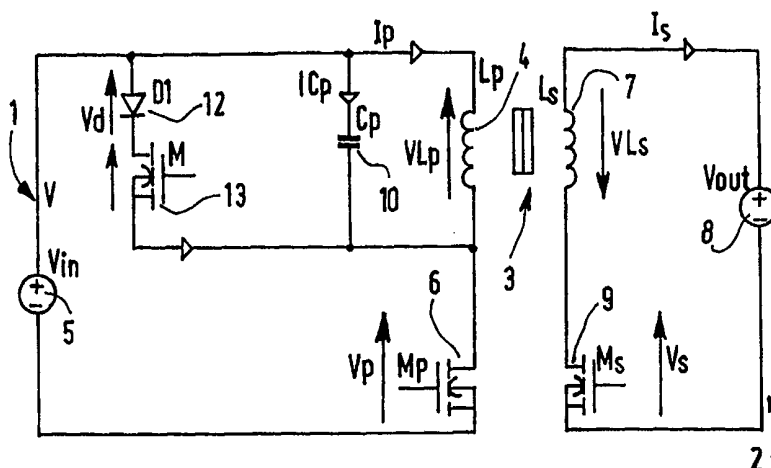


DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : H02M 3/335	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 99/34501 (43) Date de publication internationale: 8 juillet 1999 (08.07.99)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/02854</p> <p>(22) Date de dépôt international: 23 décembre 1998 (23.12.98)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 97/16348 23 décembre 1997 (23.12.97) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): SEXTANT AVIONIQUE [FR/FR]; Aéroport de Villacoublay, F-78140 Vélizy Villacoublay (FR).</p> <p>(72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): TAURAND, Christophe [FR/FR]; Thomson-CSF Propriété Intellectuelle, Dépt. Brevets, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR).</p> <p>(74) Mandataire: THOMSON-CSF PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE; Dépt. Brevets, 13, avenue du Président Salvador Allende, F-94117 Arcueil Cedex (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: CA, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>	

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING DC/DC VOLTAGE CONVERTER WITH INDUCTION STORAGE

(54) Titre: PROCEDE DE COMMANDE D'UN CONVERTISSEUR DE TENSION CONTINU-CONTINU A STOCKAGE INDUCTIF



(57) Abstract

The invention concerns a method for controlling a DC/DC voltage converter with storage by induction, operating according to energy transfer cycles between a primary source (5) and a secondary source (8), each cycle comprising a period for accumulating magnetic energy in an induction element (3) from the primary source, followed by a period for restoring said energy. The invention is characterised in that it consists in introducing in the operating cycle an energetically neutral phase of such duration that the converter operates at a predetermined frequency.

(57) Abrégé

L'invention concerne un procédé de commande d'un convertisseur de tension continu-continu à stockage inductif, fonctionnant selon des cycles de transfert d'énergie entre une source primaire (5) et une source secondaire (8), chaque cycle comprenant une période d'accumulation d'énergie magnétique dans un élément inductif (3) à partir de la source primaire, suivie d'une période de restitution de cette énergie dans la source secondaire, caractérisé par le fait que l'on introduit dans le cycle de fonctionnement une phase énergétiquement neutre d'une durée telle que le convertisseur fonctionne à fréquence prédéterminée.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

PROCEDE DE COMMANDE D'UN CONVERTISSEUR DE TENSION CONTINU-CONTINU A STOCKAGE INDUCTIF

5 La présente invention concerne un procédé de commande d'un convertisseur de tension continu-continu, ou hacheur, à stockage inductif. Plus particulièrement, l'invention concerne un tel procédé qui, de façon connue, fonctionne selon des cycles de transfert d'énergie entre une source primaire et une source secondaire, chaque cycle comprenant une période
10 d'accumulation d'énergie magnétique dans un élément inductif à partir de la source primaire, suivie d'une période de restitution de cette énergie dans la source secondaire

Les convertisseurs de tension continu-continu à stockage inductif comportent un élément de stockage inductif placé entre un circuit primaire à interrupteur commandé intercalé devant une source d'alimentation et un
15 circuit secondaire à interrupteur intercalé devant une charge. Le circuit primaire assure, par la manoeuvre de son interrupteur, le contrôle des cycles de fourniture d'énergie de la source d'alimentation à l'élément de stockage inductif tandis que le circuit secondaire assure le contrôle des cycles de
20 fourniture d'énergie de l'élément de stockage inductif à la charge.

