

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 000 850

②1 N° d'enregistrement national : 13 50047

⑤1 Int Cl⁸ : H 02 J 7/14 (2013.01), G 01 R 31/36

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 04.01.13.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.07.14 Bulletin 14/28.

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.

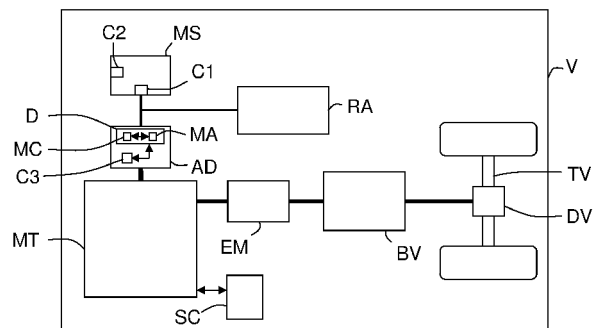
⑦2 Inventeur(s) : BRIAULT FRANCK.

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

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

⑤4 PROCÉDE ET DISPOSITIF DE CONTRÔLE D'UNE CONSIGNE INTERNE DE COURANT D'UN PRODUCTEUR
D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE PENDANT UN MODE DE FONCTIONNEMENT DÉGRADÉ.

⑤7 Un dispositif de contrôle (D) équipe un moyen de production (AD) d'énergie électrique couplé à des moyens de stockage (MS) d'énergie électrique et à un réseau (RA) d'alimentation d'organe(s) électrique(s). Ce dispositif (D) comprend des moyens d'analyse (MA) agencés, en cas d'impossibilité de réception d'une consigne externe représentative d'un courant devant être produit par le moyen de production (AD), pour déterminer une variation de tension moyenne aux bornes du moyen de production (AD) sur un intervalle temporel choisi, et des moyens de contrôle (MC) agencés pour déterminer une consigne interne de remplacement de cette consigne externe, propre à induire un courant moyen sensiblement nul dans les moyens de stockage (MS), en fonction de cette variation de tension moyenne déterminée.



FR 3 000 850 - A1



PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE CONTRÔLE D'UNE CONSIGNE INTERNE DE COURANT D'UN PRODUCTEUR D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE PENDANT UN MODE DE FONCTIONNEMENT DÉGRADÉ

5

L'invention concerne le contrôle du courant qui est produit par un équipement de production d'énergie électrique couplé à des moyens de stockage d'énergie électrique et à un réseau d'alimentation d'organe(s) électrique(s).

10

Certains systèmes, comme par exemple certains véhicules, éventuellement de type automobile, comprennent un réseau d'alimentation, parfois dit réseau de bord, servant à alimenter au moins un organe électrique consommateur d'énergie électrique. Cette énergie électrique est fournie par un moyen de production d'énergie, comme par exemple un alternateur ou un

15
15

alternateur-démarrateur, et par des moyens de stockage d'énergie électrique, comme par exemple une batterie (de servitude), par exemple de type 12 V ou 24 V, ou un stockeur électrochimique multicellulaire (par exemple de type Li-ion, Ni-MH ou Ni-Cd).

20

Comme le sait l'homme de l'art, dans un véhicule (notamment) la fourniture de l'énergie électrique peut se faire de façon contrôlée. Pour ce faire, on peut, par exemple, déterminer des consignes de tension variables qui, d'une part, minimisent la production d'énergie électrique dite « payante », du fait qu'elle est produite par l'alternateur à partir du couple qui est fourni par le moteur thermique (et donc résultant d'une consommation de carburant), et,

25
25

d'autre part, favorisent la production d'énergie électrique dite « gratuite », du fait qu'elle résulte de la récupération de l'énergie cinétique du véhicule dans les phases de décélération. Il est rappelé que dans ces phases de décélération, la tension de consigne de l'alternateur est augmentée de manière à induire un courant qui est propre à recharger les moyens de

30

stockage d'énergie électrique.

Ce mode de contrôle (en tension) s'avère avantageux lorsque l'alternateur ne peut pas recevoir la consigne « externe » de tension que l'on

veut qu'il applique, et donc lorsque l'on se retrouve dans un mode de fonctionnement dégradé. En effet, il est facile de revenir à une régulation locale en tension en générant dans l'alternateur une consigne « interne » qui est soit constante, soit simplement dépendante de la dernière température interne de fonctionnement de la batterie connue.

Cependant, ce mode de contrôle (en tension) présente plusieurs inconvénients lorsque le mode de fonctionnement n'est pas dégradé. En effet, il impose de fortes contraintes car la batterie doit être capable d'accepter des recharges avec d'importants transitoires de puissance et d'endurer des cyclages importants, et le réseau d'alimentation doit être capable de subir des variations de tension liées à la sollicitation de la batterie. Or, ces contraintes limitent beaucoup l'utilisation des batteries de servitude conventionnelles, et en particulier celles au plomb (Pb), du fait de leur faible tenue intrinsèque aux cyclages et de leur acceptation de charge très limitée qui nécessite, d'une part, une plage de tensions de régulation très large (ce qui s'avère défavorable pour le réseau de bord), et, d'autre part, un fonctionnement avec un état de charge (ou SOC (« State Of Charge »)) relativement éloigné de 100 % (ce qui va à l'encontre de leur utilisation standard, et nécessite de les sur-dimensionner). Par ailleurs, ce mode de contrôle pose un problème de stabilité lorsque les batteries de servitude sont au lithium (Li), et non au plomb. En effet, le courant qui est délivré par l'alternateur varie très fortement en fonction de la consigne de tension qui est appliquée à cet alternateur, ce qui rend la régulation de courant très instable, et très dépendante du point de fonctionnement de la batterie de servitude (défini par son état de charge et sa température de fonctionnement). Or, cela provoque des micro charges/décharges de la batterie qui dégradent son rendement global, et une mauvaise maîtrise du courant de recharge qui perturbe fortement la tension du réseau de bord.

