

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 064 848

21 N° d'enregistrement national : 17 52877

51 Int Cl⁸ : H 02 M 1/088 (2017.01), H 02 J 7/00, B 60 L 11/18

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.04.17.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 05.10.18 Bulletin 18/40.

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 :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : RENAULT S.A.S Société par actions simplifiée — FR et NISSAN MOTOR CO. LIMITED — JP.

72 Inventeur(s) : KVIESKA PEDRO et MERIENNE LUDOVIC.

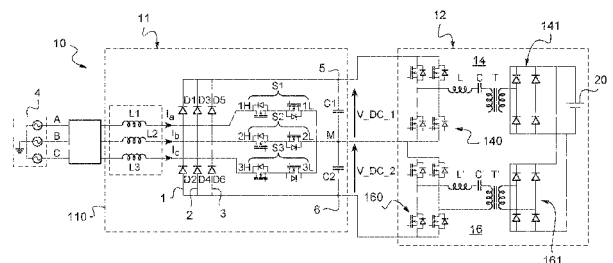
73 Titulaire(s) : RENAULT S.A.S Société par actions simplifiée, NISSAN MOTOR CO. LIMITED.

74 Mandataire(s) : RENAULT SAS.

54 PROCÉDE DE COMMANDE D'UN DISPOSITIF DE CHARGE EMBARQUE SUR UN VEHICULE ELECTRIQUE OU HYBRIDE.

57 Procédé de commande d'un dispositif de charge (10) de batterie (20), comprenant un étage redresseur (11) avec deux bus continu d'alimentation en sortie sur chacun desquels est connecté un condensateur (C1,C2), chaque condensateur étant couplé à un circuit convertisseur résonnant LLC (14,16) d'un étage convertisseur continu-continu (12), chaque circuit LLC comprenant un ensemble d'interrupteurs (140,160) connecté en entrée à l'un des condensateurs de sortie et en sortie en série à un circuit résonnant et au premier enroulement d'un transformateur, le deuxième enroulement du transformateur étant relié à un pont de diodes (141,161) relié à la batterie (20). Selon le procédé, pour chaque circuit LLC:

- on compare une mesure de tension aux bornes du condensateur à une tension de consigne,
- on fixe la fréquence de commutation dudit ensemble d'interrupteurs en fonction du signe de la différence entre la tension aux bornes du condensateur et la tension de consigne.



FR 3 064 848 - A1



Procédé de commande d'un dispositif de charge embarqué sur un véhicule électrique ou hybride

La présente invention concerne un procédé de commande d'un dispositif
5 de charge à entrée triphasée ou monophasée, comprenant un convertisseur
AC-DC (courant alternatif - courant continu) isolé. Un tel dispositif de charge est
particulièrement adapté pour une utilisation en tant que dispositif embarqué
dans un véhicule automobile électrique ou hybride.

Ces véhicules sont équipés de batteries électriques haute tension et
10 comprennent généralement des chargeurs embarqués, c'est-à-dire des
dispositifs de charge des batteries électriques qui sont montés directement sur
les véhicules. La fonction principale de ces dispositifs de charge est la recharge
des batteries à partir de l'électricité disponible sur le réseau de distribution
électrique. Ils assurent donc une conversion d'un courant alternatif en courant
15 continu. Les critères recherchés pour les dispositifs de charge, et tout
particulièrement pour les chargeurs embarqués, sont un rendement élevé, un
faible encombrement, une isolation galvanique, une bonne fiabilité, une sécurité
de fonctionnement, une faible émission de perturbations électromagnétiques, et
un faible taux d'harmoniques sur le courant d'entrée.

On connaît des dispositifs de charge à entrée triphasée, c'est-à-dire qui
20 sont capables de charger la batterie à partir d'un réseau d'alimentation
électrique triphasé et des dispositifs de charge à entrée monophasée, c'est-à-
dire qui sont capables de charger la batterie à partir d'un réseau d'alimentation
électrique monophasé. Les dispositifs de charge à entrée triphasée présentent
25 une puissance de charge supérieure relativement aux dispositifs de charge à
entrée monophasée, avec une puissance par exemple de 22kW. Pour la
connexion sur un réseau monophasé, plusieurs niveaux de puissance de
charge peuvent être demandés, jusqu'à par exemple 7kW.

La figure 1 illustre une topologie connue d'un dispositif de charge 10 isolé,
30 embarqué sur un véhicule électrique ou hybride pour la recharge de la batterie
haute tension 20 du véhicule à partir d'un réseau d'alimentation électrique 30
auquel le dispositif de charge embarqué 10 est connecté par l'intermédiaire de
l'impédance de ligne 40 du réseau.

Afin de mettre en œuvre la fonction de conversion AC-DC avec isolation galvanique, il est connu d'utiliser un dispositif de charge 10 comprenant un premier étage convertisseur AC-DC, qui comporte un circuit correcteur de facteur de puissance 11 (PFC, pour « Power factor Correction ») afin de limiter
5 les harmoniques de courant d'entrée et un deuxième étage convertisseur DC-DC (courant continu – courant continu) 12, pour assurer la régulation de la charge et également pour assurer la fonction d'isolation pour la sécurité d'utilisation. Un filtre d'entrée 13 est classiquement intégré en entrée du dispositif de charge embarqué 10, en amont du circuit PFC 11 par rapport au
10 réseau électrique 30.

Le circuit PFC 11 est géré par un contrôleur intégré (non représenté), qui analyse et corrige en temps réel l'allure du courant par rapport à la tension. Il en déduit les erreurs de forme par comparaison avec la sinusoïde redressée de la tension et il les corrige en contrôlant la quantité d'énergie grâce à un
15 découpage haute fréquence et un stockage d'énergie dans une inductance. Son rôle est plus précisément d'obtenir un courant non déphasé et le plus sinusoïdal possible en entrée de l'alimentation du chargeur.