A l'origine, ces convertisseurs de tension continu-continu utilisaient une fréquence de hachage fixe et ne possédaient pas de régulation de leur tension de sortie. La fréquence de hachage fixe était une caractéristique intéressante lors de l'alimentation de charges sensibles au bruit
25 radioélectrique car le bruit radioélectrique du convertisseur restait cantonné dans une faible bande autour de sa fréquence de hachage et il était possible, en déplaçant cette fréquence de hachage, de parvenir à minimiser l'influence du bruit radioélectrique du convertisseur sur sa charge en tenant compte des fréquences sensibles de cette dernière. Par contre, l'absence de
30 régulation de la tension de sortie était très souvent gênante dans la mesure où celle-ci était sujette à des fluctuations importantes en fonction des variations de la puissance absorbée par la charge et des variations de tension de la source d'alimentation.

Dans un premier temps, on a été amené à prévoir, en sortie des
35 convertisseurs de tension continu-continu à stockage inductif, une régulation de tension par ballast pour les charges sensibles aux variations de tension

d'alimentation. Mais il en est résulté une perte de rendement importante. Pour résoudre ce problème, on a équipé, dans un deuxième temps, les convertisseurs de tension continu-continu à stockage inductif d'asservissements de régulation de leur tension de sortie qui jouent essentiellement sur la durée de leur cycle de fourniture d'énergie à leur élément de stockage inductif.

Il existe un grand nombre de types d'asservissements de régulation de tension de sortie pour convertisseurs continu-continu à stockage inductif. Parmi les plus aboutis, on peut citer celui décrit dans la demande de brevet français FR-A-2 729 516. Ces asservissements de régulation de tension de sortie donnent, de manière générale, satisfaction et améliorent le rendement dans une grande proportion. Cependant, ils entraînent une variation de la fréquence de hachage en fonction de la puissance absorbée par la charge et de la tension de la source d'alimentation. Cette variation de fréquence de hachage produit un élargissement de la bande de bruit du convertisseur rendant les problèmes de parasitage radioélectrique des charges plus difficiles à résoudre. En outre, elle induit des variations du rendement qui diminuent lorsque la fréquence de hachage augmente.

On connaît bien, dans la technique antérieure, notamment par le brevet allemand DE-44 38 387, des convertisseurs de tension continu-continu à stockage inductif et asservissement de la tension de sortie, qui fonctionnent à fréquence fixe mais ceux-ci posent à la fois des problèmes de rendement et de bruits radioélectriques par le fait qu'ils sont le siège de grandes impulsions de courant.

Ces convertisseurs comportent, comme à l'habitude, un élément de stockage inductif, un circuit primaire à interrupteur commandé intercalé entre une source d'alimentation et l'élément de stockage inductif et un circuit secondaire à interrupteur intercalé entre l'élément de stockage inductif et une charge. Ils présentent en plus, dans leur circuit primaire, un détecteur de surcourant qui provoque l'ouverture de l'interrupteur commandé en cas de surcourant, et dans leur circuit secondaire un dispositif de mise en court-circuit des bornes de l'élément de stockage inductif déclenché en fonction de la tension instantanée apparaissant aux bornes de la charge. La régulation de la tension aux bornes de la charge est obtenue ici en déplaçant la transition entre les périodes d'accumulation et de restitution d'énergie depuis l'élément de stockage inductif au cours de chaque cycle de hachage de durée constante. Pour ce faire, on provoque, dans le circuit secondaire, plus

ou moins tôt dans chaque période d'accumulation d'énergie dans l'élément de stockage inductif, c'est-à-dire pendant la conduction de l'interrupteur commandé du circuit primaire, un court-circuit qui entraîne un surcourant dans le circuit primaire et déclenche l'ouverture de l'interrupteur commandé par le détecteur de surcourant. Cette impulsion de surcourant à chaque cycle de hachage dégrade le rendement et augmente le bruit radioélectrique du convertisseur.

