

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication : **2 943 473**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
21 N° d'enregistrement national : **09 51667**
51 Int Cl⁸ : **H 02 J 7/00 (2006.01)**

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 17.03.09.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 24.09.10 Bulletin 10/38.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

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

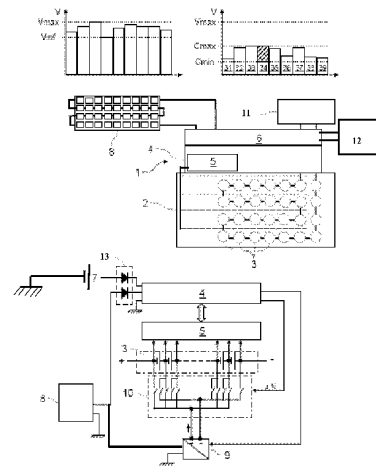
72 Inventeur(s) : ROY FRANCIS et DOLHAGARAY
JEAN CLAUDE.

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

74 Mandataire(s) : PSA PEUGEOT CITROEN.

54 SYSTEME DE RECHARGE DE BATTERIES.

57 L'invention concerne un procédé de recharge d'une batterie électrique (2) comprenant un ensemble de cellules (3), comprenant une étape de mesure de la tension aux bornes de chacune desdites cellules et déterminer la tension aux bornes de la cellule la plus chargée et la charge successive des cellules moins chargées jusqu'à atteindre la tension aux bornes de la cellule la plus chargée.



FR 2 943 473 - A1



SYSTEME DE RECHARGE DE BATTERIES

[0001] L'invention concerne les batteries d'accumulation d'énergie électrique, et en particulier les systèmes de recharge de batteries présentant plusieurs cellules
5 accolées.

[0002] L'utilisation de batteries pour alimenter un moteur électrique d'un véhicule automobile est connue. De telles batteries comprennent typiquement des cellules de type Li-ion connectées en série. Du fait de dispersions de fabrication, ces cellules présentent en pratique des caractéristiques différentes. Ces différences, relativement
10 mineures lorsque la batterie est neuve, s'accroissent avec l'usure de la batterie. La charge de la batterie est supervisée par un dispositif de contrôle à partir de mesures de tension sur les différentes cellules.

[0003] La figure 1 illustre la tension de différentes cellules d'une batterie à la fin d'un procédé de charge usuel de l'état de la technique. La tension aux bornes des
15 différentes cellules est représentative de la charge de ces cellules. La plage de fonctionnement d'une cellule de type Li-ion est typiquement comprise entre 2,7 V et 4,2 V. Une utilisation hors de cette plage induit une détérioration irréversible des cellules de la batterie. Comme une surcharge peut conduire à une destruction d'une cellule, la charge de l'ensemble des cellules est interrompue lorsque la cellule la plus
20 chargée atteint la limite haute V_{max} de la plage de fonctionnement. La tension de la cellule la moins chargée est alors égale à une tension V_{inf} qui est inférieure à V_{max} . Le dispositif de contrôle interrompt également la décharge de la batterie lorsque la cellule la moins chargée atteint la limite basse V_{min} de la plage de fonctionnement. La capacité utile de la batterie est définie par la différence des valeurs des capacités
25 correspondant aux tensions V_{inf} et V_{min} . Par conséquent, plus les dispersions entre les cellules sont importantes, plus la capacité de la batterie est en pratique réduite. Avec une plage de fonctionnement réduite, la capacité de la batterie peut s'avérer relativement limitée en présence de fortes dispersions entre les cellules. Cette baisse de capacité multiplie le nombre de cycles de charge/décharge pour restituer une
30 quantité d'énergie donnée.

[0004] La demande de brevet US6157165 décrit un procédé de recharge d'une batterie. Préalablement à la recharge de l'ensemble des cellules, le procédé comprend une phase d'équilibrage de la tension des différentes cellules. On mesure

séquentiellement la charge de chacune des cellules en les connectant transitoirement à un condensateur. Après avoir déconnecté la cellule du condensateur, la tension aux bornes de ce condensateur est mesurée. Ensuite, lorsqu'une cellule moins chargée est connectée au condensateur, de l'énergie est transférée du condensateur vers la cellule jusqu'à ce que leurs tensions s'équilibrent. Ensuite, lorsqu'une cellule plus chargée est connectée au condensateur, de l'énergie est transférée de la cellule vers le condensateur jusqu'à ce que leurs tensions s'équilibrent. L'étape de mesure des tensions induit ainsi un équilibrage des charges. Une phase de charge de l'ensemble des cellules est ensuite initiée. Durant cette phase de charge, des résistances sont connectées en parallèle sur certaines cellules dont la vitesse de charge est supérieure à celle des autres. Ainsi, lorsqu'une résistance est connectée en parallèle, la vitesse de charge de la cellule correspondante est réduite. La tension aux bornes des différentes cellules est donc régulièrement mesurée afin de connecter ou non une résistance en parallèle d'une cellule.

