



(51) Classification internationale des brevets :
H02J 7/00 (2006.01) *B60K 1/04* (2006.01)
H02J 7/14 (2006.01) *B60R 16/02* (2006.01)

(74) Mandataire : **MARTIN, Joaquim**; Valeo Equipements
Electriques Moteur, 2, rue André Bouille, F-94046 Creteil
Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2012/050597

(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, 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, 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.

(22) Date de dépôt international :
22 mars 2012 (22.03.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1152550 28 mars 2011 (28.03.2011) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **VALEO
EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR** [FR/FR];
2, rue André Bouille, F-94046 Creteil Cedex (FR).

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

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **BAUDES-
SON, Philippe** [FR/FR]; 4 Route de l'Essart Clément, F-
27220 La Boissiere (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND SYSTEM FOR REDUNDANTLY SUPPLYING ELECTRICAL POWER TO A HYBRID MOTOR VEHICLE

(54) Titre : PROCEDE ET SYSTEME D'ALIMENTATION ELECTRIQUE REDONDANTE D'UN VEHICULE AUTOMOBILE HYBRIDE

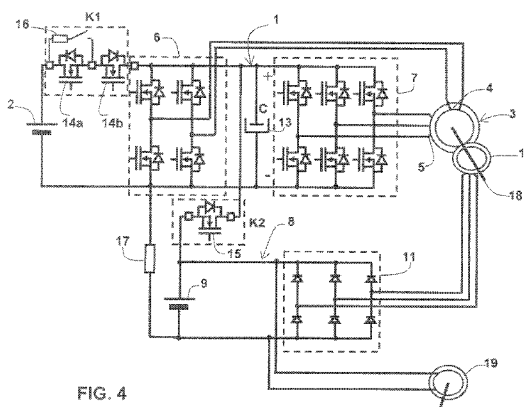


FIG. 4

(57) Abstract : The method of the invention involves providing a vehicle with first and second electrical networks (1, 8). The first network (1) includes an electrical engine/generator (3), a reversible AC/DC converter (7) providing an output voltage U_{dc} in a generating mode, and an electrical power storage element having a first voltage U_{es} across the terminals thereof. The second network includes an alternator (10) and a battery (9) having a second voltage U_{lb} lower than the first voltage U_{es} across the terminals thereof. In accordance with the invention, the electrical power storage element and the battery are disconnected from the first network or connected to the first network depending on the output voltage U_{dc} . In addition, the voltage U_{dc} can be controlled by a control strategy so as to match the voltage U_{dc} to the voltage U_{es} or to the voltage U_{lb} when it is determined according to said strategy that the electrical power storage element or the battery is to be connected to the first network.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



Publiée :

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

Le procédé de l'invention est du type de ceux consistant à munir le véhicule de premier et second réseaux électriques (1, 8). Le premier réseau (1) comprend un moteur/générateur électrique (3) et un convertisseur alternatif/continu réversible (7) fournissant une tension de sortie U_{dc} dans un mode générateur et un élément de stockage d'énergie électrique présentant une première tension U_{es} à ses bornes. Le second réseau comprend un alternateur (10) et une batterie (9) présentant une seconde tension U_{lb} à ses bornes qui est inférieure à la première tension U_{es} . Conformément à l'invention, l'élément de stockage d'énergie électrique et la batterie sont déconnectés du premier réseau, ou connectés au premier réseau en fonction de la tension de sortie U_{dc} . De plus, la tension U_{dc} pourra être pilotée par une stratégie de commande de manière à faire correspondre celle-ci à la tension U_{es} ou à la tension U_{lb} lorsque cette stratégie décide de connecter l'élément de stockage d'énergie électrique ou la batterie, respectivement, au premier réseau.

PROCEDE ET SYSTEME D'ALIMENTATION ELECTRIQUE REDONDANTE
D'UN VEHICULE AUTOMOBILE HYBRIDE

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

La présente invention concerne un procédé d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride, ainsi qu'un système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride apte à la mise en œuvre de ce procédé.

ARRIERE PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

Les véhicules automobiles à moteur thermique comportent classiquement un réseau électrique de bord comprenant une batterie, généralement de 12 V, destiné à alimenter en énergie électrique les divers équipements, notamment un démarreur, indispensable pour assurer le démarrage du moteur thermique. Après le démarrage, un alternateur accouplé au moteur thermique assure la charge de la batterie.

De nos jours, le développement de l'électronique de puissance permet d'alimenter et de piloter une seule machine électrique tournante polyphasée réversible qui remplace avantageusement le démarreur et l'alternateur.

Dans un premier temps, cette machine, connue sous le nom d'alternodémarrreur, avait essentiellement pour but de remplir les fonctions autrefois dédiées à l'alternateur et au démarreur, et, accessoirement, de récupérer l'énergie au freinage, ou d'apporter un supplément de puissance et de couple au moteur thermique.

Dans le but d'accroître la puissance et d'améliorer le rendement de l'alternodémarrreur en augmentant sa tension de fonctionnement tout en conservant la possibilité d'utiliser des autres équipements standards, prévus pour une alimentation de 12 V, notamment les batteries au plomb, a été développée une architecture dite "14 + X", ou "micro-hybride".

Cette architecture consiste donc en un premier réseau électrique de puissance reliant l'alternodémarrreur à un élément de stockage d'énergie électrique fonctionnant à une tension supérieure à 12 V, pouvant atteindre 42 V, et en un second réseau électrique de service reliant tous les autres équipements. L'adaptation des niveaux de tensions entre les deux réseaux est assurée par un convertisseur continu/ continu réversible.

Dans un second temps, des considérations écologiques, ont conduit à concevoir des alerno-démarrateurs ayant une puissance, de l'ordre de 8 à 10 KW, suffisante pour entraîner le véhicule à faible vitesse, par exemple en environnement urbain.

5 De telles puissances n'ont pu être obtenues tout en conservant des machines électriques compactes qu'en portant la tension du réseau électrique de puissance à une tension, de l'ordre de 60 V, bien supérieure à la tension nominale des batteries au plomb classiques.

10 Si cette architecture (dite "mild-hybrid" en terminologie anglaise, par comparaison à celle dite "full-hybrid" dans laquelle le véhicule peut être entraîné à pleine vitesse par le moteur électrique) présente des avantages incontestables pour l'environnement, il apparaît toutefois que le convertisseur continu/ continu réversible haute tension nécessaire présente une fiabilité plus faible que celle d'un alternateur standard.

15 Il est connu de l'entité déposante de palier cet inconvénient en équipant de plus le véhicule d'un alternateur standard chargeant directement la batterie au plomb du réseau de service.

Cependant cette solution de redondance ne résout pas le problème du surcoût lié à la mise en œuvre du convertisseur continu/ continu.

