

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



PCT



(43) Date de la publication internationale
11 mai 2006 (11.05.2006)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/048522 A2

(51) Classification internationale des brevets :
H01M 10/48 (2006.01) **H01M 10/36** (2006.01)
H01M 10/42 (2006.01)

F-31200 Toulouse (FR). **STEPHAN, Jean-Marc** [FR/FR];
12, résidence du Château, F-31320 Auzeville Tolosane
(FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2005/002610

(74) Mandataires : **BEROGIN, Francis** etc.; Cabinet Plasser-
aud, 65/67, rue de la Victoire, F-75440 Paris Cedex 09
(FR).

(22) Date de dépôt international :
20 octobre 2005 (20.10.2005)

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

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0411534 28 octobre 2004 (28.10.2004) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **EADS
ASTRIUM SAS** [FR/FR]; 31, rue des Cosmonaute,
F-31402 Toulouse (FR).

(72) Inventeurs; et

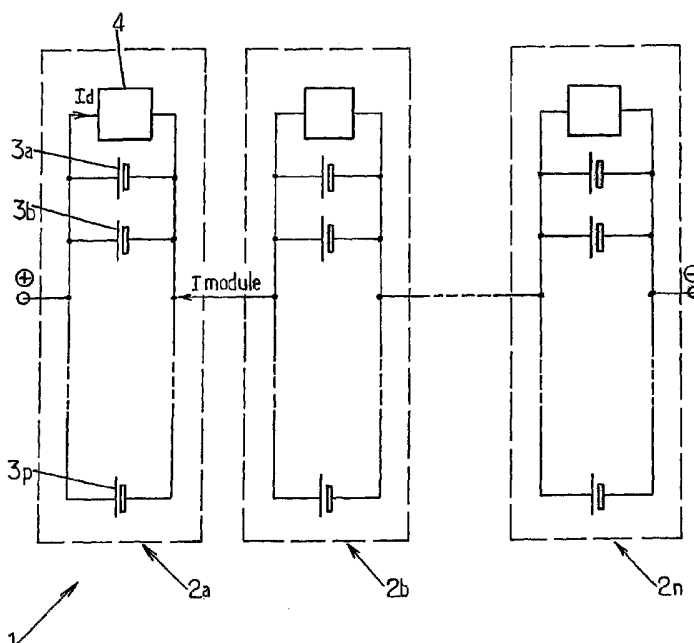
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **DIRAI-
SON, Jean-François** [FR/FR]; 37, rue Roland Garros,

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A RECHARGEABLE BATTERY AND RECHARGEABLE BATTERY FOR CAR-
RYING OUT SAID METHOD

(54) Titre : PROCÉDE DE GESTION D'UNE BATTERIE RECHARGEABLE ET BATTERIE RECHARGEABLE ADAPTEE
POUR METTRE EN ŒUVRE CE PROCÉDE



(57) Abstract: The invention relates to control of a battery, permitting a reduction in the number of components of the battery. The battery comprises several modules (2a,...,2n), each module comprising a charge limiting circuit (4). When a module is detected as defective, the charge limiting circuit (4) carries out a command for the discharge of said defective module, by formation of a short-circuit path. The battery can subsequently be used without functional hindrance by the defective module.

[Suite sur la page suivante]

WO 2006/048522 A2



GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : Un procédé de gestion d'une batterie permet de limiter le nombre de composants constitutifs de la batterie. La batterie comprend plusieurs modules (2a,...,2n) , chaque module incluant un circuit de limitation de charge (4). Lorsqu'un module est détecté comme étant défaillant, le circuit de limitation de charge (4) reçoit une commande de décharge du module défaillant, de façon à provoquer la formation d'un chemin de court-circuit. La batterie peut ensuite être utilisée sans que son fonctionnement soit perturbé par le module défaillant.

**PROCEDE DE GESTION D'UNE BATTERIE RECHARGEABLE ET
BATTERIE RECHARGEABLE ADAPTEE POUR METTRE EN ŒUVRE CE
PROCEDE.**

La présente invention se rapporte à un procédé de gestion d'une batterie rechargeable et à une batterie rechargeable adaptée pour mettre en œuvre ce procédé.

