

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 16.05.12.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 22.11.13 Bulletin 13/47.

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 AUTOMO-
BILES SA Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : MEHARZI DERRADJI et COMTE
RAPHAEL.

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

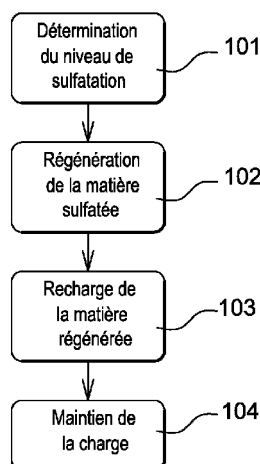
74 Mandataire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMO-
BILES SA Société anonyme.

54 PROCÉDE DE REGENERATION D'UNE BATTERIE AU PLOMB ET SYSTEME DE REGENERATION INTEGRE A
UN VEHICULE ASSOCIE.

57 L'invention porte sur un procédé de régénération
d'une batterie au plomb ayant un volume de matière sulfa-
tée comportant les étapes suivantes:

- recharger la batterie au maximum de sa capacité,
- déterminer (101) un niveau de sulfatation de la batterie,
- régénérer (102) la matière sulfatée en appliquant un si-
gnal électrique haute fréquence aux bornes de la batterie,
- recharger (103) de nouveau la batterie de manière à re-
charger la matière précédemment régénérée, et
- maintenir (104) la charge de la batterie.

L'invention porte en outre sur le système de régénéra-
tion associé intégré à un véhicule automobile.



PROCEDE DE REGENERATION D'UNE BATTERIE AU PLOMB ET SYSTEME DE REGENERATION INTEGRE A UN VEHICULE ASSOCIE

[0001] DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0002] L'invention porte sur un procédé de régénération d'une batterie au plomb ainsi
5 que le système de régénération intégré à un véhicule associé.

[0003] L'invention trouve une application particulièrement avantageuse avec les batteries
au plomb de véhicule automobile.

[0004] ETAT DE LA TECHNIQUE

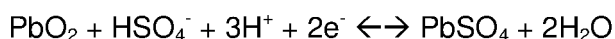
[0005] Une batterie au plomb comprend un ensemble d'accumulateurs formés par des
10 électrodes au plomb placées dans de l'acide sulfurique raccordés en série et réunis dans
un même boîtier. Cette batterie permet, lors d'une phase de charge, de transformer une
énergie électrique en une énergie chimique et, lors d'une phase de décharge, de
transformer l'énergie chimique emmagasinée en une énergie électrique.

[0006] Les réactions électrochimiques aux électrodes observables lors des phases de
15 charge et de décharge sont les suivantes :

A l'anode:



A la cathode:



[0007] Le phénomène de sulfatation correspond à l'accumulation de sulfate de plomb
(PbSO_4) sur les électrodes de la batterie. Ce phénomène apparaît naturellement à chaque
décharge de la batterie et disparaît lors d'une recharge. Cependant, sous certaines
conditions, par exemple lors d'une décharge prolongée, d'une température élevée, ou
d'une gazéification de l'électrolyte, des cristaux de sulfate de plomb apparaissent et ne
25 sont plus dissous lors de la charge.

[0008] La sulfatation ainsi provoquée par la cristallisation de la matière active contenue
dans les batteries au plomb est un des principaux phénomènes de vieillissement de ces
batteries. En effet, la sulfatation a pour effet de diminuer la capacité de la batterie en
empêchant les réactions sur l'électrode, ce qui a pour conséquence d'augmenter la
30 résistance interne et de réduire le volume de matière active de la batterie. Pour
caractériser le phénomène de sulfatation, on définit un niveau de sulfatation correspondant

par exemple à un volume de matière sulfatée ou à un taux de sulfatation correspondant au rapport entre le volume de matière ayant subi le phénomène de sulfatation et le volume de matière active qui n'a pas subi le phénomène de sulfatation et qui participe aux réactions se produisant aux électrodes.

