

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 15.11.12.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 16.05.14 Bulletin 14/20.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMO-
BILES SA Société anonyme — FR.

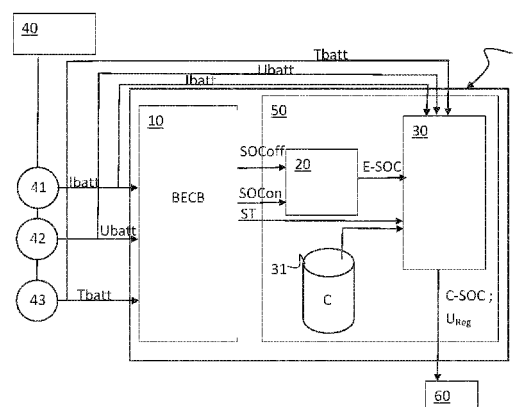
⑦② Inventeur(s) : LANCINI YANN.

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

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

⑤④ DISPOSITIF ET PROCEDE DE PRESERVATION DE L'ETAT DE CHARGE D'UNE BATTERIE.

⑤⑦ L'invention porte sur un dispositif et un procédé de
préservation de l'état de charge d'une batterie d'alimenta-
tion en énergie électrique d'un moteur thermique. Le dispo-
sitif comprend un boîtier apte à calculer un premier
estimateur d'état de charge (SOCoff) restant dans la batte-
rie au moment de l'arrêt du moteur et un deuxième estima-
teur d'état de charge (SOCcon) au moment du démarrage
ultérieur dudit moteur, après une période d'arrêt dudit mo-
teur. Ce dispositif permet de calculer l'erreur sur le premier
estimateur de charge restante (SOCoff) calculé au moment
de l'arrêt du moteur, et de compenser cette erreur en adap-
tant la valeur de consigne de charge (C-SOC) et la tension
de régulation associée qui est appliquée aux bornes de la
batterie. Grâce à ce dispositif, la formation de cristaux de
sulfate de plomb, due à des erreurs cumulées de régulation
de charge, est évitée.



DISPOSITIF ET PROCEDE DE PRESERVATION DE L'ETAT DE CHARGE D'UNE BATTERIE

[0001] La présente invention concerne le domaine de la charge d'une batterie.

5 [0002] Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un dispositif de préservation de l'état de charge d'une batterie. L'invention se rapporte en outre à un système motorisé comprenant un tel dispositif, un procédé de préservation de l'état de charge d'une batterie et un programme d'ordinateur.

[0003] L'invention s'applique notamment aux véhicules automobiles.

10 [0004] Les batteries utilisées dans les véhicules automobiles sont généralement des batteries plomb-acide. Ce type de batterie est en effet capable de fournir un courant de grande intensité, utile pour le démarrage des moteurs thermiques de véhicules. Elle permet d'alimenter les composants électriques des véhicules à moteur thermique et particulièrement l'alternateur. Lorsque le moteur thermique fonctionne, elle est rechargée par cet alternateur.

15 [0005] Au fur et à mesure que la batterie se décharge, du sulfate de plomb se forme sur les électrodes. Ce phénomène bien connu, appelé sulfatation, apparaît naturellement à chaque décharge de la batterie et disparaît lors de la recharge. Cependant, sous certaines conditions, telles qu'une décharge prolongée, ou trop profonde, une température importante ou une surcharge trop importante par exemple, le sulfate de plomb en
20 présence d'eau forme des cristaux stables de sulfate de plomb hydraté qui se déposent sur les électrodes. Ils se présentent sous forme d'un dépôt blanc et ne se dissolvent plus lors de la charge. Cette transformation est donc irréversible. Le sulfate de plomb hydraté ainsi généré diminue la capacité de la batterie en empêchant les réactions de se produire dans l'électrolyte à base d'eau et d'acide sulfurique. Par conséquent, si le véhicule n'est
25 pas utilisé pendant une longue période, il est nécessaire de recharger la batterie régulièrement, avec un chargeur d'entretien, pour prolonger la durée de vie de la batterie. Par ailleurs, une utilisation de la batterie dans un état de charge partiel, par exemple autour de 70% à 80%, ne permet pas de supprimer les cristaux de matière active sulfatée qui se forment aux électrodes. Une telle utilisation de la batterie dans un état de charge
30 partiel arrive très souvent notamment lorsque les véhicules sont équipés d'un dispositif, connu sous la terminologie anglo-saxonne « stop and start », prévu pour réduire la consommation de carburant et limiter la pollution de l'air par les moteurs thermiques, en

permettant un arrêt et un redémarrage automatique du moteur, c'est-à-dire une charge et une décharge régulière de la batterie.

[0006] Pour connaître la valeur de l'état de charge d'une batterie, en temps réel, on utilise un boîtier de détermination de l'état de charge de la batterie, encore dénommé sous son acronyme BECB, qui permet de calculer un estimateur d'état de charge restant dans la batterie, à partir de valeurs mesurées de courant I_{batt} , tension U_{batt} , et température T_{batt} aux bornes de la batterie.

[0007] Ce boîtier BECB est initialisé lors de sa fabrication. Cependant, il subit une dérive plus ou moins rapide au cours du temps, si bien qu'il est nécessaire de le recalibrer périodiquement. Classiquement, un boîtier BECB est recalibré lorsque la batterie est au repos depuis plusieurs heures, donc il ne peut pas être recalibré lorsque le moteur tourne. De ce fait, il se peut que le boîtier ne puisse pas être recalibré pendant une longue période, si toutes les conditions nécessaires ne sont pas réunies pour un tel recalage. Dans ces conditions, la détermination de l'état de charge restant peut aboutir à une valeur calculée complètement erronée et donc non fiable.

[0008] Or, si la valeur de l'état de charge calculée est surestimée, cela signifie que la batterie présente un état de charge réel moins élevé et peut alors se retrouver dans des conditions propices à l'apparition du phénomène de sulfatation.

