

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2013/093287 A2**

(43) Date de la publication internationale  
27 juin 2013 (27.06.2013)

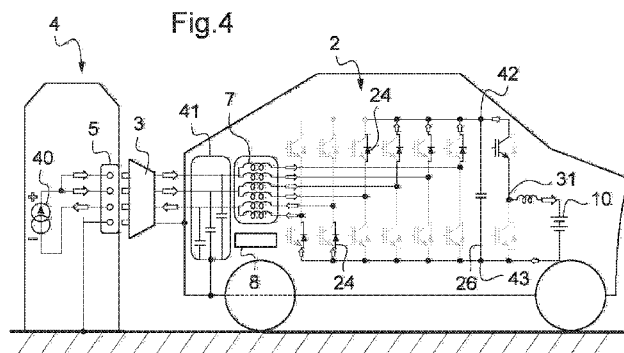
W I P O I P C T

- (51) Classification internationale des brevets :  
*B60L 11/18* (2006.01) *H02J 7/24* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR20 12/052863
- (22) Date de dépôt international :  
10 décembre 2012 (10.12.2012)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1162 140 21 décembre 2011 (21.12.2011) FR
- (71) Déposant : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR [FR/FR]; 14 Avenue des Béguines, F-95800 Cergy Saint Christophe (FR).
- (72) Inventeurs : DE SOUSA, Luis; 5 la Danne Brune, F-95670 Eragny Sur Oise (FR). BOUCHEZ, Boris; 8 Boulevard des Merveilles, F-95800 Cergy (FR). DA COSTA, José-Louis; 9 Résidence Cadet de Vaux, F-95 130 Franconville (FR).
- (74) Mandataire : CARDON, Nicolas; Valeo Systèmes De Contrôle Moteur, 14 Avenue des Béguines, F-95800 Cergy Saint Christophe (FR).
- (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD OF EXCHANGING ELECTRICAL ENERGY BETWEEN AN ELECTRICAL NETWORK CONVEYING A DC OR AC ELECTRICAL QUANTITY AND AN ELECTRICAL ENERGY STORAGE UNIT FOR HYBRID OR ELECTRIC VEHICLE

(54) Titre : PROCÉDE D'ÉCHANGE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ENTRE UN RESEAU ÉLECTRIQUE VÉHICULANT UNE GRANDEUR ÉLECTRIQUE CONTINUE OU ALTERNATIVE ET UNE UNITÉ DE STOCKAGE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE POUR VÉHICULE HYBRIDE OU ÉLECTRIQUE



(57) Abstract : Method of exchanging electrical energy between an electrical network (4) conveying any one of a DC electrical supply quantity and of an AC electrical supply quantity, and an electrical energy storage unit (10) for hybrid or electric vehicle (1), the storage unit (10) forming part of an electrical circuit (2) furthermore comprising: - a switching System comprising a plurality of controllable switching cells, - a plurality of inductors (7), and - a connector (3) making it possible to link the electrical circuit (2) to a connector of said electrical network (4), the method comprising the steps according to which: - the connector (3) of the electric circuit (2) is linked to the connector of said network (4), and - the switching cells are controlled as a function of whether the electrical supply quantity conveyed by the electrical network (4) is DC or AC, so as to allow the exchange of electrical energy between the electrical energy storage unit (10) and the electrical network (4).

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2013/093287 A2

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

---

Procédé d'échange d'énergie électrique entre un réseau électrique (4) véhiculant l'une quelconque d'une grandeur électrique d'alimentation continue et d'une grandeur électrique d'alimentation alternative, et une unité de stockage d'énergie électrique (10) pour véhicule (1) hybride ou électrique, l'unité de stockage (10) faisant partie d'un circuit électrique (2) comprenant en outre: -un système de commutation comprenant une pluralité de cellules de commutation commandables, -une pluralité d'inductances(7), et -un connecteur (3) permettant de brancher le circuit électrique (2) à un connecteur dudit réseau électrique (4), le procédé comportant les étapes selon lesquelles: -on branche le connecteur (3) du circuit électrique (2) au connecteur dudit réseau(4), et -on commande les cellules de commutation en fonction de ce que la grandeur électrique d'alimentation véhiculée par le réseau électrique (4) est continue ou alternative, pour permettre l'échange d'énergie électrique entre l'unité de stockage d'énergie électrique (10) et le réseau électrique(4).

**Procédé d'échange d'énergie électrique entre un réseau électrique véhiculant une  
grandeur électrique continue ou alternative et une unité de stockage d'énergie  
électrique pour véhicule hybride ou électrique**

5 La présente invention concerne l'échange d'énergie électrique entre un réseau électrique et une unité de stockage d'énergie électrique pour véhicule hybride ou électrique, l'invention concernant notamment la charge de l'unité de stockage d'énergie électrique par le réseau. L'unité de stockage d'énergie électrique est par exemple formée par une ou plusieurs batteries ou encore une ou plusieurs supercapacités, cette unité de stockage d'énergie servant à alimenter le moteur électrique du véhicule.

10 Le réseau électrique peut être un réseau électrique industriel géré par un opérateur et déployé sur une commune, une région, un Etat ou plusieurs Etats, ou un réseau local et/ou indépendant, notamment privé.

Les véhicules électriques existant possèdent un chargeur intégré permettant la charge de l'unité de stockage d'énergie par un réseau électrique. Les réseaux électriques disponibles  
15 sont très différents, pouvant être monophasés, polyphasés (par exemple triphasés), ou continus. Au sein des réseaux monophasés par exemple, des différences de tension existent entre le réseau monophasé aux USA et au Canada qui délivre une tension de 110V ou 220V, le réseau monophasé au Japon qui délivre une tension de 100V et le réseau monophasé en Europe qui délivre une tension de 240V.

20 Lorsque l'on souhaite effectuer une charge rapide de l'unité de stockage d'énergie, un réseau continu délivre par conducteur un courant bien plus élevé, notamment entre deux et cinq fois plus élevé, que le courant que délivre par conducteur un réseau triphasé.

En raison de toutes ces différences, la possibilité de charger l'unité de stockage d'énergie du véhicule à partir de n'importe quel réseau est difficilement réalisable et nécessite  
25 d'embarquer dans le véhicule plusieurs structures dédiées à chaque type de réseau, par exemple un connecteur dédié à chaque type de réseau électrique et/ou des moyens de commutation interposés entre le connecteur et l'unité de stockage d'énergie électrique dédiés à chaque type de réseau.

La charge de l'unité de stockage d'énergie électrique à partir de tout réseau est ainsi  
30 coûteuse, complexe et susceptible de générer un encombrement dans le véhicule.

Il existe un besoin pour permettre un échange d'énergie électrique entre une unité de stockage d'énergie électrique d'un véhicule électrique ou hybride et un réseau électrique de façon simple, peu coûteuse et sans générer d'encombrement.

L'invention a pour but de répondre à tout ou partie de ce besoin et elle y parvient, selon l'un de ses aspects, à l'aide d'un procédé d'échange d'énergie électrique entre, un réseau électrique véhiculant l'une quelconque d'une grandeur électrique d'alimentation continue et d'une grandeur électrique d'alimentation alternative, et une unité de stockage d'énergie électrique pour véhicule hybride ou électrique, l'unité de stockage faisant partie d'un circuit électrique comprenant en outre :

- un système de commutation comprenant une pluralité de cellules de commutation commandables,
- une pluralité d'inductances, et
- un connecteur permettant de brancher le circuit électrique à un connecteur, notamment de type complémentaire, dudit réseau électrique,

le procédé comportant les étapes selon lesquelles :

- on branche le connecteur du circuit électrique au connecteur, notamment de type complémentaire, dudit réseau électrique, et
- on commande les cellules de commutation en fonction de ce que la grandeur électrique d'alimentation véhiculée par le réseau électrique est continue ou alternative, pour permettre l'échange d'énergie électrique entre le réseau électrique et l'unité de stockage d'énergie électrique.

Plus précisément, cet aspect de l'invention peut concerner un procédé de charge, par un réseau électrique délivrant l'une quelconque d'une grandeur électrique d'alimentation continue et d'une grandeur électrique d'alimentation alternative, d'une unité de stockage d'énergie électrique pour véhicule hybride ou électrique, l'unité de stockage faisant partie d'un circuit électrique comprenant en outre :

- un système de commutation comprenant une pluralité de cellules de commutation commandables,
- une pluralité d'inductances, et
- un connecteur permettant de brancher le circuit électrique à un connecteur, notamment de type complémentaire, dudit réseau électrique,

le procédé comportant les étapes selon lesquelles :

- on branche le connecteur du circuit électrique au connecteur, notamment de type complémentaire, dudit réseau électrique, et

- on commande les cellules de commutation en fonction de ce que la grandeur électrique d'alimentation délivrée par le réseau électrique est continue ou alternative, pour permettre la charge de l'unité de stockage d'énergie à partir du réseau électrique.