La présente invention vise notamment à pallier ces inconvénients et, plus particulièrement, à fournir un convertisseur de tension continu-continu à stockage inductif, et régulation de tension de sortie, ayant, par rapport à ceux de l'art antérieur, un niveau de bruit radioélectrique moindre, dans une bande de fréquence plus réduite, et un meilleur rendement sur une plus grande plage de fonctionnement, à la fois en ce qui concerne la tension et la puissance absorbée par la charge.

A cet effet, l'invention a tout d'abord pour objet un procédé de commande d'un convertisseur de tension continu-continu à stockage inductif fonctionnant selon des cycles de transfert d'énergie entre une source primaire et une source secondaire, chaque cycle comprenant une période d'accumulation d'énergie magnétique dans un élément de stockage inductif à partir de la source primaire, suivie d'une période de restitution de cette énergie dans la source secondaire et comportant pour ce faire, outre ledit élément de stockage inductif, un circuit primaire à interrupteur intercalé entre la source primaire et l'élément de stockage inductif et un circuit secondaire à interrupteur intercalé entre l'élément de stockage inductif et la source secondaire. Dans ce procédé de commande, on introduit au sein d'un cycle de transfert d'énergie, entre la période d'accumulation d'énergie magnétique dans l'élément de stockage inductif et la période de restitution à la source secondaire, de l'énergie magnétique accumulée dans l'élément de stockage inductif, une phase énergétiquement neutre pendant laquelle l'élément de stockage inductif conserve son énergie, les interrupteurs des circuits primaire et secondaire étant ouverts et des moyens assurant une tension électrique nulle aux bornes de l'élément de stockage inductif, cette phase énergétiquement neutre ayant une durée au sein d'un cycle de transfert d'énergie telle que le convertisseur fonctionne à fréquence prédéterminée.

Ce procédé de commande permet de fixer comme on l'entend la largeur de la plage de variation de la fréquence de hachage du

5 convertisseur, tout en permettant la mise en oeuvre des perfectionnements décrits dans la document FR-A-2 729 516. On conserve ainsi les avantages liés à ces perfectionnements, avec en outre, une nouvelle amélioration du rendement obtenue par abaissement des pertes magnétiques et de commutation, la fréquence pouvant être maintenue à un niveau plus faible, sans augmentation des courants.

10 En particulier, on adoptera généralement une fréquence de fonctionnement constante correspondant à celle du document précité pour les conditions de tension d'entrée minimale et de charge maximale qui procurent le meilleur rendement.

Un autre avantage de fonctionner à fréquence constante est de pouvoir synchroniser le convertisseur avec d'autres fonctions. On peut ainsi réduire les parasites, les bruits ou les battements de fréquence.

15 Il est également possible, avec une fréquence de fonctionnement constante, de réaliser des filtres d'entrée accordés sur cette fréquence.

De préférence, on débute ladite phase énergétiquement neutre à un passage à 0 de la tension aux bornes de l'inductance magnétisante de l'élément inductif.

20 De préférence également, on débute ladite phase énergétiquement neutre alors que le courant traversant l'inductance magnétisante est le plus faible possible.

25 Si cette phase doit débiter lors d'un passage à 0 de la tension, on a en effet le choix au cours du cycle entre deux instants. On choisira donc celui où le courant est minimum pour minimiser le courant circulant dans l'élément assurant une tension nulle aux bornes de l'élément inductif.

Dans un mode de réalisation particulier, on court-circuite ledit élément inductif à l'aide d'un transistor MOS disposé en série avec une diode, la fermeture du transistor étant commandée à un instant où la diode est polarisée en inverse.