20

DESCRIPTION GENERALE DE L'INVENTION

La présente invention vise donc à améliorer la fiabilité d'une architecture "mild-hybrid" tout en réduisant le coût.

25 Selon un premier aspect, l'invention concerne un procédé d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride du type de ceux consistant à munir le véhicule, d'une part, d'un premier réseau électrique comprenant un moteur/générateur électrique et un convertisseur alternatif/continu réversible fournissant une tension de sortie U_{dc} dans un mode générateur et un élément de stockage d'énergie électrique présentant une première tension U_{es} à ses bornes, 30 et, d'autre part, d'un second réseau électrique comprenant un alternateur et une batterie présentant une seconde tension U_{lb} à ses bornes inférieure à la première tension U_{es} , et l'élément de stockage d'énergie électrique et la batterie étant déconnectés du premier réseau électrique, ou connectés au premier réseau électrique en fonction de la tension de sortie U_{dc} .

35 Conformément à l'invention :

- l'élément de stockage d'énergie électrique est connecté au premier réseau électrique quand la tension de sortie U_{dc} augmente et devient sensiblement égale à la première tension U_{es} ;

5 - une fois l'élément de stockage d'énergie électrique connecté au premier réseau électrique, cette connexion est conservée tant que la première tension U_{es} suit la tension de sortie U_{dc} ; et

- l'élément de stockage d'énergie électrique est déconnecté du premier réseau électrique quand la tension de sortie U_{dc} diminue et devient inférieure à la première tension U_{es} .

10 Selon une autre caractéristique particulière du procédé selon l'invention, la tension de sortie U_{dc} est pilotée par une stratégie de commande de manière à faire correspondre celle-ci à la première tension U_{es} ou à la seconde tension U_{lb} lorsque la stratégie de commande décide de connecter l'élément de stockage d'énergie électrique ou la batterie, respectivement, au premier réseau électrique.

15 Selon une autre caractéristique particulière du procédé selon l'invention, la stratégie de commande effectue un pilotage d'un courant de charge de l'élément de stockage d'énergie électrique ou de la batterie une fois que l'un d'eux est connecté au premier réseau électrique.

Selon d'autres caractéristiques particulières du procédé selon l'invention :

20 - La batterie est connectée au premier réseau électrique quand la tension de sortie U_{dc} diminue et devient sensiblement égale à la seconde tension U_{lb} .

- Une fois la batterie connectée au premier réseau électrique, cette connexion est conservée tant que la seconde tension U_{lb} suit la tension de sortie U_{dc} .

25 - La batterie est déconnectée du premier réseau électrique quand la tension de sortie U_{dc} augmente et devient supérieure à la seconde tension U_{lb} .

- L'élément de stockage d'énergie électrique est déconnecté du premier réseau électrique en cas de défaillance.

30 - La batterie est déconnectée du premier réseau électrique en cas de défaillance.

Selon un second aspect, l'invention concerne également un système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride pour la mise en œuvre du procédé de l'invention décrit brièvement ci-dessus.

35 Le système d'alimentation électrique redondante selon l'invention est du type de ceux comportant, d'une part, un premier réseau électrique comprenant un

moteur/générateur électrique et un convertisseur alternatif/continu réversible fournissant une tension de sortie U_{dc} dans un mode générateur et relié par des premiers moyens de connexion à un élément de stockage d'énergie électrique présentant une première tension U_{es} à ses bornes, et, d'autre part, un second

5 réseau électrique comprenant un alternateur et une batterie présentant une seconde tension U_{lb} à ses bornes inférieure à la première tension U_{es} et reliée par des seconds moyens de connexion au premier réseau électrique.

Conformément à l'invention, les premiers et seconds moyens de connexion sont des commutateurs commandés en fonction de la tension de sortie U_{dc} , la

10 tension de sortie U_{dc} étant pilotée par une stratégie de commande de manière à faire correspondre celle-ci à la première tension U_{es} ou à la seconde tension U_{lb} lorsque la stratégie de commande décide de connecter l'élément de stockage d'énergie électrique ou la batterie, respectivement, au premier réseau électrique.

Selon d'autres caractéristiques particulières du système selon l'invention :

15 - Le premier commutateur se ferme et connecte l'élément de stockage d'énergie électrique au premier réseau électrique quand la tension de sortie U_{dc} augmente et devient sensiblement égale à la première tension U_{es} .

- Une fois l'élément de stockage d'énergie électrique connecté au premier réseau électrique, cette connexion est conservée par une commande en fermeture

20 du premier commutateur tant que la première tension U_{es} suit la tension de sortie U_{dc} .

- Le premier commutateur s'ouvre et déconnecte l'élément de stockage d'énergie électrique du premier réseau électrique quand la tension de sortie U_{dc} diminue et devient inférieure à la première tension U_{es} .

25 - Le second commutateur se ferme et connecte la batterie au premier réseau électrique quand la tension de sortie U_{dc} diminue et devient sensiblement égale à la seconde tension U_{lb} .

- Une fois la batterie connectée au premier réseau électrique, cette connexion est conservée par une commande en fermeture du second commutateur

30 tant que la seconde tension U_{lb} suit la tension de sortie U_{dc} .

- Le second commutateur s'ouvre et déconnecte la batterie du premier réseau électrique quand la tension de sortie U_{dc} augmente et devient supérieure à la seconde tension U_{lb} .

- Le premier commutateur est ouvert en cas de défaillance de l'élément de

35 stockage d'énergie électrique.

- Un fusible est prévu pour déconnecter la batterie du premier réseau électrique en cas de défaillance.

- Le moteur/générateur est une machine électrique tournante comportant un bobinage d'excitation relié à un circuit d'excitation et le second commutateur est
5 ouvert en cas de défaillance du convertisseur alternatif/continu et/ou du circuit d'excitation.

- Les premier et second commutateurs sont des dispositifs à semiconducteurs, notamment de type MOSFET de puissance, de préférence réversibles en tension et en courant.

10 Les quelques spécifications indiquées ci-dessus auront rendu évidents pour l'homme de métier les avantages apportés par le procédé et le système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride par rapport à l'état de la technique antérieur.

Des spécifications détaillées de l'invention sont données dans la description
15 qui suit en liaison avec les dessins ci-annexés. Il est à noter que ces dessins n'ont d'autre but que d'illustrer le texte de la description et ne constituent en aucune sorte une limitation de la portée de l'invention.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

20 La Figure 1 montre un système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride connu de l'état de la technique dans une architecture dite "mild-hybrid".

La Figure 2 illustre le procédé d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride selon l'invention.

25 Les Figures 3a, 3b et 3c montrent trois modes de fonctionnement du système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride selon l'invention.

