

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 07.07.11.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.01.13 Bulletin 13/02.

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) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES — FR.

⑦2 Inventeur(s) : KLEIN JEAN-MARIE, DELAILLE
ARNAUD et JUNG MARC.

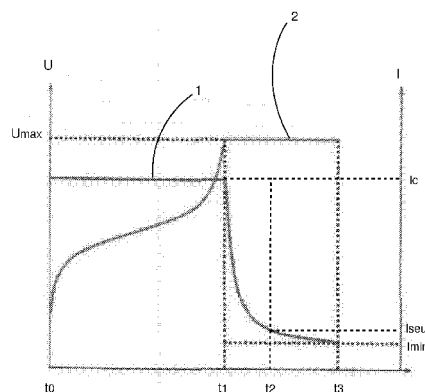
⑦3 Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES.

⑦4 Mandataire(s) : NOVAIMO.

⑤4 PROCEDE DE DIAGNOSTIC D'UNE BATTERIE.

⑤7 Procédé de diagnostic d'une batterie, caractérisé en
ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- première phase de charge de la batterie jusqu'à une
tension maximale prédéfinie $U_{\max}$ atteinte à un premier ins-
tant t_1 ;
- seconde phase de charge de la batterie à tension
constante, et mesure d'un second instant t_2 lorsque le cou-
rant aux bornes de la batterie descend sous une valeur seuil
 I_{seuil} ;
- calcul de l'état de santé SOH de la batterie à partir de
la durée mesurée entre les deux instants t_1 et t_2 .



Procédé de diagnostic d'une batterie

L'invention concerne un procédé de gestion d'une batterie, de tout accumulateur électrochimique, comprenant notamment la réalisation de son diagnostic. Elle concerne aussi un système de gestion de batterie
5 mettant en œuvre ce procédé de gestion de batterie.

La gestion des batteries de l'état de la technique fait appel à un indicateur représentatif du vieillissement d'une batterie, souvent appelé par sa
10 dénomination anglo-saxonne de « State Of Health » pour état de santé, ou plus simplement SOH. Cet indicateur est couramment utilisé dans le diagnostic d'une batterie. L'évaluation de cet indicateur est importante pour une bonne maîtrise du fonctionnement de la batterie, ainsi que pour gérer au mieux sa fin de vie.

15 La solution la plus simple consiste à mesurer la capacité de la batterie à l'état initial puis de mesurer cette capacité périodiquement dans le temps. Le ratio de la capacité à un instant t sur la capacité initiale donne la valeur du SOH de la batterie à l'instant t .

20 Le document US2010/0198536 propose une autre solution basée sur la mesure de la résistance interne de la batterie, qui évolue avec le vieillissement de la batterie. Cette approche reste toutefois limitée car la résistance interne des batteries est souvent très faible et non exploitable,
25 notamment dans le cas des batteries à forte puissance.

Ces approches nécessitent une estimation du SOH lors d'une opération de diagnostic spécifique durant laquelle la batterie n'est pas utilisée. Elles présentent donc l'inconvénient d'entraîner une immobilisation spécifique
30 de la batterie.

Le document US2009/0128097 propose une autre solution basée sur la mesure du temps de charge à courant constant d'une batterie, ce qui représente une solution de mesure de la charge de la batterie. Toutefois, pour appliquer cette solution, il faut que la batterie soit complètement déchargée pour pouvoir mesurer sa charge complète. Cette solution n'est donc pas toujours applicable. Par exemple, dans le cas d'une batterie de véhicule automobile, il n'est pas envisageable de vider totalement la batterie avant de la recharger, pour éviter les pannes. Par ailleurs, des décharges totales répétées peuvent provoquer un vieillissement prématuré de la batterie.

Ainsi, un objet général de l'invention est de proposer une solution de gestion d'une batterie qui permet d'améliorer la réalisation du diagnostic de l'état de la batterie, et plus particulièrement le calcul de son état de santé SOH.

A cet effet, l'invention repose sur un procédé de diagnostic d'une batterie, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- première phase de charge de la batterie jusqu'à une tension maximale prédéfinie $U_{\max}$ atteinte à un premier instant t_1 ;
- seconde phase de charge de la batterie à tension constante, et mesure d'un second instant t_2 lorsque le courant aux bornes de la batterie descend sous une valeur seuil I_{seuil} ;
- calcul de l'état de santé SOH de la batterie à partir de la durée mesurée entre les deux instants t_1 et t_2 .