30 L'invention a également pour objet un convertisseur de tension continu-continu à stockage inductif, comprenant un élément de stockage inductif, un circuit primaire à interrupteur intercalé entre une source primaire de fourniture d'énergie et ledit élément de stockage inductif, et un circuit secondaire à interrupteur intercalé entre l'élément de stockage inductif et une source secondaire de restitution d'énergie, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens de court-circuit pour court-circuiter ledit élément de

35

stockage inductif, et des moyens pour commander lesdits moyens de court-circuit de manière à introduire dans le fonctionnement du convertisseur des phases de fonctionnement énergétiquement neutres pendant lesquelles l'élément de stockage inductif conserve une énergie constante, les interrupteurs des circuits primaire et secondaire étant ouverts.

Dans un mode de réalisation particulier, ledit élément de couplage inductif comprend un enroulement primaire appartenant audit circuit primaire, lesdits moyens de court-circuit comprenant un interrupteur disposé en parallèle sur ledit enroulement primaire.

Dans un autre mode de réalisation particulier, ledit élément de couplage inductif comprend un enroulement secondaire appartenant audit circuit secondaire, lesdits moyens de court-circuit comprenant un interrupteur disposé en parallèle sur ledit enroulement secondaire.

Dans encore un autre mode de réalisation particulier, ledit élément de couplage inductif comprend un enroulement auxiliaire indépendant des circuits primaire et secondaire, lesdits moyens de court-circuit comprenant un interrupteur disposé en parallèle sur ledit enroulement auxiliaire.

On décrira maintenant, à titre d'exemple non limitatif, des modes de réalisation particuliers de l'invention, en référence aux dessins schématiques annexés dans lesquels:

- la figure 1 est un schéma électronique d'un convertisseur selon un premier mode de réalisation de l'invention;

- la figure 1a est une modélisation du transformateur représenté à la figure 1;

- les figures 2-1 à 2-6 illustrent les six phases du cycle de fonctionnement du convertisseur de la figure 1;

- la figure 3 représente l'évolution du courant dans l'inductance magnétisante et de la tension aux bornes du primaire du transformateur au cours de ce cycle;

- la figure 4 est un diagramme énergétique représentant l'évolution au cours du cycle de la tension aux bornes de l'inductance magnétisante et du courant la traversant; et

- les figures 5 et 6 sont des schémas similaires à celui de la figure 1 de deux autres modes de réalisation.

On voit à la figure 1 un convertisseur de tension continu-continu comprenant de façon connue un circuit primaire 1 et un circuit secondaire 2 couplés par un transformateur 3. Le circuit primaire 1 comprend, en série avec l'enroulement primaire 4 du transformateur 3, une source de tension 5, ici un générateur, et un transistor MOS de commande 6. De même, le circuit secondaire 2 comprend, en série avec l'enroulement secondaire 7 du transformateur 3, une source de tension 8, ici une charge filtrée, et un transistor MOS de commande 9. Un condensateur 10 est disposé en parallèle sur l'enroulement primaire 7, également de façon connue.

On voit à la figure 1a le transformateur 3 modélisé comme un transformateur parfait avec uniquement l'inductance magnétisante 11 du transformateur, de valeur L_m vue du milieu magnétisant. N_p et N_s étant le nombre de spires des enroulements primaire et secondaire respectivement, I_p et I_s le courant dans ces enroulements, le courant magnétisant a pour valeur

$$IL_m = N_p I_p + N_s I_s$$

On notera par ailleurs V_{in} et V_{out} les tensions aux bornes des sources 5 et 8.

Selon l'invention, le circuit primaire 1 comprend en outre, en parallèle sur l'enroulement primaire 4, une diode 12 et un transistor MOS 13 dont le fonctionnement sera décrit ci-après.

Cette description du fonctionnement du convertisseur de la figure 1 sera faite en référence aux figures 2-1 à 2-6. Les transistors MOS seront, dans ces figures, modélisés par leurs condensateurs et diodes parasites pendant les phases d'ouverture, et comme des courts-circuits pendant leurs phases de fermeture. Les diodes parasites seront elles-mêmes considérées comme idéales, c'est-à-dire comme des courts-circuits lorsqu'elles conduisent, et comme des circuits ouverts lorsqu'elles sont bloquées. Enfin, la diode 12 est modélisée comme une capacité en parallèle avec une diode idéale.