La Figure 4 est un schéma de principe d'un mode de réalisation préféré du système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride
30 selon l'invention.

DESCRIPTION DES MODES DE REALISATION PREFERES DE L'INVENTION

Un rappel, en liaison avec la Figure 1, des caractéristiques d'un système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride connu de

l'état de la technique dans une architecture dite "mild-hybrid", permettra de bien comprendre l'apport de l'invention.

La Figure 1 montre schématiquement un premier réseau d'alimentation électrique 1 comprenant un élément de stockage d'énergie électrique 2 et un
5 moteur/générateur électrique 3.

Le plus souvent, ce moteur/générateur 3 est une machine triphasée, telle que celle représentée, comprenant un rotor comportant un bobinage d'excitation 4 et un stator comportant des enroulements de phases 5.

Quand le moteur/générateur 3 est en mode moteur, un circuit d'excitation 6
10 fournit un courant d'excitation au rotor et un convertisseur continu/ alternatif réversible 7 fonctionnant en onduleur alimente les enroulements de phases 5 du stator à partir de l'élément de stockage d'énergie électrique 2.

Quand le moteur/générateur 3 est en mode générateur, le convertisseur continu/ alternatif 7 fonctionne en redresseur synchrone et une boucle de régulation
15 de tension (non représentée) agissant sur le courant d'excitation délivré par le circuit 6 contrôle la tension de charge de l'élément de stockage d'énergie électrique 2.

La Figure 1 montre schématiquement un second réseau d'alimentation électrique 8 comprenant une batterie 9 et un alternateur 10.

On notera ici que la terminologie « stockeur d'énergie électrique » sera
20 également utilisée dans la suite de la description indifféremment pour l'élément de stockage d'énergie électrique 2 et la batterie 9.

En général, cet alternateur 10 est un alternateur standard triphasé, tel que celui représenté schématiquement, chargeant une batterie au plomb standard 9 au moyen d'un pont redresseur triphasé 11.

25 L'élément de stockage d'énergie électrique 2 est dans cet exemple de réalisation une batterie lithium-ion de forte capacité et de tension nominale élevée, par exemple de l'ordre 60 V.

Comme le montre bien la Figure 1, dans le but d'obtenir une alimentation électrique du véhicule redondante, les premier 1 et second 8 réseaux électriques
30 sont reliés entre eux.

Le premier réseau électrique 1 peut fournir de l'énergie électrique au second réseau 8 et charger la batterie au plomb 9, tandis que le second réseau 8 peut réciproquement fournir de l'énergie électrique au premier 1, par exemple quand la batterie au lithium 2 est déchargée.

La tension limite de décharge d'une batterie au lithium d'un type courant ayant une tension nominale de 60 V est d'environ 48 V et sa tension de coupure de charge d'environ 78 V.

La tension aux bornes d'une batterie au plomb 9 d'une tension nominale de 12 V varie entre environ 11 V quand elle est déchargée et environ 14 V quand elle est chargée.

Un convertisseur continu/ continu réversible 12 assure donc l'adaptation des niveaux de tensions entre les deux réseaux électriques 1, 8.

Ce convertisseur 12 est généralement un convertisseur à semi-conducteurs à découpage monté en "masse commune" avec les deux batteries 2, 9.

Ainsi que cela a déjà été mentionné, il s'avère que ce type de convertisseur 12, qui permet d'obtenir une alimentation électrique redondante en connectant les deux réseaux électriques 1, 8, présente le double inconvénient d'être peu fiable et onéreux.

Le procédé d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride selon l'invention permet de supprimer ce convertisseur 12, comme permettront de le montrer les explications suivantes en liaison avec la Figure 2.

La Figure 2 montre schématiquement un premier réseau électrique similaire au premier électrique 1 connu de l'état de la technique représenté sur la Figure 1:

- un moteur/générateur électrique 3 de type triphasé comportant un bobinage d'excitation 4 et des enroulements de phases 5;
- un convertisseur continu/ alternatif réversible 7 relié aux enroulements de phases 5;
- un circuit d'excitation 6 alimentant le bobinage d'excitation 4;
- un élément de stockage d'énergie électrique 2 présentant une première tension aux bornes Ues.

Dans le mode de fonctionnement en générateur, la tension de sortie du dispositif de génération électrique formé des éléments 3 et 7 est la tension Udc présente aux bornes du convertisseur continu/ alternatif 7.

S'agissant d'un problème d'adaptation des niveaux de tensions de fonctionnement des réseaux électriques 1, 8 liés aux caractéristiques différentes de l'élément de stockage d'énergie électrique 2 et de la batterie 9, par simplification, seule une batterie 9 présentant une seconde tension aux bornes Ulb inférieure à Ues a été représentée dans le second réseau électrique 8 sur la Figure 2.

Comme montré à la Figure 2, le système d'alimentation électrique redondante de l'invention comporte au moins deux commutateurs électroniques K1 et K2 autorisant une connexion sélective des stockeurs 2 et 9 aux bornes du convertisseur 7.

5 Conformément à l'invention, la connexion du stockeur 2 ou 9 aux bornes du convertisseur 7 n'est commandée que lorsque la tension de sortie Udc est en adéquation avec la tension du stockeur 2, 9, dont la connexion est voulue par une stratégie de commande du système.

Plus précisément, en mode générateur, il est prévu dans le système de
10 l'invention une commande de pilotage particulière du convertisseur continu/alternatif 7 ayant pour objet d'amener la tension de sortie Udc à coïncider avec la tension Ues ou Ulb. De préférence, cette mise en coïncidence est obtenue en agissant sur une boucle de régulation de tension du dispositif de génération électrique 3-7, c'est-à-dire, en agissant sur une tension de consigne de la régulation. On notera que
15 différentes formes de réalisation sont possibles pour la régulation de tension et sont compatibles avec l'invention. Ainsi, bien qu'un fonctionnement en redressement synchrone pleine onde avec une commande du courant d'excitation pour la régulation soit la forme de réalisation qui est actuellement préférée, il n'est pas exclu que certaines applications futures de l'invention fassent appel à une régulation
20 de tension de type à découpage avec une commande adéquate des transistors de puissance du convertisseur 7.

Une fois une connexion établie avec le stockeur 2, 9, par fermeture du commutateur K1, K2, correspondant, la tension Udc est imposée par le stockeur connecté 2, 9, et un pilotage en courant est alors effectué notamment afin de
25 respecter des caractéristiques maximales de courant et température du stockeur 2, 9.

