

(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 octobre 2001 (25.10.2001)

PCT

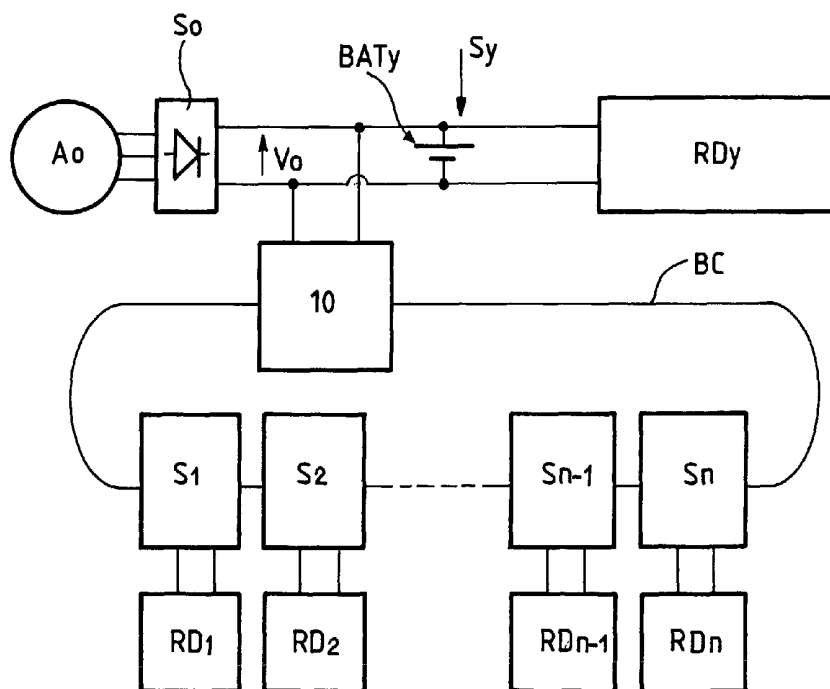
(10) Numéro de publication internationale  
WO 01/79019 A1

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : B60L 15/20, H02M 3/335, 3/337
- (72) Inventeurs; et  
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : BESNIER, Pascal [FR/FR]; 70 rue des Entrepreneurs, F-75015 Paris (FR). GARCIA-MALEA, Luc [FR/FR]; 17 rue de la Richarderie, F-78760 Pontchartrain (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR01/00902
- (22) Date de dépôt international : 26 mars 2001 (26.03.2001)
- (74) Mandataire : GRYNWALD, Albert; Cabinet GRYNWALD, 12 rue du Helder, F-75009 Paris (FR).
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (81) États désignés (national) : JP, US.
- (30) Données relatives à la priorité :  
00/04775 13 avril 2000 (13.04.2000) FR  
00/13838 27 octobre 2000 (27.10.2000) FR
- (84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : PEUGEOT CITROËN AUTOMOBILES SA [FR/FR]; 62 Boulevard Victor Hugo, F-92200 Neuilly Sur Seine (FR).
- Publiée :  
— avec rapport de recherche internationale

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MULTIPLE-VOLTAGE POWER SUPPLY CIRCUITRY FOR MOTOR VEHICLE

(54) Titre : CIRCUIT D'ALIMENTATION ELECTRIQUE A TENSION MULTIPLE POUR VEHICULE AUTOMOBILE



(57) Abstract: The invention concerns a power supply circuitry for motor vehicle. Said circuitry comprises a primary stage (10) fed by a main power source ( $A_0$ ,  $S_0$ ). Said primary stage delivers an alternating current to a current loop (BC) powering at least a primary winding of a transformer. A converter of alternating current into direct current or voltage is associated with the transformer secondary winding so as to constitute an auxiliary source of direct current or voltage.

[Suite sur la page suivante]



WO 01/79019 A1



— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

---

**(57) Abrégé :** L'invention concerne un circuit d'alimentation électrique pour véhicule automobile. Ce circuit comporte un étage primaire (10) alimenté par une source d'énergie principale ( $A_0$ ,  $S_0$ ). Cet étage primaire délivre un courant alternatif à une boucle de courant (BC) alimentant au moins un enroulement primaire d'un transformateur. Un convertisseur de courant alternatif en courant ou tension continu est associé à l'enroulement secondaire du transformateur de façon à constituer une source auxiliaire de courant ou tension continu.

**CIRCUIT D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE À TENSION MULTIPLE POUR  
VÉHICULE AUTOMOBILE**

La présente invention concerne, de façon générale, les circuits d'alimentation électrique plus particulièrement destinés à équiper les véhicules automobiles.

Plus précisément, l'invention concerne un circuit d'alimentation électrique de ce type, comprenant une source principale de tension continue, alimentée par une machine tournante, et au moins des première et seconde sources auxiliaires de tension continue alimentées à partir de la source principale.

L'architecture de circuit électrique la plus classique et la plus répandue à ce jour est composée d'un alternateur entraîné par le moteur du véhicule et alimentant un réseau de distribution à tension unique, par exemple 14 volts, une batterie de 12 volts étant montée en tampon sur ce réseau.

Les organes consommateurs d'énergie électrique s'alimentent sur ce réseau par l'intermédiaire de boîtes de distribution équipées de fusibles qui permettent de protéger le faisceau électrique en isolant tout organe consommateur d'électricité qui passe en défaut, en particulier tout organe affecté par un court-circuit.

Dans une telle architecture, les organes consommateurs d'énergie électrique ne peuvent dialoguer entre eux que par

l'intermédiaire d'un réseau d'informations multiplexées, indépendant du réseau de distribution d'énergie électrique.

La situation nouvelle que crée la croissance très rapide du nombre d'organes électriques sur les véhicules automobiles a récemment conduit certains constructeurs automobiles à envisager d'augmenter la tension délivrée par le circuit de distribution d'énergie électrique, en la passant par exemple à 42 volts au lieu de 14 volts.

Dans la mesure cependant où certains organes électriques sont par construction mal adaptés à une telle augmentation de leur tension d'alimentation, et où une adaptation spécifique de ces organes conduirait à des coûts prohibitifs, l'évolution envisagée requiert a priori l'emploi d'au moins deux réseaux de distribution, délivrant l'énergie électrique à deux tensions respectives différentes.

L'architecture d'un circuit d'alimentation électrique conforme à cette évolution est par exemple illustrée à la figure 1.

Un tel circuit comprend typiquement une machine tournante telle qu'un alternateur  $A_0$  délivrant par exemple une tension de 42 volts, cet alternateur  $A_0$  étant connecté à un redresseur formant une source principale  $S_0$  de tension continue, délivrant par exemple une tension continue  $V_0$  de 42 volts.

Une première source auxiliaire  $S_y$ , délivrant une tension continue  $V_y$  de 42 volts, est directement formée par la source principale  $S_0$ , tamponnée par une batterie  $BAT_y$  de 36 volts par exemple, cette première source auxiliaire alimentant un premier réseau de distribution  $RD_y$ .

Une seconde source auxiliaire  $S_z$ , délivrant une tension continue  $V_z$  de 14 volts, est constituée par un convertisseur continu - continu DC/DC alimenté par la source principale  $S_0$  et dont la sortie est tamponnée par une batterie  $BAT_z$  de 12 volts par exemple, cette seconde source auxiliaire alimentant un second réseau de distribution  $RD_z$ .

Bien que les solutions connues répondent à certains des besoins à satisfaire, que ces solutions mettent en œuvre une tension unique comme c'est le cas de la solution classique, ou au moins deux tensions comme c'est le cas de l'architecture de la figure 1, elles ne sont pas sans poser divers problèmes.

Tout d'abord, la distribution d'énergie électrique au moyen d'un circuit régulé en tension impose à chacun des organes consommateurs soit d'intégrer son propre convertisseur continu - continu, soit d'être dimensionné pour accepter le niveau de tension d'alimentation disponible.

Par exemple, dans la mesure où les calculateurs fonctionnent avec des composants électroniques n'acceptant que des tensions d'alimentation basses, en général 3 volts ou 5 volts, les calculateurs doivent tous intégrer des convertisseurs continu - continu.

Les lampes à filament, qui sont en revanche des organes trop nombreux et de trop faible valeur pour intégrer un tel convertisseur doivent être dimensionnées pour être alimentées en 12 volts. Or, ce dimensionnement impose le choix de filaments relativement fins, dont la durée de vie est en conséquence mal optimisée.

Par ailleurs, dans la mesure où ces solutions connues sont conçues de façon telle qu'une forte variation de consommation d'énergie électrique se traduit par une variation de la tension disponible sur le réseau de distribution, les organes consommateurs d'énergie électrique doivent eux-même être conçus pour pouvoir résister à ces variations, et donc satisfaire à un cahier des charges sévère qui en augmente le coût de fabrication.

D'autre part encore, dans la mesure où les architectures connues sont conçues de façon telle qu'un court-circuit dans l'un quelconque des organes consommateurs d'énergie électrique pourrait, en l'absence de protection adéquate, provoquer un sur-courant dans le faisceau électrique et la

destruction de ce dernier, il est indispensable de protéger le réseau de distribution par des fusibles.

Enfin, dans la mesure où elles imposent l'utilisation d'étages d'entrée capacitifs qui jouent naturellement le rôle de  
5 filtres pour des signaux haute fréquence, ces architectures ne peuvent être utilisées en tant que supports physiques de systèmes de transmission d'informations par courant porteur.

La présente invention se situe dans ce contexte et a pour but de proposer un circuit d'alimentation électrique pour  
10 véhicule automobile capable, par son principe même, de résoudre l'un au moins des problèmes précédemment évoqués.

A cette fin, le circuit de l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce qu'il comprend un  
15 étage primaire et au moins des premier et second modules secondaires constituant respectivement les première et seconde sources auxiliaires, en ce que l'étage primaire comprend un générateur primaire de courant alternatif alimenté par la source principale, une boucle de courant dans laquelle circule le  
20 courant alternatif produit par le générateur primaire, et au moins des premier et second enroulements montés en série dans la boucle de courant et constituant des enroulements primaires respectifs de premier et second transformateurs correspondants, et en ce que chaque module secondaire comprend un enroulement  
25 secondaire du transformateur correspondant et un convertisseur courant-tension branché sur cet enroulement secondaire, ce convertisseur courant-tension étant propre à produire une tension de sortie continue à partir du courant alternatif circulant dans l'enroulement secondaire.

