

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
02 janvier 2025 (02.01.2025)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2025/003090 A1

(51) Classification internationale des brevets :

H02M 1/00 (2006.01) H02M 1/42 (2007.01)
H02M 1/32 (2007.01) H02M 7/797 (2006.01)

CHAIZE, Jérôme ; c/o Vitesco Technologies France, Intellectual Property Department, 40 avenue du Général de Croutte, 31100 Toulouse (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2024/067719

(74) Mandataire : VITESCO TECHNOLOGIES ; Landsberger Straße 187, Haus D, 80687 München (DE).

(22) Date de dépôt international :

25 juin 2024 (25.06.2024)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

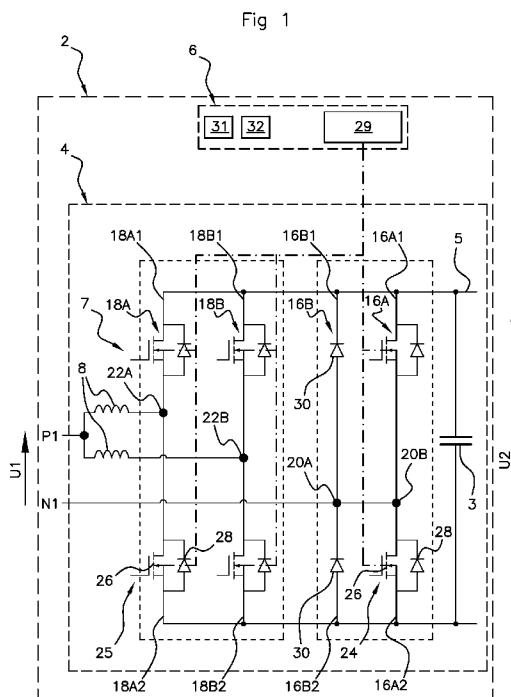
FR2306764 28 juin 2023 (28.06.2023) FR

(71) Déposant : VITESCO TECHNOLOGIES GMBH
[DE/DE] ; Siemensstraße, 12, 93055 Regensburg (DE).

(72) Inventeurs : DUSSARDIER, Quentin ; c/o Vitesco Technologies France, Intellectual Property Department, 40 avenue du Général de Croutte, 31100 Toulouse (FR). LA-

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A CONVERTER FOR CONVERTING A FIRST ELECTRICAL VOLTAGE INTO A SECOND ELECTRICAL VOLTAGE

(54) Titre : PROCÉDE DE PILOTAGE D'UN CONVERTISSEUR D'UNE PREMIERE TENSION ELECTRIQUE EN UNE DEUXIEME TENSION ELECTRIQUE



(57) Abstract: The invention relates to a method, implemented by a control system of an electrical converter, for controlling the converter, which method comprises the following steps: - a step (40) of determining the peak-to-peak amplitude of the current in a low-frequency switching branch of the converter; - a step (42) of comparing the peak-to-peak amplitude with a threshold current value; - if the peak-to-peak amplitude is greater than or equal to the threshold current value, a step (44) of deactivating the switching branch; - otherwise, a step (46) of determining whether a mathematical relationship is satisfied; - if the relationship is not satisfied, which corresponds to a discontinuous conduction mode of diodes, a step (48) consisting in keeping the switching branch active; - otherwise, a step (50) consisting in keeping active or in deactivating the switching branch according to a pre-defined criterion.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé, mis en œuvre par un système de pilotage d'un convertisseur électrique, de pilotage dudit convertisseur, comportant les étapes suivantes : - une étape (40) de détermination de l'amplitude crête-à-crête du courant dans une branche de commutation basse fréquence du convertisseur; - une étape (42) de comparaison de l'amplitude crête-à-crête à une valeur de courant seuil; - si l'amplitude crête-à-crête est supérieure ou égale à la valeur de courant seuil, une étape (44) de désactivation de la branche de commutation; - sinon, une étape (46) de détermination si une relation mathématique est vérifiée; - si la vérification est négative, correspondant à un mode de conduction discontinue de diodes, une étape (48) consistant à maintenir active la branche de commutation; - sinon, une étape (50) consistant à maintenir active ou à désactiver la branche de commutation en fonction d'un critère prédéfini.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.

DESCRIPTION

5 **PROCEDE DE PILOTAGE D'UN CONVERTISSEUR D'UNE PREMIERE TENSION
ELECTRIQUE EN UNE DEUXIEME TENSION ELECTRIQUE**

[001] L'invention se rapporte à un procédé, mis en œuvre par un système de pilotage d'un convertisseur d'une première tension électrique en une deuxième tension électrique, de pilotage du convertisseur. Le convertisseur est relié à
10 une source de tension électrique alternative. De préférence, la première tension électrique est ainsi une tension électrique alternative (préférentiellement sinusoïdale) issue d'un réseau d'alimentation électrique monophasé, biphasé ou triphasé, et la deuxième tension électrique est une tension électrique continue. L'invention se rapporte en outre à un ensemble
15 comprenant un convertisseur d'une première tension électrique en une deuxième tension électrique, et un système de pilotage du convertisseur configuré pour mettre en œuvre les étapes d'un tel procédé. L'invention se rapporte également à un chargeur électrique pour véhicule électrique ou hybride, comprenant un tel ensemble, ainsi qu'à un véhicule électrique ou
20 hybride, notamment automobile, comprenant un tel chargeur électrique.

[002] Il est connu de l'état de la technique des chargeurs électriques pour véhicule électriques ou hybride, embarqués au sein d'un tel véhicule et destinés à être connectés à une borne ou à une station de recharge électrique, elle-même reliée à une source de tension électrique sinusoïdale (tel qu'un
25 réseau d'alimentation électrique monophasé, biphasé ou triphasé) pour l'alimentation électrique du véhicule. Un tel chargeur électrique comporte classiquement un convertisseur d'une première tension électrique alternative en une deuxième tension électrique continue, ainsi qu'un convertisseur de courant continu en courant continu configuré pour convertir à haute fréquence
30 la deuxième tension électrique continue en une troisième tension électrique continue (cette troisième tension électrique continue servant par exemple à une batterie de stockage électrique du véhicule). Le convertisseur haute fréquence de courant continu en courant continu (typiquement un hacheur) est connecté en sortie du premier convertisseur.

- 2 -

[003] Le convertisseur d'une première tension électrique alternative en une deuxième tension électrique continue comporte typiquement un étage de filtrage de perturbations électromagnétiques et un étage de correction active de facteur de puissance connecté en sortie de l'étage de filtrage de perturbations électromagnétiques via au moins une inductance principale.

[004] L'étage de filtrage de perturbations électromagnétiques est relié à la source de tension électrique sinusoïdale, et permet de filtrer des harmoniques générateurs de perturbations électromagnétiques. Comme connu en soi dans une topologie de type « redresseur synchrone bidirectionnel à montage cascode à point milieu » (aussi appelée topologie à mât totémique - ou « totem-pole » en anglais), l'étage de correction active de facteur de puissance comprend une branche électronique de commutation à basse fréquence et au moins une branche électronique de commutation à haute fréquence. La basse fréquence correspond en pratique à la fréquence de la tension fournie par le réseau d'alimentation électrique monophasé, biphasé ou triphasé. L'étage de correction active de facteur de puissance permet d'absorber sur le réseau d'alimentation électrique un courant le plus sinusoïdal possible avec un déphasage minimal (de préférence nul) entre le fondamental du courant absorbé et la tension secteur. Ceci permet, entre autres choses, de réduire substantiellement les perturbations basse fréquence dans le courant d'alimentation du véhicule, et donc de réduire le taux d'harmoniques dans ce courant. La fonction de cet étage consiste ainsi à prélever un courant électrique « quasi-sinusoïdal » à l'aide d'une boucle d'asservissement en courant (mise en œuvre notamment via l'inductance principale). Le principe de prélèvement sinusoïdal consiste alors à « forcer » le courant circulant dans la ou les inductance(s) principale(s) à suivre une référence sinusoïdale (non redressée), en contrôlant la fermeture et l'ouverture des interrupteurs de puissance commandés dans les branches électroniques de commutation. L'étage de correction active de facteur de puissance débite ainsi sur une charge capacitive ainsi que sur la batterie du véhicule, et permet de corriger de façon active le courant absorbé par cette charge et cette batterie (à l'aide de la boucle d'asservissement en courant).

[005] Lorsque la source de tension électrique sinusoïdale comporte une ligne conductrice de neutre, l'étage de filtrage de perturbations électromagnétiques

- 3 -

est muni d'une ligne reliée d'une part à cette ligne conductrice de neutre et d'autre part à une borne intermédiaire située au milieu de la branche électronique de commutation à basse fréquence de l'étage de correction active de facteur de puissance. Lorsque l'étage de correction active de facteur de

5 puissance met en œuvre une topologie de type « redresseur synchrone bidirectionnel à montage cascode à point milieu », cette branche électronique de commutation à basse fréquence permet de traiter des alternances régulières dans le signal de tension électrique d'entrée (alternances positives comme négatives), ainsi que de permettre un redressement de la tension. La branche

10 électronique de commutation à basse fréquence peut comporter des interrupteurs électroniques commandables (typiquement des transistors), auquel cas la branche électronique de commutation à basse fréquence présente une fréquence de commutation sensiblement égale à celle du réseau d'alimentation électrique d'entrée (par exemple 50 Hz). En variante, la

15 branche électronique de commutation à basse fréquence peut comporter des diodes. L'utilisation de diodes permet un gain économique (du fait du coût de fabrication moindre des diodes comparativement aux transistors). L'inconvénient d'utiliser des diodes est que les pertes par conduction dans les diodes sont supérieures aux pertes par conduction dans les transistors, et que

20 les diodes ne permettent pas un transfert de puissance bidirectionnel (autrement dit de la batterie du véhicule vers la charge capacitive, et vice versa), c'est-à-dire que le courant électrique ne peut circuler que dans une direction dans la branche électronique de commutation à basse fréquence, pour un signe donné de la tension de réseau. Par conséquent, non seulement le mode

25 décharge du convertisseur (transfert de puissance de la batterie du véhicule vers la charge capacitive) n'est pas possible en utilisant des diodes, mais le contrôle de puissance réactive (déphasage du courant du réseau par rapport à la tension du réseau) n'est pas possible non plus. Un tel contrôle de puissance réactive consiste à appliquer un déphasage à la consigne de courant du réseau.

30 Ce déphasage entre la tension du réseau et le courant du réseau génère alors de la puissance réactive, puissance qui peut par exemple être utilisée par un réseau électrique « intelligent » pour équilibrer la puissance réactive globale.

[006] La branche électronique de commutation à haute fréquence assure quant à elle une commutation à haute fréquence du courant électrique d'entrée, ce

- 4 -

qui permet de générer une onde sinusoïdale d'entrée en phase avec la tension du réseau d'alimentation électrique d'entrée, ainsi que des ondulations haute fréquence destinées à être filtrées par l'étage de filtrage de perturbations électromagnétiques. La forme du courant commuté est régulée par une

5 commande de modulation de largeur d'impulsions haute fréquence qui induit une ondulation sur le courant, en fonction de l'inductance principale, de la fréquence de commutation et de la valeur de la tension continue dans le bus de sortie du convertisseur. Lorsque le courant est suffisamment faible, l'ondulation sur le courant circulant dans la branche électronique de

10 commutation à basse fréquence peut être plus élevée que le courant moyen, ce qui, lorsque cette branche comporte des diodes, introduit un mode de conduction discontinue au sein des diodes.

[007] Dans le mode de charge du convertisseur (transfert de puissance de la charge capacitive vers la batterie du véhicule), les diodes de la branche

15 électronique de commutation à basse fréquence introduisent ainsi un mode de conduction discontinue, qui rend plus complexe la commande numérique mis en œuvre dans le système de pilotage du convertisseur (charge de calcul additionnelle et augmentation de la complexité algorithmique), et dégrade les performances du système dans son ensemble. En effet, le mode de conduction

20 discontinue des diodes nécessite que la commande numérique mette en œuvre des fonctions de prédiction des modes de conduction discontinue, de correction de la mesure du courant moyen et de correction de la commande de contrôle haute fréquence. Du fait que la commande numérique dans le mode de conduction discontinue des diodes est basée sur la prédiction, et parce que la

25 transition entre les modes de conduction continue et discontinue génère une distorsion harmonique, les performances et l'efficacité finales ne sont jamais aussi bonnes que lorsque la branche électronique de commutation à basse fréquence ne comporte que des transistors, qui eux ne fonctionnent que dans un mode de conduction continue.

30 [008] Par conséquent, malgré la réduction des coûts qu'elle apporte, l'utilisation de diodes en mode charge dans la branche électronique de commutation à basse fréquence présente les inconvénients suivants, comparée à l'utilisation de transistors :

- l'efficacité de l'étage de correction active de facteur de puissance est

- 5 -

moindre ;

- les pertes par conduction sont plus élevées ;

- la commande numérique est plus complexe et plus gourmand en ressources de calcul, pour gérer le mode de conduction discontinue des diodes ;

5 - il n'est pas possible de mettre en œuvre le contrôle de puissance réactive (déphasage du courant).

[009] Le but de l'invention est de pallier les inconvénients de l'art antérieur en proposant un procédé, mis en œuvre par un système de pilotage d'un convertisseur d'une première tension électrique en une deuxième tension

10 électrique, de pilotage dudit redresseur, qui permette de mettre en œuvre un contrôle de puissance réactive et un transfert de puissance bidirectionnel au sein du convertisseur (modes de charge et de décharge), tout en offrant dans le mode de charge une flexibilité dans la commande, une complexité de calcul et/ou une consommation de ressources mémoire raisonnables et en mettant en

15 œuvre un convertisseur présentant des coûts de fabrication réduits.

[010] Pour ce faire, l'invention se rapporte ainsi, dans son acceptation la plus large, à un procédé, mis en œuvre par un système de pilotage d'un convertisseur d'une première tension électrique en une deuxième tension électrique, de pilotage dudit convertisseur, le convertisseur étant relié à une

20 source de tension électrique alternative comprenant une ligne conductrice de neutre et au moins une ligne conductrice de phase, la source de tension électrique alternative fournissant la première tension électrique, le convertisseur comprenant un étage de correction active de facteur de puissance, l'étage de correction active de facteur de puissance comprenant

25 deux branches électroniques de commutation à basse fréquence connectées en parallèle, et au moins une branche électronique de commutation à haute fréquence, chaque branche électronique de commutation à basse fréquence comprenant deux demi-branches de commutation basse fréquence reliées en série en une première borne intermédiaire, au moins une demi-branche de

30 commutation d'une première branche de commutation basse fréquence comprenant au moins un organe de commutation muni d'un interrupteur électronique commandable, au moins une demi-branche de commutation d'une seconde branche de commutation basse fréquence comprenant au moins une diode, chaque première borne intermédiaire étant reliée à la ligne conductrice

- 6 -

de neutre, ladite au moins une branche électronique de commutation à haute fréquence comprenant deux demi-branches de commutation haute fréquence reliées en série en une deuxième borne intermédiaire, au moins une demi-
 5 branche de commutation haute fréquence comprenant au moins un organe de commutation, ladite au moins une deuxième borne intermédiaire étant reliée à ladite au moins une ligne conductrice de phase via une inductance, chacune des diodes étant configurée pour autoriser dans son état passant une valeur de courant maximale de passage à travers la diode supérieure à la valeur de
 10 courant maximale de passage autorisée par chaque interrupteur électronique commandable dans son état passant, et supérieure à la valeur de courant de conduction critique de la diode, le procédé comprenant une phase de charge au cours de laquelle le courant électrique circule dans un premier sens dans la première branche de commutation basse fréquence ou dans la seconde branche de commutation basse fréquence, et une phase de décharge au cours de
 15 laquelle le courant électrique circule dans un second sens, opposé au premier sens de circulation, dans la première branche de commutation basse fréquence, le système de pilotage étant configuré pour appliquer, durant la phase de charge du procédé, une consigne de courant instantanée I_{sp} au courant circulant dans la ou chaque inductance, le système de pilotage comprenant des moyens
 20 de mesure des première et deuxième tensions électriques et des moyens de détermination, à partir des première et deuxième tensions électriques mesurées, de l'amplitude crête-à-crête I_{c1} de l'intensité du courant propre à circuler dans la première branche de commutation basse fréquence, la première branche de commutation basse fréquence étant initialement activée
 25 au début de la phase de charge du procédé, le procédé comportant, au cours de sa phase de charge, les étapes de :

- une étape de mesure des première et deuxième tensions électriques ;
- une étape de détermination, à partir des première et deuxième tensions électriques mesurées, de l'amplitude crête-à-crête I_{c1} de l'intensité du courant
 30 circulant dans la première branche de commutation basse fréquence ;
- une étape de comparaison de l'amplitude crête-à-crête I_{c1} à une valeur de courant seuil I_{seuil} prédéfinie, la valeur I_{seuil} étant telle que :

$$I_{seuil} = 2 \cdot (I_{max} - |I_{sp}|)$$

- 7 -

où

$I_{\max}$ est l'amplitude maximale de l'intensité du courant propre à circuler dans la première branche de commutation basse fréquence ;

- si l'amplitude crête-à-crête I_{c1} est supérieure ou égale à la valeur de courant
5 seuil I_{seuil} prédéfinie, une étape de désactivation de la première branche de commutation basse fréquence ;

- si l'amplitude crête-à-crête I_{c1} est strictement inférieure à la valeur de
courant seuil I_{seuil} prédéfinie, une étape de détermination de si la relation
mathématique (1) suivante est vérifiée, permettant de détecter si le mode de
10 conduction électrique des diodes est un mode de conduction continue ou
discontinue :

$$\text{sgn}(I_{sp} - \text{sgn}(U_1) \cdot \frac{1}{2} I_{c1}) = \text{sgn}(U_1) \quad (1)$$

où

$\text{sgn}(u)$ fournit le signe de la fonction $u(t)$ et est donc égal à -1 ou 1 lorsque $u(t)$
15 est non nul ;

- si, à l'issue de la vérification, la relation mathématique (1) est fausse, une
étape consistant à maintenir active la première branche de commutation basse
fréquence ;

- si, à l'issue de la vérification, la relation mathématique (1) est vraie, une
20 étape consistant à maintenir active ou à désactiver la première branche de
commutation basse fréquence en fonction de la vérification d'un critère
prédéfini.

[011] En pilotant le convertisseur de cette manière pendant le mode de charge
de ce dernier (activation de la première branche de commutation basse
25 fréquence lorsque le courant est suffisamment faible, et désactivation de cette
dernière lorsque le courant est supérieur au courant de conduction limite des
interrupteurs électroniques commandables, le courant passant alors par la
seconde branche de commutation basse fréquence), le procédé selon
l'invention permet de supprimer les modes de conduction discontinue des
30 diodes susceptibles d'apparaître dans la seconde branche de commutation
basse fréquence (c'est alors la première branche de commutation qui est
conductrice), tout en bénéficiant des avantages liés à cette seconde branche
de commutation (faible coût notamment) en-dehors des zones de conduction

- 8 -

discontinue. Ceci permet d'optimiser les performances du système, notamment en termes de distorsion harmonique et d'efficacité de transfert de puissance (le transfert de puissance étant bidirectionnel). Ceci permet également d'introduire de la flexibilité dans la commande (dans la phase de charge du

5 convertisseur), de simplifier considérablement l'algorithme de commande numérique durant cette phase de charge (ce qui réduit la charge de calcul et la consommation de ressources mémoire), ainsi que de réduire les coûts. Il est à noter que les conditions d'activation de la première branche de commutation basse fréquence sont basées sur des prédictions théoriques incluant des marges

10 de sécurité, ce qui garantit qu'aucune surintensité ou mode de conduction discontinue ne peut se produire. En effet, les diodes sont conçues pour supporter une puissance électrique maximale lors de la phase de charge du convertisseur, tandis que les interrupteurs électroniques commandables (typiquement des transistors) supportent une puissance électrique moindre

15 (notamment lors de la phase de décharge), mais permettent, en phase de charge et pour des courants électriques faibles, d'éviter les modes de conduction discontinues liés aux diodes. En outre, la détermination de si la relation mathématique (1) est vérifiée ou non permet de savoir s'il existe ou non au moins une zone opératoire pour laquelle le mode de conduction

20 électrique des diodes est un mode de conduction discontinue (si la relation mathématique (1) n'est pas vérifiée, alors une telle zone opératoire existe).

[012] De préférence, si, à l'issue de la vérification, la relation mathématique (1) est vraie, la vérification du critère prédéfini dans l'étape consistant à maintenir active ou non la première branche de commutation basse fréquence

25 consiste à comparer les pertes par conduction dans les diodes aux pertes par conduction dans les interrupteurs électroniques commandables, la première branche de commutation basse fréquence étant maintenue active si les pertes par conduction dans les diodes sont supérieures aux pertes par conduction dans les interrupteurs électroniques commandables, la première branche de

30 commutation basse fréquence étant désactivée dans le cas contraire. Ceci permet d'optimiser l'efficacité du convertisseur, notamment du point de vue des pertes par conduction.

[013] L'invention se rapporte également à un ensemble comprenant un convertisseur d'une première tension électrique en une deuxième tension

- 9 -

électrique et un système de pilotage dudit convertisseur, le convertisseur étant apte à être relié à une source de tension électrique alternative comprenant une ligne conductrice de neutre et au moins une ligne conductrice de phase, le convertisseur comprenant un étage de correction active de facteur de

5 puissance, l'étage de correction active de facteur de puissance comprenant deux branches électroniques de commutation à basse fréquence connectées en parallèle, et au moins une branche électronique de commutation à haute fréquence, chaque branche électronique de commutation à basse fréquence comprenant deux demi-branches de commutation basse fréquence reliées en

10 série en une première borne intermédiaire, au moins une demi-branche de commutation d'une première branche de commutation basse fréquence comprenant au moins un organe de commutation muni d'un interrupteur électronique commandable, au moins une demi-branche de commutation d'une seconde branche de commutation basse fréquence comprenant au moins une

15 diode, chaque première borne intermédiaire étant apte à être reliée à la ligne conductrice de neutre, ladite au moins une branche électronique de commutation à haute fréquence comprenant deux demi-branches de commutation haute fréquence reliées en série en une deuxième borne intermédiaire, au moins une demi-branche de commutation haute fréquence

20 comprenant au moins un organe de commutation, ladite au moins une deuxième borne intermédiaire étant apte à être reliée à ladite au moins une ligne conductrice de phase via une inductance, chacune des diodes étant configurée pour autoriser dans son état passant une valeur de courant maximale de passage à travers la diode supérieure à la valeur de courant maximale de passage

25 autorisée par chaque interrupteur électronique commandable dans son état passant, et supérieure à la valeur de courant de conduction critique de la diode, le système de pilotage comprenant des moyens de mesure des première et deuxième tensions électriques et des moyens de détermination, à partir des première et deuxième tensions électriques mesurées, de l'amplitude crête-à-

30 crête I_{c1} de l'intensité du courant propre à circuler dans la première branche de commutation basse fréquence, le système de pilotage du convertisseur étant configuré pour mettre en œuvre les étapes d'un procédé de pilotage tel que décrit ci-dessus, le système de pilotage étant configuré pour appliquer, durant

- 10 -

la phase de charge du procédé, une consigne de courant instantanée I_{sp} au courant circulant dans la ou chaque inductance.

[014] L'invention se rapporte également à un chargeur électrique pour véhicule électrique ou hybride destiné à être connecté à une borne ou à une station de recharge électrique reliée à une source de tension électrique alternative, pour l'alimentation électrique dudit véhicule électrique ou hybride, le chargeur électrique comprenant un ensemble tel que décrit ci-dessus.

[015] L'invention se rapporte également à un véhicule électrique ou hybride, notamment automobile, comportant un chargeur électrique tel que décrit ci-dessus.

[016] On décrira ci-après, à titre d'exemples non limitatifs, des formes d'exécution de la présente invention, en référence aux figures annexées sur lesquelles :

- [Fig.1] est une représentation schématique d'un ensemble comprenant un convertisseur d'une première tension électrique en une deuxième tension électrique et un système de pilotage du convertisseur, le système de pilotage étant configuré pour mettre en œuvre les étapes d'un procédé de pilotage selon la présente invention ; et

- [Fig.2] est un organigramme représentant un procédé de pilotage selon un mode de réalisation de la présente invention, mis en œuvre par le système de pilotage de la figure 1.

[017] En référence à la figure 1 est illustré un ensemble 2 comprenant un convertisseur 4 d'une première tension électrique U_1 en une deuxième tension électrique U_2 , et un système 6 de pilotage du convertisseur 4, selon un mode de réalisation de l'invention. Le convertisseur 4 est relié d'une part à une source de tension électrique alternative (telle que par exemple un réseau d'alimentation électrique monophasé, biphasé ou triphasé - une telle source n'étant pas représentée sur la figure pour des raisons de clarté) fournissant la première tension électrique U_1 , et d'autre part à une charge 3 débitant entre ses bornes la deuxième tension électrique U_2 . La source de tension électrique alternative (de préférence sinusoïdale) comprend de manière classique une ligne conductrice de neutre N_1 et au moins une ligne conductrice de phase (en l'occurrence une seule ligne conductrice de phase P_1 dans le mode de

- 11 -

réalisation particulier illustré sur la figure 1 pour lequel le réseau d'alimentation électrique est un réseau monophasé).

[018] L'ensemble 2 est typiquement installé au sein d'un véhicule automobile électrique ou hybride, plus précisément au sein d'un chargeur électrique destiné à être connecté à une borne ou à une station de recharge électrique, elle-même reliée à la source de tension électrique alternative, pour l'alimentation électrique du véhicule (ni le véhicule, ni la borne ou la station de recharge, ni le chargeur dans son ensemble n'étant représentés sur la figure pour des raisons de clarté). De préférence, la première tension électrique U1 est une tension électrique alternative issue du réseau d'alimentation électrique monophasé, et la deuxième tension électrique U2 est une tension électrique continue permettant d'alimenter une batterie de stockage électrique du véhicule, après transformation par un ou plusieurs autre(s) étage(s) du chargeur électrique (tel(s) que par exemple un hacheur abaisseur). Le convertisseur 4 fournit ainsi la deuxième tension électrique continue U2 sur un bus de sortie 5 auquel est connecté la charge 3 (ici par exemple une banque de condensateurs), la valeur de cette deuxième tension électrique continue U2 étant par exemple de l'ordre de 400 Vcc ou de 800 Vcc. La deuxième tension électrique U2 est ainsi stabilisée par la banque de condensateurs 3.

[019] Le convertisseur 4 comporte de manière classique un étage de filtrage de perturbations électromagnétiques (non représenté sur la figure 1 pour des raisons de clarté) et un étage de correction active de facteur de puissance 7 connecté en sortie de l'étage de filtrage de perturbations électromagnétiques via au moins une inductance principale 8. Dans le mode de réalisation particulier de la figure 1, l'étage de correction active de facteur de puissance 7 est connecté en sortie de l'étage de filtrage de perturbations électromagnétiques via deux inductances principales 8, qui présentent par exemple chacune une même valeur d'inductance.

[020] L'étage de correction active de facteur de puissance 7 comporte deux branches électroniques de commutation à basse fréquence 16A, 16B connectées en parallèle, et au moins une branche électronique de commutation à haute fréquence 18A, 18B. Dans le mode de réalisation particulier de la figure 1, l'étage de correction active de facteur de puissance 7 est un redresseur synchrone bidirectionnel à montage cascode à point milieu et comporte deux

- 12 -

branches électroniques de commutation à haute fréquence 18A, 18B connectées en parallèle. Le nombre de branches électroniques de commutation à haute fréquence 18A, 18B est ainsi égal au nombre d'inductances principales 8. En variante non représentée, l'étage de correction active de facteur de puissance 7 pourrait comporter une seule branche électronique de commutation à haute fréquence 18A, 18B. Chaque branche électronique de commutation à haute fréquence 18A, 18B assure une commutation à haute fréquence du courant électrique d'entrée, ce qui permet de générer une onde sinusoïdale d'entrée en phase avec la tension du réseau d'alimentation électrique d'entrée, ainsi que des ondulations haute fréquence destinées à être filtrées par l'étage de filtrage de perturbations électromagnétiques.

[021] Chaque branche électronique de commutation à basse fréquence 16A, 16B comprend deux demi-branches de commutation basse fréquence 16A1, 16A2, respectivement 16B1, 16B2, reliées en série en une borne intermédiaire 20A, 20B. Chaque borne intermédiaire 20A, 20B est reliée à la ligne conductrice de neutre N1. Chaque demi-branche 16A1, 16A2 d'une première branche de commutation basse fréquence 16A comprend un organe de commutation 24. La première branche électronique de commutation à basse fréquence 16A présente une fréquence de commutation sensiblement égale à celle du réseau d'alimentation électrique d'entrée (par exemple 50 Hz). Chaque demi-branche 16B1, 16B2 d'une seconde branche de commutation basse fréquence 16B comprend une diode 30. Chaque branche électronique de commutation à haute fréquence 18A, 18B comprend deux demi-branches de commutation haute fréquence 18A1, 18A2, respectivement 18B1, 18B2 reliées en série en une borne intermédiaire 22A, 22B. Chaque borne intermédiaire 22A, 22B est reliée à une des inductances principales 8 (chaque inductance principale 8 étant reliée à la ligne conductrice de phase P1 via l'étage de filtrage de perturbations électromagnétiques). Chaque demi-branche de commutation haute fréquence 18A1, 18A2, 18B1, 18B2 comprend un organe de commutation 25. En variante non représentée, chaque demi-branche 16A1, 16A2, 16B, 18A1, 18A2, 18B1, 18B2 comprend un nombre N2 d'organes de commutation 24, 25, N2 étant un nombre entier supérieur ou égal à deux. La commutation des organes de commutation 24, 25 est commandée par une unité de commande 29 du système de pilotage 6.

- 13 -

[022] Comme connu en soi, chaque organe de commutation 24, 25 est bidirectionnel en courant et unidirectionnel en tension. Chaque organe de commutation 24, 25 comprend un interrupteur électronique commandable 26 et une diode 28 (qui est une diode dite « parasite ») connectée en antiparallèle assurant ainsi des trajets de circulation bidirectionnelle de courant. Chaque interrupteur 26 est par exemple formé d'un transistor bipolaire à grille isolée, également appelé transistor IGBT (de l'anglais « Insulated Gate Bipolar Transistor »). Tous les transistors IGBT 26 sont, par exemple, identiques. La grille de chaque transistor IGBT 26 est reliée aux moyens de commande précités pour recevoir un signal de commande correspondant. En variante, le transistor IGBT 26 est remplacé par tout composant électronique semi-conducteur comprenant une électrode de commande et deux électrodes de conduction, tel qu'un transistor bipolaire, un transistor à effet de champ, un thyristor, un thyristor à extinction par la gâchette, un thyristor IGCT (de l'anglais « Insulated Gate Commutated Thyristor »), ou un thyristor MCT (de l'anglais « MOS Controlled Thyristor ») par exemple. Les interrupteurs électroniques commandables 26 des organes de commutation 24 de la première branche électronique de commutation à basse fréquence 16A sont différents des interrupteurs électroniques commandables 26 des organes de commutation 25 des branches électroniques de commutation à haute fréquence 18A, 18B.

[023] Le système 6 de pilotage du convertisseur 4 est configuré pour commander la commutation des organes de commutation 24, 25 (à une fréquence de découpage différente selon qu'il s'agisse des organes de commutation 24 de la première branche électronique de commutation à basse fréquence 16A ou des organes de commutation 25 des branches électroniques de commutation à haute fréquence 18A, 18B). Le système 6 de pilotage est configuré pour contrôler deux boucles d'asservissement au niveau des branches électroniques de commutation à haute fréquence 18A, 18B et des inductances principales 8 : une première boucle d'asservissement où le courant électrique est contrôlé via une consigne de courant (la consigne de courant pouvant être déphasée par rapport à la tension du réseau d'alimentation électrique d'entrée si on veut générer de la puissance réactive), et une deuxième boucle d'asservissement où la tension électrique est contrôlée via une consigne de tension. Plus précisément, le système de pilotage 6 est configuré pour appliquer

- 14 -

une consigne de courant instantanée I_{sp} au courant circulant dans chaque inductance 8, durant une phase de charge du convertisseur 4 (au cours de laquelle le courant électrique circule dans un premier sens dans la première branche de commutation basse fréquence 16A ou dans la seconde branche de commutation basse fréquence 16B, et le transfert de puissance s'effectue du réseau d'alimentation électrique d'entrée vers la charge capacitive 3). Le convertisseur 4 peut également fonctionner dans une phase de décharge au cours de laquelle le courant électrique circule dans un second sens, opposé au premier sens de circulation, dans la première branche de commutation basse fréquence 16A, et le transfert de puissance s'effectue de la charge capacitive 3 vers le réseau d'alimentation électrique d'entrée ou vers une charge extérieure connectée au véhicule.

[024] Outre l'unité de commande 29, le système de pilotage 6 comporte des moyens 31 de mesure des première et deuxième tensions électriques U_1 , U_2 et des moyens 32 de détermination, à partir des première et deuxième tensions électriques mesurées U_1 , U_2 , de l'amplitude crête-à-crête I_{c1} de l'intensité du courant propre à circuler dans la première branche de commutation basse fréquence 16A. En particulier, l'expression de l'amplitude crête-à-crête I_{c1} de l'intensité du courant propre à circuler dans la première branche de commutation basse fréquence 16A est donnée par la relation (2) suivante :

$$I_{c1} = \left| \frac{U_1^2 - |U_1| \cdot U_2}{U_2 \cdot L \cdot F_s} \right| \quad (2)$$

où

L est la valeur minimale d'inductance de chaque inductance principale 8 (en tenant compte de la variation d'inductance liée aux dispersions composant et aux conditions de fonctionnement) ; et

F_s est la fréquence de découpage de chaque branche de commutation haute fréquence 18A, 18B.

[025] Le système de pilotage 6 comporte également des moyens (non représentés sur les figures) de mesure, sur une période de découpage de chaque branche de commutation haute fréquence 18A, 18B, du courant moyen traversant chaque inductance principale 8. L'amplitude crête-à-crête I_{c1} de l'intensité du courant propre à circuler dans la première branche de commutation basse fréquence 16A correspond alors à la variation de courant

- 15 -

traversant chaque inductance principale 8 au cours de la période de découpage de chaque branche de commutation haute fréquence 18A, 18B.

[026] Chaque diode 30 est choisie de manière à autoriser dans son état passant une valeur de courant maximale de passage à travers la diode 30 supérieure à la valeur de courant maximale de passage autorisée par chaque interrupteur électronique commandable 26 de la première branche électronique de commutation à basse fréquence 16A (dans son état passant), et supérieure à la valeur de courant de conduction critique de la diode 30. Autrement dit, chaque diode 30 est choisie de telle manière qu'il existe au moins une zone opératoire pour laquelle, lorsque le courant électrique passe par la diode 30, le mode de conduction électrique est un mode de conduction continue. Chaque diode 30 est dimensionnée de manière à supporter la puissance électrique maximale en phase de charge du convertisseur 4. L'interrupteur électronique commandable 26 de chaque organe de commutation 24 de la première branche électronique de commutation à basse fréquence 16A est dimensionné de manière à ce que la valeur de courant maximale de passage autorisée par l'interrupteur électronique commandable 26 couvre les zones de conduction discontinue des diodes 30.

[027] Le procédé de pilotage du convertisseur 4, mis en œuvre par le système de pilotage 6, va maintenant être décrit en référence à la figure 2. Initialement, le procédé est dans la phase de charge du convertisseur 4. La première branche de commutation basse fréquence 16A est activée par le système de pilotage 6 au début de la phase de charge (autrement dit, à tout moment de cette phase d'activation, un seul des deux organes de commutation 24 de la première branche 16A est dans un état fermé ; celui des deux organes de commutation 24 qui est dans l'état fermé étant fonction du signe de la tension U_1 du réseau d'alimentation). La consigne de courant instantanée I_{sp} (sinusoïdale) destinée à être appliquée au courant circulant dans chaque inductance 8 est calculée par le système de pilotage 6. Le système de pilotage 6 calcule alors, à partir de la mesure du courant moyen traversant chaque inductance principale 8 sur une période de découpage de chaque branche de commutation haute fréquence 18A, 18B, les signaux de commande à appliquer aux organes de commutation 25 des branches de commutation haute fréquence 18A, 18B, pour permettre le suivi de la consigne instantanée I_{sp} .

- 16 -

[028] Au cours de la phase de charge du convertisseur 4, le procédé comporte une étape initiale 39 de mesure, par les moyens de mesure 31 du système de pilotage 6, des première et deuxième tensions électriques U_1 , U_2 .

[029] Le procédé comporte une étape suivante 40 au cours de laquelle le système de pilotage 6 détermine (via ses moyens 32), à partir des première et deuxième tensions électriques mesurées U_1 , U_2 , l'amplitude crête-à-crête I_{c1} de l'intensité du courant circulant dans la première branche de commutation basse fréquence 16A. L'amplitude crête-à-crête I_{c1} est déterminée à l'aide de la relation mathématique (2) précédemment décrite.

[030] Le procédé comporte une étape suivante 42 au cours de laquelle le système de pilotage 6 compare l'amplitude crête-à-crête I_{c1} à une valeur de courant seuil I_{seuil} prédéfinie. La valeur I_{seuil} est telle que :

$$I_{seuil} = 2 \cdot (I_{max} - |I_{sp}|)$$

où

I_{max} est l'amplitude maximale de l'intensité du courant propre à circuler dans la première branche de commutation basse fréquence 16A.

[031] Si l'amplitude crête-à-crête I_{c1} est supérieure ou égale à la valeur de courant seuil I_{seuil} prédéfinie, le procédé comporte une étape suivante 44 au cours de laquelle le système de pilotage 6 désactive la première branche de commutation basse fréquence 16A (autrement dit, à tout moment de cette phase de désactivation, les deux organes de commutation 24 de la première branche 16A sont en même temps dans leur état ouvert). Le courant électrique, qui circule dans le convertisseur 4 dans le premier sens de circulation (phase de charge), circule alors dans la seconde branche de commutation basse fréquence 16B munie des diodes 30. A l'issue de l'étape 44, le procédé reboucle sur l'étape initiale de mesure 39.

[032] Sinon, le procédé comporte une étape suivante 46 au cours de laquelle le système de pilotage 6 détermine si la relation mathématique (1) suivante est vérifiée :

$$\text{sgn}(I_{sp} - \text{sgn}(U_1) \cdot \frac{1}{2} I_{c1}) = \text{sgn}(U_1) \quad (1)$$

où

$\text{sgn}(u)$ fournit le signe de la fonction $u(t)$ et est donc égal à -1 ou 1 lorsque $u(t)$ est non nul.

- 17 -

[033] La détermination de si la relation mathématique (1) est vérifiée ou non permet de savoir s'il existe ou non au moins une zone opératoire pour laquelle le mode de conduction électrique des diodes 30 est un mode de conduction discontinue (si la relation mathématique (1) n'est pas vérifiée, alors une telle zone opératoire existe).

[034] A l'issue de l'étape de détermination 46, si le système de pilotage 6 détermine que la relation mathématique (1) n'est pas vérifiée (cette alternative étant matérialisée par la flèche « A » sur la figure 2 et correspondant à un mode de conduction discontinue des diodes 30), le procédé comporte une étape suivante 48 au cours de laquelle le système de pilotage 6 maintient active la première branche de commutation basse fréquence 16A. Le procédé reboucle ensuite sur l'étape initiale de mesure 39.

[035] Si le système de pilotage 6 détermine que la relation mathématique (1) est vérifiée (cette alternative étant matérialisée par la flèche « B » sur la figure 2 et correspondant à un mode de conduction continue des diodes 30), le procédé comporte une étape suivante 50 au cours de laquelle le système de pilotage 6 détermine si un critère prédéfini est vérifié, et maintient active ou au contraire désactive la première branche de commutation basse fréquence 16A en fonction de la vérification du critère. De préférence, selon un exemple de réalisation particulier de l'invention, la vérification du critère prédéfini consiste à comparer d'une part les pertes par conduction dans les diodes 30 de la seconde branche de commutation basse fréquence 16B, aux pertes par conduction dans les interrupteurs électroniques commandables 26 de la première branche de commutation basse fréquence 16A d'autre part. Au cours de l'étape 50, le système de pilotage 6 maintient active la première branche de commutation basse fréquence 16A (au cours d'une sous-étape 50A) si les pertes par conduction dans les diodes 30 sont supérieures aux pertes par conduction dans les interrupteurs électroniques commandables 26. Le système de pilotage 6 désactive la première branche de commutation basse fréquence 16A (au cours d'une sous-étape 50B) dans le cas contraire. A l'issue de l'étape 50, le procédé reboucle sur l'étape initiale de mesure 39.

[036] Le procédé de pilotage d'un convertisseur selon l'invention permet de mettre en œuvre un contrôle de puissance réactive et un transfert de puissance bidirectionnel au sein du convertisseur (modes de charge et de décharge), tout

- 18 -

en offrant dans le mode de charge une flexibilité dans la commande, une complexité de calcul et/ou une consommation de ressources mémoire raisonnables et en mettant en œuvre un convertisseur présentant des coûts de fabrication réduits.

REVENDICATIONS

1. Procédé, mis en œuvre par un système (6) de pilotage d'un convertisseur (4) d'une première tension électrique (U1) en une deuxième tension électrique (U2), de pilotage dudit convertisseur (4), le convertisseur (4) étant relié à une
- 5 source de tension électrique alternative comprenant une ligne conductrice de neutre (N1) et au moins une ligne conductrice de phase (P1), la source de tension électrique alternative fournissant la première tension électrique (U1), le convertisseur (4) comprenant un étage de correction active de facteur de
- 10 puissance (7), l'étage de correction active de facteur de puissance (7) comprenant deux branches électroniques de commutation à basse fréquence (16A, 16B) connectées en parallèle, et au moins une branche électronique de commutation à haute fréquence (18A, 18B), chaque branche électronique de commutation à basse fréquence (16A, 16B) comprenant deux demi-branches de
- 15 commutation basse fréquence (16A1, 16A2, 16B1, 16B2) reliées en série en une première borne intermédiaire (20A, 20B), au moins une demi-branche de commutation (16A1, 16A2) d'une première branche de commutation basse fréquence (16A) comprenant au moins un organe de commutation (24) muni d'un interrupteur électronique commandable (26), au moins une demi-branche
- 20 de commutation (16B1, 16B2) d'une seconde branche de commutation basse fréquence (16B) comprenant au moins une diode (30), chaque première borne intermédiaire (20A, 20B) étant reliée à la ligne conductrice de neutre (N1), ladite au moins une branche électronique de commutation à haute fréquence (18A, 18B) comprenant deux demi-branches de commutation haute fréquence
- 25 (18A1, 18A2, 18B1, 18B2) reliées en série en une deuxième borne intermédiaire (22A, 22B), au moins une demi-branche de commutation haute fréquence (18A1, 18A2, 18B1, 18B2) comprenant au moins un organe de commutation (25), ladite au moins une deuxième borne intermédiaire (22A, 22B) étant reliée à ladite au moins une ligne conductrice de phase (P1) via une inductance (8),
- 30 chacune des diodes (30) étant configurée pour autoriser dans son état passant une valeur de courant maximale de passage à travers la diode (30) supérieure à la valeur de courant maximale de passage autorisée par chaque interrupteur électronique commandable (26) dans son état passant, et supérieure à la valeur

- 20 -

- de courant de conduction critique de la diode (30), le procédé comprenant une phase de charge au cours de laquelle le courant électrique circule dans un premier sens dans la première branche de commutation basse fréquence (16A) ou dans la seconde branche de commutation basse fréquence (16B), et une
- 5 phase de décharge au cours de laquelle le courant électrique circule dans un second sens, opposé au premier sens de circulation, dans la première branche de commutation basse fréquence (16A), le système de pilotage (6) étant configuré pour appliquer, durant la phase de charge du procédé, une consigne de courant instantanée I_{sp} au courant circulant dans la ou chaque inductance
- 10 (8), le système de pilotage (6) comprenant des moyens (31) de mesure des première et deuxième tensions électriques (U_1 , U_2) et des moyens (32) de détermination, à partir des première et deuxième tensions électriques mesurées (U_1 , U_2), de l'amplitude crête-à-crête I_{c1} de l'intensité du courant propre à circuler dans la première branche de commutation basse fréquence
- 15 (16A), la première branche de commutation basse fréquence (16A) étant initialement activée au début de la phase de charge du procédé, caractérisé en ce que le procédé comporte, au cours de sa phase de charge, les étapes de :
- une étape (39) de mesure des première et deuxième tensions électriques (U_1 , U_2) ;
 - 20 - une étape (40) de détermination, à partir des première et deuxième tensions électriques mesurées (U_1 , U_2), de l'amplitude crête-à-crête I_{c1} de l'intensité du courant circulant dans la première branche de commutation basse fréquence (16A) ;
 - une étape (42) de comparaison de l'amplitude crête-à-crête I_{c1} à une valeur
 - 25 de courant seuil I_{seuil} prédéfinie, la valeur I_{seuil} étant telle que :
- $$I_{seuil} = 2 \cdot (I_{max} - |I_{sp}|)$$
- où
- I_{max} est l'amplitude maximale de l'intensité du courant propre à circuler dans la première branche de commutation basse fréquence (16A) ;
- 30 - si l'amplitude crête-à-crête I_{c1} est supérieure ou égale à la valeur de courant seuil I_{seuil} prédéfinie, une étape (44) de désactivation de la première branche de commutation basse fréquence (16A) ;
- si l'amplitude crête-à-crête I_{c1} est strictement inférieure à la valeur de

- 21 -

courant seuil I_{seuil} prédéfinie, une étape (46) de détermination de si la relation mathématique (1) suivante est vérifiée, permettant de détecter si le mode de conduction électrique des diodes (30) est un mode de conduction continue ou discontinue :

$$5 \quad \text{sgn}(I_{sp} - \text{sgn}(U_1) \cdot \frac{1}{2} I_{c1}) = \text{sgn}(U_1) \quad (1)$$

où

$\text{sgn}(u)$ fournit le signe de la fonction $u(t)$ et est donc égal à -1 ou 1 lorsque $u(t)$ est non nul ;

- si, à l'issue de la vérification (46), la relation mathématique (1) est fausse, une étape (48) consistant à maintenir active la première branche de commutation basse fréquence (16A) ;

- si, à l'issue de la vérification (46), la relation mathématique (1) est vraie, une étape (50, 50A, 50B) consistant à maintenir active ou à désactiver la première branche de commutation basse fréquence (16A) en fonction de la vérification d'un critère prédéfini.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, si, à l'issue de la vérification (46), la relation mathématique (1) est vraie, la vérification du critère prédéfini dans l'étape (50, 50A, 50B) consistant à maintenir active ou non la première branche de commutation basse fréquence (16A) consiste à comparer les pertes par conduction dans les diodes (30) aux pertes par conduction dans les interrupteurs électroniques commandables (26), la première branche de commutation basse fréquence (16A) étant maintenue active si les pertes par conduction dans les diodes (30) sont supérieures aux pertes par conduction dans les interrupteurs électroniques commandables (26), la première branche de commutation basse fréquence (16A) étant désactivée dans le cas contraire.

3. Ensemble (2) comprenant un convertisseur (4) d'une première tension électrique (U_1) en une deuxième tension électrique (U_2) et un système (6) de pilotage dudit convertisseur (4), le convertisseur (4) étant apte à être relié à une source de tension électrique alternative comprenant une ligne conductrice de neutre (N1) et au moins une ligne conductrice de phase (P1), le convertisseur (4) comprenant un étage de correction active de facteur de puissance (7), l'étage de correction active de facteur de puissance (7) comprenant deux

- 22 -

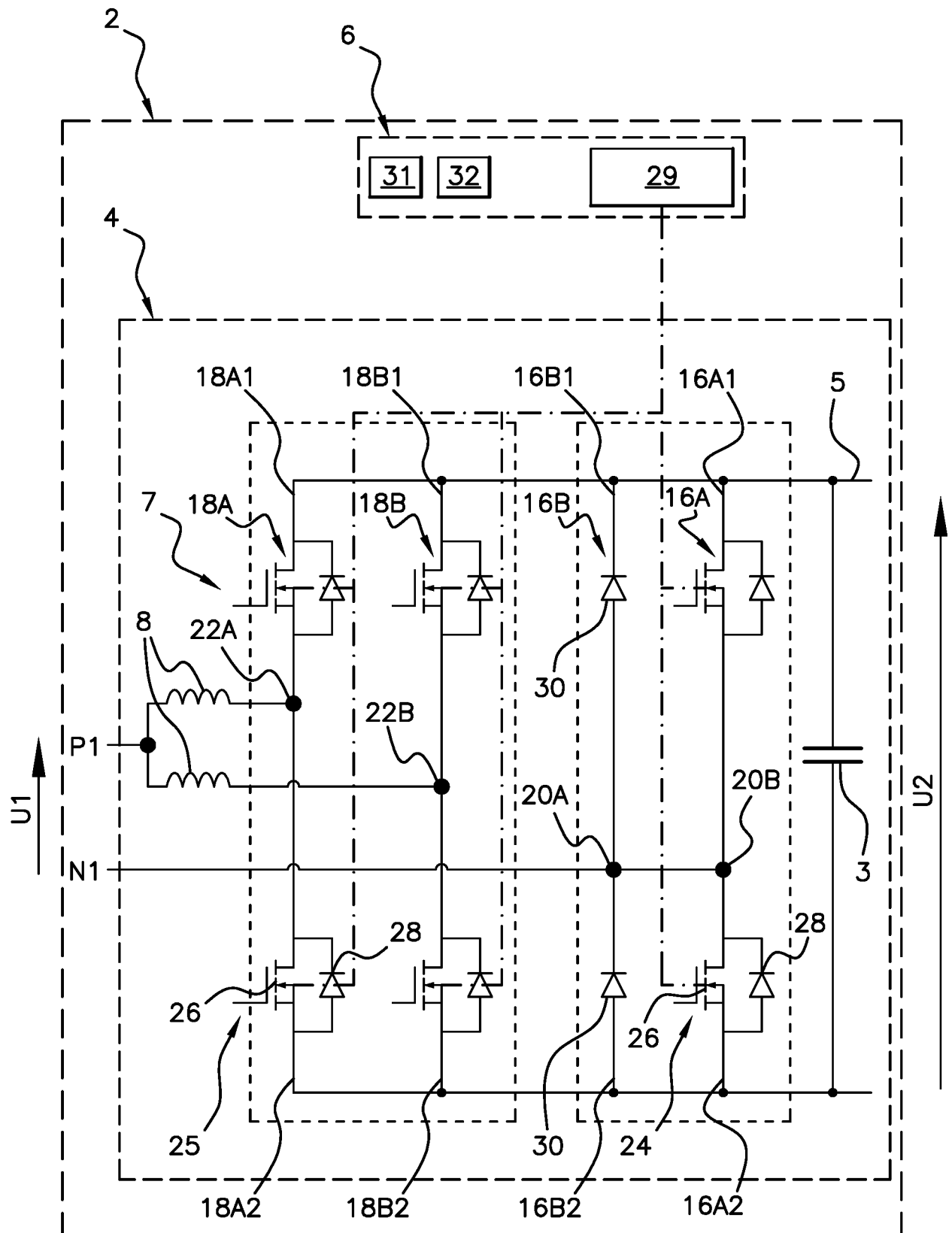
branches électroniques de commutation à basse fréquence (16A, 16B) connectées en parallèle, et au moins une branche électronique de commutation à haute fréquence (18A, 18B), chaque branche électronique de commutation à basse fréquence (16A, 16B) comprenant deux demi-branches de commutation basse fréquence (16A1, 16A2, 16B1, 16B2) reliées en série en une première borne intermédiaire (20A, 20B), au moins une demi-branche de commutation (16A1, 16A2) d'une première branche de commutation basse fréquence (16A) comprenant au moins un organe de commutation (24) muni d'un interrupteur électronique commandable (26), au moins une demi-branche de commutation (16B1, 16B2) d'une seconde branche de commutation basse fréquence (16B) comprenant au moins une diode (30), chaque première borne intermédiaire (20A, 20B) étant apte à être reliée à la ligne conductrice de neutre (N1), ladite au moins une branche électronique de commutation à haute fréquence (18A, 18B) comprenant deux demi-branches de commutation haute fréquence (18A1, 18A2, 18B1, 18B2) reliées en série en une deuxième borne intermédiaire (22A, 22B), au moins une demi-branche de commutation haute fréquence (18A1, 18A2, 18B1, 18B2) comprenant au moins un organe de commutation (25), ladite au moins une deuxième borne intermédiaire (22A, 22B) étant apte à être reliée à ladite au moins une ligne conductrice de phase (P1) via une inductance (8), chacune des diodes (30) étant configurée pour autoriser dans son état passant une valeur de courant maximale de passage à travers la diode (30) supérieure à la valeur de courant maximale de passage autorisée par chaque interrupteur électronique commandable (26) dans son état passant, et supérieure à la valeur de courant de conduction critique de la diode (30), le système de pilotage (6) comprenant des moyens (31) de mesure des première et deuxième tensions électriques (U1, U2) et des moyens (32) de détermination, à partir des première et deuxième tensions électriques mesurées (U1, U2), de l'amplitude crête-à-crête I_{c1} de l'intensité du courant propre à circuler dans la première branche de commutation basse fréquence (16A), caractérisé en ce que le système (6) de pilotage du convertisseur (4) est configuré pour mettre en œuvre les étapes d'un procédé de pilotage selon la revendication 1 ou 2, le système de pilotage (6) étant configuré pour appliquer, durant la phase de charge du procédé, une consigne de courant instantanée I_{sp} au courant circulant dans la ou chaque inductance (8).

- 23 -

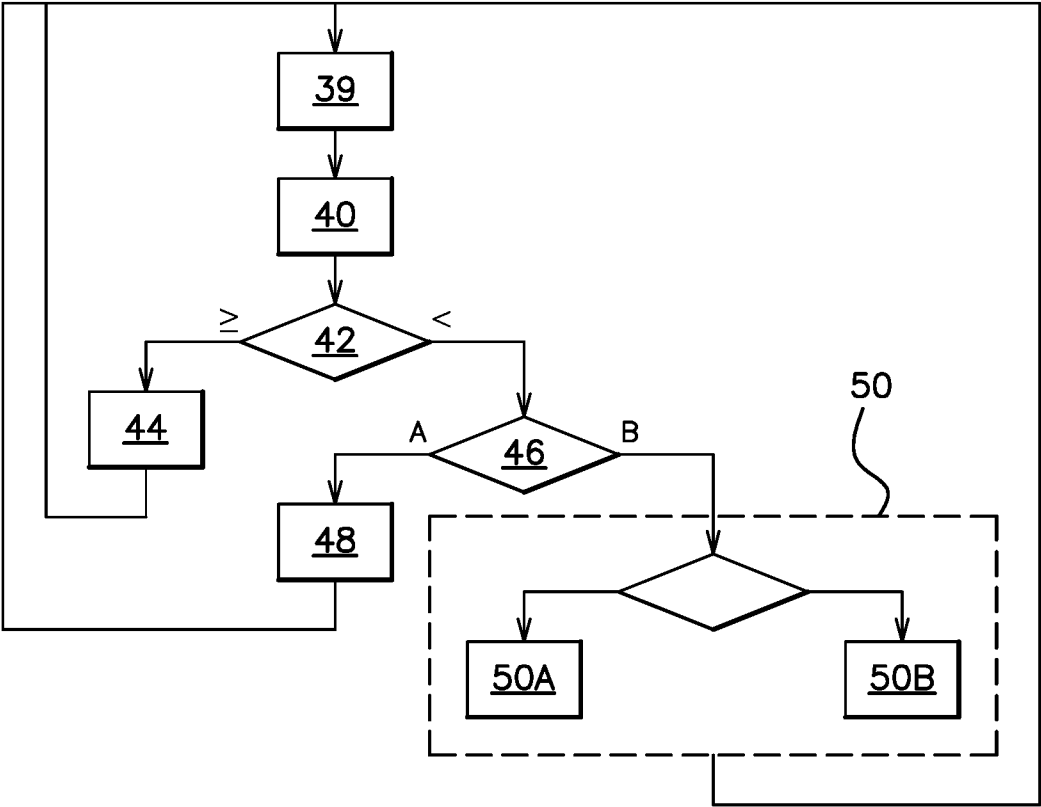
4. Chargeur électrique pour véhicule électrique ou hybride destiné à être connecté à une borne ou à une station de recharge électrique reliée à une source de tension électrique alternative, pour l'alimentation électrique dudit véhicule électrique ou hybride, caractérisé en ce qu'il comporte un ensemble
- 5 (2) selon la revendication 3.
5. Véhicule électrique ou hybride, notamment automobile, caractérisé en ce qu'il comporte un chargeur électrique selon la revendication 4.

$1/2$

Fig 1



2/2
Fig 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/067719

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02M 1/00**(2006.01)i; **H02M 1/32**(2007.01)i; **H02M 1/42**(2007.01)i; **H02M 7/797**(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014226375 A1 (FENO IVAN [CH]) 14 August 2014 (2014-08-14) abstract paragraph [0003] - paragraph [0046]; figures 7-8	1-5
A	US 2013257390 A1 (JIN HONG-YUAN [TW] ET AL) 03 October 2013 (2013-10-03) abstract paragraph [0005] - paragraph [0057]; figures 3-9	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 July 2024

Date of mailing of the international search report

14 August 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Adami, Salah-Eddine

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/067719

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2014226375	A1	14 August 2014	US	2014226375	A1	14 August 2014
				WO	2014126922	A1	21 August 2014
US	2013257390	A1	03 October 2013	CN	103368371	A	23 October 2013
				TW	201339791	A	01 October 2013
				US	2013257390	A1	03 October 2013

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02M1/00 H02M1/32 H02M1/42 ADD. H02M7/797		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H02M		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO - Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2014/226375 A1 (FENO IVAN [CH]) 14 août 2014 (2014-08-14) abrégé alinéa [0003] - alinéa [0046]; figures 7-8 -----	1 - 5
A	US 2013/257390 A1 (JIN HONG-YUAN [TW] ET AL) 3 octobre 2013 (2013-10-03) abrégé alinéa [0005] - alinéa [0057]; figures 3-9 -----	1 - 5
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 16 juillet 2024		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 14/08/2024
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Adami, Salah-Eddine

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2024/067719

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2014226375 A1	14-08-2014	US 2014226375 A1	14-08-2014
		WO 2014126922 A1	21-08-2014
US 2013257390 A1	03-10-2013	CN 103368371 A	23-10-2013
		TW 201339791 A	01-10-2013
		US 2013257390 A1	03-10-2013