La stratégie de commande du système décide à tout moment du stockeur 2, 9 à connecter en fonction essentiellement de la tension Udc qu'il est possible d'obtenir et de l'état de charge des stockeurs 2 et 9, sachant que le régime de
30 fonctionnement du moteur thermique du véhicule impose des contraintes aux tension et courant qu'il est possible d'extraire du dispositif de génération électrique 3-7.

Ainsi, par exemple, lorsque la batterie au plomb 9 est sensiblement déchargée, le système pourra commander une connexion de celle-ci au premier
35 réseau électrique 1 dans la mesure où la tension de sortie Udc peut être réglée à la

valeur adéquate, au moins égale à la tension aux bornes de la batterie, et maintenir cette connexion tant que possible, par exemple, en circulation sur autoroute, jusqu'à une charge complète de la batterie à la tension d'environ 14 V.

Toujours dans le contexte ci-dessus, dans la mesure par exemple où le régime de fonctionnement du moteur thermique autorise un réglage de la tension U_{dc} à la valeur de tension présente aux bornes de l'élément de stockage d'énergie électrique 2, la stratégie de commande du système peut décider d'interrompre la charge de la batterie 9 en commandant sa déconnexion et commander une connexion de l'élément 2, dans le cadre de l'application d'une gestion optimale des stockeurs d'énergie électrique 2, 9. De manière analogue, si la batterie 9 est par exemple complètement chargée et que le régime du moteur thermique le permet, la stratégie de commande peut décider de déconnecter la batterie 9 et commander une connexion de l'élément 2.

Lorsque l'élément de stockage d'énergie électrique 2 est complètement chargé, typiquement avec une tension aux bornes d'environ 78 V pour une batterie au lithium de 60 V de tension nominale, la stratégie de commande du système pourra commander une déconnexion de l'élément de stockage d'énergie électrique 2.

Le procédé de l'invention qui vient d'être décrit est mis en œuvre à travers les deux commutateurs électroniques K1 et K2 formant respectivement des premier et second moyens de connexion de l'élément de stockage d'énergie électrique 2 et de la batterie 9 au premier réseau électrique 1. Les états des commutateurs K1 et K2 sont liés à la valeur de la tension de sortie U_{dc} .

Le Tableau I suivant résume les trois configurations possibles montrées sur les Figures 3a, 3b et 3c des premier K1 et second K2 commutateurs.

Dans ce Tableau I, une distinction est faite entre la commande et l'état des commutateurs K1 et K2. En effet, ces commutateurs K1, K2 étant réalisés à partir de transistors MOSFET qui comportent de manière intrinsèque une diode interne, ils peuvent devenir passant (état « fermé » autorisant le passage d'un courant) sans pour autant être commandés en fermeture. Dans certaines formes de réalisation, l'invention tirera avantage de cette caractéristique des transistors MOSFET qui autorise une commutation spontanée de ceux-ci et qui simplifie la commande. Par contre, bien entendu, après que cette commutation spontanée se soit produite, l'état du transistor concerné est verrouillé par l'application d'une commande, comme montré par les configurations 1 et 3 dans le tableau. Les lettres «O» et «F» dans le

tableau correspondent aux commandes et états « ouvert » et « fermé » des transistors.

	Commande		Etat		Configuration	Fig.
	K1	K2	K1	K2		
Udc ↑ et devient = Ues	O	O	F	O	1	3c
Udc=Ues (Ues suit Udc)	F	O	F	O		
Udc ↓ et devient < Ues	O	O	O	O	2	3b
Udc ↓ et devient = Ulb	O	O	O	F	3	3a
Udc=Ulb (Ulb suit Udc)	O	F	O	F		
Udc ↑ et devient > Ulb	O	O	O	O	4	3b

Tableau I

Le Tableau I résume le fonctionnement suivant :

Configuration 1 :

- Le commutateur K1 se ferme et connecte l'élément de stockage d'énergie électrique 2 au premier réseau électrique 1 quand la tension Udc augmente et devient sensiblement égale à la tension Ues; et

- une fois l'élément de stockage d'énergie électrique 2 connecté au premier réseau électrique 1, cette connexion est verrouillée par une commande en fermeture du commutateur K1 tant que la tension Ues suit la tension Udc.

Configuration 2 :

- Le commutateur K1 s'ouvre et déconnecte l'élément de stockage d'énergie électrique 2) au premier réseau électrique 1 quand la tension Udc diminue et devient inférieure à la tension Ues.

Configuration 3 :

- Le commutateur K2 se ferme et connecte la batterie 9 au premier réseau électrique 1 quand la tension Udc diminue et devient sensiblement égale à la tension Ulb; et

- une fois la batterie 9 connectée au premier réseau électrique 1, cette connexion est conservée par une commande en fermeture du commutateur K2 tant que la tension Ulb suit la tension Udc.

Configuration 4 :

- Le commutateur K2 s'ouvre et déconnecte la batterie 9 du premier réseau électrique 1 quand la tension U_{dc} augmente et devient supérieure à la tension U_{lb} .

On notera que les configurations 2 et 4 correspondent à une phase transitoire pendant laquelle le premier commutateur K1 est fermé et le second commutateur K2 est ouvert, et inversement. Cette phase transitoire est courte parce que la capacité C du condensateur 13 en parallèle sur les bornes "continu" du convertisseur continu/ alternatif 7 est faible (moins de 1 mF).

Dans la forme de réalisation particulière de la Figure 4, les dispositifs à semi-conducteurs de type MOSFET de puissance 14a, 14b et 15 correspondent respectivement aux premier et second commutateurs K1 et K2.

Pour permettre l'alimentation du premier réseau électrique 1 par l'élément de stockage 2 aussi bien que la charge de celui-ci à partir de ce premier réseau 1, le premier commutateur K1 (transistors 14a et 14b) est réversible en tension et en courant (commutateur 4-quadrants). De cette manière, l'énergie électrique nécessaire à la fonction de démarrage du moteur thermique et à la fonction "mild-hybrid" peut être fournie par l'élément de stockage 2. Le transistor 14a est celui qui assure la fonction du commutateur K1 à proprement parlé. Le transistor 14b s'ouvre en cas de défaut et assure ainsi un isolement électrique. On notera que dans un mode de fonctionnement sans défaut, le transistor 14b est en permanence à l'état fermé «F». Cette architecture du commutateur K1, avec deux transistors commandés séparément, permet de conserver l'avantage de la commutation spontanée pour le transistor 14a.

A la Figure 4, on notera également la présence d'un élément optionnel 16 dans le premier commutateur K1. Cet élément 16 apporte une protection contre un court-circuit de l'élément de stockage 2 ou une inversion du sens de branchement de celui-ci.

Dans la forme de réalisation de la Figure 4, le second commutateur K2 n'est pas réversible et est réalisé au moyen du transistor 15. Bien entendu, dans d'autres formes de réalisation de l'invention, le commutateur K2 peut être rendu réversible et aura une architecture analogue à celle du commutateur K1 de la Figure 4, notamment, par exemple, afin d'assurer une fonction minimum de démarrage (pas de fonction "mild-hybrid") en cas de défaillance de l'élément de stockage 2 lorsque le commutateur K1 est mis dans l'état ouvert au moyen du transistor 14b.

Comme cela apparaît à la Figure 4, un fusible 17 est prévu dans le circuit électrique de raccordement de la batterie 9 au premier réseau 1. Ce fusible 17 autorise un isolement électrique automatique des premier et second réseaux électriques 1, 8 en cas de mise en court-circuit du circuit d'excitation 6 ou du convertisseur continu/ alternatif 7. On notera que le fusible 7 pourra être réalisé au moyen d'un commutateur électronique.

Dans le cas évoqué plus haut où le second commutateur K2 a une architecture analogue à celle du premier commutateur K1 de la Figure 4, la fonction du fusible 7 assurant le découplage des deux réseaux 1, 8 pourra être obtenue en forçant le second commutateur K2 dans l'état "ouvert".

L'alternateur 10 du second réseau électrique 8 et le moteur/générateur électrique 3 du premier réseau électrique 1 sont, en variante, avantageusement agencés sur le même arbre 18, et intégrés dans une même machine plutôt que d'être constitués de deux machines distinctes 3, 10.

Dans une autre variante, le second réseau électrique comprend en outre un démarreur standard 19 alimenté par la batterie au plomb 9. Cette option permet de démarrer le moteur thermique en cas de mise en court-circuit du circuit d'excitation 6 ou du convertisseur continu/ alternatif 7 (fusible 17 «ouvert» ou K2 «ouvert»).

Comme il va de soi l'invention ne se limite pas aux seuls modes d'exécution préférentiels décrits ci-dessus.

Une description analogue pourrait porter sur des types de moteurs/ générateurs électriques 3, d'éléments de stockage de l'énergie électrique, de batteries 9, et de commutateurs K1, K2 différents de ceux spécifiés.

Notamment, des seuils de tensions U_{dc} , U_{lb} , U_{es} ne sont donnés qu'à titre d'exemple.

L'invention embrasse donc toutes les variantes possibles de réalisation dans la mesure où ces variantes restent dans le cadre défini par les revendications ci-après.

REVENDEICATIONS

1) Procédé d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride du type de ceux consistant à munir ledit véhicule, d'une part, d'un premier réseau électrique (1) comprenant un moteur/générateur électrique (3) et un convertisseur alternatif/continu réversible (7) fournissant une tension de sortie U_{dc} dans un mode générateur et un élément de stockage d'énergie électrique (2) présentant une première tension U_{es} à ses bornes, et, d'autre part, d'un second réseau électrique (8) comprenant un alternateur (10) et une batterie (9) présentant une seconde tension U_{lb} à ses bornes inférieure à ladite première tension U_{es} , et ledit élément de stockage d'énergie électrique (2) et ladite batterie (9) étant déconnectés dudit premier réseau électrique (1), ou connectés audit premier réseau électrique (1) en fonction de ladite tension de sortie U_{dc} , caractérisé en ce que, dans ledit mode générateur:

- ledit élément de stockage d'énergie électrique (2) est connecté audit premier réseau électrique (1) quand la tension de sortie U_{dc} augmente et devient sensiblement égale à la première tension U_{es} ;

- une fois ledit élément de stockage d'énergie électrique (2) connecté audit premier réseau électrique (1), cette connexion est conservée tant que la première tension U_{es} suit la tension de sortie U_{dc} ; et

- ledit élément de stockage d'énergie électrique (2) est déconnecté dudit premier réseau électrique (1) quand la tension de sortie U_{dc} diminue et devient inférieure à la première tension U_{es} .

2) Procédé d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans ledit mode générateur:

- ladite batterie (9) est connectée audit premier réseau électrique (1) quand la tension de sortie U_{dc} diminue et devient sensiblement égale à la seconde tension U_{lb} ;

- une fois ladite batterie (9) connectée audit premier réseau électrique (1), cette connexion est conservée tant que la seconde tension U_{lb} suit la tension de sortie U_{dc} ; et

- ladite batterie (9) est déconnectée dudit premier réseau électrique (1) quand la tension de sortie U_{dc} augmente et devient supérieure à la seconde tension U_{lb} .

3) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite tension de sortie U_{dc} est pilotée par une stratégie de commande de manière à faire correspondre celle-ci à la première tension U_{es} ou à la seconde tension U_{lb} lorsque ladite stratégie de commande décide de connecter ledit élément de stockage d'énergie électrique (2) ou ladite batterie (9), respectivement, audit premier réseau électrique (1).

4) Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite stratégie de commande effectue un pilotage d'un courant de charge dudit élément de stockage d'énergie électrique (2) ou de ladite batterie (9) une fois que l'un d'eux est connecté audit premier réseau électrique (1).

5) Procédé d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit élément de stockage d'énergie électrique (2) est déconnecté dudit premier réseau électrique (1) en cas de défaillance.

6) Procédé d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite batterie (9) est déconnectée dudit premier réseau électrique (1) en cas de défaillance.

7) Système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride apte à la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 précédentes du type de ceux comportant, d'une part, un premier réseau électrique (1) comprenant un moteur/générateur électrique (3) et un convertisseur alternatif/continu réversible (7) fournissant une tension de sortie U_{dc} dans un mode générateur et relié par des premiers moyens de connexion (K1) à un élément de stockage d'énergie électrique (2) présentant une première tension U_{es} à ses bornes, et, d'autre part, un second réseau électrique (8) comprenant un alternateur (10) et une batterie (9) présentant une seconde tension U_{lb} à ses bornes inférieure à ladite première tension U_{es} et reliée par des seconds moyens de connexion (K2) audit premier réseau électrique (1), caractérisé en ce que lesdits premiers et seconds moyens de connexion (K1, K2) sont des commutateurs (K1, K2) commandés en fonction de ladite tension de sortie U_{dc} , ladite tension de sortie U_{dc}

étant pilotée par une stratégie de commande de manière à faire correspondre celle-ci à la première tension U_{es} ou à la seconde tension U_{lb} lorsque ladite stratégie de commande décide de connecter ledit élément de stockage d'énergie électrique (2) ou ladite batterie (9), respectivement, audit premier réseau électrique (1).