15 [0005] Un tel procédé présente cependant des inconvénients. En pratique, la phase d'équilibrage et de mesure occupe une durée non négligeable. De plus, de l'énergie est perdue par effet Joule lors des transferts successifs entre le condensateur et les différentes cellules, ainsi que lors de la connexion de résistances en parallèle.

[0006] L'invention vise à résoudre un ou plusieurs de ces inconvénients. L'invention porte ainsi sur un procédé de recharge d'une batterie électrique comprenant un ensemble de cellules, comprenant les étapes de mesure de la tension aux bornes de chacune desdites cellules et déterminer la tension aux bornes de la cellule la plus chargée ; et de charge successivement des cellules moins chargées jusqu'à atteindre la tension aux bornes de la cellule la plus chargée.

25 [0007] Selon une variante, l'ordre des charges successives est défini en chargeant la cellule la moins chargée.

[0008] Selon encore une variante, de l'énergie lumineuse est transformée en énergie électrique, dans lequel cette énergie électrique est appliquée sur lesdites cellules durant les charges successives.

30 [0009] Selon une autre variante, l'ensemble des cellules est chargé simultanément jusqu'à ce que la tension aux bornes d'une cellule dépasse un seuil maximal.

[0010] Selon encore une autre variante, l'énergie électrique utilisée pour la charge simultanée provient du secteur ou d'un alternateur entraîné par un moteur à combustion interne.

[0011] Selon une variante, la mesure de tension et les charges successives sont
5 réalisées lorsque la batterie est au repos.

[0012] L'invention porte également sur un système de recharge d'une batterie électrique comprenant un ensemble de cellules et, le système comprenant des moyens de mesure de la tension aux bornes des cellules ; des moyens de détermination de la tension aux bornes de la cellule la plus chargée ; et, des moyens
10 de charge chargeant successivement des cellules moins chargées jusqu'à atteindre la tension aux bornes de la cellule la plus chargée.

[0013] Selon une variante, les moyens de charge chargent successivement les cellules en chargeant la cellule la moins chargée.

[0014] Selon une autre variante, le système comprend des cellules photovoltaïques alimentant les moyens de mesure, de détermination et le système de charge de la
15 cellule ou des cellules à recharger lorsque le courant généré par les cellules photovoltaïques est suffisant.

[0015] L'invention porte en outre sur un véhicule automobile comprenant une batterie et un système de recharge de la batterie tel que décrit ci-dessus et
20 comprenant en outre des cellules photovoltaïques appliquant une tension aux bornes d'une cellule de la batterie durant les charges successives.

[0016] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- 25
- la figure 1 est une représentation de la charge de différentes cellules d'une batterie à la fin d'un processus de charge selon l'art antérieur ;
 - la figure 2 est une représentation de la charge de différentes cellules au début d'une phase d'équilibrage ;
 - la figure 3 est une représentation schématique d'un système de recharge de
30 batterie selon l'invention ;
 - la figure 4 est une représentation du circuit électrique du système de la figure 3.

[0017] L'invention propose un procédé et un système de recharge de batteries. Les tensions aux bornes des cellules individuelles d'un ensemble de cellules sont mesurées. On détermine notamment la tension aux bornes de la cellule la plus chargée. Des cellules moins chargées sont alors successivement chargées jusqu'à
5 atteindre la tension aux bornes de la cellule la plus chargée.