Afin d'améliorer la situation, il a été proposé, dans la demande de brevet français déposée sous le numéro FR 1256170, de contrôler l'énergie électrique fournie à un réseau d'alimentation en pilotant le courant délivré par l'alternateur en fonction d'une consigne préétablie et du courant circulant dans la batterie. Ce mode de contrôle (en courant) s'avère beaucoup plus stable par rapport aux variations de charge du réseau d'alimentation, ne dépend pas des

variations de tension de la batterie et du type de batterie, et permet une gestion plus simple des phases de vie de lestage (récupération d'énergie ou charge de la batterie) et de délestage (accélération du véhicule ou décharge de la batterie).

5 Cependant, ce mode de contrôle (en courant) empêche le maintien de l'optimisation énergétique lorsque l'on se retrouve dans un mode de fonctionnement dégradé, par exemple du fait que l'alternateur ne peut pas recevoir la consigne « externe » de courant que l'on veut qu'il applique, ou que les moyens de contrôle externes qui sont en charge de la détermination de
10 cette consigne externe ne peuvent pas recevoir un paramètre indispensable, comme par exemple la mesure du courant circulant dans la batterie.

L'invention a donc pour but d'améliorer la situation lorsque le mode de fonctionnement devient dégradé et que le contrôle de la production d'énergie électrique se fait au moyen d'une consigne de courant.

15 Elle propose notamment à cet effet un procédé, destiné à contrôler un moyen de production d'énergie électrique couplé à des moyens de stockage d'énergie électrique et à un réseau d'alimentation d'organe(s) électrique(s), et consistant, en cas d'impossibilité de réception d'une consigne externe représentative d'un courant devant être produit par le moyen de production, à
20 déterminer, en fonction d'une variation de la tension moyenne aux bornes du moyen de production sur un intervalle temporel choisi, une consigne interne destinée à remplacer la consigne externe et propre à induire un courant moyen sensiblement nul dans les moyens de stockage, afin que l'état de charge de ces derniers soit sensiblement constant et que le réseau d'alimentation puisse
25 être alimenté en énergie de façon pérenne.

Ce mode de fonctionnement dégradé s'avère particulièrement simple et autonome du fait qu'il n'utilise que des valeurs de paramètres qui sont disponibles au niveau des moyens de production. Certes, cela ne permet plus
30 d'optimiser l'utilisation de l'énergie électrique, mais cela permet de maintenir l'intégrité des moyens de stockage et de continuer à utiliser le réseau d'alimentation sans risque de panne à court terme.

Le procédé de contrôle selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui peuvent être prises séparément ou en combinaison, et

notamment :

- on peut déterminer la consigne interne en fonction en outre de la dernière valeur connue d'au moins un paramètre de fonctionnement des moyens de stockage ;
- 5 ➤ chaque paramètre de fonctionnement peut être choisi parmi (au moins) l'état de charge des moyens de stockage et une température de fonctionnement des moyens de stockage ;
- l'intervalle temporel choisi peut présenter une durée comprise entre environ quelques dizaines de secondes et environ quelques minutes ;
- 10 ➤ on peut choisir dynamiquement un intervalle temporel qui présente une durée comprise soit entre environ deux dizaines de secondes et environ cinq dizaines de secondes en cas de détection d'une variation quasi-instantanée de la tension moyenne aux bornes du moyen de production, soit entre environ une minute et environ deux minutes en cas de
- 15 détection d'une variation lente de la tension moyenne aux bornes du moyen de production ;
- en cas de détection d'une augmentation lente de la tension moyenne aux bornes du moyen de production, on peut déterminer une nouvelle consigne interne strictement inférieure à la précédente consigne interne, et en cas de
- 20 détection d'une diminution lente de la tension moyenne aux bornes du moyen de production, on peut déterminer une nouvelle consigne interne strictement supérieure à la précédente consigne interne.

L'invention propose également un dispositif, destiné à équiper un moyen de production d'énergie électrique qui est couplé à des moyens de

25 stockage d'énergie électrique et à un réseau d'alimentation d'organe(s) électrique(s), et comprenant :

- des moyens d'analyse agencés, en cas d'impossibilité de réception d'une consigne externe représentative d'un courant devant être produit par le moyen de production, pour déterminer une variation de la tension moyenne
- 30 aux bornes du moyen de production sur un intervalle temporel choisi, et
- des moyens de contrôle agencés pour déterminer une consigne interne de remplacement de la consigne externe, propre à induire un courant moyen sensiblement nul dans les moyens de stockage, en fonction de cette

variation de tension moyenne déterminée.

Ces moyens de contrôle peuvent être également agencés pour déterminer chaque consigne interne en fonction en outre de la dernière valeur connue d'au moins un paramètre de fonctionnement des moyens de stockage.

5 En variante ou en complément, les moyens de contrôle peuvent être agencés pour déterminer soit une nouvelle consigne interne qui est strictement inférieure à la précédente consigne interne en cas de détection d'une augmentation lente de la tension moyenne aux bornes du moyen de production par les moyens d'analyse, soit une nouvelle consigne interne qui
10 est strictement supérieure à la précédente consigne interne en cas de détection d'une diminution lente de la tension moyenne aux bornes du moyen de production par les moyens d'analyse.

L'invention propose également un équipement de production d'énergie électrique, propre à être couplé à des moyens de stockage d'énergie
15 électrique et à un réseau d'alimentation d'organe(s) électrique(s), et comprenant un dispositif de contrôle du type de celui présenté ci-avant.

L'invention propose également un véhicule, éventuellement de type automobile, et comprenant des moyens de stockage d'énergie électrique, couplés à un réseau d'alimentation auquel sont couplés des organes
20 électriques, ainsi qu'un équipement de production d'énergie électrique du type de celui présenté ci-avant, et couplé aux moyens de stockage d'énergie électrique et au réseau d'alimentation.

On notera que cette invention concerne non seulement les batteries au lithium, mais également et notamment les batteries au plomb.

