

⑤④ Procédé et système de gestion d'un élément de stockage d'énergie électrique.

②② Date de dépôt : 09.09.19.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *Commissariat à l'Energie Atomique
et aux Energies Alternatives Etablissement public à
caractère industriel et commercial — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 12.03.21 Bulletin 21/10.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 03.09.21 Bulletin 21/35.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : TESSARD Romain et KLEIN Jean-
Marie.

⑦③ Titulaire(s) : Commissariat à l'Energie Atomique et
aux Energies Alternatives Etablissement public à
caractère industriel et commercial.

⑦④ Mandataire(s) : MODULO.



Description

Titre de l'invention : Procédé et système de gestion d'un élément de stockage d'énergie électrique

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à un procédé et à un système de gestion d'un élément de stockage d'énergie électrique de type métal-ion, par exemple de type Lithium-ion.

Etat de la technique

[0002] A l'état neuf, une cellule classique de type métal-ion doit être utilisée entre, par exemple, une valeur maximale de tension $V_{max}=4,2V$ et une valeur minimale de tension $V_{min}=2,7V$. Au-delà de ces deux seuils, la cellule se trouve être respectivement surchargée ou sous-déchargée.

[0003] Cependant, lors de son utilisation ou de son stockage, une cellule est amenée à se dégrader. La dégradation d'une cellule peut être caractérisée par son état de santé, appelé classiquement SoH (Pour "State of Health"). L'état de santé d'une cellule correspond au rapport de sa capacité réelle (exprimée en Ah) à un état de vieillissement donné par rapport à sa capacité nominale (exprimée également en Ah). En début de vie, le SoH d'une cellule est théoriquement de 100 %.

[0004] A partir d'un certain niveau de vieillissement d'une cellule, des phénomènes fortement exothermiques apparaissent. Pour les éviter, l'unité centrale associée à l'élément de stockage (unité centrale appelée BMS pour "Battery Management System") peut s'appuyer sur l'évolution de l'état de santé des cellules pour adapter les courants de charge et de décharge à la quantité d'énergie qui reste disponible. Cependant, cette limitation n'aura pas d'influence sur les potentiels des deux électrodes de l'élément de stockage, uniquement sur les régimes subis.

[0005] Il existe donc un besoin de pouvoir améliorer la durée de vie d'un élément de stockage d'énergie électrique à une ou plusieurs cellules, en adaptant la tension maximale de charge et la tension seuil de coupure en fin de décharge, à l'état réel des électrodes. Cette adaptation à l'état réel des électrodes aura notamment l'avantage d'améliorer la durée de vie de l'élément de stockage, mais aussi de limiter les risques de rupture ainsi que la génération de chaleur.

[0006] Le but de l'invention est de proposer une solution permettant de remplir ce besoin.

Exposé de l'invention

[0007] Ce but est atteint par un procédé de gestion d'un élément de stockage d'énergie électrique de type métal-ion qui comporte au moins une cellule, caractérisé en ce que lors d'un cycle de charge à tension constante, le procédé comporte les étapes

suivantes :

- [0008] – Mesure de la température de la cellule pour obtenir plusieurs valeurs de température,
- Détermination d'une valeur maximale de température parmi les valeurs de température obtenues,
- En cas de détection d'un échauffement supérieur à un seuil d'échauffement ou d'un dépassement de seuil de ladite valeur maximale de température, correction d'une valeur seuil haute de tension de charge de la cellule et d'une valeur seuil basse de tension de fin de décharge de la cellule.
- [0009] Selon une particularité, le procédé comporte une étape de détermination d'une première valeur de correction à appliquer à la valeur seuil haute de tension et d'une deuxième valeur de correction à appliquer à la valeur basse de tension.
- [0010] Selon une autre particularité, la première valeur de correction est déterminée à partir de la somme d'un pas de correction (α_i) et d'une valeur de correction mémorisée lors du cycle de charge précédent.
- [0011] Selon une première réalisation particulière, l'étape de détection d'un échauffement supérieur à un seuil d'échauffement est mise en œuvre par détermination de la différence entre ladite valeur maximale de température déterminée et une valeur initiale de température mesurée au début du cycle de charge et par comparaison de ladite différence par rapport audit seuil d'échauffement.
- [0012] Selon une particularité de cette première réalisation, ledit seuil d'échauffement correspond à la différence entre une valeur de température pré-mémorisée et ladite valeur initiale de température.
- [0013] Selon une deuxième réalisation particulière, l'étape de détection du dépassement d'un seuil de ladite valeur maximale de température est mise en œuvre par comparaison de ladite valeur maximale de température avec une valeur seuil de température.
- [0014] Selon une particularité de cette deuxième réalisation particulière, le procédé comporte une étape de correction dudit pas de correction lorsque la différence entre la valeur maximale de température mesurée lors d'un cycle de charge et la valeur maximale de température mesurée lors d'un cycle de charge précédent est supérieure à un seuil.
- [0015] L'invention concerne également un système de gestion d'une batterie de type métal-ion comprenant au moins une cellule, ledit système comportant :
- [0016] – Des moyens de mesure de la température de chaque cellule,
- Une unité de traitement et de commande configurée pour recevoir les données de température en provenance des moyens de mesure de la température et comprenant :
 - Des moyens de détermination d'une valeur maximale de température

- parmi les valeurs de température obtenues,
- Des moyens de détection d'un échauffement supérieur à un seuil d'échauffement ou d'un dépassement de seuil de ladite valeur maximale de température et,
- Des moyens de correction d'une valeur seuil haute de tension de charge de la cellule et d'une valeur seuil basse de tension de fin de décharge de la cellule lors d'un dépassement dudit seuil d'échauffement ou de ladite valeur maximale de température.