Pour le circuit PFC, il est possible de mettre en œuvre un redresseur triphasé trois niveaux à trois interrupteurs, communément connu sous le nom
20 de redresseur triphasé de Vienne. Le choix de cette topologie est en effet particulièrement avantageux du point de vue des performances pour la correction de facteur de puissance.

En référence, à la figure 2, l'étage redresseur PFC 11 du type redresseur triphasé de Vienne 110 comprend trois connexions de phase entrantes
25 parallèles A, B, C couplées chacune à une phase d'un réseau d'alimentation électrique triphasé, et reliée chacune à une paire d'interrupteurs S1, S2, S3 formant un bras de commutation du redresseur triphasé de Vienne par l'intermédiaire d'une bobine d'inductance en série L1, L2, L3. Un filtre d'entrée 13 est disposé en amont des inductances L1, L2, L3 sur chaque phase.

30 Chaque paire d'interrupteurs S1, S2, S3 comprend un montage série constitué d'un premier interrupteur correspondant 1H, 2H, 3H, qui est piloté quand un courant d'entrée correspondant I_a , I_b , I_c est positif, et d'un second interrupteur correspondant 1L, 2L, 3L qui est piloté quand le courant d'entrée correspondant est négatif. Les interrupteurs sont formés par des composants

semi-conducteurs commandés à la fermeture et à l'ouverture, tel que par exemple des transistors MOS (acronyme anglais pour « Metal Oxide Semiconductor »), connectés en antiparallèle avec une diode. Les interrupteurs 1H, 2H, 3H sont également nommés interrupteurs haut et les interrupteurs 1L, 2L, 3L interrupteurs bas.

Le redresseur triphasé de Vienne comprend aussi trois branches parallèles 1, 2 et 3, comportant chacune deux diodes D1 et D2, D3 et D4 et D5 et D6, qui forment un pont triphasé à six diodes permettant de redresser le courant et la tension prélevés à partir d'un réseau d'alimentation électrique 4 triphasé. Chaque entrée du redresseur triphasé de Vienne est connectée, par une connexion entrante parallèle respective, à un point de connexion situé entre deux diodes d'une même branche 1, 2 et 3.

Les deux extrémités communes des branches 1, 2 et 3 constituent deux bornes de sorties 5 et 6, respectivement positive et négative, du redresseur triphasé de Vienne. Les bras de commutation S1, S2, S3 de chaque phase sont par ailleurs connectés chacun respectivement entre le point de connexion situé entre les deux diodes des première, deuxième et troisième branches 1, 2 et 3 et un point milieu M du redresseur triphasé. Un premier condensateur de sortie C1 est connecté entre le point milieu M et la borne de sortie positive 5 et un deuxième condensateur de sortie C2 est connecté entre le point milieu M et la borne de sortie négative 6 pour supporter des tensions de sortie respectivement V_DC_1 et V_DC_2 fournies en sortie du redresseur triphasé de Vienne, sur des bus continu d'alimentation respectifs reliant l'étage redresseur à l'étage convertisseur.

L'étage convertisseur DC-DC 12 connecté en sortie du redresseur triphasé de Vienne 110 est prévu pour évacuer l'énergie stockée dans les condensateurs C1, C2 vers la batterie 20. Il est composé de deux circuits DC-DC 14 et 16, connectés respectivement sur chaque condensateur de sortie C1, C2 de l'étage redresseur triphasé. La topologie retenue pour chaque circuit DC-DC 14, 16 composant l'étage convertisseur 12 est celle d'un convertisseur LLC résonant. Aussi, un premier convertisseur LLC résonant 14 est connecté entre le point haut du condensateur de sortie C1 et le point milieu M et un deuxième convertisseur LLC résonant 16 est connecté entre le point milieu M et le point bas du condensateur de sortie C2.

Plus précisément, le premier convertisseur LLC résonant 14 comprend un ensemble d'interrupteurs 140, tels que des transistors MOS, monté en pont complet, connecté en entrée entre le point haut du condensateur de sortie C1 et le point milieu M et en sortie, en série, à un circuit résonnant L, C et au primaire d'un transformateur T, le secondaire du transformateur étant relié à un pont de diodes 141, ce dernier étant relié à la batterie 20, éventuellement par l'intermédiaire d'un filtre de sortie. De la même façon, le deuxième convertisseur LLC résonant 16 comprend un ensemble d'interrupteurs 160, tels que des transistors MOS, monté en pont complet, connecté en entrée entre le point bas du condensateur de sortie C2 et le point milieu M et en sortie, en série, à un circuit résonnant L', C' et au primaire d'un transformateur T', le secondaire du transformateur étant relié à un pont de diodes 161, ce dernier étant également relié à la batterie 20, éventuellement par l'intermédiaire d'un filtre de sortie.

En termes de régulation, suivant l'état de l'art d'un tel dispositif de charge à deux niveaux avec l'étage redresseur PFC 11 et l'étage convertisseur DC-DC 12 comme illustré à la figure 2, la commande de l'étage redresseur PFC est prévue pour permettre de réguler la tension fournie à l'étage convertisseur DC-DC, et pour imposer une forme sinusoïdale au courant d'entrée. Le courant envoyé à l'étage convertisseur DC-DC est prévu pour être constant (avec une certaine valeur de fluctuation (« ripple » selon une terminologie anglo-saxonne)). La commande de l'étage convertisseur DC-DC 12 est quant à elle prévue pour permettre de réguler la tension de sortie du dispositif de charge. Ici, la tension de sortie est imposée. En effet, lorsque l'on recharge la batterie 20, la tension de batterie est imposée et varie en fonction de son état de charge, cela nécessite en temps réel que l'étage convertisseur DC-DC 12 régule la puissance envoyée à la charge. Pour ce faire, les circuits convertisseurs résonant LLC 14 et 16 composant l'étage convertisseur DC-DC 12, adaptent leur gain pour permettre de convertir la tension d'entrée, soit la tension sur les deux condensateurs de sortie C1, C2 de l'étage redresseur PFC vers la tension de batterie. Cette adaptation du gain se fait en faisant travailler les interrupteurs du pont complet associé au primaire à rapport cyclique fixe (50%) et fréquence variable.