25 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 illustre schématiquement et fonctionnellement un véhicule comprenant un exemple de chaîne de transmission, un réseau
30 d'alimentation, un moyen de production d'énergie électrique équipé d'un exemple de réalisation d'un dispositif de contrôle selon l'invention, et des moyens de stockage d'énergie électrique,
- la figure 2 illustre schématiquement au sein d'un diagramme un premier

exemple de courbes d'évolution temporelle de l'état de charge (EC) des
moyens de stockage d'énergie électrique, du courant (I_{MS}) circulant dans les
moyens de stockage d'énergie électrique, de la tension (U_{AD}) aux bornes du
moyen de production d'énergie électrique, de la variation (ΔU_{AD}) de la
5 tension aux bornes du moyen de production d'énergie électrique, et du
courant (I_{AD}) circulant dans le moyen de production d'énergie électrique,
dans le cas d'une régulation en mode dégradé en présence d'une charge
des moyens de stockage d'énergie électrique, et

- la figure 3 illustre schématiquement au sein d'un diagramme un second
10 exemple de courbes d'évolution temporelle de l'état de charge (EC) des
moyens de stockage d'énergie électrique, du courant (I_{MS}) circulant dans les
moyens de stockage d'énergie électrique, de la tension (U_{AD}) aux bornes du
moyen de production d'énergie électrique, de la variation (ΔU_{AD}) de la
tension aux bornes du moyen de production d'énergie électrique, et du
15 courant (I_{AD}) circulant dans le moyen de production d'énergie électrique,
dans le cas d'une régulation en mode dégradé en présence d'un état de
charge stable des moyens de stockage d'énergie électrique suivi d'une
 Brusque augmentation de la charge du réseau d'alimentation.

L'invention a pour but de proposer un procédé de contrôle, et un
20 dispositif de contrôle D associé, destinés à contrôler, en présence d'un mode
de fonctionnement dégradé, un moyen de production d'énergie électrique AD
qui est couplé à des moyens de stockage d'énergie électrique MS et à un
réseau RA d'alimentation d'organe(s) électrique(s) au sein d'un système V.

Dans ce qui suit, on considère, à titre d'exemple non limitatif, que le
25 système V est un véhicule de type automobile. Il s'agit par exemple d'une
voiture. Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de système. Elle concerne
en effet tout type de système comprenant au moins un moteur (ou machine)
destiné(e), notamment, à entraîner un moyen de production d'énergie
électrique couplé au moteur, un réseau d'alimentation auquel sont couplés des
30 organes électriques, et des moyens de stockage d'énergie électrique couplés
au moyen de production d'énergie électrique et au réseau d'alimentation.
Ainsi, l'invention concerne notamment tout véhicule terrestre, maritime (ou
fluvial), ou aérien, et toute station fixe de production/stockage d'énergie

comprenant un générateur électromécanique (à entraînement éolien ou par turbine).

On a schématiquement représenté sur la figure 1 un véhicule (ou système) V comprenant une chaîne de transmission, un superviseur (ou calculateur) SC propre à superviser (ou gérer) le fonctionnement de la chaîne de transmission, un moyen (ou équipement) de production d'énergie électrique AD équipé d'un dispositif de contrôle D selon l'invention, des moyens de stockage d'énergie électrique MS de type basse tension ou très basse tension, et un réseau d'alimentation RA.

Le moyen (ou équipement) de production d'énergie électrique AD est, par exemple, une machine électrique constituant un alternateur ou un alerno-démarrreur. Il est couplé à la chaîne de transmission. On considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que le moyen de production d'énergie électrique AD est un alerno-démarrreur.

Les moyens de stockage d'énergie électrique MS sont chargés de stocker une partie au moins de l'énergie électrique produite par l'alerno-démarrreur AD à partir du couple qui est fourni par la chaîne de transmission. On considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que les moyens de stockage d'énergie électrique MS constituent une batterie de servitude au lithium (par exemple Li-ion), de type multicellulaire et par exemple de type 12 V ou 24 V. Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de batterie rechargeable. Elle concerne en effet également les batteries au plomb (Pb) ou de type Ni-MH ou encore de type Ni-Cd.

La chaîne de transmission comprend ici un moteur MT destiné à assurer les déplacements du véhicule V, un embrayage EM et une boîte de vitesses BV.

On considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que le moteur MT est de type thermique et donc consomme un carburant. Mais l'invention concerne également les véhicules de type dit « mild hybrides » (c'est-à-dire comportant un moteur thermique et au moins un moteur (ou machine) électrique servant de générateur). Ce moteur thermique MT comprend un vilebrequin (non représenté) qui est solidarisé fixement à un arbre moteur afin d'entraîner ce dernier en rotation, et couplé, éventuellement

via une roue libre, à l'alternateur-démarrateur AD qui est chargé, notamment, de le lancer afin de lui permettre de démarrer.

La boîte de vitesses BV comprend au moins un arbre d'entrée (ou primaire) et un arbre de sortie destinés à être couplés l'un à l'autre. L'arbre d'entrée est destiné à recevoir le couple moteur (ici thermique) via l'embrayage EM. L'arbre de sortie est destiné à recevoir le couple moteur via l'arbre d'entrée afin de le communiquer à l'arbre de transmission auquel il est couplé et qui est couplé indirectement aux roues d'un train TV (par exemple avant) du véhicule V, via un différentiel DV.

L'embrayage EM comprend notamment un volant moteur qui est solidarisé fixement à l'arbre moteur et un disque d'embrayage qui est solidarisé fixement à l'arbre d'entrée.

Le fonctionnement du moteur thermique MT est contrôlé par le superviseur SC qui peut se présenter sous la forme d'un calculateur (de préférence dédié).

Le réseau d'alimentation RA est ici un réseau de bord auquel sont couplés des organes électriques du véhicule V qui doivent être alimentés en basse tension fournie par l'alternateur-démarrateur AD ou la batterie (de servitude) MS.

