

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 038 152**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②① N° d'enregistrement national : **15 55801**
⑤① Int Cl⁸ : **H 02 J 7/02 (2017.01), H 02 M 3/155, B 60 L 11/18**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **PROCÉDE DE CHARGE D'UNE UNITE DE STOCKAGE D'ENERGIE ELECTRIQUE ET CONVERTISSEUR DE TENSION.**

②② **Date de dépôt** : 24.06.15.

③③ **Priorité** :

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 30.12.16 Bulletin 16/52.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 06.07.18 Bulletin 18/27.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche** :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦① **Demander(s)** : VALEO SYSTEMES DE
CONTROLE MOTEUR Société par actions simplifiée
— FR.

⑦② **Inventeur(s)** : BOUCHEZ BORIS, CHAUVENET
PIERRE-ALEXANDRE et CONDAMIN BRUNO.

⑦③ **Titulaire(s)** : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE
MOTEUR Société par actions simplifiée.

⑦④ **Mandataire(s)** : ARGYMA.

FR 3 038 152 - B1



PROCEDE DE CHARGE D'UNE UNITE DE STOCKAGE D'ENERGIE ELECTRIQUE ET CONVERTISSEUR DE TENSION

L'invention concerne un procédé de charge d'une unité de stockage d'énergie électrique, notamment embarquée dans un véhicule, à partir d'une borne de recharge continue. L'invention concerne aussi un convertisseur de tension continu/continu. En particulier, le convertisseur de tension est configuré pour adapter la tension entre une borne de recharge continue et une unité de stockage d'énergie électrique, notamment embarquée dans un véhicule.

Les véhicules à motorisation uniquement électrique ou à motorisation électrique en association avec un autre type de motorisation (véhicules hybrides) comprennent typiquement une batterie haute tension, par exemple ayant une tension de l'ordre de 400V, qui délivre une énergie électrique pour entraîner un moteur destiné à mettre en mouvement le véhicule. Dans certains véhicules, une telle batterie peut être rechargée à partir d'un réseau électrique extérieur au véhicule. Il est connu d'utiliser une borne de recharge conçue pour délivrer une énergie mise en forme pour la charge de la batterie, par exemple avec une puissance suffisante pour une charge rapide. On connaît des bornes de recharge délivrant une tension alternative et des bornes de recharge délivrant une tension continue, appelée ci-après « bornes de recharge continue ». Typiquement, les bornes de recharge continue comprennent une unité qui régule la charge.

Les bornes de recharge continue sont généralement conçues pour charger à une puissance d'environ 50kw des batteries ayant une tension de charge maximale comprise entre 250 et 550V environ. Une batterie ayant une tension comprise dans cette gamme de tension peut être connectée directement à la borne de recharge, via éventuellement un filtre électronique. Cependant, la batterie du véhicule peut avoir une tension de charge maximale hors de la gamme acceptée par la borne de recharge. En effet, un constructeur peut prévoir une batterie avec une tension de charge maximale supérieure afin de limiter les courants dans les phases du moteur électrique, ce qui réduit entre autres la section des câbles électriques. Un convertisseur de tension continu-continu (ou convertisseur DCDC pour « DCDC converter » en anglais) peut alors être utilisé pour adapter la tension entre la borne de recharge continue et la batterie du véhicule. Cependant, le convertisseur peut créer des perturbations sur la borne de recharge continue dues aux commutations des interrupteurs du convertisseur DCDC.

Il est donc recherché un procédé de charge d'une unité de stockage d'énergie électrique, telle qu'une batterie d'un véhicule, à partir d'une borne de recharge continue dans lequel l'utilisation d'un convertisseur DCDC entre la borne de recharge continue et l'unité de stockage entraîne de faibles perturbations sur la borne de recharge, voire pas du tout.

A cet effet, l'invention concerne un procédé de charge d'une unité de stockage d'énergie électrique, notamment embarquée dans un véhicule, à partir d'une borne de recharge continue en utilisant un convertisseur de tension continu/continu pour adapter la tension entre ladite borne de recharge continue et ladite unité de stockage d'énergie électrique, ledit convertisseur
5 continu/continu comprenant au moins deux cellules entrelacées fonctionnant en décalage de phase, chaque cellule ayant des interrupteurs respectifs ;

ledit procédé comportant une commande par modulation de largeur d'impulsion des interrupteurs dudit convertisseur continu/continu avec un rapport cyclique pour adapter la tension entre ladite borne de recharge continue et l'unité de stockage d'énergie électrique, ledit rapport
10 cyclique ayant une valeur donnée sensiblement constante sur plusieurs cycles d'entrelacement consécutifs, notamment sur toute la durée de la charge.