[0017] Selon une particularité, l'unité de traitement comporte des moyens de détermination d'une première valeur de correction à appliquer à la valeur seuil haute de tension et d'une deuxième valeur de correction à appliquer à la valeur seuil basse de tension.

[0018] Selon une autre particularité, la première valeur de correction est déterminée à partir de la somme d'un pas de correction et d'une valeur de correction mémorisée lors du cycle de charge précédent.

[0019] Selon une première réalisation particulière, les moyens de détection d'un échauffement supérieur à un seuil d'échauffement comportent des moyens de détermination de la différence entre ladite valeur maximale de température déterminée et une valeur initiale de température mesurée au début du cycle de charge et des moyens de comparaison de ladite différence par rapport audit seuil d'échauffement.

[0020] Selon une particularité de cette première réalisation, ledit seuil d'échauffement correspond à la différence entre une valeur de température pré-mémorisée et ladite valeur initiale de température.

[0021] Selon une deuxième réalisation particulière, les moyens de détection du dépassement d'un seuil de ladite valeur maximale de température comportent des moyens de comparaison de ladite valeur maximale de température avec une valeur seuil de température.

[0022] Selon une particularité de cette deuxième réalisation particulière, l'unité de traitement comporte des moyens de correction dudit pas de correction lorsque la différence entre la valeur maximale de température mesurée lors d'un cycle de charge et la valeur maximale de température mesurée lors d'un cycle de charge précédent est supérieure à un seuil.

Brève description des figures

[0023] D'autres caractéristiques et avantages vont apparaître dans la description détaillée qui suit faite en regard des dessins annexés dans lesquels :

[0024] [fig.1]

[0025] – La figure 1 représente de manière schématique l'architecture d'une cellule électrochimique, par exemple de type lithium-ion et illustre le principe de

l'invention.

[0026] [fig.2]

[0027] [fig.3]

[0028] – Les figures 2 et 3 représentent deux algorithmes pouvant être mis en œuvre dans le cadre de l'invention.

[0029] [fig.4]

[0030] – La figure 4 montre plusieurs courbes permettant d'illustrer le principe de l'invention.

[0031] **Description détaillée d'au moins un mode de réalisation**

[0032] L'invention s'adresse à la gestion d'un élément de stockage d'énergie électrique. Cet élément de stockage d'énergie électrique peut comporter une ou plusieurs cellules électrochimiques.

[0033] Chaque cellule est de type métal-ion, par exemple de type Lithium-ion. Les batteries Lithium-ion présentent une grande capacité de stockage dans un faible volume et avec un faible poids. On trouve différentes sortes de batteries de type Lithium-ion. Il existe notamment les batteries de type LCO (lithium cobalt), de type LMO (lithium manganèse), ou de type NMC (nickel manganèse cobalt).

[0034] En référence à la figure 1, une cellule électrochimique CELL comporte deux électrodes 1, 2, contenant chacune un matériau actif 10, 20 et un collecteur de courant 11, 21 permettant le raccordement au circuit électrique externe. Les électrodes baignent dans un électrolyte 3 qui permet le transport de charges 4 sous forme ionique, nécessaire au fonctionnement des réactions de type redox. Un séparateur 5 joue un rôle d'isolation électrique des électrodes. Il doit empêcher un transfert d'électrons (énergie électrique) en interne mais permettre un transfert d'ions (énergie électrochimique).

[0035] Dans l'invention, la gestion de l'élément de stockage est confiée à un système dédié comportant une unité de traitement UC mettant en œuvre le procédé de gestion de l'invention. Il pourra notamment s'agir d'un système de type BMS ("Battery Management System") classiquement employé pour la gestion d'une batterie.

[0036] Le principe de gestion de l'invention consiste à permettre d'adapter les seuils de tension maximale et minimale de l'élément de stockage pour tenir compte des variations de température subies, de son état de vieillissement, des régimes de charge/décharge appliqués.

[0037] Pour cela, la gestion repose principalement sur la surveillance de la température de chaque cellule de l'élément de stockage, afin de recalculer les seuils de tension si la température dépasse un seuil ou si un échauffement anormal est détecté.

[0038] La méthode consiste à recalculer les seuils de tension par la détermination de seuils d'énergie thermique lors de la phase de charge de l'élément de stockage à tension constante (dite phase CV pour "Constant Voltage").