- 5 [0009] On connaît des stratégies de régénération de batteries au plomb visant à réduire le niveau de sulfatation en transformant les cristaux de sulfate de plomb en matière active. Ainsi, un procédé connu est basé sur l'application d'une tension fixe relativement élevée aux bornes des batteries au plomb, par exemple de l'ordre de 1,1 à 1,2 fois la tension de repos de la batterie. Toutefois, un tel procédé présente l'inconvénient d'être peu performant pour régénérer une batterie ayant un niveau de sulfatation élevé.
- 10

[0010] En effet, dans le cas où les cristaux de sulfate sont présents depuis longtemps dans la batterie, on observe un phénomène de durcissement de ces cristaux qui ne peuvent pas être régénérés par un tel procédé.

[0011] OBJET DE L'INVENTION

- 15 [0012] L'invention a pour but de proposer un procédé de régénération efficace des cristaux de sulfate de plomb pouvant être mis en œuvre par un système embarqué dans un véhicule automobile.

[0013] A cet effet, l'invention concerne un procédé de régénération d'une batterie au plomb ayant un volume de matière sulfatée caractérisé en ce qu'il comporte les étapes

20 suivantes:

- recharger la batterie au maximum de sa capacité,
 - déterminer un niveau de sulfatation de la batterie,
 - régénérer la matière sulfatée en appliquant un signal électrique haute fréquence aux bornes de la batterie,
- 25 - recharger de nouveau la batterie de manière à recharger la matière précédemment régénérée, et
- maintenir la charge de la batterie.

[0014] Selon une mise en œuvre, le procédé comporte l'étape de déterminer le niveau de sulfatation à partir de la mesure de la résistance interne ou de la capacité de la batterie.

- 30 [0015] Selon une mise en œuvre, la durée d'application du signal haute fréquence dépend du niveau de sulfatation de la batterie.

[0016] Selon une mise en œuvre, le signal haute fréquence présente une fréquence comprise entre 1 et 10kHz.

[0017] Selon une mise en œuvre, l'étape de recharge de la matière régénérée est effectuée jusqu'à ce que l'acceptance de la batterie devienne sensiblement nulle.

- 5 [0018] Selon une mise en œuvre, pour maintenir la charge de la batterie, il comporte l'étape d'appliquer un courant ayant une intensité égale à celle d'un courant d'autodécharge de la batterie.

- 10 [0019] Selon une mise en œuvre, le procédé étant mis en œuvre avec une batterie au plomb d'un véhicule automobile comportant un producteur d'énergie électrique, l'étape de recharge de la batterie est mise en œuvre lors d'une phase de roulage du véhicule lorsque le producteur d'énergie est disponible.

- 15 [0020] Selon une mise en œuvre, les étapes de régénération de la matière sulfatée, de recharge de la matière régénérée, et de maintien de la charge de la batterie sont mises en œuvre lorsque le véhicule est à l'arrêt au moyen d'une batterie d'appoint intégrée au véhicule.

- [0021] L'invention concerne en outre un système de régénération d'une batterie au plomb d'un véhicule automobile, dite batterie principale, caractérisé en ce qu'il est intégré au véhicule automobile et en ce qu'il comporte:

- 20 - une batterie dite batterie d'appoint, et
- un système de générations d'impulsions électriques alimenté par la batterie d'appoint.

- 25 [0022] Selon une réalisation, le système comporte en outre un superviseur et un module de commutation, le superviseur étant apte à commander sélectivement, via le module de commutation, la mise en relation de la batterie principale soit avec un circuit de puissance formé par un producteur d'énergie électrique du véhicule, la batterie d'appoint et des consommateurs électriques du véhicule; soit avec le système de génération d'impulsions électriques.

[0023] Selon une réalisation, le système de génération électrique assure également une fonction de chargeur de la batterie principale à partir de l'énergie électrique issue de la batterie d'appoint.

- 30 [0024] BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0025] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Ces figures ne sont données qu'à titre illustratif mais nullement limitatif de l'invention.

5 [0026] La figure 1 montre une représentation fonctionnelle du système de régénération d'une batterie au plomb selon l'invention intégré à un véhicule automobile ;

[0027] La figure 2 montre un diagramme des étapes principales du procédé de régénération selon l'invention;

[0028] La figure 3 montre une représentation schématique de la configuration du système de régénération selon l'invention lors de la phase de régénération de la batterie;

10 [0029] La figure 4 montre une représentation graphique de l'évolution des paramètres caractéristiques (tension, courant et état de charge) d'une batterie au plomb lors de la mise en œuvre du procédé selon l'invention;

[0030] Les éléments identiques, similaires ou analogues conservent la même référence d'une figure à l'autre.