En particulier, le cycle d'entrelacement correspond au produit entre le nombre de cellules du convertisseur de tension continu/continu et la durée en temps du décalage de phase entre deux cellules successives. En particulier, l'unité de stockage d'énergie présente une tension de charge
15 complète supérieure à la gamme de fonctionnement de la borne de recharge.

Le courant à un point de connexion du convertisseur de tension continu/continu avec la borne de recharge a des ondulations (« current ripples » en anglais) plus ou moins élevées en fonction du rapport cyclique du convertisseur de tension continu/continu. Les ondulations de courant interviennent à une fréquence qui est fonction du nombre de cellules et de la fréquence de
20 découpage du convertisseur continu/continu. Ces ondulations de courant peuvent se propager dans des composants de la borne de recharge, tels que des inductances ou des capacités de la borne de recharge. Lorsque le rapport cyclique varie, les ondulations de courant varient ce qui modifie les perturbations dans la borne de recharge. En fonctionnant avec une valeur de rapport cyclique sensiblement constante, on s'assure que les perturbations restent constantes dans la borne de
25 recharge ce qui facilite le respect des standards des bornes de recharge continue. En outre, cela simplifie aussi la régulation dans le procédé de charge car il n'y a pas de régulation de tension à réaliser, juste un rapport cyclique fixe à appliquer.

Selon un mode de réalisation, la valeur donnée α_v du rapport cyclique est égale au produit de l'inverse du nombre N de cellules du convertisseur de tension continu/continu par un entier
30 naturel X, notamment inférieur à N. Ainsi, la valeur donnée α_v du rapport cyclique correspond à une des valeurs définies par la relation $\alpha_v = \frac{X}{N}$ où N est le nombre de cellules entrelacées et X est un entier naturel, notamment inférieur à N.

A ces valeurs de rapport cyclique, les ondulations de courant au point de connexion entre la borne de recharge et le convertisseur de tension continu/continu sont sensiblement atténuées,

voire supprimées, ce qui permet de respecter les normes d'utilisation des bornes de recharge continue. Ainsi, on s'assure que les perturbations dans la borne de recharge continue qui sont dues aux ondulations de courant au point de connexion entre la borne de recharge continue et le convertisseur de tension continu/continu sont fortement atténuées, voire supprimées pendant la charge de l'unité de stockage d'énergie électrique. En particulier, les ondulations de courant sont réduites à un niveau compris entre 0 et 5%, voire entre 0 et 2,5%, voire même entre 0 et 1% en valeurs normalisées. En conséquence, la taille du filtre permettant de respecter ce que peut supporter la borne de recharge continue peut être minimisée car les ondulations sont faibles. Il s'avère même que si les perturbations sont suffisamment faibles, on peut se passer de l'utilisation d'un filtre. Cela permet un gain en volume et en coût du convertisseur continu/continu, particulièrement pour un convertisseur continu/continu dont les composants ont une puissance d'environ 50kW ou 100 kW, voire 150kw ou plus.

Selon un mode de réalisation, ladite valeur donnée du rapport cyclique est sensiblement égale à 50% lorsque le convertisseur de tension continu/continu comprend un nombre pair de cellules.

A une valeur cyclique de 50%, les ondulations de courant sont atténuées quel que soit le nombre de cellules du convertisseur continu/continu pourvu que le nombre est pair. Ainsi, le procédé peut être mis en œuvre avec des convertisseurs continu/continu différents sans modifier une étape de celui-ci, ce qui permet de simplifier le procédé selon l'invention.

Selon un mode de réalisation, ledit rapport cyclique a ladite valeur donnée α_v sensiblement constante, lorsque la tension de l'unité de stockage d'énergie électrique est supérieure à un premier seuil et/ou inférieure à un deuxième seuil, lesdits seuils étant fonction d'une gamme de fonctionnement de la borne de recharge continue.

Au cours de la charge de l'unité de stockage d'énergie, la tension augmente à ses bornes ce qui amène également une augmentation de la tension au point de connexion entre la borne de recharge continue et le convertisseur de tension continu/continu. En ayant un rapport cyclique fixe sur plusieurs cycles d'entrelacement, voire sur toute la période de charge, il y a une relation linéaire entre la tension de l'unité de stockage d'énergie électrique et la tension à la borne de recharge continue, en particulier au point de connexion entre la borne de recharge continue et le convertisseur continu/continu. Ainsi, la régulation de la borne de recharge continue peut être faite sans prendre en compte le fait que l'unité de stockage d'énergie est hors, ou dans, la gamme de fonctionnement de la borne de recharge. Pour la borne de recharge tout se passe comme si celle-ci avait une unité de stockage électrique dont la tension est comprise dans sa gamme de fonctionnement. La borne de recharge continue voit le véhicule comme si celui-ci contenait une unité de stockage d'énergie, notamment une batterie, de tension habituelle mais avec une capacité $1/\alpha_v$. Il n'y a donc pas de modifications à faire au niveau de la borne pour l'adapter à

l'unité de stockage. Les bornes déjà installées ne demandent donc aucune modification pour être compatibles avec l'unité de stockage même si celle-ci est hors de la gamme de fonctionnement de la borne de recharge continue. Seule la demande en courant transmise par le véhicule, doit être adaptée pour obtenir un rapport de tension adéquat.