[0009] Des solutions ont été envisagées pour corriger la valeur de l'estimateur calculé d'état de charge afin d'obtenir une valeur fiable. Ainsi, le document US 7,634,369, par exemple, décrit un système de gestion de la batterie qui permet de corriger l'état de charge de la batterie estimé lors du dernier arrêt moteur. Pour cela, le document décrit que la valeur de l'état de charge de la batterie estimée lors de l'arrêt du moteur est remplacée par une valeur d'état de charge fiable calculée au moment du démarrage du moteur, lorsque le boîtier BECB est recalibré. Il décrit en outre que si le boîtier BECB n'est pas recalibré, la valeur de l'état de charge calculée à l'arrêt du moteur est remplacée par une valeur d'état de charge fiable qui est déterminée par l'utilisation de tables préétablies, à partir de valeurs mesurées de courant, tension et température aux bornes de la batterie. La valeur d'état de charge est corrigée au plus juste, à partir de ces tables, de manière à éviter toute surcharge ou décharge de la batterie. Ce document décrit donc comment corriger une valeur erronée de l'état de charge SOC de la batterie, mais il ne décrit pas comment prévenir la formation de cristaux de sulfate de plomb qui apparaissent lorsque la régulation de la charge de la batterie est erronée.

[0010] L'invention a donc pour but de remédier à au moins un des inconvénients de l'art antérieur. En particulier, l'invention vise à préserver l'état de charge de la batterie, en évitant la formation de cristaux de sulfate de plomb et toute détérioration prématurée de la batterie dues à des erreurs cumulées de régulation de la charge.

5 [0011] A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de préservation de l'état de charge d'une batterie d'alimentation en énergie électrique d'un moteur thermique, ledit état de charge de la batterie étant régulé à une valeur de consigne prédéterminée pendant le fonctionnement dudit moteur, ledit dispositif comprenant un boîtier apte à calculer un premier estimateur d'état de charge restant dans la batterie au moment de l'arrêt dudit
10 moteur et un deuxième estimateur d'état de charge au moment du démarrage ultérieur dudit moteur, après une période d'arrêt dudit moteur, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- un module de détermination d'erreur apte à calculer une différence entre ledit premier estimateur et ledit deuxième estimateur, et
- 15 - un module de supervision, couplé au module de détermination d'erreur, apte à modifier ladite valeur de consigne en lui ajoutant la différence calculée, en valeur absolue, lorsque le premier estimateur est supérieur au deuxième estimateur.

[0012] Ainsi, le dispositif permet non pas de recalculer l'estimateur d'état de charge de la batterie, mais de calculer l'erreur sur l'estimateur d'état de charge calculé, et de
20 compenser cette erreur en adaptant la valeur de consigne d'état de charge et donc la tension de régulation associée qui est appliquée aux bornes de la batterie.

[0013] Selon d'autres caractéristiques optionnelles du dispositif :

- le dispositif comprend en outre un moyen de mémorisation dans lequel est mémorisée au moins une cartographie préétablie associant, à chaque valeur d'état
25 de charge et pour une température de batterie donnée, une tension de charge et un courant de charge,
- le module de supervision est en outre apte à comparer d'une part, le deuxième estimateur à ladite valeur de consigne et d'autre part, un courant de charge entrant dans la batterie à une valeur seuil de courant prédéterminée et, selon les résultats
30 des comparaisons, à ordonner l'application d'une tension de charge poussée aux bornes de la batterie, de façon à ce que la batterie soit chargée à une valeur d'état de charge supérieure à ladite valeur de consigne, pendant une période de temps prédéterminée,

- le module de supervision est apte à commander la création de pics de tension autour d'une tension de régulation associée à ladite valeur de consigne d'état de charge, de manière à créer des pics de courant positifs et négatifs aux bornes de la batterie.

5 [0014] L'invention porte en outre sur un système motorisé comprenant un moteur thermique, une batterie d'alimentation en énergie électrique dudit moteur thermique, un alternateur réversible apte à fonctionner en tant que démarreur ou en tant qu'alternateur pour recharger ladite batterie en lui appliquant une tension de régulation associée à une valeur de consigne d'état de charge, ledit système étant caractérisé en ce qu'il comprend
10 en outre un dispositif de préservation de l'état de charge de ladite batterie tel que décrit ci-dessus.

[0015] L'invention porte également sur un véhicule automobile comprenant un dispositif de préservation de l'état de charge d'une batterie tel que décrit ci-dessus.

15 [0016] L'invention porte aussi sur un procédé de préservation de l'état de charge d'une batterie d'alimentation en énergie électrique d'un moteur thermique, ledit état de charge de la batterie étant régulé à une valeur de consigne prédéterminée pendant le fonctionnement dudit moteur, ledit procédé consistant à calculer un premier estimateur d'état de charge au moment de l'arrêt dudit moteur et un deuxième estimateur d'état de charge au moment du démarrage ultérieur dudit moteur, après une période d'arrêt dudit moteur, ledit procédé
20 étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :

- calculer une différence entre les premier et deuxième estimateurs et
- lorsque le premier estimateur est supérieur au deuxième estimateur, modifier ladite valeur de consigne en lui ajoutant la valeur absolue de la différence calculée entre les deux estimateurs.

25 [0017] Selon d'autres caractéristiques optionnelles du procédé :

- le calcul du deuxième estimateur d'état de charge est effectué après une période d'arrêt du moteur supérieure ou égale à une période seuil,
- la valeur de consigne est modifiée lorsque la différence calculée entre les premier et deuxième estimateurs d'état de charge est supérieure à une valeur seuil,
- 30 - le procédé comprend en outre les étapes suivantes : lorsque le deuxième estimateur d'état de charge est inférieur à ladite valeur de consigne d'une valeur supérieure à une valeur seuil prédéterminée, et que le courant entrant dans la

batterie est inférieur à une valeur seuil de courant prédéterminée pendant une première période prédéterminée, une tension de charge poussée est appliquée aux bornes de la batterie, pendant une deuxième période prédéterminée, de façon à charger la batterie à une valeur d'état de charge poussée supérieure à ladite valeur de consigne,

- dès lors que le courant mesuré aux bornes de la batterie atteint ladite valeur seuil de courant prédéterminée et qu'il se maintient pendant une troisième période prédéterminée, la tension appliquée aux bornes de la batterie est rétablie à une tension de régulation associée à ladite valeur de consigne d'état de charge,

- des pics de tension sont créés autour d'une tension de régulation, associée à ladite valeur de consigne d'état de charge, de manière à créer des pics de courant positifs et négatifs aux bornes de la batterie.