Le document US 2016/0079862 fait connaître une méthode de régulation de la tension de sortie d'un convertisseur DC-DC de type LLC, suivant laquelle, dans un premier mode de commande, on ajuste la fréquence de commutation du pont d'interrupteurs en entrée du convertisseur LLC pour assurer une
5 tension de sortie comprise entre deux bornes, puis, lorsqu'une tension maximale est atteinte, dans un deuxième mode de commande, on ajuste le rapport de cyclique de commande des interrupteurs.

Ce document concerne donc la régulation de la tension en sortie d'un convertisseur DC-DC de type LLC, comme celui mis en œuvre dans le dispositif
10 de charge à deux niveaux illustré à la figure 2. Cependant, plutôt que d'asservir la tension de sortie du convertisseur DC-DC, il est fait le choix dans la présente demande d'asservir la tension d'entrée du convertisseur DC-DC, soient les tensions sur les condensateurs de sortie C1, C2 du redresseur PFC, par le convertisseur DC-DC. Autrement dit, nous partons du principe que la régulation
15 des tensions sur les condensateurs de sortie de l'étage redresseur PFC est réalisée par l'étage DC-DC, prévu pour évacuer l'énergie stockée dans ces condensateurs vers la batterie.

Aussi, dans ce contexte, il existe un besoin pour une stratégie de commande de l'étage convertisseur DC-DC permettant d'asservir à une valeur
20 constante la tension des condensateurs de sortie de l'étage redresseur PFC.

Conformément à l'invention, ce but est atteint par un procédé de commande d'un dispositif de charge d'une batterie de véhicule automobile, le dispositif de charge comprenant un étage redresseur assurant une fonction de correction de facteur de puissance, ledit étage redresseur étant connecté en
25 entrée à un réseau d'alimentation électrique et comportant deux bus continu d'alimentation en sortie sur chacun desquels est connecté un condensateur de sortie, chaque condensateur de sortie étant couplé en entrée à un circuit convertisseur résonant LLC d'un étage convertisseur continu-continu connecté à la batterie, chaque circuit convertisseur résonant LLC comprenant un
30 ensemble d'interrupteurs connecté en entrée à l'un des condensateurs de sortie de l'étage redresseur et en sortie en série à un circuit résonant et au premier enroulement d'un transformateur, le deuxième enroulement du transformateur étant relié à un pont de diodes relié à la batterie, ledit procédé étant caractérisé

en ce qu'il comprend les étapes suivantes, pour chaque circuit convertisseur résonant LLC :

5 - on compare une mesure de tension aux bornes du condensateur de sortie couplé en entrée du circuit convertisseur résonant LLC à une tension de consigne,

- on fixe la fréquence de commutation des interrupteurs dudit ensemble d'interrupteurs en fonction du signe de la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne.

10 Avantageusement, on détermine si la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne est supérieure à zéro, et

15 - si c'est le cas, on fixe la fréquence de commutation à une première valeur de fréquence adaptée à faire travailler les interrupteurs dudit ensemble de façon à transmettre l'énergie stockée dans le condensateur de sortie vers la batterie au moyen dudit circuit résonant LLC,

- sinon, on fixe la fréquence de commutation à une deuxième valeur de fréquence adaptée pour couper tout transfert d'énergie du condensateur de sortie vers la batterie.

20 De préférence, dans le cas où la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne est inférieure à zéro, on détermine si ladite différence est supérieure à un seuil, on fixe la fréquence de commutation à une troisième valeur de fréquence supérieure à ladite première valeur de fréquence (tant que ladite différence est supérieure à un seuil et on fixe la fréquence de commutation à ladite deuxième valeur de fréquence lorsque ladite différence devient inférieure audit seuil).

25 Avantageusement, ladite première valeur de fréquence correspond à la fréquence de résonance du circuit résonant LLC.

Avantageusement, ladite deuxième valeur de fréquence est la fréquence nulle.

30 De préférence, on effectue un contrôle d'hystérésis pour chaque transition de la fréquence de commutation.

L'invention concerne également un dispositif de commande d'un dispositif de charge d'une batterie de véhicule automobile, le dispositif de charge comprenant un étage redresseur assurant une fonction de correction de facteur

de puissance, ledit étage redresseur étant connecté en entrée à un réseau d'alimentation électrique et comportant deux bus continu d'alimentation en sortie sur chacun desquels est connecté un condensateur de sortie, chaque condensateur de sortie étant couplé en entrée à un circuit convertisseur résonant LLC d'un étage convertisseur continu-continu connecté à la batterie, chaque circuit convertisseur résonant LLC comprenant un ensemble d'interrupteurs connecté en entrée à l'un des condensateurs de sortie de l'étage redresseur et en sortie en série à un circuit résonant et au premier enroulement d'un transformateur, le deuxième enroulement du transformateur étant relié à un pont de diodes relié à la batterie, ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend un module de commande indépendant pour chaque circuit résonant LLC comprenant un moyen de comparaison adapté à recevoir une mesure de tension aux bornes du condensateur de sortie couplé en entrée du circuit convertisseur résonant LLC et une tension de consigne, le module de commande étant adapté à fixer la fréquence de commutation des interrupteurs dudit ensemble d'interrupteurs en fonction du signe de la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne.