La première phase de fonctionnement (figure 2-1), d'une durée T_{on} , est celle du stockage de l'énergie dans le transformateur 3 à partir de la source 5. Le MOS primaire 6 est fermé quand la tension à ses bornes s'annule à la fin de la phase précédente, ce qui permet une commutation douce. Les MOS 9 et 13 sont ouverts et la diode 12 conduit.

Au cours de cette première phase, le courant magnétisant varie de I_{on1m} , négatif, à I_{on2m} , positif. La tension aux bornes de l'inductance magnétisante demeure constante à la valeur V_{in}/N_p (figure 4). La diode parasite du MOS 6 conduit tant que le courant I_p dans le circuit primaire est négatif. La détection d'une valeur de consigne I_{on2p} provoque l'ouverture du MOS 6, qui débute la phase 2, représentée à la figure 2-2.

Pendant cette deuxième phase, de durée T_r , tous les MOS sont ouverts. L'ouverture du MOS 6 provoque une résonance entre l'inductance primaire L_p et le condensateur C_{eqp} équivalent à tous les condensateurs du circuit ramené au primaire.

Au cours de cette phase, l'énergie est constante, et donc

$$I_{Lm}^2 * Z_{eqm} + V_{Lm}^2 = \text{Constante}$$

et le point de fonctionnement du convertisseur décrit un arc de cercle sur la figure 4. La détection du passage à 0v de la tension V_s aux bornes de l'enroulement secondaire provoque la fermeture du MOS 9, et le début de la troisième phase.

Cette phase 3 est celle de la restitution au secondaire de l'énergie stockée, pendant un temps T_{off} . Le MOS 6 est ouvert et le MOS 13 est fermé (La diode 12 est polarisée en inverse, de sorte que le courant dans le MOS 13 est nul).

Pendant cette phase, la tension V_{Lm} aux bornes de l'inductance magnétisante est constante à la valeur $-V_{out}/N_s$ (figure 4), et le courant I_{Lm} décroît de I_{off1m} à I_{off2m} (figure 3). La détection d'une valeur de consigne en I_{off2s} provoque l'ouverture du MOS 9 et le début de la phase 4.

L'ouverture du MOS 9 entraîne une résonance. Le courant I_{Ls} continue à circuler et charge la capacité C_s du circuit vue du secondaire. Le MOS 6 est ouvert et le MOS 13 fermé.

Au cours de cette phase, le point du diagramme de la figure 4 décrit un arc de cercle comme au cours de la phase 2, et la tension V_{Ls} augmente au fur et à mesure de la charge du condensateur par le courant I_{Ls} , jusqu'à ce que la diode 12 devienne passante, interrompant ainsi la résonance et débutant la cinquième phase au bout d'un temps T_{f1} (figure 5).

Au cours de cette phase de veille, les deux MOS 6 et 9 sont ouverts, et le MOS 13 fermé. La diode 12 est passante, imposant une tension nulle aux bornes de l'enroulement primaire 4. Ainsi, le transformateur 3 garde une

énergie constante au cours de cette phase, qui est donc neutre du point de vue énergétique.

Le courant I_{Lm} dans l'inductance magnétisante est constant, et la tension à ses bornes est nulle. Le point de fonctionnement sur le diagramme de la figure 4 est fixe, sur l'axe vertical des intensités. On observera que cette phase de veille aurait pu être déclenchée à l'autre point du diagramme à tension nulle, mais le courant de court-circuit aurait été plus élevé.

La durée T_v de cette phase de veille est réglée de telle sorte que

$$T = T_{on} + T_r + T_{off} + T_{f1} + T_v + T_{f2}$$

soit constante et égale à la période de découpage, T_{f2} étant la durée de la sixième phase qui sera décrite ci-après. C'est cette phase de veille qui permet de fonctionner à fréquence constante.

Lorsque la durée T_v est atteinte, le MOS 13 est commandé à l'ouverture, par des moyens non représentés susceptibles de calculer cette durée, et la phase de résonance reprend. Tous les MOS sont ouverts. Le point de fonctionnement sur le diagramme de la figure 4 poursuit l'arc de cercle de la phase 4.

La détection du passage à 0 de la tension du MOS 6 provoque le début de la phase 1 d'un nouveau cycle.

On observera ici que la fermeture du MOS 13 est commandée par tout moyen convenable en même temps que celle du MOS 9. Il s'agit là d'une simple disposition pratique, cette fermeture pouvant être commandée à tout instant des phases 3 et 4.

Les figures 5 et 6 illustrent deux autres modes de réalisation, dont les fonctionnements sont équivalents à celui de la figure 1.

Dans la figure 5, le MOS 15 de commande de la durée du cycle et sa diode 16 en série sont connectés en parallèle sur l'enroulement 7 du secondaire du transformateur, pour le court-circuiter pendant la phase de veille.

Dans la figure 6, le transformateur comporte un troisième enroulement 17. Le transistor MOS 18 de commande de la durée du cycle et sa diode 19 sont ici connectés sur cet enroulement pour le court-circuiter pendant la phase de veille.

REVENDEICATIONS

5 1- Procédé de commande d'un convertisseur de tension continu-
continu à stockage inductif fonctionnant selon des cycles de transfert
d'énergie entre une source primaire et une source secondaire, chaque cycle
comprenant une période d'accumulation d'énergie magnétique dans un
élément de stockage inductif (3) à partir de la source primaire (5), suivie
10 d'une période de restitution de cette énergie dans la source secondaire (8) et
comportant pour ce faire, outre ledit élément de stockage inductif (3), un
circuit primaire à interrupteur (6) intercalé entre la source primaire (5) et
l'élément de stockage inductif (3), et un circuit secondaire à interrupteur (9)
intercalé entre l'élément de stockage inductif (3) et la source secondaire (8),
15 ledit procédé de commande étant caractérisé par le fait que l'on introduit
dans le cycle de fonctionnement une phase énergétiquement neutre pendant
laquelle l'élément de stockage inductif (3) conserve son énergie, les
interrupteurs (6,9) des circuits primaire et secondaire étant ouverts et des
moyens assurant le maintien d'une tension nulle aux bornes de l'élément de
20 stockage inductif (3), cette phase énergétiquement neutre ayant une durée
au sein d'un cycle de transfert d'énergie telle que le convertisseur fonctionne
à fréquence prédéterminée.

2- Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite fréquence
prédéterminée est la fréquence de fonctionnement à tension minimum et
charge maximum.

25 3- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans
lequel on débute ladite phase énergétiquement neutre à un passage à 0 de
la tension aux bornes de l'inductance magnétisante de l'élément de stockage
inductif.

30 4- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans
lequel on débute ladite phase énergétiquement neutre alors que le courant
traversant l'inductance magnétisante est le plus faible possible.

5- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans
lequel, en vue d'introduire ladite phase énergétiquement neutre, on court-
circuitte ledit élément inductif.

35 6- Procédé selon la revendication 5, dans lequel on court-circuitte ledit
élément inductif à l'aide d'un transistor MOS disposé en série avec une

diode, la fermeture du transistor étant commandée à un instant où la diode est polarisée en inverse.

5 7- Convertisseur de tension continu-continu à stockage inductif, comprenant un élément de stockage inductif (3), un circuit primaire à interrupteur (6) intercalé entre une source primaire (5) de fourniture d'énergie et ledit élément de stockage inductif (3), et un circuit secondaire à interrupteur intercalé entre ledit élément de stockage inductif (3) et une source secondaire (8) de restitution d'énergie, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens de court-circuit (12,13; 15,16; 18,19) pour court-circuiter ledit élément de stockage inductif (3), et des moyens pour commander lesdits moyens de court-circuit de manière à introduire dans le fonctionnement du convertisseur des phases de fonctionnement énergétiquement neutres pendant lesquelles l'élément de stockage inductif (3) conserve son énergie, les interrupteurs (6,9) des circuits primaire et secondaire étant ouverts.