[0018] Ainsi, suite à ces charges successives, la tension aux bornes des différentes cellules est équilibrée avant d'entamer une recharge ou une décharge de l'ensemble des cellules. Lorsque les cellules sont ensuite rechargées, la recharge est interrompue lorsqu'une des cellules aura atteint sa charge maximale. Du fait de
10 l'équilibrage, l'ensemble des cellules aura quasiment atteint sa charge maximale au moment de l'interruption de charge. Par conséquent, la capacité globale de la batterie sera ainsi accrue. Lorsque les cellules sont ensuite déchargées, la décharge est interrompue lorsqu'une des cellules aura atteint sa charge minimale. Du fait de l'équilibrage, l'ensemble des cellules aura également quasiment atteint sa charge
15 minimale. Par conséquent, la capacité globale de la batterie sera accrue. La durée de vie de la batterie est également accrue puisque le nombre de cycles de charge/décharge de la batterie est diminué par cette augmentation de capacité. Par ailleurs, les charges d'équilibrage fréquentes selon l'invention permettent d'éviter l'utilisation de dérivations induisant des pertes par dissipations thermiques. La phase
20 d'équilibrage selon l'invention est réalisable à partir de sources électriques basées sur des énergies renouvelables.

[0019] La figure 3 représente schématiquement un système de recharge 1 d'une batterie 2 comprenant un ensemble de cellules 3 d'accumulation d'énergie électrique. Les cellules 3 pourront être de type électrochimique, par exemple du type Li-ion,
25 NiMH, NiCD ou Pb, ou de stockage d'énergie électrique par exemple par des supercapacités. Le système de recharge 1 comprend également un module de supervision 4 de la charge de la batterie. Le module de supervision 4 comprend un module de mesure 5 de la tension aux bornes de chacune des cellules 3. Le système de recharge 1 comprend également avantageusement un module de protection 6 de
30 la batterie 2. La batterie 2 est reliée aux consommateurs électrique 11 et à un chargeur 12 alimenté par le secteur via le module de protection 6.

[0020] De plus, le système de recharge 1 comprend une source électrique annexe 8, ainsi qu'une source électrique principale 7. La source électrique annexe 8 pourra en

particulier être constituée de cellules photovoltaïques. La source électrique annexe 8 pourra également être constituée par une éolienne. Pour une application automobile du système de recharge, l'utilisation d'une telle source électrique annexe permet de réaliser l'équilibrage de la charge de la batterie 2 en bénéficiant d'une énergie
5 renouvelable.

[0021] La figure 4 représente plus précisément le schéma électrique du système de recharge 1. La batterie 2 comprend un ensemble de cellules 3 connectées en série. Le module de supervision 4 peut commander le module de mesure 5 pour mesurer individuellement la tension aux bornes de chacune des cellules 3. Le module de
10 supervision 4 est connecté à la source électrique 7 et à la source électrique 8 par l'intermédiaire de diodes 13. Les sources électriques 7 et 8 pourront appliquer sur le module 4 une tension comprise entre 12 et 14 V. Le module de supervision 4 peut récupérer du module de mesure 5 le niveau de tension de la cellule la plus chargée et identifier la cellule la moins chargée. Le module de supervision 4 commande un
15 module de multiplexage 10 destiné à sélectionner la cellule devant être chargée ou dont la tension doit être mesurée. Le système de recharge 1 comprend un module de charge 9. Le module de supervision 4 applique sélectivement la tension fournie par la source électrique 7 ou la tension fournie par la source électrique 8 via le module de charge 9 pour adapter la tension. Le module de charge comprend un convertisseur
20 continu/continu permettant d'adapter la tension reçue du module 4 au niveau de tension nécessaire à la charge d'une cellule. La tension de charge fournie par le module 9 est appliquée sélectivement par le module de multiplexage 10 aux bornes d'une cellule sélectionnée. Le courant de charge et la tension de la cellule en charge pourront être mesurés afin de déterminer l'énergie transférée par le module 9 sur une
25 cellule.

[0022] Le diagramme de la figure 2 représente la charge de différentes cellules 31 à 39 au début d'une phase d'équilibrage. Au début de la phase d'équilibrage, l'ensemble des tensions des cellules 31 à 39 est mesuré. La tension C_{max} aux bornes de la cellule la plus chargée est déterminée. En l'occurrence, il s'agit de la
30 tension aux bornes de la cellule 33. On charge ensuite successivement les cellules les moins chargées jusqu'à ce que celles-ci atteignent la tension C_{max} . Les charges successives sont interrompues lorsque les cellules atteignent cette tension C_{max} . La

phase d'équilibrage se termine lorsque l'ensemble des cellules a atteint la tension. Une seule cellule à la fois est chargée durant les charges successives.

