

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 029 709

21 N° d'enregistrement national : 14 61967

51 Int Cl⁸ : H 02 J 7/34 (2016.01)

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 05.12.14.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 10.06.16 Bulletin 16/23.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR Société par actions simplifiée — FR.

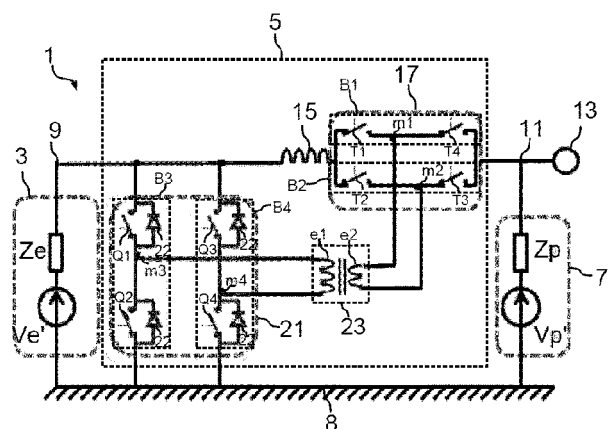
72 Inventeur(s) : ALLALI NICOLAS, BAUDESSON PHILIPPE, CHEMIN MICHAEL, LE MOIGNE PHILIPPE et BARTHOLOMEUS PATRICK.

73 Titulaire(s) : VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR Société par actions simplifiée.

54 DISPOSITIF D'ALIMENTATION ET CONVERTISSEUR DE TENSION CONTINUE AMELIORE.

57 La présente invention concerne un dispositif d'alimentation (1) d'un réseau électrique (13) d'un véhicule automobile comprenant une première (3) et une deuxième (7) batterie et un convertisseur de tension continue (5) comprenant une première borne (9) reliée à la première batterie (3) et une deuxième borne (11) étant également destinée à être connectée au réseau électrique, dans lequel le convertisseur de tension continue (5) est configuré pour réaliser une source de courant disposée en série entre la première (3) et la deuxième (7) batterie de façon à contrôler le courant échangé avec la première batterie.



FR 3 029 709 - A1



DISPOSITIF D'ALIMENTATION ET CONVERTISSEUR DE TENSION CONTINUE AMELIORE

La présente invention concerne le domaine des dispositifs d'alimentation de réseaux électriques de véhicule automobile et un procédé de pilotage d'un tel dispositif.

Les contraintes sur les batteries des véhicules électriques sont importantes pour pouvoir concurrencer les véhicules à moteur thermique. Ainsi, les batteries doivent à la fois avoir une densité d'énergie massique élevée, c'est-à-dire contenir une grande quantité d'énergie pour une taille réduite afin de procurer une autonomie importante, et être puissantes, c'est-à-dire capables de fournir ou d'emmagasiner une grande quantité d'énergie dans un temps très court, notamment lors des phases d'accélération ou de freinage en cas d'utilisation d'un freinage régénératif.

Un moyen d'obtenir ces caractéristiques est de combiner une batterie énergétique avec une batterie de puissance.

Cependant, l'utilisation d'une telle combinaison requiert d'une part de pouvoir sélectionner la batterie sur laquelle on prélève l'énergie en fonction de la puissance demandée et d'autre part de pouvoir transférer de l'énergie entre les batteries de manière à recharger l'une à partir de l'autre.

Or, du fait des puissances mises en jeu qui sont de plusieurs dizaines de kilowatts, un convertisseur de tension continue de l'état de la technique permet de transférer une telle puissance à un coût très élevé puisqu'il nécessite des éléments magnétiques à forte capacité énergétique et/ou des moyens de commutation qui supportent la tension (d'entrée ou de sortie) ainsi que l'intégralité du courant transmis générant ainsi de fortes pertes par commutation.

Il convient donc de trouver une solution permettant de transférer la puissance d'une batterie à l'autre avec un rendement élevé et permettant également de sélectionner la batterie sur laquelle est prélevée la puissance pour un coût limité.

La présente invention a donc pour objet un dispositif d'alimentation d'un réseau électrique d'un véhicule automobile comprenant une première et une deuxième batterie et un convertisseur de tension continue comprenant une première borne reliée à la première batterie et une deuxième borne reliée à la deuxième batterie, la deuxième borne étant également destinée à être connectée au réseau électrique, dans lequel le convertisseur de tension continue

est configuré pour réaliser une source de courant disposée en série entre la première et la deuxième batterie de façon à contrôler le courant échangé avec la première batterie.

Selon un mode de réalisation, la première batterie a une densité d'énergie massique supérieure à celle de la deuxième batterie et/ou la deuxième batterie a une densité de
5 puissance supérieure à celle de la première batterie.

Selon un mode de réalisation, le convertisseur de tension continue comprend une inductance disposée en série avec la première et la deuxième batterie et des interrupteurs configurés pour réguler le courant dans la première inductance.

Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend :

10 - un redresseur disposé en série avec l'inductance configuré pour redresser une tension alternative de façon à délivrer une tension contrôlant le courant parcourant l'inductance ;

- un onduleur configuré pour délivrer une tension alternative audit redresseur à partir d'une source de tension, dite source d'alimentation de l'onduleur ;

15 - un transformateur comprenant un premier enroulement primaire dont les extrémités sont reliées à la sortie de l'onduleur et un enroulement secondaire dont les extrémités sont reliées à l'entrée du redresseur.

Selon un mode de réalisation, l'onduleur est alimenté par la première batterie.

20 Selon un mode de réalisation, l'onduleur est alimenté par une source de tension différente des première et deuxième batteries.

Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend un chargeur électrique configuré pour charger la source d'alimentation de l'onduleur ou la première batterie à partir d'un réseau électrique extérieur au véhicule.

25 Selon un mode de réalisation, l'onduleur est compris dans le chargeur, et le transformateur comprend en outre un deuxième enroulement primaire connecté à un redresseur, au moins un interrupteur étant configuré pour connecter ledit redresseur aux bornes de la source d'alimentation de l'onduleur ou à la première batterie pour charger ladite source d'alimentation de l'onduleur ou la première batterie à partir dudit chargeur.

30 Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend au moins un interrupteur configuré pour connecter l'onduleur avec la source d'alimentation de l'onduleur lors d'un échange d'énergie entre la première batterie et le réseau électrique du véhicule ou la deuxième batterie, et déconnecter l'onduleur d'avec la source d'alimentation de l'onduleur lors d'une

charge de ladite source d'alimentation ou de la première batterie par le chargeur.

Selon un mode de réalisation, l'onduleur et le chargeur sont deux unités différentes, et le transformateur comprend un deuxième enroulement primaire connecté audit chargeur pour alimenter la source d'alimentation de l'onduleur ou la première batterie lors de la charge de ladite source d'alimentation ou de la première batterie à partir dudit chargeur.

L'invention concerne aussi un véhicule automobile comprenant un réseau électrique embarqué et un dispositif d'alimentation du réseau électrique selon l'invention.

L'invention concerne également un procédé de pilotage d'un dispositif d'alimentation selon l'invention, dans lequel la différence de tension entre les première et deuxième batteries est maintenue inférieure ou égale à un seuil.

Selon un mode de réalisation, des interrupteurs de l'onduleur et du redresseur sont pilotés de manière à maintenir la tension aux bornes de la première batterie sensiblement égale à la tension aux bornes de la deuxième batterie.

Selon un mode de réalisation, des interrupteurs de l'onduleur et du redresseur sont pilotés de sorte que la différence de tension ΔV entre la première et la deuxième batterie et la tension V_e aux bornes de la première batterie respecte la relation $0 \leq \Delta V / V_e \leq 0,2$.

Selon un mode de réalisation, des interrupteurs du redresseur sont ouverts en avance de phase lorsque la tension délivrée par l'onduleur passe d'une valeur nulle à une valeur non nulle et sont fermés en retard de phase lorsque la tension délivrée par l'onduleur passe d'une valeur non nulle à une valeur nulle.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui va maintenant en être faite, en référence aux dessins annexés qui en représentent, à titre indicatif mais non limitatif, un mode de réalisation possible.

25

Sur ces dessins:

- la figure 1 représente un schéma de principe du dispositif d'alimentation d'un réseau électrique selon la présente invention ;
- la figure 2 représente un schéma détaillé d'un dispositif d'alimentation d'un réseau électrique selon un mode de réalisation ;
- la figure 3 représente un chronogramme des états des interrupteurs du dispositif d'alimentation de la figure 2 ;

30

- la figure 4 représente un schéma détaillé d'un dispositif d'alimentation d'un réseau électrique selon un mode de réalisation ;

- les figures 5 et 6 représentent des schémas détaillés de dispositifs d'alimentation d'un réseau électrique selon un mode de réalisation, dans lequel un chargeur électrique est intégré au
5 dispositif.

Sur ces figures, les mêmes numéros de référence désignent des éléments identiques.

La présente invention concerne un dispositif d'alimentation d'un réseau électrique
10 d'un véhicule automobile. Le réseau électrique comprend des consommateurs électriques embarqués dans le véhicule, par exemple un moteur électrique destiné à entraîner le véhicule. Le dispositif est notamment embarqué dans le véhicule et comprend une première batterie, dite batterie d'énergie, et une deuxième batterie, dite batterie de puissance. Notamment, la première batterie a une densité d'énergie massique supérieure à celle de la deuxième batterie
15 pour pouvoir alimenter le réseau électrique du véhicule sur une longue durée en régime stabilisé. La deuxième batterie permet d'alimenter le réseau électrique lorsque ce dernier requiert une forte puissance, par exemple lors des phases d'accélération du véhicule. A cet effet, la deuxième batterie peut avoir une densité de puissance supérieure à celle de la première batterie. Le dispositif comprend également un convertisseur de tension comprenant
20 une première borne reliée à la première batterie et une deuxième borne reliée à la deuxième batterie. L'idée de la présente invention est de configurer le convertisseur de tension continue pour qu'il se comporte comme une source de courant en série de manière à contrôler le courant échangé avec la première batterie et optimiser le rendement du convertisseur de tension continue.

25 La figure 1 représente un schéma équivalent du dispositif d'alimentation 1 dans lequel la première batterie 3 est représentée comme une première source de tension V_e , le convertisseur de tension continue 5 comme une source de courant I_s , et la deuxième batterie 7 comme une source de tension V_p , le convertisseur de tension continue 5 étant disposé en série entre la première 3 et la deuxième 7 batterie. Les batteries 3, 7 sont également reliées à la
30 masse 8. Ainsi, du fait de la mise en série des deux batteries 3, 7 et du convertisseur 5, le convertisseur 5 agit comme un régulateur de puissance des échanges avec la première batterie 3. La puissance vue par le convertisseur 5 est fonction de la différence de tension entre les

deux batteries 3, 7, ce qui permet de minimiser la puissance vue par le convertisseur 5 comme cela décrit par la suite.

La figure 2 représente un schéma détaillé d'un exemple de dispositif d'alimentation 1 comprenant la première batterie 3 représentée par une première source de tension parfaite V_e' et une première impédance Z_e ; la deuxième batterie 7 représentée par une deuxième source de tension parfaite V_p' et une deuxième impédance Z_p ; et le convertisseur 5 comprenant une première borne 9 et une deuxième borne 11 reliées respectivement à la première batterie 3 et à la deuxième batterie 7. La deuxième borne 11 du convertisseur 5 est également reliée au réseau électrique 13 du véhicule. Le convertisseur de tension 5 comprend une inductance 15 et un ensemble d'interrupteurs T1, T2, T3, T4 en série avec la première 3 et la deuxième 7 batteries. Les interrupteurs T1, T2, T3, T4 sont configurés pour réguler le courant dans l'inductance 15. Des successions d'ouverture et de fermeture des interrupteurs T1, T2, T3, T4 permettent d'induire une montée ou une diminution du courant dans l'inductance 15. Ainsi, le courant échangé avec la première batterie 3 peut être régulé à une valeur de référence.

En particulier, l'ensemble d'interrupteur T1, T2, T3, T4 en série avec l'inductance 15 forme un redresseur 17. Le redresseur 17 redresse une tension alternative pour la délivrer à l'inductance 15 et ainsi contrôler le courant circulant dans l'inductance 15. Selon un mode de réalisation, le redresseur 17 comprend deux branches B1 et B2 montées en parallèle, chacune des branches B1, B2 comprenant deux interrupteurs T1, T4 ou T2, T3 montés en série et séparés par un point milieu, les points milieux étant notés respectivement m1 et m2. Cependant, le redresseur 17 peut avoir une autre configuration, par exemple une configuration push-pull. Le redresseur 17 permet de réguler le courant dans l'impédance 15. Le redresseur 17 est alimenté, notamment via ses points milieux m1 et m2, par un onduleur 21. Les interrupteurs T1, T2, T3, T4 peuvent avoir une diode en parallèle. Cela peut être par exemple le cas si le convertisseur 5 est monodirectionnel.

L'onduleur 21 est configuré pour délivrer une tension alternative au redresseur 17 à partir d'une source de tension, dite source d'alimentation de l'onduleur. Dans l'exemple illustré en figure 2, la source d'alimentation de l'onduleur est la première batterie 3. L'onduleur 21 est monté en parallèle avec la première batterie 3, c'est-à-dire entre la première borne 9 du convertisseur 5 et la masse 8. Selon un mode de réalisation, l'onduleur 21 comprend deux branches B3 et B4 montées en parallèle, chacune des branches B3, B4 comprenant deux interrupteurs Q1, Q2 ou Q3, Q4 branchés en série et séparés par un point

milieu, les points milieu étant notés respectivement m3 et m4. Cependant, l'onduleur 21 peut avoir une autre configuration, par exemple une configuration push-pull. Des diodes 22 peuvent être montées en parallèle des interrupteurs Q1, Q3, Q2, Q4 de l'onduleur 21. Alternativement, les diodes 22 peuvent être des diodes intrinsèques aux interrupteurs Q1, Q3, 5 Q2, Q4. C'est notamment le cas lorsque les interrupteurs Q1, Q3, Q2, Q4 sont des transistors MOSFET. Ainsi les points milieu m3 et m4 de l'onduleur 21 sont reliés aux points milieu m1 et m2 du redresseur 17 pour alimenter le redresseur 17 et ainsi réguler le courant dans l'inductance 15.

L'onduleur 21 fonctionne avec une forte tension et un faible courant et le redresseur 10 17 fonctionne avec un fort courant et une faible tension. Afin d'isoler les contraintes électriques entre l'onduleur 21 et le redresseur 17, un transformateur 23 est disposé entre les points milieu m3, m4 de l'onduleur 21 et les points milieu m1, m2 du redresseur 17. Ainsi, les extrémités d'un premier enroulement e1 du transformateur 23 sont reliées respectivement aux points milieu m3 et m4 de l'onduleur 21 tandis que les extrémités d'un deuxième 15 enroulement e2 du transformateur 23 sont reliées respectivement aux points milieu m1 et m2 du redresseur 17.

Le convertisseur 5 peut être réversible et permet donc un transfert d'énergie de la première borne 9 vers la deuxième borne 11 et de la deuxième borne 11 vers la première borne 9. Ainsi, le convertisseur 5 permet un transfert de la première batterie 3 vers la 20 deuxième batterie 7 et inversement. Alternativement, le convertisseur 5 peut-être monodirectionnel, c'est-à-dire ne permettre un transfert d'énergie que de la première borne 9 vers la deuxième borne 11, ou que de la deuxième borne 11 vers la première borne 9.

La figure 3 illustre un exemple de fonctionnement du dispositif d'alimentation 1. L'onduleur 21 contrôle le niveau de tension appliqué à l'inductance 15. La tension délivrée 25 par l'onduleur 21 est déterminée par les commandes des interrupteurs Q1, Q3, Q2, Q4. L'onduleur 21 est commandé par un décalage de phase ϕ entre les bras B3, B4 de l'onduleur 21. La tension V_{23} délivrée par l'onduleur 21 entre les points milieu m3, m4 est déterminée par le décalage de phase ϕ entre les bras B3, B4 de l'onduleur 21. Cependant, l'onduleur 21 pourrait être commandé par tout type de commande permettant de délivrer une tension 30 alternative en sortie de l'onduleur 21. Dans un bras B3, B4 un temps mort t_{m1} peut être prévu entre les interrupteurs Q1, Q2 ou Q4, Q3 du bras pour éviter une conduction simultanée dans les deux interrupteurs du bras.

Le redresseur 17 détermine la polarité de la tension appliquée à l'inductance 15. Les interrupteurs T1, T2, T3, T4 sont fermés en correspondance suivant une diagonale en fonction de la polarité que l'on souhaite appliquer à l'inductance 15. Par exemple par convention, un sens positif peut être pris de la première 3 vers la deuxième 7 batterie et un sens négatif de la deuxième 7 vers la première batterie 3. Chaque bras B1,B2 a un interrupteur T1, T2 connecté à l'inductance 15 et un interrupteur T4,T3 connecté à la deuxième borne 11 du convertisseur 5, ces interrupteurs étant séparés par un point milieu m1, m2. Suivant le sens dans lequel on souhaite appliquer la tension délivrée par l'onduleur 21, soit l'interrupteur T1 du premier bras B1 situé du côté de l'inductance 15 est fermé avec l'inductance T3 du deuxième bras B2 situé du côté de la deuxième borne 11, les autres interrupteurs T2, T4 étant ouverts ; soit l'interrupteur T2 du deuxième bras B2 situé du côté de l'inductance 15 est fermé avec l'inductance T4 du premier bras B1 situé du côté de la deuxième borne 11, les autres interrupteurs T1, T3 étant ouverts. Lorsque la tension V23 délivrée par l'onduleur 21 est nulle les interrupteurs T1, T2, T3, T4 du redresseur 17 sont fermés pour mettre en court-circuit l'enroulement secondaire e2 du transformateur 23. Les interrupteurs T1, T2, T3, T4 du redresseur 17 peuvent être ouverts en avance de phase P1 lorsque la tension délivrée par l'onduleur 21 passe d'une valeur nulle à une valeur non nulle et peuvent être fermés en retard de phase P2 lorsque la tension délivrée par l'onduleur 21 passe d'une valeur non nulle à une valeur nulle. Ceci permet de sauvegarder une énergie stockée dans les inductances de fuite du transformateur 23 en la réinjectant dans la source d'alimentation de l'onduleur 21, par l'intermédiaire de l'onduleur 21. En particulier, on peut donc réinjecter cette énergie dans la première batterie 3 lorsque la source d'alimentation de l'onduleur 21 est la première batterie 3.

Lorsqu'une tension positive est appliquée à l'inductance 15, le courant dans l'inductance 15 augmente, lorsqu'une tension négative est appliquée à l'inductance 15, le courant dans l'inductance 15 diminue. Ainsi, en contrôlant la valeur absolue de la pente du courant grâce à l'onduleur 21 et le signe de cette pente grâce au redresseur 17, on peut contrôler le courant circulant dans l'inductance 15 et donc obtenir une source de courant en série entre la première batterie 3 et la deuxième batterie 7.

La source de courant peut par exemple délivrer un courant correspondant à un courant maximum pouvant être échangé avec la première batterie 3. Le courant de sortie de la première batterie 3 est par exemple inférieur à un seuil, notamment 135 A, et le courant

d'entrée est inférieur à un seuil, notamment 45 A pour permettre d'optimiser l'endurance de la batterie. Ces seuils dépendent de la technologie des cellules de stockage de la première batterie 3. La deuxième batterie peut recevoir ou émettre un courant est plus élevé que le courant de la première batterie.

5 En fonctionnement, le convertisseur 5 permet d'échanger de l'énergie avec la première batterie 3 avec un fort courant alors que la puissance du convertisseur 5 reste très faible.

Ceci est en particulier le cas, lorsque la différence de tension entre la première 3 et la deuxième batterie 7 est sensible ou maintenue inférieure ou égale à un seuil.

10 La puissance du convertisseur 5 est donnée par la relation :

$$P_{\text{source}} = i \cdot (V_e - V_p) = P_{b1} \cdot (1 - V_e/V_p) \quad (1)$$

avec P_{source} la puissance de la source de courant formée par le convertisseur 5, i le courant entre la première borne 9 et la deuxième borne 11, V_e la tension entre la première borne 9 et la masse 8 c'est-à-dire aux bornes de la première batterie 3, V_p la tension entre la deuxième borne 11 et la masse 8 c'est-à-dire aux bornes de la deuxième batterie 7 et, P_{b1} la puissance de la première batterie 3. Ainsi, à partir de l'équation (1), on observe qu'en maintenant les tensions V_e et V_p proches l'une de l'autre, la puissance vue par le convertisseur 5 est proche de zéro watt.

Par ailleurs, le rendement du convertisseur 5 peut être défini par :

20
$$\eta_{\text{conv}} = 1 / (1 + (1 - \eta_{\text{source}}) \cdot |1 - V_e/V_p|) \quad (2)$$

avec η_{source} le rendement de la source de courant formée par le convertisseur 5 et défini par :

$$\eta_{\text{source}} = P_{\text{source}} / (P_{\text{source}} + P_{\text{pertes}}) \quad (3)$$

avec P_{pertes} la puissance liée aux pertes dans le convertisseur.

Ainsi, à partir de l'équation (2), on observe qu'en maintenant les tensions V_e et V_p proches l'une de l'autre, le rendement du convertisseur est proche de 1.

25 La différence de tension entre la première batterie 3 et la deuxième batterie 7 peut respecter la relation :

$$|V_e - V_p| < m \times V_e - 4 \times L_f \times I_{\text{max}} \times F_{\text{clk}},$$

où m est le rapport de transformation du transformateur 23 ; L_f est l'inductance de fuite au secondaire du transformateur 23 ; I_{max} est le courant maximum en sortie du convertisseur 5 vers le réseau électrique 13 du véhicule ou la deuxième batterie 7, autrement dit I_{max} est le courant maximal qui doit être débité sur l'ensemble formé par le réseau électrique 13 du

véhicule et la deuxième batterie 7 ; F_{clk} est la fréquence de commutation de l'onduleur 21 et du redresseur 17. Ce qui permet de garder une puissance du convertisseur 5 qui est faible, notamment inférieure à la puissance échangée avec le réseau électrique 13 du véhicule ou la deuxième batterie 7. Cette puissance échangée est par exemple égale au produit du courant
5 circulant dans l'inductance 15 avec la tension V_p aux bornes de la deuxième batterie 7. Par exemple, le rapport entre la différence de tension $V_e - V_p$ entre la première batterie 3 et la deuxième batterie 7 et la tension V_e de la batterie énergétique est comprise entre 0 et 0,2.

Le pilotage de l'onduleur 21 et du redresseur 17 est donc effectué de manière à réguler le courant entre la première borne 9 et la deuxième borne 11 du convertisseur 5. La valeur du
10 courant de référence peut dépendre d'un ou plusieurs paramètres, tels que la puissance maximale souhaitée pour le convertisseur 5, le courant maximum échangeable avec la première batterie 3, ou la différence de tension ($V_e - V_p$) maximale entre la première borne 9 et la deuxième borne 11 du convertisseur 5, de manière notamment à maintenir les tensions V_e de la première batterie 3 et V_p de la deuxième batterie sensiblement égales.

15 L'onduleur 21 et le redresseur 17 se comportent donc comme un contrôleur de puissance qui régule le courant traversant l'inductance 15 pour créer une source de courant en série entre la première batterie 3 et la deuxième batterie 7, l'une des batteries agissant comme une source de tension et l'autre comme une charge.

Ainsi, si la puissance demandée par le réseau électrique du véhicule est faible, par
20 exemple lorsque la vitesse du véhicule est stabilisée, cette puissance est fournie par la première batterie 3 via le convertisseur 5 ; alors que, lorsque la puissance demandée par le réseau électrique du véhicule est forte, par exemple lors des phases d'accélération, la puissance est fournie en majorité par la deuxième batterie 7, le convertisseur 5 ne pouvant fournir un courant supérieur au courant traversant l'inductance 15 depuis la première batterie
25 3.

Par ailleurs, si l'utilisateur du véhicule effectue de nombreuses accélérations, la deuxième batterie 7 est alors déchargée. La deuxième batterie 7 peut alors être rechargée à partir de la première batterie 3 via le convertisseur 5. A l'inverse, si l'utilisateur du véhicule a une conduite souple et décharge essentiellement la première batterie 3, cette dernière peut être
30 rechargée par la deuxième batterie 7 via le convertisseur 5.

En cas d'utilisation d'un système annexe de récupération d'énergie comme un panneau solaire ou un dispositif de freinage régénératif -par exemple un moteur électrique connecté au

réseau électrique du véhicule-, en fonction de la puissance fournie par le système annexe, cette puissance sera utilisée pour recharger l'une ou l'autre des batteries 3, 7.

Le dispositif d'alimentation 1 de la présente invention permet donc du fait de la structure du convertisseur 5 générant une source de courant en série entre deux batteries 3, 7 de permettre un transfert de puissance entre une batterie énergétique 3 de faible courant et une batterie de puissance 7 de fort courant sans nécessiter de composants coûteux et avec un minimum de pertes. Ceci est en particulier le cas si les tensions d'entrée et de sortie du convertisseur 5 sont maintenues sensiblement égales.

La figure 4 illustre un exemple de dispositif d'alimentation 1' selon un mode de réalisation dans lequel la source d'alimentation de l'onduleur est une troisième source de tension V_a différente de la première 3 et de la deuxième 7 batterie. Cette troisième source de tension délivre une tension V_a alimentant l'onduleur 21. La masse de la source de tension V_a peut être commune à celle de la première 3 et de la deuxième 7 batterie comme illustré en figure 4, ou la masse de la source de tension V_a peut être différente. Le dispositif illustré en figure 4 est sinon similaire à l'exemple illustré en figure 2 et fonctionne de façon similaire à ce qui a été décrit précédemment.

Selon un mode de réalisation, le dispositif selon l'invention comprend un chargeur qui permet de charger la source alimentant l'onduleur 21 ou la première batterie 3 à partir d'un réseau électrique extérieur au véhicule.

La figure 5 illustre un exemple de dispositif d'alimentation 100 selon ce mode de réalisation. Dans cet exemple, la première batterie 3 est aussi la source d'alimentation de l'onduleur 21. Le dispositif 100 comprend un chargeur 24 qui est une unité différente de l'onduleur 21. Le transformateur 23 comprend un deuxième enroulement primaire $e1'$ connecté en sortie du chargeur 24. Lors d'une charge à partir d'un réseau électrique extérieur, le chargeur 24 alimente la première batterie 3 par l'intermédiaire du deuxième enroulement primaire $e1'$, du premier enroulement primaire $e1$ et de l'onduleur 21. Les interrupteurs T1, T2, T3, T4 du redresseur 17 peuvent être maintenus ouverts. Ainsi, le dispositif d'alimentation 100 comprend un chargeur intégré 24. Une charge de la première batterie 3 à partir d'un réseau électrique extérieur au véhicule ou à partir du réseau électrique du véhicule est donc obtenue avec un seul dispositif, ce qui améliore l'intégration du dispositif d'alimentation. Un condensateur C_f peut être prévu en sortie de l'onduleur 21 pour filtrer un courant de découpage de l'onduleur. Ce condensateur C_f peut également être prévu dans les exemples

illustrés en figure 2, 4 et 6. Le dispositif 100 est sinon similaire au dispositif illustré en figure 2. Selon une variante, le chargeur 24 du dispositif d'alimentation 100 comprend une partie onduleur 240 qui a deux branches montées en parallèle. Chaque branche comprend deux interrupteurs Q6, Q7 ou Q8, Q9 branchés en série et séparés par un point milieu, les points milieux étant notés respectivement m5 et m6. Cependant, la partie onduleur 240 peut avoir une autre configuration. Ces interrupteurs Q6, Q7, Q8, Q9 peuvent avoir des caractéristiques similaires à celles décrites en relation avec l'onduleur 21. Les points milieux m5 et m6 de la partie onduleur 240 sont reliés aux points milieux m3 et m4 de l'onduleur 21 pour alimenter la première batterie 3 lors d'une charge par un réseau électrique extérieur. Notamment, les points milieux m3, m4 et m5, m6 sont reliés par les enroulements primaires e1, e1' du transformateur 23. Le chargeur 24 comprend en outre une partie convertisseur de tension 241 qui élève une tension d'entrée issue du réseau électrique extérieure en une tension délivrée à la partie onduleur 240. La partie convertisseur 240 comprend une diode D2 connectée à l'entrée de la partie onduleur 240 et à un interrupteur Q5, et une inductance L2 ayant une borne connectée entre la diode D2 et l'interrupteur Q5. Un condensateur C fait l'interface entre la partie onduleur 240 et la partie convertisseur 241. En amont de la partie convertisseur 241, une partie redresseur 242 est connectée au réseau électrique extérieur pour redresser un signal électrique alternatif délivré par le réseau électrique extérieur. Le redresseur est par exemple un pont de diode.

Dans l'exemple de la figure 5, chaque interrupteur T1, T2, T3, T4 est mis en œuvre par deux transistors MOSFET en série avec source et grille commune, de façon à réaliser un interrupteur bidirectionnel. Les interrupteurs Q1, Q2, Q3, Q4 de l'onduleur 21 et les interrupteurs Q5, Q6, Q7, Q8, Q9 du chargeur 24 sont mis en œuvre avec des transistors MOSFET. Cependant d'autres types d'interrupteurs auraient pu être utilisés, par exemple des transistors IGBT ou autres. Le convertisseur 5 pourrait être monodirectionnel.

La figure 6 illustre un autre exemple de dispositif d'alimentation 100' selon ce mode de réalisation. Dans cet exemple, la première batterie 3 est aussi la source d'alimentation de l'onduleur 21 et l'onduleur 21 du dispositif 100' est compris dans le chargeur 24. Autrement dit, l'onduleur 21 utilisé pour délivrer une tension alternative au redresseur 17 lors d'un échange d'énergie entre la première batterie 3 et la deuxième batterie 7 ou le réseau électrique 13 du véhicule, correspond à la partie onduleur du chargeur 24. Le transformateur 23 comprend un deuxième enroulement primaire e1' connecté à un redresseur 25 en série avec

une inductance L3 pour alimenter la source d'alimentation de l'onduleur 21 qui correspond ici à la première batterie 3. Le dispositif 100' comprend des interrupteurs C2A, C2B pour connecter l'entrée de l'onduleur 21 aux bornes de la première batterie 3 lors d'un échange d'énergie entre la première batterie 3 et la deuxième batterie 7 ou le réseau électrique du véhicule ; et des interrupteurs C1A, C1B pour connecter l'ensemble formé par l'inductance L3 et le redresseur 25 aux bornes de la première batterie 3 lors d'une charge de la première batterie 3 par un réseau électrique extérieur.

Lors d'un échange d'énergie entre la première batterie 3 et la deuxième batterie 7 ou le réseau électrique du véhicule, les interrupteurs C2A, C2B sont fermés pour connecter l'entrée de l'onduleur 21 aux bornes de la première batterie 3. Les interrupteurs C1A, C1B sont ouverts pour déconnecter l'ensemble formé par l'inductance L3 et le redresseur 25 des bornes de la première batterie 3. L'entrée du chargeur ne reçoit pas de signal électrique. L'échange d'énergie avec la première batterie 3 s'effectue comme décrit précédemment. Lors d'une charge de la première batterie 3 à partir d'un réseau électrique extérieur, l'entrée du chargeur 24 reçoit un signal électrique. Les interrupteurs C2A, C2B sont ouverts pour déconnecter l'entrée de l'onduleur 21 des bornes de la première batterie 3. Les interrupteurs C1A, C1B sont fermés pour l'ensemble formé par l'inductance L3 et le redresseur 25 aux bornes de la première batterie 3. Les interrupteurs T1, T2, T3, T4 du redresseur 17 peuvent être maintenus ouverts. Le chargeur 24 alimente la première batterie 3 par l'intermédiaire du premier enroulement primaire e1, du deuxième enroulement primaire e1', du redresseur 25 et de l'inductance L3. Le dispositif d'alimentation 100' comprend donc un chargeur intégré 24. Une charge de la première batterie 3 à partir d'un réseau électrique extérieur au véhicule ou à partir du réseau électrique du véhicule est donc obtenue avec un seul dispositif 100', ce qui améliore l'intégration du dispositif d'alimentation 100'.

Dans l'exemple de la figure 6, chaque interrupteur T1, T2, T3, T4 est mis en œuvre par deux transistors MOSFET en série avec source et grille commune, de façon à réaliser un interrupteur bidirectionnel. Les interrupteurs Q1, Q2, Q3, Q4 Q5 du chargeur 24 sont mis en œuvre avec des transistors MOSFET. Cependant d'autres types d'interrupteurs auraient pu être utilisés, par exemple des transistors IGBT ou autres. Le convertisseur 5 pourrait être monodirectionnel.

Les modes de réalisation peuvent être combinés entre eux.

Notamment, l'exemple illustré en figure 5 pourrait comprendre une source

d'alimentation de l'onduleur 21 qui est différente de la première batterie 3 comme illustré en figure 4. Dans ce cas, le chargeur 24 peut charger la source d'alimentation de l'onduleur 21 à partir d'un réseau électrique extérieur comme expliqué précédemment en relation avec la figure 5 en remplaçant la première batterie 3 par la source d'alimentation Va de l'onduleur 21.

- 5 Alternativement, le chargeur 24 peut charger la première batterie 3 grâce à des interrupteurs et une inductance supplémentaires qui sont similaires aux interrupteurs C1A, C1B, C2A, C2B et à l'inductance L3 illustrés en figure 6. L'onduleur 21 est alors commandé comme un redresseur, pour correspondre au redresseur 25 illustré en figure 6.

Notamment, l'exemple illustré en figure 6 pourrait comprendre une source
10 d'alimentation de l'onduleur 21 qui est différente de la première batterie 3. Dans ce cas, le chargeur 24 peut charger la source d'alimentation de l'onduleur 21 à partir d'un réseau électrique extérieur comme expliqué précédemment en relation avec la figure 5 en remplaçant la première batterie 3 par la source d'alimentation Va de l'onduleur 21. Alternativement, le chargeur 24 peut charger la première batterie 3 en connectant l'ensemble formé par
15 l'inductance L3 et le redresseur 25 aux bornes de la première batterie d'alimentation 3 grâce aux interrupteurs C1A, C1B.

REVENDICATIONS

- 5 1. Dispositif d'alimentation (1, 1', 100, 100') d'un réseau électrique (13) d'un véhicule automobile comprenant une première (3) et une deuxième (7) batterie et un convertisseur de tension continue (5) comprenant une première borne (9) reliée à la première batterie (3) et une deuxième borne (11) reliée à la deuxième batterie (7), la deuxième borne (11) étant également destinée à être connectée au réseau électrique (13), dans lequel le convertisseur de tension continue (5) est configuré pour réaliser une source de courant disposée en série entre la première (3) et la deuxième (7) batterie de façon à contrôler le courant échangé avec la première batterie (3).
- 10
- 15 2. Dispositif (1, 1', 100, 100') selon la revendication 1, dans lequel la première batterie (3) a une densité d'énergie massique supérieure à celle de la deuxième batterie (7) et/ou la deuxième batterie (7) a une densité de puissance supérieure à celle de la première batterie (3).
- 20 3. Dispositif (1, 1', 100, 100') selon la revendication 1 ou 2 dans lequel le convertisseur de tension continue (5) comprend une inductance (15) disposée en série avec la première (3) et la deuxième (7) batterie et des interrupteurs (T1, T2, T3, T4) configurés pour réguler le courant dans la première inductance (15).
- 25 4. Dispositif (1, 1', 100, 100') selon la revendication 3, comprenant :
- un redresseur (17) disposé en série avec l'inductance (15) configuré pour redresser une tension alternative de façon à délivrer une tension contrôlant le courant parcourant l'inductance (15) ;
 - un onduleur (21) configuré pour délivrer une tension alternative audit redresseur (17) à partir d'une source de tension, dite source d'alimentation de l'onduleur ;
 - un transformateur (23) comprenant un premier enroulement primaire (e1) dont les extrémités sont reliées à la sortie de l'onduleur (21) et un enroulement secondaire (e2) dont les extrémités sont reliées à l'entrée du redresseur (17).
- 30
5. Dispositif (1, 100, 100') selon la revendication 4, dans lequel l'onduleur (21) est alimenté par la première batterie (3).

6. Dispositif (1') selon la revendication 4, dans lequel l'onduleur (21) est alimenté par une source de tension (Va) différente des première (3) et deuxième (7) batteries.

5 7. Dispositif (100, 100') selon l'une des revendications 4 à 6, comprenant un chargeur électrique (24) configuré pour charger la source d'alimentation de l'onduleur (21) ou la première batterie (3) à partir d'un réseau électrique extérieur au véhicule.

10 8. Dispositif (100') selon la revendication précédente, dans lequel l'onduleur (21) est compris dans le chargeur (24), et le transformateur (23) comprend en outre un deuxième enroulement primaire (e1') connecté à un redresseur (25), au moins un interrupteur (C1A, C1B) étant configuré pour connecter ledit redresseur (25) aux bornes de la source d'alimentation de l'onduleur (21) ou à la première batterie (3) pour charger ladite source d'alimentation de l'onduleur (21) ou la première batterie (3) à partir dudit chargeur (24).

15 9. Dispositif (100') selon la revendication précédente comprenant au moins un interrupteur (C2A, C2B) configuré pour connecter l'onduleur (21) avec la source d'alimentation de l'onduleur (21) lors d'un échange d'énergie entre la première batterie (3) et le réseau électrique du véhicule ou la deuxième batterie (7), et déconnecter l'onduleur (21) d'avec la source d'alimentation de l'onduleur (21) lors d'une charge de ladite source d'alimentation ou de la première batterie (3) par le chargeur (24).

20 10. Dispositif (100) selon la revendication 7, dans lequel l'onduleur (21) et le chargeur (24) sont deux unités différentes, et dans lequel le transformateur (23) comprend un deuxième enroulement primaire (e1') connecté audit chargeur (24) pour alimenter la source d'alimentation de l'onduleur (21) ou la première batterie (3) lors de la charge de ladite source d'alimentation ou de la première batterie (3) à partir dudit chargeur (24).

25 30 11. Véhicule automobile comprenant un réseau électrique embarqué (13) et un dispositif d'alimentation (1, 1', 100, 100') du réseau électrique selon l'une des revendications 1 à 10.

35 12. Procédé de pilotage d'un dispositif d'alimentation (1, 1', 100, 100') selon l'une des

revendications 1 à 10, dans lequel la différence de tension entre les première (3) et deuxième (7) batteries est maintenue inférieure ou égale à un seuil.

13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel :

5 - le dispositif d'alimentation (1, 1', 100, 100') est selon l'une des revendications 4 à 10 ; et

- des interrupteurs de l'onduleur (21) et du redresseur (17) sont pilotés de manière à maintenir la tension (V_e) aux bornes de la première batterie (3) sensiblement égale à la tension (V_p) aux bornes de la deuxième batterie (7).

10

14. Procédé selon la revendication 12, dans lequel :

- le dispositif d'alimentation (1, 1', 100, 100') est selon l'une des revendications 4 à 10 ; et

15

- des interrupteurs de l'onduleur (21) et du redresseur (17) sont pilotés de sorte que la différence de tension ΔV entre la première (3) et la deuxième batterie (7) et la tension V_e aux bornes de la première batterie (3) respecte la relation $0 \leq \Delta V / V_e \leq 0,2$.

15. Procédé selon l'une des revendications 12 à 14, dans lequel :

20

- le dispositif d'alimentation (1, 1', 100, 100') est selon l'une des revendications 4 à 10 ; et

- des interrupteurs (T1, T2, T3, T4) du redresseur (17) sont ouverts en avance de phase (P1) lorsque la tension délivrée par l'onduleur (21) passe d'une valeur nulle à une valeur non nulle et sont fermés en retard de phase (P2) lorsque la tension délivrée par l'onduleur (21) passe d'une valeur non nulle à une valeur nulle.

25

1/5

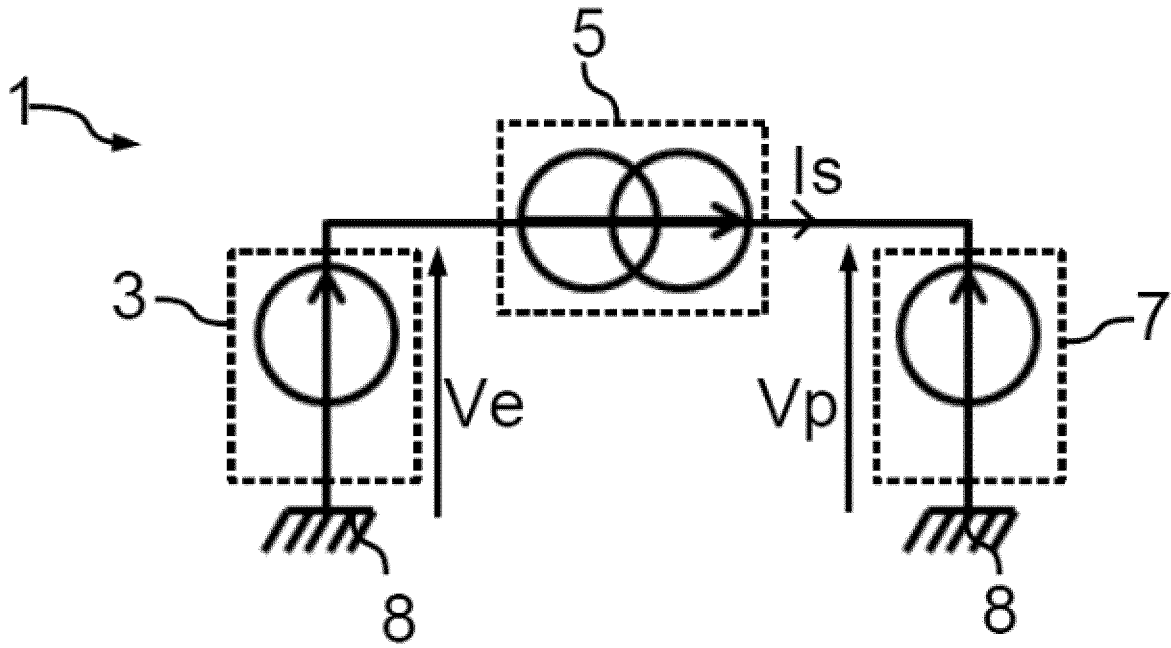


Figure 1

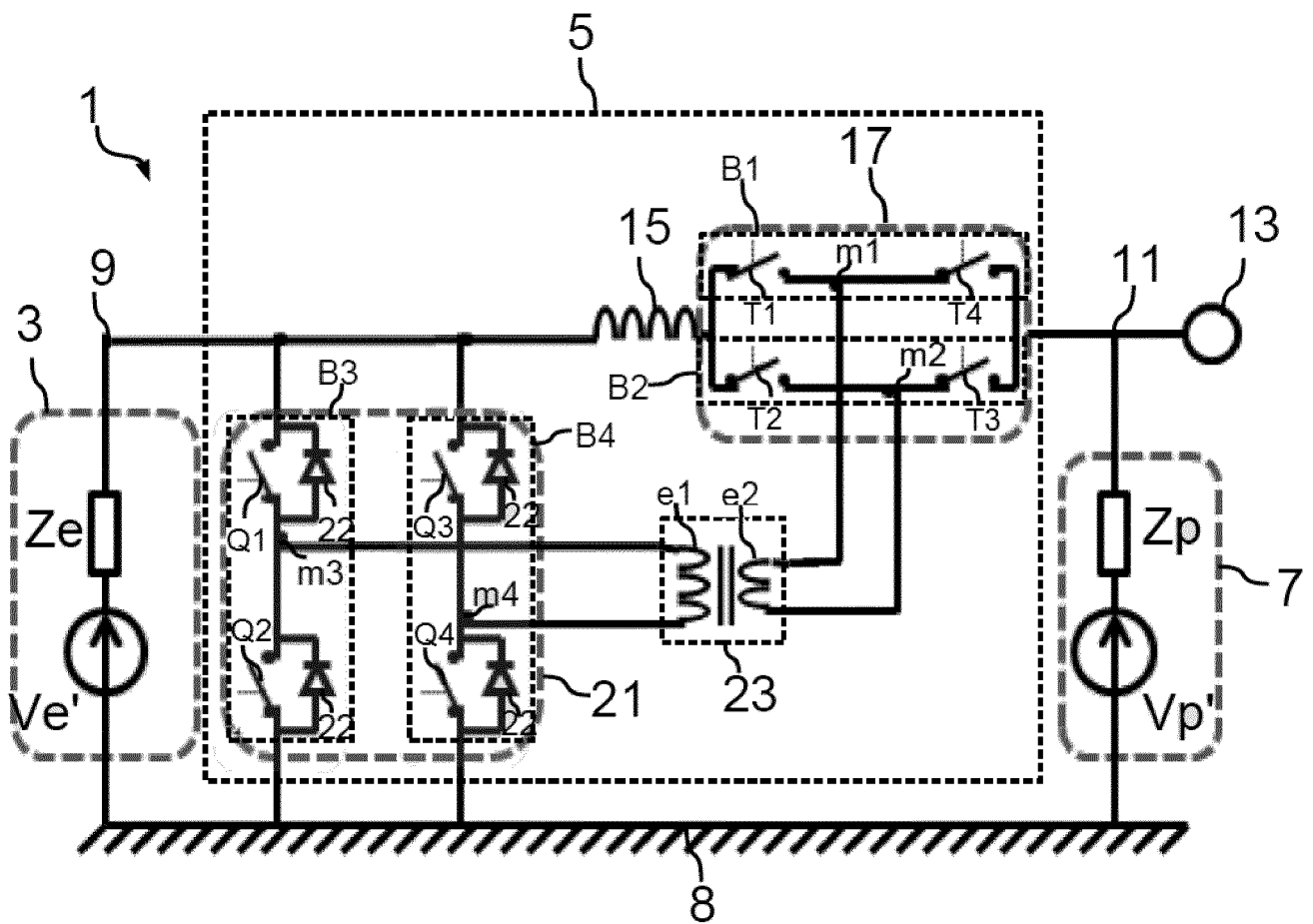


Figure 2

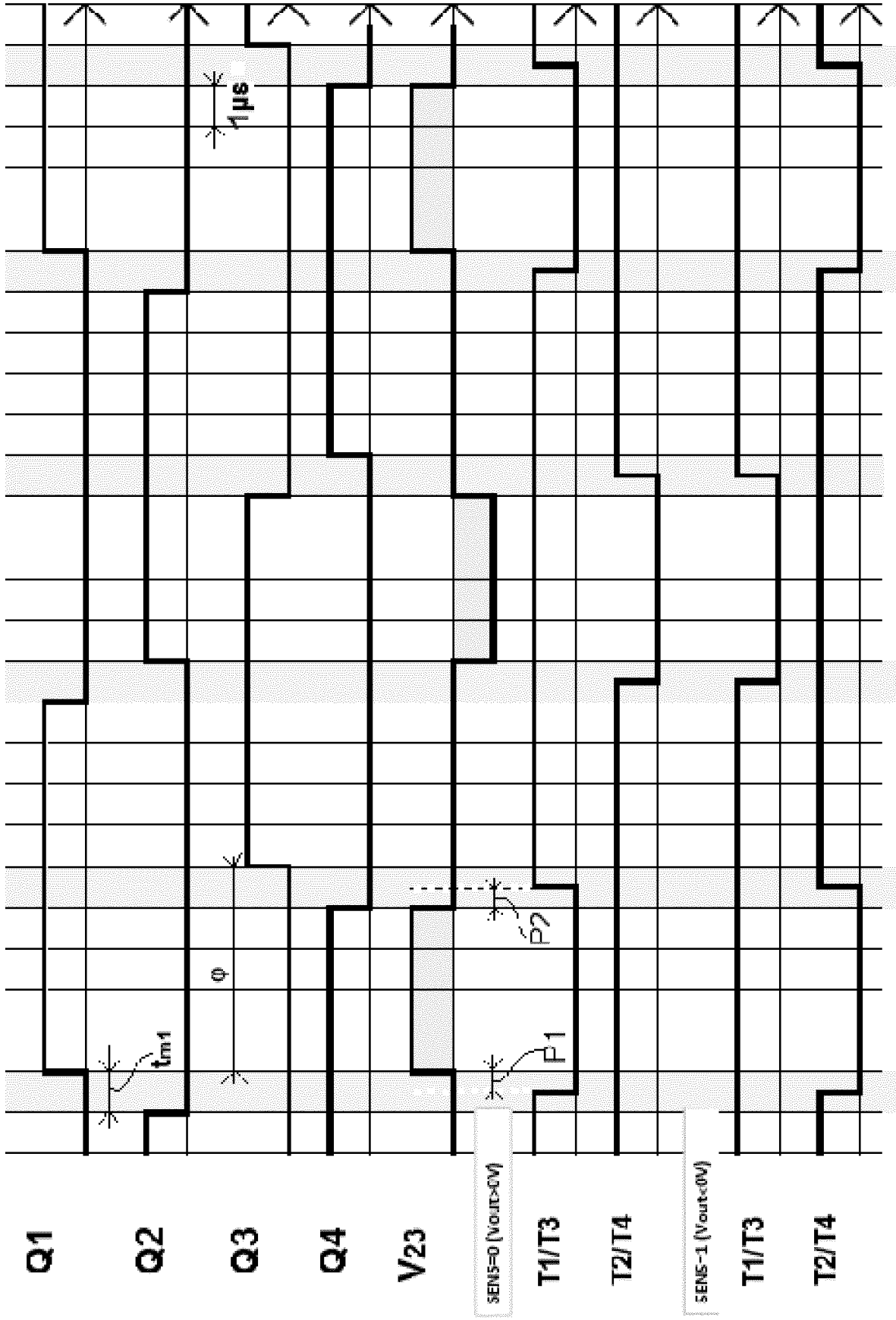


Figure 3

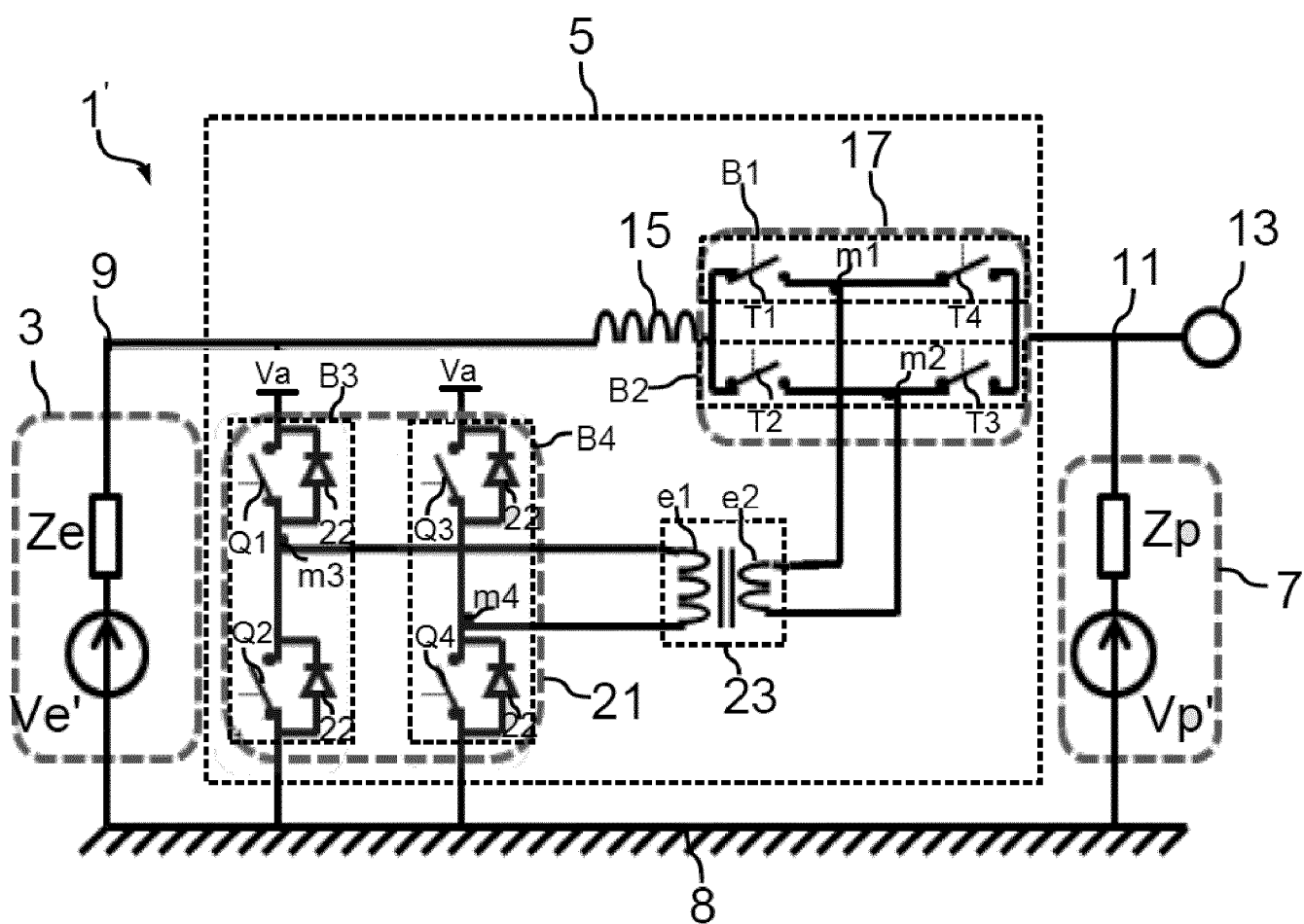


Figure 4

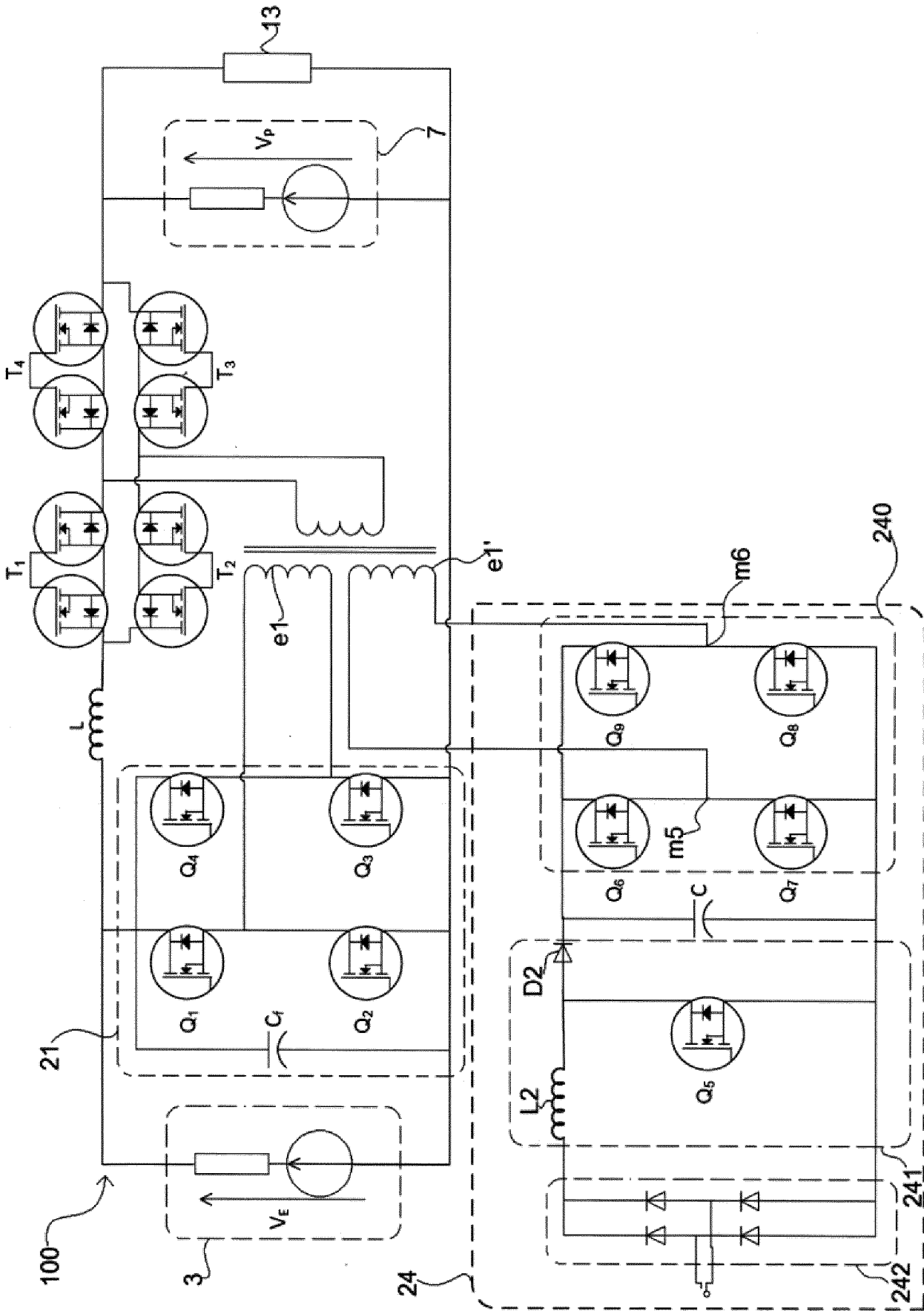


Figure 5



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 805425
FR 1461967

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 2 434 609 A2 (LITE ON CLEAN ENERGY TECHNOLOGY CORP [CN]) 28 mars 2012 (2012-03-28)	1-3, 11-14	H02J7/34
Y	* figures 1,4 * * alinéa [0023] * * alinéa [0001] * * alinéa [0034] - alinéa [0035] * * revendication 2 *	15	
X	US 2008/316774 A1 (ITO HIROO [JP] ET AL) 25 décembre 2008 (2008-12-25)	1	
Y	* figures 1,4 * * alinéa [0016] - alinéa [0017] * * alinéa [0026] * * alinéa [0042] *	4-10	
Y	US 2004/174072 A1 (BOURILKOV JORDAN T [US] ET AL) 9 septembre 2004 (2004-09-09) * figure 4 * * alinéa [0027] *	4-10	
Y	US 2013/308347 A1 (SATO TADAHIKO [JP] ET AL) 21 novembre 2013 (2013-11-21) * figure 1 * * alinéa [0039] - alinéa [0041] *	15	
A	WO 2014/125737 A1 (NISSAN MOTOR [JP]) 21 août 2014 (2014-08-21) * figure 7 *	1,12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B60L H02J H02M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 juin 2015		Despis, Enguerran	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1461967 FA 805425**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **29-06-2015**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2434609	A2	28-03-2012	CN 102447301 A	09-05-2012
			EP 2434609 A2	28-03-2012
			JP 2012070609 A	05-04-2012
			TW 201214919 A	01-04-2012
			US 2012074894 A1	29-03-2012

US 2008316774	A1	25-12-2008	JP 4770798 B2	14-09-2011
			JP 2008312395 A	25-12-2008
			US 2008316774 A1	25-12-2008

US 2004174072	A1	09-09-2004	BR PI0407955 A	07-03-2006
			CN 1765028 A	26-04-2006
			EP 1604422 A2	14-12-2005
			JP 2006520084 A	31-08-2006
			US 2004174072 A1	09-09-2004
			WO 2004079853 A2	16-09-2004

US 2013308347	A1	21-11-2013	CN 103299526 A	11-09-2013
			US 2013308347 A1	21-11-2013
			WO 2012105077 A1	09-08-2012

WO 2014125737	A1	21-08-2014	AUCUN	