La première phase de charge de la batterie peut être une phase de charge à courant constant I_c , à partir de tout état de charge initial de la batterie.

La valeur seuil de courant I_{seuil} peut être comprise entre la valeur du courant constant I_c de la première phase de charge de la batterie et le courant de fin de charge I_{min} de la batterie, et notamment inférieure ou égale à $I_c/2$.

5

Le calcul de l'état de santé SOH de la batterie peut dépendre aussi de la durée initiale de référence entre les instants t_1 et t_2 au cours d'une seconde phase de charge de la batterie à tension constante à un instant précédent de la vie de la batterie, comme dans un état neuf de la batterie.

10

Le calcul de l'état de santé SOH de la batterie peut comprendre une étape de correction en fonction de la température de l'environnement de la batterie durant la phase de charge de la batterie et/ou du courant de charge de la première phase de charge de la batterie.

15

Le procédé de diagnostic d'une batterie peut comprendre une mesure de la température au moins au premier instant t_1 , et/ou durant la première phase et/ou durant la seconde phase.

20

Le procédé de diagnostic d'une batterie peut comprendre une étape préalable de mesure du signe du courant aux bornes de la batterie pour en déduire si la batterie est en première phase de charge ou non, pour initier les étapes du procédé dès que la batterie est en première phase de charge.

25

Le procédé de diagnostic d'une batterie peut comprendre une étape de mesure de la tension aux bornes de la batterie durant la première phase de charge de la batterie, et/ou une étape de mesure du courant aux bornes de la batterie durant la seconde phase de charge de la batterie, et

une mesure du temps durant au moins la seconde phase de charge de la batterie.

5 Le procédé de diagnostic d'une batterie peut comprendre une étape de mémorisation des mesures du temps, et/ou du courant, et/ou de la tension, et/ou de la température, et/ou d'une durée initiale de référence.

10 L'invention porte aussi sur un dispositif de diagnostic d'une batterie, caractérisé en ce qu'il met en œuvre un procédé de diagnostic lors d'une phase de charge de la batterie tel que décrit précédemment.

Le dispositif de diagnostic d'une batterie peut comprendre au moins un calculateur, une mémoire électronique, et au moins un capteur de mesure du courant et/ou de la tension aux bornes de la batterie.

15

L'invention porte aussi sur un dispositif de charge d'une batterie, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de diagnostic d'une batterie qui met en œuvre le procédé de diagnostic tel que décrit précédemment.

20 L'invention porte aussi sur un dispositif alimenté par une batterie, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de diagnostic de la batterie qui met en œuvre le procédé de diagnostic tel que décrit précédemment.

25 Enfin, l'invention porte aussi sur un support informatique lisible par une unité de gestion, caractérisé en ce qu'il comprend un programme informatique enregistré comprenant des moyens de codes de programme informatique de mise en œuvre du procédé de diagnostic d'une batterie tel que décrit précédemment.

Ces objets, caractéristiques et avantages de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante d'un mode d'exécution particulier fait à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

5

La figure 1 représente l'évolution du courant et de la tension de charge en fonction du temps selon un algorithme de charge IU d'une batterie.

10 La figure 2 représente un algorithme du procédé de charge et de diagnostic selon un mode de réalisation de l'invention.

Pour maîtriser le fonctionnement de tout appareil ou système intégrant au moins une batterie, il est essentiel de connaître et maîtriser les performances de cette batterie, pour notamment gérer ses phases de charge et décharge et au final optimiser le fonctionnement de l'appareil ou du système.

Pour cela, le constructeur d'une batterie préconise en général un régime de charge lent dans des conditions dites nominales, qui permet de charger la batterie au maximum et sans la détériorer. Ce régime de charge est plus précisément défini par les conditions électriques, c'est-à-dire les valeurs de courant et de tension, qui sont appliquées aux bornes d'une batterie pendant une certaine durée pour la charger. Ces conditions électriques sont définies par un algorithme qui dépend de la technologie électrochimique considérée.