30 Chaque module secondaire peut ainsi être dimensionné de façon telle que sa tension de sortie soit adaptée au type d'organes qu'alimente ce module.

Le dimensionnement des organes consommateurs d'énergie électrique ne se fait donc plus sous la contrainte d'une tension

d'alimentation imposée, mais doit seulement répondre au souci d'optimisation de son coût par rapport à sa fonction.

Par ailleurs, dans la mesure où le réseau est conçu pour un courant alternatif, il ne filtre pas les signaux haute fréquence, et peut donc être utilisé comme support physique d'un système de transmission d'informations par courant porteur.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, le générateur primaire de courant alternatif comprend un régulateur primaire de courant alternatif propre à contrôler en amplitude le courant circulant dans la boucle de courant, et chaque module secondaire comprend un régulateur de tension.

Grâce à l'indépendance ainsi introduite entre la charge globale du circuit et la charge individuelle des différents modules secondaires, les variations de charge d'un tel module restent sans effet sur les autres modules, dont la tension de sortie est ainsi protégée de toute variation.

De plus, dans la mesure où le courant dans la boucle de courant, c'est-à-dire dans le faisceau qui parcourt le véhicule, est régulé dans l'étage primaire, le risque qu'un court-circuit dans un organe consommateur d'énergie électrique puisse provoquer un sur-courant qui ferait brûler le faisceau est radicalement écarté.

Le générateur primaire de courant alternatif comprend par exemple un circuit résonnant monté en série dans la boucle de courant et entretenu en oscillations par pompage de charges électriques prélevées à une fréquence déterminée sur un circuit de stockage de charges relié à la source principale de tension continue et pouvant lui-même comprendre un ou plusieurs condensateurs.

A cette fin, le générateur primaire de courant alternatif peut comprendre un pont de transistors et un circuit pilote, le pont de transistors étant relié au circuit de stockage de charges et au circuit résonnant pour transférer au circuit résonnant les charges électriques prélevées du circuit de stockage de charges, et chaque paire de transistors du pont

de transistors adoptant un état de conduction cycliquement variable, commandé par un signal de sortie à la fréquence déterminée du circuit pilote.

Le circuit pilote peut lui-même comprendre un convertisseur tension-fréquence, commandé par une tension de commande dépendant de la tension continue de la source principale, pour délivrer le signal de sortie à la fréquence déterminée, le régulateur de courant comprenant quant à lui une boucle de rétroaction propre à modifier la tension de commande du convertisseur tension-fréquence en fonction du courant circulant dans la boucle de courant.

Dans ces conditions, le régulateur de tension avantageusement prévu dans chaque module secondaire est conçu pour pouvoir réguler en amplitude la tension de sortie continue du convertisseur courant-tension.

Ce convertisseur courant-tension peut par exemple comprendre un pont redresseur branché sur l'enroulement secondaire du transformateur, et un circuit capacitif relié à l'enroulement secondaire par une liaison électrique à travers le pont redresseur, ce pont redresseur chargeant ce circuit capacitif.

Dans ce cas, le régulateur de tension peut comprendre un détecteur de seuil comparant la tension de charge du circuit capacitif à une valeur de tension prédéterminée, et un moyen de commutation commandé par le détecteur de seuil pour court-circuiter sélectivement l'enroulement secondaire, et interrompre corrélativement le transfert d'énergie entre l'enroulement secondaire et le circuit capacitif, lorsque la tension de charge de ce circuit capacitif atteint la valeur de tension prédéterminée.

Le circuit d'alimentation électrique suivant l'invention développe plus particulièrement ses avantages dans le cas où les premier et second transformateurs ont des rapports de transformation respectifs qui diffèrent l'un de l'autre, les différents modules secondaires pouvant ainsi alimenter des



groupes plus ou moins importants d'organes consommateurs d'énergie électrique à différentes tensions.

Plus généralement, l'invention concerne un circuit d'alimentation électrique pour véhicule automobile caractérisé en ce que ce circuit comporte un étage primaire comprenant une source principale qui délivre un courant alternatif à une boucle de courant alimentant un enroulement primaire d'un transformateur. L'enroulement secondaire de ce transformateur est associé à un convertisseur de courant alternatif en tension et/ou courant continu(s) qui constitue alors une source auxiliaire de tension ou de courant continu.

Ainsi, le circuit d'alimentation électrique conforme à l'invention comprend un générateur électrique principal et au moins une source secondaire d'alimentation en tension ou courant continu.

L'utilisation d'une boucle de courant présente de nombreux avantages. Par exemple, l'installation d'une telle boucle ne nécessite que la mise en place de câbles électriques parcourant l'ensemble ou une partie du véhicule pour être reliés aux organes à alimenter.

De préférence, on prévoit plusieurs transformateurs, et donc plusieurs sources secondaires d'alimentation qui peuvent alimenter en parallèle plusieurs organes. Ainsi, chaque organe n'intègre plus son propre adaptateur d'alimentation.

Selon un mode de réalisation, la boucle de courant comporte un enroulement constituant le secondaire d'un transformateur dont le primaire est alimenté par une source d'énergie électrique supplémentaire, par exemple de type autonome.

Dans ce cas, la source d'énergie électrique supplémentaire et/ou la source principale peut comporter un élément de stockage d'énergie, le courant étant tel qu'il permet des échanges énergétiques entre la source principale et la source supplémentaire.

Dans une réalisation, le véhicule automobile est du type à traction électrique et la source d'énergie principale est agencée pour tirer son énergie de la source d'alimentation du moteur électrique de traction, cette source d'alimentation du  
5 moteur alimentant directement, sans passer par la boucle de courant, ce moteur électrique de traction, et la source auxiliaire de courant ou tension continu est destinée à l'alimentation d'au moins un autre organe du véhicule.

Selon un mode de réalisation, la source d'énergie  
10 principale alimente un deuxième étage primaire délivrant un courant alternatif à une seconde boucle de courant qui alimente le primaire d'un second transformateur dont le secondaire alimente un second organe de commande identique à un premier organe de commande alimenté par le secondaire du transformateur  
15 de la première boucle de courant, ce second organe étant destiné à remplacer le premier en cas de panne de celui-ci.

Dans ce cas, le premier et le second organes peuvent être destinés à commander un dispositif de sécurité du véhicule tel qu'un dispositif de freinage.

20 Dans une réalisation, le circuit comporte au moins deux boucles de courant destinées à alimenter des organes de natures diverses, par exemple les uns dans le compartiment moteur et les autres dans l'habitacle.

Selon un autre mode de réalisation, un convertisseur  
25 de courant alternatif en tension(s) ou en courant(s) continu(s) comporte plusieurs sorties de tension(s) et/ou de courant(s) continu(s) de préférence de valeurs différentes.

La boucle de courant comporte, dans un exemple, une pluralité de connecteurs complémentaires qui, associés, assurent  
30 la continuité de la boucle et, séparés, permettent l'introduction d'un enroulement d'un transformateur dans le circuit primaire.

L'invention concerne aussi un module pour un circuit selon l'invention qui comprend un transformateur dont

l'enroulement primaire est connectable dans la boucle de courant.

L'invention se rapporte également à un module pour circuit selon l'invention comprenant un transformateur dont  
5 l'enroulement secondaire est connectable dans la boucle de courant.

Quel que soit le mode de réalisation, la boucle (ou les boucles) de courant peut (peuvent) être utilisée(s) pour transmettre des signaux d'information.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma représentant une  
15 architecture connue de circuit d'alimentation, cette figure ayant déjà été décrite dans le préambule ci-dessus ;

- la figure 2 est une vue schématique générale de la structure d'un circuit conforme à la présente invention ;

- la figure 3 est un schéma représentant plus  
20 particulièrement l'étage primaire d'un circuit conforme à la présente invention ;

- la figure 4 est un schéma représentant plus particulièrement un module secondaire d'un circuit conforme à la présente invention;

25 - la figure 5 est un schéma représentant un mode de réalisation de l'invention comprenant une source autonome d'alimentation supplémentaire;

- la figure 6 est un schéma représentant un autre mode de réalisation de l'invention lors de son utilisation dans un  
30 véhicule électrique ;

- la figure 7 est un schéma représentant encore un autre mode de réalisation de l'invention ; et

- le figure 8 représente une réalisation permettant de modifier le nombre de modules secondaires reliés au circuit.  
35 principal d'alimentation.

Comme le montre la figure 2, le circuit d'alimentation électrique de l'invention, qui est plus particulièrement conçu pour équiper un véhicule automobile, comprend essentiellement une source principale  $S_0$  de tension continue  $V_0$ , alimentée par  
5 une machine tournante telle qu'un alternateur  $A_0$ , et une pluralité de sources auxiliaires de tension, notées  $S_1, S_2, S_{n-1}$  et  $S_n$ , alimentées à partir de la source principale  $S_0$ , et délivrant des tensions continues respectives notées  $V_1, V_2, V_{n-1}$  et  $V_n$  pour alimenter des réseaux de distribution respectifs  $RD_1,$   
10  $RD_2, RD_{n-1},$  et  $RD_n$ .

Comme dans l'architecture illustrée à la figure 1, une des sources auxiliaires, notée  $S_y$  et délivrant une tension continue  $V_y$ , peut être directement formée par la source principale  $S_0$ , tamponnée par une batterie  $BAT_y$ , pour alimenter un  
15 premier réseau de distribution  $RD_y$ .

Le circuit de l'invention se distingue essentiellement en ce qu'il comprend un étage primaire 1 (figure 3) et une pluralité de modules secondaires tels que  $S_1$  et  $S_2$  (figure 2) dont chacun constitue une des sources auxiliaires.