- [0039] En plus de l'unité de traitement UC, le système comporte des moyens de mesure de la température (T°) au niveau de chaque cellule, des moyens U de mesure de la tension aux bornes de chaque cellule et des moyens de mesure du courant I délivré par chaque cellule.
- [0040] Les seuils de tension initiaux sont en règle générale spécifiés par le fabricant. Pour une cellule de type NMC, on a par exemple :
- [0041] $V_{min_init}=2.5V$
- [0042] $V_{max_init}=4.2V$
- [0043] L'objectif de l'invention est de pouvoir adapter ces deux seuils en leur appliquant chacun une valeur de correction lorsque des variations de température sont détectées.
- [0044] Pour le seuil de tension haute, on retranche une première valeur de correction afin d'abaisser le seuil et pour le seuil de tension bas, on ajoute une deuxième valeur de correction pour remonter le seuil.
- [0045] Selon une particularité de l'invention, la première valeur de correction et la deuxième valeur de correction ne sont pas choisies fixes et vont évoluer au cours du temps, au fur et à mesure des cycles de charge subis par les cellules.
- [0046] Les deux valeurs de correction A_i , B_i peuvent s'exprimer par les deux relations ci-dessous :
- [0047] $A_i=A_{i-1}+\alpha_i$
- [0048] $B_i=A_i/2$
- [0049] Dans lesquelles :
- [0050] – i peut aller de 0 à N et est incrémenté d'une unité à chaque nouvelle modification des seuils ;
- α_i peut être choisie fixe (voir algorithme de la figure 2) ou variable (algorithme de la figure 3), sa valeur pouvant alors être modifiée après chaque nouvelle modification des seuils ;
- [0051] A l'état initial ou lorsque sa valeur est fixe, α_i aura sa valeur fixée en fonction de la température ambiante initiale des cellules et des régimes de charge. A titre d'exemple, à $25^\circ C$ et 0,5C, on aura $\alpha_i=0.05$ et à $10^\circ C$ et 1C, on aura $\alpha_i=0.1$
- [0052] α_i correspond donc au pas de correction appliqué directement à la première valeur de correction A_i . Le deuxième algorithme qui sera décrit ci-dessous propose de réadapter la valeur de α_i pour affiner la valeur de correction et donc le seuil et ainsi permettre d'augmenter la durée de vie de l'élément de stockage.
- [0053] Partant de ces considérations, deux algorithmes sont décrits ci-dessous, en liaison avec les figures 2 et 3. Dans ces deux algorithmes, la lettre Y correspond à la branche "Oui" et la lettre N correspond à la branche "Non".
- [0054] Sur la figure 2, le procédé de gestion suit les étapes suivantes :

E0 : Il s'agit d'une étape d'initialisation.

- [0055] L'indice i de modification des seuils est fixé à 0.
- [0056] On a aussi $A_i=0$ et $B_i=0$
- [0057] α_i qui est constant et qui est égal à $\alpha=0.05$
- [0058] V_{max_init} correspond au seuil haut de tension au-dessus duquel l'élément de stockage ne doit pas être chargé ;
- [0059] V_{min_init} correspond au seuil bas de tension au-dessous duquel l'élément de stockage ne doit pas être déchargé ;
- [0060] T_{amb} correspond à la température ambiante mesurée au niveau de l'élément de stockage, au début de la charge, sur son enveloppe externe.
- [0061] **E1** : Il s'agit d'une étape de test durant laquelle l'unité de traitement UC teste si l'élément de stockage est bien en phase de charge.
- [0062] **E2** : Si l'élément de stockage n'est pas en phase de charge, alors l'unité de traitement UC ne peut appliquer l'algorithme et recommencera ultérieurement.
- [0063] **E3** : Si l'élément de stockage est en phase de charge, l'unité de traitement UC commande les moyens de mesure de courant I , de tension U et de température T° et récupère les données de mesure correspondantes sur une période de mesure déterminée (choisie fixe) de la phase de charge.
- [0064] **E4** : A partir des données de températures recueillies sur la période de mesure et en se focalisant sur la phase à tension constante (CV), l'unité de traitement UC détermine la valeur maximale T_{max_i} de température. Puis l'unité de traitement UC compare l'échauffement maximal subi par rapport à un seuil d'échauffement considéré comme acceptable. Elle effectue ainsi le test suivant :
 - [0065] $T_{max_i} - T_{amb} > T_{obj1} - T_{amb}$
 - [0066] Dans lequel :
 - [0067] T_{max_i} correspond à la valeur maximale de température recueillie sur la période de mesure.
 - [0068] T_{amb} correspond à la température ambiante mesurée au début de la charge.
 - [0069] T_{obj1} correspond à la valeur seuil de température au-dessus de laquelle l'élément de stockage peut subir des dégradations et subir des réactions parasites.
- [0070] **E5** : Si un échauffement anormal est constaté (branche Y), l'unité de traitement UC effectue une modification des seuils. A chaque nouvelle modification, elle incrémente i d'une unité.
- [0071] Si l'échauffement constaté est normal (branche N), l'unité de traitement retourne à l'étape E1.
- [0072] **E6** : Lors de la modification des seuils, l'unité de traitement stoppe la charge en cours.
- [0073] **E7** : L'unité de traitement UC détermine les nouvelles valeurs de corrections en appliquant les relations :