[0018] L'invention porte enfin sur un programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes du procédé de calcul précité, lorsque ledit programme est exécuté par un processeur.

[0019] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple illustratif et non limitatif, en référence aux Figures annexées qui représentent :

- La Figure 1, un schéma d'un dispositif de préservation de l'état de charge d'une batterie selon l'invention,
- La Figure 2, un schéma synoptique des étapes d'un procédé de préservation de l'état de charge d'une batterie, dans le cadre d'une stratégie préventive de désulfatation,
- La Figure 3, un schéma synoptique des étapes d'un procédé de préservation de l'état de charge d'une batterie, dans le cadre d'une stratégie curative de désulfatation.

[0020] Par « état de charge » on entend un pourcentage de la capacité nominale restant dans la batterie. Par ailleurs, on utilise l'acronyme anglo-saxon SOC, qui signifie « State Of Charge », pour désigner une valeur d'état de charge de la batterie.

[0021] Une batterie de démarrage au plomb, par exemple de 12V, utilisée pour le démarrage du moteur thermique d'un véhicule, est associée à un alternateur réversible. Lorsque le moteur est en fonctionnement, l'alternateur est piloté par une unité de

commande du moteur, de manière à charger la batterie, en lui appliquant une tension de charge régulée U_{Reg} , de telle sorte que l'état de charge de la batterie soit régulé à une valeur de consigne C-SOC préenregistrée. Cette valeur de consigne permet notamment de garantir le démarrage du moteur dans toutes les conditions climatiques. Conformément

5 au procédé de pilotage classique de l'alternateur, la charge de la batterie fluctue constamment autour de cette valeur de consigne C-SOC. La valeur de consigne est fixée et préenregistrée dans une mémoire de l'unité de commande du moteur et elle est en général comprise par exemple entre 80 et 90 % de la charge nominale de la batterie.

[0022] La valeur de tension de régulation U_{Reg} , qui dépend de la valeur de consigne C-SOC, est fournie par des cartographies établies par le fabricant de batteries. Ainsi, à

10 partir d'une valeur de consigne C-SOC d'état de charge à atteindre, et de la température de la batterie, les cartographies permettent de déterminer la tension de charge régulée U_{Reg} correspondante à appliquer aux bornes de la batterie, ainsi que le courant I_{batt} entrant dans la batterie.

[0023] La Figure 1 schématise un dispositif 1 de préservation de l'état de charge d'une batterie qui permet d'éviter une dégradation prématurée des performances de la batterie et un vieillissement prématuré. Ce dispositif 1 comprend un boîtier BECB, référencé 10 sur la

15 Figure 1, de détermination de l'état de charge de la batterie. Ce boîtier permet de calculer périodiquement des estimateurs d'état de charge SOC restant dans la batterie. Des capteurs 41, 42, 43 permettent de faire des mesures aux bornes de la batterie 40. Plus

20 particulièrement, ils permettent de mesurer le courant I_{batt} de charge et décharge de la batterie, la tension U_{batt} et la température T_{batt} de la batterie. Ces mesures sont transmises au BECB 10 qui calcule les estimateurs d'état de charge à partir d'au moins une de ces mesures.

[0024] Le dispositif 1 de préservation de l'état de charge de la batterie 40 comprend en outre un dispositif de compensation d'erreur 50 qui peut être réalisé sous forme d'un processeur convenablement programmé. Un ensemble d'instructions logicielles permet au processeur d'effectuer différentes opérations décrites dans ce qui suit en relation avec le

25 dispositif de compensation d'erreur. Ce dispositif de compensation d'erreur 50 comprend plus particulièrement un module 20, dénommé ci-après module de détermination d'erreur, apte à calculer une différence entre un premier estimateur d'état de charge SOC_{off} calculé

30 par le boîtier BECB 10 au moment de l'arrêt du moteur thermique et un deuxième estimateur SOC_{on} d'état de charge calculé par le boîtier BECB 10 au moment du

démarrage ultérieur du moteur, après une période P déterminée d'arrêt du moteur. Le dispositif de compensation d'erreur 50 comprend en outre un module de supervision 30, couplé au module de détermination d'erreur 20, qui collecte la valeur de la différence E-SOC calculée entre les deux estimateurs, et qui permet de modifier la valeur de consigne C-SOC d'état de charge de la batterie selon la différence calculée.

[0025] La Figure 2 illustre les étapes mises en œuvre par le dispositif au cours du procédé de préservation de l'état de charge de la batterie et permet de mieux comprendre la fonction de chaque module.

[0026] Dans un premier temps, étape 100, le boîtier BECB 10 calcule un premier estimateur SOC_{off} de l'état de charge de la batterie 40 au moment de l'arrêt du moteur et le mémorise dans un moyen de mémorisation par exemple. Dès lors que le moteur est arrêté, un incrément de temps P préalablement initialisé à zéro (étape 101), est incrémenté (étape 102). L'étape suivante consiste à chronométrer la durée P d'arrêt du moteur et à la comparer à une valeur seuil SP (étape 103).

[0027] Cette durée P d'arrêt moteur permet de savoir si le deuxième estimateur SOCon d'état de charge calculé par le boîtier BECB 10 au démarrage ultérieur du moteur (étape 110) est fiable ou non. En effet, le boîtier BECB 10 ne peut être recalé qu'après une période suffisante de repos de la batterie. En général cette période est de l'ordre de 8 heures. Au démarrage du moteur, le boîtier BECB 10 envoie une information ST sur son état, recalé ou non, au module de supervision 30, afin que ce dernier sache si la valeur du deuxième estimateur SOCon envoyé au module 20 de détermination d'erreur, est fiable ou non. Il est donc préférable que le moteur soit arrêté pendant au moins cette période seuil SP, de 8 heures, permettant le recalage du boîtier BECB. Ainsi, on est certain que le deuxième estimateur calculé SOCon est fiable et représentatif de l'état de charge réel de la batterie.

[0028] Dans une variante de réalisation, on peut prévoir que, lorsque le temps d'arrêt P du moteur écoulé est inférieur à cette période seuil SP de recalage du boîtier BECB 10, le deuxième estimateur SOCon est déterminé à partir de cartographies préétablies qui associent, en fonction de la température T_{batt} de la batterie, un état de charge de la batterie à la tension mesurée aux bornes de la batterie. Ces cartographies sont classiquement établies et fournies par les fabricants de batteries et sont par exemple stockées dans un moyen de mémorisation 31. Cette variante permet d'obtenir une valeur fiable de l'état de charge SOC sans attendre d'avoir un boîtier BECB 10 recalé.