Elle concerne plus particulièrement un procédé de gestion d'une batterie rechargeable comprenant au moins deux modules de cellules électrochimiques connectés en série, les cellules électrochimiques étant connectées en parallèle les unes aux autres à l'intérieur de chaque module.

Le document EP 0 498 679 décrit un exemple de gestion de la charge d'une batterie constituée de plusieurs cellules connectées en série. Pour chaque cellule, un circuit de limitation de charge comprend une branche de dérivation de courant connectée en parallèle avec cette cellule. Lorsque la tension aux bornes de la cellule dépasse une tension de saturation, le courant de charge de la cellule est transmis par la branche de dérivation de sorte qu'une surcharge de la cellule est évitée. La durée de vie de chaque cellule est ainsi augmentée.

Néanmoins, dans une telle batterie, une cellule défaillante continue d'être traversée par le courant délivré par la batterie. Ceci entraîne un chauffage de la cellule défaillante et une baisse d'efficacité de l'ensemble de la batterie.

Pour éviter cet inconvénient provoqué par la présence d'une cellule défaillante au sein d'une batterie, il est connu d'utiliser un dispositif tel que représenté sur la figure 1 pour neutraliser une cellule ou un module de cellules devenu défaillant.

Sur la figure 1, une batterie 10 comporte n modules référencés 20a,...,20n, connectés en série les uns

aux autres. Chaque module est lui-même constitué de plusieurs cellules électrochimiques référencées 30a,...,30p. Les cellules 30a,...,30p sont connectées en parallèle entre elles à l'intérieur de chaque module. Chaque module 20a,...,20n de cellules comprend en outre un circuit de limitation de charge 40. A l'entrée de chaque module 20a,...,20n, un commutateur 50 permet de détourner l'ensemble du courant qui traverse la batterie dans une branche de contournement du module. Ainsi, lorsqu'une cellule d'un module donné devient défectueuse, la commande du commutateur correspondant permet de neutraliser ce module, de sorte que le courant de batterie ne le traverse plus. Un tel agencement de batterie comprend de nombreux composants électriques et électroniques qui la rendent encombrante, onéreuse et lourde. Ces inconvénients sont incompatibles avec de nombreuses utilisations de batteries, dont en particulier, l'alimentation énergétique d'un satellite.

Un but de la présente invention consiste à pallier ces inconvénients.

Pour cela, selon l'invention, un procédé du genre en question est caractérisé en ce que qu'il comporte les étapes suivantes :

- (a) détecter un module défectueux ;
- (b) faire traverser le module défectueux par un courant de décharge de façon à provoquer une réaction électrochimique dans le module défectueux, ladite réaction résultant en la formation d'un chemin de court-circuit entre des bornes de connexion dudit module défectueux ;
- (c) utiliser la batterie en faisant passer, au travers du module défectueux, un courant électrique généré par la décharge d'au moins un module différent dudit module défectueux.

Grâce à ces dispositions, il n'est pas nécessaire

de prévoir un commutateur ni une branche de contournement pour chaque module, destinés à être activés lorsqu'une cellule du module devient défaillante. La batterie est donc plus simple, plus légère et moins onéreuse. En effet, grâce à la formation du chemin de court-circuit entre les bornes du module qui comprend la cellule défaillante, ce module est neutralisé de façon interne. Le fonctionnement des autres modules de la batterie n'est alors pas perturbé par le module qui comprend la cellule défaillante.

Dans divers modes de réalisation du procédé selon l'invention, on peut éventuellement avoir recours en outre à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- les cellules sont du type lithium-ion ;
- le courant de décharge qui provoque la réaction de formation du chemin de court-circuit est généré par la décharge d'au moins un module de la batterie différent du module défaillant ;
- le courant de décharge qui provoque la réaction de formation du chemin de court-circuit est utilisé en outre pour alimenter un dispositif externe à la batterie ;
- une première décharge partielle du module défaillant est effectuée avant l'étape (b) ;
- chaque module de cellules électrochimiques comprend un circuit de limitation de charge dudit module, connecté en parallèle audit module, et le courant de décharge partielle du module défaillant traverse le circuit de limitation de charge dudit module défaillant ;
- le courant de décharge partielle du module défaillant est commandé par variation d'un signal de référence du circuit de limitation de charge ;
- le courant de décharge qui provoque la réaction de formation du chemin de court-circuit dans le module

défaillant engendre une inversion du module défaillant ;

- le chemin de court-circuit comprend des dendrites conductrices formées dans au moins une cellule du module défaillant ;

- les dendrites conductrices sont métalliques ;

- le nombre de cellules par module est compris entre 3 et 13 ; et

- le nombre de modules dans la batterie est compris entre 9 et 24.