Avantageusement, le module de commande comprend un moyen de détermination apte à fixer la fréquence de commutation à une première valeur de fréquence adaptée à faire travailler les interrupteurs dudit ensemble de façon à transmettre l'énergie stockée dans le condensateur de sortie vers la batterie au moyen dudit circuit résonant LLC si ladite différence est supérieure à zéro et à fixer la fréquence de commutation à une deuxième valeur de fréquence adaptée pour couper tout transfert d'énergie du condensateur de sortie vers la batterie si ladite différence est inférieure à zéro.

De préférence, lorsque la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne devient inférieure à zéro, le moyen de détermination est apte à fixer la fréquence de commutation à une troisième valeur de fréquence supérieure à ladite première valeur de fréquence tant que ladite différence est supérieure à un seuil et à fixer la fréquence de commutation à ladite deuxième valeur de fréquence lorsque ladite différence devient inférieure audit seuil.

L'invention concerne encore un véhicule automobile électrique ou hybride comprenant une batterie haute tension et un dispositif de charge embarqué apte à charger la batterie à partir d'un réseau d'alimentation électrique, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de commande tel que décrit ci-dessus.

D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description faite ci-après d'un mode de réalisation particulier de l'invention, donné à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux figures suivantes dans lesquelles :

- 10 - la figure 1 illustre de façon schématique une topologie connue d'un dispositif de charge de batterie destiné à être embarqué sur un véhicule automobile électrique ou hybride ;
- la figure 2 illustre de façon schématique un dispositif de charge à deux niveaux composé d'un redresseur triphasé de Vienne en entrée avec deux condensateurs de sortie, sur chacun desquels est connecté un convertisseur continu-continu de type convertisseur résonant LLC, et sur lequel est mis en œuvre le procédé de commande selon l'invention ;
- 15 - la figure 3 est un schéma illustrant la topologie de la commande en fréquence utilisée pour chaque circuit convertisseur résonant LLC de la figure 2.

La description qui suit sera faite en référence à la commande d'un seul circuit convertisseur résonant LLC de l'étage convertisseur DC-DC 12 de la figure 2, couplé à un seul condensateur de sortie, dans la mesure où la commande de l'autre circuit convertisseur résonant LLC constituant l'étage convertisseur DC-DC 12 sera identique.

Le circuit convertisseur résonant LLC comporte un pont de diodes couplé au secondaire du transformateur. Aussi, il n'est pas réversible. Autrement dit, le transfert de puissance ne peut se faire que de l'entrée vers la sortie du circuit convertisseur résonant LLC. Ainsi, la commande de ce circuit convertisseur résonant LLC peut permettre d'évacuer vers la batterie l'énergie stockée dans le condensateur auquel le circuit convertisseur résonant LLC est couplé en entrée, de sorte à diminuer la tension aux bornes de ce condensateur, mais par

contre, elle ne peut pas être adaptée pour permettre d'augmenter la tension aux bornes de ce condensateur.

Aussi, le principe de la commande sera d'adapter la fréquence de commutation du pont d'interrupteurs en entrée du circuit convertisseur résonant LLC, de façon à permettre de transférer vers la batterie l'énergie stockée dans le condensateur couplé en entrée du circuit convertisseur résonant LLC lorsque la tension mesurée aux bornes de ce condensateur est supérieure à une tension de consigne, et de ne pas le faire lorsque cette tension est inférieure à la tension de consigne. Dans ce dernier cas, où l'énergie du condensateur n'est pas évacuée par la commande du circuit convertisseur résonant LLC, le condensateur est chargé par l'étage redresseur PFC en amont. Autrement dit, la commande en fréquence du circuit convertisseur résonant LLC est telle qu'elle permet d'une part, de vider le condensateur couplé en entrée en évacuant l'énergie stockée dans celui-ci vers la batterie, quand l'écart entre la tension aux bornes de ce condensateur et la tension de consigne est positif et, d'autre part, de remplir le condensateur en n'évacuant pas d'énergie vers la batterie quand cet écart est négatif. De la sorte, la grandeur commandée, à savoir la tension aux bornes du condensateur de sortie de l'étage redresseur PFC couplé en entrée du circuit convertisseur résonant LLC, est toujours maintenue sensiblement autour de la tension de consigne grâce à la commande en fréquence du circuit convertisseur résonant LLC.

La figure 3 illustre la topologie de la commande en fréquence du circuit convertisseur résonant LLC selon les principes exposés ci-dessus.

Le dispositif de commande du circuit convertisseur résonant LLC, destiné à asservir la tension du condensateur de sortie de l'étage redresseur couplé en entrée du circuit convertisseur résonant LLC, est par exemple mis en œuvre par un microcontrôleur équipé d'un comparateur 50. Le condensateur de sortie de l'étage redresseur PFC associé au circuit convertisseur résonant LLC est couplé à un moyen de mesure de la tension aux bornes du condensateur. La mesure de la tension V_{DC} aux bornes du condensateur de sortie est fournie à une entrée du comparateur 50 dont l'autre entrée est reliée à une tension de consigne V_{DC_REF} de la régulation. Le signal de sortie du comparateur 50 est un signal indicatif de la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et cette tension de consigne. Le microcontrôleur

exploite le signal de différence généré par le comparateur 50 pour fixer la fréquence de commutation f_{commande} des interrupteurs de l'ensemble d'interrupteurs couplé au primaire du circuit convertisseur résonant LLC concerné, en fonction notamment du signe de cette différence.

