état de charge à partir de la tension de la batterie lors d'une décharge partielle à courant constant et une seconde valeur de l'état de charge à partir de la tension de circuit ouvert de la batterie, et par le fait que

l'état de santé est déterminé à partir de la différence entre les première et seconde valeurs de l'état de charge.

Description sommaire des dessins

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation donnés à titre d'exemples non limitatifs et illustrés à l'aide des dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente des étapes d'un procédé de diagnostic de l'état de santé selon l'invention,
- 10 - la figure 2 représente un détail d'étape du procédé selon la figure 1,
- les figures 3 et 4 représentent la tension V_{cell} aux bornes d'une cellule électrochimique de test lors d'une décharge continue à courant constant et lors d'une décharge à courant constant interrompue par des périodes de circuit ouvert,
- 15 - la figure 5 représente un détail d'étape du procédé selon la figure 1,
- la figure 6 représente la tension en circuit ouvert V_{CO} de la cellule en fonction de son état de charge SOC², pour différents temps de relaxation t_2 de la batterie, et
- la figure 7 représente, de manière schématique, un dispositif de test pour
20 la mise en œuvre du procédé selon l'invention.

Description d'un mode de réalisation préféré de l'invention

L'état de charge (SOC) représente la quantité d'électricité (exprimée en Ah) stockée dans une batterie normalisée par la quantité maximale qui peut être stockée après une charge complète de la batterie. Deux techniques peuvent
25 être employées pour déterminer l'état de charge SOC d'une batterie.

Une première technique consiste à mesurer la tension aux bornes de la batterie lors d'une décharge partielle à courant constant de la batterie. La valeur de la tension permet de déterminer l'état de charge de la batterie à l'aide d'abaques.

Les abaques (comme celui représenté à la figure 3) sont généralement établis en mesurant la quantité déchargée Q_D par ampérométrie.

Il s'avère que l'état de charge SOC¹ ainsi déterminé peut s'écrire de la manière suivante :

$$5 \quad \text{SOC}^1 = 100 \cdot \frac{(C_D - Q_D)}{C_D} \quad (\text{R2}),$$

où C_D est la capacité de décharge maximale et Q_D la quantité d'énergie déchargée (C_D et Q_D en Ah). Cette première valeur de SOC est donc normalisée par la capacité de décharge C_D .

10 Une seconde technique de détermination de l'état de charge utilise une mesure de la tension de la batterie en circuit ouvert V_{CO} . Dans le cas des batteries acide-plomb, cette technique repose sur la relation quasi-linéaire entre la concentration d'acide sulfurique dans l'électrolyte (ou la densité de l'électrolyte) et la force électromotrice E de la batterie. Après un temps de relaxation
15 suffisamment long après l'ouverture du circuit, la tension de circuit ouvert V_{CO} aux bornes de la batterie se stabilise à une valeur proche de la force électromotrice E de la batterie. Par ailleurs, l'acide sulfurique de l'électrolyte est un composant actif de la batterie, consommé lors d'une décharge et régénéré lors d'une charge. Ainsi, la concentration en acide est proportionnelle à l'état de charge SOC de la batterie. Une relation quasi-linéaire entre l'état de charge
20 SOC et la tension de circuit ouvert V_{CO} dite « équilibrée » est ainsi obtenue. Cette relation est explicitée, par exemple, dans l'article « Battery monitoring and electrical energy management precondition for future vehicle electric power systems » (Meissner et al., Journal of Power Sources, 116, 79-98, 2003).

25 Lorsque l'état de charge est déterminé par la mesure de la tension en circuit ouvert V_{CO} à l'équilibre, il peut être exprimé par la relation suivante :

$$\text{SOC}^2 = 100 \cdot \frac{(C_N - Q_D)}{C_N} \quad (\text{R3}),$$

avec C_N la capacité nominale de la batterie et Q_D la quantité d'énergie déchargée.

L'état de charge selon la relation R3 est normalisé par rapport à la capacité nominale C_N puisque l'état de charge maximum correspond à la concentration en acide sulfurique (ou densité de l'électrolyte) maximale.

Il a été découvert par les inventeurs que l'état de santé (SOH) d'une batterie peut être estimé à l'aide de ces deux mesures de l'état de charge. En effet, la relation R2 exprimant la première valeur de l'état de charge SOC^1 comprend des informations sur l'état de santé SOH de la batterie puisque la capacité de décharge C_D varie en fonction de la détérioration de la batterie. A titre d'exemple, la capacité C_D diminue dans le temps si la batterie est soumise à des phénomènes de corrosion des grilles ou de dégradation du matériau actif de la batterie. A l'inverse, la relation R3 exprimant la seconde valeur SOC^2 ne tient pas compte du vieillissement de la batterie, c'est-à-dire que cette relation est fiable si la batterie est scellée (sans maintenance) ou si la maintenance de la batterie est régulièrement effectuée. La seconde valeur SOC^2 reflète donc des informations sur l'état initial de la batterie. Ainsi, ces deux méthodes de calcul de l'état de charge ne donnent pas la même valeur suivant l'état de santé de la batterie.