L'invention propose aussi une batterie rechargeable comprenant au moins deux modules de cellules électrochimiques connectés en série. Les cellules électrochimiques sont connectées en parallèle les unes aux autres à l'intérieur de chaque module. Chaque module comprend en outre un circuit de limitation de charge dudit module connecté en parallèle audit module, qui comprend :

- une branche de dérivation connectée entre une borne d'entrée et une borne de sortie du module de batterie correspondant ;

- une source de signal de référence ;

- un dispositif de régulation adapté pour contrôler un courant dans ladite branche de dérivation sur la base d'un signal de commande reçu sur une borne de commande du dispositif de régulation ; et

- au moins un opérateur différentiel comprenant une borne de sortie reliée à la borne de commande du dispositif de régulation, une première borne d'entrée connectée pour recevoir un signal représentatif de la tension aux bornes dudit module de batterie, et une seconde borne d'entrée connectée pour recevoir ledit signal de référence, l'opérateur différentiel étant adapté pour générer le signal de commande en fonction d'une différence entre les signaux

reçus sur lesdites première et seconde bornes d'entrée de l'opérateur différentiel ;
la batterie étant caractérisée en ce que la source de signal de référence de chaque module de batterie peut être variée.

Dans divers modes de réalisation de la batterie selon l'invention, on peut éventuellement avoir recours en outre à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- la branche de dérivation comprend au moins un élément résistif ;
- le signal représentatif de la tension de sortie de chaque module est obtenu par un pont diviseur de tension connecté en parallèle audit module ;
- la batterie comprend au moins un récepteur radio, les sources respectives de signal de référence des modules de cellules électrochimiques étant reliées au récepteur radio, et adaptées pour varier le signal de référence correspondant en fonction d'une commande radio reçue ;
- l'opérateur différentiel de chaque circuit de limitation de charge comprend une boucle de rétroaction ;
- la boucle de rétroaction comprend une résistance et un condensateur connectés en série ;
- le dispositif de régulation du circuit de limitation de charge de chaque module comprend au moins un transistor, ledit transistor ayant deux bornes principales connectées à la branche de dérivation dudit module ;
- le dispositif de régulation de chaque circuit de limitation de charge comprend au moins deux transistors associés en montage Darlington ;
- le nombre de cellules par module est compris entre 3 et 13 ; et
- le nombre de modules par batterie est compris entre 9 et 24.

Par ailleurs, l'invention a également pour objet un satellite qui comprend au moins une batterie telle que décrite précédemment.

Le satellite peut comprendre en outre un détecteur de module défaillant et un émetteur radio agencés pour transmettre des codes d'identification d'un module défaillant dans la batterie.

Le satellite peut également comprendre un récepteur radio auquel sont reliées les sources de signal de référence des modules de cellules, chaque source de signal de référence étant adaptée pour varier le signal de référence correspondant en fonction d'une commande radio reçue.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante d'un mode de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif, en regard des dessins joints.

Sur les dessins :

- la figure 1, déjà décrite, représente une batterie telle que connue de l'état de la technique ;
- la figure 2 représente une batterie selon l'invention ;
- la figure 3 est un diagramme d'évolution de la tension aux bornes d'un module de batterie lors de la mise en œuvre d'un procédé de gestion de batterie selon l'invention ; et
- la figure 4 est un diagramme électrique d'un circuit de limitation de charge pouvant être utilisé pour mettre en œuvre l'invention.

Sur la figure 2, une batterie 1 comprend plusieurs modules 2a,...,2n connectés en série les uns aux autres. Chaque module 2a,...,2n peut lui-même comprendre plusieurs cellules 3a,...,3p connectées en parallèle les unes avec les autres. Les cellules 3a,...,3p peuvent être

du type lithium-ion.