5 En s'assurant que la tension de l'unité de stockage d'énergie électrique reste supérieure au premier seuil et/ou inférieure au deuxième seuil, on vérifie que maintenir le rapport cyclique constant n'entraîne pas une tension au point de connexion qui abîmerait la borne de recharge continue.

10 Selon une variante de ce mode de réalisation, le rapport cyclique du convertisseur de tension continu/continu est modifié, lorsque la tension de l'unité de stockage d'énergie électrique est supérieure au deuxième seuil. En particulier, lorsque la tension de l'unité de stockage d'énergie a dépassé ledit deuxième seuil, la tension au point de connexion entre la borne de recharge continue et le convertisseur de tension continu/continu est maintenue inférieure ou égale à une tension maximale de la borne de recharge continue en faisant varier le rapport cyclique du convertisseur
15 de tension continu/continu. Notamment, le rapport cyclique diminue de manière à diminuer la tension audit point de connexion.

Selon un mode de réalisation, le rapport cyclique du convertisseur de tension continu/continu est égal à 1, lorsque la tension de l'unité de stockage d'énergie électrique est inférieure au premier seuil. Ainsi, si la tension de l'unité de stockage est si faible que la tension au point de connexion
20 entre la borne de recharge continue et le convertisseur continu/continu est inférieure à une tension minimale de fonctionnement, on assure quand même la charge de l'unité de stockage en maintenant fermés les interrupteurs du convertisseur de tension continu/continu. Notamment, les interrupteurs sont fermés jusqu'à ce que la tension de l'unité de stockage devienne supérieure ou égale au premier seuil.

25 Selon un mode de réalisation, le premier seuil $S1$ et/ou le deuxième seuil $S2$ sont donnés par les relations : $S1 = V_{Bmin} \times \alpha_V$, $S2 = V_{Bmax} \times \alpha_V$, où V_{Bmax} est une tension maximale admissible par la borne de recharge continue et V_{Bmin} est une tension minimale admissible par la borne de recharge continue.

L'invention concerne en outre un convertisseur de tension continu/continu, notamment
30 configuré pour adapter la tension entre une unité électrique connectée en entrée, notamment une borne de recharge continue, et une unité électrique en sortie, notamment une unité de stockage d'énergie électrique, comprenant :

- au moins deux cellules entrelacées configurées pour fonctionner en décalage de phase, chaque cellule ayant des interrupteurs respectifs ;

35 - une unité de commande configurée pour commander par modulation de largeur

d'impulsion lesdits interrupteurs avec un rapport cyclique pour adapter la tension entre l'unité électrique en entrée et l'unité électrique en sortie, avec un rapport cyclique ayant une valeur donnée sensiblement constante sur plusieurs cycles d'entrelacement. Notamment, l'unité de stockage d'énergie électrique est embarquée dans un véhicule.

5 Le convertisseur de tension continu/continu selon l'invention peut comprendre une unité de commande configurée pour mettre en œuvre l'une quelconque des caractéristiques décrites précédemment en relation avec le procédé selon l'invention.

Selon un mode de réalisation, l'unité de commande comprend un comparateur configuré pour comparer la tension à un point de connexion avec la tension de l'unité de stockage d'énergie
10 électrique divisée par la valeur α_v , de manière à asservir le rapport cyclique du convertisseur à la valeur α_v donnée.

L'invention va être plus précisément décrite en faisant référence aux figures, qui illustrent la description et ne constituent pas une limitation de la portée de l'invention, et dans lesquelles :

- la figure 1 présente un exemple de circuit dans lequel le procédé de charge selon
15 l'invention est mis en œuvre ;
- la figure 2 représente le courant en valeur normalisée en fonction du rapport cyclique dans un convertisseur continu-continu ayant 2, 3, 4 ou 5 cellules entrelacées ;
- la figure 3 illustre une variante du procédé selon l'invention ;
- la figure 4 illustre une autre variante du procédé selon l'invention.

20

Le procédé selon l'invention va être mieux compris en faisant référence à la figure 1.

Un convertisseur de tension continu/continu 100 est utilisé pour adapter la tension entre une borne de recharge continue 110 et une batterie 120, car la batterie 120 présente une tension de charge complète supérieure à la gamme de fonctionnement de la borne de recharge. Notamment,
25 la batterie 120 peut avoir une tension de charge complète de 800V, et la borne de recharge peut être conçue pour délivrer une tension comprise entre 250 et 500V, notamment à une puissance de 50kw, 100kW ou 150kw, voire plus. Dans l'exemple de la figure 1, la batterie 120 pourrait être un autre type d'unité de stockage d'énergie électrique. La batterie 120 est embarquée dans un véhicule pour alimenter un moteur électrique qui entraîne le déplacement du véhicule.