La figure 1 représente les conditions électriques préconisées pour charger de nombreuses batteries, comme par exemple les batteries basées sur une technologie lithium-ion de type LiFePO_4 . Les courbes 1, 2
30 représentent respectivement l'évolution du courant et de la tension de

charge en fonction du temps. La charge ainsi illustrée, appelée IU, comprend une première phase entre les instants t_0 et t_1 , durant laquelle le courant de charge I_c est constant alors que la tension augmente, et une seconde phase, souvent appelée par sa dénomination anglo-saxonne de « floating », qui débute à partir d'une certaine valeur seuil $U_{\max}$ de la tension, et durant laquelle la tension est maintenue constante à cette valeur de seuil $U_{\max}$. Durant cette dernière phase, qui s'étend entre les instants t_1 et t_3 , le courant tend vers une valeur nulle. En-dessous d'une certaine valeur $I_{\min}$ du courant, fixée par le constructeur, la charge de la batterie est considérée complète. La durée totale de charge est donc la somme des durées des deux phases, et correspond à la durée entre t_0 et t_3 .

Le procédé de diagnostic d'une batterie selon l'invention consiste à mesurer l'évolution d'une durée particulière dans le temps, qui évolue avec le vieillissement de la batterie, entre l'instant t_1 et un instant t_2 qui est défini par le passage sous un seuil prédéfini de courant I_{seuil} du courant lors de la seconde phase de charge à tension constante d'une batterie. Ce seuil de courant I_{seuil} peut prendre toute valeur prédéfinie entre le courant de charge I_c et le courant de fin de charge $I_{\min}$, mais sera de préférence choisi assez éloigné du courant de charge, par exemple inférieur ou égal à $I_c/2$, pour avoir à mesurer une durée t_2-t_1 significative.

Cette approche présente l'avantage de donner un résultat de l'état de santé SOH de la batterie très proche de celui obtenu en mesurant les capacités de la batterie, sans nécessiter de phase spécifique de diagnostic puisqu'elle est réalisée de manière simultanée à une phase de charge de la batterie. De plus, elle est compatible avec toute charge initiale de la batterie, même non totalement déchargée, puisque la

seconde phase de charge à tension constante de la batterie est indépendante de l'état de charge initial de la batterie.

La figure 2 représente de manière détaillée un algorithme mis en œuvre
5 selon un mode de réalisation de l'invention.

Il comprend une première étape E1 de mesure du courant aux bornes de la batterie. Si le courant est positif, alors cela signifie qu'une phase de charge est engagée (si on choisit une convention dite « récepteur »
10 pour le signe du courant).

Lorsque la phase de charge de la batterie est engagée, une étape E2 du procédé consiste à mesurer la tension aux bornes de la batterie et le temps, et à comparer la tension mesurée avec la tension maximale.
15

Lorsque cette tension maximale est atteinte, une troisième étape E3 consiste à mesurer et mémoriser le temps, qui est égal au temps t_1 de fin de la première partie de la phase de charge à courant constant. De plus, la température T est aussi mesurée à l'instant t_1 . Cependant, la
20 température sera avantageusement mesurée tout au long de la première charge (étape E2) afin de suivre la courbe de charge à courant constant et corriger si nécessaire la mesure de température réalisée à l'instant t_1 . Il sera aussi avantageux de suivre la température durant la seconde phase (étape E4) ou même sur toute la durée de la
25 charge.

Une quatrième étape E4 consiste alors en une mesure du temps t et du courant I et sa comparaison avec le courant seuil I_{seuil} .

Lorsque I atteint ce courant seuil I_{seuil} , à un instant t_2 , une cinquième étape E5 de réalisation du diagnostic peut être engagée, dans laquelle le temps t_2 est alors fixé et mémorisé à la dernière mesure du temps, avant de réaliser le calcul de l'état de santé SOH de la batterie à partir

5 de la durée entre les instants t_1 et t_2 mesurés durant cette seconde phase de charge de la batterie. Ce calcul du SOH comprend la comparaison de la durée $[t_1 ; t_2]$ avec une durée initiale de référence mémorisée. Pour cela, on utilise un abaque prédéfini dans une étape préalable, qui mémorise la valeur du SOH, obtenue par toute technique

10 de l'état de la technique basée sur des décharges totales de la batterie par exemple, en fonction de la durée t_2-t_1 . On remarque que cette étape préalable donne une relation sensiblement linéaire entre la valeur de SOH et la durée t_2-t_1 , ce qui permet d'obtenir un calcul de SOH qui correspond sensiblement au rapport des durées t_2-t_1 obtenues et de

15 référence.