15 [0031] DESCRIPTION D'EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION

[0032] La Figure 1 montre une représentation fonctionnelle d'un système 1 de régénération d'une batterie au plomb, dite batterie principale 3, selon l'invention. Ce système 1 est intégré dans un véhicule automobile comportant un producteur d'énergie 2 électrique, tel qu'un alternateur, ou un convertisseur continu/continu. Ce système 1
20 comporte une batterie 5, dite batterie d'appoint, et un système 16 de génération d'impulsions électriques pouvant également jouer un rôle de chargeur de la batterie principale 3. Le système 16 est alimenté par la batterie d'appoint 5.

[0033] Les éléments 2, 3 et 5 sont reliés à des consommateurs électriques 8 du véhicule tels que la climatisation, les vitres électriques, l'ordinateur de bord, etc.... La batterie
25 principale 3 permet d'assurer une fonction de tampon énergétique, c'est-à-dire que la batterie 3 assure l'alimentation des différents consommateurs électriques 8 lorsque le producteur 2 ne permet pas de répondre aux besoins énergétiques de ces consommateurs 8.

[0034] Un superviseur 9 est en relation avec un module 11 de gestion d'énergie assurant
30 la commande du producteur d'énergie 2. Le superviseur 9 est un superviseur dédié à la

mise en oeuvre du procédé selon l'invention ou correspond à un des superviseurs déjà présents dans le véhicule intégrant les fonctionnalités adaptées à la mise en oeuvre du procédé selon l'invention. Le superviseur 9 permet, via un module 14 de commutation, de commander sélectivement la mise en relation de la batterie principale 3 soit avec un circuit de puissance formé par le producteur d'énergie 2, la batterie d'appoint 5 ainsi que les consommateurs électriques 8; soit avec le système 16 de génération d'impulsions électriques/chargeur alimenté par la batterie d'appoint 5. On note que le module 14 de commutation permet d'isoler le système 16 par rapport au circuit de puissance, et inversement.

10 [0035] La batterie principale 3 est une batterie au plomb ayant un certain niveau de matière sulfatée correspondant à des cristaux de sulfate indissolubles qui se sont formés par exemple suite à un arrêt prolongé de l'utilisation de la batterie. Le niveau de matière sulfatée peut par exemple être caractérisé par le volume de matière sulfatée contenu par la batterie, ou un taux de sulfatation défini comme étant le rapport entre le volume de
15 matière sulfatée et le volume de matière active correspondant à la matière de la batterie 3 qui n'a pas subi le phénomène de sulfatation et qui participe aux réactions se produisant aux électrodes de la batterie.

[0036] La batterie d'appoint 5 est une batterie au plomb ou tout autre type de batterie tel qu'une batterie Nickel-Cadmium (NiCd); Nickel-hydrure (NiMH) ou Lithium-ion (Li-ion).

20 [0037] En référence avec la figure 2, on décrit ci-après les différentes étapes 101-104 du procédé selon l'invention visant à réduire le niveau de sulfatation de la batterie en transformant la matière sulfatée en matière active.

[0038] Dans une première étape 101, le superviseur 9 détermine le niveau de sulfatation de la batterie principale 3. A cet effet, le superviseur 9 commande dans un premier temps
25 le producteur d'énergie 2, via le module 11 de gestion d'énergie, de manière à procéder à la recharge de la batterie principale 3 et de la batterie d'appoint 5 au maximum de leur capacité. Le système 1 présente alors la configuration montrée à la figure 1 dans laquelle la batterie principale 3 est reliée au circuit de puissance du véhicule, via le module 14.

[0039] La phase de recharge étant relativement longue, cette phase de recharge est de
30 préférence mise en oeuvre lorsque le producteur d'énergie 2 est disponible, par exemple lors d'une phase de roulage du véhicule. On note à cet égard que sur la figure 4, seule la fin de l'étape de recharge de la batterie 3 a été représentée entre les instants t_0 et t_1 . Pour

une batterie 3 présentant une tension nominale de 12.8 Volts, la tension U_b appliquée aux bornes de la batterie lors de la phase de recharge est de préférence de l'ordre de 14 Volts.