Il est possible de retrouver la définition de l'état de santé selon la relation R1 par une relation basée sur la différence entre SOC^2 et SOC^1 .

D'après les relations R2 et R3, la différence $SOC^2 - SOC^1$ s'écrit :

$$\Delta SOC = SOC^2 - SOC^1 = 100 \cdot \left[\frac{(C_N - Q_D)}{C_N} - \frac{(C_D - Q_D)}{C_D} \right] \quad (R4)$$

La relation R4 se simplifie de la manière suivante :

$$\Delta SOC = 100 \cdot Q_D \cdot \left(\frac{1}{C_D} - \frac{1}{C_N} \right) = 100 \cdot \frac{Q_D}{C_D} \cdot \left(1 - \frac{C_D}{C_N} \right) \quad (R5)$$

Avec $\frac{C_D}{C_N} = \frac{SOH}{100}$ d'après la relation R1 et $\frac{Q_D}{C_D} = 1 - \frac{SOC^1}{100}$ d'après la relation R2,

on obtient :

$$SOH = 100 - \frac{100 \cdot (SOC^2 - SOC^1)}{100 - SOC^1} \quad (R6)$$

On établit ainsi une relation permettant de calculer l'état de santé SOH à partir de la différence entre deux valeurs de l'état de charge, déterminées selon des techniques distinctes ne nécessitant pas un cycle de charge-décharge complet. Il est proposé de mettre en application ce constat à l'aide d'un procédé de diagnostic décrit ci-dessous.

La figure 1 représente des étapes génériques d'un procédé de diagnostic de l'état de santé SOH d'une batterie. Dans une étape F1, une première valeur SOC¹ de l'état de charge de la batterie est déterminée à partir de la tension V_D obtenue après une décharge partielle de la batterie à courant constant. En F2, une seconde valeur SOC² de l'état de charge est déterminée à partir de la tension de circuit ouvert V_{CO} de la batterie. En F3, la différence SOC²- SOC¹ est calculée puis utilisée pour déterminer l'état de santé SOH à l'aide de la relation R6.

La figure 2 représente un exemple détaillé de l'étape F1 du procédé de diagnostic de la figure 1. Dans une étape F11, la batterie est déchargée pendant une durée t₁ par un courant I constant. Dans une étape F12, la tension V_D aux bornes de la batterie est mesurée à la fin de la décharge. A l'étape F13, on utilise un abaque, établi au préalable à l'aide de batteries étalon et fournissant les valeurs de l'état de charge SOC¹ en fonction des différentes tensions de décharge V_D et différentes densités de courant. Ainsi, la première valeur SOC¹ de l'état de charge est obtenue en lisant l'abaque pour la tension de décharge V_D mesurée en F12 et le courant de décharge I appliqué en F11.

Le courant de décharge I peut être compris entre C_N/10 h et C_N/1 h, C_N étant la capacité nominale de la batterie. De préférence, le courant I est compris entre C_N/5 h et C_N/3 h. La durée t₁ de la décharge est choisie de manière que la diminution de la charge de la batterie soit comprise entre 0,5% et 2%. La quantité d'énergie consommée pour le test reste donc limitée et l'utilisation ultérieure de la batterie est préservée. La durée t₁ de la décharge est comprise entre 20 secondes et 10 minutes, de préférence entre 1 et 3 minutes. A titre d'exemple, une décharge de test d'une durée de 3 minutes à un courant de C_N/5 h décharge la batterie de 1 % de sa capacité.

La figure 3 représente la tension V_{cell} aux bornes d'une cellule électrochimique de batterie selon deux types de décharge. La cellule utilisée pour ces essais expérimentaux est une cellule de batterie acide-plomb à valve (« Valve

Regulated Lead-Acid Batteries » ou VRLAB) du fabricant Sonnenschein. Cette cellule comporte un électrolyte sous forme de gel et sa capacité nominale est de l'ordre de 10 A.h.

5 La courbe en pointillés représente une décharge continue à courant constant de 1 A classiquement réalisée pour déterminer l'état de charge SOC¹. Pendant cette décharge continue, la tension de la cellule V_{cell} varie de manière quasi-linéaire pour des valeurs de l'état de charge SOC¹ comprises entre 20 % et 90 %. La pente de la courbe est de l'ordre de 2,3 mV/% pour une cellule. A une valeur de V_{cell} mesurée peut être associée une valeur de l'état de charge SOC¹,
10 avec une précision de l'ordre de 0,5 % à 1 %.