5

8) Système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride selon la revendication précédente, caractérisé en ce que, dans ledit mode générateur:

- ledit premier commutateur (K1) se ferme et connecte ledit élément de stockage d'énergie électrique (2) audit premier réseau électrique (1) quand ladite tension de sortie U_{dc} augmente et devient sensiblement égale à ladite première tension U_{es} ;

- une fois ledit élément de stockage d'énergie électrique (2) connecté audit premier réseau électrique (1), cette connexion est conservée par une commande en fermeture dudit premier commutateur (K1) tant que la première tension U_{es} suit la tension de sortie U_{dc} ; et

- ledit premier commutateur (K1) s'ouvre et déconnecte ledit élément de stockage d'énergie électrique (2) dudit premier réseau électrique (1) quand la tension de sortie U_{dc} diminue et devient inférieure à la première tension U_{es} .

20

9) Système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride selon la revendication 7 ou 8 précédente, caractérisé en ce que, dans ledit mode générateur:

- ledit second commutateur (K2) se ferme et connecte ladite batterie (9) audit premier réseau électrique (1) quand ladite tension de sortie U_{dc} diminue et devient sensiblement égale à ladite seconde tension U_{lb} ;

- une fois ladite batterie (9) connectée audit premier réseau électrique (1), cette connexion est conservée par une commande en fermeture dudit second commutateur (K2) tant que la seconde tension U_{lb} suit la tension de sortie U_{dc} ; et

- ledit second commutateur (K2) s'ouvre et déconnecte ladite batterie (9) dudit premier réseau électrique (1) quand ladite tension de sortie U_{dc} augmente et devient supérieure à ladite seconde tension U_{lb} .

10) Système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride selon l'une quelconque des revendications 7 à 9 précédentes, caractérisé en ce que

35

ledit premier commutateur (K1) est ouvert en cas de défaillance dudit élément de stockage d'énergie électrique (2).

11) Système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride
5 selon l'une quelconque des revendications 7 à 10 précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend également un fusible (17) prévu pour déconnecter ladite batterie (9) dudit premier réseau électrique (1) en cas de défaillance.

12) Système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride
10 selon l'une quelconque des revendications 7 à 11 précédentes, caractérisé en ce que ledit moteur/générateur (3) est une machine électrique tournante comportant un bobinage d'excitation (4) relié à un circuit d'excitation (6) et en ce que ledit second commutateur (K2) est ouvert en cas de défaillance dudit convertisseur alternatif/continu (7) et/ ou dudit circuit d'excitation (6).

15

13) Système d'alimentation électrique redondante d'un véhicule automobile hybride selon l'une quelconque des revendications 7 à 12 précédentes, caractérisé en ce que les premier et second commutateurs (K1, K2) sont des dispositifs à semiconducteurs (14, 15), notamment de type MOSFET de puissance, de
20 préférence réversibles en tension et en courant.

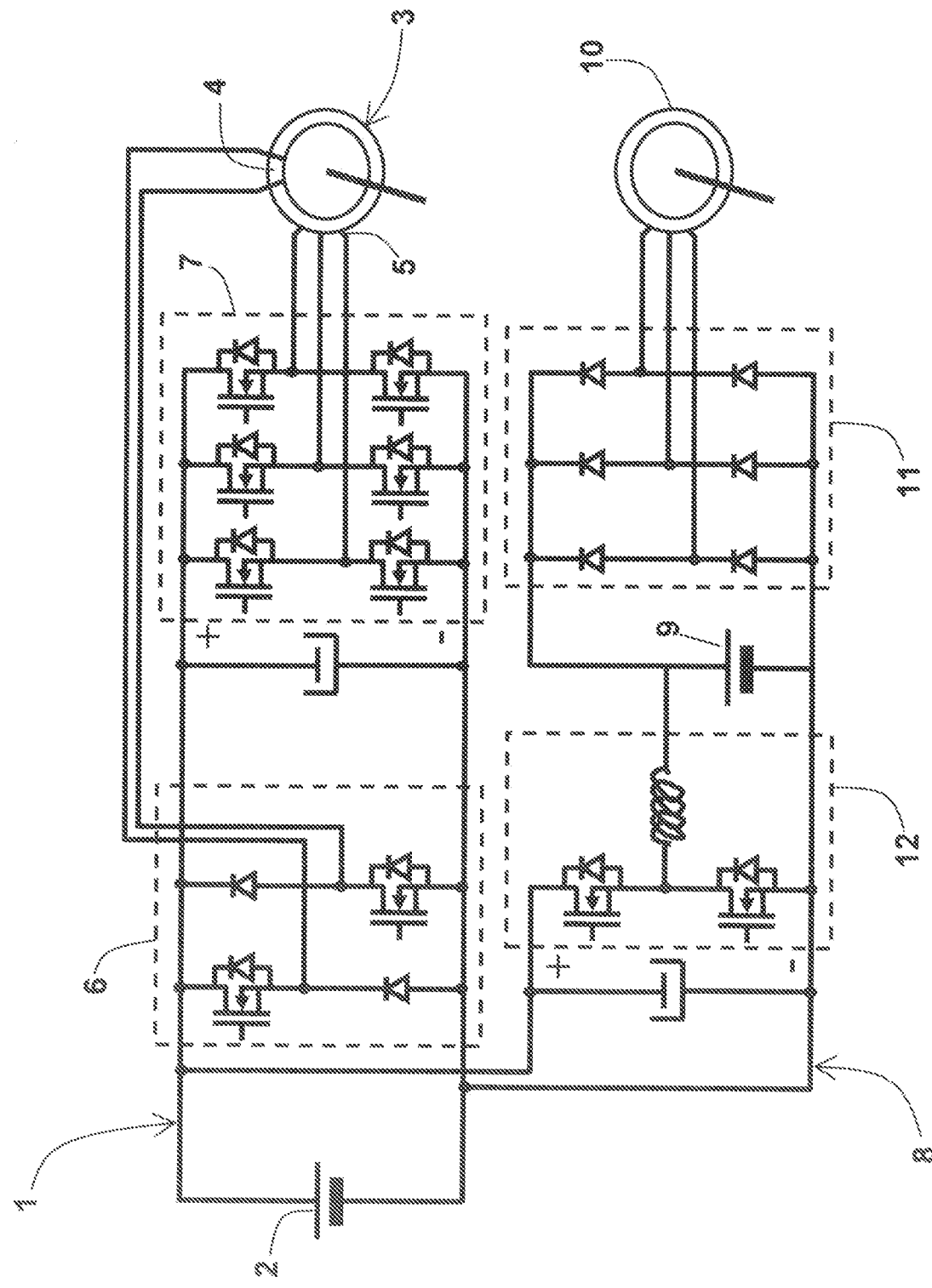


FIG. 1 (Etat de la technique)

2/4

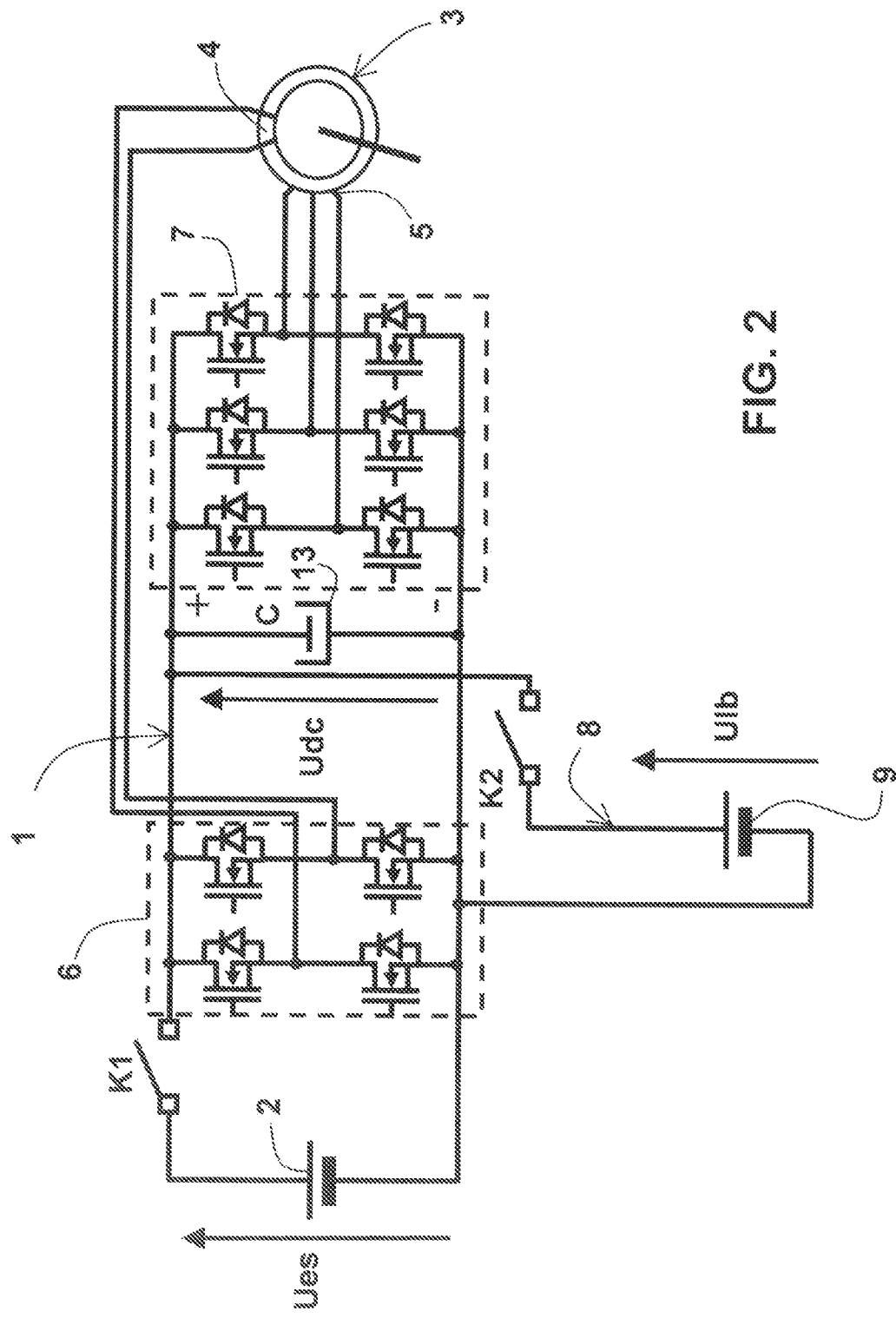


FIG. 2

3/4

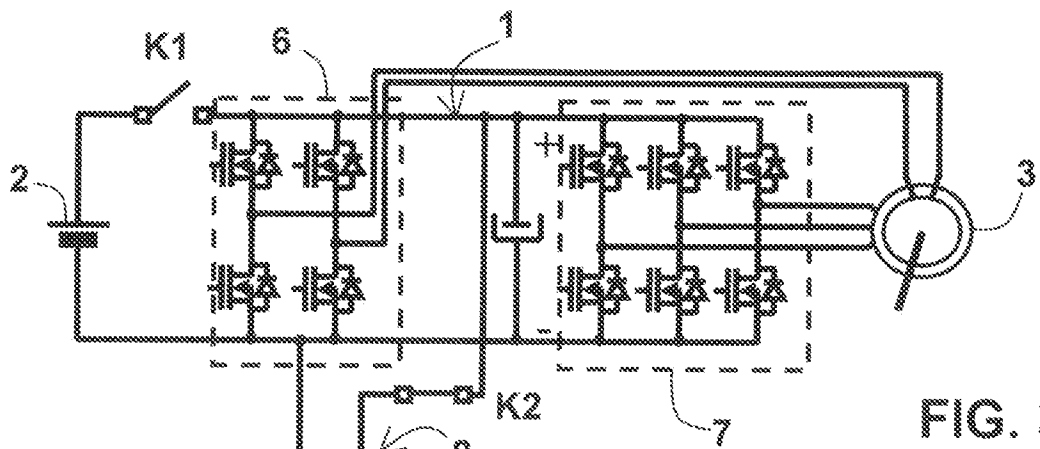


FIG. 3a