- [0074] $A_i = A_{i-1} + \alpha_i$
- [0075] $B_i = A_i / 2$
- [0076] **E8** : L'unité de traitement UC recale ensuite les deux seuils de tension en appliquant les relations suivantes :
- [0077] $V_{max_i} = V_{max_init} - A_i$
- [0078] $V_{min_i} = V_{min_init} + B_i$
- [0079] **E9** : Une fois les seuils recalés, l'unité de traitement UC redémarre la charge et recommence l'algorithme à l'étape E1
- [0080] Une autre méthode de compensation linéaire peut être mise en place, comme représenté sur la figure 3. Dans ce deuxième algorithme, la température objectif référencée T_{obj2} peut être définie au plus près de l'échauffement naturel en charge, pour une quantité de charge donnée (définie en fonction de l'état de charge SoC de départ), de la température T_{amb} et du régime de charge. Tout échauffement complémentaire est alors principalement dû à l'augmentation de la résistance interne de la cellule et donc à son vieillissement (à T_{amb} et régime constant). Ainsi, le pas de correction α_i pourra être adapté à une valeur beaucoup plus faible, par exemple de 0,01 à 0,001, idéalement entre 0,003 et 0,005. Cette discrétisation provoquera une adaptation par pas, qui sera linéarisée sur l'évolution des cycles suivants. Un algorithme d'état de santé, voire de maintenance prédictive, pourra être calé sur une valeur du coefficient A_i ou sur un nombre d'itérations de l'adaptation des seuils : si l'énergie/la capacité chargée diminue de telle façon que le service ne peut être rendu dans toutes les conditions d'utilisations de l'application, alors le produit est en fin de vie, ou doit être maintenu (remplacement de l'élément électrochimique).
- [0081] Le deuxième algorithme présenté sur la figure 3 suit ainsi les étapes suivantes.
- E00 : Il s'agit d'une étape d'initialisation.**
- [0082] L'indice i de modification des seuils est fixé à 0.
- [0083] On a aussi :
- [0084] $A_i = 0$
- [0085] $B_i = 0$
- [0086] α_i qui n'est ici pas constant et qui vaut initialement $\alpha_i = 0.005$
- [0087] V_{max_init} correspond au seuil haut de tension au-dessus duquel l'élément de stockage ne doit pas être chargé ;
- [0088] V_{min_init} correspond au seuil bas de tension au-dessous duquel l'élément de stockage ne doit pas être déchargé ;
- [0089] T_{amb} correspond à la température ambiante au niveau de l'élément de stockage, mesurée au début de la charge sur l'enveloppe de l'élément de stockage.
- [0090] $X = 0$. On verra que le paramètre X (égal à 0 ou à 1) correspond à un compteur permettant à l'unité de traitement UC de ne pas réitérer le test principal sur la tem-

pérature lorsqu'un dépassement du seuil de température a déjà été constaté une première fois.

- [0091] **E10** : A cette étape, l'unité de traitement UC effectue un test pour savoir si $X=0$ ou non. Si X n'est pas égal à 0, l'unité de traitement UC bascule automatiquement dans la boucle d'adaptation du coefficient de correction α_i .
- [0092] **E20** : Si X est égal à 0, ce qui est forcément le cas lorsque l'élément est neuf, l'unité de traitement UC teste si l'élément de stockage est bien en phase de charge.
- [0093] **E30** : Si l'élément de stockage est en phase de charge, l'unité de traitement UC commande les moyens de mesure de courant I , de tension U et de température T° et récupère les données de mesure correspondantes sur une période de mesure déterminée (choisie fixe) au cours de la charge.
- [0094] **E40** : A partir des données de température recueillies sur la période de mesure et en se focalisant sur la phase à tension constante (CV), l'unité de traitement UC détermine la valeur maximale de température.
- [0095] Puis l'unité de traitement compare cette valeur maximale à une valeur seuil de température (T_{obj2}), que l'élément de stockage ne doit pas dépasser.
- [0096] Si le seuil de température n'est pas dépassé, l'unité de traitement retourne à l'étape E20 et peut recommencer une étape de mesure lors d'une phase de charge.
- [0097] Si le seuil de température est dépassé, l'unité de traitement UC bascule dans la partie de correction des seuils.
- [0098] **E50** : L'unité de traitement UC stoppe la charge pour calage des nouveaux seuils de tension.
- [0099] **E60** : L'unité de traitement UC passe la valeur de X à 1 et incrémente la valeur de i d'une unité.
- [0100] **E70** : L'unité de traitement UC détermine les nouvelles valeurs de corrections en appliquant les relations :
- [0101] $A_i = A_{i-1} + \alpha_i$
- [0102] $B_i = A_i / 2$
- [0103] **E80** : L'unité de traitement UC recalcule les deux seuils de tension en appliquant les relations suivantes :
- [0104] $V_{max_i} = V_{max_init} - A_i$
- [0105] $V_{min_i} = V_{min_init} + B_i$
- [0106] **E90** : Une fois les seuils recalés, l'unité de traitement UC redémarre la charge et bascule automatiquement dans une boucle de réglage du coefficient α_i en fonction de la température.
- [0107] **E100** : L'unité de traitement UC détermine si l'élément de stockage est en phase de charge.
- [0108] **E110** : Si l'élément de stockage n'est pas en phase de charge, l'unité de traitement UC

sort de l'algorithme et recommencera ultérieurement.