Selon le procédé ci-dessus, le connecteur peut être branché de façon interchangeable à un  
5 réseau électrique véhiculant, notamment délivrant, aussi bien une grandeur électrique d'alimentation continue qu'une grandeur électrique d'alimentation alternative et la commande des cellules de commutation est adaptée à cette grandeur électrique. Il en résulte un circuit électrique universel pouvant être branché à tout réseau pour échanger de l'énergie électrique avec celui-ci, notamment pour charger l'unité de stockage d'énergie électrique.

10 Le circuit électrique peut être embarqué sur le véhicule.

La grandeur électrique d'alimentation véhiculée, notamment délivrée, par le réseau peut être une tension ou un courant.

Le procédé peut comporter l'étape selon laquelle on détermine si la grandeur électrique véhiculée, notamment délivrée, par le réseau est continue ou alternative. Cette étape peut  
15 aussi permettre de déterminer si cette grandeur est une tension ou un courant. Lorsqu'il est déterminé que la grandeur est alternative, il peut en outre être déterminé à cette étape si le réseau est monophasé ou polyphasé.

L'étape de détermination peut être mise en œuvre manuellement, par exemple via une interface utilisateur du véhicule permettant à son utilisateur d'indiquer la nature de la  
20 grandeur électrique véhiculée, notamment délivrée, par le réseau.

En variante, cette étape de détermination peut être automatisée, une communication du réseau électrique vers le véhicule indiquant par exemple au circuit électrique si ladite grandeur électrique est continue ou alternative et, le cas échéant s'il s'agit d'un courant, d'une tension, s'il s'agit d'une tension monophasée ou triphasée. Dans un autre exemple  
25 d'automatisation, le circuit électrique comprend un système de mesure de ladite grandeur électrique, de sorte que cette étape de détermination est effectuée par le circuit électrique.

Chaque cellule de commutation peut être formée par un montage antiparallèle d'un interrupteur commandable et d'une diode. La diode peut ou non être intrinsèque à l'interrupteur commandable. L'interrupteur commandable est notamment un transistor, par  
30 exemple un transistor à effet de champ ou un transistor bipolaire ou un transistor de type IGBT. Une telle cellule de commutation est réversible, permettant le passage du courant à

travers celle-ci de façon bidirectionnelle. Chaque cellule de commutation peut être formée par un interrupteur à trois segments bidirectionnel en courant.

Le système de commutation peut comprendre une pluralité de bras, notamment six bras, chaque bras ayant au moins deux cellules de commutation commandables.

5 Chaque inductance peut être interposée entre deux bras du système de commutation. Chaque inductance peut correspondre à une phase électrique du stator du moteur électrique du véhicule.

Le connecteur du circuit peut comprendre une pluralité de contacts principaux ayant chacun une extrémité libre destinée à être branchée à un contact du connecteur, notamment  
10 de type complémentaire, du réseau électrique et une autre extrémité reliée à un point intermédiaire d'une des inductances. Par « point intermédiaire d'une inductance », on désigne un point disposé entre les deux extrémités de l'inductance, par exemple un point milieu. Les avantages associés à l'injection de courant depuis le réseau électrique en un point intermédiaire, notamment milieu, de chaque inductance, sont notamment exposés dans la  
15 demande WO 2010/057893 au nom de la Déposante. Une telle injection permet notamment de limiter, voire de supprimer, les mouvements du rotor du moteur dont les inductances du stator sont alimentées électriquement lors de la charge de l'unité de stockage d'énergie.

Au sens de la présente demande, « relié » signifie aussi bien « relié directement », c'est-à-dire sans élément intermédiaire que « relié indirectement », c'est-à-dire via un élément  
20 intermédiaire.

Le connecteur peut comporter :

- au moins trois contacts principaux, et
- un contact additionnel ayant une extrémité libre destinée à être branchée à la terre du connecteur, notamment de type complémentaire, du réseau électrique et une autre  
25 extrémité destinée à être reliée à la carrosserie du véhicule.

Un tel connecteur peut être branché aussi bien à un réseau véhiculant, notamment délivrant, une tension alternative triphasée, à un réseau véhiculant, notamment délivrant, une tension alternative monophasée, à un réseau véhiculant, notamment délivrant, un courant continu et à un réseau véhiculant, notamment délivrant, une tension continue.

30 Le connecteur du circuit peut ne comprendre que quatre contacts au total pour acheminer le signal électrique du réseau vers l'unité de stockage d'énergie, à savoir trois contacts principaux et un contact additionnel

Dans une variante, le connecteur du circuit peut comprendre quatre contacts principaux, le quatrième contact principal étant dédié au neutre dans le cas d'un signal électrique monophasé délivré par le réseau électrique.

5 Lorsque le réseau électrique est un réseau véhiculant, notamment délivrant, une tension alternative polyphasée, notamment triphasée, chaque contact principal peut être branché à une phase du réseau électrique et le contact additionnel à la terre du réseau.

10 Lorsque le réseau électrique est un réseau véhiculant, notamment délivrant, une tension alternative monophasée, un contact principal du connecteur peut être branché à la phase du réseau, un autre contact principal peut être branché au neutre du réseau et le contact additionnel à la terre du réseau.

15 Qu'il soit branché à un réseau électrique véhiculant, notamment délivrant, une tension monophasée ou polyphasée, notamment triphasée, le système de commutation peut comprendre un convertisseur de tension continue/continue comprenant au moins deux cellules de commutation commandables, ce convertisseur étant survolteur et/ou dévolteur, et les cellules de commutation des bras et/ou les cellules de commutation du convertisseur peuvent être commandées de manière à ce que l'unité de stockage d'énergie reçoive dans le cas d'une charge par le réseau une tension proche de sa tension nominale, notamment comprise entre 200 V et 400 V, à partir de la tension alternative monophasée ou triphasée délivrée par le réseau électrique.

20 Ce convertisseur peut permettre dans le cas où l'unité de stockage d'énergie électrique transfère de l'énergie au réseau d'adapter à la valeur de la tension du réseau électrique la valeur de tension aux bornes de ladite unité de stockage d'énergie électrique.

25 Les cellules de commutation peuvent, pour permettre l'échange d'énergie électrique entre l'unité de stockage d'énergie électrique et le réseau lorsque ce dernier présente une tension alternative monophasée ou triphasée, être commandées selon ce qui est décrit dans la publication "A New On Board Fast Battery Charger " International Conférence & Exhibition Automotive Power Electronics April 2011 Proceedings Ref: 2011-01 .

30 Lorsque le réseau électrique véhicule, notamment délivre, une tension alternative triphasée ou monophasée, le convertisseur de tension continue/continue est par exemple un hacheur série (encore appelé « buck » en anglais).

Lorsque le réseau électrique véhicule, notamment délivre, entre une borne positive et une borne négative, une tension continue ou un courant continu, les branchements du connecteur au réseau peuvent être effectués comme suit:

- 5 - deux contacts principaux sont branchés à l'une de la borne positive et de la borne négative du réseau électrique,
- le troisième contact principal est branché à l'autre de la borne positive et de la borne négative du réseau électrique.

Pour obtenir ces branchements, le connecteur, notamment de type complémentaire, du réseau comprend par exemple :

- 10 - deux contacts reliés à l'une de la borne positive et de la borne négative du réseau et que l'on branche aux deux contacts principaux du connecteur du circuit, et
- un contact relié à l'autre de la borne positive et de la borne négative du réseau et que l'on branche au troisième contact principal du connecteur du circuit.

Le contact additionnel du connecteur peut être branché à la terre du réseau.

- 15 Comme on peut le voir, les contacts principaux peuvent être utilisés pour un branchement à un réseau alternatif triphasé, alternatif monophasé, ou continu.

Dans le cas de la charge de l'unité de stockage d'énergie électrique, lorsque le réseau électrique délivre, entre la borne positive et la borne négative, un courant continu, la commande des cellules de commutation peut être effectuée comme suit :

- 20 - les cellules de commutation des bras reliés au(x) contact(s) branché(s) à la borne positive du réseau électrique sont commandées de manière à permettre la circulation de courants du réseau vers l'unité de stockage d'énergie électrique, et
- les cellules de commutation des bras reliés au(x) contact(s) branché(s) à la borne négative du réseau électrique sont commandés de manière à permettre le retour de courants
- 25 vers le réseau électrique.