Le véhicule V comprend un équipement chargé de contrôler les fonctionnements de la batterie MS et de l'alternateur-démarrateur AD en mode nominal (et donc lorsque le mode de fonctionnement n'est pas dégradé). Par exemple, et de préférence, ce contrôle peut consister à déterminer une première consigne externe qui est représentative du courant qui doit être produit par l'alternateur-démarrateur (ou moyen de production d'énergie) AD ou une seconde consigne externe qui est représentative d'un courant devant circuler dans la batterie (ou moyens de stockage) MS en fonction de la phase de vie demandée du véhicule (ou système) V, d'un point de fonctionnement demandé de la batterie MS et d'une mesure du courant circulant dans la batterie MS.

On entend ici par « point de fonctionnement » un point défini en fonction au moins d'un état de charge (ou SOC (« State Of Charge »)), d'un état de santé (ou SOH (« State Of Health »)) et d'une température de fonctionnement de la batterie MS.

Un tel contrôle (« externe » à l'alternateur-démarrateur AD) est décrit de façon détaillée dans la demande de brevet français déposée sous le numéro FR 1256170.

5 Comme indiqué plus haut, l'invention propose de mettre en œuvre au sein du véhicule (ou système) V un procédé de contrôle, destiné à contrôler le fonctionnement de l'alternateur-démarrateur AD lorsque le mode de fonctionnement est dégradé, et donc que l'alternateur-démarrateur AD ne peut pas recevoir sa (première) consigne externe de courant.

10 On notera que ce procédé de contrôle peut être mis en œuvre par le dispositif de contrôle D chaque fois que l'alternateur-démarrateur AD ne reçoit pas de consigne externe représentative du courant qu'il doit produire. Dans l'exemple de réalisation non limitatif illustré sur la figure 1, ce dispositif de contrôle D fait partie de l'alternateur-démarrateur AD. Il s'agit par exemple d'un calculateur. Par conséquent, ce dispositif de contrôle D peut être réalisé sous
15 la forme de modules logiciels (ou informatiques ou encore « software »), ou bien d'une combinaison de circuits électroniques (ou « hardware ») et de modules logiciels.

Le procédé de contrôle consiste à déterminer, en fonction d'une variation $\Delta U_{AD}(t)$ de la tension moyenne $U_{AD}(t)$ aux bornes de l'alternateur-démarrateur AD sur un intervalle temporel choisi, une consigne interne $I_{AD}(t)$,
20 destinée à remplacer la consigne externe non reçue et propre à induire un courant moyen I_{MS} sensiblement nul dans la batterie MS, afin que l'état de charge EC de cette dernière (MS) soit sensiblement constant (ou stable).

25 De préférence, chaque détermination de la consigne interne I_{AD} se fait en fonction également de la dernière valeur connue (par l'alternateur-démarrateur AD) d'au moins un paramètre de fonctionnement de la batterie MS. Parmi ces paramètres de fonctionnement on peut notamment citer l'état de charge EC de la batterie MS et la température de fonctionnement de la batterie MS.

30 Comme illustré, la batterie MS peut disposer d'un premier capteur C1 propre à mesurer sa température de fonctionnement interne. Dans ce cas, la fourniture de chaque mesure de température de fonctionnement interne peut se faire via le réseau de communication du véhicule V, et peut également servir à la protection interne des cellules dans le cas du lithium.

Egalement comme illustré, la batterie MS peut être équipée d'un deuxième capteur C2 chargé de mesurer le courant I_{MS} qui la traverse (entrant ou sortant). Chaque mesure de courant I_{MS} peut servir à l'estimation de l'état de charge (ou SOC) EC et aux protections internes des cellules dans le cas du lithium.

Pour mettre en œuvre le procédé, le dispositif (de contrôle) D comprend au moins des moyens d'analyse MA et des moyens de contrôle MC, comme illustré sur la figure 1. Plus précisément, les moyens d'analyse MA sont agencés, en l'absence de la consigne externe, pour déterminer une variation $\Delta U_{AD}(t)$ de la tension moyenne $UM_{AD}(t)$ aux bornes de l'alternodémarrreur AD sur un intervalle temporel choisi, et les moyens de contrôle MC sont agencés pour déterminer une consigne interne $I_{AD}(t)$ destinée à remplacer la consigne externe non reçue et propre à induire un courant moyen I_{MS} sensiblement nul dans la batterie MS, en fonction de cette variation de tension moyenne $\Delta U_{AD}(t)$ déterminée par les moyens d'analyse MA.

Les moyens d'analyse MA peuvent, par exemple, commencer par déterminer la tension moyenne UM_{AD} aux bornes de l'alternodémarrreur AD sur l'intervalle temporel choisi (entre des instants $t-T$ et t). Pour ce faire, ils peuvent, par exemple, calculer l'intégrale suivante :

$$UM_{AD}(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t U_{AD}(t) dt,$$

où T est la durée choisie de l'intervalle temporel de filtration (ou d'analyse) des mesures (instantanées) de tension $U_{AD}(t)$.

Comme illustré, l'alternodémarrreur AD est équipé d'un troisième capteur C3 chargé de mesurer la tension instantanée aux bornes du réseau d'alimentation RA, laquelle est ici considérée comme équivalente en moyenne à la tension instantanée $U_{AD}(t)$ aux pertes près dans les faisceaux électriques et sans tenir compte des ondulations transitoires de l'alternodémarrreur AD. Ainsi, lorsque le courant moyen I_{MS} est nul, l'état de charge EC reste quasi stable, et donc sur des constantes de temps T de plusieurs minutes (très courtes devant les constantes de temps thermiques) la tension moyenne $UM_{AD}(t)$ de l'alternodémarrreur AD est stable.