- [0109] **E120** : Si l'élément de stockage est en phase de charge, l'unité de traitement UC commande les moyens de mesure de courant I, de tension V et de température T° et récupère les données de mesure correspondantes sur une période de mesure déterminée (choisie fixe).
- [0110] **E130** : A partir des données de températures recueillies sur la période de mesure et en se focalisant sur la phase à tension constante (CV), l'unité de traitement UC détermine la valeur maximale de température Tmax_i.
- [0111] Puis l'unité de traitement UC détermine si la différence entre cette température Tmax_i et la température Tmax_i-1 de l'itération précédente est supérieure à un seuil défini E de température. La valeur de E est choisie très faible. Pour la considérer mesurable et inférieure à ce que pourrait être un pas de température, elle peut être comprise entre 0.05 et 0.5°C, idéalement 0.1°C (à température ambiante constante).
- [0112] **E140** : Si la différence est supérieure au seuil E, l'unité de traitement UC est amenée à corriger la valeur de α_i en appliquant la relation suivante :
- [0113] $\alpha_i = \alpha_{i-1} + 0.1\alpha_i$
- [0114] Puis, à partir de ce nouveau coefficient, l'unité de traitement peut reprendre la boucle de correction des seuils, à partir de l'étape E50.
- [0115] Il faut noter que, lors d'un redémarrage, l'unité de traitement UC exécute le test sur X lors de l'étape E10 et si X est déjà à la valeur 1, l'unité de traitement UC passe automatiquement dans la boucle de réglage de α_i .
- [0116] La figure 4 illustre, grâce à plusieurs courbes, le principe de fonctionnement de l'invention. On a ainsi :
- [0117] – Sur le premier cycle C1, aucune adaptation des seuils n'est réalisée : la cellule surchauffe fortement (Tmax_C1=48°C) ;
- Sur le second cycle C2, les coefficients α_A et α_B sont déterminés et appliqués par la méthode décrite, avec une forte baisse de l'échauffement lors de la phase à tension constante (Tmax_C2=32°C).
- Sur le troisième cycle C3, les seuils sont remis à l'état initial, avec comme conséquence l'amplification du phénomène de surchauffe et les risques associés pour l'utilisateur. (Tmax_C3=51°C).
- [0118] L'invention présente ainsi de nombreux avantages. Elle permet notamment de s'adapter à l'état réel des électrodes pour :
- [0119] – Améliorer la durée de vie de l'accumulateur,
- Limiter les risques de ruptures,
- Limiter la génération de chaleur.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de gestion d'un élément de stockage d'énergie électrique de type métal-ion qui comporte au moins une cellule (CELL), caractérisé en ce que lors d'un cycle de charge à tension constante, le procédé comporte les étapes suivantes :
- Mesure de la température de la cellule pour obtenir plusieurs valeurs de température,
 - Détermination d'une valeur maximale de température (T_{max_i}) parmi les valeurs de température obtenues,
 - En cas de détection d'un échauffement supérieur à un seuil d'échauffement ou d'un dépassement de seuil de ladite valeur maximale de température, correction d'une valeur seuil haute de tension de charge de la cellule et d'une valeur seuil basse de tension de fin de décharge de la cellule.
 - Détermination d'une première valeur de correction (A_i) à appliquer à la valeur seuil haute de tension et d'une deuxième valeur de correction (B_i) à appliquer à la valeur basse de tension, la première valeur de correction étant déterminée à partir de la somme d'un pas de correction (α_i) et d'une valeur de correction mémorisée lors du cycle de charge précédent.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de détection d'un échauffement supérieur à un seuil d'échauffement est mise en œuvre par détermination de la différence entre ladite valeur maximale de température (T_{max_i}) déterminée et une valeur initiale de température (T_{amb}) mesurée au début du cycle de charge et par comparaison de ladite différence par rapport audit seuil d'échauffement.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit seuil d'échauffement correspond à la différence entre une valeur de température pré-mémorisée (T_{obj1}) et ladite valeur initiale de température (T_{amb}).
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de détection du dépassement d'un seuil de ladite valeur maximale de température est mise en œuvre par comparaison de ladite valeur maximale de température (T_{max_i}) avec une valeur seuil de température (T_{obj2}).
- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte une

étape de correction dudit pas de correction (α_i) lorsque la différence entre la valeur maximale de température mesurée lors d'un cycle de charge et la valeur maximale de température mesurée lors d'un cycle de charge précédent est supérieure à un seuil (E).

[Revendication 6]

Système de gestion d'une batterie de type métal-ion comprenant au moins une cellule (CELL), ledit système étant caractérisé en ce qu'il comporte :

- Des moyens de mesure de la température de chaque cellule,
- Une unité de traitement et de commande configurée pour recevoir les données de température en provenance des moyens de mesure de la température et comprenant :
 - Des moyens de détermination d'une valeur maximale de température (T_{max_i}) parmi les valeurs de température obtenues,
 - Des moyens de détection d'un échauffement supérieur à un seuil d'échauffement ou d'un dépassement de seuil de ladite valeur maximale de température et,
 - Des moyens de correction d'une valeur seuil haute de tension de charge de la cellule et d'une valeur seuil basse de tension de fin de décharge de la cellule lors d'un dépassement dudit seuil d'échauffement ou de ladite valeur maximale de température,
 - Des moyens de détermination d'une première valeur de correction (A_i) à appliquer à la valeur seuil haute de tension et d'une deuxième valeur de correction (B_i) à appliquer à la valeur seuil basse de tension, la première valeur de correction étant déterminée à partir de la somme d'un pas de correction (α_i) et d'une valeur de correction mémorisée lors du cycle de charge précédent.