Plus précisément, l'étage primaire 1 comprend un générateur primaire de courant 10 (figures 2 et 3), qui est alimenté par la source principale  $S_0$  et qui délivre un courant alternatif  $I_1$ , une boucle de courant BC (figures 2 et 3) dans laquelle circule le courant alternatif  $I_1$  produit par le générateur  
20 primaire 10, et une pluralité d'enroulements, tels que  $E_{11}$  et  $E_{12}$ , montés en série dans la boucle de courant BC, chaque enroulement constituant l'enroulement primaire d'un transformateur correspondant, tel que  $T_1$  et  $T_2$ .

Selon un second aspect spécifique de l'invention,  
30 chaque module secondaire tel que  $S_1$  et  $S_2$  comprend un enroulement, tel que  $E_{21}$  et  $E_{22}$ , formant l'enroulement secondaire du transformateur correspondant  $T_1, T_2$ , et un convertisseur courant-tension CCV branché sur cet enroulement secondaire  $E_{21}, E_{22}$ .

Enfin, selon un troisième aspect spécifique de l'invention, le convertisseur courant-tension CCV est propre à produire une tension de sortie continue, telle que  $V_1$  et  $V_2$ , à partir du courant alternatif tel que  $I_{21}$  et  $I_{22}$  qui circule dans l'enroulement secondaire tel que  $E_{21}$  et  $E_{22}$ .

Comme le montre la figure 3, qui représente un mode de réalisation préféré du circuit de l'invention, le générateur primaire 10 de courant alternatif comprend un régulateur de courant 11 qui permet de contrôler en amplitude le courant  $I_1$  circulant dans la boucle de courant BC, et qui sera davantage détaillé ultérieurement.

Ce générateur primaire 10 de courant alternatif comprend par ailleurs un circuit résonnant 12, un pont de transistors 13 et un circuit pilote 14, le circuit résonnant 12 étant par exemple constitué d'une capacité C12 et d'une inductance L12, montées en série dans la boucle de courant BC.

Le pont de transistors 13 comprend deux paires de transistors opposés, à savoir la paire 131, 133, et la paire 132, 134.

Le pont de transistors 13 est relié, par les nœuds communs aux transistors 131, 132 d'une part, et 133, 134 d'autre part, aux bornes d'un circuit de stockage de charges, par exemple constitué par un ou plusieurs condensateurs Q.

Cette capacité Q est en permanence chargée à la tension  $V_0$  par la source principale de tension continue  $S_0$ , à laquelle elle est reliée.

Le pont de transistors 13 est également relié, par les nœuds communs aux transistors 131, 134 d'une part, et 132, 133 d'autre part, à la boucle de courant BC et notamment au circuit résonnant série 12.

Le circuit pilote 14 délivre un signal de sortie  $S_{14}$ , présentant deux phases en alternance,  $\phi_1$  et  $\phi_2$ , cadencées à une fréquence  $F_c$  et respectivement appliquées aux paires de transistors 131, 133, et 132, 134 pour contrôler l'état de conduction de ces paires de transistors.

Pour autant que la fréquence  $F_c$  ne soit pas trop différente de la fréquence de résonance propre du circuit résonnant 12, ce dernier est ainsi entretenu en oscillations par les charges électriques que lui injecte le pont de transistors 5 13, à la fréquence  $F_c$  et avec une polarité alternée, en les pompant à polarité constante du circuit de stockage de charges Q.

Le courant  $I_1$  qui s'installe dans la boucle BC est ainsi un courant alternatif sinusoïdal, ou pratiquement 10 sinusoïdal, dont la fréquence peut par exemple être choisie autour de 70 kHz.

Comme le comprendra aisément l'homme de l'art, le circuit résonnant 12 pourrait être simplifié par suppression de la capacité C12 et se réduire ainsi à une inductance, telle que 15 L12, dont les oscillations seraient entretenues par commande appropriée des transistors du pont 13.

Bien que plus avantageuse au plan économique, cette variante n'offre cependant que des performances techniques inférieures à celles de la solution illustrée dans la mesure où 20 elle engendre des pertes sensibles.

Comme le montre la figure 3, le circuit pilote 14 comprend un convertisseur tension-fréquence CVF commandé par une tension de commande  $V_c$ .

La tension  $V_c$ , qui dépend de la tension continue  $V_0$  de 25 la source principale  $S_0$ , est par ailleurs contrôlée par le régulateur de courant 11 dont le rôle est d'adapter la fréquence  $F_c$  en fonction du courant  $I_1$  circulant dans la boucle de courant BC.

Plus précisément, le régulateur de courant 11 comprend 30 une boucle de rétroaction symboliquement représentée par un convertisseur courant alternatif-tension continue 111 et par un amplificateur 112 dont l'entrée de contre-réaction reçoit, de la part du convertisseur 111, une tension croissant avec l'amplitude du courant alternatif  $I_1$  circulant dans la boucle de 35 courant BC.

Grâce à cet agencement, la fréquence de pompage de charges électriques  $F_c$  est réglée pour donner à l'amplitude du courant alternatif  $I_1$  la valeur souhaitée, qui peut d'ailleurs dépendre de la demande en énergie électrique de l'ensemble du circuit.

Le convertisseur courant-tension CCV de chaque module secondaire, tel que  $S_1$  ou  $S_2$  (figures 3 et 4), comprend un pont redresseur PR branché sur l'enroulement secondaire, tel que  $E_{21}$  ou  $E_{22}$  du transformateur correspondant,  $T_1$  ou  $T_2$ , et un circuit capacitif K.

Le circuit capacitif K est relié à l'enroulement secondaire du transformateur correspondant à travers le pont redresseur PR, qui assure la charge de ce circuit capacitif K à polarité constante.

Chaque module secondaire (figure 4) comprend par ailleurs un régulateur de tension RGV dont le rôle est de réguler en amplitude la tension de sortie continue, telle que  $V_1$  ou  $V_2$ , délivrée par le convertisseur courant-tension CCV.

Par exemple, le régulateur de tension RGV est fonctionnellement constitué par un interrupteur J qui est commandé par un détecteur de seuil DS.

Le détecteur de seuil DS a pour fonction de comparer la tension de charge du circuit capacitif K à une valeur de tension de consigne qui lui est fournie, telle que  $V_{S1}$ , et de commander l'interrupteur J de manière à relier, pour un flux d'énergie, le circuit capacitif K à l'enroulement secondaire du transformateur correspondant, à travers le pont PR, lorsque la tension de charge de ce circuit capacitif K est inférieure à la valeur de consigne  $V_{S1}$ , et de manière à isoler, vis-à-vis du flux d'énergie, le circuit capacitif K de l'enroulement secondaire en court-circuitant ce dernier, lorsque la tension de charge de ce circuit capacitif K atteint la valeur de consigne  $V_{S1}$ , le pont PR étant bloquant et évitant donc la décharge du circuit capacitif K à travers l'interrupteur J fermé.

Comme le comprendra aisément l'homme de l'art, l'agencement de fonctions précédemment décrit peut être mis en oeuvre par des circuits de structures diverses.

En particulier, dans le cas où le pont de redressement PR est non pas formé ou pas intégralement formé de diodes, contrairement à ce qui est habituellement le cas, mais au moins partiellement constitué de deux transistors montés en série entre les bornes de l'enroulement secondaire du transformateur correspondant, de part et d'autre d'une borne du circuit capacitif K et opérant un redressement synchrone à la fréquence du courant primaire, l'interrupteur J peut être constitué de ces deux transistors, dont le basculement simultané à l'état passant remplit la fonction de fermeture de cet interrupteur J.

Dans l'esprit de l'invention, les différents modules secondaires servent à alimenter diverses familles d'organes de consommation d'énergie électriques, regroupés au moins en fonction de leur technologie, de leurs besoins en énergie, et éventuellement de leur implantation dans le véhicule.

A titre d'exemple, un module de 100 volts peut être prévu à l'avant du véhicule pour alimenter les lampes à décharge ; un autre module de 7 volts peut être prévu à l'avant du véhicule pour alimenter les lampes à filament et les calculateurs sous capot ; un troisième module de 14 volts peut être prévu dans l'habitacle du véhicule pour alimenter les organes de puissance moyenne tels que la chaîne Hi-Fi, etc.

Compte tenu de cette diversité, il est en pratique utile de faire en sorte que les rapports de transformation respectifs des différents transformateurs associés aux différents modules secondaires, c'est-à-dire les rapports des nombres de spires des enroulements primaires et secondaires de ces transformateurs, diffèrent les uns des autres, pour certains au moins d'entre eux.

Ainsi, si les nombres de spires des enroulements primaire et secondaire du transformateur  $T_1$  associé au module  $S_1$  sont respectivement  $N_{11}$  et  $N_{21}$ , et si les nombres de spires des



enroulements primaire et secondaire du transformateur  $T_2$  associé au module  $S_2$  sont respectivement  $N_{12}$  et  $N_{22}$ , il est par exemple fait en sorte que les rapports  $N_{11}/N_{21}$  et  $N_{12}/N_{22}$  diffèrent l'un de l'autre.

5 Le circuit de l'invention, qui autorise à utiliser les câbles d'alimentation comme support physique de transmission d'informations par courant porteur, optimise de façon sensible le câblage du véhicule.

10 En outre, par la possibilité qu'il offre de communiquer à l'étage primaire, par courant porteur, une information relative à la demande globale en énergie électrique, le circuit de l'invention ouvre la perspective de permettre une optimisation de son rendement instantané, le courant primaire pouvant alors en effet être régulé à la valeur adéquate pour  
15 délivrer exactement la puissance requise à la tension maximum, sans excès et donc sans pertes inutiles.

On va maintenant décrire avec les figures 5 à 8 plusieurs autres modes de réalisation de l'invention.

20 Dans la réalisation représentée sur la figure 5, dans une boucle de courant 56 conforme à l'invention on prévoit une source 52 autonome d'alimentation supplémentaire en courant continu ou alternatif.

25 On sait qu'une source 52 autonome d'alimentation supplémentaire peut, dans un véhicule, être utilisée pour diverses opérations telles que fournir l'énergie nécessaire au démarrage du véhicule - lorsque la source principale d'énergie du véhicule est désactivée - ou assurer l'alimentation de dispositifs secondaires comme la climatisation.