Les interrupteurs commandables des cellules de commutation des bras du système de commutation peuvent être maintenus fermés pour permettre l'alimentation électrique de l'unité de stockage d'énergie par le réseau délivrant un courant continu. Dans ce cas, ces interrupteurs jouent le rôle de relais statiques.

- 30 Dans un tel cas, le courant continu peut être délivré par le réseau via un poste de charge intégrant une électronique de commande permettant de contrôler le courant chargeant l'unité de stockage d'énergie électrique.

Au sens de la présente demande, « poste de charge » doit être compris de façon large, désignant tout accès au réseau électrique. Il s'agit ainsi aussi bien d'une partie terminale d'un réseau domestique que d'une borne de charge installée dans un lieu publique, à usage gratuit ou payant.

5 Le système de commutation peut comprendre un bus continu monté en parallèle des bras et un convertisseur de tension continue/continue interposé entre le bus continu et l'unité de stockage d'énergie et comprenant au moins deux cellules de commutation commandables. Le convertisseur a dans cet exemple pour tension d'entrée la tension du bus continu et pour tension de sortie la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie.

10 Le bus continu s'étend entre une borne positive et une borne négative et, au sens de la présente demande, la tension du bus continu est la tension entre la borne positive et la borne négative du bus continu.

Lorsque le réseau électrique véhicule, notamment délivre, un courant continu, les cellules de commutation du système de commutation peuvent être commandées de manière à ce que  
15 la tension aux bornes du bus continu augmente sans modifier la valeur de la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie. La tension aux bornes du réseau électrique est alors asservie par le circuit. Le convertisseur se comporte dans ce cas comme un dévolteur. Le convertisseur de tension continue/continue est par exemple un hacheur série.

De cette façon, le courant véhiculé, notamment délivré, par le réseau électrique diminue,  
20 la puissance électrique restant constante, ce qui permet de diminuer les pertes dans les cellules de commutation et les inductances du circuit.

En variante, la commande des cellules de commutation du système de commutation peut permettre de diminuer la tension du bus continu sans modifier la valeur de la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie. Le réseau électrique peut véhiculer, notamment  
25 délivrer, entre la borne positive et la borne négative, une tension continue et le système de commutation peut comporter un bus continu monté en parallèle des bras et un convertisseur de tension continue/continue comprenant au moins deux cellules de commutation, le convertisseur étant interposé entre le bus continu et l'unité de stockage d'énergie.

Le convertisseur a dans cet exemple et lorsque l'on souhaite charger l'unité de stockage  
30 d'énergie électrique à l'aide du réseau électrique, pour tension d'entrée la tension du bus continu et pour tension de sortie la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie. Dans ce cas, la commande des cellules de commutation des bras et/ou des cellules de commutation du convertisseur de tension continue/continue peut être effectuée pour adapter la valeur de la

tension continue délivrée par le réseau à la valeur de tension nominale aux bornes de l'unité de stockage, cette dernière étant notamment comprise entre 200 V et 400 V.

Le convertisseur de tension continue/continue est avantageusement une alimentation à découpage (buck/boost en anglais) pouvant aussi bien fonctionner en survolteur qu'en dévolteur. De cette façon, une valeur de tension convenable peut être fournie à l'unité de  
5 stockage d'énergie, en abaissant ou élevant la tension continue délivrée par le réseau électrique.

Le convertisseur de tension est par exemple un hacheur série dévoltant la tension du bus continu. Un fonctionnement en mode survolteur du système de commutation comprenant un  
10 tel hacheur série peut être obtenu à l'aide des cellules de commutation des bras.

Le réseau électrique véhiculant, notamment délivrant, une tension continue peut être un réseau local indépendant, comprenant par exemple une ou plusieurs batteries alimentées par des sources d'énergie telles que des éoliennes, des panneaux solaires, des piles à combustible ou des générateurs d'hydroélectricité.

15 En variante, le réseau électrique véhiculant, notamment délivrant, une tension continue peut être un réseau industriel, notamment un réseau triphasé, et la tension continue peut être obtenue à l'aide d'un redresseur triphasé.

En variante encore, le réseau électrique peut être un groupe électrogène comprenant une génératrice et un redresseur. La génératrice est par exemple alimentée en énergie fossile  
20 comme du gaz, du pétrole ou un biocarburant.

L'invention permet ainsi un échange d'énergie électrique avec un poste de charge véhiculant une tension continue, et notamment une charge par ce poste de charge. De tels postes de charge peuvent être dépourvus d'électronique de contrôle puisque celle du circuit électrique embarqué sur le véhicule est utilisable. Ces postes de charge peuvent ainsi être  
25 moins coûteux, ce qui est avantageux pour l'opérateur du réseau électrique.

Au sens de la présente demande, lorsqu'un élément est interposé entre deux autres éléments, cela ne signifie pas nécessairement que ces trois éléments sont disposés les uns à la suite des autres. Des éléments intermédiaires peuvent ou non être disposés entre l'élément en question et les deux autres éléments.

30 Dans tout ce qui précède, le connecteur du circuit électrique peut en variante n'être adapté qu'à un seul type de connecteur de réseau électrique, par exemple à un connecteur d'un réseau électrique triphasé, et on utilise un adaptateur pour permettre le branchement du connecteur du circuit électrique aux autres types de réseau. Par exemple lorsque le

connecteur du circuit électrique n'est adapté qu'à un réseau électrique triphasé, on utilise l'adaptateur pour brancher le connecteur du circuit électrique à un réseau délivrant une tension alternative monophasée, ou à un réseau délivrant un courant continu ou à un réseau délivrant une tension continue. L'adaptateur présente par exemple plusieurs interfaces

5 interchangeable et chaque interface est dédiée à un type de réseau électrique.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un circuit électrique pour l'échange d'énergie électrique entre un réseau électrique et une unité de stockage d'énergie électrique d'un véhicule hybride ou électrique, le circuit comprenant :

- une unité de stockage d'énergie électrique,
  - 10 - un système de commutation comprenant une pluralité de cellules de commutation commandables et une unité de commande de ces cellules de commutation,
  - une pluralité d'inductances, et
  - un unique connecteur configuré pour être branché à un réseau électrique véhiculant, notamment délivrant, l'une quelconque d'une grandeur électrique d'alimentation continue et
  - 15 d'une grandeur électrique d'alimentation alternative,
- l'unité de commande du système de commutation étant configurée pour commander les cellules de commutation en fonction de ce que la grandeur électrique véhiculée, notamment

délivrée, par le réseau électrique est continue ou alternative.

Le circuit peut notamment permettre la charge de l'unité de stockage d'énergie électrique

20 par le réseau électrique.

Le circuit peut être configuré pour être embarqué sur le véhicule, étant par exemple d'un seul tenant. Le circuit selon l'aspect ci-dessus de l'invention constitue une structure universelle permettant l'échange d'énergie électrique entre l'unité de stockage d'énergie électrique et un réseau électrique, notamment la charge de l'unité de stockage d'énergie

25 électrique par un réseau électrique, véhiculant une grandeur électrique continue ou alternative, qui dans ce dernier cas peut être monophasée ou polyphasée, notamment triphasée.

Tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus en rapport avec le procédé de charge s'appliquent seules ou en combinaison au circuit électrique ci-dessus.

En particulier :

- 30 - le système de commutation peut comprendre une pluralité de bras, notamment six bras, comprenant chacun au moins deux cellules de commutation commandables, et/ou

- chaque inductance peut être interposée entre deux bras du système de commutation, et/ou
  - chaque inductance peut correspondre à une phase électrique du stator du moteur électrique du véhicule, et/ou
- 5
- le connecteur peut comprendre une pluralité de contacts principaux ayant chacun une extrémité libre destinée à être branchée à un contact du connecteur, notamment de type complémentaire, du réseau électrique et une autre extrémité reliée à un point intermédiaire, notamment milieu, d'une des inductances,
  - le connecteur peut être associé à un adaptateur permettant son branchement à l'un
- 10
- quelconque des types de réseau électrique mentionnés précédemment.

L'unité de stockage d'énergie électrique est par exemple une batterie ou plusieurs batteries montées en série et/ou en parallèle. L'unité de stockage d'énergie électrique a par exemple une tension nominale comprise entre 200 V et 400 V.

- L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un procédé d'échange
- 15
- d'énergie électrique entre un réseau électrique délivrant un courant continu et une unité de stockage d'énergie électrique, l'unité de stockage faisant partie d'un circuit électrique comprenant en outre :

- un connecteur destiné à être branché à un connecteur, notamment de type complémentaire, du réseau électrique,
- 20
- un bus continu interposé entre le connecteur et l'unité de stockage d'énergie électrique, et
  - un convertisseur de tension continue/continue interposé entre le bus continu et l'unité de stockage d'énergie.