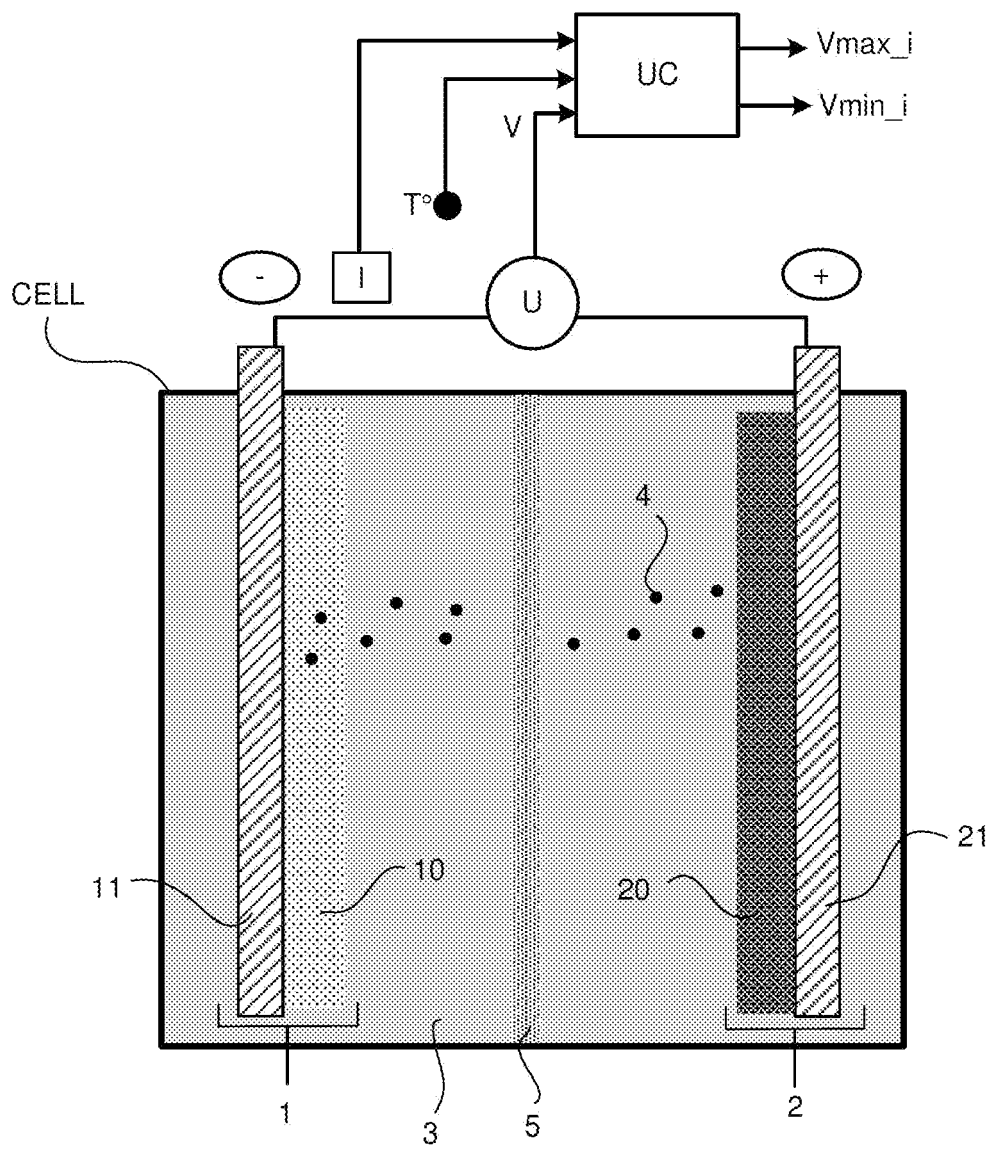
[Revendication 7]

Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de détection d'un échauffement supérieur à un seuil d'échauffement comportent des moyens de détermination de la différence entre ladite valeur maximale de température (T_{max_i}) déterminée et une valeur initiale de température (T_{amb}) mesurée au début du cycle de charge et des moyens de comparaison de ladite différence par rapport audit seuil