La courbe en trait plein représente, dans des conditions expérimentales, l'évolution de la tension de la cellule V_{cell} selon le procédé de diagnostic représenté à la figure 1, pour déterminer chacune des valeurs de l'état de charge SOC¹ et SOC². La décharge D de la batterie est interrompue par des
15 périodes P pendant lesquelles le circuit d'alimentation est ouvert. Pour que les allures des deux courbes soient comparables, la durée des périodes P a été représentée comme nulle, et on n'aperçoit à la figure 3 que la variation de tension sur chaque période P. Une période de décharge D à courant constant de 1 A permet une évaluation de la valeur SOC¹ selon l'étape F1 (Fig.2) tandis
20 qu'une période P de circuit ouvert permet une évaluation de la valeur SOC² selon l'étape F2, qui sera explicitée ci-après à l'aide de la figure 5. Chaque période P de circuit ouvert correspond à un pic de la tension de la cellule. En effet, lors d'une déconnexion de la cellule après une décharge, la tension en circuit ouvert $V_{\text{CO}} = V_{\text{cell}}$ remonte vers une valeur d'équilibre. La décharge D redémarre alors à partir de cette valeur. La figure 3 montre que dans le cas d'interruptions de la décharge (courbe en trait plein), sans tenir compte de la
25 durée des interruptions, la tension de la cellule reste proche de celle liée à une décharge sans interruptions (courbe en pointillés).

La figure 4 représente, en vue agrandie, une période P de circuit ouvert suivie
30 d'une période de décharge D, à une valeur de l'état de charge SOC¹ d'environ 72 %. Après ouverture du circuit d'alimentation et stabilisation de la tension aux bornes de la cellule, la tension V_{cell} est à son maximum. Lorsque la décharge D reprend, la tension diminue rapidement et atteint en quelques minutes une valeur proche de celle obtenue dans le cas d'une décharge ininterrompue.

Les figures 3 et 4 montrent donc que la déconnexion temporaire de la batterie, servant à l'évaluation de la valeur SOC², influe peu sur la tension $V_D = V_{\text{cell}}$ de la cellule lors de la décharge D, et donc sur la détermination de la première valeur de l'état de charge SOC¹. Le procédé de diagnostic de l'état de santé peut donc
5 être employé à plusieurs reprises de façon fiable, comme schématisé sur la figure 3.

La figure 5 représente un exemple détaillé de l'étape F2 de détermination de la seconde valeur SOC² de l'état de charge. La décharge de l'étape F1 est suivie par l'ouverture du circuit lors d'une étape F21. L'état du circuit reste inchangé
10 pendant une durée t_2 (étape F22). Pendant cette période, la tension de circuit ouvert V_{CO} atteint un état d'équilibre, c'est-à-dire une valeur proche de la force électromotrice E de la batterie. Enfin, la tension de circuit ouvert V_{CO} à l'équilibre est mesurée (étape F23) et utilisée dans un second abaque lors d'une étape F24. Cet abaque regroupe les valeurs de la tension de circuit
15 ouvert V_{CO} à l'équilibre d'une batterie étalon en correspondance avec les valeurs de l'état de charge SOC².

Comme décrit précédemment, la tension de circuit ouvert V_{CO} ou tension à vide atteint un état stationnaire après un temps de relaxation. Pour permettre une évaluation précise de l'état de charge SOC², l'étape de mesure de la tension
20 V_{CO} est généralement réalisée après une durée d'attente de deux heures après déconnexion de la batterie. Ce délai d'attente est évidemment trop long pour une mise en œuvre dans un parc de batteries commercial. On verra ci-après une solution pour raccourcir ce délai.

La figure 6 représente la tension de circuit ouvert V_{CO} de la cellule précédemment décrite en fonction de l'état de charge SOC², pour des temps de relaxation t_2 variant de 0 à 2 h. La valeur maximale de la tension V_{CO} est atteinte pour $t_2 = 2$ h. On remarque qu'un temps de relaxation de l'ordre de 120 secondes permet d'atteindre une valeur de tension à vide de l'ordre de 90 % de la valeur maximale.

30 Ainsi, la durée d'attente ou temps de relaxation t_2 est choisi, de préférence, entre 120 et 300 secondes pour minimiser la durée du procédé de diagnostic et conserver une bonne précision. La tension de circuit ouvert V_{CO} est donc mesurée, de préférence, 120 à 300 secondes après la fin de la décharge partielle et l'ouverture du circuit.

Le procédé de diagnostic de l'état de santé est rapide puisque quelques minutes suffisent à calculer chacune des valeurs de l'état de charge. Pour une décharge partielle d'environ trois minutes suivie d'une période de circuit ouvert d'environ deux minutes, le procédé de diagnostic de l'état de santé a une durée
5 de l'ordre de six minutes, y compris le temps nécessaire aux calculs de la valeur SOH. Par ailleurs, le procédé ne décharge pas la batterie de manière significative, puisque une décharge de 0,5 % à 2 % est suffisante pour déterminer la première valeur de l'état de charge SOC¹.