Selon ce mode de réalisation, la valeur du SOH est aussi corrigée en fonction de la température T de l'environnement de la batterie et éventuellement de la valeur du courant de charge si elle diffère de la

20 valeur I_c de référence.

Les étapes précédentes sont répétées périodiquement au cours de la vie de la batterie, pour obtenir un calcul de son état de santé par exemple à chaque phase de charge de la batterie.

25

Finalement, le concept de l'invention est adapté à tout accumulateur électrochimique, quelle que soit sa technologie électrochimique utilisée, comme au lithium, au nickel, ou au plomb.

L'invention porte aussi sur un dispositif de charge de batterie qui met en œuvre le procédé de diagnostic décrit ci-dessus. Pour cela, le dispositif de charge peut utiliser des moyens logiciels et/ou matériels (software et/ou hardware), comprenant par exemple une mémoire stockant la
5 durée de référence et mémorisant les différentes mesures de tension, courant, température, temps, etc., décrites en référence avec l'algorithme de la figure 2. Il comprend aussi un calculateur pour mettre en œuvre les comparaisons et calculs de l'algorithme décrit et un ou plusieurs capteurs pour mesurer les valeurs de tension, courant,
10 température, etc. En variante, ces valeurs peuvent être estimées par des modèles de calcul.

En variante, le dispositif de diagnostic qui met en œuvre le diagnostic de la batterie peut être dissocié du dispositif de charge de la batterie, et
15 appartenir par exemple au dispositif alimenté par la batterie, comme se trouver au sein d'un véhicule automobile.

Revendications

1. Procédé de diagnostic d'une batterie, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
 - 5 - première phase de charge de la batterie jusqu'à une tension maximale prédéfinie $U_{\max}$ atteinte à un premier instant t_1 ;
 - seconde phase de charge de la batterie à tension constante, et mesure d'un second instant t_2 lorsque le courant aux bornes de la batterie descend sous une valeur seuil I_{seuil} ;
 - 10 - calcul de l'état de santé SOH de la batterie à partir de la durée mesurée entre les deux instants t_1 et t_2 .

2. Procédé de diagnostic d'une batterie selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la première phase de charge de la batterie est une
 - 15 phase de charge à courant constant I_c , à partir de tout état de charge initial de la batterie.

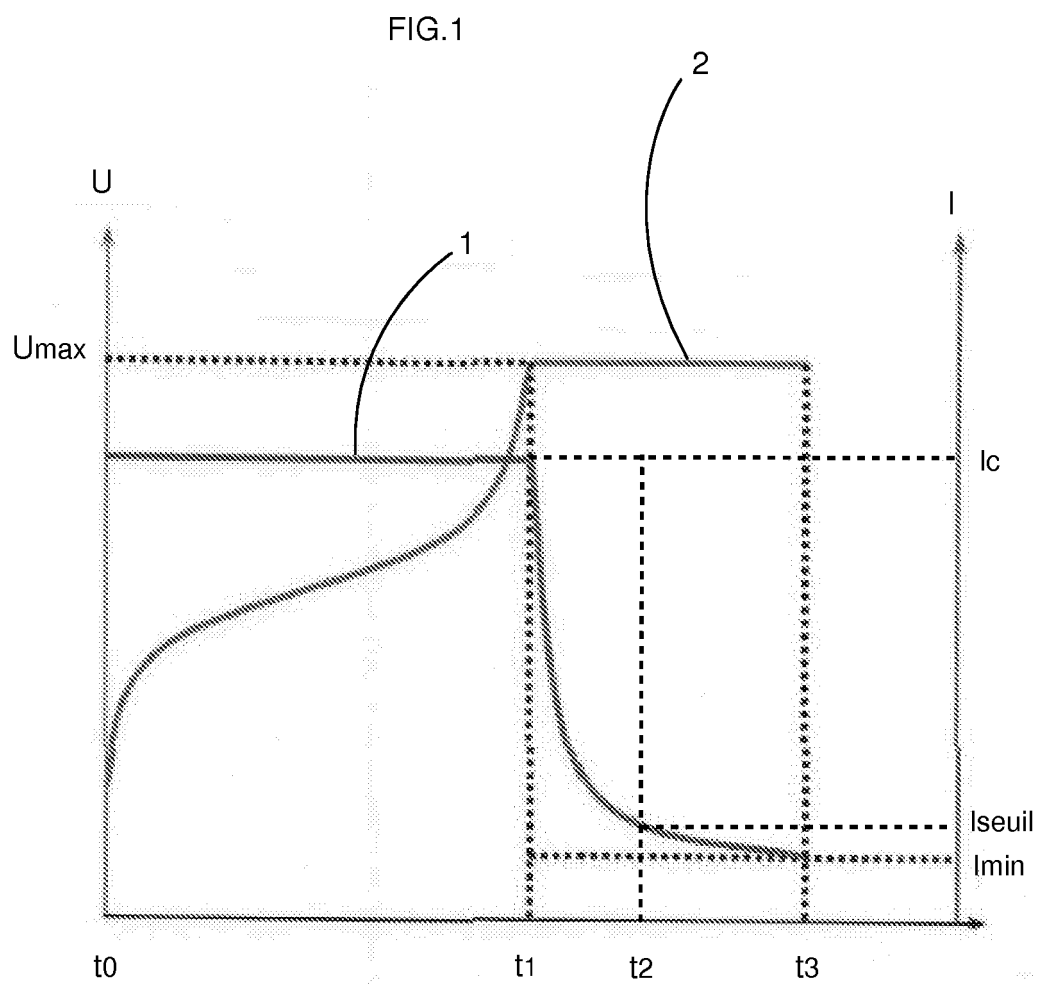
3. Procédé de diagnostic d'une batterie selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la valeur seuil de courant I_{seuil} est comprise entre la
 - 20 valeur du courant constant I_c de la première phase de charge de la batterie et le courant de fin de charge $I_{\min}$ de la batterie, et notamment inférieure ou égale à $I_c/2$.