[0040] Le niveau de sulfatation est alors déterminé à partir de la comparaison entre la capacité nominale actuelle de la batterie principale 3 et la capacité nominale d'origine de la batterie principale 3. Alternativement, le niveau de sulfatation peut également être déterminé à partir d'une mesure de la résistance interne de la batterie principale 3 qui est mise en correspondance avec un niveau de sulfatation à l'aide d'une table de référence connue de l'homme du métier. Dans l'exemple de la figure 4, le niveau de sulfatation a entraîné une baisse de l'ordre de 25% de la capacité de stockage de la batterie représentée par la courbe E.

[0041] Dans une deuxième étape 102, la matière sulfatée est régénérée, c'est à dire que les cristaux de sulfate de plomb sont transformés en matière active. A cet effet, le superviseur 9 met en relation la batterie principale 3 avec le système 16 de génération d'impulsions via une commande du module 14 de commutation (cf figure 3). Le système 16 alimenté par la batterie d'appoint 5 est alors commandé pour générer un signal S haute fréquence qui est appliqué aux bornes de la batterie 3. Ce signal S haute fréquence a pour effet de mettre en résonnance les cristaux de sulfate de plomb. De préférence, le signal S haute fréquence présente une fréquence comprise entre 1 et 10kHz.

[0042] Comme visible sur la figure 4, entre les instants t_1 et t_2 , pour la batterie 3 ayant une tension nominale de l'ordre de 12.8 Volts, le signal S engendre aux bornes de la batterie une tension U_b comprise entre 14 et 20 Volts et un courant I_b variant entre 5 et 20 Ampères. La durée d'application T_A du signal S haute fréquence dépend du niveau de sulfatation de la batterie. Plus le niveau de sulfatation est élevé, plus la durée T_A sera longue. Dans l'exemple de la figure 4, la durée T_A est de l'ordre de 1000 secondes.

[0043] Dans une troisième étape 103, on recharge la matière sulfatée régénérée. En effet, la matière active ayant été préalablement rechargée lors de l'étape 101, seule la matière régénérée sera rechargée lorsqu'une tension de charge est appliquée aux bornes de la batterie 3. L'étape de recharge de la matière régénérée est arrêtée lorsque l'acceptance de la batterie 3 devient nulle ou presque nulle. Cette phase de recharge est réalisée par le système 16 assurant la fonction de chargeur à partir de l'énergie de la batterie d'appoint 5. Lors de la mise en œuvre de l'étape 103, le système 1 se trouve dans la configuration de la figure 3.

[0044] Comme visible dans l'exemple de la figure 4, entre les instants t_2 et t_3 , la tension U_b est sensiblement constante et vaut environ 14 Volts. Le signal de courant I_b baisse progressivement suivant une courbe exponentielle d'une valeur de 40 Ampère à une valeur de 10 ampères pour ensuite passer à une valeur sensiblement nulle à la fin de la charge de la batterie 3. L'état de charge E de la batterie augmente de 25% pour passer de 75% à une valeur de l'ordre de 100%.

[0045] Dans une quatrième étape 104, la charge de la batterie est maintenue en appliquant un faible courant à la batterie principale 3. Cette étape 104 vise à prévenir le risque de sulfatation de la matière précédemment régénérée. La valeur de l'intensité du courant permettant le maintien de charge est au moins égale à celle du courant d'autodécharge de la batterie. On rappelle que l'autodécharge correspond au phénomène de décharge de la batterie qui se produit alors même que la batterie n'est pas sollicitée par un consommateur électrique. Le courant de maintien de charge est appliqué par la batterie d'appoint 5 via le système 16 jouant le rôle de chargeur. Lors de l'étape 104, le système 1 présente la configuration de la figure 3.

[0046] Ainsi par exemple, pour une batterie présentant un taux d'autodécharge de l'ordre de 5% par mois, le courant d'autodécharge d'une batterie d'une capacité nominale de 60Ah est de 4,2mA. Sur la figure 4, le courant I_b n'est donc pas nulle mais très légèrement supérieur à 0. La tension appliquée U_b pour maintenir la batterie 3 en charge est inférieure à la tension de charge et vaut en l'occurrence environ 13.2 Volts.

[0047] Les étapes 102, 103 et 104 sont de préférence mises en œuvre alors que le véhicule est à l'arrêt et sont de ce fait complètement transparentes pour l'utilisateur. L'étape 104 de maintien de charge est mise en œuvre jusqu'à ce que le conducteur démarre le véhicule ou que la batterie d'appoint 5 se vide.

Revendications :

1. Procédé de régénération d'une batterie (3) au plomb ayant un volume de matière sulfatée caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes:
 - recharger la batterie (3) au maximum de sa capacité,
 - 5 - déterminer (101) un niveau de sulfatation de la batterie,
 - régénérer (102) la matière sulfatée en appliquant un signal (S) électrique haute fréquence aux bornes de la batterie,
 - recharger (103) de nouveau la batterie de manière à recharger la matière précédemment régénérée, et
 - 10 - maintenir (104) la charge de la batterie (3).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape de déterminer (101) le niveau de sulfatation à partir de la mesure de la résistance interne ou de la capacité de la batterie (3).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la durée d'application (TA) du signal (S) haute fréquence dépend du niveau de sulfatation de la batterie.
- 15 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le signal (S) haute fréquence présente une fréquence comprise entre 1 et 10kHz.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'étape de recharger la matière régénérée est effectuée jusqu'à ce que l'acceptance de la batterie (3) devienne sensiblement nulle.
- 20 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que pour maintenir la charge de la batterie (3), il comporte l'étape d'appliquer un courant (Ib) ayant une intensité égale à celle d'un courant d'autodécharge de la batterie (3).
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le procédé étant mis en œuvre avec une batterie (3) au plomb d'un véhicule automobile comportant un producteur d'énergie électrique (2), l'étape de recharge de la batterie (3) est mise en œuvre lors d'une phase de roulage du véhicule lorsque le producteur d'énergie (2) est disponible.
- 25 8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que les étapes de régénération (102) de la matière sulfatée, de recharge (103) de la matière régénérée, et de maintien
- 30

(104) de la charge de la batterie sont mises en œuvre lorsque le véhicule est à l'arrêt au moyen d'une batterie d'appoint (5) intégrée au véhicule.

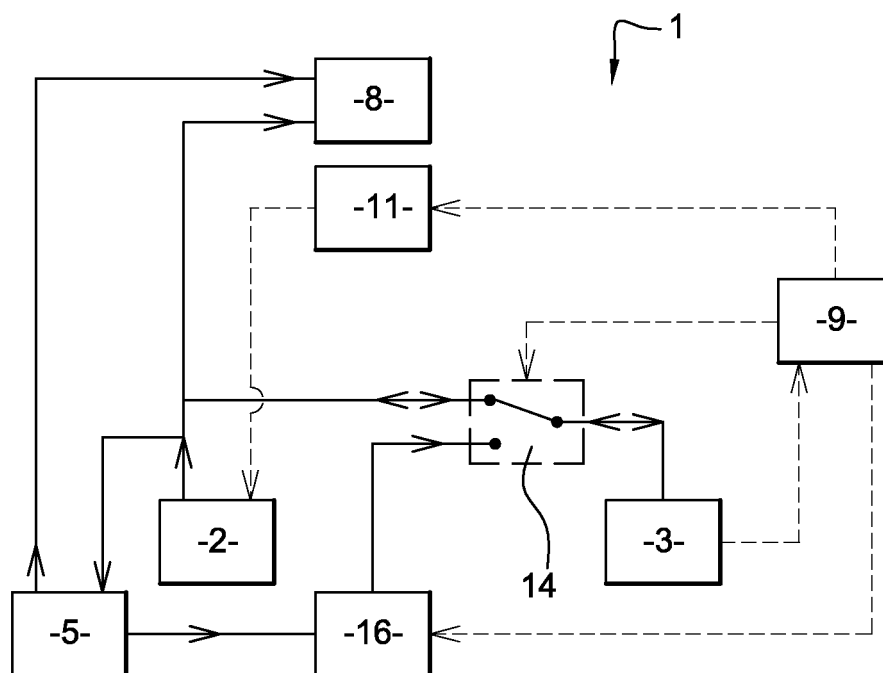
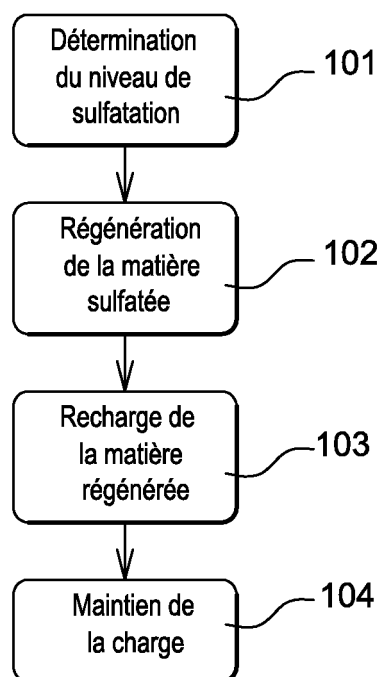
9. Système (1) de régénération d'une batterie (3) au plomb d'un véhicule automobile, dite batterie principale caractérisé en ce qu'il est intégré au véhicule automobile et en ce qu'il comporte:

- une batterie (5) dite batterie d'appoint, et
- un système (16) de générations d'impulsions électriques alimenté par la batterie d'appoint (5).

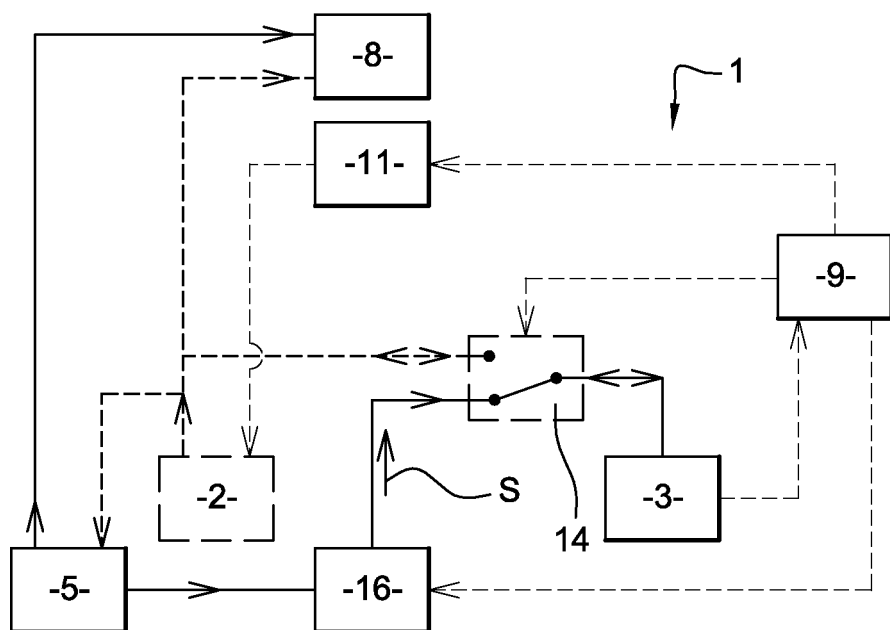
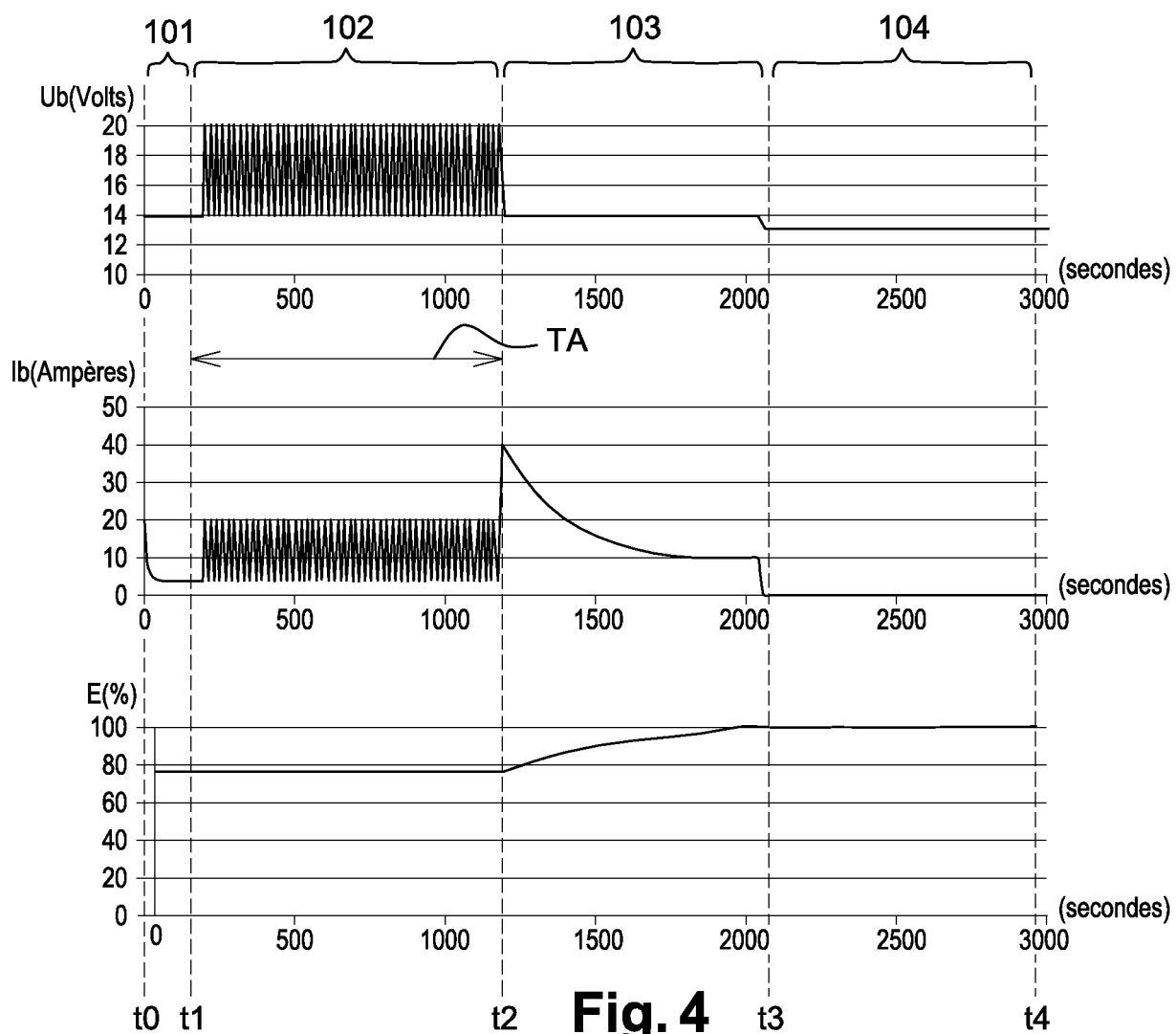
10. Système selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un superviseur (9) et un module (14) de commutation, le superviseur (9) étant apte à commander sélectivement, via le module (14) de commutation, la mise en relation de la batterie principale (3) soit avec un circuit de puissance formé par un producteur (2) d'énergie électrique du véhicule, la batterie d'appoint (5) et des consommateurs électriques (8) du véhicule; soit avec le système (16) de génération d'impulsions électriques.

11. Système selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que le système (16) de génération électrique assure également une fonction de chargeur de la batterie principale (3) à partir de l'énergie électrique issue de la batterie d'appoint (5).

1/2

**Fig. 1****Fig. 2**

2 / 2

**Fig. 3****Fig. 4**



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 766539
FR 1254492

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	WO 2004/070909 A1 (COMMW SCIENT IND RES ORG [AU]; INT LEAD ZINC RES [US]; LAM LAN TRIEU []) 19 août 2004 (2004-08-19) * page 6, ligne 6 - ligne 23 * -----	1,2,9-11	H01M10/42 H01M10/46 H01M10/48
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01M
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		28 janvier 2013	Koessler, Jean-Luc
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