La figure 7 représente un dispositif de test 1 pour la mise en œuvre du procédé
10 de diagnostic selon la figure 1. Une batterie 2 est reliée à une charge 3, par exemple une résistance. Un interrupteur T est connecté en série entre la batterie 1 et la charge 3 pour placer la batterie 2 en circuit ouvert ou fermé. Le dispositif comporte, de plus, un circuit de mesure 4 de la tension V_D aux bornes de la charge 3 ou de la tension de circuit ouvert V_{CO} . Le circuit de mesure 4 et
15 l'interrupteur T sont commandés par une unité de commande 5.

Les tensions V_D et V_{CO} sont fournies par le circuit de mesure 4 à un calculateur 6, par exemple un microprocesseur. A partir des tensions V_D et V_{CO} et d'abaques 7 contenus dans une mémoire, le calculateur 6 détermine l'état de santé SOH de la batterie 2.

20 De nombreuses variantes et modifications apparaîtront à l'homme du métier. En particulier, le procédé de diagnostic de l'état de santé pourra être appliqué à une batterie totalement chargée, à une batterie partiellement ou totalement déchargée.

Revendications

1. Procédé de diagnostic de l'état de santé (SOH) d'une batterie, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- 5 - déterminer (F1) une première valeur de l'état de charge (SOC¹) à partir de la tension (V_D) de la batterie lors d'une décharge partielle à courant constant (I),
- déterminer (F2) une seconde valeur de l'état de charge (SOC²) à partir de la tension de circuit ouvert (V_{CO}) de la batterie, et
- 10 - déduire (F3) l'état de santé (SOH) à partir de la différence entre les première et seconde valeurs de l'état de charge (SOC¹, SOC²).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'état de santé SOH est calculé à partir de la relation

$$SOH = 100 - \frac{100 \cdot (SOC^2 - SOC^1)}{100 - SOC^1},$$

15 où SOC¹ est première valeur de l'état de charge et SOC² est la seconde valeur de l'état de charge.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le courant de décharge partielle (I) est compris entre C_N/10 h et C_N/1 h, C_N étant la capacité nominale de la batterie.

20 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le courant de décharge partielle (I) est compris entre C_N/5 h et C_N/3 h.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la décharge partielle a lieu pendant une durée (t₁) telle que la diminution de la charge de la batterie est comprise entre 0,5% et 2% .

25 6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la décharge partielle a lieu pendant une durée (t₁) comprise entre 20 secondes et 10 minutes.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la durée de la décharge partielle (t₁) est comprise entre 1 minute et 3 minutes.

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape (F2) de détermination de la seconde valeur de l'état de charge (SOC²) comprend les étapes suivantes :

- 5 - déconnecter la batterie pendant une durée (t_2) comprise entre 60 à 300 secondes, et
- mesurer la tension de circuit ouvert (V_{CO}) de la batterie.