- le procédé comportant l'étape selon laquelle on commande le convertisseur de tension
- 25
- continue/continue de manière à augmenter la valeur de la tension du bus continu sans modifier la valeur de la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie électrique.

En variante, le convertisseur de tension continue/continue peut être commandé de manière à diminuer la valeur de la tension aux bornes du bus continu sans modifier la valeur de la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie électrique.

- 30
- Le procédé peut permettre la charge de l'unité de stockage d'énergie électrique par le réseau électrique.

Le procédé peut comporter l'étape préalable selon laquelle on branche le réseau électrique au circuit électrique, une tension de valeur donnée existant aux bornes du réseau électrique, puis l'étape ci-dessus selon laquelle on commande le convertisseur de tension continue/continue de manière à ce que la tension aux bornes du réseau électrique ait une  
5 valeur supérieure ou inférieure à ladite valeur donnée, sans modifier la valeur de la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie électrique.

La puissance électrique délivrée par le réseau électrique étant constante, la modification de la valeur de la tension du bus continu permet de modifier la valeur du courant véhiculé, notamment délivré, par le réseau électrique et circulant en amont du bus continu. En  
10 particulier, lorsque l'on augmente la valeur de la tension du bus continu, on diminue la valeur de ce courant, ce qui réduit les pertes liées au courant du circuit électrique.

Lorsque le circuit électrique comporte des inductances et des cellules de commutation, les inductances et les cellules de commutation étant notamment telles que décrites en rapport avec le circuit électrique ci-dessus, les pertes dans ces inductances et ces cellules de  
15 commutation peuvent être réduites.

Le connecteur est par exemple branché sur un poste de charge délivrant le courant continu et ce poste de charge présente entre ses bornes une valeur de tension maximale admissible. Le convertisseur de tension continue/continue peut alors être commandé de  
20 manière à ce que la tension aux bornes du poste de charge soit proche de la valeur de tension maximale admissible.

Le convertisseur de tension continue/continue est par exemple une alimentation à découpage, par exemple un hacheur série (convertisseur buck en anglais).

Les différents aspects de l'invention mentionnés ci-dessus permettent d'obtenir l'un et/ou l'autre des avantages suivants :

- 25 - avoir un circuit embarqué pour échanger de l'énergie électrique entre un réseau électrique et une unité de stockage d'énergie électrique alimentant un moteur électrique de véhicule dont l'interface électrique et logique est universelle (prise, pin de puissance, pin de signal), que le réseau électrique véhicule, notamment délivre, une grandeur électrique d'alimentation alternative ou continue,
- 30 - avoir un circuit embarqué pour échanger de l'énergie électrique entre un réseau électrique et une unité de stockage d'énergie électrique alimentant un moteur

électrique de véhicule pouvant être branché à des réseaux électriques alternatifs et à des réseaux électriques véhiculant, notamment délivrant, un courant continu,

- avoir un circuit embarqué pour échanger de l'énergie électrique entre un réseau électrique et une unité de stockage d'énergie électrique alimentant un moteur électrique de véhicule pouvant être branché à un réseau électrique véhiculant,

5

- avoir un circuit embarqué pour échanger de l'énergie électrique entre un réseau électrique et une unité de stockage d'énergie électrique alimentant un moteur électrique de véhicule pouvant être branché à un réseau électrique véhiculant,

10

notamment délivrant, un courant continu tout en diminuant la valeur du courant continu véhiculé, notamment délivré, par le réseau afin de réduire les pertes liées au courant.

L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'exemples non limitatifs de mise en œuvre de celle-ci et à l'examen du dessin annexé sur lequel :

15

- la figure 1 représente de façon très schématique un véhicule électrique et un connecteur d'un circuit selon un exemple de mise en œuvre de l'invention
  - la figure 2 représente le véhicule de la figure 1 lorsqu'il est branché à un réseau électrique délivrant une tension triphasée,
- 20
- la figure 3 représente le véhicule de la figure 1 lorsqu'il est branché à un réseau électrique délivrant une tension monophasée,
  - la figure 4 représente le véhicule de la figure 1 lorsqu'il est branché à un réseau électrique délivrant un courant continu,
  - les figures 5 et 6 représentent différentes façons de commander le système de commutation du circuit électrique lorsque le véhicule est branché à un réseau électrique délivrant une tension continue,
- 25
- les figures 7 à 9 représentent différents réseaux électriques délivrant une tension continue auxquels le véhicule peut être branché, et
  - la figure 10 représente de façon simplifiée l'ensemble formé par le réseau
- 30
- électrique et le circuit électrique du véhicule de la figure 4.

On a représenté à la figure 1 un véhicule 1 dans lequel peut être embarqué un circuit électrique 2 selon un exemple de mise en œuvre de l'invention. Le véhicule 1 est par exemple une automobile à propulsion hybride ou exclusivement électrique.

Un exemple de circuit électrique 2 est représenté sur la figure 2. Comme on peut le voir, ce circuit 2 peut comprendre un connecteur 3 destiné à être branché à un réseau électrique 4 via un connecteur d'un poste de charge en énergie électrique 5, un système de commutation 6, des inductances 7, une unité de commande 8 et une unité de stockage d'énergie électrique 10.

Le réseau électrique 4 est dans cet exemple un réseau triphasé mais l'invention s'applique à des réseaux polyphasés autres que triphasés. Il s'agit par exemple d'un réseau industriel géré par un opérateur et déployé à une échelle régionale, nationale ou internationale. Le réseau délivre par exemple une tension de fréquence égale à 50 Hz ou 60 Hz.

Dans l'exemple de la figure 1, le connecteur 3 comprend cinq contacts. Quatre contacts principaux 12 présentent chacun une extrémité libre 13 visible sur la figure 1 et destinée à être branchée au contact de type complémentaire du connecteur du poste de charge 5. Le cinquième contact 14 du connecteur 3 est relié à la carrosserie 9 du véhicule 1 et destiné à être branché à la terre du réseau électrique 4, comme représenté sur la figure 2.

Comme on peut le voir, chaque contact principal 12 peut avoir une autre extrémité reliée aux inductances 7. Dans l'exemple de la figure 2, cette extrémité est reliée à un point milieu 15 d'une inductance 7, c'est-à-dire que cette liaison avec le contact 12 sépare l'inductance 7 en un nombre exactement égal de spires.

Chacune des inductances 7 est ainsi partagée en deux demi-bobines parcourues par des courants opposés d'une demi-bobine d'une inductance à l'autre demi-bobine de cette même inductance.

Dans l'exemple représenté sur la figure 2, le système de commutation 6 comprend six bras 16. Ces bras 16 sont appariés pour former trois ponts en H 17. Chaque bras 16 comprend dans l'exemple décrit deux cellules de commutation 20 séparées par un point médian 21. Chaque inductance 7 est dans l'exemple considéré interposée entre deux

points médians 21 de deux bras 16 d'un pont 17. Ces bras 16 jouent dans l'exemple de la figure 2 le rôle d'un onduleur 19.

Chaque cellule de commutation 20 peut comprendre un montage antiparallèle d'un interrupteur commandable 23 et d'une diode 24. L'interrupteur commandable 23 est par exemple un transistor, notamment un transistor à effet de champ. Les cellules de commutation 20 sont par exemple toutes identiques.

Le système de commutation 6 comprend encore dans l'exemple considéré un convertisseur de tension continue/continue 25 et un bus continu 26 monté en parallèle des bras 16. Un condensateur 27 est disposé dans ce bus continu 26. Le bus continu 26 constitue dans l'exemple de la figure 2 l'entrée du convertisseur 25 qui est un hacheur série réalisant une fonction de dévoltage. La sortie de ce hacheur est formée par l'unité de stockage d'énergie électrique 10. Cette dernière est par exemple une batterie ou une association en parallèle et/ou en série de batteries. L'unité de stockage d'énergie électrique a dans l'exemple considéré une tension nominale comprise entre 200 V et 400 V.

De façon connue, le hacheur série comprend deux cellules de commutation 30 identiques ou non aux cellules de commutation 20 du système de commutation 6 et séparées par un point médian 31. Chacune de ces cellules 30 est dans l'exemple considéré réversible, comprenant en antiparallèle un interrupteur commandable et une diode. Une inductance 33 est interposée entre ce point médian 31 et l'unité de stockage d'énergie 10.

L'unité de commande 8 comporte notamment des moyens de traitement numérique, par exemple un ou plusieurs microcontrôleurs ou un circuit logique programmable. L'unité de commande 8 peut être configurée pour commander les interrupteurs des cellules de commutation 20 et 30 ci-dessus en ouverture et en fermeture de manière à ce que l'unité de stockage d'énergie 10 soit chargée par le réseau électrique 4 auquel est branché le connecteur 3. Dans un souci de clarté du dessin, les liaisons entre l'unité de commande 8 et chaque cellule de commutation 20 ou 30 n'ont pas été représentées.