[0029] A l'étape suivante 120, le module de détermination d'erreur 20 ayant reçu les premier et deuxième estimateurs SOC_{off} et SOC_{on} calculés par le boîtier BECB 10, il calcule la différence E-SOC entre les 2 estimateurs. Le module de supervision 30, couplé au module de détermination d'erreur 20, permet ensuite de modifier la valeur de consigne C-SOC d'état de charge, dès lors que le premier estimateur SOC_{off} calculé à l'arrêt du moteur est surestimé, c'est-à-dire qu'il est supérieur au deuxième estimateur SOC_{on} obtenu de manière fiable (étape 140). Dans ce cas, le module de supervision 30 modifie la valeur de consigne C-SOC, de manière à ajouter la valeur absolue de la différence E-SOC calculée entre les deux estimateurs (étape 160). La valeur de consigne C-SOC d'état de charge étant augmentée, la tension correspondante de régulation de la charge est également augmentée. Pour cela, le module de supervision 30 converti la valeur de consigne C-SOC en valeur de tension de régulation U_{Reg} à appliquer aux bornes de la batterie, à partir des cartographies précitées et référencées C sur la Figure 1, établies au préalable par le constructeur de batterie et préenregistrées dans un moyen de mémorisation 31 (étape 170). La valeur de tension de régulation U_{Reg} à appliquer est alors transmise à l'unité de commande 60 du moteur, qui pilote l'alternateur, pour ordonner à l'alternateur d'appliquer cette tension aux bornes de la batterie, afin de la charger. Cette compensation de l'erreur de calcul de l'estimateur de charge SOC_{off} permet donc de cycler la batterie, en augmentant la tension de charge, et donc de limiter les risques de sulfatation.

[0030] Pour illustrer ces étapes, prenons un exemple. Pendant son utilisation, un véhicule régule son état de charge de batterie à une valeur de consigne C-SOC préenregistrée à 80%. Au moment de la coupure de la clé de contact du véhicule, le boîtier BECB 10 détermine un premier estimateur SOC_{off} d'état de charge à 81,2%. Or, au moment du démarrage ultérieur du moteur, après une période d'arrêt supérieure à 8h, le deuxième estimateur SOC_{on} calculé par le boîtier BECB 10 n'est que de 76%. Le premier estimateur SOC_{off} est donc erroné et surestimé de 5,2%. Or, lorsque la batterie n'est pas dans un état de charge attendu et inférieur à la valeur fixée par la consigne C-SOC, elle est vulnérable au phénomène de sulfatation. L'unité de commande du moteur du véhicule croit que la batterie est suffisamment chargée alors qu'elle ne l'est pas. Si cette erreur de régulation n'est pas compensée, elle risque d'entraîner, après plusieurs semaines, une dégradation de la batterie qui peut devenir telle que la batterie n'est plus suffisamment chargée pour pouvoir démarrer le moteur. La valeur de consigne d'état de charge est donc modifiée et augmentée de 5,2%.

[0031] A l'inverse, lorsque le premier estimateur SOCoff est sous-estimé par rapport au deuxième estimateur SOCon fiable, c'est-à-dire s'il est inférieur, alors la différence E-SOC entre les deux estimateurs est considérée comme étant égale à 0 (étapes 140 et 150). Ainsi, par exemple, lorsque le boîtier BECB d'un véhicule détermine le premier estimateur SOCoff au moment de la coupure de la clé de contact à 62,5%, alors que 8 heures plus tard, le même boîtier recalé calcule un deuxième estimateur SOCon à 76%, alors le premier estimateur est dans ce cas erroné et sous-estimé de 13,5%. Dans ce cas, il est préférable de ne pas modifier la valeur de consigne, car cela reviendrait à l'abaisser pour tenir compte de la sous-estimation, et cela reviendrait donc à abaisser la tension de régulation U_{Reg} à appliquer aux bornes de la batterie. La charge de la batterie diminuerait alors plus qu'elle ne devrait, car l'unité de commande du moteur du véhicule croirait qu'elle est trop chargée alors qu'elle ne l'est pas. Cela impliquerait qu'au démarrage suivant, après recalage du BECB 10, il faudrait plus d'énergie pour la recharger ce qui entraînerait une augmentation de consommation de carburant. De plus, si la batterie reste trop longtemps à des charges faibles, elle risque de se sulfater et de tomber en panne, ce que l'on cherche justement à éviter.

[0032] De manière avantageuse, à l'étape 130, le module de supervision compare la différence E-SOC calculée entre les deux estimateurs à une valeur seuil SE. Ainsi, la valeur de consigne n'est modifiée que si l'erreur E-SOC sur le calcul du premier estimateur SOCoff dépasse cette valeur seuil SE. Cette valeur seuil peut par exemple être fixée à 5%.

[0033] Dans les autres cas, l'erreur ou la différence E-SOC entre les deux estimateurs est considérée comme nulle et n'est pas prise en compte, la valeur de consigne n'est alors pas modifiée (étape 150).

[0034] Par conséquent lorsque l'état de charge calculé par le BECB 10 à l'arrêt du moteur est erroné, le dispositif de préservation de l'état de charge permet de cycler la batterie pour limiter les risques de sulfatation, sans toutefois risquer de décharges batterie.

[0035] Il est à noter que le calcul du deuxième estimateur SOCon est avantageusement effectué sur un véhicule totalement endormi. En effet, l'écoute d'un autoradio, par exemple, pourrait faire baisser la charge de la batterie après la coupure de la clé de contact et augmenter l'erreur suite au réveil et donc augmenter la compensation d'erreur, alors qu'il n'y a peut-être pas d'anomalie de calcul sur le premier estimateur.

[0036] La Figure 3 illustre d'autres étapes du procédé de préservation de l'état de charge de la batterie qui ne sont déclenchées que lorsque le phénomène de sulfatation commence à apparaître aux électrodes, c'est-à-dire lorsqu'une baisse des performances de la batterie est détectée.