[0023] Pour définir l'ordre des charges successives, on charge de préférence systématiquement la cellule la moins chargée. Dans l'exemple illustré, la cellule la moins chargée est initialement la cellule 34 avec une tension C_{min} . La cellule 34 est ainsi chargée jusqu'à C_{max} comme illustré par la zone hachurée. La tension de la cellule pourra être mesurée à intervalles réguliers durant la charge. Ensuite, la cellule 31 devient la cellule la moins chargée et subit donc une charge jusqu'à C_{max} . On peut noter que même lorsque les charges successives sont interrompues avant que l'ensemble des cellules ait atteint la charge C_{max} , un équilibrage partiel des charges aura été réalisé puisque la cellule la moins chargée aura bénéficié d'une recharge. Même dans ce cas, la valeur C_{min} sera relevée. Ainsi, même si la recharge d'équilibrage est interrompue par l'utilisateur qui sollicite la batterie en charge par le secteur ou décharge pour alimenter par exemple la chaîne de traction, la phase d'équilibrage aura bénéficié à la capacité de la batterie.

[0024] Plutôt que d'interrompre la charge d'une cellule en mesurant sa tension, on peut également définir au préalable une énergie électrique conduisant approximativement à une charge de cette cellule jusqu'à C_{max} . Pour cela, on pourra appliquer une durée de charge de la cellule fonction de la puissance instantanée mesurée et délivrée par le convertisseur 9 à la cellule. Le module de supervision 4 pourra contrôler le courant de charge de la cellule et l'adapter en fonction de l'état de charge de la cellule ou de la puissance électrique fournie par la source 8.

[0025] Le module de supervision 4 utilise avantageusement la tension électrique fournie par la source annexe 8 pour réaliser les charges successives des cellules 3. En effet, une quantité d'énergie relativement réduite est suffisante pour permettre de réaliser l'équilibrage des cellules 3.

[0026] La mesure de tension et les charges successives des cellules 3 sont avantageusement effectuées lorsque la batterie est au repos. On considérera que la batterie est au repos lorsque celle-ci n'alimentera pas de charge connectée à ses bornes. Ainsi, les mesures des tensions aux bornes des cellules ne seront pas perturbées par un appel de courant, ce qui permettra un équilibrage précis des

tensions des différentes cellules 3. De plus, une recharge au repos peut être effectuée en temps masqué pour l'utilisateur.

[0027] La batterie 2 peut être intégrée dans un véhicule. Cette batterie 2 peut alimenter un moteur électrique 11 d'un véhicule électrique ou d'un véhicule hybride.

5 Une recharge simultanée des cellules 3 jusqu'à leur capacité maximale V_{max} sera avantageusement réalisée par l'intermédiaire de la source électrique 12. La recharge simultanée des cellules 3 sera interrompue lorsque l'une des cellules atteindra la capacité maximale V_{max} .

[0028] Une recharge simultanée des cellules 3 peut être lancée suite à une phase
10 d'équilibrage ou lorsque l'une des cellules 3 atteint la capacité minimale V_{min} .

[0029] Dans le cas d'un véhicule hybride, la source électrique 12 pourra être constituée par un moteur à combustion interne entraînant un alternateur. Dans le cas d'un véhicule électrique, la source électrique 12 pourra être constituée par un chargeur alimenté par le secteur.

15 [0030] Le module de supervision 4 sera avantageusement alimenté par la source électrique annexe 8 lorsque la batterie 2 est au repos. Lorsque la source électrique annexe 8 génère de l'électricité à partir d'une énergie renouvelable, le module de supervision 4 peut être activé lorsque que la puissance produite par la source 8 est supérieure à la puissance consommée par le module de supervision 4. Ainsi, le
20 module de supervision 4 ne sera activé que lorsque la puissance fournie par la source 8 est suffisante pour réaliser les charges successives des différentes cellules 3. La puissance fournie par des cellules photovoltaïques pourra notamment être mesurée pour déterminer si la puissance générée par la source 8 est suffisante. On peut également prévoir que le module de supervision 4 soit alimenté par la source 7
25 et que la source 7 fournisse la puissance électrique nécessaire durant la phase d'équilibrage, lorsque la puissance électrique fournie par la source 8 est insuffisante.

[0031] En dehors de la phase d'équilibrage de la batterie 2, le module de supervision 4 pourra être alimenté par la batterie 7, par un convertisseur de tension raccordé à une sortie haute tension alimentée par la batterie 2, ou par la source d'énergie 8.

30 [0032] Suite à la phase d'équilibrage, une décharge de la batterie 2 pourra également intervenir, par exemple pour alimenter un moteur électrique 11 de véhicule. Cette décharge pourra se poursuivre jusqu'à ce que l'une des cellules

atteigne la capacité minimale. Suite à l'équilibrage, cette capacité minimale sera atteinte plus tardivement, ce qui correspond à une augmentation globale de la capacité de la batterie 2.