L'unité de commande 8 peut encore permettre de déterminer si la tension ou le courant délivré par le réseau 4 est continu ou alternatif.

Dans l'exemple de la figure 2, les cellules de commutation 20 et les cellules de commutation 30 sont commandées de manière à ce que la tension alternative triphasée délivrée par le réseau 4 soit convertie en une tension continue de valeur sensiblement égale à la valeur de tension nominale de l'unité de stockage d'énergie 10.

Tous les bras 16 du système de commutation 6 sont par exemple commandés selon une commande PWM afin de réaliser la fonction Power Factor Corrector (PFC) et les courants de charge peuvent être équilibrés entre chaque demi-bobine de chaque inductance 7.

On va maintenant décrire en référence à la figure 3 un autre exemple d'utilisation du circuit 2 décrit en référence à la figure 2. Dans l'exemple de la figure 3, le réseau électrique 4 délivre une tension monophasée. L'un des contacts 12 est branché à la phase du réseau 4 tandis qu'un autre contact 12 est branché au neutre du réseau 4. Lorsque le connecteur 3 comporte quatre contacts principaux 12, le contact principal 12 branché au neutre est distinct des contacts principaux 12 branchés à chaque phase d'un réseau triphasé. Lorsque le connecteur 3 ne comprend que trois contacts principaux 12, l'un de ces derniers, qui est branché à l'une des phases en triphasé, est utilisé pour le branchement au neutre du réseau monophasé.

Dans l'exemple de la figure 3, les cellules de commutation 20 et 30 du système de commutation 6 sont commandées par l'unité de commande 8, le cas échéant après que celle-ci a détecté que le réseau 4 délivre une tension monophasée, de manière à ce que la tension alternative monophasée délivrée par le réseau 4 soit convertie en une tension continue de valeur sensiblement égale à la valeur de tension nominale de l'unité de stockage d'énergie 10.

La commande des cellules de commutation 20 et/ou 30 dans le cas des figures 2 et 3 est par exemple décrite dans la publication déjà citée "A New On Board Fast Battery Charger " International Conférence & Exhibition Automotive Power Electronics April 2011 Proceedings Ref: 2011-01

L'exemple de la figure 4 correspond à l'utilisation du circuit 2 pour la charge de l'unité de stockage d'énergie 10 par un réseau 4 délivrant un courant continu. Le poste de charge 5 comprend dans cet exemple une électronique de puissance permettant le contrôle du courant délivré par une source de courant 40 du réseau électrique 4. Dans cet exemple, un filtre aux hautes fréquences 41 formé par des condensateurs montés entre chaque contact principal 12 et la terre peut être ajouté.

Comme représenté sur la figure 4, la borne positive du réseau 4 peut être reliée à deux contacts du connecteur du poste de charge 5 tandis que la borne négative du réseau 4 n'est reliée qu'à un seul contact de ce connecteur. Lors du branchement du connecteur 3 du circuit 2 au poste de charge 5, deux contacts principaux 12 du connecteur 3 sont par exemple branchés aux contacts du connecteur du poste de charge 5 reliés à la borne positive du réseau

4 et un autre contact principal 12 du connecteur est branché au contact du connecteur du poste de charge 5 relié à la borne négative du réseau 4. Le contact additionnel 14 peut être branché à la terre du réseau 4.

5 Le cas échéant après détection du fait que le réseau 4 délivre un courant continu, l'unité de commande 8, commande les cellules de commutation 20 et 30 pour permettre d'appliquer aux bornes de l'unité de stockage d'énergie 10 la tension adéquate à partir du courant délivré par le réseau 4.

10 Les interrupteurs commandables des cellules 20 et 30 sont par exemple commandés de manière à ce que les portions représentées en grisé sur la figure 4 ne soient pas parcourues par du courant et de manière à ce que les portions représentées en noir sur cette même figure 4 le soient. Comme on peut le voir, ces buts sont notamment atteints en empêchant le passage du courant dans chaque interrupteur commandable 23 des cellules 20 des ponts en H 17.

15 Pour chacun des bras 16 connectés à la borne positive du réseau 4, le courant gagne depuis le réseau électrique 4 la borne positive 42 du bus continu 26 par les diodes 24 et, pour chacun des bras 16 connectés à la borne négative du réseau 4, le courant regagne le réseau 4 depuis la borne négative 43 du bus continu 26 par les diodes 24. Pour cela, tous les interrupteurs commandables 23 des ponts 17 sont fermés.

20 L'interrupteur commandable de la cellule de commutation 30 du convertisseur 26 disposée entre la borne positive 42 du bus continu 26 et le point médian 31 est commandé pour permettre sa traversée par le courant alimentant l'unité de stockage d'énergie 10 tandis que l'interrupteur commandable de la cellule de commutation 30 disposée entre le point médian 31 et la borne négative 43 du bus continu 26 est commandé de manière à ce que cette cellule 30 ne permette pas le passage de courant.

25 Les figures 5 et 6 correspondent à l'utilisation du circuit 2 pour la charge de l'unité de stockage d'énergie 10 par un réseau 4 délivrant une tension continue. Le poste de charge 5 peut dans ce cas être dépourvu d'électronique de contrôle de courant. Le branchement du connecteur 3 au réseau 4 peut être effectué de la même façon que ce qui a été décrit en référence à la figure 4.

30 La figure 5 correspond au cas où la valeur de la tension délivrée par la source de tension continue 45 du réseau 4 est supérieure à la valeur nominale de la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie 10. Dans ce cas, les cellules de commutation 20 et 30 du système de commutation 4 sont commandées de manière à dévolter la tension appliquée par le réseau 4.

Ce but est par exemple atteint en commandant les interrupteurs commandables des cellules 20 et 30 de manière à ce que les portions en grisé du circuit 2 ne soient pas parcourues par un courant et de manière à ce que les portions en noir le soient. Tous les interrupteurs commandables 23 sont par exemple commandés en fermeture.

5 La figure 6 correspond au cas où la valeur de la tension délivrée par la source de tension continue 45 du réseau 4 est inférieure à la valeur nominale de la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie 10. Dans ce cas, les cellules de commutation 20 et 30 du système de commutation 4 sont commandées de manière à survolter la tension appliquée par le réseau 4.

10 Ce but est par exemple atteint en commandant les interrupteurs commandables des cellules 20 et 30 de manière à ce que les portions en grisé du circuit 2 ne soient pas parcourues par un courant et de manière à ce que les portions en noir le soient. La cellule de commutation 30 du convertisseur 25 disposée entre la borne positive 42 du bus continu 26 et le point médian 31 est par exemple commandée de manière à permettre le passage de courant à travers l'interrupteur commandable mais non à travers la diode et l'autre cellule de  
15 commutation du convertisseur 25 est commandée de manière à empêcher sa traversée par un courant.

Dans une autre variante, on peut commander les cellules de commutation 20 et 30 du système de commutation pour dévolter et survolter en alternance la tension délivrée par le réseau 4. Une telle commande peut permettre de répondre à des problématiques en termes de  
20 régulation ou de résonance entre les inductances 7 et le condensateur 26.

On va maintenant décrire, en référence aux figures 7 à 9 des exemples de réseaux 4 délivrant une tension continue auxquels le connecteur 3 du circuit 2 peut être branché. Il peut s'agir de réseaux locaux et/ou privés comprenant une batterie 45 alimentée par une ou plusieurs sources telles qu'une ou plusieurs éoliennes 50 et/ou un ou plusieurs  
25 panneaux solaires 51, comme représenté sur la figure 7.

En variante, la batterie 45 peut être alimentée via un redresseur 53 par une génératrice 54 fonctionnant à l'aide d'énergie fossile, comme du gaz, du pétrole ou un biocarburant, comme représenté sur la figure 8.

En variante encore, la batterie peut être alimentée par d'autres sources, telles que des  
30 piles à combustible 57, comme représenté sur la figure 9.

Dans une autre variante non représentée, la source de tension continue 45 correspond à la sortie d'un redresseur triphasé recevant en entrée une tension alternative triphasée délivrée par un réseau électrique industriel.

On va maintenant décrire en référence à la figure 10 un autre aspect de l'invention, pouvant être combiné ou non au circuit universel de charge 2 qui vient d'être décrit en référence aux figures 1 à 9. Comme décrit en référence à la figure 4, l'invention permet d'utiliser le circuit 2 non seulement pour une charge par un réseau triphasé ou monophasé mais également pour une charge par un courant continu, entre autres. Dans ce dernier cas, le poste de charge 5 impose la valeur du courant utilisé pour charger l'unité de stockage d'énergie 10. Le courant délivré par le poste de charge 5 traverse, comme représenté sur la figure 4, des inductances 7 et des interrupteurs des cellules de commutation 20 pour charger l'unité de stockage d'énergie 10.

Du fait de la valeur relativement élevée du courant délivré par le poste de charge 5, des pertes peuvent se produire dans ces cellules de commutation 20 et dans les inductances 7. Diminuer la valeur du courant délivré par le réseau électrique 4 est souhaitable mais cette diminution ne doit cependant que peu, voire pas, affecter la valeur du courant traversant l'unité de stockage d'énergie électrique 10.

Le circuit équivalent au circuit 2 représenté sur la figure 4 est représenté sur la figure 10.

En négligeant les pertes, et donc en considérant que toute la puissance électrique délivrée par le réseau 4 est transférée à l'unité de stockage d'énergie électrique 10, on obtient l'équation ci-dessous, où  $V_{BAT}$  et  $I_{BAT}$  désignent respectivement la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie électrique 10 et le courant parcourant ladite unité de stockage d'énergie électrique 10, et où  $V_{DC}$  et  $I_{SOURCE}$  désignent respectivement la tension du bus continu 26 et le courant délivré par le réseau continu 4 :

$$I_{SOURCE} \approx \frac{V_{BAT}}{V_{DC}} I_{BAT}$$

Il ressort de cette équation que la valeur du courant  $I_{SOURCE}$  délivré par le réseau 4 est inversement proportionnelle à la valeur de la tension du bus continu 26  $V_{DC}$ . En conséquence, on peut contrôler la valeur de ce courant  $I_{SOURCE}$  à l'aide de la tension  $V_{DC}$ .

Le poste de charge 5 est par exemple dimensionné pour supporter entre ses bornes une valeur maximale de tension et la commande par l'unité de commande 8 des cellules de commutation 20 et 30 permet d'élever la valeur de la tension aux bornes du poste de charge 5 pour qu'elle soit proche de cette valeur maximale, sans modifier la valeur de la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie électrique 10. Pour ce faire, le convertisseur 25 peut fonctionner en dévolteur.

La commande représentée sur la figure 5 pour un réseau 4 délivrant une tension continue de valeur supérieure à la valeur de la tension nominale aux bornes de l'unité de stockage d'énergie électrique 10 peut ainsi être appliquée dans le cas où le circuit 2 est chargé par un réseau 4 délivrant un courant continu dont on souhaite réduire la valeur.

Dans le cas présent, afin de réduire les pertes dans les interrupteurs des cellules de commutation 20 et dans les inductances 7, comme mentionné ci-dessus, l'unité de commande 8 peut, après avoir détecté que le réseau 4 délivre un courant continu ou après avoir reçu cette information, commander les cellules de commutation 20 et 30 de manière à diminuer la valeur du courant  $I_{SOURCE}$  en amont du bus continu 26 en augmentant la tension  $V_{DC}$  du bus continu 26 et la tension aux bornes du poste de charge 5.

A titre d'exemple, avec une unité de stockage d'énergie 10 ayant une tension nominale de l'ordre de 240 Vdc et absorbant un courant de 100A, la commande des cellules de commutation 20 et 30 selon ce qui a été décrit en référence à la figure 4 fait que chaque diode 24 d'une cellule de commutation 20 d'un bras 16 et chaque demi-bobine d'une inductance 7 est parcourue par un courant retournant vers le réseau 4 dont la valeur est de 50A. En considérant une chute de tension aux bornes de chaque diode de l'ordre de 2V et une résistance de  $Q, I \Omega$  pour chaque demi-bobine, les pertes sont respectivement de 100W et de 250W par diode et par demi-bobine.

En commandant les cellules de commutation 20 et 30 comme représenté sur la figure 5, pour augmenter la tension du bus continu 26 à une valeur proche de 500 Vdc, la valeur du courant délivré par le réseau 4 est abaissée à 48 A, conformément à l'équation ci-dessus.

Chaque diode et chaque demi-bobine par lesquelles s'effectue le retour de courant de l'unité de stockage d'énergie 10 vers le réseau 4 est alors parcourue par un courant de 24 A, ce qui correspond respectivement à des pertes de 48 W et de 58 W.

Cet aspect de l'invention permet ainsi de modifier la valeur du courant  $I_{SOURCE}$  délivré par le poste de charge 5, sans que cette modification ne se fasse à l'initiative du poste de charge 5.

L'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits. En particulier, 5 l'échange d'énergie électrique depuis l'unité de stockage d'énergie 10 vers le réseau 4 est possible.

L'invention permet notamment de disposer d'un circuit électrique 2 permettant à la fois l'alimentation d'un moteur électrique pour la propulsion d'un véhicule à partir d'une unité de stockage d'énergie électrique et la charge de cette unité de stockage d'énergie 10 électrique à partir de l'un quelconque des réseaux électriques suivants :

- un réseau alternatif monophasé délivrant une tension comprise entre 100 Vac et 240 Vac, par exemple 120 Vac, à des fréquences comprises entre 45 Hz et 65 Hz,
- un réseau alternatif triphasé délivrant une tension comprise entre 208 Vac et 400 Vac, à des fréquences comprises entre 45 Hz et 65 Hz,
- 15 - un réseau continu délivrant une tension supérieure à 200 Vdc, par exemple comprise entre 200 et 400 Vdc.

L'expression "comportant un" doit être comprise comme signifiant « comportant au moins un », sauf lorsque le contraire est spécifié.

### Revendications

1. Procédé d'échange d'énergie électrique entre un réseau électrique (4) véhiculant l'une quelconque d'une grandeur électrique d'alimentation continue et d'une grandeur électrique d'alimentation alternative, et une unité de stockage d'énergie électrique (10) pour véhicule
- 5 (1) hybride ou électrique, l'unité de stockage (10) faisant partie d'un circuit électrique (2) comprenant en outre :
- un système de commutation (6) comprenant une pluralité de cellules de commutation commandables (20 ; 30),
  - une pluralité d'inductances (7), et
  - 10 - un connecteur (3) permettant de brancher le circuit électrique (2) à un connecteur dudit réseau électrique (4),
- le procédé comportant les étapes selon lesquelles :
- on branche le connecteur (3) du circuit électrique (2) au connecteur dudit réseau (4), et
  - 15 - on commande les cellules de commutation (20 ; 30) en fonction de ce que la grandeur électrique d'alimentation véhiculée par le réseau électrique (4) est continue ou alternative, pour permettre l'échange d'énergie électrique entre l'unité de stockage d'énergie électrique (10) et le réseau électrique (4).
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on détermine si le réseau électrique (4) véhicule une grandeur électrique continue ou alternative.
- 20 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel chaque cellule de commutation (20 ; 30) est formée par un montage antiparallèle d'un interrupteur commandable (23) et d'une diode (24).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le système de commutation (6) comporte une pluralité de bras (16) ayant chacun au moins deux cellules de commutation commandables (20) et dans lequel chaque inductance (7) est interposée entre deux desdits bras (16).
- 25 5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel le connecteur (3) comprend une pluralité de contacts principaux (12) ayant chacun une extrémité libre (13) destinée à être branchée à un contact du connecteur du réseau électrique (4) et une autre extrémité reliée à un point
- 30 intermédiaire (15) d'une des inductances (7).

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le connecteur (3) comporte au moins trois contacts principaux (12) et un contact additionnel (14) ayant une extrémité libre destinée à être branchée à la terre du connecteur du réseau électrique (4) et une autre extrémité destinée à être reliée à la carrosserie (9) du véhicule (1).
- 5 7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel le réseau électrique (4) est un réseau véhiculant une tension alternative triphasée et dans lequel on branche chaque contact principal (12) à une phase du réseau électrique et le contact additionnel à la terre du réseau.
8. Procédé selon la revendication 6, dans lequel le réseau électrique (4) est un réseau véhiculant une tension alternative monophasée et dans lequel on branche un contact principal
- 10 (12) à la phase du réseau (4), un autre contact principal (12) au neutre du réseau (4) et le contact additionnel à la terre du réseau (4).
9. Procédé selon la revendication 6, dans lequel le réseau électrique (4) véhicule, entre une borne positive et une borne négative, une tension continue ou un courant continu et dans lequel on branche :
- 15 - deux contacts principaux (12) à l'une de la borne positive et de la borne négative,  
- le troisième contact principal (12) à l'autre de la borne positive et de la borne négative.
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel le réseau électrique (4) véhicule, entre la borne positive et la borne négative, un courant continu.
11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel :
- 20 - les cellules de commutation (20) des bras (16) reliés au(x) contact(s) (12) branché(s) à la borne positive du réseau électrique (4) sont commandées de manière à permettre la circulation de courants du réseau (4) vers l'unité de stockage (10), et  
- les cellules de commutation (20) des bras (16) reliés au(x) contact(s) (12) branché(s) à la borne négative du réseau électrique (4) sont commandées de manière à permettre le retour de
- 25 courants vers le réseau électrique (4).
12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel le système de commutation (6) comprend :
- un bus continu (26) monté en parallèle des bras (16), et  
- un convertisseur de tension continue/continue (25) comprenant au moins deux cellules de commutation (30) et interposé entre le bus continu (26) et l'unité de stockage d'énergie (10),
- 30 procédé dans lequel, la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie (10) restant constante, on commande les cellules de commutation (20) des bras (16) et/ou les cellules de commutation (30) du convertisseur de tension continue/continue (25) de manière à augmenter la valeur de la tension du bus continu (26).