5 [0037] Lorsque la sulfatation apparaît on constate en effet que, malgré une petite différence entre la valeur de consigne C-SOC d'état de charge et le deuxième estimateur SOCon d'état de charge, correspondant à l'état de charge réel de la batterie, calculé lors du démarrage du moteur, le courant I_{batt} entrant dans la batterie reste faible par rapport à une valeur seuil de courant SI_{batt} attendue. Cette valeur seuil de courant SI_{batt} attendue
10 est donnée par au moins une cartographie C préétablie par les fabricants de batteries et préenregistrée par exemple dans le moyen de mémorisation 31 relié au module de supervision 30. Cette cartographie permet d'associer à chaque valeur d'état de charge SOC de la batterie, et pour une température de batterie T_{batt} donnée, une tension de charge U_{batt} à appliquer aux bornes de la batterie et un courant I_{batt} correspondant
15 entrant dans la batterie. Par conséquent, si malgré une tension de régulation U_{reg} de charge élevée appliquée aux bornes de la batterie, pour réguler la charge à une valeur de consigne C-SOC de charge, le courant I_{batt} reste faible et inférieur à une valeur seuil SI_{batt} attendue, cela signifie que la batterie subit un début de sulfatation.

[0038] Dans ce cas, le module de supervision 30 applique une stratégie de dé-sulfatation
20 poussée consistant à dissoudre le sulfate de plomb avant qu'il ne prenne la forme de gros cristaux. Avant de procéder, le module de supervision 30 s'assure que toutes les conditions pour appliquer une telle stratégie, sont réunies. Pour cela, à partir des valeurs mesurées de tension U_{batt} et courant I_{batt} aux bornes de la batterie, et de température T_{batt} de la batterie, qui lui sont communiquées soit directement par les capteurs 41, 42,
25 43, soit par le boîtier BECB10, il effectue différents contrôles. Un premier contrôle consiste à vérifier que la tension de charge U_{batt} appliquée aux bornes de la batterie est bien égale à la tension de régulation U_{Reg} associée à la valeur de consigne C-SOC d'état de charge déterminée par le module de supervision 30 (étape 200). Puis il vérifie que la température de la batterie est dans la bonne gamme de températures (étape 210). Une température
30 trop basse a en effet tendance à réduire le rendement de la réaction électrochimique aux électrodes, si bien que la charge de la batterie risque de ne pas être efficace. Lorsque la température est trop élevée, une surchauffe entraîne une détérioration de la batterie par évaporation de l'électrolyte et formation de cristaux de sulfate de plomb hydraté, ce que l'on cherche justement à éviter. Par conséquent, une température trop élevée risque aussi

de réduire l'efficacité de la charge. Pour avoir des réactions électrochimique optimum au sein de la batterie, il faut donc que la température de la batterie soit comprise dans une plage de température. Cette plage est en général comprise entre 0 et 50°C. Le module de supervision 30 vérifie ensuite que le moteur est bien en fonctionnement (étape 220) et que l'alternateur fonctionne correctement pour recharger la batterie.

[0039] L'étape suivante 230 consiste à comparer la différence entre la valeur de consigne C-SOC d'état de charge et le deuxième estimateur SOCon, calculé au démarrage, à une première valeur seuil S1 préenregistrée. Si cette valeur seuil S1 est atteinte, par exemple si le deuxième estimateur SOCon est inférieur de S1% (par exemple 5%) à la valeur de consigne C-SOC, alors un incrément de temps D1 est initialisé (étape 231) et incrémenté (233) pendant une première période SD1 (étape 234). Pendant cette période de temps SD1, le module de supervision 30 contrôle si le courant Ibatt entrant dans la batterie est positif et supérieur à la valeur seuil de courant Slbatt prédéterminée par les cartographies (étape 232). Si le courant entrant Ibatt est inférieur à la valeur seuil de courant Slbatt pendant toute la première période SD1, par exemple 10 minutes, alors un deuxième incrément de temps D2 est initialisé (240) et incrémenté (242) pendant une deuxième période SD2. Pendant cette deuxième période de temps SD2, la tension de charge Ubatt de la batterie est poussée à une valeur maximum Umax, par exemple de l'ordre de 15.2 V, correspondante à une valeur d'état de charge supérieure à la valeur de consigne C-SOC et ce, quel que soit la valeur d'état de charge SOC de la batterie. Cette surcharge de la batterie, commandée par le module de supervision 30, permet de regagner en état de charge et atteindre des valeurs d'état de charge comprise entre 90 et 100%, de préférence entre 97 et 100%. La période SD2 (étape 254) de surcharge peut atteindre 8h par exemple. Cette période est cumulable, c'est-à-dire que lors de l'arrêt du moteur, la stratégie et l'incrément temporel sont enregistrés en mémoire, puis repris au moment du redémarrage du moteur. Cependant, si le courant Ibatt atteint la valeur seuil Slbatt (étape 251) de détection de sulfatation avant la fin de la période SD2, et que le courant se maintient pendant une troisième période temporelle SD3 (étapes 250 à 253), par exemple 15 minutes, alors le module de supervision 30 commande l'abaissement de la tension de charge Ubatt de la batterie à la valeur U_{Reg} associée à la valeur de consigne C-SOC d'état de charge précédente (étape 255), afin de préserver la consommation de carburant.

[0040] De manière facultative, il est possible d'améliorer encore la prévention de la sulfatation en effectuant une correction de la régulation autour de la valeur de consigne C-

SOC. Pour cela, on peut utiliser un système de délestage de la batterie sur les accélérations du véhicule et un système de lestage de la batterie sur les décélérations du véhicule. Un tel système permet de cycler plus souvent la batterie en créant des pics de courant négatifs et positifs afin de dissoudre le sulfate de plomb qui peut apparaître quand la batterie est à faible charge ou à courant nul régulièrement et ainsi, de prévenir la sulfatation. De manière complémentaire encore, on peut créer des pics de tension, autour de la tension de régulation U_{Reg} , pour créer des pics de courant négatifs ou positifs qui permettent de dissoudre le sulfate de plomb susceptible d'apparaître quand la batterie est à faible charge ou à courant nul régulièrement. Cependant, dans ce cas, il faut trouver un bon compromis en jouant sur la tension de régulation, pour pouvoir cycler la batterie sans pour autant perturber la qualité du réseau de bord du véhicule.