30 Selon une variante, le convertisseur de tension continu/continu 100 comprend deux cellules 101, 102. Les cellules 101, 102 comprennent respectivement un bras qui comporte un interrupteur « côté haut » HS1, HS2 connecté à la borne positive de la batterie 120 et un interrupteur « côté bas » LS1, LS2 connecté à la masse de la batterie 120. Les deux interrupteurs sont connectés en série. Dans chaque cellule, une inductance L1, L2 a une extrémité connectée à la borne commune
35 des interrupteurs côté haut et coté bas. L'exemple de la figure 1 pourrait avoir une autre

configuration de cellules. Par exemple, chaque cellule pourrait avoir une configuration en pont complet. En particulier, le convertisseur 100 est de type élévateur pour augmenter la tension délivrée par la borne de recharge 110 pour alimenter la batterie 120.

Les interrupteurs du convertisseur de tension continu/continu 100 peuvent être des transistors, notamment des transistors à effet de champ. Les transistors peuvent être de type MOSFET (acronyme de "Metal Oxyde Semiconductor Field Effect Transistor" en anglais, c'est-à-dire "Transistor à Effet de Champ à Semi-conducteur à Oxyde Métallique").

Le convertisseur de tension continu/continu 100 comprend une unité de commande configurée pour commander les interrupteurs. Pendant la charge de la batterie 120 par la borne de recharge 110, les interrupteurs sont commandés par modulation de largeur d'impulsion avec un rapport cyclique α pour adapter la tension de la borne de recharge 110 à celle de la batterie 120. Les cellules fonctionnent en décalage de phase avec un entrelacement afin de limiter les ondulations de courant au point de connexion 111 entre le convertisseur continu/continu 100 et la borne de recharge 110. Pendant le procédé de charge, le rapport cyclique α a une valeur sensiblement constante α_V . Notamment, le rapport cyclique α peut rester constant sur plusieurs cycles d'entrelacement consécutifs. Cela permet de toujours obtenir les mêmes ondulations de courant au point de connexion 111, ce qui simplifie l'élimination de ces ondulations par un filtre par exemple (non représenté). Les ondulations de courant interviennent à une fréquence qui est fonction du nombre de cellules du convertisseur et de la fréquence de découpage du convertisseur. Dans l'exemple illustré en figure 1, lorsque la fréquence de découpage est de 20kHz, la fréquence des ondulations est de $2 \times 20\text{kHz} = 40\text{kHz}$. La fréquence de découpage peut être définie lors de la conception du convertisseur, elle est généralement comprise entre 5 et 200kHz.

La figure 2 décrit l'allure du courant RMS normalisé au point de connexion 111 en fonction du rapport cyclique α pour des convertisseurs de tension continu/continu ayant 2, 3, 4 ou 5 cellules. On observe qu'en choisissant correctement le rapport cyclique α des cellules du convertisseur, on peut fortement atténuer, voire totalement supprimer, les ondulations de courant au point de connexion 111.

Selon une variante de l'exemple illustré en figure 1, le rapport cyclique α reste sensiblement égal à une valeur $\frac{X}{N}$ où N est le nombre de cellules entrelacées du convertisseur 100 et X est un entier naturel, supérieur ou égal à 1 et inférieur à N. En particulier, en figure 1, le convertisseur continu/continu 100 comprend deux cellules 101, 102 entrelacées. Le rapport cyclique α est alors égal à 0,5. Pour des rapports cycliques α de valeurs $\frac{X}{N}$ les ondulations de courant produites par les interrupteurs HS1, HS2, LS1, LS2 sont très faibles, voire nulles. Notamment, les ondulations de courant peuvent avoir une valeur normalisée inférieure à 2,5%. Par exemple, pour un courant

moyen de 125A au point de connexion 111, le courant crête, c'est-à-dire la différence entre la valeur maximale du courant et la valeur minimale, est comprise entre 2 et 3A.

En particulier, le rapport cyclique α peut-être égal à 0,5 pour un convertisseur de tension continu/continu ayant un nombre pair de cellule car la valeur de rapport cyclique 0,5 atténue les
5 ondulations de courant pour ces convertisseurs. Ainsi, un même procédé de charge peut-être mis en œuvre pour différents convertisseurs de tension continu/continu utilisés.

Selon une variante, le maintien du rapport cyclique α à la valeur α_v peut être réalisé en asservissant la tension V_B au point de connexion 111 à la tension V_{BAT} aux bornes de l'unité de
10 stockage électrique 120 divisée par la valeur α_v . A cet effet, le convertisseur de tension continu/continu 100 peut comprendre une unité 140 illustrée en figure 3. L'unité 140 comprend un comparateur 141 qui compare la tension V_B au point de connexion 111 avec la tension V_{BAT} de la batterie 120 divisée par la valeur α_v . Une unité 143 détermine ensuite le rapport cyclique α en fonction du résultat de la comparaison et délivre les signaux de modulations PWM_HS1, PWM_LS1, PWM_HS2, PWM_LS2 aux interrupteurs HS1, HL1, HS2, HL2 du convertisseur
15 100. Ainsi, le rapport cyclique délivré aux interrupteurs HS1, HL1, HS2, HL2 sera égal à la valeur donnée α_v .

La tension V_{BAT} de la batterie 120 augmente progressivement pendant le procédé de charge pour atteindre un niveau de charge pleine prédéfini, par exemple 800V. La tension V_B au point de connexion 111 augmente en corrélation avec la tension V_{BAT} de la batterie 120. Par exemple,
20 lorsque le rapport cyclique α est égal à 0,5, la tension V_B au point de connexion 111 est égal à la moitié de la tension V_{BAT} de la batterie 120. Lorsque la borne de recharge continue 110 est conçue pour délivrer une tension comprise dans une gamme donnée, par exemple entre 250 et 500V, une tension plus élevée au point de connexion 111 peut endommager la borne de recharge continue 110. Une tension trop élevée au point de connexion 111 peut apparaître si la batterie 120 a une
25 tension de pleine charge supérieure à $\alpha_v \times V_{Bmax}$, où V_{Bmax} est la tension maximale admissible par la borne de recharge continue. De même, une tension inférieure à la tension minimale V_{Bmin} admissible par la borne de recharge continue 110 peut apparaître au point de connexion 111, si la batterie 120 a une tension de pleine charge inférieure à $\alpha_v \times V_{Bmin}$.

Pour pallier à ces situations, selon une variante, le rapport cyclique α reste constant à la
30 valeur donnée α_v , en particulier avec $\alpha_v = \frac{X}{N}$ comme décrit précédemment, lorsque la tension V_{BAT} de la batterie 120 est supérieure à un premier seuil S1 et inférieure à un deuxième seuil S2. En particulier, le premier seuil S1 est égal à $\alpha_v \times V_{Bmin}$ et le deuxième seuil S2 est égal à $\alpha_v \times V_{Bmax}$. Mais d'autres valeurs de seuil S1, S2 peuvent être choisies. Par exemple, le premier seuil S1 peut être plus grand que $\alpha_v \times V_{Bmin}$ ou le deuxième seuil S2 peut être plus petit que $\alpha_v \times V_{Bmax}$ pour

être sûr de ne jamais dépasser la gamme de fonctionnement de la borne de recharge continue 110. Dans l'exemple illustré en figure 1, une seule condition sur les seuils S1, S2 pourrait être utilisée, par exemple lorsque la tension de pleine charge de la batterie 120 est connue pour être suffisamment grande ou petite.

5 Dans un exemple particulier de cette variante, si la tension V_{BAT} de la batterie 120 est inférieure au premier seuil S1, le rapport cyclique du convertisseur de tension continu/continu 100 est égal à 1. Ainsi, les interrupteurs HS1, HL1, HS2, HL2 du convertisseur 100 sont maintenus fermés. La batterie 120 voit une tension sensiblement égale à la tension au point de connexion 111. Si la tension V_{BAT} de la batterie 120 dépasse le deuxième seuil S2, le rapport cyclique α ne
10 reste plus constant. Le rapport cyclique α est modifié pour maintenir la tension V_B au point de connexion 111 dans la gamme de fonctionnement de la borne de recharge 110. Dans ce cas, le rapport cyclique α peut être diminué pour réduire la tension V_B au point de connexion 111, notamment pour un convertisseur continu/continu 100 de type élévateur. Dans cet exemple particulier, le convertisseur de tension continu/continu 100 peut comprendre une unité 130
15 illustrée en figure 4. L'unité 130 comprend un comparateur 131 qui compare la tension V_{BAT} de la batterie 120 avec les seuils S1, S2 et une unité 133 qui détermine le rapport cyclique α en fonction du résultat de la comparaison et délivre les signaux de modulations PWM_HS1, PWM_LS1, PWM_HS2, PWM_LS2 aux interrupteurs HS1, HL1, HS2, HL2 du convertisseur 100.

Comme illustré en figure 1, le convertisseur de tension continu/continu 100 peut comprendre
20 une capacité C_{in} qui permet d'être compatible avec une borne de recharge continue qui est une source de courant. En figure 1, l'inductance L_c correspond à l'inductance d'un câble qui relie le convertisseur 101. Un filtre électronique peut faire l'interface entre la borne de recharge continue 110 et le convertisseur de tension continu/continu 100. Le point de connexion 111 peut alors correspondre au point de connexion entre la borne de recharge continue 110 et le filtre
25 électronique, ou au point de connexion entre le filtre électronique et le convertisseur de tension continu/continu 100.

L'invention ne se limite pas aux seuls exemples ou variantes décrits ci-dessus, notamment ceux-ci peuvent être combinés entre eux. En particulier, le convertisseur de tension continu/continu 100 peut être un dispositif combiné d'alimentation et de charge tel que décrit dans
30 les demandes de brevet européen EP2367704 et EP2367705, et le procédé de charge selon l'invention peut comprendre des étapes décrites dans ces demandes de brevet. Ceci est en particulier le cas lorsque les inductances L1, L2 correspondent à des phases du moteur du véhicule.

REVENDICATIONS

1. Procédé de charge d'une unité de stockage d'énergie électrique (120), notamment embarquée dans un véhicule, à partir d'une borne de recharge continue (110) en utilisant
5 un convertisseur de tension continu/continu (100) pour adapter la tension entre ladite borne de recharge continue (110) et ladite unité de stockage d'énergie électrique (120), ledit convertisseur de tension continu/continu (100) comprenant au moins deux cellules entrelacées (101, 102) fonctionnant en décalage de phase, chaque cellule (101, 102) ayant des interrupteurs (HS1, LS1, HS2, LS2) respectifs ;
10 ledit procédé comportant une commande par modulation de largeur d'impulsion des interrupteurs (HS1, LS1, HS2, LS2) dudit convertisseur de tension continu/continu (100) avec un rapport cyclique (α) pour adapter la tension entre ladite borne de recharge continue (110) et l'unité de stockage d'énergie électrique (120), ledit rapport cyclique (α) ayant une valeur donnée α_v sensiblement constante sur plusieurs cycles d'entrelacement consécutifs, lorsque la tension (V_{BAT}) de l'unité de stockage d'énergie électrique (120) est
15 supérieure à un premier seuil (S1) et/ou inférieure à un deuxième seuil (S2), lesdits seuils étant fonction d'une gamme de fonctionnement de la borne de recharge continue.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la valeur donnée α_v du rapport cyclique (α)
20 est égale au produit de l'inverse du nombre (N) de cellules du convertisseur de tension continu/continu (100) par un entier naturel.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel ladite valeur donnée α_v du rapport cyclique est sensiblement égale à 50% lorsque le convertisseur de tension continu/continu
25 (100) comprend un nombre pair de cellules.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le rapport cyclique (α) du convertisseur de tension continu/continu (100) est modifié, lorsque la tension (V_{BAT}) de l'unité de stockage d'énergie électrique (120) est supérieure au deuxième seuil (S2).
- 30 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le rapport cyclique (α) du convertisseur de tension continu/continu (100) est égal à 1, lorsque la tension (V_{BAT}) de l'unité de stockage d'énergie électrique (120) est inférieure au premier seuil (S1).

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le premier seuil S1 et/ou le deuxième seuil S2 sont donnés par les relations :

$S1 = V_{Bmin} \times \alpha_v$, $S2 = V_{Bmax} \times \alpha_v$, où V_{Bmax} est une tension maximale admissible par la borne de recharge continue (110) et V_{Bmin} est une tension minimale admissible par la borne de recharge continue (110).

7. Convertisseur de tension continu/continu (100), configuré pour adapter la tension entre une borne de recharge continue (110), et une unité de stockage d'énergie électrique (120), comprenant :

- au moins deux cellules entrelacées (101, 102) configurées pour fonctionner en décalage de phase, chaque cellule (101, 102) ayant des interrupteurs (HS1, LS1, HS2, LS2) respectifs ;

- une unité de commande configurée pour commander par modulation de largeur d'impulsion lesdits interrupteurs (HS1, LS1, HS2, LS2) avec un rapport cyclique (α) pour adapter la tension entre l'unité électrique en entrée et l'unité électrique en sortie, avec un rapport cyclique ayant une valeur α_v donnée constante sur plusieurs cycles d'entrelacement, lorsque la tension (V_{BAT}) de l'unité de stockage d'énergie électrique (120) est supérieure à un premier seuil (S1) et/ou inférieure à un deuxième seuil (S2), lesdits seuils étant fonction d'une gamme de fonctionnement de la borne de recharge continue.

8. Convertisseur de tension selon la revendication 7 configuré pour adapter la tension entre une borne de recharge continue (110), et une unité de stockage d'énergie électrique (120), dans lequel l'unité de commande comprend un comparateur (141) configuré pour comparer la tension (V_B) à un point de connexion (111) avec la tension (V_{BAT}) de l'unité de stockage d'énergie électrique (120) divisée par la valeur α_v , de manière à asservir le rapport cyclique du convertisseur à la valeur α_v donnée.

1/2

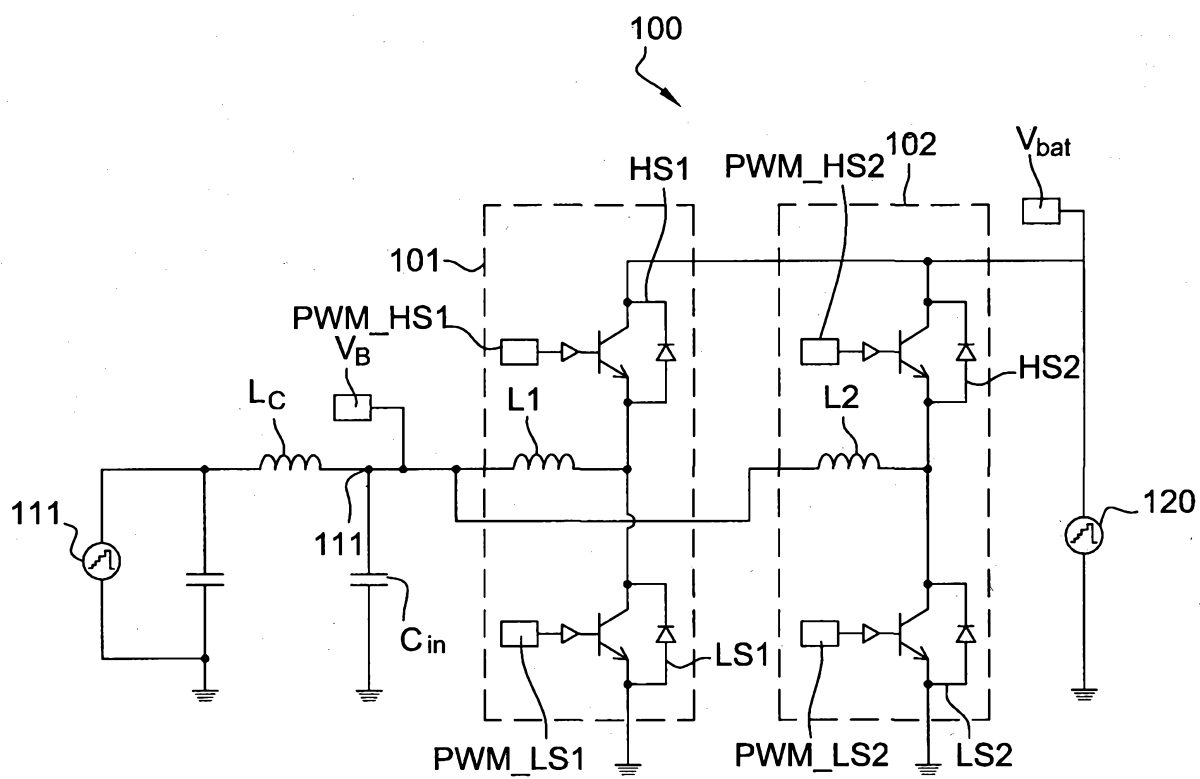


Fig. 1

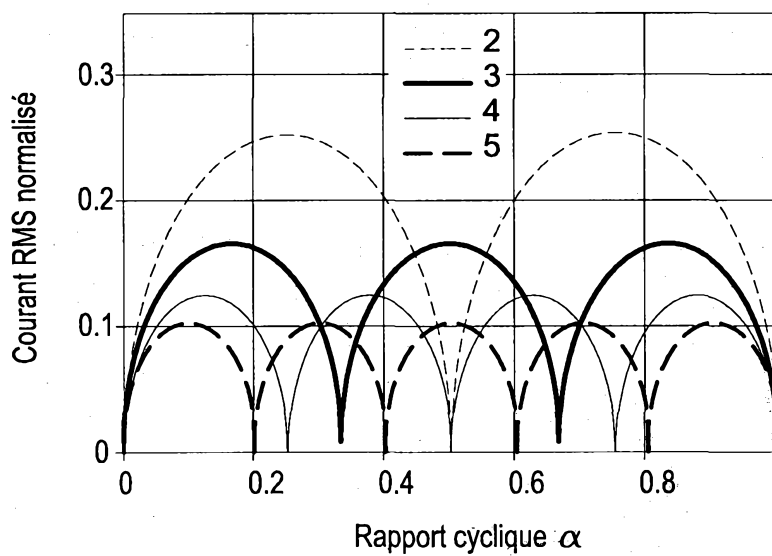


Fig. 2

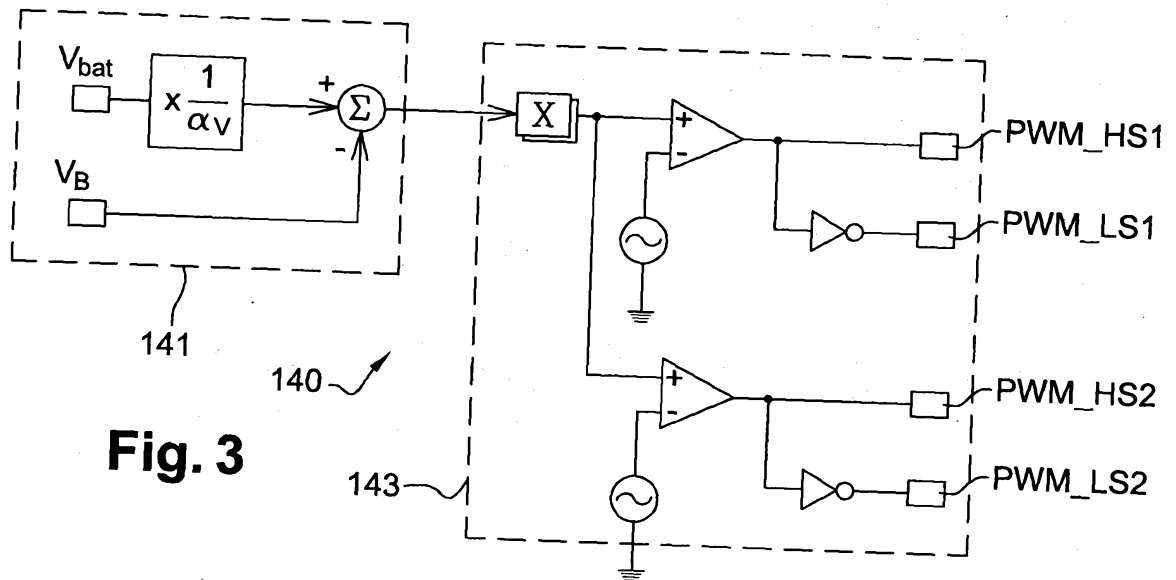


Fig. 3

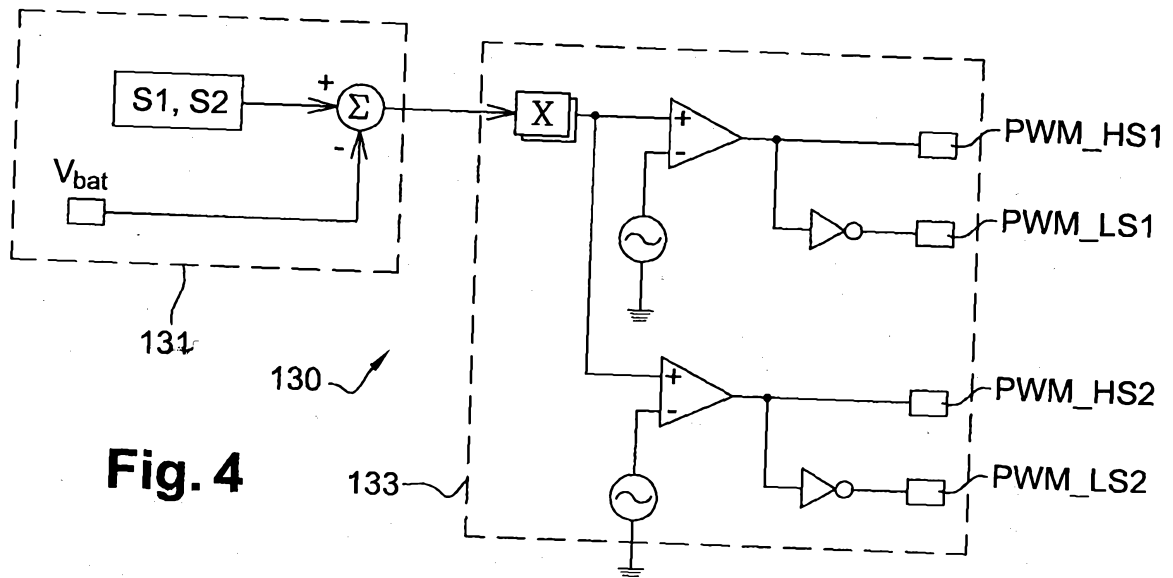


Fig. 4

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2009/196072 A1 (YE ZHONG [US])
6 août 2009 (2009-08-06)

FR 2 992 492 A1 (RENAULT SA [FR])
27 décembre 2013 (2013-12-27)

FR 2 990 310 A1 (SCHNEIDER ELECTRIC IND SAS [FR])
8 novembre 2013 (2013-11-08)

FR 3 013 166 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR])
15 mai 2015 (2015-05-15)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT