

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.09.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.03.12 Bulletin 12/12.

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.

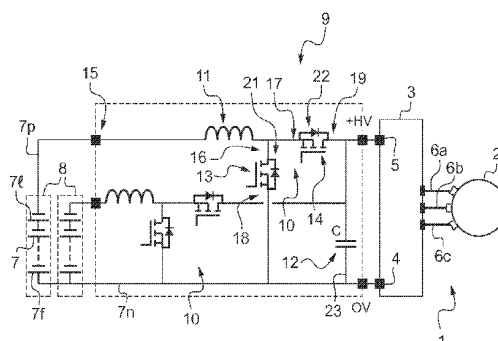
72 Inventeur(s) : CHEMIN MICHAEL, BENCHETRIT
DANIEL, MUIS, PASCAL et FREDERIC ALAIN.

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

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

54 DISPOSITIF ET PROCEDE DE GESTION DE L'ALIMENTATION EN COURANT ELECTRIQUE D'UNE CHARGE.

57 L'invention concerne un dispositif d'alimentation en courant électrique d'une charge (1), notamment machine électrique de véhicule automobile à motorisation hybride ou électrique, ledit dispositif comprenant une pluralité de sources de courant continu (7), réparties en modules (8) dans lesquels lesdites sources de courant (7) sont montées en série, lesdits modules (8) étant montés en parallèle par rapport à la charge. Il concerne également un procédé de gestion de l'alimentation en courant électrique d'une charge (1), utilisant un tel dispositif.



Dispositif et procédé de gestion de l'alimentation en courant électrique
d'une charge

La présente invention concerne un dispositif d'alimentation en courant électrique d'une charge, notamment machine électrique de véhicule automobile à motorisation hybride ou électrique. Elle concerne également un procédé de gestion de l'alimentation en courant électrique d'une charge, utilisant un tel dispositif.

L'invention vise en particulier l'alimentation d'un moteur électrique d'une puissance allant d'environ une dizaine de kilowatts à environ une centaine de kilowatts. Il s'agit, par exemple :

- pour les puissances les plus faibles, c'est-à-dire de l'ordre d'une dizaine de kilowatts, de moteurs permettant de faire de l'assistance à la propulsion d'un véhicule automobile par ailleurs équipé d'un moteur thermique assurant, pour l'essentiel, la propulsion (motorisation « mild hybrid » en anglais),
- pour des puissances intermédiaires et pour les puissances les plus fortes, de moteurs permettant d'assurer la propulsion d'un véhicule automobile sur des périodes plus longues mais toujours en alternance avec un moteur thermique (motorisation « full hybrid » en anglais), voire de moteurs de véhicule automobile dont la motorisation est entièrement électrique.

Cela étant, ces indications n'excluent pas l'utilisation de l'invention dans un quadricycle ou un tricycle à motorisation entièrement électrique, même s'il s'agit, dans de telles applications, de motorisations utilisant des puissances situées dans le bas de la fourchette évoquée ci-dessus.

Actuellement, il est connu des dispositifs d'alimentation comprenant une batterie d'accumulateurs, montés en série, et un convertisseur de tension permettant d'élever le niveau de tension fourni par les batteries.

On peut ainsi atteindre des niveaux de tension suffisant tout en limitant le nombre d'accumulateurs à monter en série, ce qui permet

d'améliorer la fiabilité de la batterie. En effet, dans un montage en série, il suffit que l'un des éléments soit défaillant pour que la batterie soit défaillante. Une solution pour pallier cet inconvénient est de prévoir des by-pass permettant de court-circuiter le ou les éléments défaillants mais elle nécessite
5 de nombreux composants supplémentaires.

Cela étant, un inconvénient commun des dispositifs à montage en série est que la puissance disponible est limitée.

En outre, même en cas d'utilisation d'un convertisseur de tension, le nombre d'accumulateurs reste trop important et le besoin d'une plus grande
10 fiabilité demeure.

Pour cela, on peut imaginer disposer les accumulateurs en parallèle mais il faut alors prévoir des éléments pouvant délivrer une tension élevée.

Même si un tel besoin peut être réduit par l'utilisation de convertisseurs de tension, une autre difficulté de l'utilisation d'accumulateurs
15 montés en parallèle est l'équilibrage entre les accumulateurs. Il s'agit plus précisément de faire en sorte que les courants circulant dans chaque accumulateur en fonctionnement soient similaires afin que les accumulateurs soient sollicités de façon homogène. En multipliant le nombre des
20 accumulateurs mis en parallèle on rend un tel équilibrage complexe et coûteux.

L'invention se propose de pallier ces difficultés et a pour objet un dispositif d'alimentation en courant électrique d'une charge, notamment machine électrique de véhicule automobile à motorisation hybride ou électrique. Selon l'invention, ledit dispositif comprend une pluralité de sources
25 de courant continu, réparties en modules dans lesquels elles sont montées en série, lesdits modules étant montés en parallèle par rapport à la charge.

On peut ainsi à la fois limiter le nombre d'éléments montés en série, ce qui améliore la fiabilité, et limiter le nombre d'éléments montés en parallèle, ce qui facilite le contrôle du dispositif. On peut aussi obtenir un compromis
30 intéressant en termes de tension et de puissance disponible.

En particulier, on pourra choisir pour les modules un niveau de tension inférieur au seuil, à savoir aujourd'hui 60 V, nécessitant la présence d'une isolation galvanique. On pourra ainsi choisir un niveau de tension d'environ 48 V pour chaque module.

5 Les sources de courants sont constituées, par exemple, d'éléments unitaires identiques. Il s'agit, notamment, d'accumulateurs présentant un niveau de tension de l'ordre de quelques volts.

Chaque module présente, par exemple, un même nombre d'éléments unitaires, notamment une dizaine. On facilite de la sorte l'équilibrage.

10 Cela étant, les modules peuvent aussi être de nature différente. On entend par là être de tension de base, de capacité ou encore, entre autre, de technologie différente.

Par ailleurs, le dispositif conforme à l'invention pourra comprendre des moyens de régulation de courant permettant de contrôler le niveau de courant
15 échangé entre les modules et/ou la charge, de façon indépendante pour chaque module.

On peut ainsi limiter le niveau de tension fourni par les modules en se servant desdits moyens comme élévateur de tension. On autorise de la sorte l'alimentation de moteurs fonctionnant, par exemple, sous plusieurs centaines
20 de volts.

Lesdits moyens de régulation de courant pourront en outre être prévus aptes à solliciter lesdits modules de façon différente pour alimenter la charge, recharger des modules de façon différente depuis la charge ou encore recharger l'un ou plusieurs desdits modules depuis l'un ou plusieurs
25 autres desdits modules, notamment en fonction de la nature et/ou d'un état fonctionnement des modules, défini par un état de charge et/ou de santé des modules.

Par état de santé, on entend, par exemple, une image de la résistance interne et/ou de la capacité du module.

30 Selon différents modes de réalisation :

- les moyens de régulation de courant comprennent des convertisseurs, chaque module étant relié à l'un desdits convertisseurs, prévu apte à effectuer une conversion de tension entre le module associé et la charge,

5 - les convertisseurs sont prévus aptes à effectuer une élévation du niveau de tension délivrés par les modules,

 - les convertisseurs sont prévus réversibles,

 - les convertisseurs comprennent un élément capacitif monté en parallèle par rapport à la charge,

10 - les convertisseurs sont reliés entre deux bornes de sortie, communes à tous les modules,

 - le même élément capacitif est partagé entre plusieurs, voire tous, desdits convertisseurs,

15 Cette dernière caractéristique est une solution particulièrement simple pour faire une récupération d'énergie d'un module à un autre, par l'intermédiaire dudit élément capacitif.

 Le dispositif conforme à l'invention pourra encore comprendre des moyens d'identification de la nature des modules et/ou des moyens de mesure de l'état de fonctionnement des modules. Il s'agit, notamment, d'un indicateur de charge de chacun des modules.

20 L'invention concerne aussi un procédé de gestion de l'alimentation en courant électrique d'une charge, notamment machine électrique de véhicule automobile à motorisation hybride ou électrique, dans lequel on prévoit une pluralité de sources de courant continu, réparties en modules dans lesquels lesdites sources de courant sont montées en série, lesdits modules étant
25 montés en parallèle par rapport à la charge, et on effectue une régulation de courant permettant de contrôler le niveau de courant échangé entre les modules et la charge, de façon indépendante pour chaque module.

 Un avantage d'une gestion indépendante des modules est qu'elle permet une amélioration de la durée de vie de l'ensemble, notamment en
30 modulant leur utilisation en cas de besoin de performances partielles.

 Selon différents modes de réalisation :

- on surveille un état de fonctionnement des modules, défini par l'état de charge et/ou l'état de santé des modules,

- on sollicite lesdits modules de façon différente pour alimenter la charge, en fonction de l'état de fonctionnement de chacun des modules,

5 - on effectue une recharge des modules de façon différente depuis la charge, en fonction de l'état de fonctionnement de chacun des modules,

- on effectue une recharge de l'un ou plusieurs desdits modules depuis l'un ou plusieurs autres desdits modules, en fonction de l'état de fonctionnement de chacun des modules,

10 - on détecte l'absence ou le dysfonctionnement d'un desdits modules, dit module défaillant, on isole ledit module défaillant et on adapte la régulation de courant effectuée au niveau des autres modules pour assurer la fourniture d'une tension à la charge en tenant compte de l'absence ou du dysfonctionnement du module défaillant,

15 - on identifie la nature de chacun desdits modules et on adapte la régulation de courant effectuée pour chaque module à la nature dudit module.

L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description suivante qui n'est donnée qu'à titre indicatif et qui n'a pas pour but de la limiter, accompagnée de la figure jointe qui illustre un exemple de réalisation d'un dispositif d'alimentation conforme l'invention.

20

Comme illustré, l'invention concerne ainsi un dispositif d'alimentation en courant électrique d'une charge 1.

Celle-ci comprend, par exemple, une machine électrique 2 et un onduleur/redresseur 3. Ce dernier permet de transformer un courant continu, entre ses bornes d'entrée 4, 5, en un courant alternatif, notamment triphasé, au niveau de ses bornes de sortie 6a, 6b, 6c, reliées au moteur, et inversement.

25

Cela étant, la charge pourra bien sûr être comprendre d'autres composants. Elle pourra, notamment, comprendre plusieurs machines électriques, par exemple alimentées par le courant délivré par l'onduleur/redresseur.

30

Selon l'invention, ledit dispositif comprend une pluralité de sources 7 de courant continu, réparties en modules 8 dans lesquels elles sont montées en série, lesdits modules 8 étant montés en parallèle par rapport à la charge 1.

On peut ainsi obtenir des niveaux de tension satisfaisant sans toutefois
5 faire appel à un trop grand nombre de sources de courant montés en série. Dans le cas d'une application à un véhicule, les modules pourront être situés en différents endroits du véhicule.

Les sources de courants sont constituées, par exemple, d'éléments unitaires identiques. On entend par là que les sources de courant présentent
10 toutes, par exemple, la même capacité et le même niveau de tension. Il pourra même s'agir d'éléments tous structurellement similaires.

Lesdits éléments unitaires sont, par exemple, des batteries, notamment des batteries du type lithium-ion. Ils présentent des niveaux de tension de l'ordre de quelques volts, par exemple de l'ordre de 3 à 4 V.

15 Chaque module 8 pourra comprendre un même nombre d'éléments unitaires. Le dispositif présente de la sorte la même capacité et le même niveau de tension aux bornes de chaque module 8.

Chaque module comprend, par exemple, de l'ordre de dix à quinze éléments unitaires. Avec les niveaux de tension des éléments unitaires
20 évoqués plus haut, on arrive en conséquence à des niveaux de tension significatifs aux bornes des modules 8, notamment de l'ordre de 48 V, sans cependant dépasser le seuil obligeant à utiliser une isolation galvanique.

Dans chaque module, un premier 7f des éléments unitaires est muni d'un pôle négatif relié à une borne 7n, dite négative, de connexion du module
25 tandis qu'un dernier 7l est muni d'un pôle positif relié à une borne 7p, dite positive, du module. Les bornes négatives 7n des modules sont reliées entre elles.

Le dispositif comprend en outre des moyens 9 de régulation de courant permettant de contrôler le niveau de courant échangé entre les modules et la
30 charge, de façon indépendante pour chaque module.

Lesdits moyens 9 de régulation pourront être prévus aptes à solliciter lesdits modules de façon différente pour alimenter la charge. Ainsi, lorsque le moteur est mode traction, si l'un des modules est plus ou moins chargé, il sera plus ou moins mis à contribution pour alimenter le moteur.

5 Lesdits moyens 9 de régulation pourront aussi être prévus aptes à autoriser une recharge des modules de façon différente depuis la charge. Ainsi, lorsque le moteur est en mode générateur, ou pourra recharger en priorité les modules les plus déchargés.

10 Lesdits moyens 9 de régulation pourront encore être prévus aptes à autoriser une recharge de l'un ou plusieurs desdits modules depuis l'un ou plusieurs autres desdits modules. Ainsi, on pourra équilibrer le niveau de charge des modules lorsque certains sont moins chargés que d'autres.

15 Les moyens de régulation de courant comprennent des convertisseurs 10, chaque module 8 étant relié à l'un desdits convertisseurs, prévu apte à effectuer une conversion de la tension délivrée par le module associé à la charge, notamment une élévation du niveau de tension.

20 Il s'agit en particulier de convertisseurs du type permettant un stockage et une restitution d'énergie, de façon contrôlée, par exemple par combinaison d'un élément inductif 11, d'un élément capacitif 12, d'au moins un interrupteur commandé 13, 14 et/ou d'au moins une diode 21, 22.

25 Lesdits convertisseurs 10 sont, par exemple, prévus réversibles de façon à autoriser une circulation de courant des modules 8 vers la charge 1, notamment en cas de fonctionnement du moteur en mode traction, et inversement de la charge 1 vers les modules 8, notamment en cas de fonctionnement du moteur en mode générateur, ou encore entre les modules 8.

Lesdits convertisseurs 10 sont, par exemple, identiques d'un module 8 à l'autre.

30 Selon l'exemple illustré, pour chaque module 8 et son convertisseur 10 associé, la borne positive 7p du module est montée à une borne d'entrée 15

du convertisseur tandis que l'autre borne $7n$ du module est reliée à une première 4 des bornes de la charge.

Dans le convertisseur, la borne d'entrée 15 est reliée à l'élément inductif 11, lui-même relié, d'une part, à une première borne 16 d'un premier
5 13 des interrupteurs commandés et, d'autre part, à une première borne 17 d'un second 14 des interrupteurs commandés.

Le premier interrupteur commandé 13 présente une autre borne 18, connectée à la borne négative $7n$ du module. Le second interrupteur commandé 14 est monté en série avec le module 8 et l'élément inductif 11, vu
10 de la charge.

L'élément capacitif 12 est monté en parallèle par rapport à la charge et l'autre borne de connexion 19 du second interrupteur 14 est reliée, d'une part, à une première borne dudit élément capacitif 12 et, d'autre part, à la seconde borne 5 de la charge. A l'autre de ses bornes, l'élément capacitif 12 est relié à
15 la première borne 4 de la charge.

Une première diode 21 est prévue en parallèle du premier interrupteur commandé 13. Elle est prévue bloquée lorsque la tension au niveau de la borne 16 de l'élément inductif 11 opposée à sa borne reliée à la borne d'entrée 15 du convertisseur est supérieure à la tension au niveau de la borne négative $7n$ du module.
20

Une seconde diode 22 est prévue en parallèle du second interrupteur commandé 14. Elle est prévue passante lorsque la tension au niveau de la borne 16 de l'élément inductif 11 opposée à sa borne reliée à la borne d'entrée 15 du convertisseur est supérieure à la tension au niveau de la seconde borne 5 de la charge.
25

Lesdits interrupteurs 13, 14 sont constitués, par exemple, par des transistors IGBT ou MOS. Dans ce dernier cas, les diodes 21, 22 sont définies par les diodes internes des transistors.

La commande des états ouvert ou fermé du premier interrupteur 13 assure le fonctionnement en mode convertisseur élévateur de tension, entre
30 le module 8 et la charge 1, en fonction de la valeur du rapport cyclique

utilisée, c'est-à-dire en fonction du temps où le premier interrupteur 13 conduit le courant, le second interrupteur 14 étant ouvert.

La commande des états ouverts ou fermé du second interrupteur 14 assure le fonctionnement réversible, le premier interrupteur 13 étant ouvert.

5 Il pourra bien sûr être fait appel à d'autres types de convertisseurs de tension, en particulier d'autres convertisseurs du type permettant une récupération et une restitution d'énergie, de façon contrôlée et/ou réversible.

Cela étant, comme illustré, le même élément capacitif pourra être partagé entre les différents convertisseurs 10. Ledit élément capacitif 12 est
10 placé, par exemple, sur une branche 23, prévue entre les bornes 4, 5 de la charge et commune à tous les convertisseurs 10. Un tel exemple de réalisation présente un avantage en terme de réduction du nombre de composants.

Le dispositif conforme à l'invention pourra comprendre des indicateurs
15 de l'état de santé, de la charge et/ou de la nature de chacun des modules. Une unité de contrôle pourra aussi être prévue pour utiliser les indications fournies pour commander l'état ouvert ou fermé des interrupteurs commandés 13, 14 et assurer les différents modes de fonctionnement décrits plus haut.

A ce sujet, l'invention concerne aussi un procédé de gestion de
20 l'alimentation en courant électrique d'une charge, notamment machine électrique de véhicule automobile à motorisation hybride ou électrique, dans lequel on prévoit un dispositif tel que décrit plus haut.

Selon le procédé conforme à l'invention, on effectue une régulation de courant permettant de contrôler le niveau de courant échangé entre les
25 modules et la charge, de façon indépendante pour chaque module.

On pourra de plus surveiller un état de fonctionnement des modules 8, défini par l'état de charge et/ou l'état de santé des modules 8.

On pourra de la sorte solliciter lesdits modules 8 de façon différente pour alimenter la charge 1, en fonction de l'état de fonctionnement de chacun
30 des modules 8, notamment pour assurer une tension constante et/ou correspondant au besoin instantané de la charge.

On pourra encore effectuer une recharge des modules 8 de façon différente depuis la charge 1, en fonction de l'état de fonctionnement de chacun des modules 8 et/ou effectuer une recharge de l'un ou plusieurs desdits modules 8 depuis l'un ou plusieurs autres desdits modules 8, en fonction de l'état de fonctionnement de chacun des modules 8.

Selon un mode de mise en œuvre, en cas défaillance de l'un des modules 8, on adapte la régulation de courant effectuée au niveau des autres modules 8 pour assurer la fourniture d'une tension à la charge en tenant compte de l'absence ou du dysfonctionnement du module défaillant, préalablement détecté.

On pourra aussi identifier la nature de chacun desdits modules 8 et adapter la régulation de courant effectuée pour chaque module 8 à la nature dudit module, qu'il s'agisse de le charger ou de le décharger. Une telle opération d'identification est effectuée, en particulier, lors du remplacement de tout ou partie des modules.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'alimentation en courant électrique d'une charge (1), notamment machine électrique de véhicule automobile à motorisation hybride ou électrique, ledit dispositif comprenant une pluralité de sources de courant continu (7), réparties en modules (8) dans lesquels lesdites sources de courant (7) sont montées en série, lesdits modules (8) étant montés en parallèle par rapport à la charge.
2. Dispositif selon la revendication 1 dans lequel les sources de courants (7) sont constituées d'éléments unitaires identiques.
3. Dispositif selon la revendication 2 dans lequel chaque module (8) présente un même nombre d'éléments unitaires (7).
4. Dispositif selon l'une quelconques des revendications précédentes comprenant en outre des moyens (9) de régulation de courant permettant de contrôler le niveau de courant échangé entre les modules (8) et la charge (1), de façon indépendante pour chaque module (8).
5. Dispositif selon la revendication 4 dans lequel lesdits moyens de régulation (9) sont prévus aptes à solliciter lesdits modules (8) de façon différente pour alimenter la charge (1), à autoriser une recharge des modules (8) de façon différente depuis la charge (1) et/ou à autoriser une recharge de l'un ou plusieurs desdits modules (8) depuis l'un ou plusieurs autres desdits modules (8).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5 dans lequel les moyens de régulation (9) comprennent des convertisseurs (10), chaque module (8) étant relié à l'un desdits convertisseurs (10), prévu apte à

effectuer une conversion de tension entre le module (8) associé et la charge (1).

5 7. Dispositif selon la revendication 6 dans lequel les convertisseurs (10) sont prévus aptes à effectuer une élévation du niveau de la tension délivrée par les modules (8).

 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7 dans lequel les convertisseurs (10) sont prévus réversibles.

10

 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 6 à 8 dans lequel les convertisseurs (10) comprennent un élément capacitif (12) monté en parallèle par rapport à la charge (1).

15 10. Dispositif selon la revendication 9 dans lequel le même élément capacitif (12) est partagé entre plusieurs desdits convertisseurs (10).

 11. Procédé de gestion de l'alimentation en courant électrique d'une charge (1), notamment machine électrique de véhicule automobile à
20 motorisation hybride ou électrique, dans lequel on prévoit une pluralité de sources de courant continu (7), réparties en modules (8) dans lesquels lesdites sources de courant (7) sont montées en série, lesdits modules (8) étant montés en parallèle par rapport à la charge (1), et on effectue une
25 régulation de courant permettant de contrôler le niveau de courant échangé entre les modules (8) et la charge (1), de façon indépendante pour chaque module.

 12. Procédé selon la revendication 11 dans lequel on surveille un état de fonctionnement des modules (8), défini par l'état de charge et/ou l'état de
30 santé des modules (8).

13. Procédé selon la revendication 12 dans lequel :

- on sollicite lesdits modules (8) de façon différente pour alimenter la charge (1), en fonction de l'état de fonctionnement de chacun des modules (8), et/ou

5 - on effectue une recharge des modules (8) de façon différente depuis la charge (1), en fonction de l'état de fonctionnement de chacun des modules (8), et/ou

 - on effectue une recharge de l'un ou plusieurs desdits modules (8) depuis l'un ou plusieurs autres desdits modules (8), en fonction de l'état de
10 fonctionnement de chacun des modules (8).

14. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 11 à 13 dans lequel on détecte l'absence ou le dysfonctionnement d'un desdits modules (8), dit module défaillant, on isole ledit module défaillant et on adapte la régulation
15 de courant effectuée au niveau des autres modules (8) pour assurer la fourniture d'une tension à la charge en tenant compte de l'absence ou du dysfonctionnement du module défaillant.

15. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 11 à 14 dans lequel on identifie la nature de chacun desdits modules (8) et on adapte la
20 régulation de courant effectuée pour chaque module (8) à la nature dudit module.

1/1

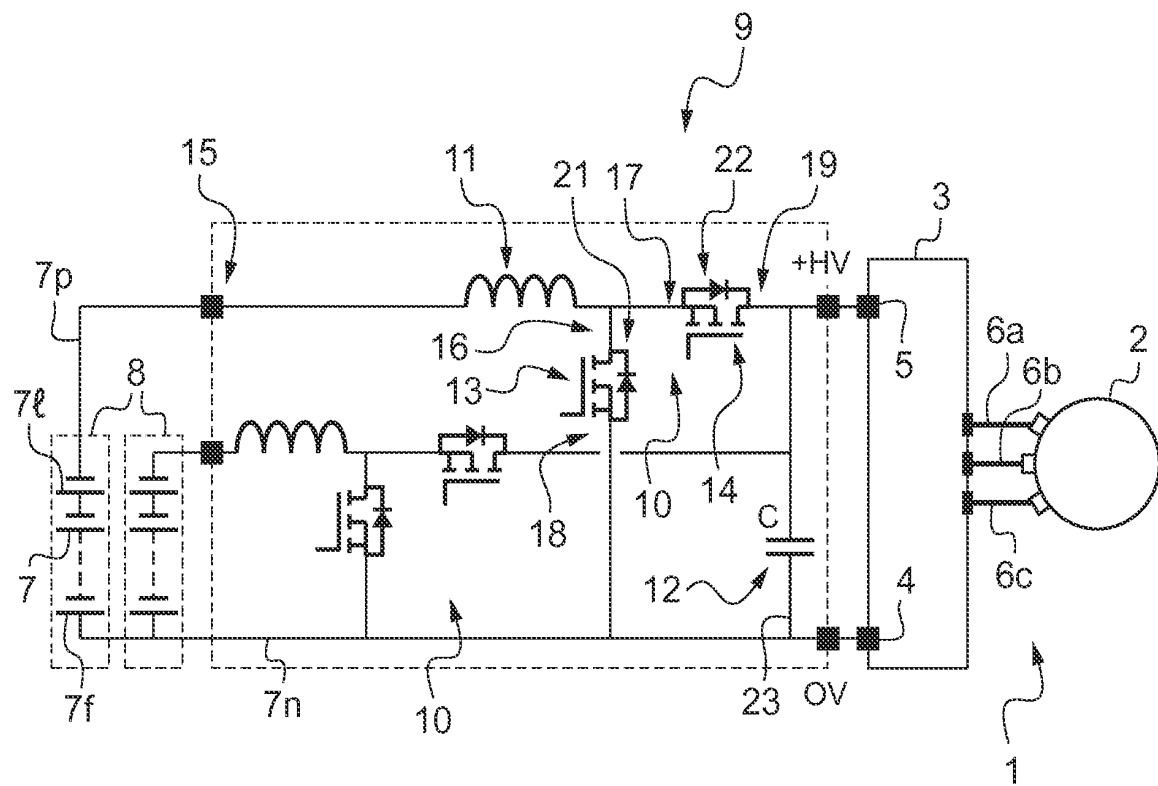


Figure unique



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 740949
FR 1057512

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2003/107352 A1 (DOWNER SCOTT D [US] ET AL) 12 juin 2003 (2003-06-12) * le document en entier * -----	1-15	H02J7/00 B60L11/18
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B60L H02M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
7 décembre 2010		Grosse, Philippe	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