30 Cette source 52 d'énergie supplémentaire est, par exemple, une pile à combustible, un petit moteur thermique entraînant un alternateur, un organe de récupération de l'énergie thermique perdue du moteur principal (cellule à effet Peltier ou turbine entraînée par les gaz d'échappement), un organe de récupération d'énergie cinétique lors des phases de  
35 freinage ou, même, un autre alternateur.

Dans les véhicules connus, la présence d'une deuxième source d'énergie nécessite la présence d'une protection supplémentaire par fusibles, augmentant les coûts et la complexité du réseau électrique.

5 L'incorporation d'une (ou plusieurs) source(s) supplémentaire(s) dans un circuit 50 conforme à l'invention, n'entraîne pas l'obligation de prévoir une protection supplémentaire par fusible.

10 Dans l'exemple représenté sur la figure 5, la source supplémentaire 52 est incorporée dans le circuit électrique 50 du véhicule en reliant cette source supplémentaire à un module secondaire  $S_N$  disposé dans la boucle 56 de courant.

15 Ce module  $S_N$  comporte, comme les autres modules  $S_1, S_2, \dots, S_{N-1}$  insérés dans la boucle 56, un transformateur à enroulements 51 et 53. Un enroulement 51 dans la boucle 56 constitue, quand la source 52 est active, un enroulement secondaire délivrant de l'énergie à cette boucle 56.

20 Si la source 52 délivre une tension ou un courant continu, on lui adjoint un onduleur (non montré), par exemple placé dans le module  $S_N$ .

Les éléments du circuit électrique 50 tels que le générateur primaire 10 et les modules secondaires  $S_1, S_2, \dots, S_{N-1}$  peuvent être alimentés soit par la source principale  $S_0$  soit par la source supplémentaire 52.

25 Dans la réalisation représentée, les modules secondaires sont alimentés par la source  $A_0$  et/ou la source 52, mais diverses autres combinaisons d'alimentation sont possibles, parmi lesquelles on peut notamment citer :

30 1. Le générateur primaire 10 est alimenté par la source principale  $A_0$  d'alimentation, telle qu'une machine tournante entraînée par le moteur thermique, tandis que plusieurs modules secondaires constituent des alimentations du type du module  $S_N$  avec une source autonome.

35 2. Le générateur primaire 10 est alimenté par une source autonome qui devient une source principale.

Dans ce cas, on peut prévoir qu'une machine tournante entraînée par le moteur du véhicule soit connectée à un module secondaire du type du module  $S_N$ . On peut aussi prévoir une ou plusieurs sources autonomes supplémentaires connectées, chacune, à un module secondaire du type du module  $S_N$ .

3. Le générateur primaire n'est pas alimenté ou n'existe pas. Mais la boucle est alimentée à l'aide d'au moins une source autonome, c'est-à-dire à l'aide d'au moins un module du type  $S_N$ .

Il est à noter que, dans ce contexte, l'étage primaire est alors constitué par le module ou les modules secondaires alimentés par une (ou plusieurs) source(s) autonome(s).

Le stockage d'énergie peut être effectué selon diverses modalités, en particulier :

Dans une première réalisation, on stocke uniquement de l'énergie à l'entrée du circuit primaire, par exemple à l'aide de la batterie BATy.

Dans une autre réalisation, on effectue plusieurs stockages, l'un à l'entrée du circuit primaire et d'autres sur des sorties de certains modules secondaires.

Par ailleurs, il est aussi possible de supprimer le stockage à l'entrée du circuit primaire et de maintenir le stockage en sortie de certains modules secondaires ou, finalement, ne plus stocker d'énergie.

Dans ce dernier cas, la source autonome fournit l'énergie initiale pour le démarrage d'un moteur thermique. Autrement dit, on peut alors se passer de la batterie.

La source supplémentaire 52 peut aussi être mise en service en même temps que la source principale  $A_0$ ,  $S_0$  en cas de défaillance ou insuffisance de cette dernière, par exemple pour compléter l'alimentation destinée à un organe.

Cette source autonome supplémentaire 52 peut également être mise en service lorsque la source principale  $S_0$  n'est pas en fonctionnement, par exemple quand le moteur ne tourne pas et que l'alternateur  $A_0$  ne fournit aucune alimentation.

Par ailleurs la source 52 permet, comme l'alternateur  $A_0$ , de charger des batteries, par exemple la batterie BATy.

Dans une variante (non montrée) une batterie supplémentaire est associée à la source 52. Cette batterie  
5 supplémentaire est alors chargée par la source 52 et/ou par la source principale.

Dans ce cas, des échanges d'énergie peuvent intervenir entre la batterie BATy et la batterie supplémentaire ou la source 52, si celle-ci est une batterie.

10 La présence de source autonome permet de simplifier la gestion de l'énergie stockée dans la batterie utilisée pour assurer le démarrage d'un moteur thermique.

La présence d'au moins une source auxiliaire permet d'assurer la climatisation à l'aide de compresseur(s) à moteur  
15 électrique au lieu de prévoir des compresseurs de type mécanique entraînés par le moteur thermique du véhicule, cette source autonome évitant ainsi de décharger la batterie du véhicule. La source autonome peut également être choisie pour présenter un meilleur rendement qu'un moteur thermique entraînant un  
20 alternateur. En outre, une source autonome peut être moins polluante que le moteur thermique.

Le réseau 50 représenté sur la figure 5 présente les mêmes avantages que les autres modes de réalisation, en particulier une isolation galvanique entre les sous-réseaux  
25 reliés à chaque module  $S_1, S_2, \dots, S_{N-1}$  et le circuit 50.

De ce fait, un court-circuit dans un des sous-réseaux connectés à un module  $S_1, S_2, \dots, S_{N-1}$  n'a pas d'effet sur les autres sous-réseaux ou sur le circuit principal 50.

On va maintenant décrire avec la figure 6  
30 l'utilisation de l'invention dans un véhicule à traction électrique ou hybride. Une telle utilisation est particulièrement appropriée car les normes de sécurité imposent une séparation galvanique entre le(s) réseau(x) électrique(s) à haute tension, assurant l'alimentation du moteur de propulsion  
35 du véhicule, et le(s) réseau(x) électrique(s) à basse tension,

alimentant d'autres organes tels que des ampoules d'éclairage ou signalisation, des essuie-glaces, etc.

Ainsi le réseau 60 représenté sur la figure 6 comprend une source principale 62 délivrant une haute tension (115V dans l'exemple) à un générateur principal 10, à une batterie BATy et à un moteur électrique 68.

Le générateur principal 10 transforme, comme dans les autres modes de réalisation, cette haute tension en un courant alternatif qui circule dans la boucle 56.

Cette boucle 56 de courant alimente des enroulements primaires  $P_1, P_2, \dots, P_{N-1}$  de transformateurs faisant partie de modules secondaires  $S_1, S_2, \dots, S_{N-1}$ , disposés dans la boucle 56.

Ainsi l'isolement galvanique entre les primaires  $P_1, P_2, \dots, P_{N-1}$  et les secondaires des transformateurs des modules  $S_1, S_2, \dots, S_{N-1}$  assure l'isolement galvanique requis par les normes entre le circuit haute tension et le(s) circuit(s) basse tension, relié(s) à la (aux) sortie(s) du (des) module(s) secondaire(s)  $S_1, S_2, \dots, S_{N-1}$ .

Par ailleurs, un circuit conforme à l'invention permet de transmettre des puissances électriques élevées à des organes fortement consommateurs en énergie, telle qu'une climatisation, qui est obligatoirement électrique sur ce type de véhicule. À même section de câble dans la boucle, il est possible, dans l'exemple, de passer 115/14 fois plus de puissance qu'avec un véhicule équipé d'un réseau 14V (ou 115/42 fois plus de puissance qu'avec un véhicule équipé d'un réseau 42V).

Si ce gain en puissance n'est pas nécessaire, le coût de l'installation électrique peut être diminué en diminuant la section des câbles de la boucle.

La figure 7 représente l'utilisation de l'invention dans le cas où la commande de certains organes du véhicule est doublée pour des raisons de sécurité.

On sait que certains organes vitaux au fonctionnement du véhicule ou à la sécurité de ses passagers doivent être protégés contre une éventuelle panne d'alimentation ou une panne

des organes de commande. On peut citer, par exemple, des freins à commande électrique ou une direction sans colonne.

Pour obtenir ce résultat, il est usuel de doubler les alimentations et les circuits transmettant les signaux de commande. Ainsi, les organes vitaux sont reliés à deux actionneurs qui reçoivent les mêmes signaux de commandes et/ou à deux alimentations identiques.

Un seul actionneur et/ou une seule alimentation est (sont) activé(s) à la fois, l'actionneur et/ou l'alimentation redondant(s) n'intervenant qu'en cas de panne du premier actionneur et/ou de la première alimentation.

Dans le mode de réalisation de l'invention montré sur la figure 7, on prévoit pour la redondance de l'alimentation des organes de sécurité du véhicule, deux circuits  $70_1$  et  $70_2$ , reliés à une même source principale  $S_0$ , chacun de ces circuits comprenant un générateur primaire  $10_1$  et  $10_2$ , une boucle de courant  $78_1$  et  $78_2$  et des modules secondaires  $S_{11}, S_{21}, \dots, S_{(N-1)1}$  et  $S_{12}, S_{22}, \dots, S_{(N-1)2}$ .

Le module secondaire  $S_{11}$  du circuit  $70_1$  alimente un organe de commande  $74_1$  pour un dispositif 72 de sécurité du véhicule et le module  $S_{12}$  du circuit  $70_2$  alimente un autre organe de commande  $74_2$  du dispositif 72.

L'organe  $74_2$ , alimenté par le module  $S_{12}$ , est identique à l'organe de commande  $74_1$  alimenté par le module  $S_{11}$ . Si le dispositif est un frein, ces organes  $74_1$  et  $74_2$  sont par exemple des moteurs électriques destinés à l'actionnement du frein, chacun de ces moteurs  $74_1, 74_2$  agissant sur le même arbre 76 de commande du frein.

Ainsi, en cas de défaillance de l'organe  $74_1$ , le deuxième organe  $74_2$  passe d'un état de veille à un état actif et prend le relais de l'organe tombé en panne.

La défaillance d'un actionneur (ou organe de commande) peut être provoquée soit par l'organe  $74_1$  lui-même, soit par la défaillance du générateur  $10_1$  ou d'un élément du module  $S_{11}$ , soit encore par une défaillance de la boucle  $78_1$ . La défaillance

peut aussi être due à une perte des signaux de commande de l'organe 74<sub>1</sub>.

Il convient de rappeler ici que, de façon générale, l'invention assure la sécurité contre les pannes, car la  
5 défaillance d'un module secondaire (mise à part la coupure de l'enroulement primaire d'un transformateur) n'a pas d'effet sur les autres modules secondaires connectés sur la même boucle.

Dans une autre réalisation de l'invention, représentée sur la figure 8, un circuit d'alimentation électrique comprend  
10 des dispositifs permettant de faire varier le nombre de modules secondaires disposés dans une boucle 80 de courant d'un circuit électrique conforme à l'invention.

A cet effet, on prévoit des couples 90 de connecteurs mâles 82 et femelles 84 complémentaires. Ces couples 90 sont  
15 prévus sur le conducteur 80 de la boucle de courant.

Pour introduire un module secondaire S<sub>i</sub>, on sépare (figure 8a) le conducteur mâle 82 du connecteur femelle 84 et on joint le connecteur femelle 84<sub>i</sub> (figure 8b) du module S<sub>i</sub> au connecteur mâle 82 du conducteur 80. De même, on associe le  
20 connecteur femelle 84 du conducteur 80 au connecteur mâle 82<sub>i</sub> du module S<sub>i</sub>.

Le courant peut ainsi circuler dans la boucle 80 de courant et dans l'enroulement 88 du nouveau module secondaire S<sub>i</sub>.

Dans un mode de réalisation (non montré), le véhicule  
25 comporte au moins deux boucles de courant. Le nombre de boucles de courant peut être fonction de la disposition des divers organes du véhicule. Par exemple, une boucle alimente les organes se trouvant sous le capot du véhicule, c'est-à-dire dans le compartiment moteur, et une autre boucle alimente les organes  
30 se trouvant dans l'habitacle.

Le choix du nombre des boucles peut également être effectué en fonction des protocoles de communication utilisant des courants porteurs. À titre d'exemple, une boucle alimente  
35 les organes dialoguant selon le protocole VAN et une autre

boucle est prévue pour alimenter les organes dialoguant selon le protocole CAN.

Selon une autre réalisation, au moins un module secondaire est capable de fournir plusieurs tensions continues, le transformateur correspondant, comprenant par exemple plusieurs enroulements secondaires ayant des nombres de spires différents. Dans ces conditions, on peut limiter le nombre de modules secondaires puisque le même module peut alimenter divers types d'organes à des tensions différentes.

Il est également important de noter que certains organes pouvant être alimentés directement en courant alternatif, il n'est pas indispensable que chaque module secondaire comporte une source de tension ou de courant continu. En particulier les lampes à filament ou certaines résistances, notamment des résistances de chauffage, peuvent être alimentées en courant alternatif.

Dans une variante du circuit décrit en relation avec la figure 4, l'interrupteur J destiné à interrompre l'alimentation en courant continu ou la charge en courant continu n'est plus disposé, comme c'est le cas sur la figure 4, aux bornes d'un enroulement secondaire  $E_{21}$  mais aux bornes d'un enroulement primaire  $E_{11}$ .



## REVENDEICATIONS

1. Circuit d'alimentation électrique pour véhicule automobile, caractérisé en ce qu'il comporte un étage primaire (10) alimenté par une source d'énergie principale, cet étage primaire délivrant un courant alternatif à une boucle de courant (BC ; 50 ; 60 ; 70 ; 80) alimentant au moins un enroulement primaire d'un transformateur, un convertisseur de courant alternatif en courant ou tension continu étant associé à l'enroulement secondaire du transformateur de façon à constituer une source auxiliaire de courant ou tension continu.
2. Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source d'énergie principale comporte une machine tournante, telle qu'un alternateur(  $A_0$ ).
3. Circuit selon la revendication 2, caractérisé en ce que la machine tournante alimente une source continue ( $S_0$ , BATy) en amont du circuit primaire.
4. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la boucle de courant est utilisée pour transmettre des signaux d'information.
5. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la boucle de courant comporte un enroulement constituant le secondaire (51) d'un transformateur dont le primaire (53) est alimenté par une source d'énergie électrique supplémentaire (52).
6. Circuit selon la revendication 5, caractérisé en ce que la source d'énergie électrique supplémentaire et/ou la source principale comporte un élément de stockage d'énergie, et en ce que le courant est tel qu'il permet des échanges énergétiques entre la source principale et la source supplémentaire.
7. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le véhicule automobile étant du type à traction électrique, la source d'énergie principale (62) est agencée pour tirer son énergie de la source d'alimentation du moteur électrique de traction (68), cette

source d'alimentation du moteur alimentant directement, sans passer par la boucle de courant, ce moteur électrique de traction, la source auxiliaire ( $S_1, \dots, S_{N-1}$ ) de courant ou tension continu étant destinée à l'alimentation d'au moins un  
5 autre organe du véhicule.

8. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la source d'énergie principale ( $A_0, S_0$ ) alimente un deuxième étage primaire ( $10_2$ ) délivrant un courant alternatif à une seconde boucle de courant  
10 ( $78_2$ ) qui alimente le primaire d'un second transformateur dont le secondaire alimente un second organe de commande ( $74_2$ ) identique à un premier organe de commande ( $74_1$ ) alimenté par le secondaire du transformateur de la première boucle de courant ( $78_1$ ), ce second organe étant destiné à remplacer le premier en  
15 cas de panne de celui-ci.

9. Circuit selon la revendication 8, caractérisé en ce que le premier et le second organes sont destinés à commander un dispositif de sécurité (72) du véhicule tel qu'un dispositif de freinage.

20 10. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux boucles de courant destinées à alimenter des organes de natures diverses, par exemple les uns dans le compartiment moteur et les autres dans l'habitacle.

25 11. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un convertisseur de courant alternatif en tension(s) ou en courant(s) continu(s) comporte plusieurs sorties de tension(s) et/ou de courant(s) continu(s) de préférence de valeurs différentes.

30 12. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la boucle de courant comporte une pluralité de connecteurs complémentaires (90) qui, associés, assurent la continuité de la boucle (80) et, séparés, permettent l'introduction d'un enroulement d'un transformateur dans le  
35 circuit primaire.

13. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enroulement secondaire du transformateur alimente directement en courant alternatif un organe du véhicule tel qu'une lampe à filament ou une résistance électrique.

14. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le générateur primaire (10) de courant alternatif comprend un régulateur de courant (11) propre à contrôler en amplitude le courant ( $I_1$ ) circulant dans la boucle de courant (BC).

15. Circuit selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étage primaire (10) de courant alternatif comprend un circuit résonnant (12) monté en série dans la boucle de courant (BC) et entretenu en oscillations par pompage de charges électriques prélevées à une fréquence déterminée ( $F_c$ ) sur un circuit de stockage de charges (Q) relié à la source principale ( $S_0$ ) de tension continue.

16. Circuit selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'étage primaire (10) de courant alternatif comprend un pont de transistors (13) et un circuit pilote (14), le pont de transistors (13) étant relié au circuit de stockage de charges (Q) et au circuit résonnant (12) pour transférer au circuit résonnant (12) les charges électriques prélevées du circuit de stockage de charges (Q), et chaque paire de transistors (131, 133 ; 132, 134) du pont de transistors (13) adoptant un état de conduction cycliquement variable, commandé par un signal de sortie ( $S_{14}$ ) du circuit pilote (14), ayant la fréquence déterminée ( $F_c$ ).

17. Circuit selon la revendication 16, caractérisé en ce que le circuit pilote (14) comprend un convertisseur tension-fréquence (CVF), commandé par une tension de commande ( $V_c$ ) dépendant de la tension continue ( $V_0$ ) de la source principale ( $S_0$ ), pour délivrer le signal de sortie ( $S_{14}$ ) à la fréquence déterminée ( $F_c$ ), et en ce que le régulateur de courant (11) comprend une boucle de rétroaction (111, 112) propre à modifier

la tension de commande ( $V_C$ ) du convertisseur tension-fréquence (CVF) en fonction du courant ( $I_1$ ) circulant dans la boucle de courant (BC).

18. Circuit selon l'une quelconque des  
5 revendications précédentes, caractérisé en qu'au moins un module secondaire ( $S_1, S_2$ ) comprend un régulateur de tension (RGV) propre à réguler en amplitude la tension de sortie continue ( $V_1, V_2$ ) du convertisseur courant-tension (CCV).

19. Circuit selon la revendication 18, caractérisé  
10 en ce que le convertisseur courant-tension (CCV) comprend un pont redresseur (PR) branché sur l'enroulement secondaire ( $E_{21}, E_{22}$ ) du transformateur ( $T_1, T_2$ ), et un circuit capacitif (K) relié à l'enroulement secondaire ( $E_{21}, E_{22}$ ) par une liaison électrique à travers le pont redresseur (PR), ce pont redresseur  
15 (PR) chargeant ce circuit capacitif (K).

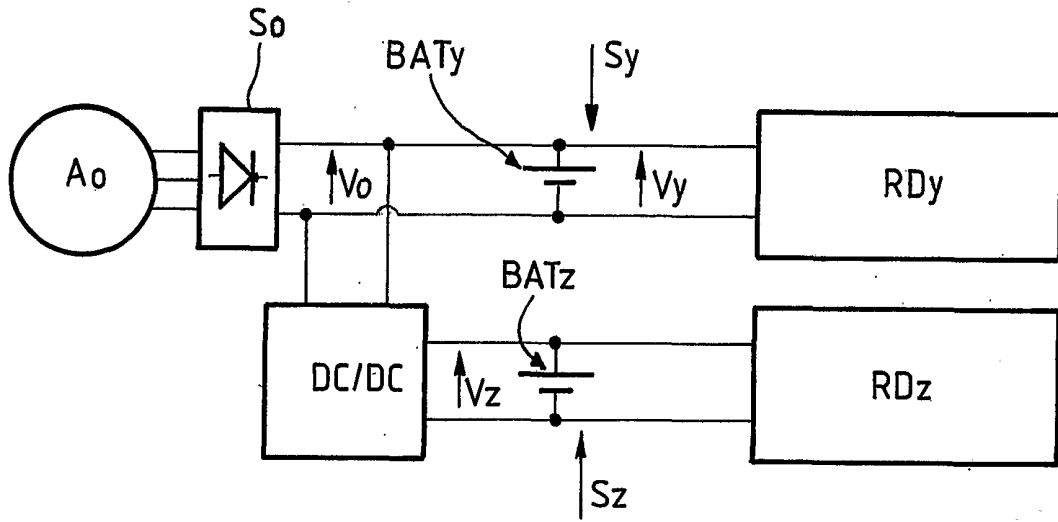
20. Circuit selon la revendication 19, caractérisé  
en ce que le régulateur de tension (RGV) comprend un détecteur de seuil (DS) comparant la tension de charge du circuit capacitif (K) à une valeur de tension prédéterminée ( $V_{S1}, V_{S2}$ ),  
20 et un moyen de commutation (J) commandé par le détecteur de seuil (DS) pour court-circuiter sélectivement l'enroulement secondaire ( $E_{21}, E_{22}$ ) lorsque la tension de charge du circuit capacitif (K) atteint la valeur de tension prédéterminée ( $V_{S1}, V_{S2}$ ).

21. Circuit selon l'une quelconque des  
25 revendications précédentes, caractérisé en que la boucle secondaire comporte un premier et un second transformateurs ( $T_1, T_2$ ) qui ont des rapports de transformation respectifs ( $N_{11}/N_{21}; N_{12}/N_{22}$ ), qui diffèrent l'un de l'autre.

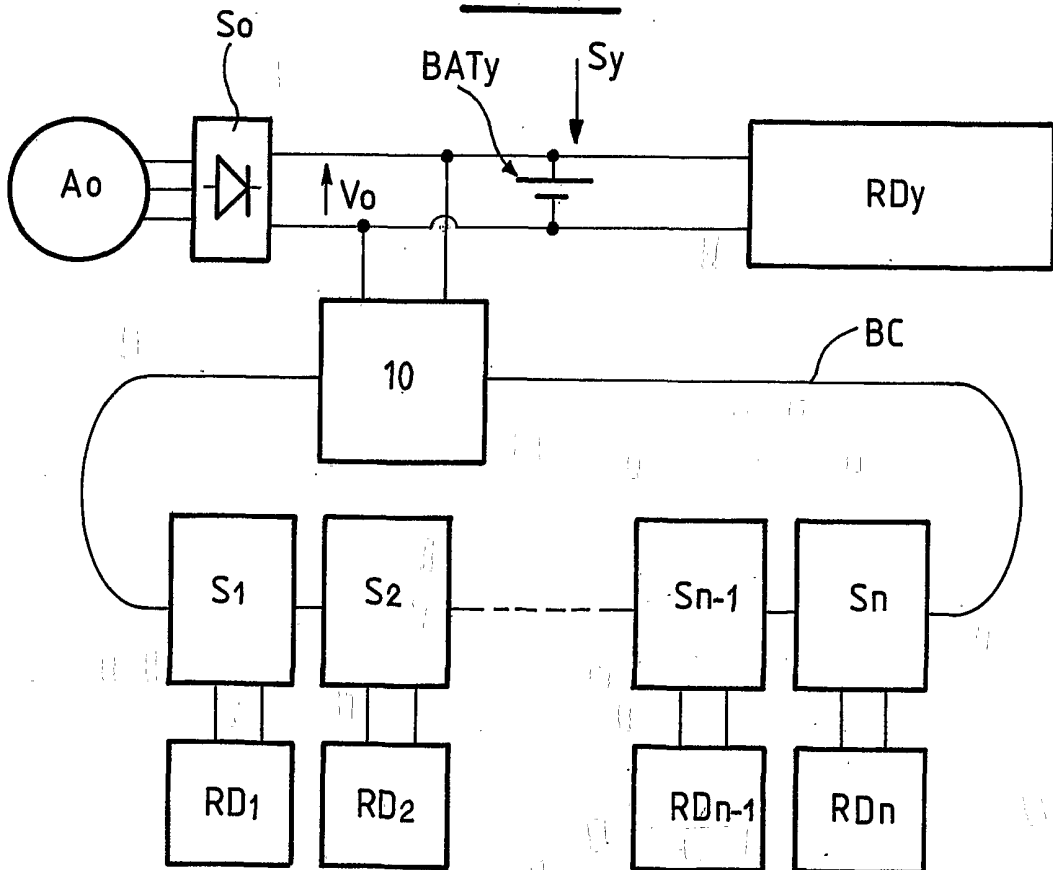
22. Circuit selon la revendication 15, caractérisé  
30 en ce que le circuit de stockage de charges (Q) comprend au moins un condensateur.

1/5

FIG\_1



FIG\_2



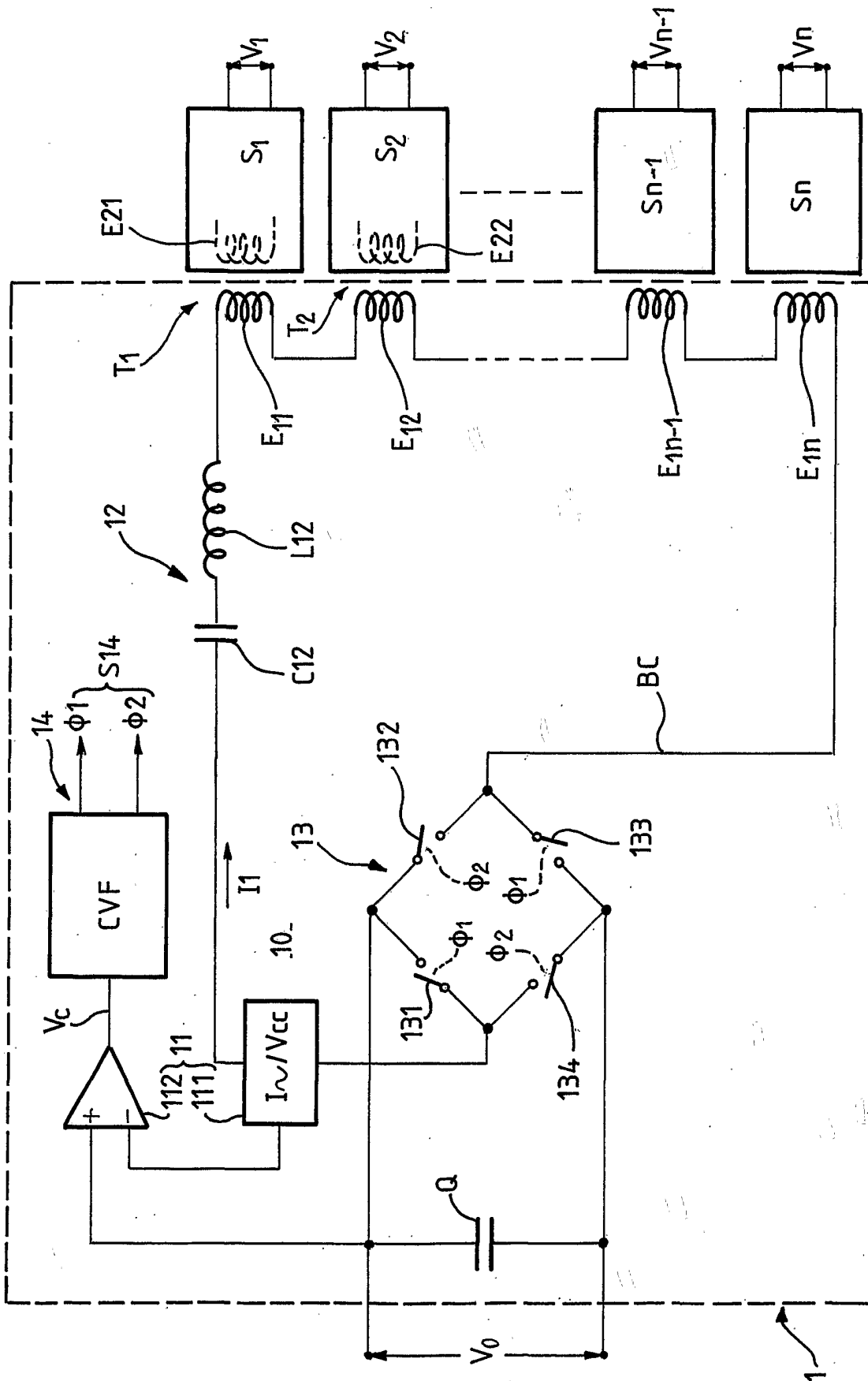
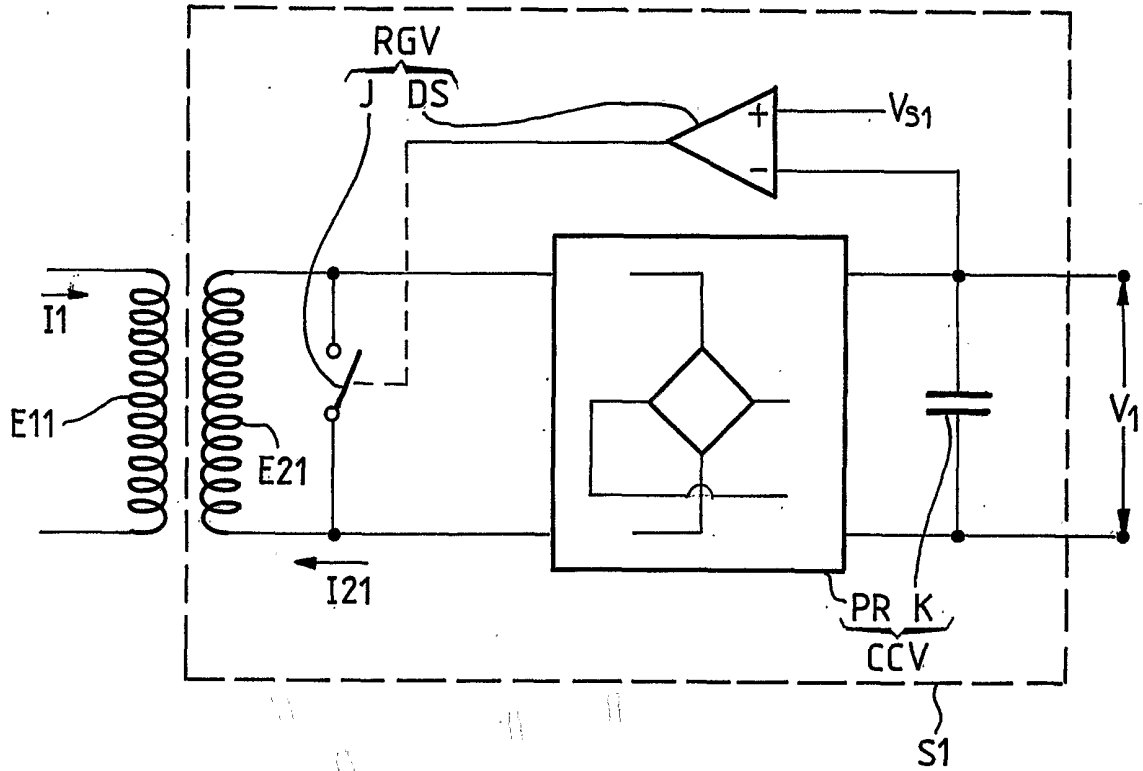
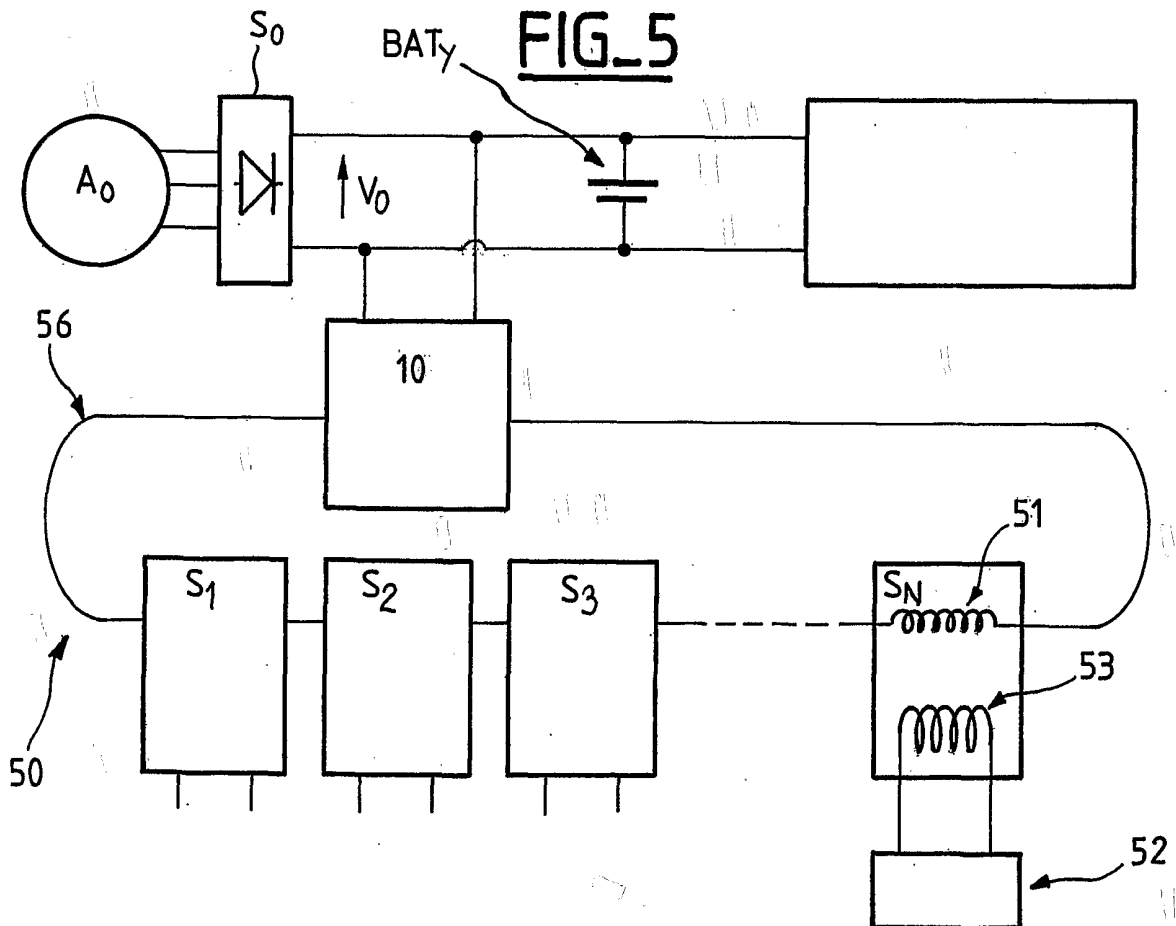


FIG-3

3/5  
**FIG\_4**

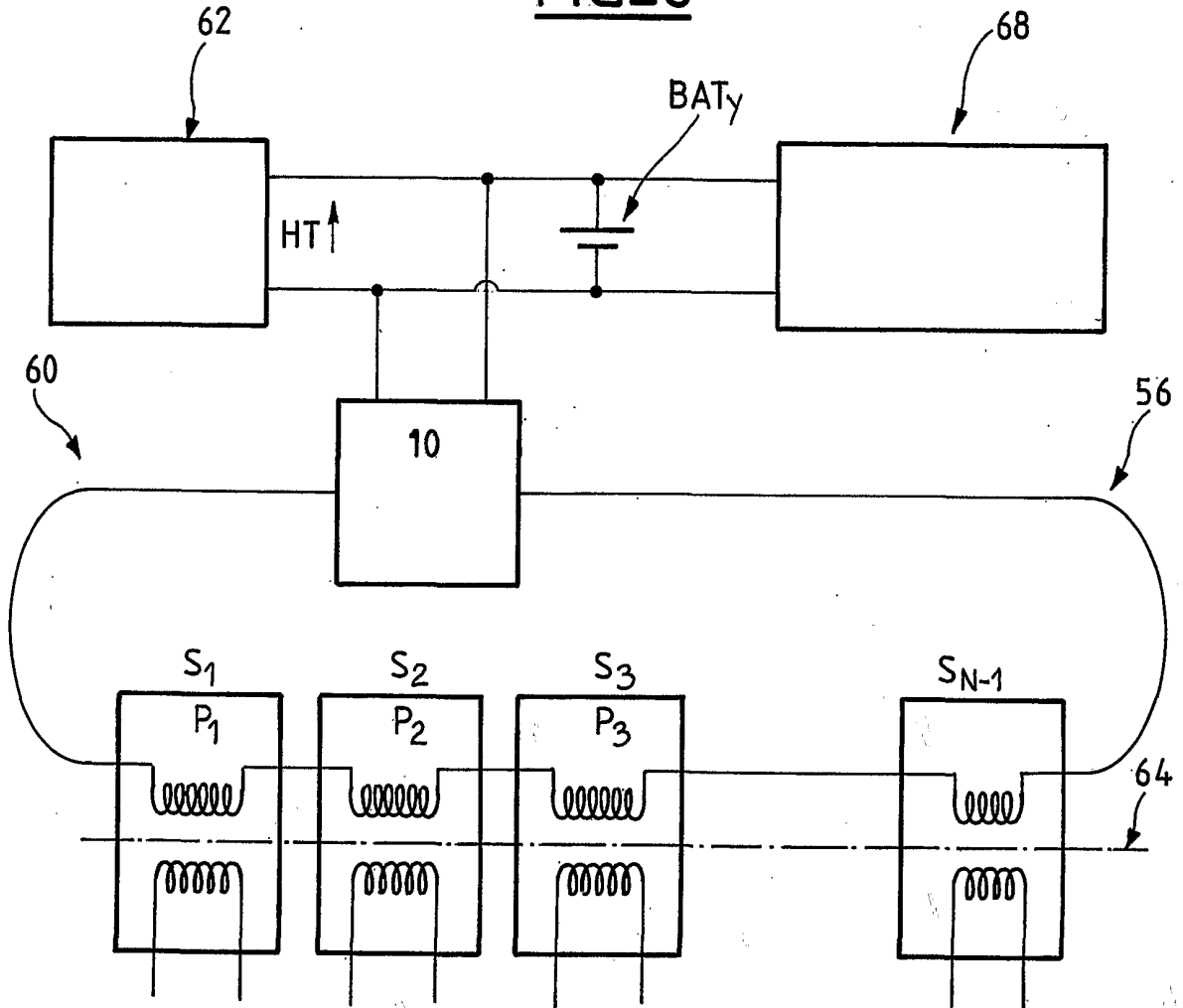


**FIG\_5**



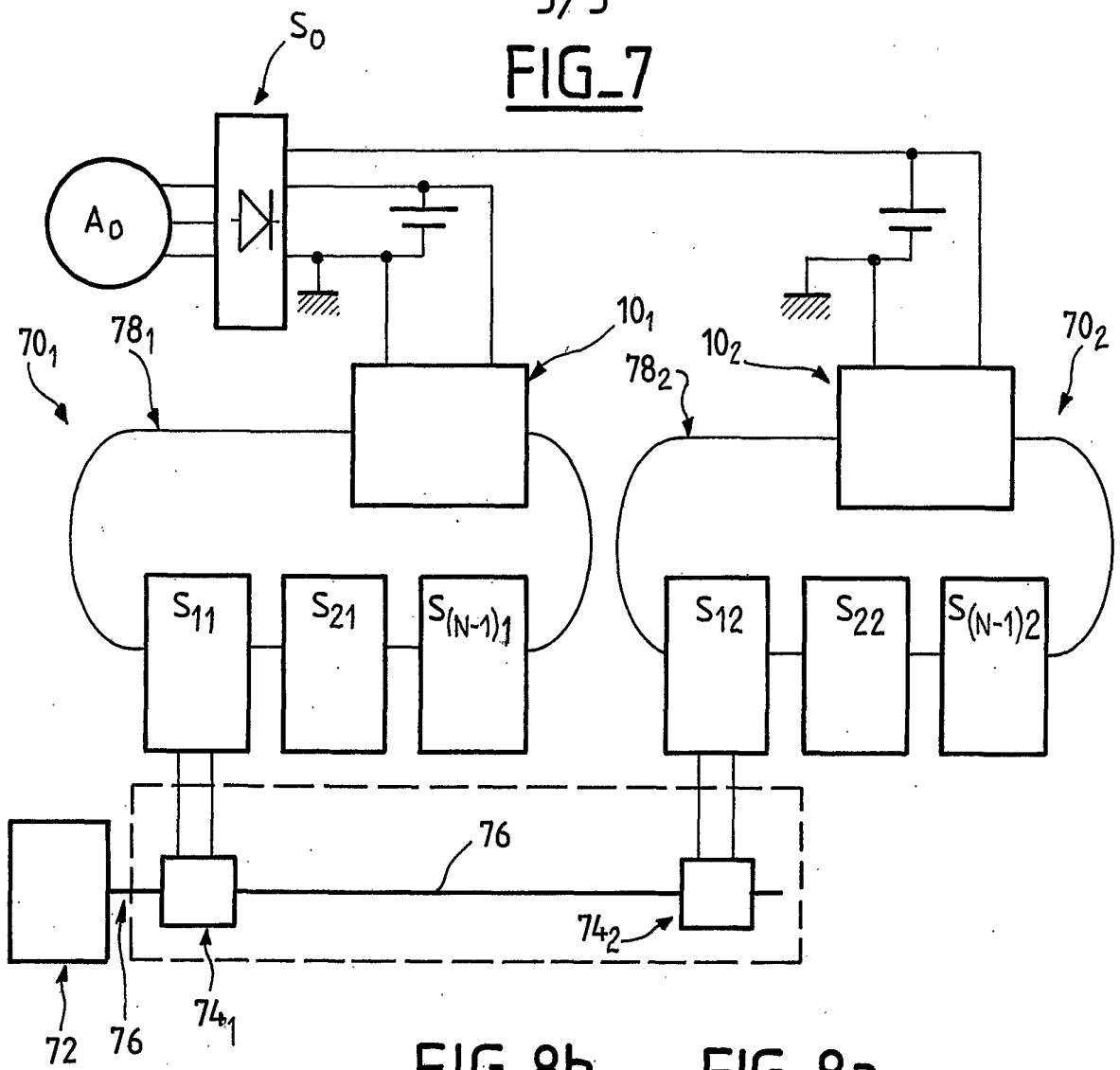
4/5

FIG\_6



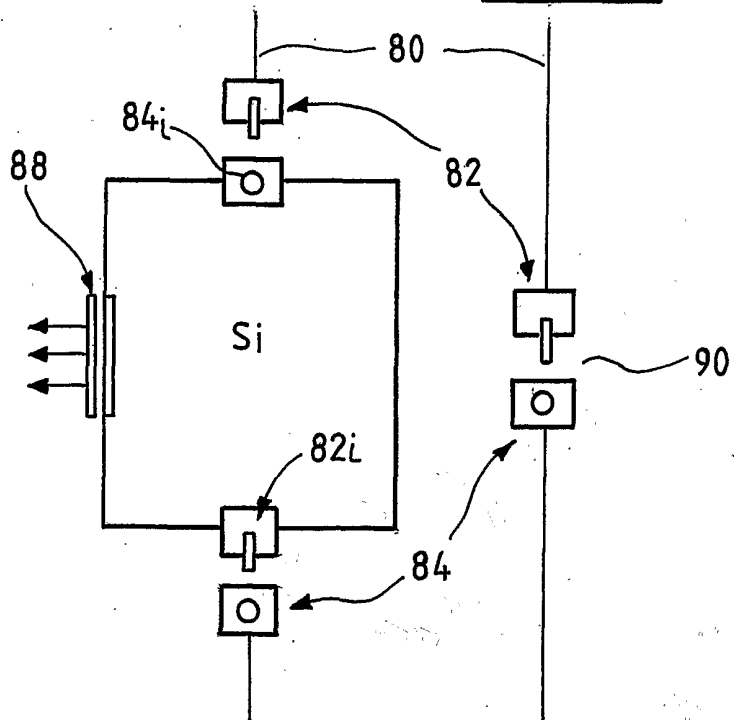


5/5  
FIG\_7



FIG\_8b

FIG\_8a



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 II  
 1st Application No  
 PCT/FR 01/00902

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 B60L15/20 H02M3/335 H02M3/337

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 B60L H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                        | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X          | DE 199 13 115 A (FUJI ELECTRIC CO LTD)<br>21 October 1999 (1999-10-21)                                    | 1-3,5-7               |
| Y          | the whole document  | 14,15                 |
| Y          | US 4 761 727 A (KAMMILLER NEIL)<br>2 August 1988 (1988-08-02)<br>column 3, line 39 - line 68; figures 1,2 | 14,15                 |
| X          | US 5 982 645 A (MABBOUX HENRI ET AL)<br>9 November 1999 (1999-11-09)<br>abstract; figure 2                | 1,5                   |
| A          | US 5 848 659 A (LUTZ DIETER ET AL)<br>15 December 1998 (1998-12-15)<br>the whole document                 | 1-3,5-7               |
|            | -/--  |                       |

 Further documents are listed in the continuation of box C.

 Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 August 2001

Date of mailing of the international search report

29 /08/2001

Name and mailing address of the ISA

 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Thisse, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In:          onal Application No

PCT/FR 01/00902

| Patent document cited in search report |   | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|---|------------------|-------------------------|------------------|
| DE 19913115                            | A | 21-10-1999       | JP 11275766 A           | 08-10-1999       |
|  |   |                  | JP 11299003 A           | 29-10-1999       |
|  |   |                  | US 6081434 A            | 27-06-2000       |
| -----                                  |   |                  |                         |                  |
| US 4761727                             | A | 02-08-1988       | NONE                    |                  |
| -----                                  |   |                  |                         |                  |
| US 5982645                             | A | 09-11-1999       | US 5414609 A            | 09-05-1995       |
|  |   |                  | US 5592137 A            | 07-01-1997       |
|  |   |                  | WO 9501669 A            | 12-01-1995       |
|  |   |                  | MX 9305168 A            | 30-06-1994       |
|  |   |                  | WO 9405076 A            | 03-03-1994       |
|  |   |                  | US 5521811 A            | 28-05-1996       |
|  |   |                  | MX 9305166 A            | 31-05-1994       |
|  |   |                  | WO 9408346 A            | 14-04-1994       |
| -----                                  |   |                  |                         |                  |
| US 5848659                             | A | 15-12-1998       | DE 4311230 A            | 06-10-1994       |
|  |   |                  | BR 9405628 A            | 08-09-1999       |
|  |   |                  | WO 9422689 A            | 13-10-1994       |
|  |   |                  | EP 0691908 A            | 17-01-1996       |
|  |   |                  | JP 8508392 T            | 03-09-1996       |
| -----                                  |   |                  |                         |                  |

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Dema nationale No  
PCT/FR 01/00902

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 B60L15/20 H02M3/335 H02M3/337

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 B60L H02M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

| Catégorie ° | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                       | no. des revendications visées |
|-------------|--|-------------------------------|
| X           | DE 199 13 115 A (FUJI ELECTRIC CO LTD)<br>21 octobre 1999 (1999-10-21)   | 1-3,5-7                       |
| Y           | le document en entier<br>---   | 14,15                         |
| Y           | US 4 761 727 A (KAMMILLER NEIL)<br>2 août 1988 (1988-08-02)<br>colonne 3, ligne 39 - ligne 68; figures<br>1,2<br>--- | 14,15                         |
| X           | US 5 982 645 A (MABBOUX HENRI ET AL)<br>9 novembre 1999 (1999-11-09)<br>abrégé; figure 2<br>---                      | 1,5                           |
| A           | US 5 848 659 A (LUTZ DIETER ET AL)<br>15 décembre 1998 (1998-12-15)<br>le document en entier<br>-----                | 1-3,5-7                       |

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

29 août 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29. 08. 2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Thisse, S

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs à ... mbres de familles de brevets

Demar ... rnationale No  
PCT/FR 01/00902

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
| DE 19913115 A                                   | 21-10-1999             | JP 11275766 A                           | 08-10-1999             |
|   |                        | JP 11299003 A                           | 29-10-1999             |
|   |                        | US 6081434 A                            | 27-06-2000             |
| -----   |                        |   |                        |
| US 4761727 A                                    | 02-08-1988             | AUCUN                                   |                        |
| -----   |                        |   |                        |
| US 5982645 A                                    | 09-11-1999             | US 5414609 A                            | 09-05-1995             |
|   |                        | US 5592137 A                            | 07-01-1997             |
|   |                        | WO 9501669 A                            | 12-01-1995             |
|   |                        | MX 9305168 A                            | 30-06-1994             |
|   |                        | WO 9405076 A                            | 03-03-1994             |
|   |                        | US 5521811 A                            | 28-05-1996             |
|   |                        | MX 9305166 A                            | 31-05-1994             |
|   |                        | WO 9408346 A                            | 14-04-1994             |
| -----   |                        |   |                        |
| US 5848659 A                                    | 15-12-1998             | DE 4311230 A                            | 06-10-1994             |
|   |                        | BR 9405628 A                            | 08-09-1999             |
|   |                        | WO 9422689 A                            | 13-10-1994             |
|   |                        | EP 0691908 A                            | 17-01-1996             |
|   |                        | JP 8508392 T                            | 03-09-1996             |
| -----   |                        |   |                        |