13. Procédé selon la revendication 9, dans lequel le réseau électrique (4) véhicule, entre la borne positive et la borne négative, une tension continue.

14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel le système de commutation (6) comporte :

- un bus continu (26) monté en parallèle des bras (16) du système de commutation (6), et

5 - un convertisseur de tension continue/continue (25) comprenant au moins deux cellules de commutation (30) et interposé entre le bus continu (26) et l'unité de stockage d'énergie (10), procédé dans lequel on commande les cellules de commutation (20) des bras (16) et/ou les  
10 cellules de commutation (30) du convertisseur de tension continue/continue (25) pour adapter la valeur de la tension du réseau (4) à la valeur de tension nominale aux bornes de l'unité de stockage d'énergie électrique (10).

15. Circuit électrique (2) pour l'échange d'énergie électrique entre un réseau électrique (4) et une unité de stockage d'énergie électrique (10) d'un véhicule hybride ou électrique (1), comprenant :

- une unité de stockage d'énergie électrique (10),

15 - un système de commutation (6) comprenant une pluralité de cellules de commutation commandables (20 ; 30) et une unité de commande (8) de ces cellules de commutation (20 ; 30),

- une pluralité d'inductances (7), et

- un unique connecteur (3) configuré pour être branché à un réseau électrique (4) véhiculant

20 l'une quelconque d'une grandeur électrique d'alimentation continue et d'une grandeur électrique d'alimentation alternative,

l'unité de commande (8) du système de commutation (6) étant configurée pour commander les cellules de commutation (20 ; 30) en fonction de ce que la grandeur électrique d'alimentation véhiculée par le réseau électrique (4) est continue ou alternative.

25 16. Procédé d'échange d'énergie électrique entre un réseau électrique (4) véhiculant un courant continu et une unité de stockage d'énergie électrique (10), l'unité de stockage (10) faisant partie d'un circuit électrique (2) comprenant en outre :

- un connecteur (3) destiné à être branché à un connecteur du réseau électrique (4),

- un bus continu (26) interposé entre le connecteur (3) et l'unité de stockage d'énergie  
30 électrique (10), et

- un convertisseur de tension continue/continue (25) interposé entre le bus continu (26) et l'unité de stockage d'énergie (10),

le procédé comportant l'étape selon laquelle on commande le convertisseur de tension continue/continue (25) de manière à augmenter la valeur de tension du bus continu (26) sans modifier la valeur de la tension aux bornes de l'unité de stockage d'énergie (10).