5 Pour ce faire, le signal de différence est fourni à un premier moyen de décision 51 comprenant une bascule, destiné à décider du signe de cette différence. Si cette différence est supérieure à zéro, autrement dit tant que la tension aux bornes du condensateur de sortie de l'étage redresseur couplé en entrée du circuit convertisseur résonant LLC est supérieure à la tension de
10 consigne, un moyen de détermination 52 fixe la fréquence de commutation f_{commande} à une première valeur de fréquence $f_{\text{puissance}}$, qui est adaptée à faire travailler les interrupteurs de l'ensemble d'interrupteurs couplé au primaire du circuit convertisseur résonant LLC de façon à transmettre l'énergie stockée dans le condensateur de sortie vers la batterie. Autrement dit, on
15 applique une fréquence de commutation $f_{\text{puissance}}$ apte à transmettre de la puissance à la batterie. On fixe cette fréquence de commutation $f_{\text{puissance}}$ des interrupteurs à la fréquence de résonance du circuit convertisseur résonant LLC.

Par contre, si la différence entre la mesure de la tension aux bornes du
20 condensateur de sortie et la tension de consigne est inférieure à zéro, on peut choisir de fixer en tant que fréquence de commutation f_{commande} , une deuxième valeur de fréquence, dite fréquence de coupure f_{coupure} , potentiellement égale à zéro, de façon à ne pas transmettre d'énergie à la batterie.

25 On fixe donc la fréquence de commutation $f_{\text{puissance}}$ comme étant la fréquence de résonance du circuit convertisseur lorsque la mesure de la tension aux bornes du condensateur est supérieure à la tension de consigne et on coupe la transmission de puissance vers la batterie via la commande en fréquence à f_{coupure} lorsque la mesure est inférieure à la tension de
30 consigne.

Toutefois, selon un mode de réalisation préféré, si la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne est inférieure à zéro, un deuxième moyen de décision 53 intervient, qui est destiné à décider si cette différence inférieure à zéro est néanmoins

supérieure à un seuil prédéfini seuil_bas (i.e. cette différence en valeur absolue est inférieure au seuil prédéfini seuil_bas). Si tel est le cas, le moyen de détermination 52 fixe la fréquence de commutation $f_commande$ à une troisième valeur de fréquence f_bas prévue pour transmettre un peu de puissance et ce, tant que la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne est supérieure à ce seuil. Pour la valeur de fréquence f_bas , on choisit préférentiellement une fréquence de commutation apte à générer en sortie du circuit convertisseur une tension légèrement inférieure à la tension de batterie. Cela présente l'avantage de générer une commande qui a une plus petite excursion fréquentielle et de garder les éléments du circuit convertisseur magnétisés.

Par contre, si la tension aux bornes du condensateur de sortie continue de chuter, autrement dit si la deuxième valeur de fréquence f_bas fixée en tant que fréquence de commutation ne suffit pas à stopper le flux de puissance, lorsque la différence entre cette tension et la tension de consigne devient inférieure au seuil prédéfini seuil_bas , on fixe la fréquence de commutation $f_commande$ à la deuxième valeur de fréquence $f_coupure$, soit la fréquence nulle, de façon à interrompre complètement l'envoi de puissance à la batterie et à limiter de plus la consommation du circuit convertisseur.

Ce dernier mode de réalisation consiste donc à envoyer un peu de puissance à la batterie lorsque la tension aux bornes du condensateur de sortie baisse, via la commande en fréquence qui fixe la fréquence de commutation du circuit convertisseur à f_bas , avant de couper complètement l'envoi de puissance, via la commande en fréquence qui fixe la fréquence de commutation à $f_coupure$. La fréquence de commutation f_bas permet avantageusement d'assurer la continuité du courant envoyé à la batterie avant la coupure.

On effectue en outre un contrôle d'hystérésis pour chacune des transitions de la fréquence de commutation $f_commande$. Le contrôle d'hystérésis est réalisé en comparant la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne à des valeurs de seuil d'hystérésis pour chaque transition. Par exemple, pour la comparaison par rapport à zéro, mise en œuvre par le moyen de décision 51, on bascule vers le niveau logique haut lorsque le signal de différence est à +5V pour la commande en fréquence de $f_puissance$ et on bascule vers le niveau logique bas lorsque

le signal de différence est à -5V pour la commande en fréquence de f_{coupure} ou f_{bas} . Pour la comparaison par rapport au seuil prédéfini $\text{seuil}_{\text{bas}}$, mise en œuvre par le moyen de décision 53, on bascule vers le niveau logique haut lorsque le signal de différence est à -10V pour la commande en fréquence de f_{bas} et on bascule vers le niveau logique bas lorsque le signal de différence est à -15V pour la commande en fréquence de f_{coupure} .

A titre d'exemple, soit le point de fonctionnement suivant défini par une tension de consigne fixée à 450V, une tension de batterie égale à 350V et une puissance de charge à 7 KW, on peut utiliser les valeurs suivantes pour le réglage des différentes valeurs de fréquence de commutation f_{commande} de l'ensemble de commutateurs en entrée du circuit redresseur résonant LLC :

$$f_{\text{puissance}} = 55 \text{ KHz}$$

$$f_{\text{bas}} = 90 \text{ KHz}$$

$$f_{\text{coupure}} = 0 \text{ Hz.}$$

La commande du circuit redresseur nécessite seulement trois valeurs de fréquence qui sont utilisées pour chaque point de fonctionnement.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de commande d'un dispositif de charge (10) d'une batterie (20) de véhicule automobile, le dispositif de charge comprenant un étage redresseur (11) assurant une fonction de correction de facteur de puissance, ledit étage redresseur étant connecté en entrée à un réseau d'alimentation électrique et comportant deux bus continu d'alimentation en sortie sur chacun desquels est connecté un condensateur de sortie (C1, C2), chaque condensateur de sortie étant couplé en entrée à un circuit convertisseur résonant LLC (14, 16) d'un étage convertisseur continu-continu (12) connecté à la batterie, chaque circuit convertisseur résonant LLC (14, 16) comprenant un ensemble d'interrupteurs (140, 160) connecté en entrée à l'un des condensateurs de sortie (C1, C2) de l'étage redresseur (11) et en sortie en série à un circuit résonant (L, C) et au premier enroulement d'un transformateur (T), le deuxième enroulement du transformateur étant relié à un pont de diodes (141) relié à la batterie (20), ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes, pour chaque circuit convertisseur résonant LLC :