On notera que l'intervalle temporel $[t-T, t]$ est choisi de préférence en

fonction de l'effet de la consigne interne de courant $I_{AD}(t)$ sur l'état de charge EC de la batterie MS. Cela résulte du fait qu'une variation de la tension instantanée $U_{AD}(t)$ peut se faire selon deux constantes de temps T principales et :

- 5 - soit en réaction à une variation de charge transitoire du réseau d'alimentation RA. Dans ce cas, la tension instantanée $U_{AD}(t)$ va varier brusquement, ce qui nécessite de filtrer les mesures instantanées $U_{AD}(t)$ de façon à retenir leur valeur moyenne $U_{MAD}(t)$ sur un intervalle temporel d'une durée T égale à plusieurs dizaines de secondes, typiquement,
- 10 - soit en réaction à une variation lente de l'état de charge EC de la batterie MS. Dans ce cas, la tension instantanée $U_{AD}(t)$ va varier lentement, et donc l'analyse des mesures instantanées $U_{AD}(t)$ doit permettre de corriger la consigne de courant $I_{AD}(t)$ afin de revenir à des conditions permettant d'obtenir un courant I_{MS} de batterie MS quasi nul (et donc un retour à un état
- 15 de charge EC quasi stable). La durée T du filtrage des mesures instantanées $U_{AD}(t)$ peut alors dépasser la minute de façon à bien tenir compte des variations de la tension instantanée $U_{AD}(t)$ dues aux variations de l'état de charge EC.

Par conséquent, l'intervalle temporel peut présenter une durée
20 comprise entre environ quelques dizaines de secondes et environ quelques minutes (notamment dans le cas d'une batterie présentant une capacité de plusieurs ampères-heures).

Par exemple, on (les moyens d'analyse MA) peu(ven)t choisir dynamiquement un intervalle temporel qui présente une durée T comprise soit
25 entre environ deux dizaines de secondes et environ cinq dizaines de secondes en cas de détection d'une variation $\Delta U_{AD}(t)$ quasi-instantanée de la tension moyenne $U_{MAD}(t)$ aux bornes de la batterie MS, soit entre environ une minute et environ deux minutes en cas de détection d'une variation $\Delta U_{AD}(t)$ lente de la tension moyenne $U_{MAD}(t)$ aux bornes de la batterie MS.

30 Ensuite, les moyens d'analyse MA peuvent déterminer la variation $\Delta U_{AD}(t)$ de la tension moyenne $U_{MAD}(t)$ aux bornes de l'alternateur AD sur l'intervalle temporel $[t-T, t]$ qui a été choisi, conformément à la relation :

$$\Delta U_{AD}(t) = U_{MAD}(t) - U_{MAD}(t-T).$$

Par exemple, en cas de détection d'une augmentation lente de la tension moyenne $U_{AD}(t)$ aux bornes de l'alternateur-démarrreur AD, on (les moyens de contrôle MC) peu(ven)t déterminer une nouvelle consigne interne $I_{AD}(t)$ strictement inférieure à la précédente consigne interne $I_{AD}(t-1)$. Par ailleurs, en cas de détection d'une diminution lente de la tension moyenne $U_{AD}(t)$ aux bornes de l'alternateur-démarrreur AD, on (les moyens de contrôle MC) peu(ven)t déterminer une nouvelle consigne interne $I_{AD}(t)$ strictement supérieure à la précédente consigne interne $I_{AD}(t-1)$.

En d'autres termes :

- 10 - si $\Delta U_{AD}(t)$ est proche de la valeur nulle (0), on ne change pas la consigne interne (soit $I_{AD}(t) = I_{AD}(t-1)$),
- si $\Delta U_{AD}(t) > 0$, cela traduit une augmentation de la tension moyenne de la batterie MS (augmentation de l'état de charge EC ou diminution de la charge du réseau d'alimentation RA), et donc une production d'énergie par l'alternateur-démarrreur AD qui est supérieure aux besoins du réseau d'alimentation RA. La consigne interne doit donc être limitée d'autant, par exemple par intégration de l'erreur $-\Delta U_{AD}(t)$. On notera que la boucle de réaction en consigne interne I_{AD} doit avoir un temps de réponse du même ordre que celui de l'analyse filtrée des U_{AD} afin d'éviter les instabilités de régulation,
- 20 - si $\Delta U_{AD}(t) < 0$, cela traduit une diminution de la tension moyenne de la batterie MS (diminution de l'état de charge EC ou augmentation de la charge du réseau d'alimentation RA), et donc une production d'énergie par l'alternateur-démarrreur AD qui est inférieure aux besoins du réseau d'alimentation RA. La consigne interne doit donc être augmentée d'autant, par exemple par intégration de l'erreur $-\Delta U_{AD}(t)$.

Différentes situations de vie sont décrites ci-dessous.

Si la charge du réseau d'alimentation RA est constante et que l'on a comme condition initiale $I_{AD}(t) = I_{RA}(t)$ (où $I_{RA}(t)$ est le courant circulant dans le réseau d'alimentation RA à l'instant t), alors I_{MS} est sensiblement égal à zéro en moyenne et donc $U_{AD}(t)$ est stable, ce qui signifie que l'on n'a pas besoin de modifier la consigne interne I_{AD} (soit $I_{AD}(t) = I_{AD}(t-1)$).

Si la charge du réseau d'alimentation RA est constante et que l'on a comme condition initiale $I_{AD}(t) > I_{RA}(t)$, alors $I_{MS}(t) > 0$ et donc l'état de charge EC augmente et $U_{AD}(t)$ augmente lentement. Cette situation est schématiquement illustrée sur le premier diagramme de la figure 2. Le dispositif D détecte ici une variation $\Delta U_{AD}(t)$ de $U_{AD}(t)$, et diminue la consigne interne $I_{AD}(t)$ en conséquence (soit $I_{AD}(t) < I_{AD}(t-1)$), jusqu'à ce que l'on revienne à une situation dans laquelle $I_{AD}(t) = I_{RA}(t)$.

Si la charge du réseau d'alimentation RA est constante et que l'on a comme condition initiale $I_{AD}(t) < I_{RA}(t)$, alors on a $I_{MS}(t) < 0$ et donc l'état de charge EC diminue et $U_{AD}(t)$ diminue lentement. Le dispositif D détecte alors une variation $\Delta U_{AD}(t)$ de $U_{AD}(t)$, et augmente la consigne interne $I_{AD}(t)$ en conséquence (soit $I_{AD}(t) > I_{AD}(t-1)$), jusqu'à ce que l'on revienne à une situation dans laquelle $I_{AD}(t) = I_{RA}(t)$.