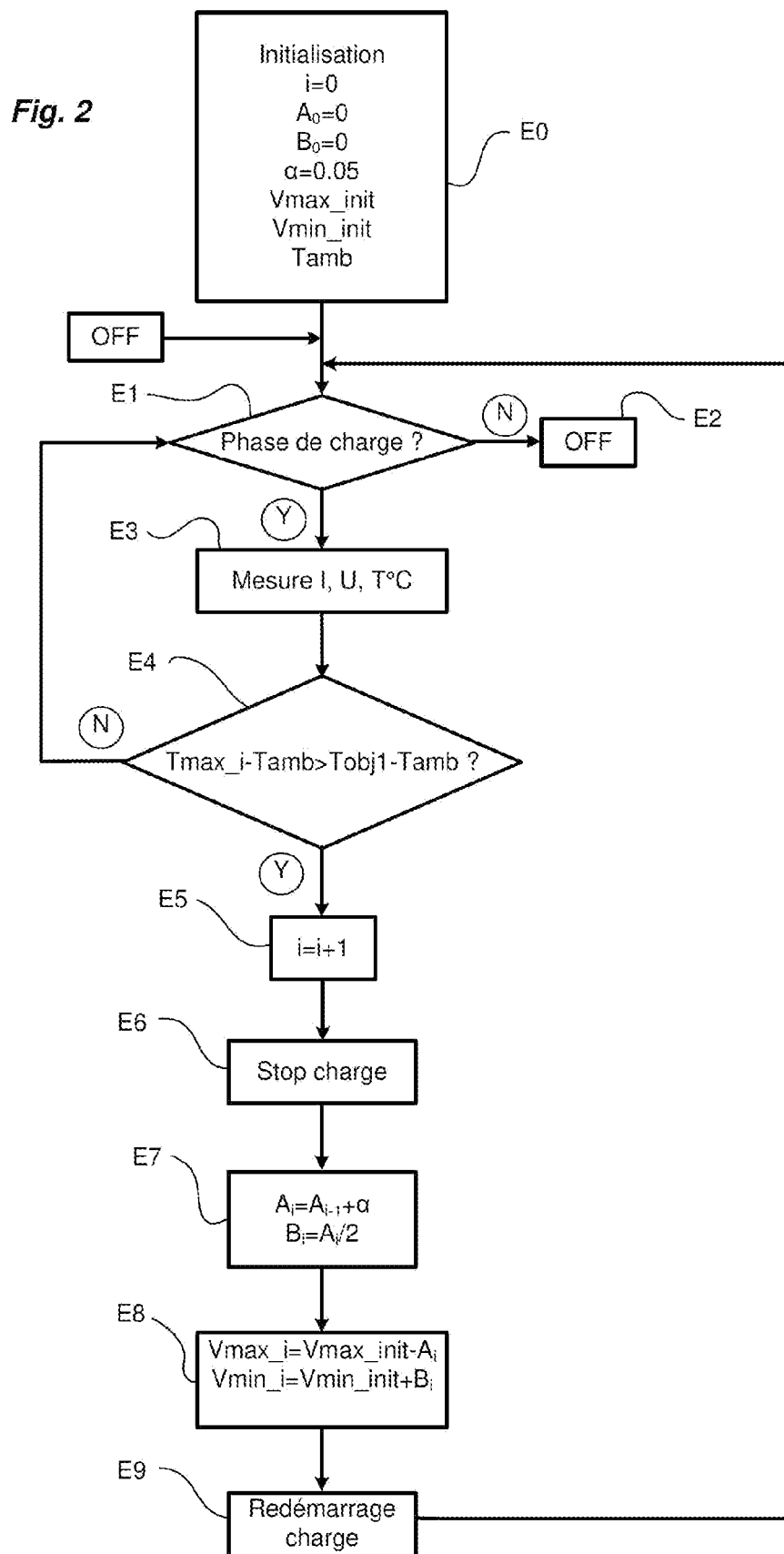
d'échauffement.

- [Revendication 8] Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit seuil d'échauffement correspond à la différence entre une valeur de température pré-mémorisée (Tobj1) et ladite valeur initiale de température (Tamb).
- [Revendication 9] Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de détection du dépassement d'un seuil de ladite valeur maximale de température comportent des moyens de comparaison de ladite valeur maximale de température (Tmax_i) avec une valeur seuil de température (Tobj2).
- [Revendication 10] Système selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'unité de traitement comporte des moyens de correction dudit pas de correction (α_i) lorsque la différence entre la valeur maximale de température mesurée lors d'un cycle de charge et la valeur maximale de température mesurée lors d'un cycle de charge précédent est supérieure à un seuil (E).

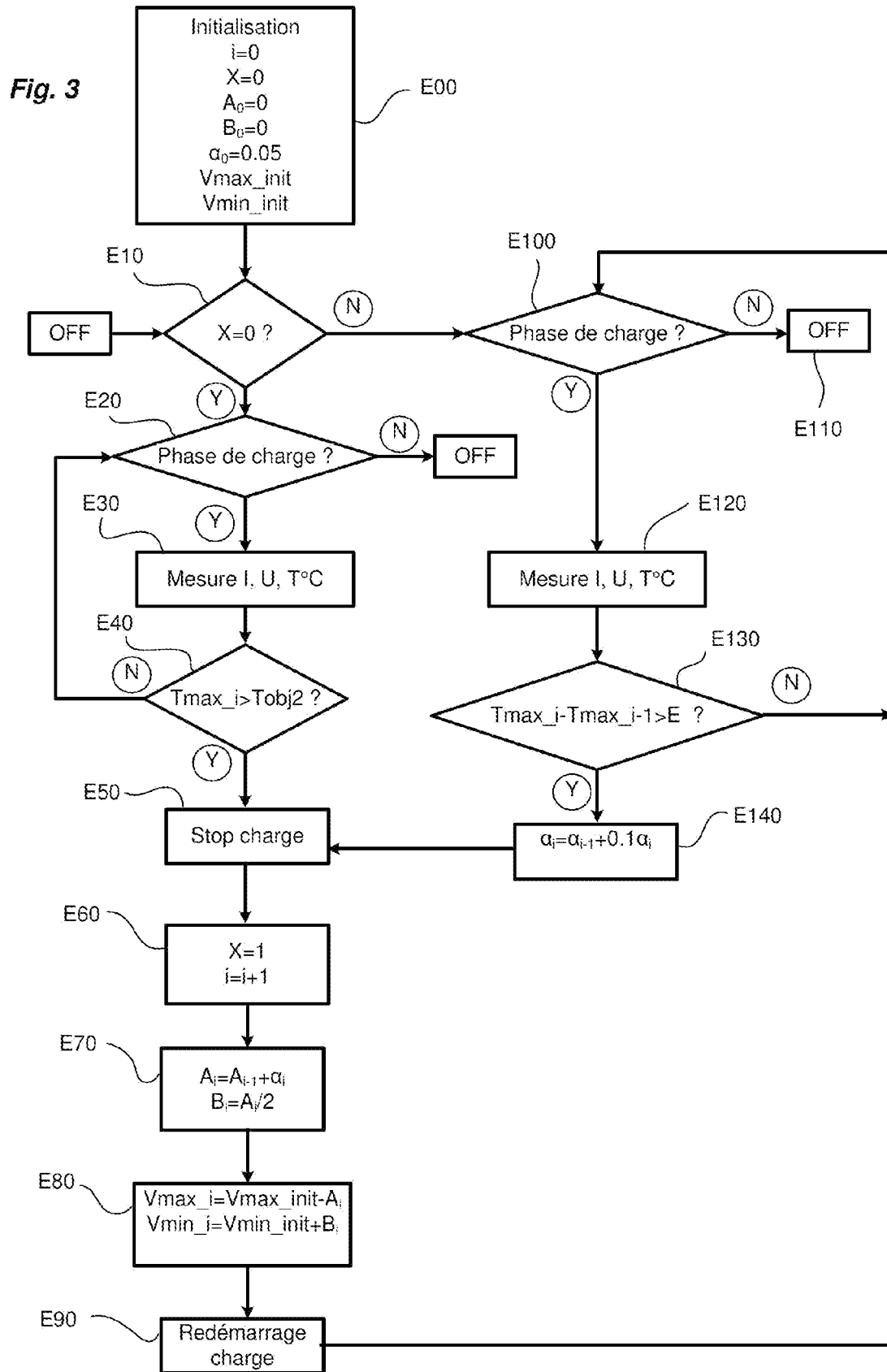
[Fig. 1]