[0041] Grâce au dispositif selon l'invention, toute détérioration prématurée de la batterie, due à des erreurs cumulées de régulation, est évitée. Le dispositif permet de prévenir la sulfatation de la batterie et de conserver un état de charge correct de la batterie, en adaptant régulièrement la tension de régulation aux bornes de la batterie, afin de compenser l'erreur de calcul de l'estimateur de charge restante du fait de la dérive du boîtier BECB. Le dispositif permet aussi de diagnostiquer le comportement de la batterie afin d'agir suffisamment tôt en cas de sulfatation, et de limiter ainsi les risques de pannes. Il permet enfin d'éviter les surconsommations dues d'une part, à l'excès de couple moteur pour compenser une perte de charge de la batterie et d'autre part, à l'inhibition du dispositif de « stop and start » lorsque l'état de charge de la batterie est trop faible.

Revendications :

1. Dispositif de préservation de l'état de charge d'une batterie (40) d'alimentation en énergie électrique d'un moteur thermique, ledit état de charge de la batterie étant régulé à une valeur de consigne (C-SOC) prédéterminée pendant le fonctionnement dudit moteur, ledit dispositif comprenant un boîtier (10) apte à calculer un premier estimateur (SOCoff) d'état de charge restant dans la batterie au moment de l'arrêt dudit moteur et un deuxième estimateur (SOCon) d'état de charge au moment du démarrage ultérieur dudit moteur, après une période (P) d'arrêt dudit moteur, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre:
 - un module de détermination d'erreur (20) apte à calculer une différence (E-SOC) entre ledit premier estimateur (SOCoff) et ledit deuxième estimateur (SOCon), et
 - un module de supervision (30), couplé au module de détermination d'erreur (20), apte à modifier ladite valeur de consigne (C-SOC) en lui ajoutant la différence (E-SOC) calculée, en valeur absolue, lorsque le premier estimateur (SOCoff) est supérieur au deuxième estimateur (SOCon).
2. Dispositif de préservation de l'état de charge d'une batterie selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un moyen de mémorisation (31) dans lequel est mémorisée au moins une cartographie (C) préétablie associant, à chaque valeur d'état de charge (SOC) et pour une température de batterie donnée, une tension de charge et un courant de charge.
3. Système motorisé comprenant un moteur thermique, une batterie (40) d'alimentation en énergie électrique dudit moteur thermique, un alternateur réversible apte à fonctionner en tant que démarreur ou en tant qu'alternateur pour recharger ladite batterie en lui appliquant une tension de régulation (Ureg) associée à une valeur de consigne (C-SOC) d'état de charge, ledit système étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif de préservation de l'état de charge de ladite batterie selon l'une des revendications 1 ou 2.
4. Véhicule automobile comprenant un dispositif de préservation de l'état de charge d'une batterie selon l'une des revendications 1 ou 2.
5. Procédé de préservation de l'état de charge d'une batterie (40) d'alimentation en énergie électrique d'un moteur thermique, ledit état de charge de la batterie étant

- régulé à une valeur de consigne (C-SOC) prédéterminée pendant le fonctionnement dudit moteur, ledit procédé consistant à calculer un premier estimateur d'état de charge (SOCoff) au moment de l'arrêt dudit moteur et un deuxième estimateur d'état de charge (SOCon) au moment du démarrage ultérieur dudit moteur, après une
- 5 période (P) d'arrêt dudit moteur, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :
- calculer une différence (E-SOC) entre les premier (SOCoff) et deuxième (SOCon) estimateurs et
 - lorsque le premier estimateur (SOCoff) est supérieur au deuxième estimateur
- 10 (SOCon), modifier ladite valeur de consigne (C-SOC) en lui ajoutant la valeur absolue de la différence (E-SOC) calculée entre les deux estimateurs.
6. Procédé de préservation de l'état de charge d'une batterie selon la revendication 5, caractérisé en ce que le calcul du deuxième estimateur (SOCon) d'état de charge est effectué après une période (P) d'arrêt du moteur supérieure ou égale à une période
- 15 seuil (SP).
7. Procédé de préservation de l'état de charge d'une batterie selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que la valeur de consigne (C-SOC) est modifiée lorsque la différence (E-SOC) calculée entre les premier et deuxième estimateurs d'état de charge est supérieure à une valeur seuil (SE).
- 20 8. Procédé de préservation de l'état de charge d'une batterie selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que ledit procédé comprend en outre les étapes suivantes : lorsque le deuxième estimateur (SOCon) d'état de charge est inférieur à ladite valeur de consigne (C-SOC) d'une valeur supérieure à une valeur seuil (S1) prédéterminée, et que le courant (Ibatt) entrant dans la batterie est inférieur
- 25 à une valeur seuil de courant (SIbatt) prédéterminée pendant une première période (SD1) prédéterminée, une tension de charge poussée (Umax) est appliquée aux bornes de la batterie, pendant une deuxième période prédéterminée (SD2), de façon à charger la batterie à une valeur d'état de charge poussée supérieure à ladite valeur de consigne (C-SOC).
- 30 9. Procédé de préservation de l'état de charge d'une batterie selon la revendication 6, caractérisé en ce que dès lors que le courant (Ibatt) mesuré aux bornes de la batterie atteint ladite valeur seuil de courant (SIbatt) prédéterminée et qu'il se maintient pendant une troisième période (SD3) prédéterminée, la tension appliquée aux bornes

de la batterie est rétablie à une tension de régulation (Ureg) associée à ladite valeur de consigne (C-SOC) d'état de charge.

10. Programme d'ordinateur comprenant des instructions de code de programme pour l'exécution des étapes du procédé selon l'une des revendications 5 à 9, lorsque le
- 5 programme est exécuté par un processeur.