[0033] Dans le mode de réalisation illustrée, l'ensemble des cellules 3 est connecté en série. Cependant, la mention s'applique également à une batterie dans laquelle l'ensemble des cellules est connecté en parallèle.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de recharge d'une batterie électrique (2) comprenant un ensemble de cellules (3), comprenant une étape de mesure de la tension aux bornes de chacune desdites cellules et déterminer la tension aux bornes de la cellule la plus chargée et la charge successive des cellules moins chargées jusqu'à atteindre la tension aux bornes de la cellule la plus chargée.
5
2. Procédé de recharge d'une batterie électrique selon la revendication 1, dans lequel l'ordre des charges successives est défini en chargeant la cellule la moins chargée.
10
3. Procédé de recharge d'une batterie électrique selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel de l'énergie lumineuse est transformée en énergie électrique, dans lequel cette énergie électrique est appliquée sur lesdites cellules durant les charges successives.
4. Procédé de recharge d'une batterie électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, l'ensemble des cellules est chargé simultanément jusqu'à ce que la tension aux bornes d'une cellule dépasse un seuil maximal.
15
5. Procédé de recharge d'une batterie selon la revendication 4, dans lequel l'énergie électrique utilisée pour la charge simultanée provient du secteur ou d'un alternateur entraîné par un moteur à combustion interne.
20
6. Procédé de recharge d'une batterie électrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la mesure de tension et les charges d'équilibrage successives sont réalisées lorsque la batterie est au repos.
7. Système (1) de recharge d'une batterie électrique comprenant un ensemble de cellules (3) et, le système comprenant des moyens de mesure (5) de la tension aux bornes des cellules ; des moyens de détermination (4) de la tension aux bornes de la cellule la plus chargée ; caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de charge (4, 8) chargeant successivement des cellules moins chargées jusqu'à atteindre la tension aux bornes de la cellule la plus chargée.
25
30

- 8.** Système de recharge selon la revendication 7, dans lequel les moyens de charge chargent successivement les cellules (3) en chargeant la cellule la moins chargée.
- 9.** Système de recharge selon la revendication 7 ou la revendication 8, comprenant des cellules photovoltaïques (8) alimentant les moyens de mesure et de détermination lorsque le courant généré par les cellules photovoltaïques est suffisant.
- 10.** Véhicule automobile comprenant une batterie et un système de recharge de la batterie selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, comprenant en outre des cellules photovoltaïques (8) appliquant une tension aux bornes d'une cellule (3) de la batterie (2) durant les charges successives.

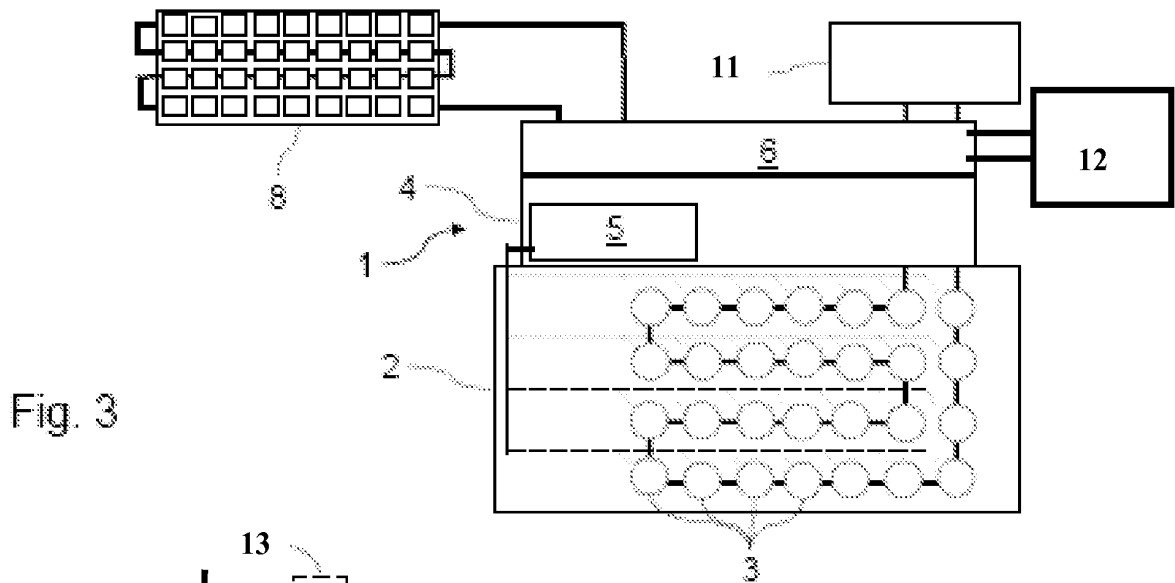
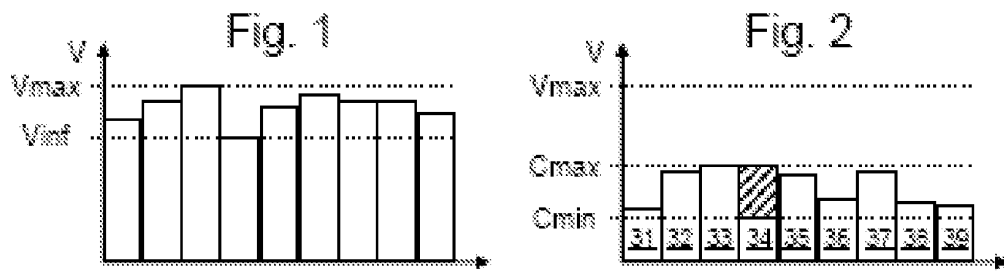


Fig. 3

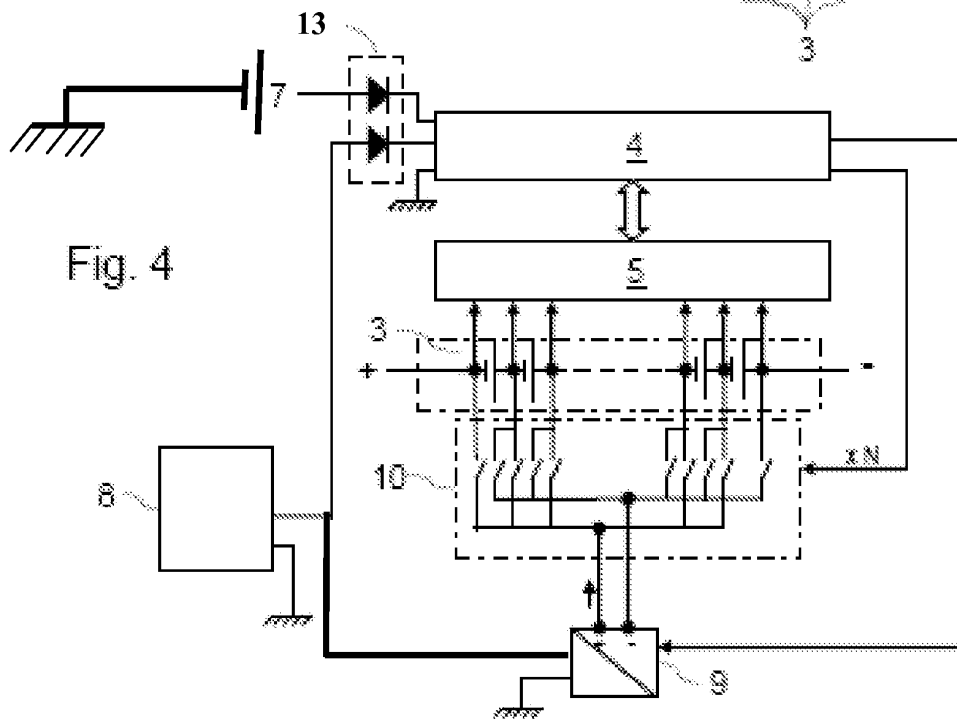


Fig. 4

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0951667 FA 719545**

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 02-11-2009

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 5438250	A	01-08-1995	EP 0589287 A2	30-03-1994

US 7400113	B2	15-07-2008	CN 1545754 A	10-11-2004
			HK 1067240 A1	24-10-2008
			JP 2004524793 T	12-08-2004
			WO 02080332 A1	10-10-2002
			US 2004164706 A1	26-08-2004

US 2005083722	A1	21-04-2005	AUCUN	

DE 102005003724	A1	27-07-2006	WO 2006079323 A2	03-08-2006
			DE 112006000727 A5	10-01-2008
			GB 2437672 A	31-10-2007

US 5982143	A	09-11-1999	US 5666041 A	09-09-1997