Un circuit de limitation de charge 4 est connecté aux bornes de chacun des modules 2a,...,2n. Il permet d'éviter une surcharge du module auquel il est connecté. En référence à la figure 4, chaque circuit de limitation de charge 4 comporte une branche de dérivation, qui comprend au moins une résistance 5. Un dispositif de régulation 6 contrôle le courant dans la résistance 5 sur la base d'un signal de commande délivré par un opérateur différentiel 7. Cet opérateur différentiel 7 comporte deux bornes d'entrée et une borne de sortie. La première borne d'entrée de l'opérateur différentiel 7 est connectée à une source de signal de référence 8, telle que, par exemple, une source de tension. La seconde borne d'entrée est connectée, au point intermédiaire d'un pont diviseur de tension, lui-même connecté en parallèle entre les bornes du module de cellules. Ainsi, la seconde borne d'entrée de l'opérateur différentiel 7 reçoit un signal représentatif de la tension aux bornes du module, à savoir une fraction déterminée de celle-ci. La borne de sortie de l'opérateur différentiel 7 est reliée à l'entrée de commande du dispositif de régulation 6.

Une boucle de rétroaction 9 relie la seconde borne d'entrée à la borne de sortie de l'opérateur différentiel 7. Cette boucle de rétroaction 9 peut être du type boucle proportionnelle intégrale, qui comporte une résistance connectée en série avec un condensateur. Une telle boucle de rétroaction 9 procure une dynamique de réponse du circuit de limitation de charge 4 particulièrement adaptée. En particulier, grâce à une telle boucle de rétroaction, l'intensité de charge du module est progressivement dérivée par la branche de dérivation, dans une proportion d'autant plus importante que la tension entre les bornes du module est proche de

la tension de saturation.

Le dispositif de régulation 6 peut comporter des transistors connectés en montage Darlington. Un tel montage de transistors en cascade procure une caractéristique de fonctionnement à transition progressive entre un premier régime, dans lequel aucun courant ne passe par la branche de dérivation, et un second régime, dans lequel tout le courant de charge de la batterie est conduit par la branche de dérivation.

De plus, le montage Darlington permet de relier entre eux deux niveaux du dispositif de régulation 6 : un premier niveau, dit niveau de commande, comprenant l'opérateur différentiel 7, la source de signal de référence 8, la boucle de rétroaction 9 et le pont diviseur de tension, et un second niveau, dit niveau de puissance, comprenant la branche de dérivation.

Le circuit de limitation de charge 4 a deux fonctions. D'une part, il empêche la surcharge des cellules électrochimiques du module. Lorsque les cellules 3a,...,3p du module sont toutes chargées, la tension aux bornes du module est égale à la valeur de saturation. La tension représentative de la charge du module est comparée avec la tension de référence fournie par la source de référence 8. Lorsqu'elle est supérieure à un seuil prédéterminé, par exemple de 4V dans le cas d'une batterie lithium-ion, l'opérateur différentiel 7 commande le dispositif de régulation 6 de sorte que le courant de charge soit dérivé dans la branche de dérivation. Ainsi, une surcharge des cellules du module est évitée.

D'autre part, le circuit de limitation de charge 4 permet de provoquer la formation d'un court-circuit dans un module de la batterie devenu défaillant. Pour cela, un détecteur adapté repère un module défaillant sur la base, par exemple, de la tension, de la pression, de

la température, et/ou de l'intensité de chaque module de la batterie. Il transmet une identification du module défaillant à une station de contrôle qui produit, en retour, une commande de neutralisation du module défaillant.

A réception de cette commande, la source de tension 8 réduit la tension de référence de façon à décharger partiellement le module défaillant. La nouvelle tension de référence peut être de 3V, par exemple, dans le cas d'une batterie lithium-ion. La tension aux bornes du module défaillant est alors supérieure à la tension de référence. L'opérateur différentiel 7 commande alors la commutation du dispositif de régulation, et les transistors de la branche de dérivation deviennent passants. Le courant qui traverse la résistance 5 provoque la décharge des cellules du module défaillant. Cela correspond à la phase 1 indiquée sur le graphique de la figure 3. Durant cette décharge, le courant I_d dans le circuit de limitation de charge peut être sensiblement constant. La tension aux bornes du module diminue selon la courbe caractéristique de décharge d'une batterie. Lorsque la tension aux bornes du module atteint la valeur de la tension de référence réduite, on peut éventuellement stopper cette décharge en augmentant de nouveau la tension du signal de référence. Une phase d'attente 2 est possible. Durant cette phase 2, on attend une prochaine utilisation de la batterie par le satellite.