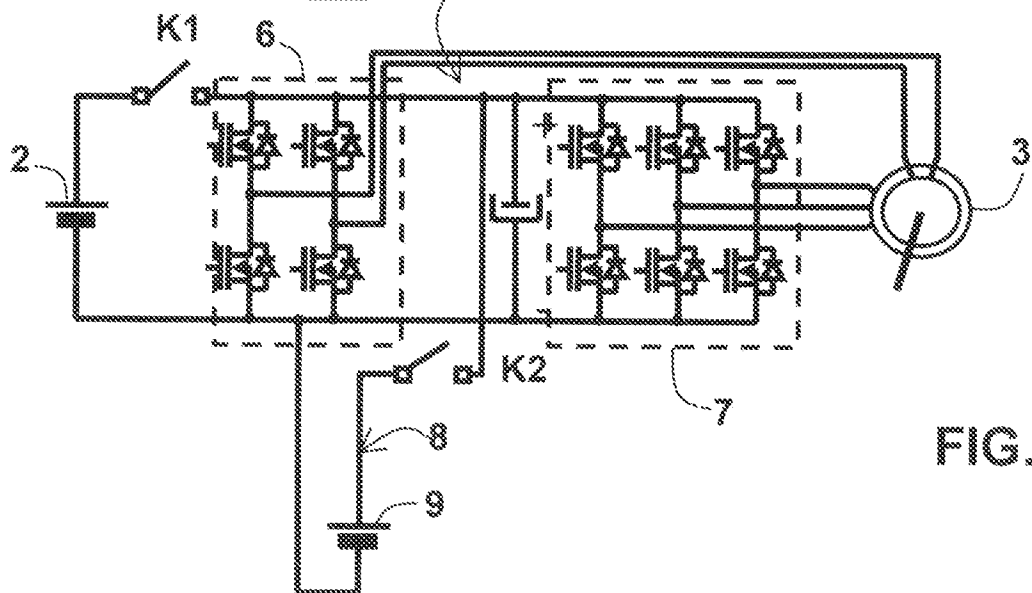


FIG. 3b

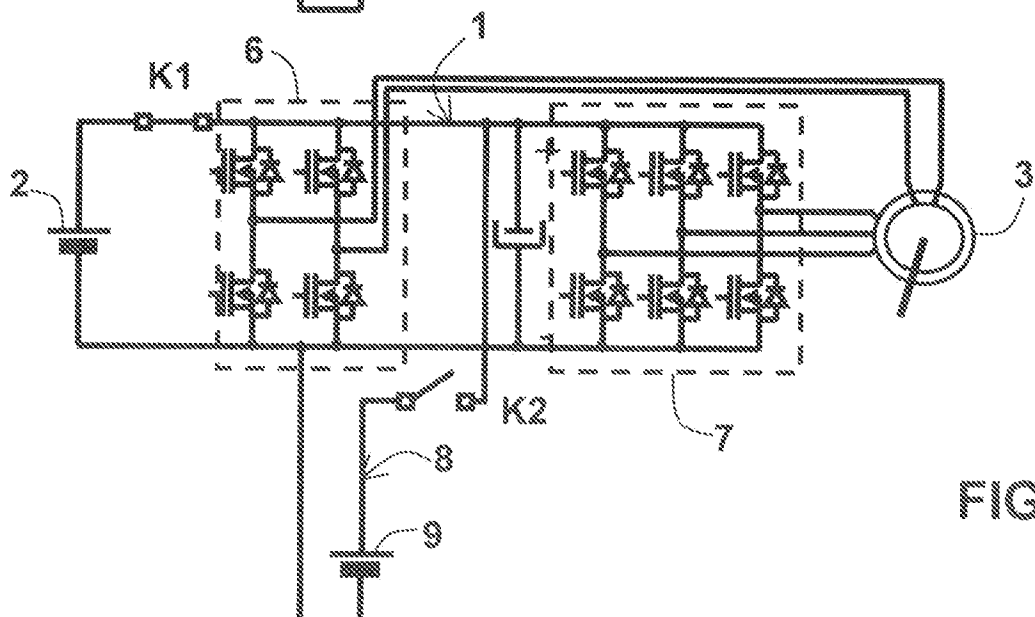


FIG. 3c

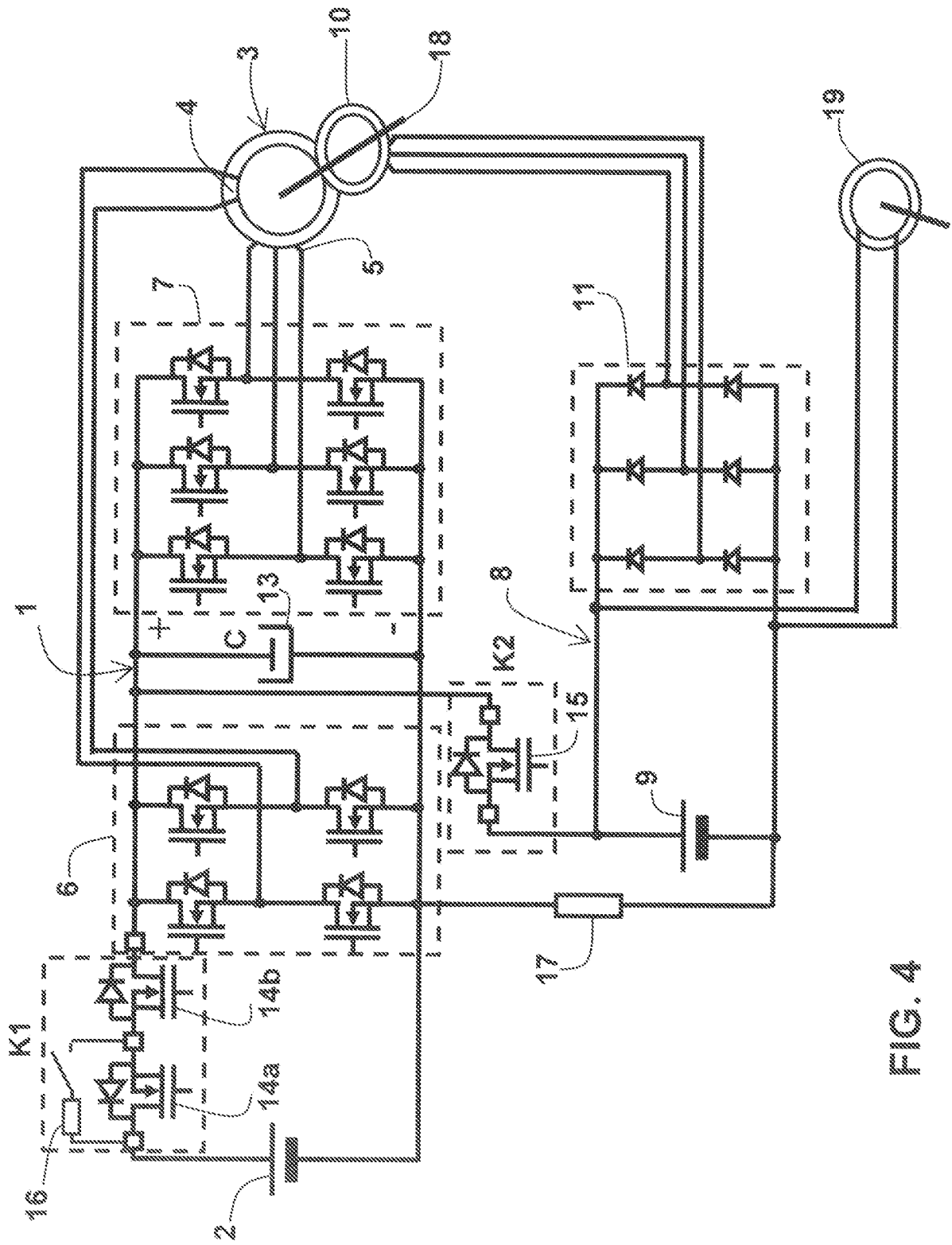


FIG. 4