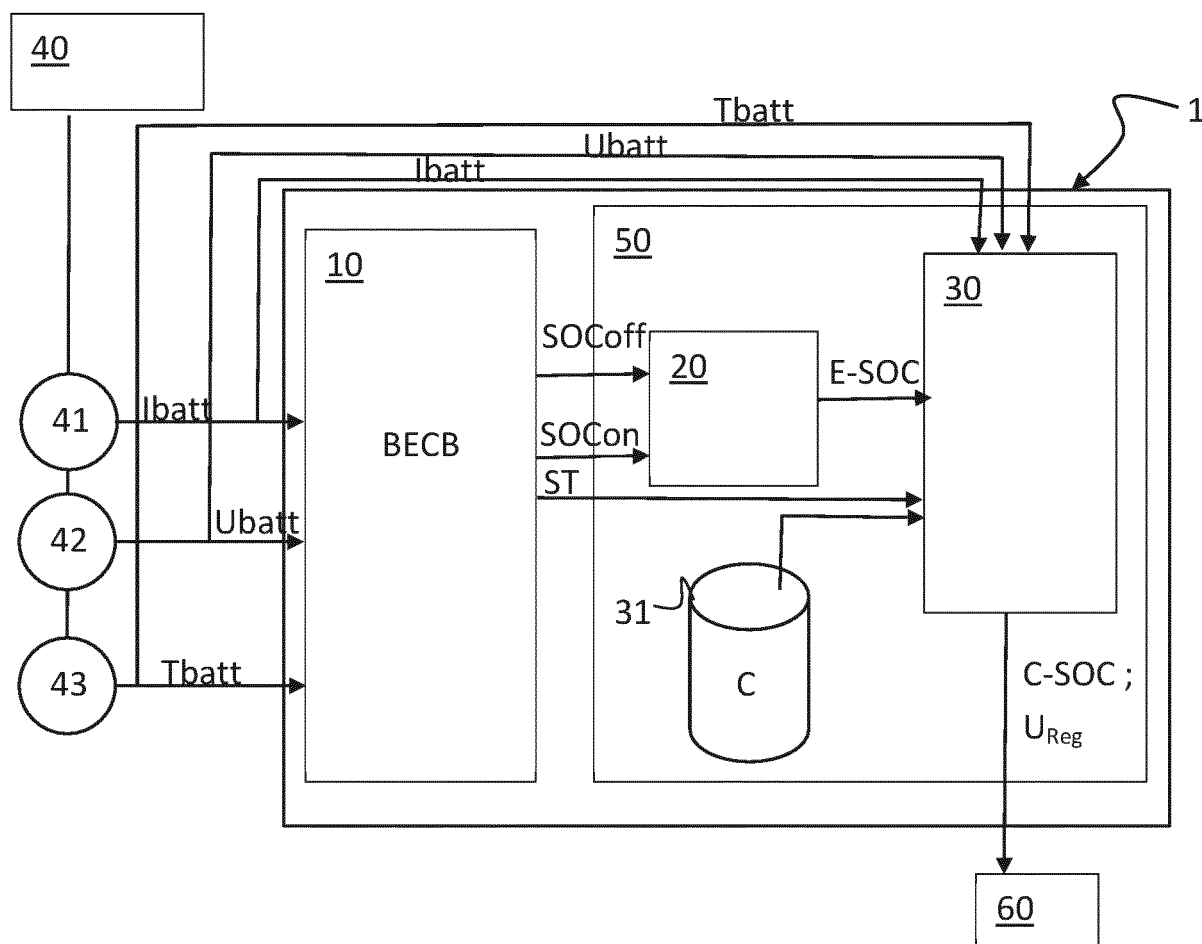


FIG. 1

2 / 3

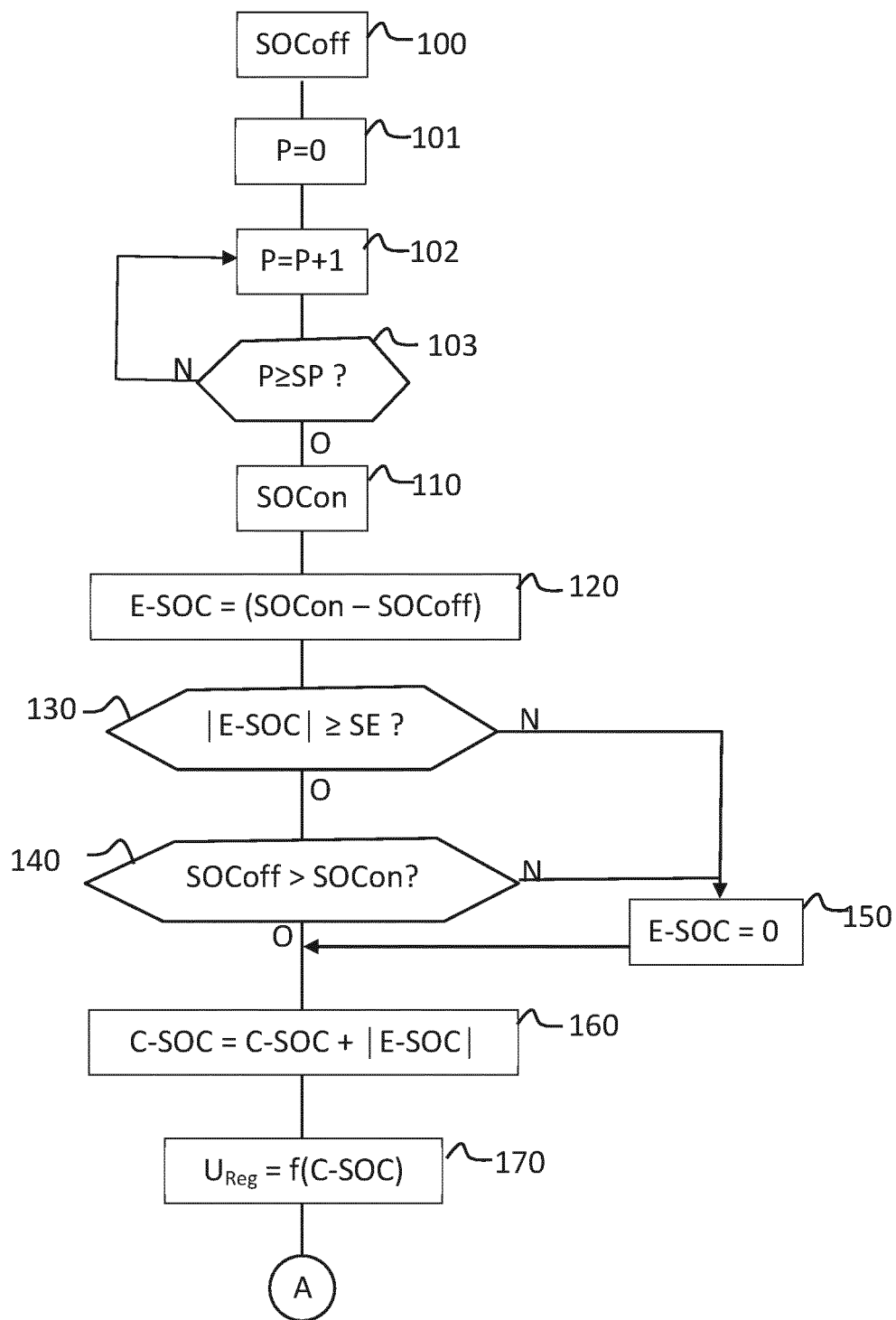


FIG. 2

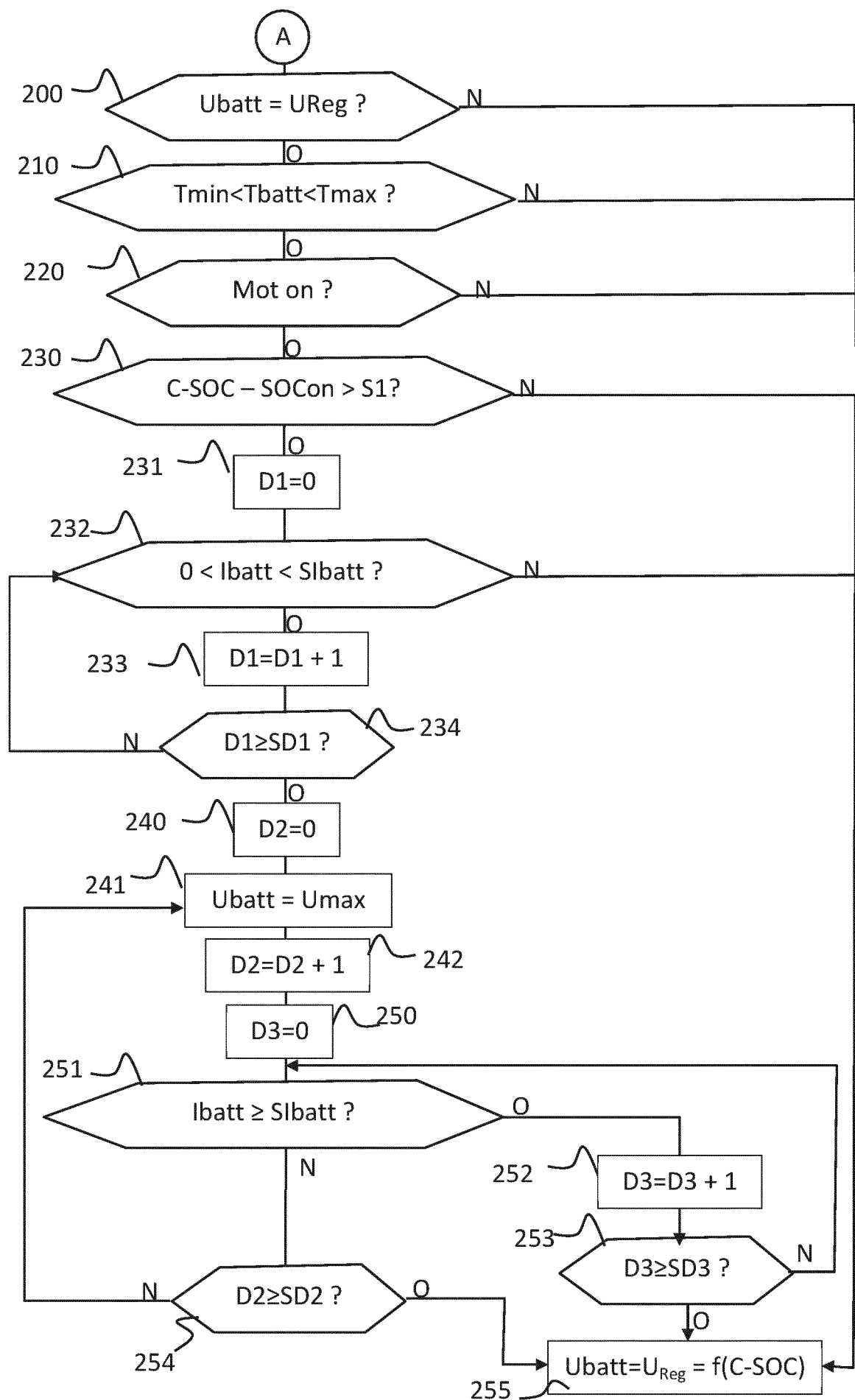


FIG. 3



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 774089
FR 1260859

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		
A	FR 2 972 029 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 31 août 2012 (2012-08-31) * alinéas [0024] - [0027], [0036] * -----	1,3-5	H01M10/42 H01M10/44 G01R31/36
A	WO 2012/069723 A2 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 31 mai 2012 (2012-05-31) * alinéas [0002] - [0005], [0011] - [0013] * -----	1,3-5,8	
A,D	US 7 634 369 B2 (LIM GYE-JONG [KR] ET AL) 15 décembre 2009 (2009-12-15) * le document en entier * -----	1,5	
A	US 2012/200298 A1 (ZHANG YILU [US] ET AL) 9 août 2012 (2012-08-09) * le document en entier * -----	1,3-5	
A	US 2008/150490 A1 (KOZIARA CHRISTOPHER RICHARD [US] ET AL) 26 juin 2008 (2008-06-26) * le document en entier * -----	1,3-5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B60L B60R H01M H02J F02N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
23 juillet 2013		Krieger, Philippe	
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 1260859 FA 774089**

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 **23-07-2013**

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
FR 2972029	A1	31-08-2012	AUCUN	
WO 2012069723	A2	31-05-2012	FR 2967824 A1	25-05-2012
			WO 2012069723 A2	31-05-2012
US 7634369	B2	15-12-2009	KR 20080033628 A	17-04-2008
			US 2008091363 A1	17-04-2008
US 2012200298	A1	09-08-2012	CN 102636756 A	15-08-2012
			DE 102012002279 A1	30-08-2012
			US 2012200298 A1	09-08-2012
US 2008150490	A1	26-06-2008	AUCUN	