Si la charge du réseau d'alimentation RA varie de façon significative (sur une durée et une valeur suffisante pour affecter l'état de charge EC), cette variation sera détectée rapidement par l'analyse des tensions instantanées $U_{AD}(t)$. Deux cas peuvent alors survenir.

Le premier cas correspond à une situation dans laquelle la charge du réseau d'alimentation RA augmente. Dans ce cas, de façon immédiate si $I_{AD}(t)$ est constant, I_{MS} diminue instantanément, et donc $U_{AD}(t)$ diminue selon la constante de temps T de filtrage. Le dispositif D doit alors compenser cette diminution en augmentant la consigne interne $I_{AD}(t)$. Différents sous-cas peuvent se produire suivant les conditions initiales de charge.

Un premier sous-cas correspond à une condition initiale de stabilité de la batterie MS. Dans ce sous-cas, I_{MS} passe de la valeur nulle à une valeur négative, et donc le dispositif D doit augmenter la consigne interne $I_{AD}(t)$ (soit $I_{AD}(t) > I_{AD}(t-1)$), afin de faire revenir I_{MS} à la valeur nulle. Une situation de ce type est schématiquement illustrée sur le second diagramme de la figure 3. Plus précisément, dans ce second exemple illustré, la charge du réseau d'alimentation RA croit brusquement après avoir été stable. I_{MS} à une valeur initiale nulle et augmente très brusquement en valeur absolue, et donc $U_{AD}(t)$ diminue. Le dispositif D doit alors induire une compensation en augmentant

fortement la consigne interne $I_{AD}(t)$ (soit $I_{AD}(t) > I_{AD}(t-1)$), afin de faire revenir I_{MS} à la valeur nulle.

Un deuxième sous-cas correspond à une condition initiale de décharge de la batterie MS. Dans ce sous-cas, I_{MS} à une valeur négative et augmente en valeur absolue, et donc la diminution de $U_{AD}(t)$ est d'autant plus forte (en raison des effets cumulés de l'augmentation de charge du réseau d'alimentation RA et de la baisse de l'état de charge EC). Le dispositif D doit alors induire une compensation en augmentant plus fortement la consigne interne $I_{AD}(t)$ (soit $I_{AD}(t) > I_{AD}(t-1)$), afin de faire revenir I_{MS} à la valeur nulle.

Un troisième sous-cas correspond à une condition initiale de charge de la batterie MS. Dans ce sous-cas, I_{MS} à une valeur positive et diminue en valeur absolue. C'est le seul sous-cas où la compensation rapide de charge (par augmentation de la consigne interne $I_{AD}(t)$) éloigne dans un premier temps le point de fonctionnement de la batterie MS de son point d'équilibre, puis permet de revenir aux conditions d'équilibre en limitant la consigne interne $I_{AD}(t)$ du fait, dans un second temps, de l'augmentation induite de l'état de charge EC qui fait augmenter la tension $U_{AD}(t)$.

Le second cas correspond à une situation dans laquelle la charge du réseau d'alimentation RA diminue. Ce cas est exactement le symétrique du premier cas décrit ci-avant, le sous-cas le plus défavorable correspondant à la situation dans laquelle on a comme condition initiale une décharge de la batterie MS.

On peut constater que dans tous les cas et sous-cas décrits ci-avant, l'analyse de la variation $\Delta U_{AD}(t)$ de la tension moyenne $U_{MAD}(t)$ permet de réguler la consigne interne de courant $I_{AD}(t)$ de façon à revenir, plus ou moins rapidement selon les conditions initiales d'état de charge EC de la batterie MS, à une quasi stabilité de cet état de charge EC avec un courant moyen I_{MS} dans la batterie MS sensiblement nul.

L'invention permet donc d'assurer, malgré une perte d'information(s), un roulage sans risque de panne de batterie. Par ailleurs, si l'on peut faire l'hypothèse que pendant le roulage dans un mode de fonctionnement dégradé, la température de fonctionnement de la batterie MS a peu évolué, la stabilité

de la tension instantanée $U_{AD}(t)$ implique directement une stabilité de l'état de charge EC, ce qui permet de maintenir sans risque l'intégrité de la batterie MS. Par ailleurs, seule la variation dans le temps (T) de la tension moyenne $UM_{AD}(t)$ est utilisée dans la régulation, et à aucun moment la valeur absolue de cette tension moyenne $UM_{AD}(t)$, si bien que la mesure de la tension instantanée $U_{AD}(t)$ n'a pas besoin d'être très précise (seule la stabilité dans le temps de la mesure doit être garantie).

L'invention offre plusieurs avantages, parmi lesquels :

- 10 - le maintien d'un fonctionnement pérenne du réseau d'alimentation, et une intégrité complète des moyens de stockage d'énergie électrique, malgré la perte d'une fonction ne permettant plus de réaliser une régulation externe en courant de l'équipement de production d'énergie électrique,
- 15 - la mise en place d'un mode de fonctionnement dégradé pérenne, suite à une défaillance du système externe qui est chargé de la régulation en courant. Cela permet notamment de rendre moins sévères les niveaux de sécurité du système externe de régulation en courant, du fait que l'on évite désormais une panne immédiate.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de contrôle d'un moyen de production (AD) d'énergie électrique couplé à des moyens de stockage (MS) d'énergie électrique et à un réseau (RA) d'alimentation d'organe(s) électrique(s), caractérisé en ce qu'il consiste, en cas d'impossibilité de réception d'une consigne externe représentative d'un courant devant être produit par ledit moyen de production (AD), à déterminer, en fonction d'une variation d'une tension moyenne aux bornes dudit moyen de production (AD) sur un intervalle temporel choisi, une consigne interne de remplacement de ladite consigne externe, propre à induire un courant moyen sensiblement nul dans lesdits moyens de stockage (MS).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on détermine ladite consigne interne en fonction en outre d'une dernière valeur connue d'au moins un paramètre de fonctionnement desdits moyens de stockage (MS).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque paramètre de fonctionnement est choisi dans un groupe comprenant au moins un état de charge des moyens de stockage (MS) et une température de fonctionnement desdits moyens de stockage (MS).

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on choisit dynamiquement un intervalle temporel présentant une durée comprise soit entre environ deux dizaines de secondes et environ cinq dizaines de secondes en cas de détection d'une variation quasi-instantanée de ladite tension moyenne aux bornes du moyen de production (AD), soit entre environ une minute et environ deux minutes en cas de détection d'une variation lente de ladite tension moyenne aux bornes du moyen de production (AD).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'en cas de détection d'une augmentation lente de ladite tension moyenne aux bornes du moyen de production (AD) on détermine une nouvelle consigne interne strictement inférieure à une précédente consigne interne, et en cas de détection d'une diminution lente de ladite tension moyenne aux bornes du moyen de production (AD) on détermine une nouvelle consigne interne

strictement supérieure à une précédente consigne interne.

5 6. Dispositif de contrôle (D) pour un moyen de production (AD) d'énergie électrique couplé à des moyens de stockage (MS) d'énergie électrique et à un réseau (RA) d'alimentation d'organe(s) électrique(s), caractérisé en ce qu'il comprend i) des moyens d'analyse (MA) agencés, en cas d'impossibilité de réception d'une consigne externe représentative d'un courant devant être produit par ledit moyen de production (AD), pour déterminer une variation d'une tension moyenne aux bornes dudit moyen de production (AD) sur un intervalle temporel choisi, et ii) des moyens de contrôle
10 (MC) agencés pour déterminer une consigne interne de remplacement de ladite consigne externe, propre à induire un courant moyen sensiblement nul dans lesdits moyens de stockage (MS), en fonction de ladite variation de tension moyenne déterminée.

15 7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que lesdits moyens de contrôle (MC) sont agencés pour déterminer ladite consigne interne en fonction en outre d'une dernière valeur connue d'au moins un paramètre de fonctionnement desdits moyens de stockage (MS).

20 8. Dispositif selon l'une des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que lesdits moyens de contrôle (MC) sont agencés pour déterminer soit une nouvelle consigne interne strictement inférieure à une précédente consigne interne en cas de détection d'une augmentation lente de ladite tension moyenne aux bornes du moyen de production (AD) par lesdits moyens d'analyse (MA), soit une nouvelle consigne interne strictement supérieure à une précédente consigne interne en cas de détection d'une diminution lente de
25 ladite tension moyenne aux bornes du moyen de production (AD) par lesdits moyens d'analyse (MA).

30 9. Equipement (AD) de production d'énergie électrique, propre à être couplé à des moyens de stockage (MS) d'énergie électrique et à un réseau (RA) d'alimentation d'organe(s) électrique(s), caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de contrôle (D) selon l'une des revendications 6 à 8.

10. Véhicule (V) comprenant des moyens de stockage (MS) d'énergie électrique couplés à un réseau d'alimentation (RA) auquel sont couplés des organes électriques, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un équipement

de production d'énergie électrique (AD) selon la revendication 9, couplé auxdits moyens de stockage (MS) et audit réseau (RA).

1/2

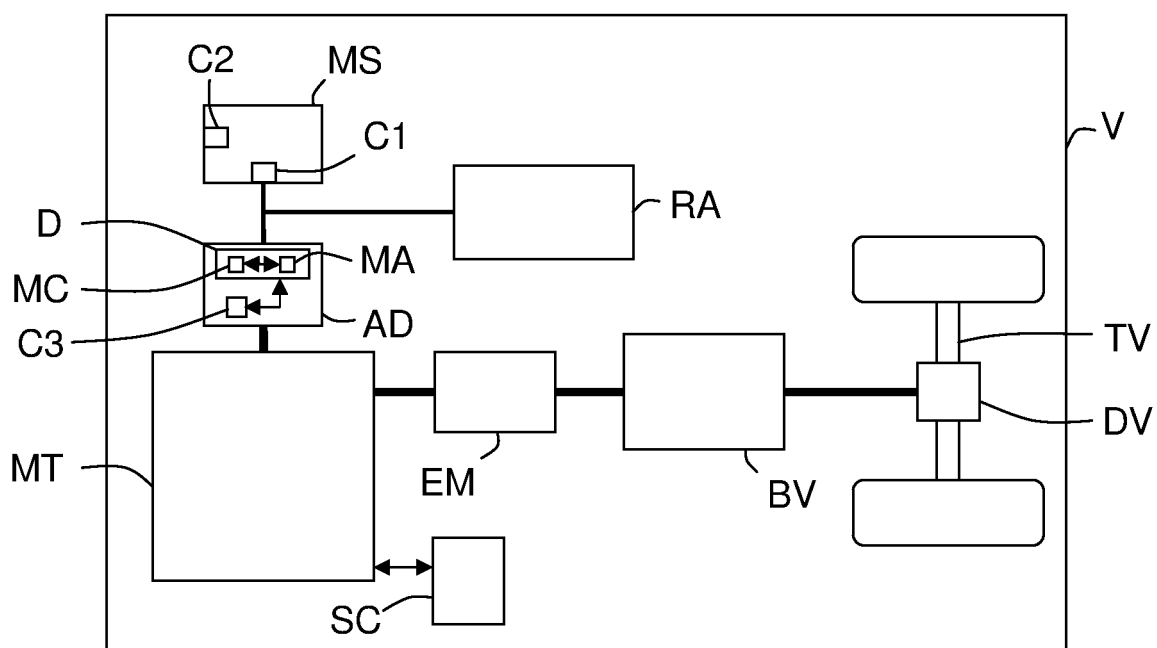


FIG.1

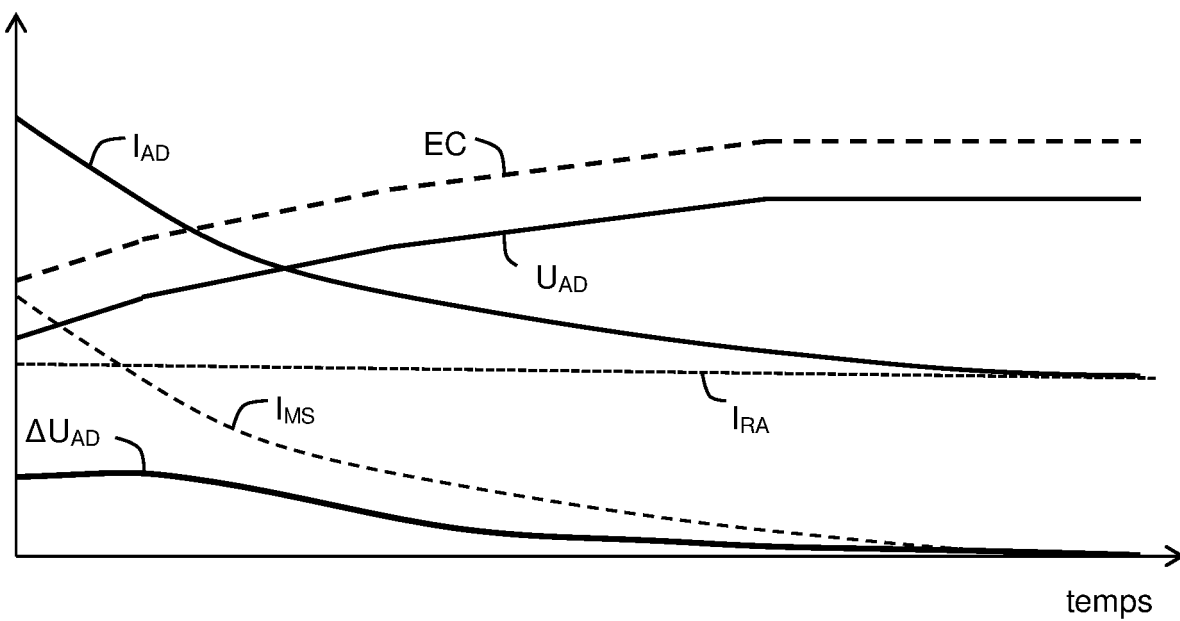


FIG.2

2/2

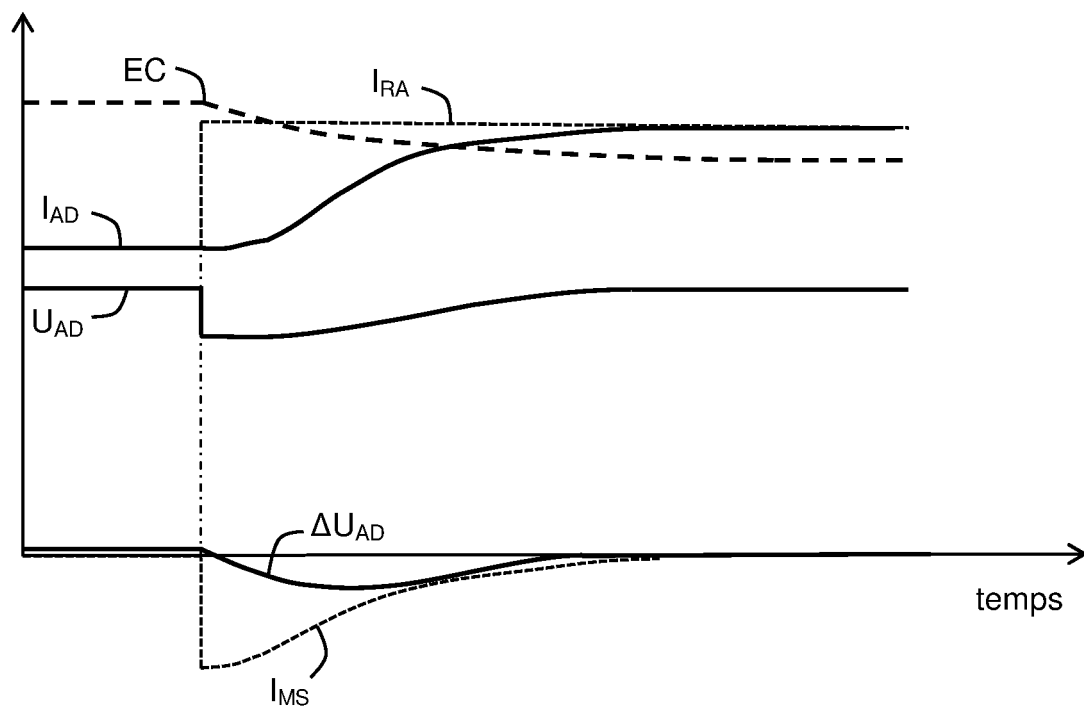


FIG.3


**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
N° d'enregistrement
national
 établi sur la base des dernières revendications
dépôtées avant le commencement de la recherche

 FA 777438
FR 1350047

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	WO 2012/049387 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]; CINNERI PATRICE [FR]; MALLET AURE) 19 avril 2012 (2012-04-19) * alinéas [0022], [0025]; revendications 1,2; figure 1 *	1-10	H02J7/14
A	US 4 418 310 A (BOLLINGER DAVID D [US]) 29 novembre 1983 (1983-11-29) * colonne 1, ligne 6 - colonne 2, ligne 14; figures 1-4 *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H02J
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 août 2013		Chaumeron, Bernard	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1350047 FA 777438**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **29-08-2013**

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
WO 2012049387 A1	19-04-2012	EP 2628234 A1	21-08-2013
		FR 2966294 A1	20-04-2012
		WO 2012049387 A1	19-04-2012

US 4418310 A	29-11-1983	CA 1196058 A1	29-10-1985
		US 4418310 A	29-11-1983