Lorsque cette batterie est utilisée (phase 3) pour alimenter un dispositif extérieur, le courant du module I_{module} augmente. Ce courant de décharge peut être sensiblement constant, en fonction des conditions d'utilisation de celui-ci. Il traverse la batterie en provoquant une surdécharge des cellules électrochimiques du module défaillant. Au cours de cette phase, la

tension aux bornes du module défaillant peut s'inverser, c'est-à-dire devenir négative. C'est ce qu'on appelle le phénomène d'inversion. Pour une batterie de type lithium-ion, cela traduit la formation de dendrites métalliques au sein de l'une au moins des cellules du module défaillant. La taille des dendrites croît tant que le courant de surdécharge est maintenu, jusqu'à former un chemin de court-circuit entre les électrodes de l'une des cellules du module défaillant.

Lorsque les dendrites métalliques constituent un pont entre les électrodes d'une cellule électrochimique, un court-circuit apparaît (phase 4 de la figure 3). Le module défaillant, ainsi court-circuité, est équivalent à un fil conducteur de faible résistance, de l'ordre de 10 m Ω , par exemple.

Une telle batterie est adaptée pour être utilisée à bord d'un satellite. Un satellite comprend, de façon générale, un émetteur-récepteur radio pour communiquer avec une station de contrôle terrestre. Cet émetteur-récepteur radio est agencé pour envoyer l'identification du module défaillant à la station de contrôle, qui lui retourne, le cas échéant, une commande de neutralisation du module défaillant.

Le nombre de modules qui constituent la batterie est fixé par la tension d'alimentation du dispositif alimenté par celle-ci. Ainsi, en général, une batterie est composée de 9 à 24 modules.

Par ailleurs, le nombre de cellules électrochimiques dans chaque module dépend de l'intensité du courant d'alimentation qui doit être délivré. En outre, il n'est, de préférence, pas trop élevé, étant donné que la défaillance d'une cellule entraîne la neutralisation du module entier. En général, le nombre de cellules par module est compris entre 3 et 13.

REVENDICATIONS

1. Procédé de gestion d'une batterie (1) rechargeable comprenant au moins deux modules (2a,...,2n) de cellules (3a,...,3p) électrochimiques connectés en série, les cellules (3a,...,3p) électrochimiques étant connectées en parallèle les unes aux autres à l'intérieur de chaque module (2a,...,2n) et chaque module (2a, ..., 2n) de cellules électroniques (3a, ..., 3p) comprenant un circuit de limitation (4) de charge dudit module connecté en parallèle audit module, le procédé comportant les étapes suivantes :

- (a) détecter un module (2a,...,2n) défaillant ;
- (b) faire traverser le module (2a,...,2n) défaillant par un courant de décharge de façon à provoquer une réaction électrochimique dans le module (2a,...,2n) défaillant, ladite réaction résultant en la formation d'un chemin de court-circuit entre des bornes de connexion dudit module défaillant ;
- (c) utiliser la batterie (1) en faisant passer un courant électrique généré par la décharge d'au moins un module (2a,...,2n) différent du module (2a,...,2n) défaillant au travers dudit module (2a,...,2n) défaillant ;

et étant caractérisé en ce qu'une première décharge partielle du module (2a,...,2n) défaillant est effectuée avant l'étape (b), un courant de décharge partielle du module (2a,...,2n) défaillant traversant le circuit de limitation (4) de charge dudit module (2a,...,2n) défaillant, et étant commandé par variation d'un signal de référence du circuit de limitation (4) de charge dudit module défaillant.

2. Procédé selon la revendication 1, suivant lequel les cellules (3a,...,3p) sont du type lithium-ion.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, suivant lequel le courant de décharge provoquant la réaction de formation du chemin de court-circuit est généré par la décharge d'au moins un module (2a,...,2n) de la batterie (1) différent du module (2a,...,2n) défaillant.
4. Procédé selon la revendication 3, suivant lequel le courant de décharge provoquant la réaction de formation du chemin de court-circuit est utilisé en outre pour alimenter un dispositif externe à la batterie (1).
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel le courant de décharge provoquant la réaction de formation du chemin de court-circuit dans le module (2a,...,2n) défaillant engendre une inversion du module (2a,...,2n) défaillant.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel le chemin de court-circuit comprend des dendrites conductrices formées dans au moins une cellule (3a,...,3p) du module (2a,...,2n) défaillant.
7. Procédé selon la revendication 6, suivant lequel les dendrites conductrices sont métalliques.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel le nombre de cellules (3a,...,3p) par module (2a,...,2n) est compris entre 3 et 13.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, suivant lequel le nombre de modules (2a,...,2n) dans la batterie (1) est compris entre 9 et 24.
10. Batterie (1) rechargeable pour mettre en œuvre le

procédé selon l'une des revendications précédentes comprenant au moins deux modules (2a,...,2n) de cellules (3a,...,3p) électrochimiques connectés en série, les cellules (3a,...,3p) électrochimiques étant connectées en parallèle les unes aux autres à l'intérieur de chaque module, chaque module (2a,...,2n) comprenant en outre un circuit de limitation (4) de charge dudit module (2a,...,2n) connecté en parallèle audit module, chaque circuit de limitation (4) de charge comprenant :

- une branche de dérivation connectée entre une borne d'entrée et une borne de sortie du module (2a,...,2n) de batterie (1) correspondant ;
- une source de signal de référence (8) ;
- un dispositif de régulation (6) adapté pour contrôler un courant dans ladite branche de dérivation sur la base d'un signal de commande reçu sur une borne de commande du dispositif de régulation (6) ; et
- au moins un opérateur différentiel (7) comprenant une borne de sortie reliée à la borne de commande du dispositif de régulation (6), une première borne d'entrée connectée pour recevoir un signal représentatif de la tension aux bornes dudit module (2a,...,2n) de batterie (1), et une seconde borne d'entrée connectée pour recevoir ledit signal de référence, l'opérateur différentiel (7) étant adapté pour générer le signal de commande en fonction d'une différence entre les signaux reçus sur lesdites première et seconde bornes d'entrée de l'opérateur différentiel (7) ;

et dans laquelle la source de signal de référence (8) du circuit de limitation de charge de chaque module (2a,...,2n) de batterie (1) peut être variée de façon à

décharger partiellement un module défaillant.

11. Batterie (1) selon la revendication 10, dans laquelle la branche de dérivation comprend au moins un élément résistif (5).

12. Batterie (1) selon la revendication 10 ou 11, dans laquelle le signal représentatif de la tension de sortie de chaque module (2a,...,2n) est obtenu par un pont diviseur de tension connecté en parallèle audit module.

13. Batterie (1) selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, comprenant au moins un récepteur radio, dans laquelle les sources respectives de signal de référence des modules (2a,...,2n) de cellules (3a,...,3p) électrochimiques sont reliées au récepteur radio, et sont adaptées pour varier le signal de référence correspondant en fonction d'une commande radio reçue.

14. Batterie (1) selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, dans laquelle l'opérateur différentiel (7) de chaque circuit de limitation (4) de charge comprend une boucle de rétroaction (9).

15. Batterie (1) selon la revendication 14, dans laquelle la boucle de rétroaction (9) comprend une résistance et un condensateur connectés en série.

16. Batterie (1) selon l'une quelconque des revendications 10 à 15, dans laquelle le dispositif de régulation (6) du circuit de limitation (4) de charge de chaque module (2a,...,2n) comprend au moins un transistor, ledit transistor ayant deux bornes principales connectées à la branche de dérivation dudit module.

17. Batterie (1) selon la revendication 16, dans laquelle le dispositif de régulation (6) de chaque circuit de

limitation (4) de charge comprend au moins deux transistors associés en montage Darlington.

18. Batterie (1) selon l'une quelconque des revendications 10 à 17, dans laquelle le nombre de cellules (3a,...,3p) par module (2a,...,2n) est compris entre 3 et 13.

19. Batterie (1) selon l'une quelconque des revendications 10 à 18, dans laquelle le nombre de modules (2a,...,2n) par batterie (1) est compris entre 9 et 24.

20. Satellite comprenant au moins une batterie (1) selon l'une quelconque des revendications 10 à 19.

21. Satellite selon la revendication 20, comprenant en outre un détecteur de module (2a,...,2n) défaillant, et un émetteur d'émission radio agencé pour transmettre des codes d'identification d'un module (2a,...,2n) défaillant dans la batterie (1).

22. Satellite selon la revendication 20 ou 21, comprenant en outre un récepteur radio, dans lequel les sources respectives de signal de référence des modules (2a,...,2n) de cellules (3a,...,3p) électrochimiques sont reliées au récepteur radio, et sont adaptées chacune pour varier le signal de référence correspondant en fonction d'une commande radio reçue.

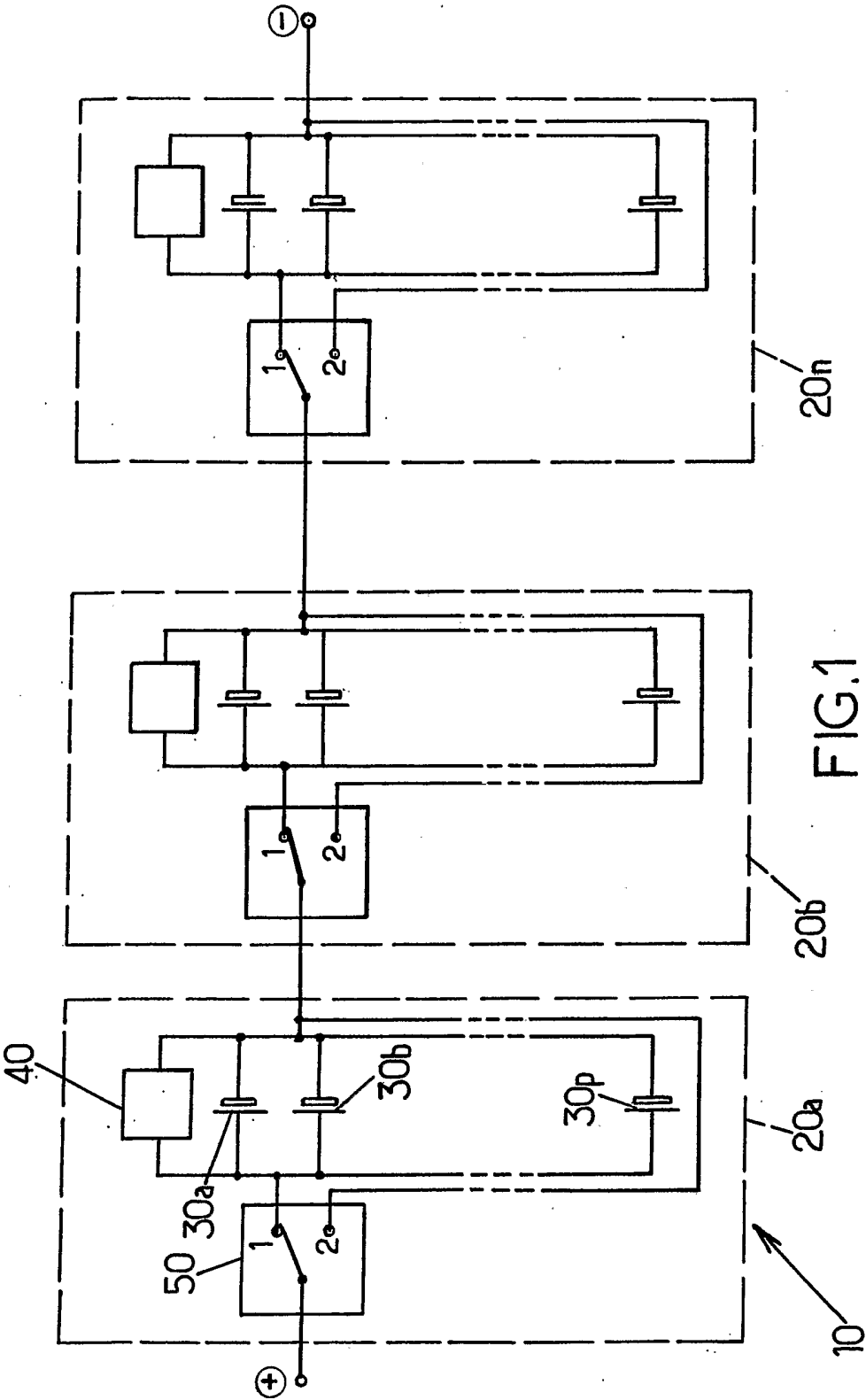


FIG.1
ART ANTÉRIEUR

2/3

FIG.2.

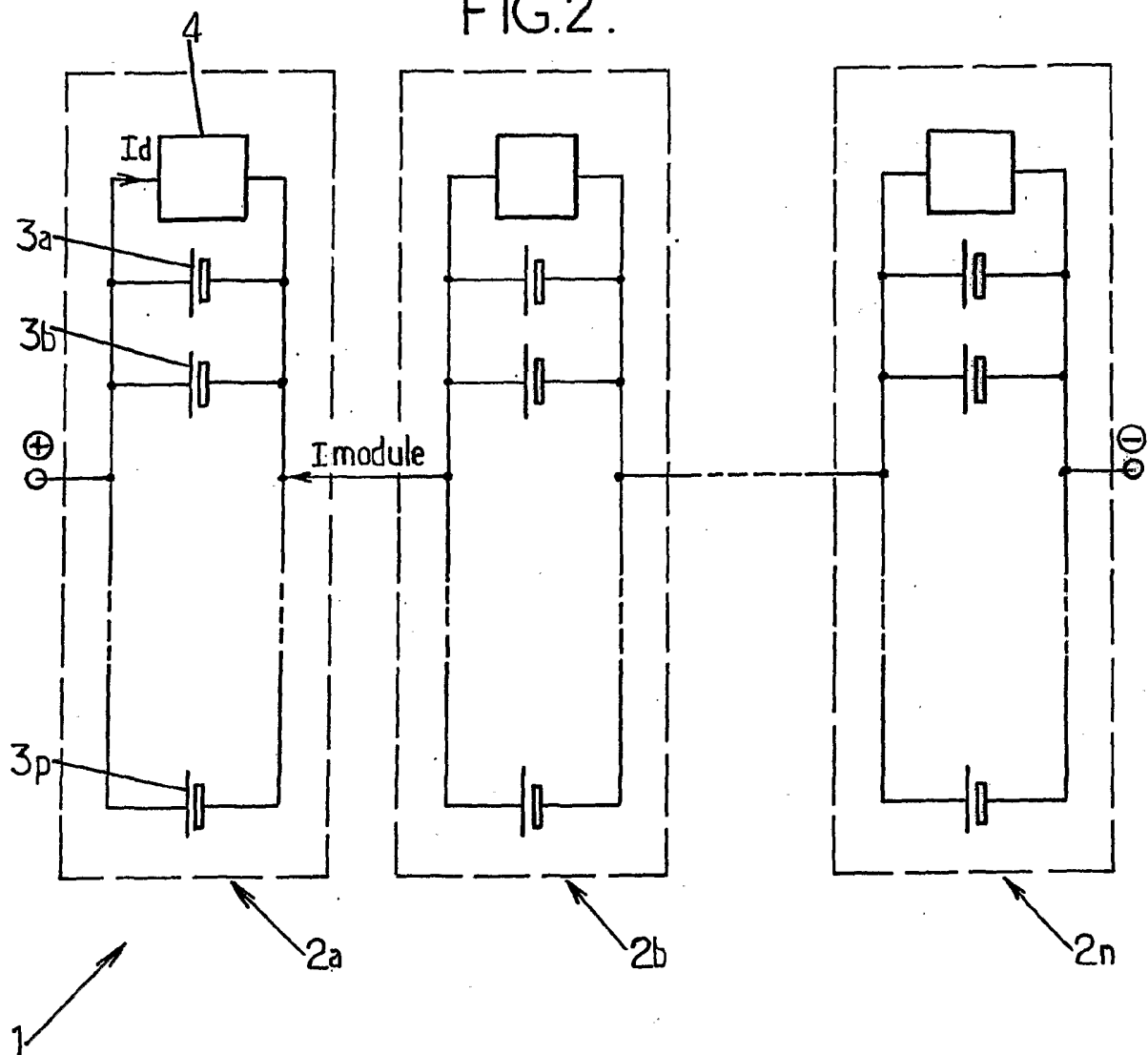


FIG.4.