1/4

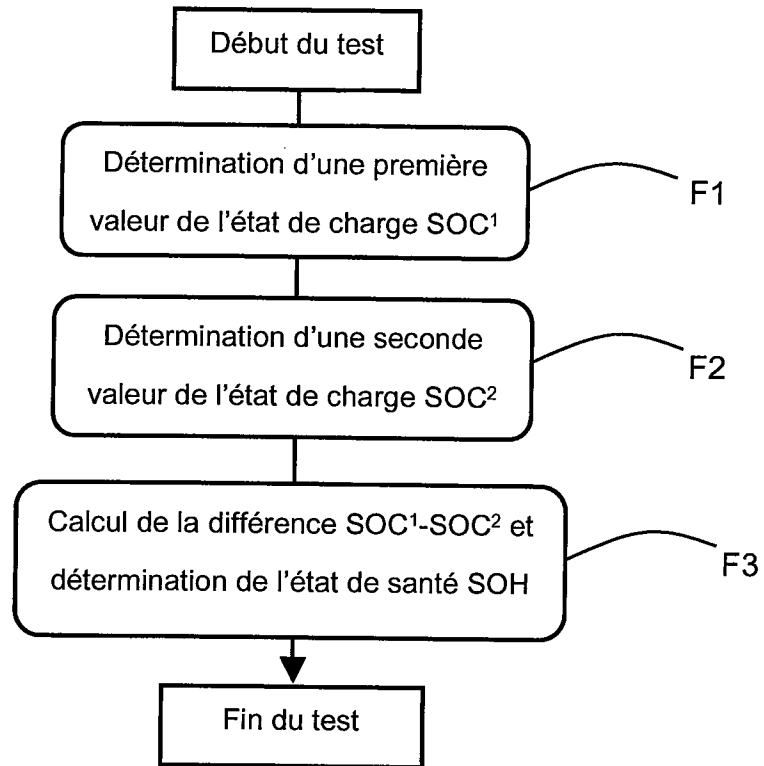


Fig. 1

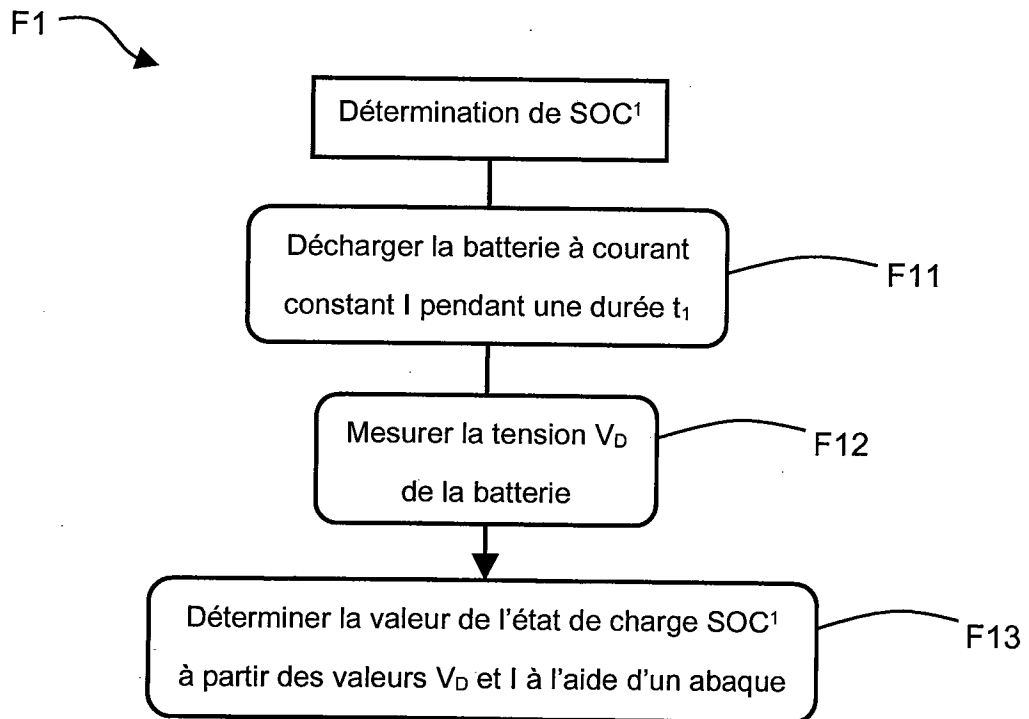


Fig. 2

2/4

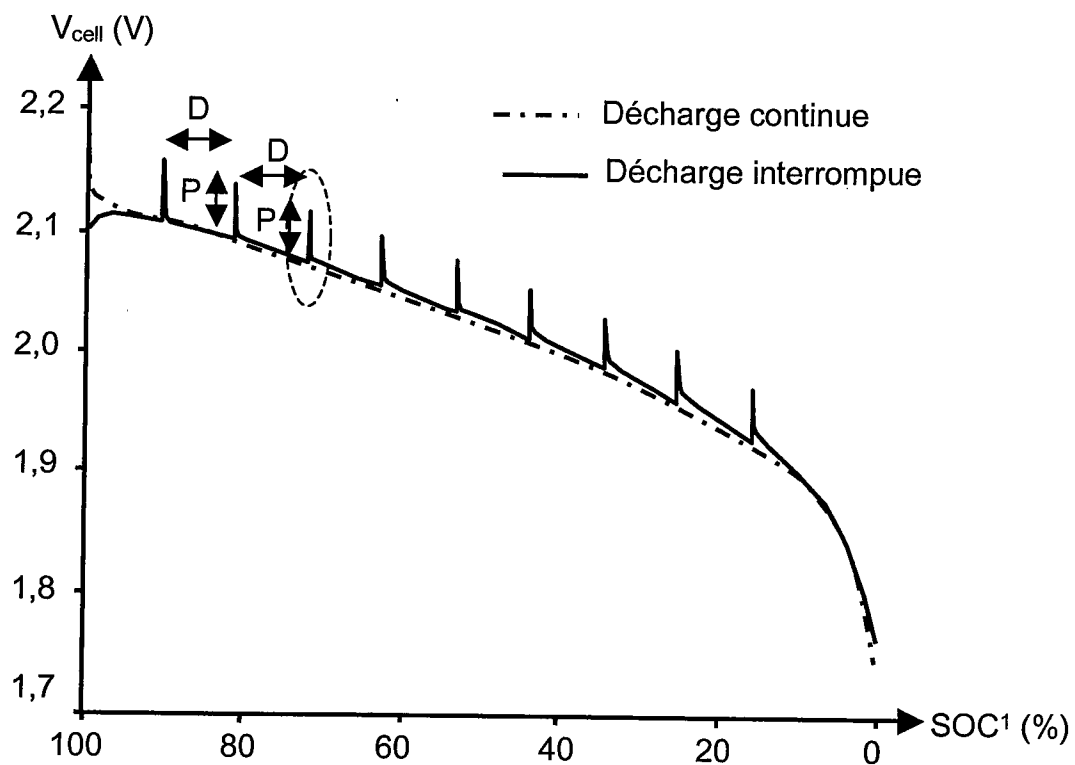


Fig. 3

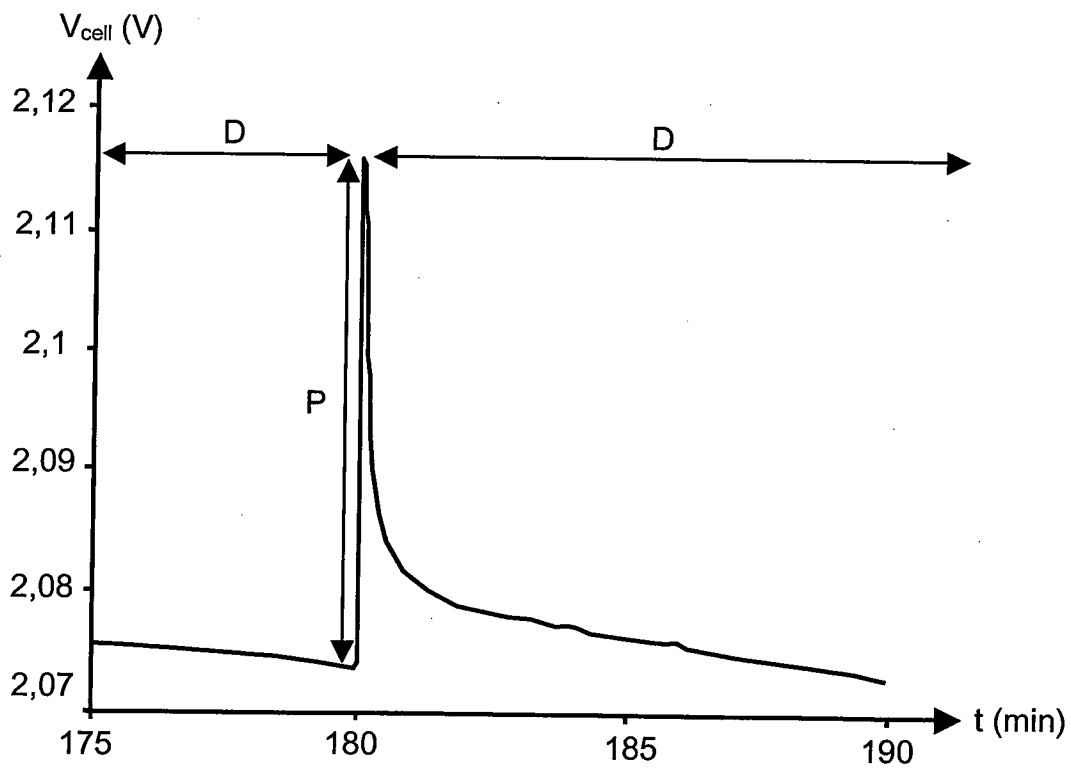


Fig. 4

3/4

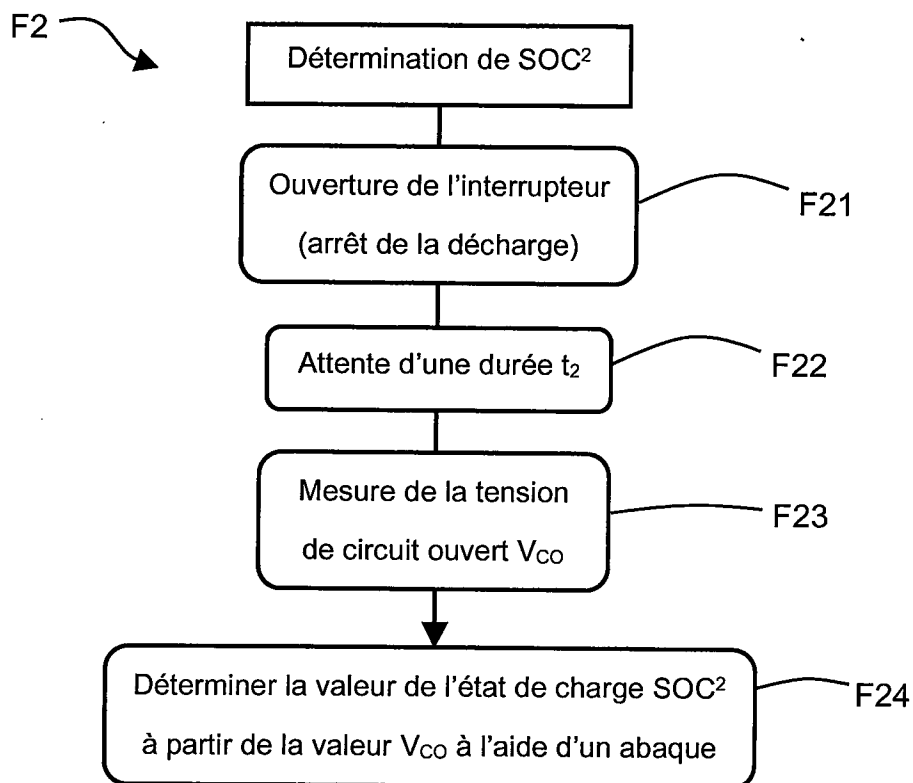


Fig. 5

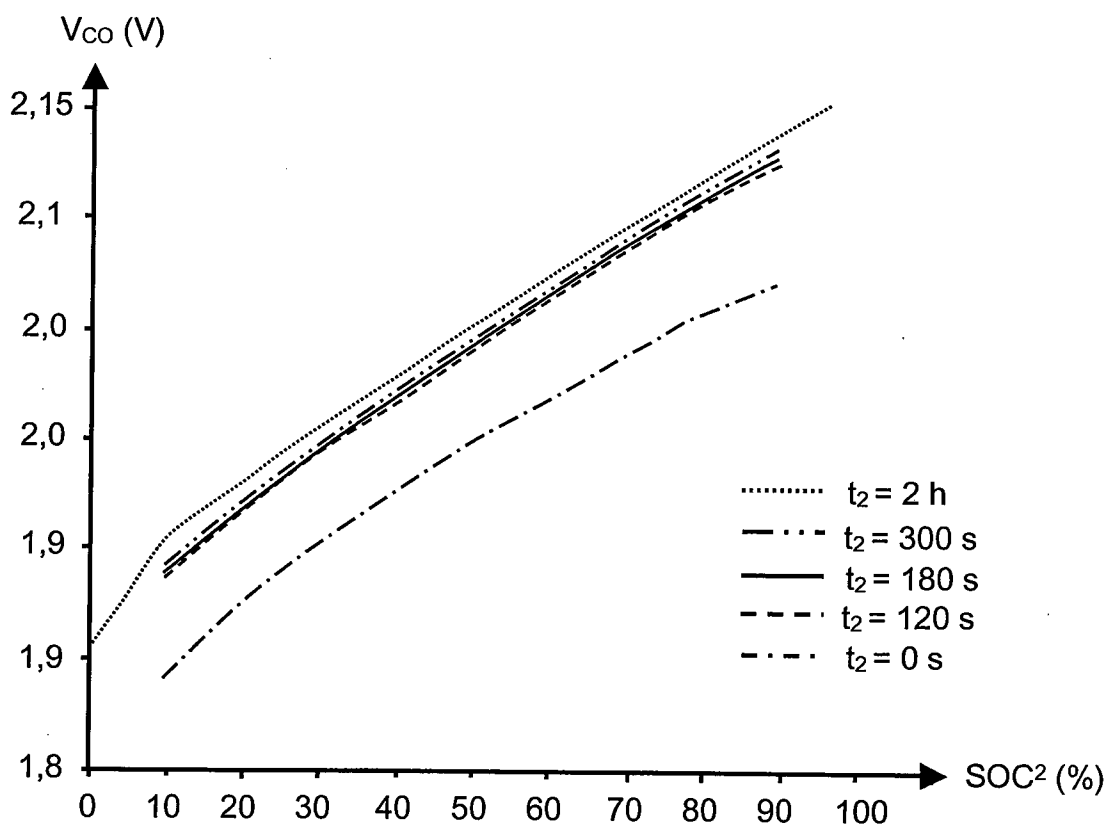


Fig. 6

4/4

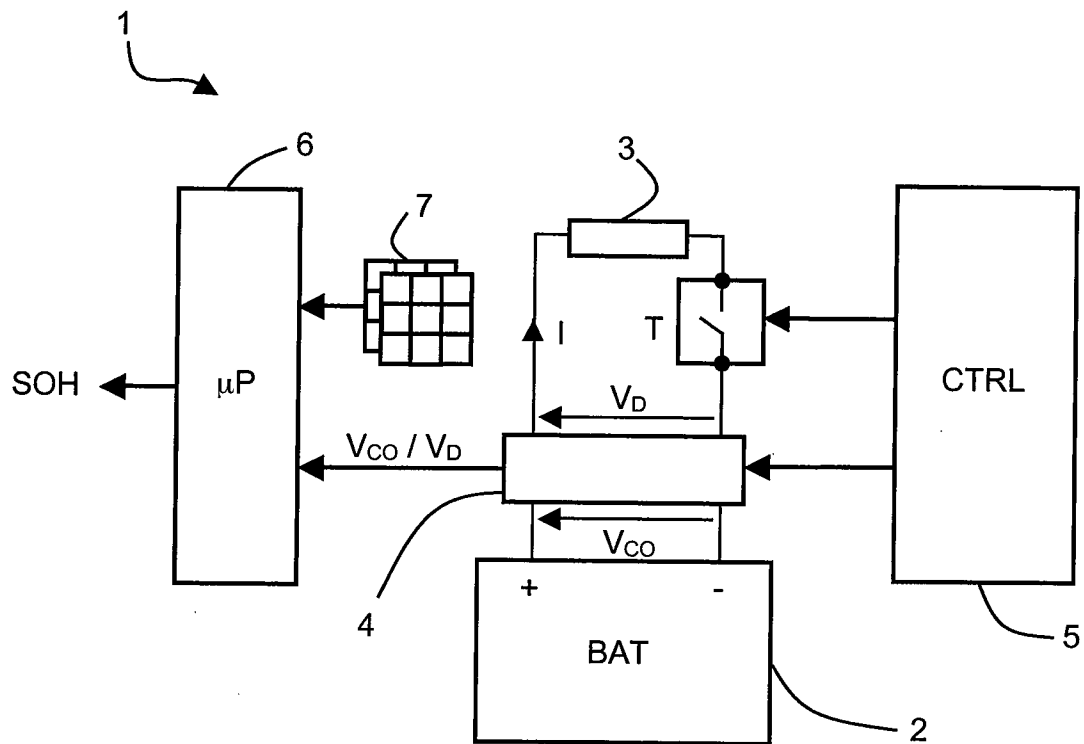


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2011/000051

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01R31/36

ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/194756 A1 (CUTRONA ANTHONY J [CA]) 23 August 2007 (2007-08-23) paragraph [0018] - paragraph [0041]; claim 1	1
A	----- WO 2006/107247 A1 (ST JUDE MEDICAL [SE]; ERIKSSON TOM [SE]) 12 October 2006 (2006-10-12) abstract; figure 3	1
A	----- WO 2009/158226 A2 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 30 December 2009 (2009-12-30) abstract; figure 2 ----- -/--	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 May 2011

Date of mailing of the international search report