17. Procédé selon la revendication 16, le convertisseur de tension continue/continue (25) étant un hacheur série.

Fig.1

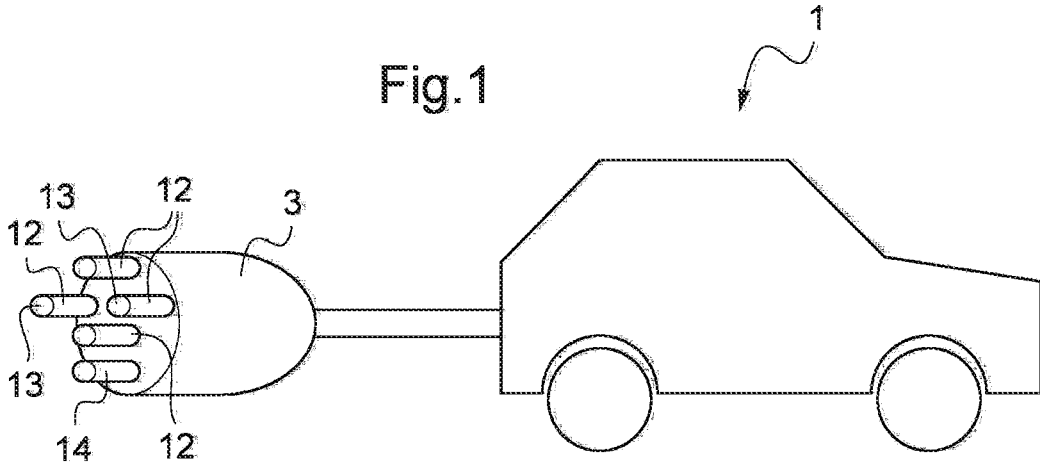


Fig.2

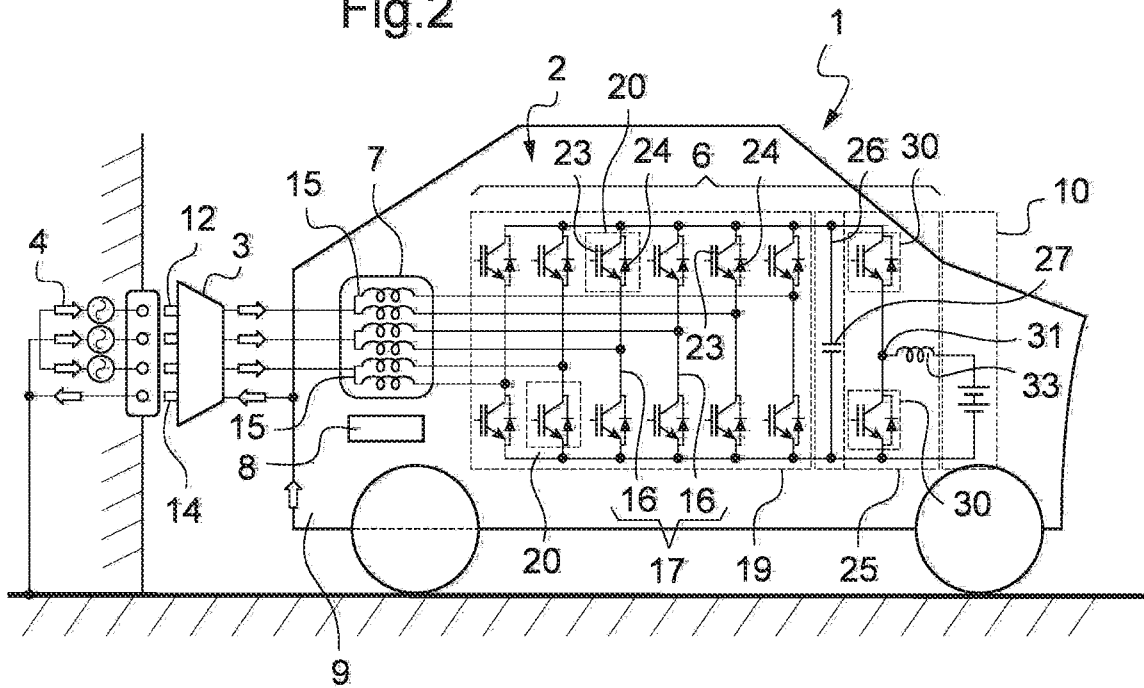


Fig.3

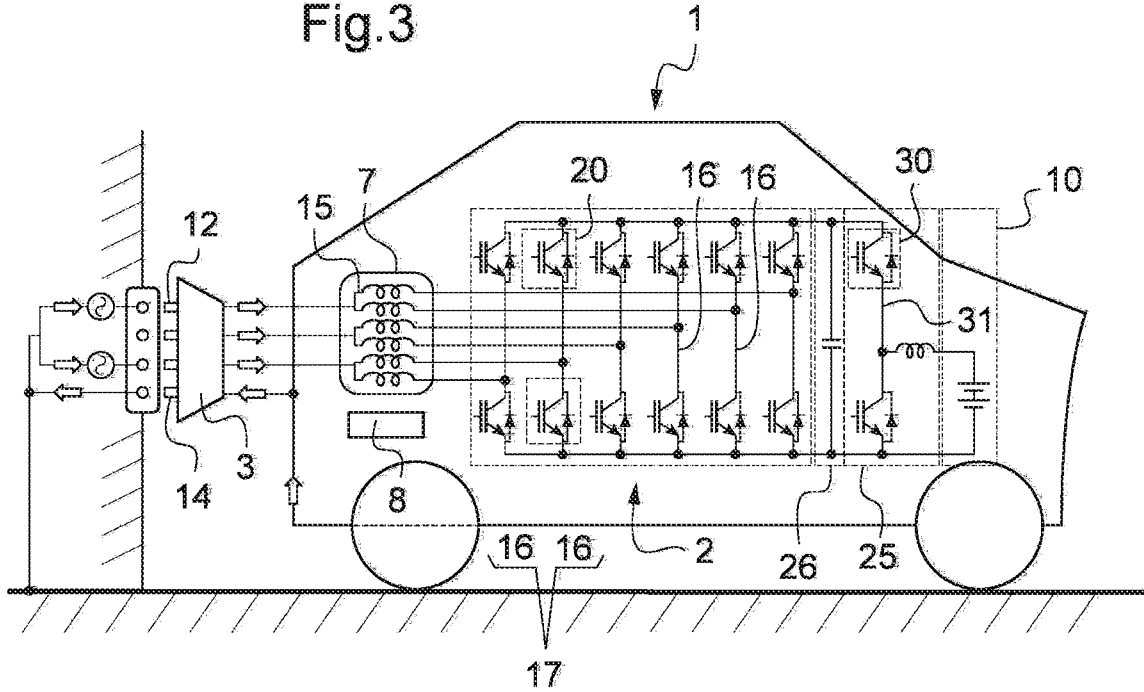
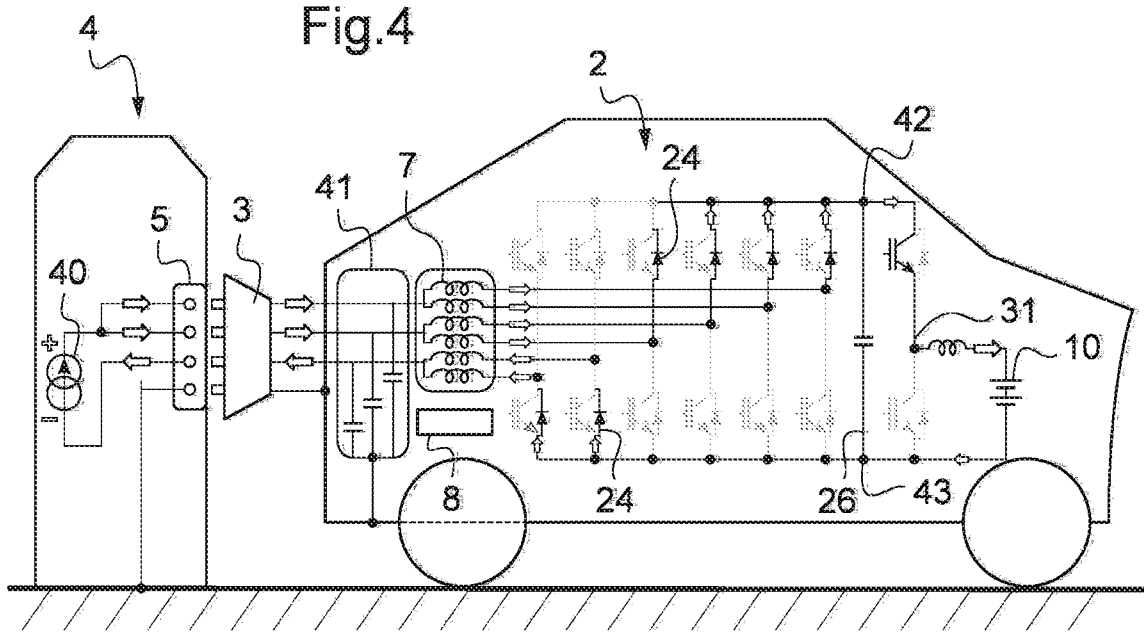


Fig.4





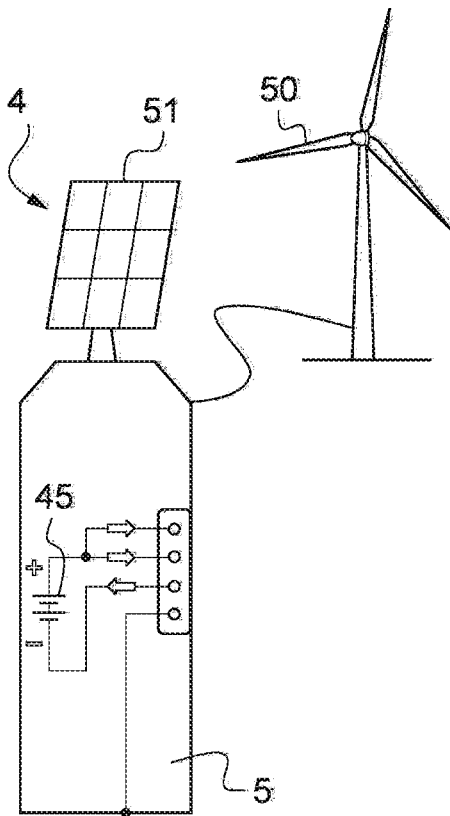


Fig.7

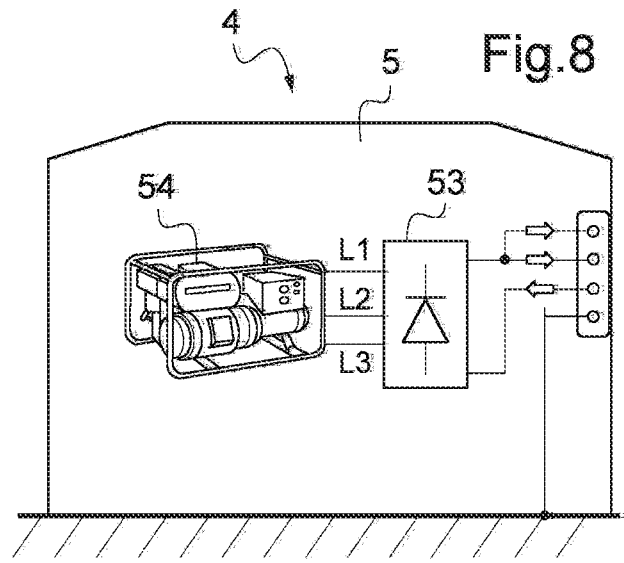


Fig.8

Fig.9

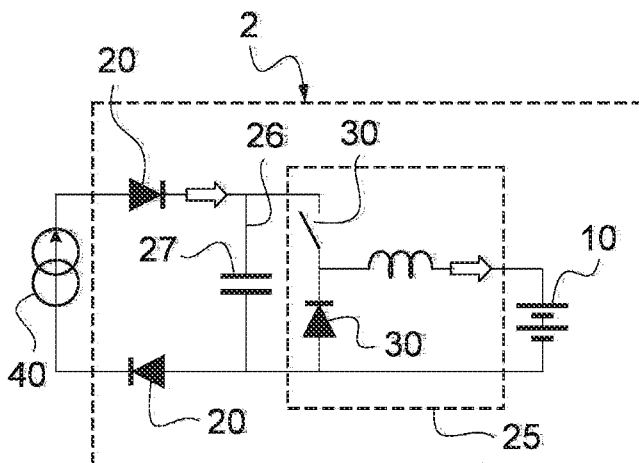
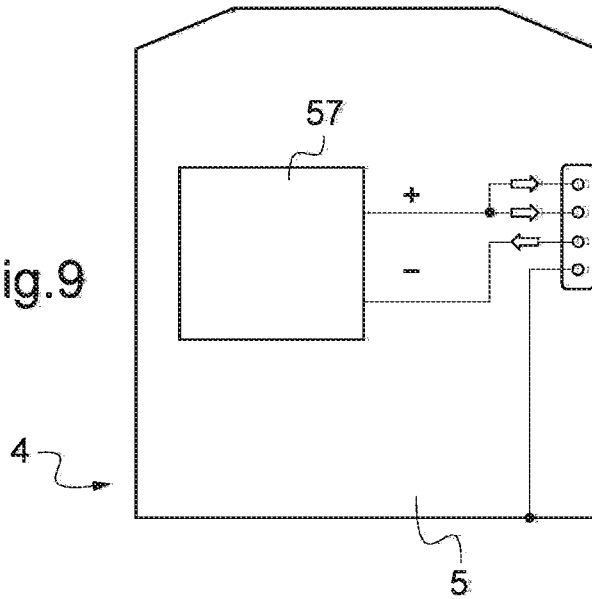


Fig.10