4. Procédé de diagnostic d'une batterie selon l'une des revendications
 - 25 précédentes, caractérisé en ce que le calcul de l'état de santé SOH de la batterie dépend aussi de la durée initiale de référence entre les instants t_1 et t_2 au cours d'une seconde phase de charge de la batterie à tension constante à un instant précédent de la vie de la batterie, comme dans un état neuf de la batterie.

5. Procédé de diagnostic d'une batterie selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le calcul de l'état de santé SOH de la batterie comprend une étape de correction en fonction de la température de l'environnement de la batterie durant la phase de charge de la batterie
5 et/ou du courant de charge de la première phase de charge de la batterie.
6. Procédé de diagnostic d'une batterie selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend une mesure de la température au moins au premier instant t_1 , et/ou durant la première phase et/ou durant la
10 seconde phase.
7. Procédé de diagnostic d'une batterie selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape préalable de mesure du signe du courant aux bornes de la batterie pour en déduire si la
15 batterie est en première phase de charge ou non, pour initier les étapes du procédé dès que la batterie est en première phase de charge.
8. Procédé de diagnostic d'une batterie selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de mesure de la
20 tension aux bornes de la batterie durant la première phase de charge de la batterie, et/ou une étape de mesure du courant aux bornes de la batterie durant la seconde phase de charge de la batterie, et une mesure du temps durant au moins la seconde phase de charge de la batterie.
- 25 9. Procédé de diagnostic d'une batterie selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de mémorisation des mesures du temps, et/ou du courant, et/ou de la tension, et/ou de la température, et/ou d'une durée initiale de référence.

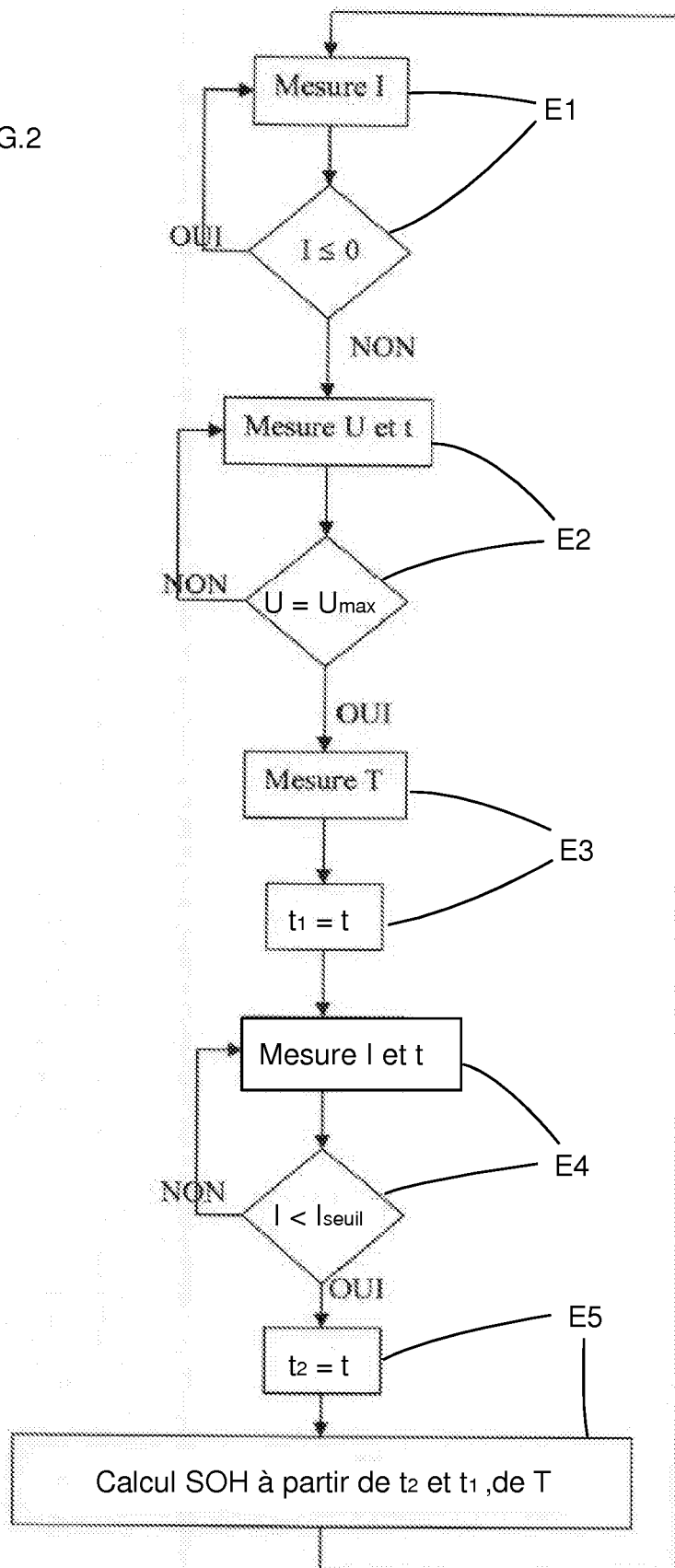
10. Dispositif de diagnostic d'une batterie, caractérisé en ce qu'il met en œuvre un procédé de diagnostic lors d'une phase de charge de la batterie selon l'une des revendications précédentes.
- 5 11. Dispositif de diagnostic d'une batterie selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un calculateur, une mémoire électronique, et au moins un capteur de mesure du courant et/ou de la tension aux bornes de la batterie.
- 10 12. Dispositif de charge d'une batterie, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de diagnostic d'une batterie qui met en œuvre le procédé de diagnostic selon l'une des revendications 1 à 9.
- 15 13. Dispositif alimenté par une batterie, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de diagnostic de la batterie qui met en œuvre le procédé de diagnostic selon l'une des revendications 1 à 9.
- 20 14. Support informatique lisible par une unité de gestion, caractérisé en ce qu'il comprend un programme informatique enregistré comprenant des moyens de codes de programme informatique de mise en œuvre du procédé de diagnostic d'une batterie selon l'une des revendications 1 à 9.

1/2



2/2

FIG.2





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 755828
FR 1156147

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 2001/022518 A1 (ASAKURA KAORU [JP] ET AL) 20 septembre 2001 (2001-09-20) * alinéas [0002], [0188] - [0196], [0307] - [0460], [0556] - [0684]; figures 1,2,3,11,17-28,35-42 *	1-14	G01R31/36 H02J7/00
A,D	US 2009/128097 A1 (ESNARD DOMITILLE [FR]) 21 mai 2009 (2009-05-21) * alinéas [0030] - [0067]; figures 2,6 *	1,10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01R
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 mars 2012		Bilzer, Claus	
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 1156147 FA 755828

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 **29-03-2012**

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 2001022518 A1	20-09-2001	KR 20010091990 A	23-10-2001
		KR 20030051457 A	25-06-2003
		KR 20030051458 A	25-06-2003
		TW 510977 B	21-11-2002
		US 2001022518 A1	20-09-2001

US 2009128097 A1	21-05-2009	AUCUN	