19/05/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hijazi, Ali

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2011/000051

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	MEISSNER E ET AL: "Battery Monitoring and Electrical Energy Management - Precondition for future vehicle electric power systems", JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER SA, CH LNKD- DOI:10.1016/S0378-7753(02)00713-9, vol. 116, no. 1-2, 1 July 2003 (2003-07-01), pages 79-98, XP004433272, ISSN: 0378-7753 cited in the application the whole document	1
A	JP 7 183050 A (SHIN KOBE ELECTRIC MACHINERY) 21 July 1995 (1995-07-21) abstract	1
A	US 4 912 416 A (CHAMPLIN KEITH S [US]) 27 March 1990 (1990-03-27) cited in the application abstract; figure 3	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2011/000051

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007194756	A1	23-08-2007	NONE
WO 2006107247	A1	12-10-2006	AT 424232 T 15-03-2009 EP 1866028 A1 19-12-2007 US 2008262560 A1 23-10-2008
WO 2009158226	A2	30-12-2009	US 2009322283 A1 31-12-2009
JP 7183050	A	21-07-1995	JP 2979938 B2 22-11-1999
US 4912416	A	27-03-1990	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2011/000051

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G01R31/36
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G01R

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2007/194756 A1 (CUTRONA ANTHONY J [CA]) 23 août 2007 (2007-08-23) alinéa [0018] - alinéa [0041]; revendication 1	1
A	----- WO 2006/107247 A1 (ST JUDE MEDICAL [SE]; ERIKSSON TOM [SE]) 12 octobre 2006 (2006-10-12) abrégé; figure 3	1
A	----- WO 2009/158226 A2 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 30 décembre 2009 (2009-12-30) abrégé; figure 2	1
	----- -/-	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

11 mai 2011

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/05/2011

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Hijazi, Ali

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2011/000051

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	MEISSNER E ET AL: "Battery Monitoring and Electrical Energy Management - Precondition for future vehicle electric power systems", JOURNAL OF POWER SOURCES, ELSEVIER SA, CH LNKD- DOI:10.1016/S0378-7753(02)00713-9, vol. 116, no. 1-2, 1 juillet 2003 (2003-07-01), pages 79-98, XP004433272, ISSN: 0378-7753 cité dans la demande le document en entier -----	1
A	JP 7 183050 A (SHIN KOBE ELECTRIC MACHINERY) 21 juillet 1995 (1995-07-21) abrégé -----	1
A	US 4 912 416 A (CHAMPLIN KEITH S [US]) 27 mars 1990 (1990-03-27) cité dans la demande abrégé; figure 3 -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2011/000051

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2007194756	A1	23-08-2007	AUCUN	

WO 2006107247	A1	12-10-2006	AT 424232 T	15-03-2009
			EP 1866028 A1	19-12-2007
			US 2008262560 A1	23-10-2008

WO 2009158226	A2	30-12-2009	US 2009322283 A1	31-12-2009

JP 7183050	A	21-07-1995	JP 2979938 B2	22-11-1999

US 4912416	A	27-03-1990	AUCUN	