Fig. 1

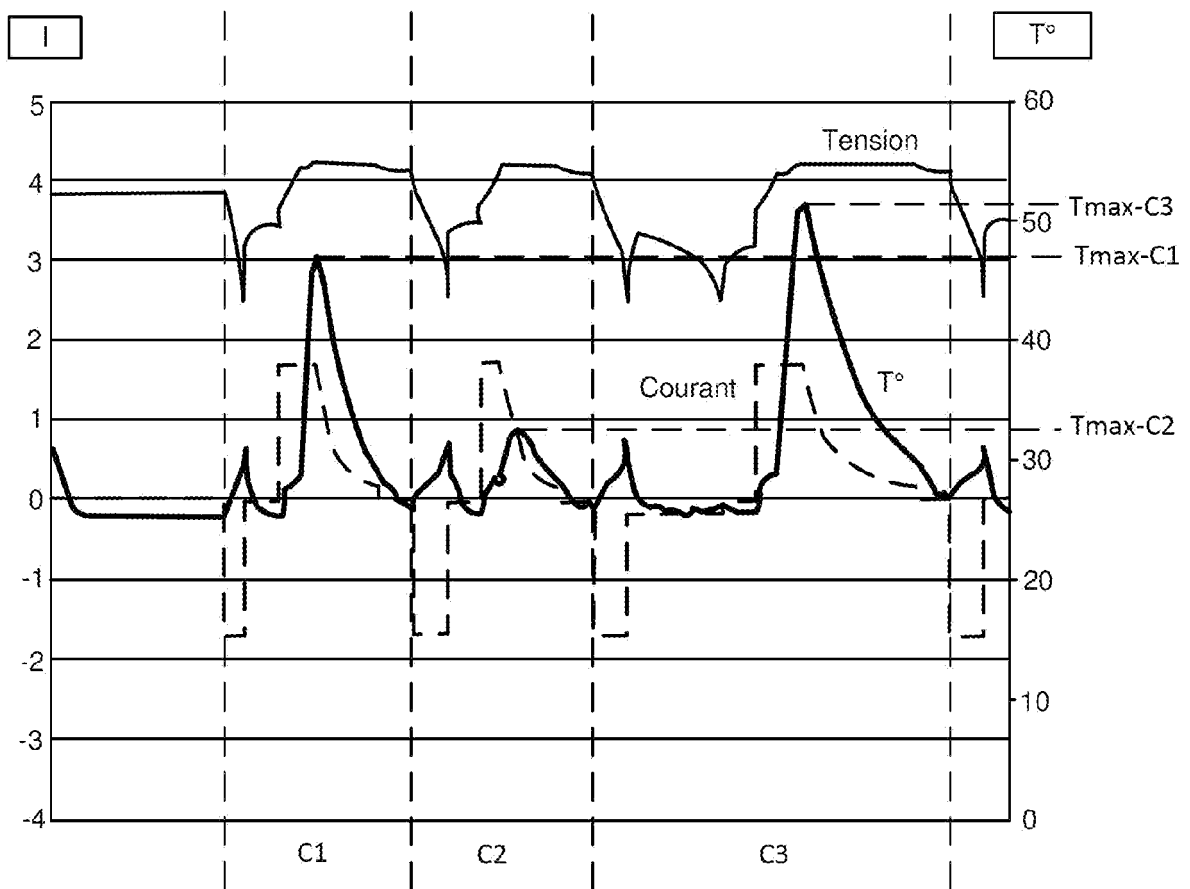
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]

Fig. 4

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 2013/257382 A1 (FIELD J DOUGLAS [US] ET
AL) 3 octobre 2013 (2013-10-03)

EP 2 690 744 A2 (SAMSUNG SDI CO LTD [KR])
29 janvier 2014 (2014-01-29)

US 2011/199059 A1 (ARADACHI TAKAO [JP] ET
AL) 18 août 2011 (2011-08-18)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT