

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 25.06.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 30.12.11 Bulletin 11/52.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

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

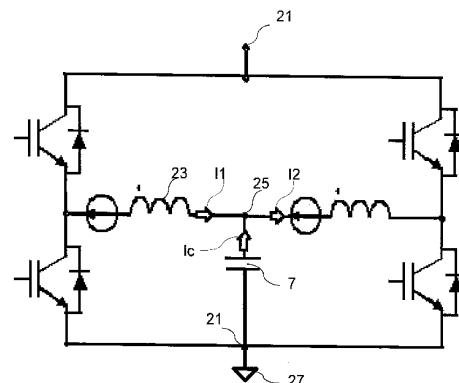
72 Inventeur(s) : BOUCHEZ BORIS et DE SOUSA
LUIS.

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

74 Mandataire(s) : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE
MOTEUR.

54 DISPOSITIF ELECTRIQUE D'ENTRAINEMENT D'UN EQUIPEMENT MECANIQUE ET PROCEDE ASSOCIE.

57 La présente invention concerne un dispositif électrique d'entraînement d'un équipement mécanique comportant un moteur à courant alternatif et un onduleur, ledit onduleur comprenant, pour chaque phase dudit moteur, une structure de pont en H comportant quatre éléments de commutation répartis sur deux bras reliant deux bornes de ladite structure de pont en H et destinée à alimenter le bobinage de ladite au moins une phase du moteur, ledit bobinage étant un bobinage à point milieu et ledit dispositif électrique étant caractérisé en ce qu'il comprend également, pour chaque phase dudit moteur, un super-condensateur relié d'une part au point milieu du bobinage de la phase concernée du moteur et d'autre part à une borne de la structure de pont en H alimentant ledit bobinage.



DISPOSITIF ELECTRIQUE D'ENTRAINEMENT D'UN EQUIPEMENT MECANIQUE ET PROCEDE ASSOCIE

La présente invention concerne le domaine des dispositifs électriques destinés à entraîner
5 des équipements mécaniques, par exemple des véhicules automobiles, utilisant un moteur
électrique et permettant de récupérer une partie de l'énergie fournie par l'équipement mécanique
dans certaines circonstances, par exemple lors du freinage, aussi appelé freinage régénératif,
dans le cas d'un véhicule automobile.

Dans l'état de la technique, les moteurs électriques sont alimentés par des batteries rechargeables
10 haute tension 1 délivrant un courant continu à un onduleur 3 qui transforme ce courant continu
en un courant alternatif permettant d'alimenter un moteur électrique 5, ce dernier assurant la mise
en mouvement de l'équipement mécanique tel que représenté sur la figure 1.

De plus, le fonctionnement des moteurs électriques 5, généralement des moteurs asynchrones
triphasés comme représenté sur la figure 1, permet également d'utiliser l'énergie mécanique non
15 utilisée par l'équipement mécanique comme générateur pour recharger les batteries 1.
Néanmoins, en particulier lors des trajets urbains, les véhicules effectuent des freinages brefs et
violents produisant une grande quantité d'énergie pendant un temps réduit et de manière répétée
dans le temps. Or, les courants intenses créés ne sont pas acceptés par les batteries 1 de l'état de
la technique et les régimes transitoires ainsi créés peuvent conduire à une usure prématurée de
20 ces batteries 1.

Pour surmonter ce problème une solution de l'état de la technique consiste en l'utilisation de
super-condensateurs afin de stocker l'énergie emmagasinée lors du freinage comme décrit sur le
brevet EP1241041. Les figures 2 à 5 représentent des exemples de configuration de l'état de la
technique dans lesquels des super-condensateurs sont implémentés au niveau des circuits
25 électriques d'alimentation des moteurs électriques 5.

Sur la figure 2, le super-condensateur 7 est branché en parallèle de la batterie 1. Le problème
dans une telle configuration est que la gestion de l'énergie entre la batterie et le super-
condensateur ne peut pas être contrôlée. Ainsi, le super-condensateur ne peut être déchargé à

-2-

zéro volt ou chargé à une tension supérieure à celle de la batterie, ce qui limite l'exploitation des capacités du super-condensateur et restreint donc son intérêt.

Afin de surmonter ce problème, une possibilité est d'introduire un convertisseur de tension continu-continu (DC-DC) 9 permettant une gestion indépendante du super-condensateur tel que décrit sur la figure 3. Néanmoins, une telle configuration est onéreuse à cause du prix du convertisseur continu 9.

Certains circuits d'alimentation possèdent déjà un convertisseur élévateur de tension (aussi appelé « boost » en anglais) 11 en amont de l'onduleur 3. Cette configuration permet une optimisation du circuit d'alimentation car on contrôle l'alimentation de l'onduleur 3. Ainsi, l'idée est de placer le super-condensateur 7 en sortie du convertisseur élévateur de tension 11 tel que décrit sur la figure 4. Cependant, cela crée une dépendance entre la tension d'alimentation de l'onduleur 3 et l'état de charge du super-condensateur 7. Ainsi, lorsque la tension d'alimentation de l'onduleur 3 est réduite, comme c'est le cas par exemple à faible vitesse, le super-condensateur 7 est alors contraint de se décharger. Par ailleurs, le super-condensateur 7 ne pourrait être complètement déchargé. Ces inconvénients peuvent être surmontés par l'ajout d'un convertisseur de tension continu (DC-DC) 9 comme représenté sur la figure 5 mais dans ce cas, comme pour la configuration présentée sur la figure 3, le coût du convertisseur 9 est très élevé.

La nécessité est donc de proposer un mode de réalisation simple et peu onéreux permettant de surmonter les inconvénients précités de l'état de la technique et notamment une exploitation optimisée de la capacité des super-condensateurs 7 pour la récupération d'énergie des moteurs électriques 5.

Ainsi, la présente invention concerne un dispositif électrique d'entraînement d'un équipement mécanique comportant un moteur à courant alternatif et un onduleur, ledit onduleur comprenant, pour chaque phase dudit moteur, une structure de pont en H comportant quatre éléments de commutation répartis sur deux bras reliant deux bornes de ladite structure de pont en H et destinée à alimenter le bobinage de ladite au moins une phase du moteur, ledit bobinage étant un bobinage à point milieu et ledit dispositif électrique comprenant également, pour chaque phase dudit moteur, un super-condensateur relié d'une part au point milieu du bobinage de la phase

-3-

concernée du moteur et d'autre part à une borne de la structure de pont en H alimentant ledit bobinage.

Selon un autre aspect de la présente invention, la borne de la structure de pont en H à
5 laquelle le super-condensateur est relié correspond à la borne reliée au potentiel de masse.

Selon un aspect additionnel de la présente invention, le super-condensateur est un super-condensateur à double couche électrochimique.

10 Selon un autre aspect de la présente invention, le moteur est alimenté par une pile à combustible.

Selon un aspect supplémentaire de la présente invention, lors du régime transitoire correspondant à l'arrêt de l'alimentation du moteur, l'énergie fournie par la pile à combustible est
15 emmagasinée dans le super-condensateur.

Selon un autre mode de réalisation de la présente invention, le dispositif électrique comprend également des moyens d'accumulation permettant d'alimenter le moteur et des moyens de contrôle de l'onduleur configurés pour permettre d'une part le chargement du super-
20 condensateur lors des phases de freinage du véhicule et d'autre part le déchargement du super-condensateur vers le moteur lors des phases d'accélération ou vers les moyens d'accumulation de manière à charger les moyens d'accumulation.

Selon un aspect supplémentaire de la présente invention, les moyens d'accumulation
25 comprennent une batterie.

Selon un aspect additionnel de la présente invention, un élément de commutation comprend un transistor et une diode montés en parallèle.

30 Selon un aspect supplémentaire de la présente invention, le transistor est un transistor bipolaire à porte isolée.

Selon un autre aspect de la présente invention, le moteur à courant alternatif est un moteur triphasé.

La présente invention concerne également un procédé de récupération de l'énergie électrique produite par un moteur électrique de véhicule automobile dont chaque phase comprend un bobinage à point milieu et est alimentée par une structure de pont en H, dans lequel, lors des phases de freinage dudit véhicule, les éléments de commutation de la structure de pont en H sont pilotées de manière à récupérer l'énergie électrique produite dans un super-condensateur branché entre le point milieu du bobinage de la phase du moteur et une borne de la structure de pont en H correspondant à la base des branches de la structure du pont en H.

Selon un autre aspect de la présente invention, lorsque le super-condensateur est chargé, les éléments de la structure en H sont pilotés de manière à décharger une partie de l'énergie du super-condensateur dans une batterie.

La présente invention concerne également un procédé de restitution de l'énergie électrique emmagasinée dans un super-condensateur à un moteur électrique de véhicule automobile dont chaque phase comprend un bobinage à point milieu et est alimentée par une structure de pont en H dans lequel lors des phases d'accélération dudit véhicule, les éléments de commutation de la structure de pont en H sont pilotées de manière à utiliser en priorité l'énergie emmagasinée dans le super-condensateur qui est branché entre le point milieu du bobinage de la phase du moteur et une borne de la structure de pont en H correspondant à la base des branches de la structure du pont en H.

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.

Sur ces dessins:

- la figure 1 représente un exemple de réalisation d'un schéma d'un circuit électrique d'alimentation selon l'état de la technique;
- la figure 2 représente un premier exemple de réalisation d'un schéma d'un circuit électrique d'alimentation utilisant un super-condensateur selon l'état de la technique;

-5-

- la figure 3 représente un deuxième exemple de réalisation d'un schéma d'un circuit électrique d'alimentation utilisant un super-condensateur selon l'état de la technique;
- la figure 4 représente un troisième exemple de réalisation d'un schéma d'un circuit électrique d'alimentation utilisant un super-condensateur selon l'état de la technique;
- 5 - la figure 5 représente un quatrième exemple de réalisation d'un schéma d'un circuit électrique d'alimentation utilisant un super-condensateur selon l'état de la technique;
- la figure 6 représente une structure de pont en H;
- la figure 7 représente une structure de pont en H selon un mode de réalisation de la présente invention;
- 10 - la figure 8 représente un premier mode de réalisation de la présente invention;
- la figure 9 représente un deuxième mode de réalisation de la présente invention;
- la figure 10 est un schéma explicatif du fonctionnement du pont en H selon un mode de réalisation de la présente invention;
- 15 Dans la description qui va suivre, on désigne de façon générale:

Le terme « transistor bipolaire à porte isolée « insulated gate bipolar transistor (IGBT) » en anglais » correspond à un transistor hybride, regroupant un transistor à effet de champ à grille métal-oxyde (« metal-oxyd semiconductor field effect transistor (MOSFET) » en anglais) en

20 entrée et un transistor bipolaire en sortie.

Le terme « structure de pont en H » ou « pont en H » correspond à un circuit électrique ou électronique comportant quatre éléments de commutation 13 généralement disposés schématiquement sous forme d'un H comme représenté sur la figure 6, les deux branches

25 verticales 15 du H comprennent, chacune, deux éléments de commutation 13 disposés de part et d'autre de la branche horizontale 17 du H qui correspond à la charge 19 du pont. Dans le cas de la présente invention, cette charge 19 correspond au bobinage d'une phase d'un moteur électrique 1. De plus, les deux branches verticales 15 sont reliées à leurs extrémités au niveau des deux bornes 21 du pont. Les éléments de commutation étant généralement réalisés par un transistor

30 monté en parallèle avec une diode comme représenté sur les figures 8 et 9, le transistor étant

-6-

généralement un transistor bipolaire à porte isolée.

Le terme « super-condensateur » correspond à un condensateur de grande capacité généralement réalisé selon le procédé de double couche électrochimique dans lequel deux électrodes poreuses, généralement en charbon actif et imprégnées d'électrolyte, sont séparées par une membrane isolante et poreuse (afin d'assurer la conduction ionique). Cela permet une densité de puissance et une densité d'énergie intermédiaires entre les batteries et les condensateurs classiques et une vitesse de restitution de l'énergie plus rapide que les batteries.

- 10 Les modes de réalisation de la présente invention consistent à utiliser un moteur électrique 5 dont le bobinage 23 de la, au moins une, phase est un bobinage à point milieu et un circuit d'alimentation du moteur électrique dont l'onduleur utilise au moins une structure de pont en H pour alimenter la, au moins une, phase, un super-condensateur 7 étant branché entre le point milieu 25 du bobinage et la borne 21 du pont en H correspondant à la masse 27 tel que décrit sur la figure 7. Dans ce cas, le bobinage 23 du moteur électrique 5 devient la charge 19 du pont en H.

La présente invention s'applique aux moteurs 5 comprenant un nombre de phases quelconques, néanmoins, dans la suite de la description, des moteurs triphasés seront décrits pour illustrer l'invention, ces moteurs étant les plus couramment utilisés notamment dans le domaine des véhicules automobile électriques.

- La figure 8 représente un premier mode de réalisation d'un circuit d'alimentation d'un moteur électrique triphasé dans lequel une batterie ou pile à combustible 1 est reliée à un onduleur 3 par l'intermédiaire d'un circuit élévateur 11, l'onduleur 3 comportant trois structures de pont en H destinées à alimenter les trois phases du moteur électrique 5 schématisées par leur bobinage 23.
- 25 Pour chacune des trois phases, un super-condensateur 7 est branché entre le point milieu du bobinage 23 et le potentiel de masse 27 du circuit d'alimentation. De plus, des interrupteurs 29, placés entre les points milieux 25 des bobinages et les super-condensateurs 7, permettent de piloter la connexion des super-condensateurs 7.

- Selon un deuxième mode de réalisation, les points milieux des bobinages 23 des trois phases sont reliées à un unique super-condensateur 7 comme décrit sur la figure 9.

-7-

Ainsi, avec les modes de réalisation proposés sur les figures 8 et 9, le courant de charge ou de décharge du super-condensateur 7, bien que transitant pas les phases du moteur 5 ne perturbe pas le fonctionnement du moteur 5. En effet, si les courants circulant dans les demi-bobines des phases sont égaux, ils génèrent des forces magnétomotrices qui se compensent, il n'y a donc pas de création de couple.

Les moyens de contrôle du courant de l'onduleur 3 doivent donc veiller au partage équitable des courants de charge et de décharge des super-condensateurs 7.

Ainsi, avec ces configurations, il n'y a pas besoin de convertisseurs supplémentaires 9 dédiés aux super-condensateurs 7, ce qui réduit le coût de l'équipement et le super-condensateur 7 peut être déchargé à zéro de tension ce qui permet une utilisation optimisée.

Afin de mieux comprendre les modes de réalisation de la présente invention, le fonctionnement du circuit d'alimentation va maintenant être décrit en détails dans le cas où l'équipement mécanique entraîné par le moteur électrique est un véhicule automobile, néanmoins d'autres équipements mécaniques, par exemple de type éolien ou hydraulique, sont visés par la présente invention.

Le fonctionnement consiste essentiellement à piloter, par l'intermédiaire de moyens de contrôle de l'onduleur 3 l'ouverture et la fermeture des moyens de commutations 13 des ponts en H et des interrupteurs 29 afin d'utiliser de façon optimale les super-condensateurs 7.

Selon un aspect de la présente invention, en régime stationnaire (sans accélération ou freinage), la tension aux bornes des super-condensateurs 7 est régulée à une valeur intermédiaire entre zéro volt et la valeur E de la tension d'alimentation fournie par la batterie 1, par exemple $E/2$.

Cette valeur intermédiaire permet aux moyens de contrôle de l'onduleur 3, en cas d'accélération du véhicule, de piloter la décharge des super-condensateurs 7 (éventuellement jusqu'à une tension de zéro volt) afin d'alimenter le moteur électrique 5 ce qui permet de limiter la sollicitation de la batterie 1 et en cas de freinage de récupérer l'énergie fournie par le moteur 5 (qui agit alors comme un générateur) en rechargeant les super-condensateurs 7 (éventuellement jusqu'à une tension E). Lorsque la charge des super-condensateurs 7 correspond à une valeur supérieure à la valeur intermédiaire prédéfinie ($E/2$ dans le cas présent), les moyens de contrôle ramènent la valeur de la tension aux bornes des super-condensateurs 7 à $E/2$ en les déchargeant

dans la batterie 1 (ceci n'étant pas possible dans le cas d'une pile à combustible puisque la réaction électrochimique est irréversible, dans ce cas, l'énergie récupérée au freinage permet uniquement de recharger les super-condensateurs).

Par ailleurs, dans le cas d'une pile à combustible, l'arrêt de l'alimentation électrique n'est pas
 5 immédiat, de sorte que lorsque la commande d'arrêt d'alimentation du moteur est actionnée (en pratique, dans le cas d'un véhicule automobile, cela correspond au relâchement de l'accélérateur), la pile à combustible continue à fournir de l'énergie (régime transitoire). Ainsi, le super-condensateur permet de récupérer cette énergie au lieu de la dissiper sous forme de chaleur. Ainsi l'énergie emmagasinée lors de ce régime transitoire peut être utilisée lors de l'accélération
 10 suivante.

Lors d'un trajet urbain par exemple comprenant une alternance d'accélération et de freinages, l'alimentation du moteur électrique 5 sera faite essentiellement et en priorité par les super-condensateurs 7. Ainsi, la batterie 1 n'est sollicitée que très partiellement lors des régimes transitoires, ce qui permet, d'une part de réduire la consommation électrique globale et d'autre
 15 part de réduire le vieillissement de la batterie 1.

Par ailleurs, il est possible de contrôler à la fois les courants des super-condensateurs 7 et les courants utiles au moteur 5. Par utile, on entend les courants qui génèrent une force magnétomotrice. En effet, en contrôlant les courants I_1 et I_2 des demi-bobinage d'une phase du moteur 5 représentés sur la figure 7, on contrôle aussi le courant utile I_u et le courant circulant
 20 dans le super-condensateur 7 I_c , les relations entre les courants étant données par les équations suivantes:

$$\begin{cases} I_u = \frac{I_1 + I_2}{2} \\ I_c = I_2 - I_1 \end{cases}$$

Le circuit électrique de la figure 7 peut être modélisé par un modèle moyen dans lequel les bras du pont qui découpent à haute fréquence sont équivalents à une source de tension qui dépend de
 25 la tension d'alimentation E et de la valeur moyenne des rapports cycliques $\bullet 1$ et $\bullet 2$, les valeurs des rapports cycliques étant compris entre 0 et 1. On obtient alors le schéma de la figure 10 dans lequel les sources de tension 31 et 33 délivrent respectivement une tension $\bullet 1.E$ et $\bullet 2.E$.

Les courants I_1 et I_2 sont alors définis par

-9-

$$\begin{cases} I_1 = \frac{\alpha_1 E - V_c}{Z} \\ I_2 = \frac{V_c - \alpha_2 E}{Z} \end{cases}$$

avec V_c la tension aux bornes du super-condensateur 7 et Z l'impédance d'un demi-bobinage.

Les valeurs des courants I_u et I_c sont alors:

$$\begin{cases} I_u = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)E}{Z} \\ I_c = \frac{(\alpha_1 - \alpha_2)E - 2V_c}{Z} \end{cases}$$

- 5 Ainsi, le courant utile au moteur 5 est contrôlé par la différence des rapports cycliques ($\bullet 1 - \bullet 2$) alors que le courant dans le super-condensateur 7 est contrôlé par la somme des rapports cycliques ($\bullet 1 + \bullet 2$). Les deux grandeurs (I_u et I_c) peuvent donc être contrôlées indépendamment, il n'y a pas de couplage entre les deux.

- 10 Ainsi, selon un mode de réalisation de la présente invention, les éléments de commutation 13 du pont sont pilotées par deux commandes de modulation de largeur d'impulsions (MLI) dont les rapports cycliques seront calculés pour obtenir le courant désiré dans le moteur 5 et le super-condensateur 7.

- 15 Ainsi, l'utilisation d'un moteur 5 dont les bobines 23 des phases sont à point milieu, de ponts en H pour alimenter les bobines 23 et l'implémentation d'un super condensateur 7 entre le point milieu 25 du bobinage 23 et le potentiel de masse 27 du circuit d'alimentation permettent, par le contrôle des éléments de commutation 13 du pont d'utiliser les super-condensateurs 7 sur l'ensemble de leur plage de fonctionnement et notamment leur décharge complète sans utiliser de convertisseur de tension dédié pour chaque super-condensateur 7. Cela permet donc d'optimiser
- 20 l'application des super-condensateurs 7 dans le circuit d'alimentation et de permettre de réduire, d'une part, les coûts de fabrication puisqu'aucun convertisseur supplémentaire 11 n'est nécessaire et d'autre part les coûts d'utilisation puisque la consommation électrique de la batterie 1 est réduite et son temps de vie est rallongé par la réduction du nombre de cycles de charge et de décharge notamment en conduite urbaine.

REVENDICATIONS

- 5 1. Dispositif électrique d'entraînement d'un équipement mécanique comportant un moteur à courant alternatif (5) et un onduleur (3), ledit onduleur (3) comprenant, pour chaque phase dudit moteur (5), une structure de pont en H comportant quatre éléments de commutation (13) répartis sur deux bras (15) reliant deux bornes (21) de ladite structure de pont en H et destinée à alimenter le bobinage (23) de ladite au moins une phase du moteur, ledit bobinage
- 10 (23) étant un bobinage à point milieu et ledit dispositif électrique étant caractérisé en ce qu'il comprend également, pour chaque phase dudit moteur, un super-condensateur (7) relié d'une part au point milieu (25) du bobinage (23) de la phase concernée du moteur (5) et d'autre part à une borne (21) de la structure de pont en H alimentant ledit bobinage (23).
- 15 2. Dispositif électrique selon la revendication 1 caractérisé en ce que la borne (21) de la structure de pont en H à laquelle le super-condensateur (7) est relié correspond à la borne reliée au potentiel de masse (27).
3. Dispositif électrique selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que le super-
- 20 condensateur (7) est un super-condensateur à double couche électrochimique.
4. Dispositif électrique selon l'une des revendications précédentes dans lequel le moteur est alimenté par une pile à combustible.
- 25 5. Dispositif électrique selon la revendication 4 dans lequel, lors du régime transitoire correspondant à l'arrêt de l'alimentation du moteur, l'énergie fournie par la pile à combustible est emmagasinée dans le super-condensateur.
6. Dispositif électrique selon l'une des revendications 1 à 3 comprenant également
- 30 des moyens d'accumulation permettant d'alimenter le moteur et des moyens de contrôle de l'onduleur (3) configurés pour permettre d'une part le chargement du super-condensateur (7) lors des phases de freinage du véhicule et d'autre part le déchargement du super-condensateur (7) vers le moteur (5) lors des phases d'accélération ou vers les moyens d'accumulation de manière à charger les moyens d'accumulation.

7. Dispositif électrique selon la revendication 6 caractérisé en ce que les moyens d'accumulation comprennent une batterie (1).

5 8. Dispositif électrique selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'un élément de commutation (13) comprend un transistor et une diode montés en parallèle.

9. Dispositif électrique selon la revendication 8 caractérisé en ce que le transistor est un transistor bipolaire à porte isolée.

10

10. Dispositif électrique selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que le moteur à courant alternatif (5) est un moteur triphasé.

11. Procédé de récupération de l'énergie électrique produite par un moteur électrique
15 (5) de véhicule automobile dont chaque phase comprend un bobinage (23) à point milieu et est alimentée par une structure de pont en H, dans lequel, lors des phases de freinage dudit véhicule, les éléments de commutation (13) de la structure de pont en H sont pilotées de manière à récupérer l'énergie électrique produite dans un super-condensateur (7) branché entre le point milieu (25) du bobinage de la phase du moteur et une borne (21) de la structure de pont en H
20 correspondant au potentiel de masse de la structure de pont en H.

12. Procédé de récupération selon la revendication 11 caractérisé en ce que, lorsque le super-condensateur (7) est chargé, les éléments de la structure en H sont pilotés de manière à décharger une partie de l'énergie du super-condensateur (7) dans une batterie (1).

25

13. Procédé de restitution de l'énergie électrique emmagasinée dans un super-condensateur (7) à un moteur électrique (1) de véhicule automobile dont chaque phase comprend un bobinage à point milieu et est alimentée par une structure de pont en H dans lequel lors des phases d'accélération dudit véhicule, les éléments de commutation (13) de la structure de pont en
30 H sont pilotées de manière à utiliser en priorité l'énergie emmagasinée dans le super-condensateur (7) qui est branché entre le point milieu (25) du bobinage (23) de la phase du moteur (5) et une borne de la structure de pont en H correspondant au potentiel de masse de la structure de pont en H.

1/4

Fig.1

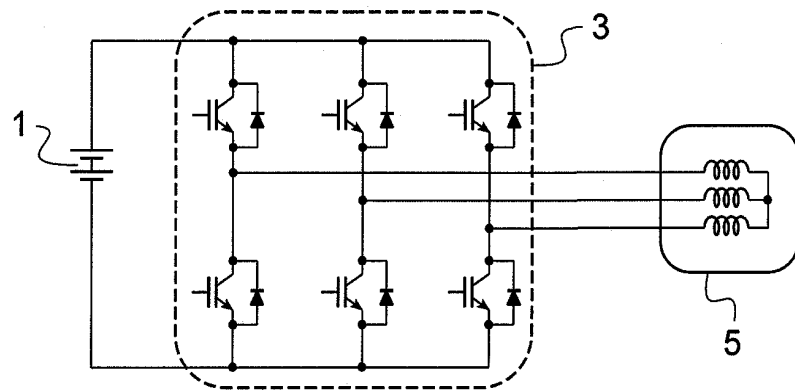


Fig.2

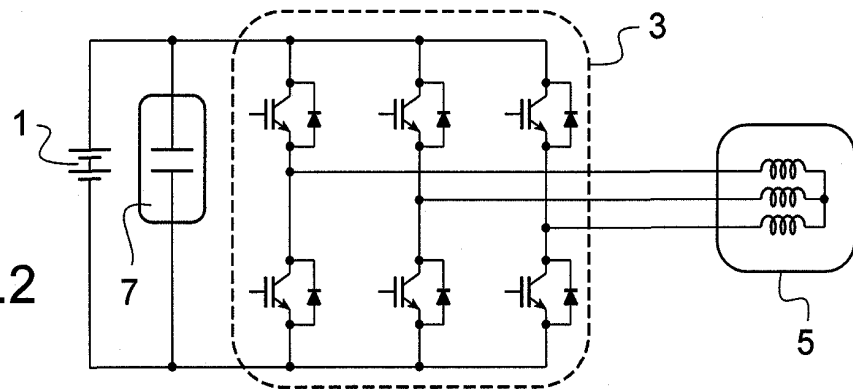
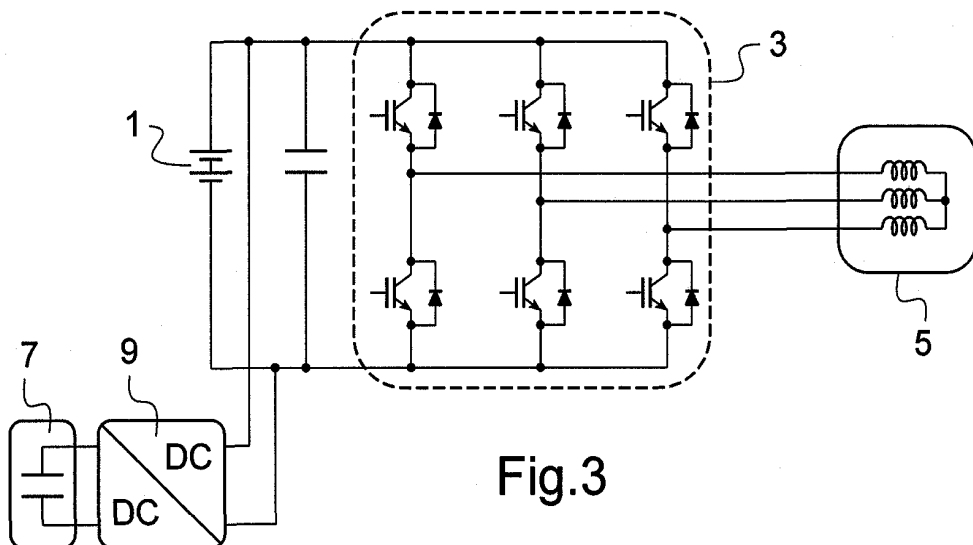


Fig.3



2/4

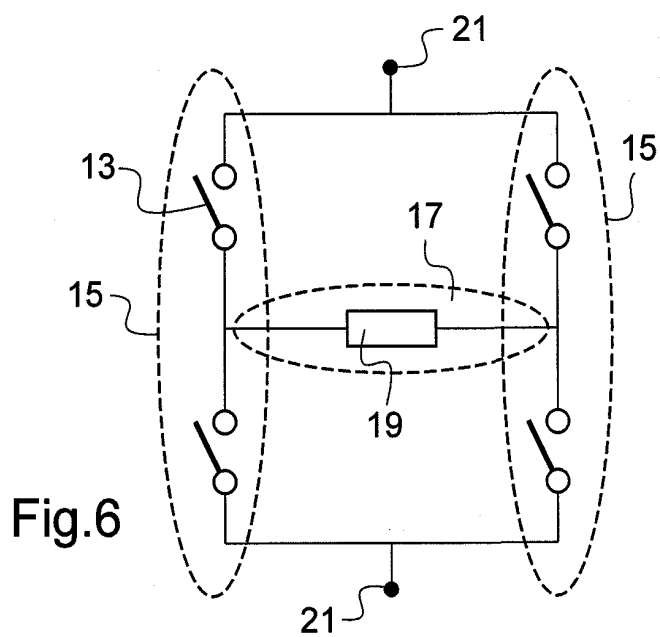
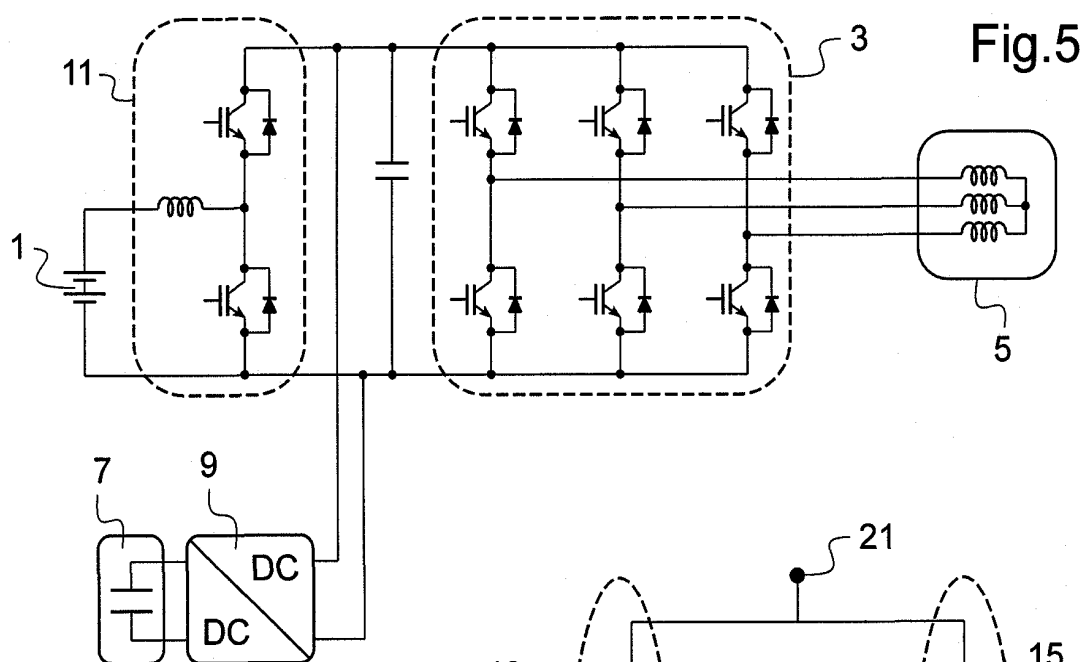
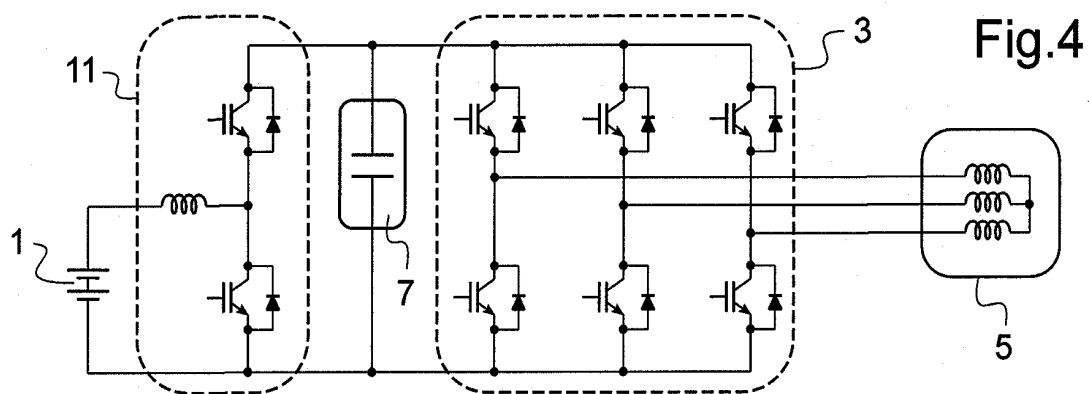


Fig.7

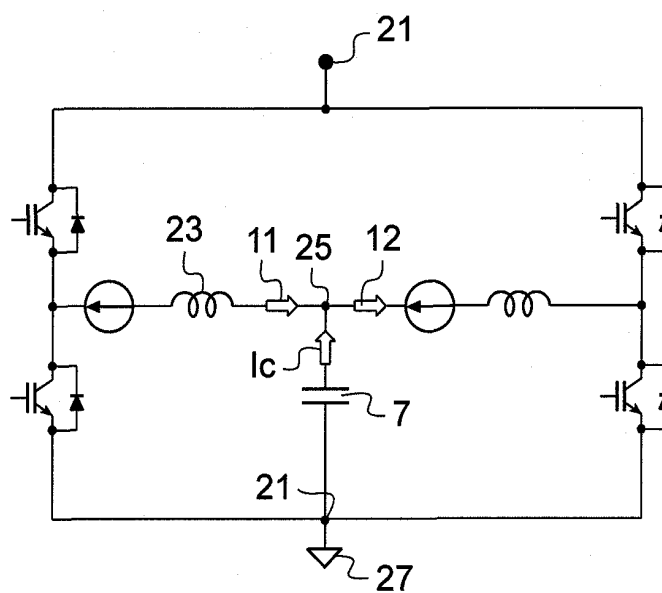
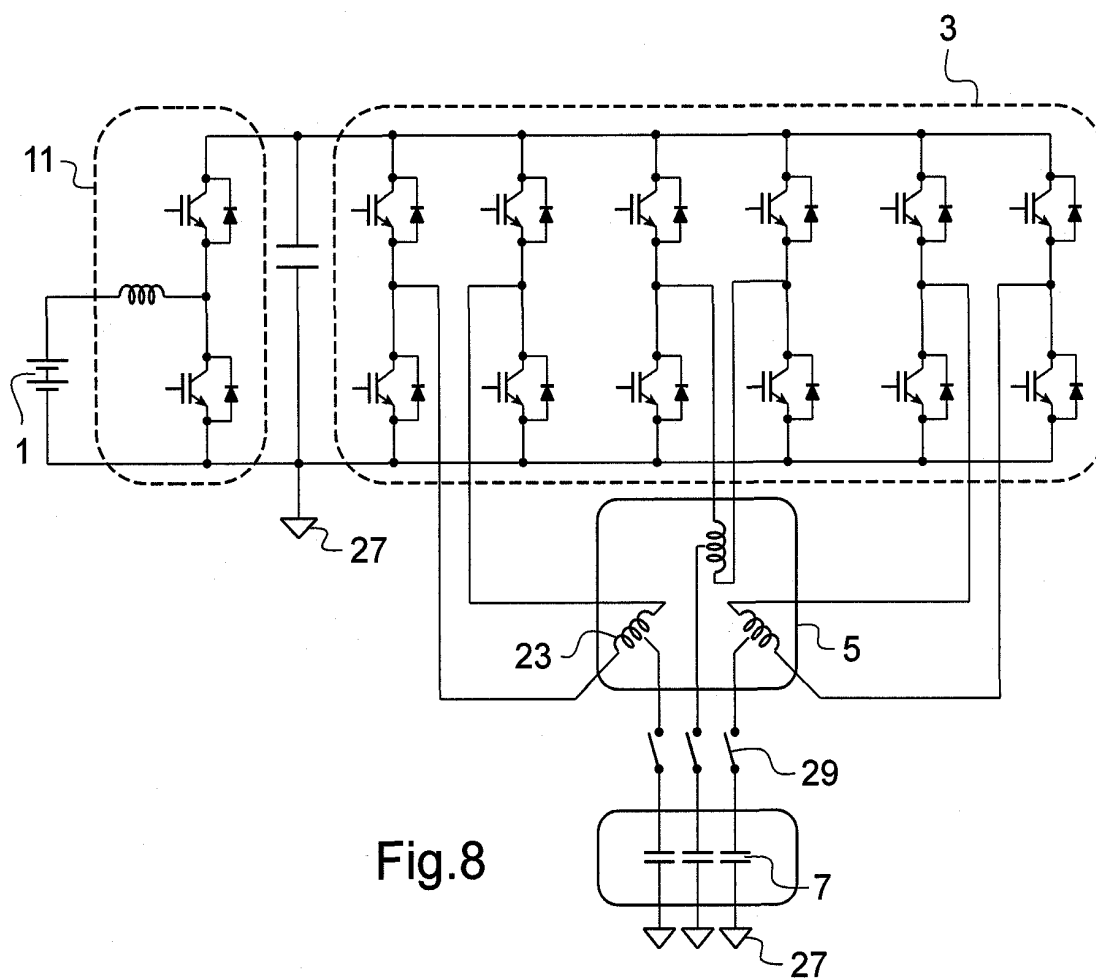


Fig.8



4/4

Fig.9

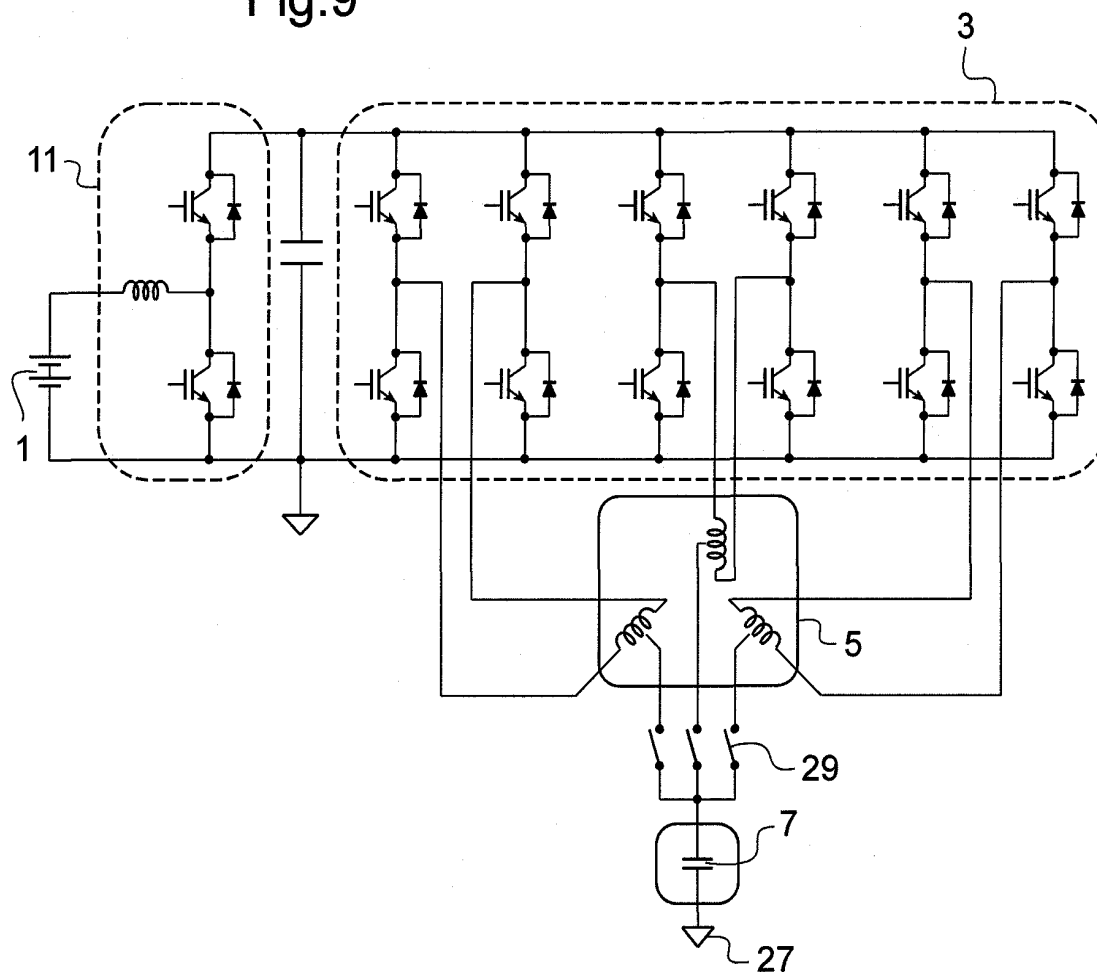
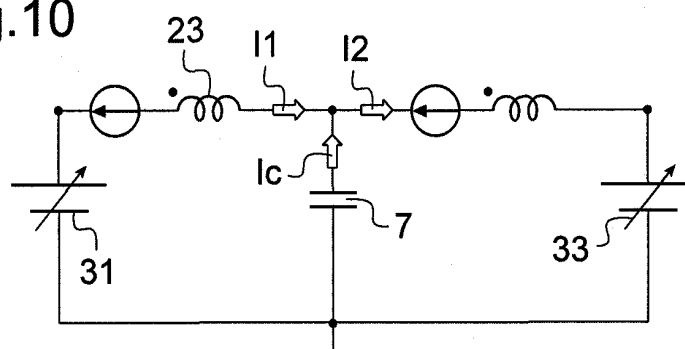


Fig.10





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 738151
FR 1055095

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 1 764 256 A2 (IPPOLITO MASSIMO [IT]) 21 mars 2007 (2007-03-21) * alinéa [0009] - alinéa [0015]; figure 1 *	1-13	H02K11/00
A	US 3 849 714 A (MATTSON G ET AL) 19 novembre 1974 (1974-11-19) * colonne 2, ligne 39 - colonne 7, ligne 63; figures 2,3 *	1-13	
A	DE 21 09 026 A1 (NIPPON YUSOKI CO LTD) 31 août 1972 (1972-08-31) * page 4, ligne 2 - page 9, ligne 13; figure 2 *	1-13	
A	US 2009/033274 A1 (PERISIC MILUN [US] ET AL) 5 février 2009 (2009-02-05) * alinéa [0023] - alinéa [0039]; figures 1,2 *	1-13	
A	US 2005/275983 A1 (FRANKLIN JERROLD E [US] ET AL) 15 décembre 2005 (2005-12-15) * alinéa [0020] - alinéa [0049]; figures 3,4 *	1,11,13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B60L H02P H02M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 mars 2011		Davis, Alan	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1055095 FA 738151**

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 **30-03-2011**

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 1764256	A2	21-03-2007	AUCUN	

US 3849714	A	19-11-1974	DE 2328501 A1	20-12-1973
			FR 2188353 A1	18-01-1974
			GB 1385284 A	26-02-1975
			JP 49050419 A	16-05-1974

DE 2109026	A1	31-08-1972	AUCUN	

US 2009033274	A1	05-02-2009	CN 101357596 A	04-02-2009

US 2005275983	A1	15-12-2005	EP 1766747 A2	28-03-2007
			KR 20070043719 A	25-04-2007
			WO 2005119873 A2	15-12-2005