- on compare une mesure de tension (V_{DC}) aux bornes du condensateur de sortie couplé en entrée du circuit convertisseur résonant LLC à une tension de consigne (V_{DC_REF}),

- on fixe la fréquence de commutation ($f_{commande}$) des interrupteurs dudit ensemble d'interrupteurs en fonction du signe de la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que

- on détermine si la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne est supérieure à zéro,

- si c'est le cas, on fixe la fréquence de commutation à une première valeur de fréquence ($f_{puissance}$) adaptée à faire travailler les interrupteurs dudit ensemble de façon à transmettre l'énergie stockée dans le condensateur de sortie vers la batterie au moyen dudit circuit résonant LLC, et

- sinon, on fixe la fréquence de commutation à une deuxième valeur de fréquence (f_{coupure}) adaptée pour couper tout transfert d'énergie du condensateur de sortie vers la batterie.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que dans le cas
5 où la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne devient inférieure à zéro, on fixe la fréquence de commutation à une troisième valeur de fréquence (f_{bas}) supérieure à ladite première valeur de fréquence ($f_{\text{puissance}}$) tant que ladite différence est supérieure à un seuil ($\text{seuil}_{\text{bas}}$) et on fixe la fréquence de commutation à
10 ladite deuxième valeur de fréquence (f_{coupure}) lorsque ladite différence devient inférieure audit seuil.

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que ladite première valeur de fréquence ($f_{\text{puissance}}$) correspond à la fréquence de résonance du circuit résonant LLC.

15 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que ladite deuxième valeur de fréquence (f_{coupure}) est la fréquence nulle.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on effectue un contrôle d'hystérésis pour chaque transition
20 de la fréquence de commutation.

7. Dispositif de de commande d'un dispositif de charge (10) d'une batterie (20) de véhicule automobile, le dispositif de charge comprenant un étage redresseur (11) assurant une fonction de correction de facteur de puissance, ledit étage redresseur étant connecté en entrée à un réseau
25 d'alimentation électrique et comportant deux bus continu d'alimentation en sortie sur chacun desquels est connecté un condensateur de sortie (C1, C2), chaque condensateur de sortie étant couplé en entrée à un circuit convertisseur résonant LLC (14, 16) d'un étage convertisseur continu-continu (12) connecté à la batterie, chaque circuit convertisseur résonant LLC (14, 16) comprenant un
30 ensemble d'interrupteurs (140, 160) connecté en entrée à l'un des condensateurs de sortie (C1, C2) de l'étage redresseur (11) et en sortie en série à un circuit résonant (L, C) et au premier enroulement d'un transformateur (T), le deuxième enroulement du transformateur étant relié à un pont de diodes (141) relié à la batterie (20), ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il

comprend un module de commande indépendant pour chaque circuit résonant LLC comprenant un moyen de comparaison (50) adapté à recevoir une mesure de tension (V_{DC}) aux bornes du condensateur de sortie couplé en entrée du circuit convertisseur résonant LLC et une tension de consigne (V_{DC_REF}), le module de commande étant adapté à fixer la fréquence de commutation ($f_{commande}$) des interrupteurs dudit ensemble d'interrupteurs en fonction du signe de la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le module de commande comprend un moyen de détermination (52) apte à fixer la fréquence de commutation à une première valeur de fréquence ($f_{puissance}$) adaptée à faire travailler les interrupteurs dudit ensemble de façon à transmettre l'énergie stockée dans le condensateur de sortie vers la batterie au moyen dudit circuit résonant LLC si ladite différence est supérieure à zéro et à fixer la fréquence de commutation à une deuxième valeur de fréquence ($f_{coupure}$) adaptée pour couper tout transfert d'énergie du condensateur de sortie vers la batterie si ladite différence est inférieure à zéro.

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que, lorsque la différence entre la mesure de la tension aux bornes du condensateur de sortie et la tension de consigne devient inférieure à zéro, le moyen de détermination (52) est apte à fixer la fréquence de commutation à une troisième valeur de fréquence (f_{bas}) supérieure à ladite première valeur de fréquence ($f_{puissance}$) tant que ladite différence est supérieure à un seuil ($seuil_{bas}$) et à fixer la fréquence de commutation à ladite deuxième valeur de fréquence ($f_{coupure}$) lorsque ladite différence devient inférieure audit seuil.

10. Véhicule automobile électrique ou hybride comprenant une batterie haute tension et un dispositif de charge embarqué apte à charger la batterie à partir d'un réseau d'alimentation électrique, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications 7 à 9.

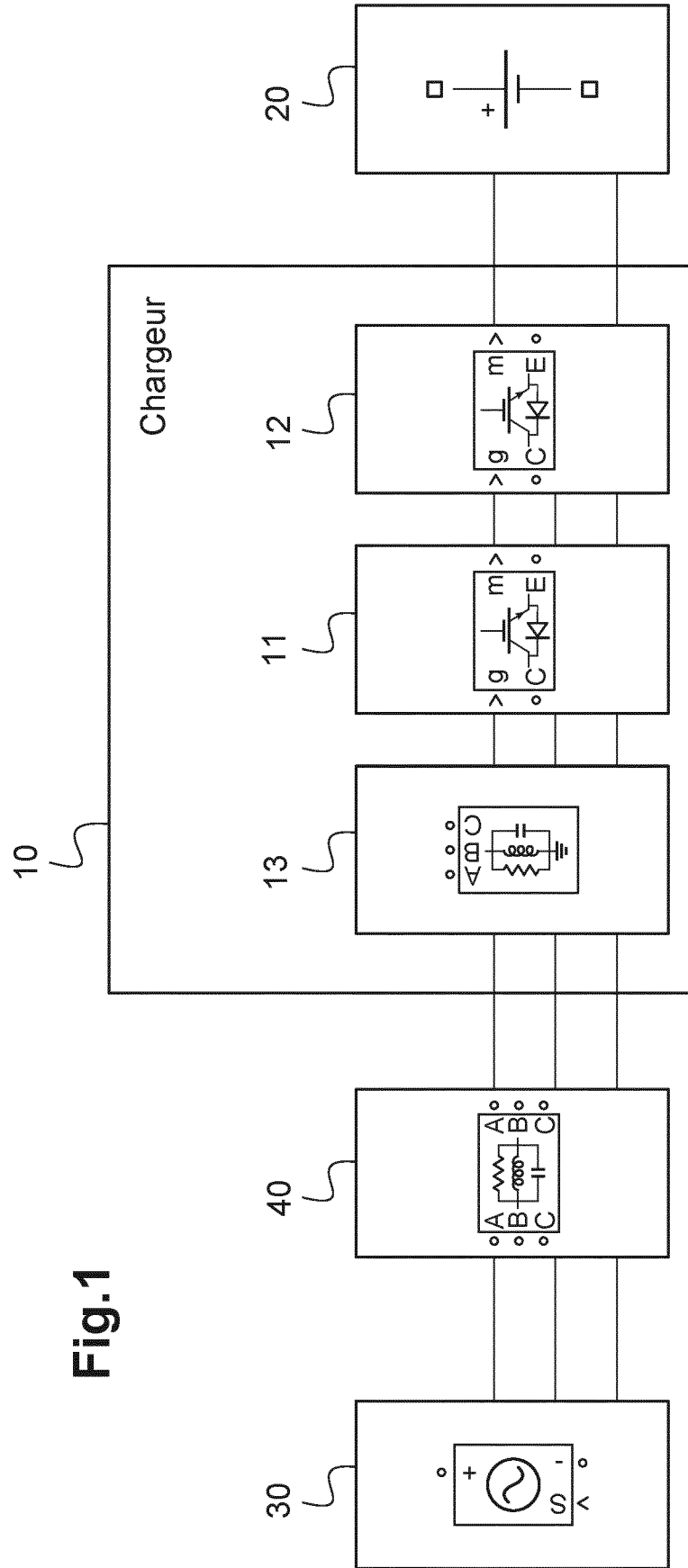
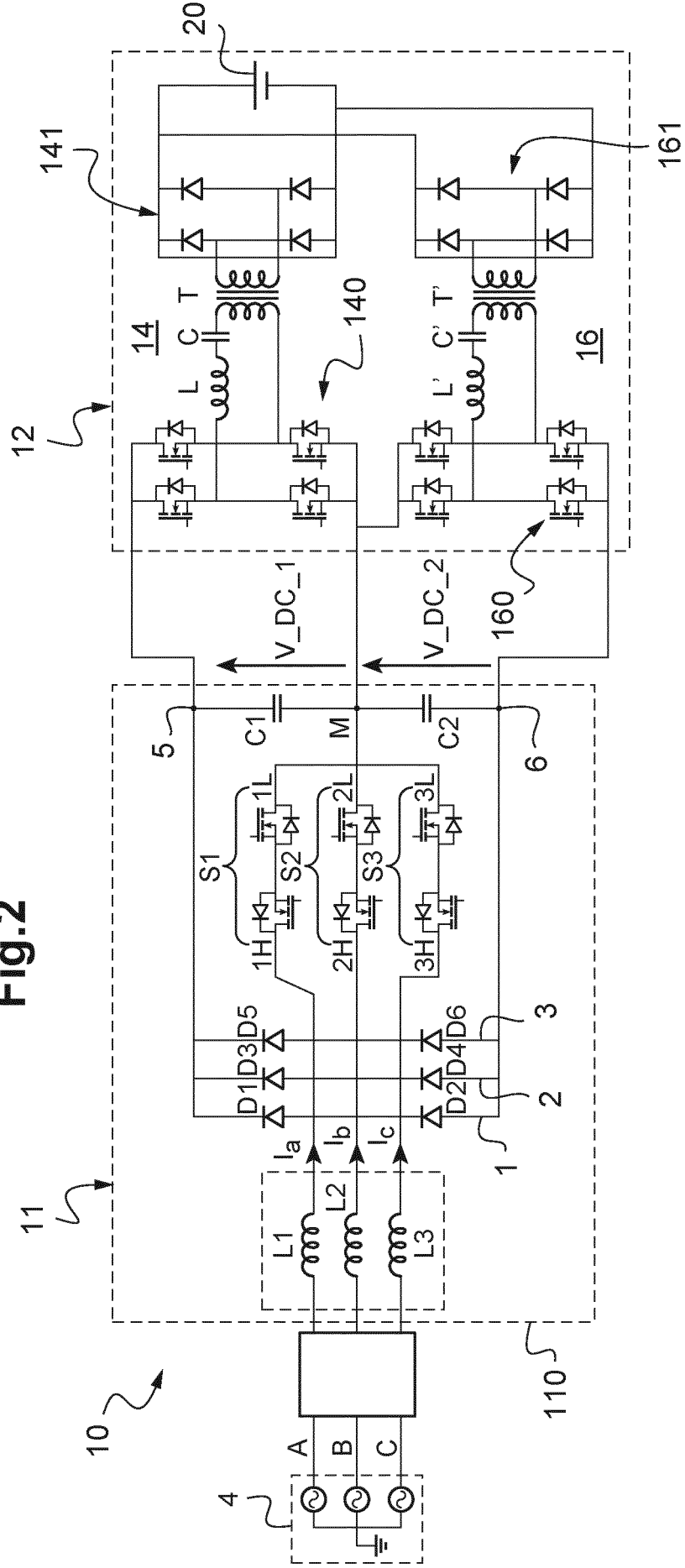
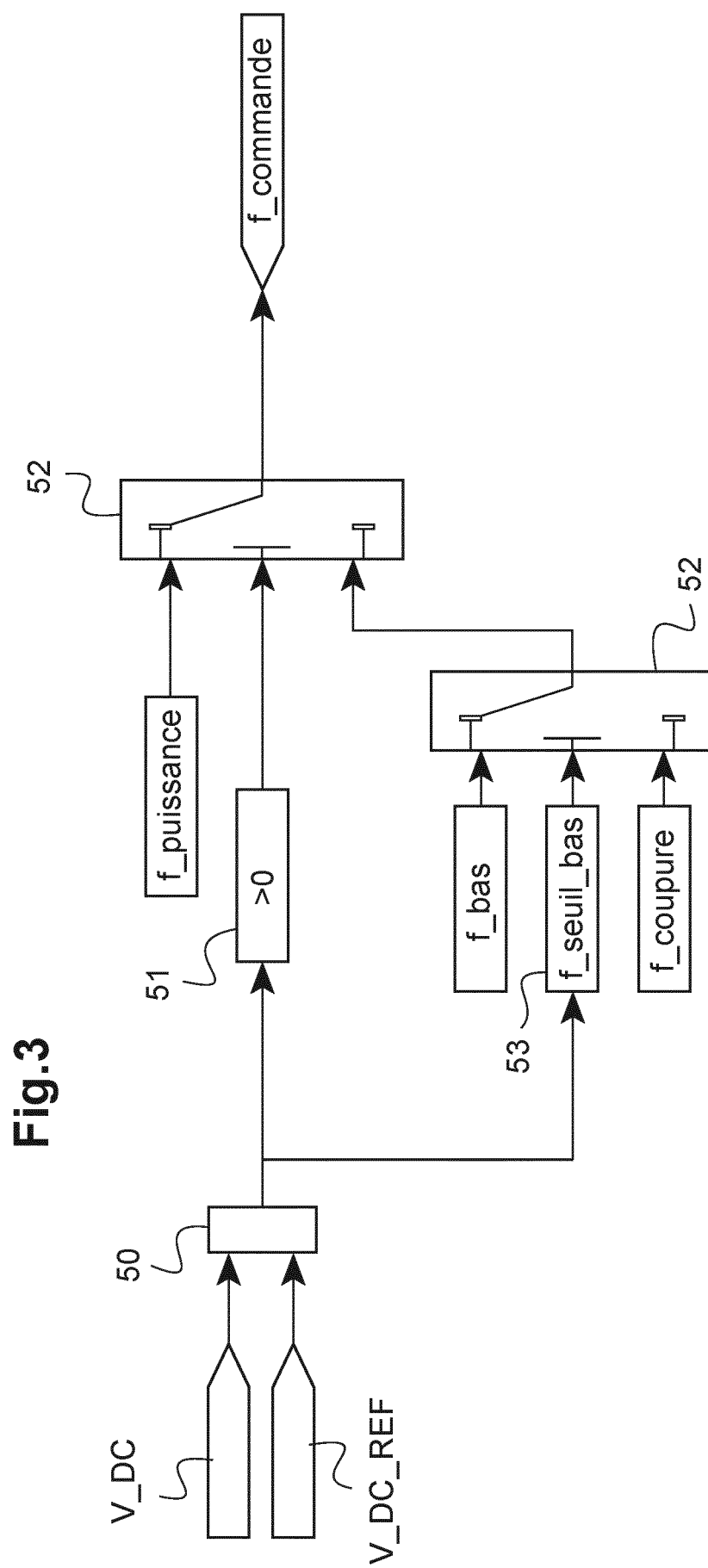


Fig.1

Fig.2



3/3





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 838580
FR 1752877

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	US 2012/262955 A1 (YAN C; YE Y; YING J; ZHENG C) 18 octobre 2012 (2012-10-18) * alinéas [0045], [0048]; figures 5,6 *	1,7	H02M1/088 H02J7/00 B60L11/18 DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H02M H02J
A	US 2013/003431 A1 (REDDY RAGHOTHAMA [US]) 3 janvier 2013 (2013-01-03) * figures 1,2b,3,9 *	1,7	
A	US 2016/141951 A1 (MAO MINGPING [SG] ET AL) 19 mai 2016 (2016-05-19) * alinéas [0024], [0031]; figures 1-3 *	1,7	
A	US 2012/250360 A1 (ORR RAYMOND K [CA] ET AL) 4 octobre 2012 (2012-10-04) * alinéas [0006] - [0008]; revendication 1; figure 1 *	1,7	
A	US 2014/091718 A1 (BRINLEE ANTONY [US]) 3 avril 2014 (2014-04-03) * revendication 1; figure 2 *	1,7	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
15 décembre 2017		Imbernon, Lisa	
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	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1752877 FA 838580**

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 **15-12-2017**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012262955 A1	18-10-2012	AUCUN	
US 2013003431 A1	03-01-2013	CN 102857130 A US 2013003431 A1	02-01-2013 03-01-2013
US 2016141951 A1	19-05-2016	CN 105610315 A KR 20160058704 A KR 20170124109 A US 2016141951 A1	25-05-2016 25-05-2016 09-11-2017 19-05-2016
US 2012250360 A1	04-10-2012	US 2012250360 A1 US 2013301305 A1	04-10-2012 14-11-2013
US 2014091718 A1	03-04-2014	CN 103715902 A DE 102013105484 A1 US 2014091718 A1	09-04-2014 03-04-2014 03-04-2014