

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
25 juin 2009 (25.06.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/077668 A2

(51) Classification internationale des brevets :
H02P 1/16 (2006.01) *H02P 1/46* (2006.01)
H02P 1/26 (2006.01) *H02J 7/00* (2006.01)

Avenue des Béguines, BP 68532, F-95892 Cergy Pontoise (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/001361

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **LE PECHEUR, Yann** [FR/FR]; 6 Rue du Stade, F-60173 Ivry le Temple (FR). **TIHY, Mickael** [FR/FR]; 7, rue de Docteur Maurice Thiollier, F-42100 Saint Etienne (FR).

(22) Date de dépôt international :
30 septembre 2008 (30.09.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(74) Mandataire : **ROLLAND, Jean-Christophe**; Valeo Systemes De Controle Moteur, 14 Avenue des Béguines, BP 68532, F-95892 Cergy Pontoise (FR).

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0706878 1 octobre 2007 (01.10.2007) 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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,

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR** [FR/FR]; 14

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SYSTEM FOR POWERING AN ELECTRIC MACHINE

(54) Titre : SYSTÈME D'ALIMENTATION DE MACHINE ÉLECTRIQUE

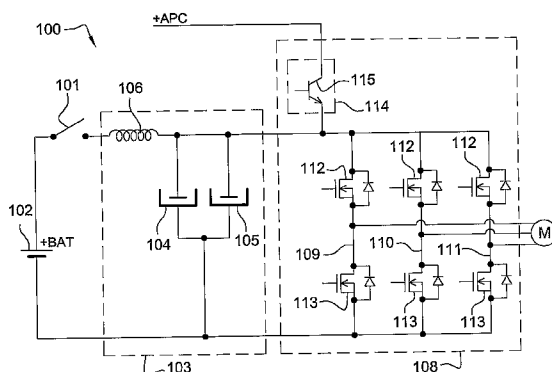


Fig. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a system (100) for powering an electric machine (M). One particularly interesting application of the present invention is to the field of powering electric motors used in automobiles. The system (100) comprises a voltage source (102), an electronic circuit (108) for supplying the electric machine (M), a first switch (101), wherein the voltage source (102) powers the electronic circuit (108) when the first switch (101) is in a closed position, at least one capacitor (104, 105) mounted in parallel on the voltage source (102) when the first switch (101) is in the closed position, and a precharge circuit (114) for the capacitor (104, 105). The system further includes a second switch (+APC), wherein the precharge circuit (114) is connected to the voltage source (102) when the second switch (+APC) is closed, and the first switch (101) is controlled so as to be closed after the precharge of the capacitor (104, 105).

(57) **Abstrégé :** La présente invention concerne un système (100) d'alimentation de machine électrique (M). Une application particulièrement intéressante de l'invention se situe dans le domaine de l'alimentation des moteurs électriques utilisés dans les véhicules automobiles. Le

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/077668 A2



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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

système (100) comporte une source de tension (102), un circuit électronique (108) d'alimentation de la machine électrique (M), un premier interrupteur (101), la source de tension (102) alimentant le circuit électronique (108) lorsque le premier interrupteur (101) est en position fermée, au moins un condensateur (104, 105) monté en parallèle sur la source de tension (102) lorsque le premier interrupteur (101) est en position fermée et un circuit de pré-charge (114) du condensateur (104, 105). Le système (100) comporte en outre un deuxième interrupteur (+APC), le circuit de pré-charge (114) étant connecté à la source de tension (102) lorsque le deuxième interrupteur (+APC) est fermé et le premier interrupteur (101) étant commandé pour se fermer après la pré-charge du condensateur (104, 105).

Système d'alimentation de machine électrique

La présente invention concerne un système d'alimentation de machine électrique. Une application particulièrement intéressante de l'invention se situe dans le domaine de l'alimentation des moteurs électriques utilisés dans les véhicules automobiles.

5 De façon générale, un système d'alimentation d'une machine électrique tel qu'un moteur électrique utilisé dans un véhicule automobile comporte un circuit de puissance visant à transmettre la tension de la batterie du véhicule vers une carte électronique gérant l'alimentation dudit moteur.

10 Un exemple d'un tel système d'alimentation 1 est représenté schématiquement en figure 1. Le système 1 comporte :

- une source de tension 2 formée par la batterie du véhicule,
- un circuit de puissance 3
- un circuit électronique d'alimentation 8 visant à alimenter un moteur M.

15 Le circuit de puissance 3 comprend.

- o deux condensateurs 4 et 5 montés en parallèle,
- o une inductance 6 reliée entre la borne positive +Bat de la batterie 2 et une première borne commune des deux condensateurs 4 et 5.

20 La fonction du circuit de puissance 3 est de transmettre la tension de la batterie 2 vers le circuit électronique d'alimentation 8. Le circuit de puissance est par exemple composé de plusieurs « bus-bar » (« barres omnibus » en français) en cuivre non représentées.

25 Dans le cas d'un moteur M de type « brushless » (« sans balais » en français) tel que celui utilisé dans une direction assistée électrique, le circuit électronique d'alimentation 8 est composé d'un circuit d'alimentation à découpage comportant trois bras de pont 9, 10 et 11 comprenant chacun deux transistors 12 et 13 montés en série, chaque transistor étant muni d'une diode en antiparallèle (la diode en antiparallèle est souvent présente par construction sur les transistors à effet de champ du type MOSFET). Chacun
30 des trois enroulements statoriques du moteur M est donc alimenté par un

des ponts 9, 10 et 11. Par souci de clarté, les circuits de commande des transistors n'ont pas été représentés.

Le hachage de la tension provoquée par le circuit électronique d'alimentation 8 peut perturber l'ensemble du réseau de bord et la tension batterie 2. Le filtre formé par l'inductance 6 et les condensateurs 4 et 5 vise à stabiliser la tension batterie 2. Le filtre permet, en quelque sorte, de lisser la tension ondulée. La valeur de la capacité de filtrage est généralement élevée : c'est pourquoi, comme dans l'exemple présenté ici, deux condensateurs 4 et 5 discrets montés en parallèle sont souvent utilisés, ces condensateurs 4 et 5 étant préférentiellement des condensateurs électrochimiques dont le pôle positif commun est relié à l'inductance 6.

Une telle configuration pose cependant un problème dans la mesure où la batterie est toujours connectée à la fois au circuit de puissance et au circuit électronique d'alimentation. Cette connexion permanente peut impliquer des courants de fuite susceptible d'entraîner un échauffement non souhaité.

Dès lors, certains constructeurs exigent la présence d'un interrupteur permettant de couper l'alimentation des circuits. Un exemple de système d'alimentation 20 présentant une telle configuration est représentée en figure 2.

Le système 20 est identique au système 1 de la figure 1 à la différence qu'il comporte un interrupteur 21 permettant de connecter sélectivement la batterie au circuit de puissance et au circuit électronique d'alimentation.

Un tel interrupteur 21 nécessite la présence d'un circuit de pré-charge 22 des condensateurs, ledit circuit de pré-charge appartenant au circuit de puissance; le circuit de pré-charge vise à éviter les courants d'appel (« in-rush current » en anglais) qui pourraient survenir en cas de fermeture de l'interrupteur 21 sur des condensateurs initialement déchargés. Les courants d'appel qui peuvent atteindre 100 A (voire 200 A) peuvent nuire à la batterie, aux différents connecteurs, au contact du relai, aux condensateurs chimiques et même aux fusibles.

Le circuit de pré-charge 22 comporte par exemple un transistor 23 à effet de champ du type MOSFET de puissance : ce transistor est par exemple commandé avec des impulsions de plus en plus fréquentes jusqu'à se fermer complètement. Un tel circuit de pré-charge permet d'assurer une charge progressive des condensateurs électrochimiques, le transistor 23 jouant le rôle d'une charge résistive et formant avec les condensateurs un circuit RC : une fois les condensateurs chargés, le transistor est maintenu en position fermé.

Cependant, la mise en œuvre de la configuration telle que représentée en figure 2 pose également certaines difficultés.

Ainsi, l'inconvénient majeur de cette configuration réside dans la modification du circuit de puissance et plus particulièrement dans l'ajout d'une impédance (par exemple le transistor MOSFET de puissance) dans le filtre contenu dans ce circuit de puissance.

La présence de cette impédance exige de nouvelles connexions, diminue le rendement global du circuit et peut avoir des conséquences en termes de CEM (Compatibilité Electro-Magnétique) dans la mesure où le filtre était prévu pour fonctionner de façon satisfaisante (sans impédance rajoutée) dans son environnement électromagnétique sans provoquer lui-même de perturbations électromagnétiques.

En outre, l'ajout de cette impédance entraîne un surcoût non négligeable dans la mesure où il nécessite l'utilisation d'un composant de type transistor fonctionnant à forte puissance et présentant une impédance faible à l'état passant.

Dans ce contexte, la présente invention vise à fournir un système d'alimentation d'une machine électrique comportant un circuit de pré-charge, ledit système permettant de s'affranchir des problèmes de CEM précités et présentant un rendement électrique performant et un surcoût relativement faible par rapport aux systèmes sans circuit de pré-charge.

A cette fin, l'invention propose un système d'alimentation d'une machine électrique comportant :

- une source de tension,
- un circuit électronique d'alimentation de ladite machine électrique,

- un premier interrupteur, ladite source de tension alimentant ledit circuit électronique lorsque ledit premier interrupteur est en position fermée,
- au moins un condensateur monté en parallèle sur ladite source de tension lorsque ledit premier interrupteur est en position fermée,
- un circuit de pré-charge dudit condensateur,

ledit système étant caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième interrupteur, ledit circuit de pré-charge étant connecté à ladite source de tension lorsque ledit deuxième interrupteur est fermé et ledit premier interrupteur étant commandé pour se fermer après la pré-charge dudit condensateur.

On entend par circuit de pré-charge un circuit permettant au condensateur de se charger plus lentement qu'en l'absence de circuit de pré-charge et d'éviter ainsi un appel de courant trop important du condensateur déchargé au moment de la fermeture du premier interrupteur.

Grâce à l'invention, on utilise un deuxième interrupteur qui permet de pré-charger le condensateur avant la fermeture du premier interrupteur servant à alimenter le circuit électronique d'alimentation de la machine électrique. Ce deuxième interrupteur permet de bien séparer la fonction de pré-charge du condensateur de l'alimentation du circuit électronique d'alimentation. Ainsi, le circuit de pré-charge est extérieur au circuit de puissance et n'introduit pas d'impédance supplémentaire qui entraînerait une perte de rendement et des problèmes de CEM.

En outre, le deuxième interrupteur sert uniquement à pré-charger le condensateur et n'est pas utilisé dans le cadre de l'alimentation du circuit électronique ; en conséquence, il est tout à fait possible d'employer un interrupteur fonctionnant à faible puissance et présentant une résistance à l'état passant plus élevée que celle des transistors utilisés dans les solutions connues précitées.

A cette fin, ledit circuit de pré-charge et ledit second interrupteur sont montés, par exemple, en série entre les bornes dudit premier interrupteur.

Le système selon l'invention peut également présenter une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous, considérées individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- ladite source de tension est la batterie d'un véhicule automobile.
- ledit deuxième interrupteur est formé par le dispositif d'alimentation après contact +APC.
- ledit au moins un condensateur est un condensateur électrochimique.
- ledit circuit de pré-charge comporte un transistor, la commande dudit transistor assurant la pré-charge dudit condensateur.
- ledit transistor est commandé pour s'ouvrir avant la fermeture dudit premier interrupteur.
- ledit circuit de pré-charge comporte une résistance en parallèle avec un transistor.
- Le système selon l'invention comporte un deuxième condensateur monté en parallèle sur ledit premier condensateur.
- ledit circuit électronique d'alimentation est un circuit d'alimentation d'un moteur électrique.
- ledit circuit électronique d'alimentation est formé par un circuit d'alimentation à découpage.
- ledit système comporte des moyens pour commander ledit premier interrupteur en fermeture après la pré-charge dudit condensateur.

L'invention concerne aussi l'utilisation dudit système, tel qu'évoqué plus haut, dans laquelle on commande en fermeture ledit premier interrupteur après la pré-charge dudit condensateur.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est donnée ci-dessous, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux figures annexées, parmi lesquelles :

- la figure 1 est une représentation schématique simplifiée d'un premier système d'alimentation d'une machine électrique selon l'art antérieur;
- la figure 2 est une représentation schématique simplifiée d'un second système d'alimentation d'une machine électrique selon l'art antérieur;
- la figure 3 est une représentation schématique simplifiée d'un système d'alimentation d'une machine électrique selon l'invention.

Les figures 1 et 2 ont été décrites plus haut en référence à l'art antérieur.

La figure 3 est une représentation schématique simplifiée d'un système 100 selon l'invention.

5 Le système 100 comporte :

- une source de tension 102 formée par la batterie du véhicule,
- un circuit de puissance 103
- un circuit électronique d'alimentation 108 visant à alimenter un moteur M.

10 Le circuit de puissance 103 comprend.

- Un interrupteur 101 tel qu'un relai électromécanique permettant de connecter sélectivement la batterie 102 au circuit de puissance 103 et au circuit électronique d'alimentation 108,
- deux condensateurs électrochimiques 104 et 105 montés en pa-
15 rallèle,
- une inductance 106 reliée entre la borne positive +Bat de la batterie 102 et la borne positive commune des deux condensateurs électrochimiques 4 et 5.

20 La fonction du circuit de puissance 103 est de transmettre la tension de la batterie 102 vers le circuit électronique d'alimentation 108. Le circuit de puissance est par exemple composé de plusieurs « bus-bar » (« barres omnibus » en français) en cuivre non représentées.

Dans le cas d'un moteur M de type « brushless » (« sans balais » en français) triphasé tel que celui typiquement utilisé dans une direction assis-
25 tée électrique, le circuit électronique d'alimentation 108 est généralement formé par une carte électronique du type SMI (Substrat Métal Isolé) composée d'un circuit d'alimentation à découpage comportant trois bras de pont 109, 110 et 111 comprenant chacun deux transistors 112 et 113 montés en série, chaque transistor étant muni d'une diode en antiparallèle (la diode en
30 antiparallèle est souvent présente par construction sur les transistors à effet de champ du type MOSFET). Chacun des trois enroulements statoriques du moteur M est donc alimenté par un des ponts 109, 110 et 111. Par souci de clarté, les circuits de commande des transistors n'ont pas été représentés.

Le circuit électronique d'alimentation 108 comporte en outre un circuit de pré-charge 114 formé par exemple par un transistor bipolaire 115 (la présence du relai 101 nécessite la présence du circuit de pré-charge 114 des condensateurs 104 et 105 afin d'éviter des courants d'appel trop importants.

5 Ce transistor bipolaire est relié entre la borne positive des condensateurs électrochimiques 104 et 105 et le dispositif d'alimentation après contact +APC du véhicule. Lors de l'activation du contact du véhicule, le +APC du véhicule envoie un signal d'alimentation permettant de faire passer certains systèmes électroniques du véhicule de leur état de veille ou d'arrêt, à leur
10 état de réveil nominal. Le +APC après contact permet de relier le transistor 115 à la source de tension batterie 102.

Le filtre formé par l'inductance 106 et les condensateurs électrochimiques 104 et 105 vise à stabiliser la tension batterie 102 qui peut subir un hachage provoqué par le circuit électronique 108. La valeur de la capacité
15 de filtrage est généralement élevée : c'est pourquoi, on utilise souvent deux condensateurs électrochimiques 104 et 105 discrets montés en parallèle. A titre d'exemple, la valeur de la capacité de chacun des condensateurs électrochimiques 104 et 105 dans une application de ce type est de l'ordre de 3300 μ F avec une inductance 106 de 0,6 μ H.

20 Le signal +APC et le relai 101 sont par exemple commandés par le calculateur de bord.

Le fonctionnement du système 100 est le suivant : après mise sous contact du +APC (connexion à la tension batterie via la clef de contact qui actionne un relai) l'électronique de commande non représentée commande
25 la fermeture du transistor de pré-charge 115 (par exemple via des impulsions de plus en plus fréquentes) de sorte que les condensateurs 104 et 105 se chargent progressivement. Une fois les condensateurs 104 et 105 chargés, l'électronique de commande non représentée commande l'ouverture du transistor de pré-charge 115 puis le calculateur de bord commande la fermeture
30 du relai 101 autorisant ainsi l'alimentation des circuits de puissance 103 et 108 par la batterie 102. La durée, imposée par le calculateur de bord, séparant le +APC et la fermeture du relais 101 doit être suffisante pour permettre une pré-charge correcte des condensateurs 104 et 105.

Grâce au système 100 selon l'invention, le circuit de pré-charge ne vient pas s'interposer entre la batterie 102 et le moteur M en affectant le rendement électrique. Toute la tension délivrée par la batterie va directement dans le circuit électronique 108 via le circuit de puissance 103 dimensionné pour présenter un minimum de pertes (utilisation de bus-bar de cuivre avec peu de pertes ohmiques).

En outre, le transistor bipolaire 115 utilisé dans le circuit de pré-charge 114 n'est utilisé que pour la pré-charge des condensateurs et peut donc être un transistor présentant des performances (notamment en termes d'impédance à l'état passant) moins importantes (et donc un coût moindre) que les transistors de puissance utilisés dans les circuits de pré-charge connus.

Enfin, le circuit de pré-charge 114 appartient à la carte électronique 108 et non au circuit de puissance 103 de sorte que le circuit de pré-charge ne modifie pas la structure du circuit de puissance 103 et n'a pas d'impact en termes de CEM sur le circuit de puissance 103.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit.

Notamment, nous avons décrit à titre illustratif un circuit de pré-charge composé d'un transistor bipolaire. Il est toutefois possible d'employer tout type de transistor tel qu'un transistor à effet de champ par exemple.

En outre, le circuit de pré-charge peut également être formé par un transistor en parallèle sur une résistance.

Enfin, on pourra remplacer tout moyen par un moyen équivalent.

REVENDEICATIONS

1. Système (100) d'alimentation d'une machine électrique (M) comportant :

- 5 - une source de tension (102),
- un circuit électronique (108) d'alimentation de ladite machine électrique (M),
- un premier interrupteur (101), ladite source de tension (102) alimentant ledit circuit électronique (108) lorsque ledit premier interrupteur (101) est en position fermée,
- 10 - au moins un condensateur (104, 105) monté en parallèle sur ladite source de tension (102) lorsque ledit premier interrupteur (101) est en position fermée,
- un circuit de pré-charge (114) dudit condensateur (104, 105),

15 ledit système (100) étant caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième interrupteur (+APC), ledit circuit de pré-charge (114) étant connecté à ladite source de tension (102) lorsque ledit deuxième interrupteur (+APC) est fermé et ledit premier interrupteur (101) étant commandé pour se fermer après la pré-charge dudit condensateur (104, 105).

20 2. Système (100) d'alimentation selon la revendication précédente caractérisé en ce que ladite source de tension (102) est la batterie (+BAT) d'un véhicule automobile.

25 3. Système (100) d'alimentation selon la revendication précédente caractérisé en ce que ledit deuxième interrupteur est formé par le dispositif d'alimentation après contact +APC.

 4. Système (100) d'alimentation selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que ledit au moins un condensateur (104, 105) est un condensateur électrochimique.

30 5. Système (100) d'alimentation selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que ledit circuit de pré-charge (114) comporte un transistor (115), la commande dudit transistor (115) assurant la pré-charge dudit condensateur (104, 105).

6. Système (100) d'alimentation selon la revendication précédente caractérisé en ce que ledit transistor (115) est commandé pour s'ouvrir avant la fermeture dudit premier interrupteur (101).

5 7. Système d'alimentation selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que ledit circuit de pré-charge comporte une résistance en parallèle avec un transistor.

8. Système (100) d'alimentation selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième condensateur (104) monté en parallèle sur ledit premier condensateur (105).

10 9. Système (100) d'alimentation selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que ledit circuit électronique (108) d'alimentation est un circuit d'alimentation d'un moteur électrique (M).

15 10. Système (100) selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que ledit circuit électronique d'alimentation (108) est formé par un circuit d'alimentation à découpage (109, 110, 111).

11. Système (100) selon l'une des revendications précédentes comprenant des moyens pour commander ledit premier interrupteur (101) en fermeture après la pré-charge dudit condensateur (104,105).

20 12. Utilisation du système (100) selon l'une des revendications précédentes dans laquelle on commande en fermeture ledit premier interrupteur (101) après la pré-charge dudit condensateur (104,105).

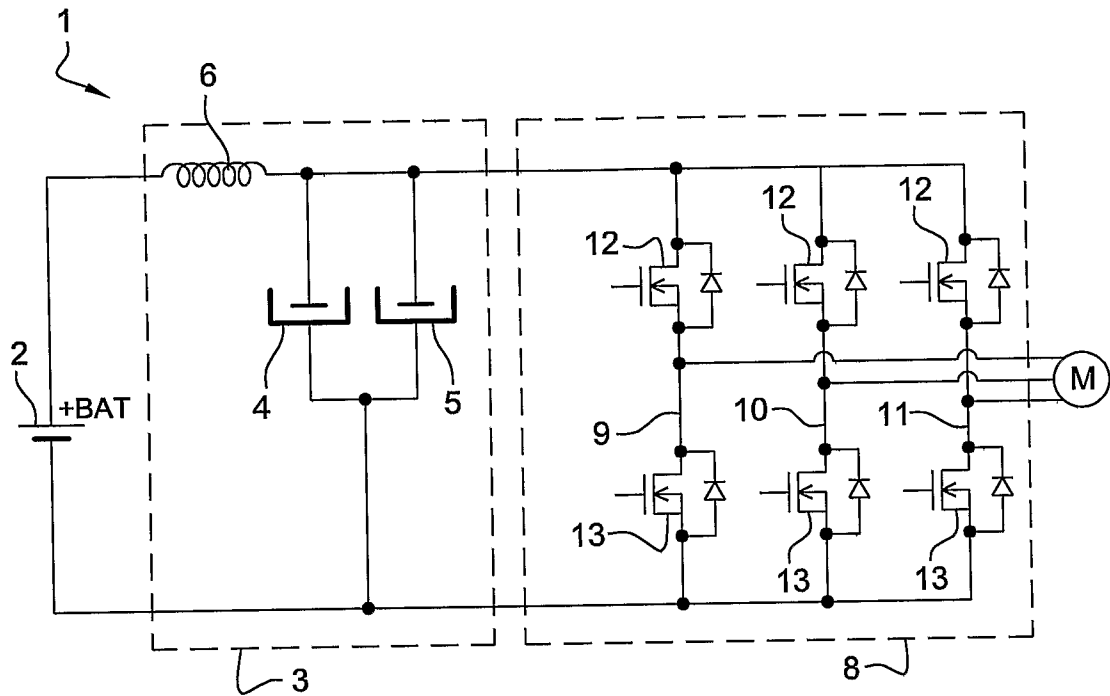


Fig. 1

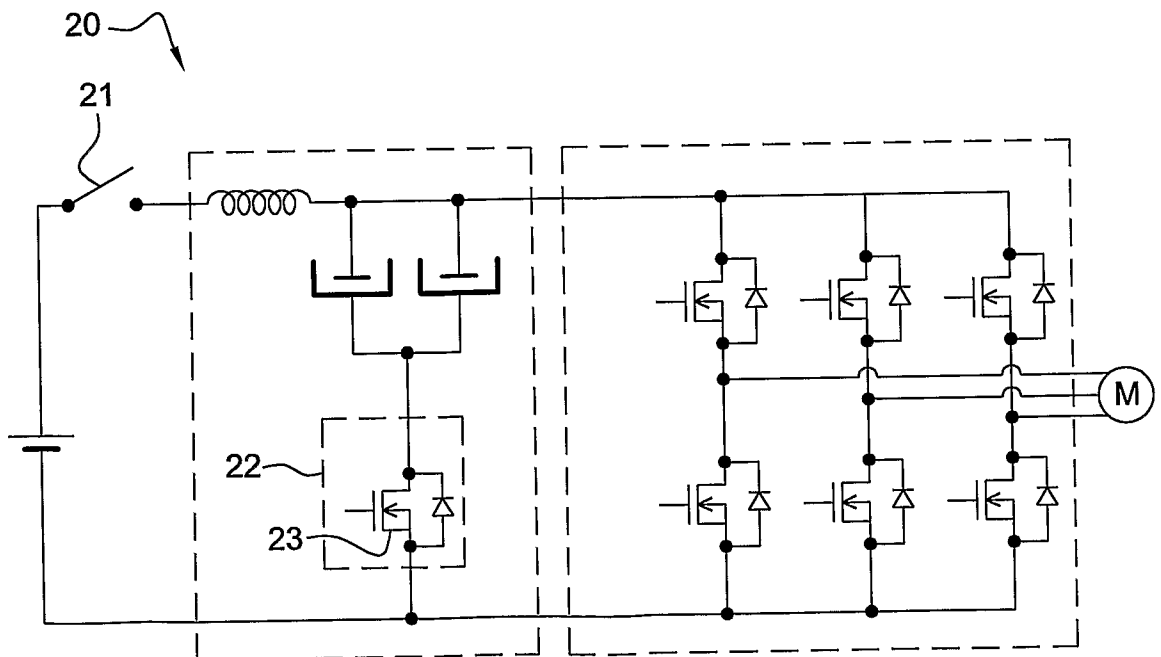
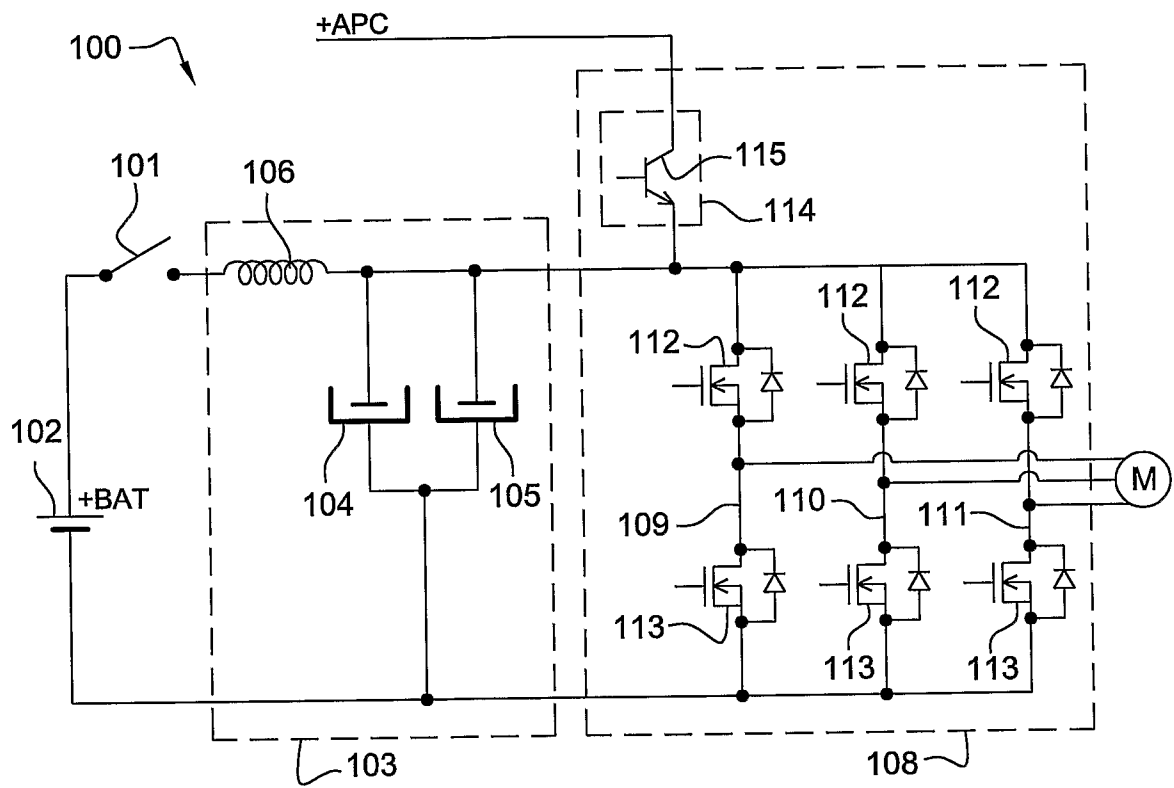


Fig. 2

2 / 2

**Fig. 3**