15 8- Convertisseur selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit élément de stockage inductif (3) est un élément de couplage inductif entre les circuits primaire et secondaire comprenant un enroulement primaire (4) appartenant audit circuit primaire, lesdits moyens de court-circuit comprenant un interrupteur (13) disposé en parallèle sur ledit enroulement primaire.

20 9- Convertisseur selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit élément de stockage inductif (3) est un élément de couplage inductif entre les circuits primaire et secondaire comprenant un enroulement secondaire (7) appartenant audit circuit secondaire, lesdits moyens de court-circuit comprenant un interrupteur (15) disposé en parallèle sur ledit enroulement secondaire.

25 10- Convertisseur selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit élément de stockage inductif (3) est un élément de couplage inductif entre les circuits primaire et secondaire comprenant un enroulement auxiliaire(17) indépendant des circuits primaire et secondaire, lesdits moyens de court-circuit comprenant un interrupteur (18) disposé en parallèle sur ledit enroulement auxiliaire.

30

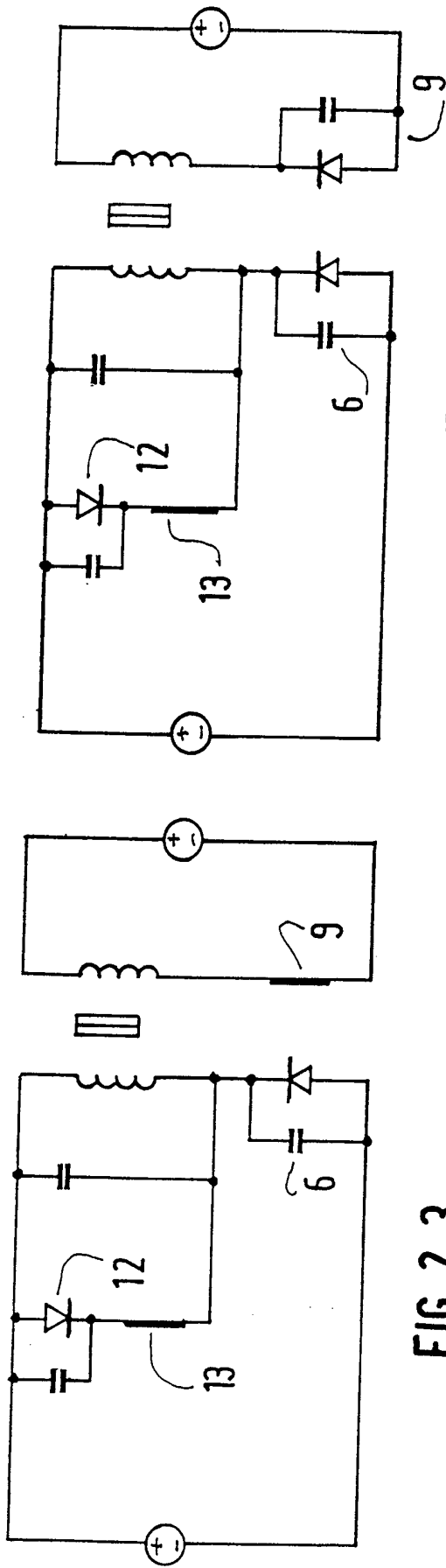


FIG. 2.3

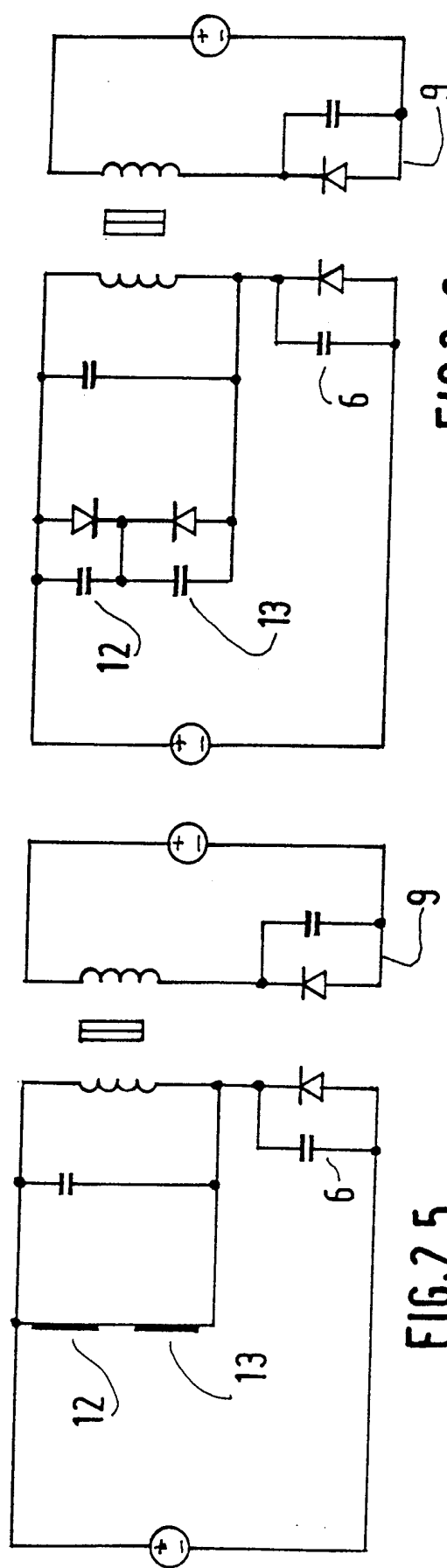


FIG. 2.5

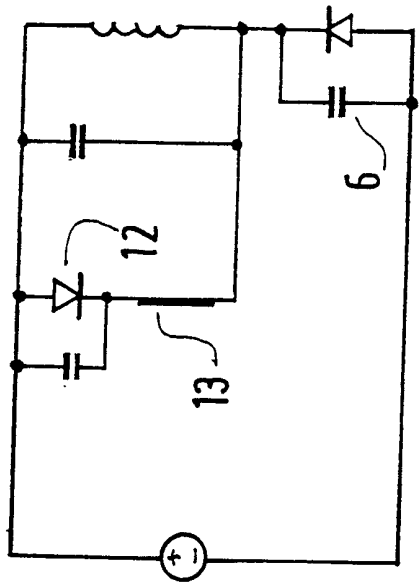


FIG. 2.4

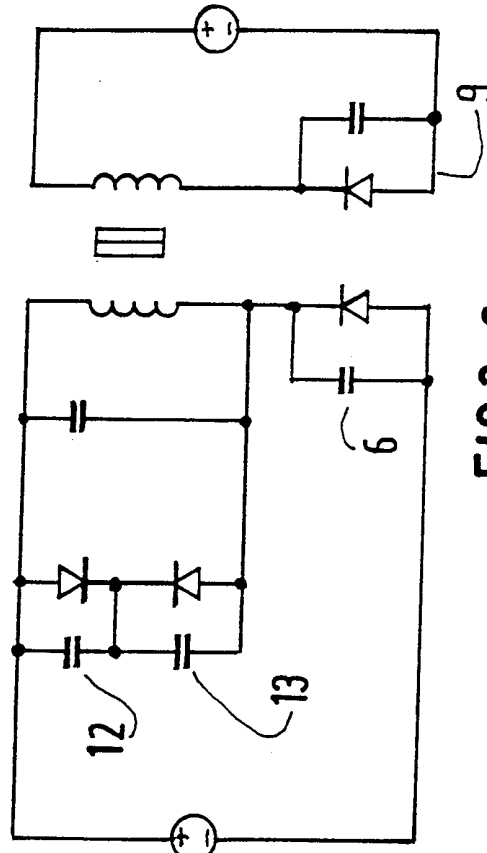


FIG. 2.6

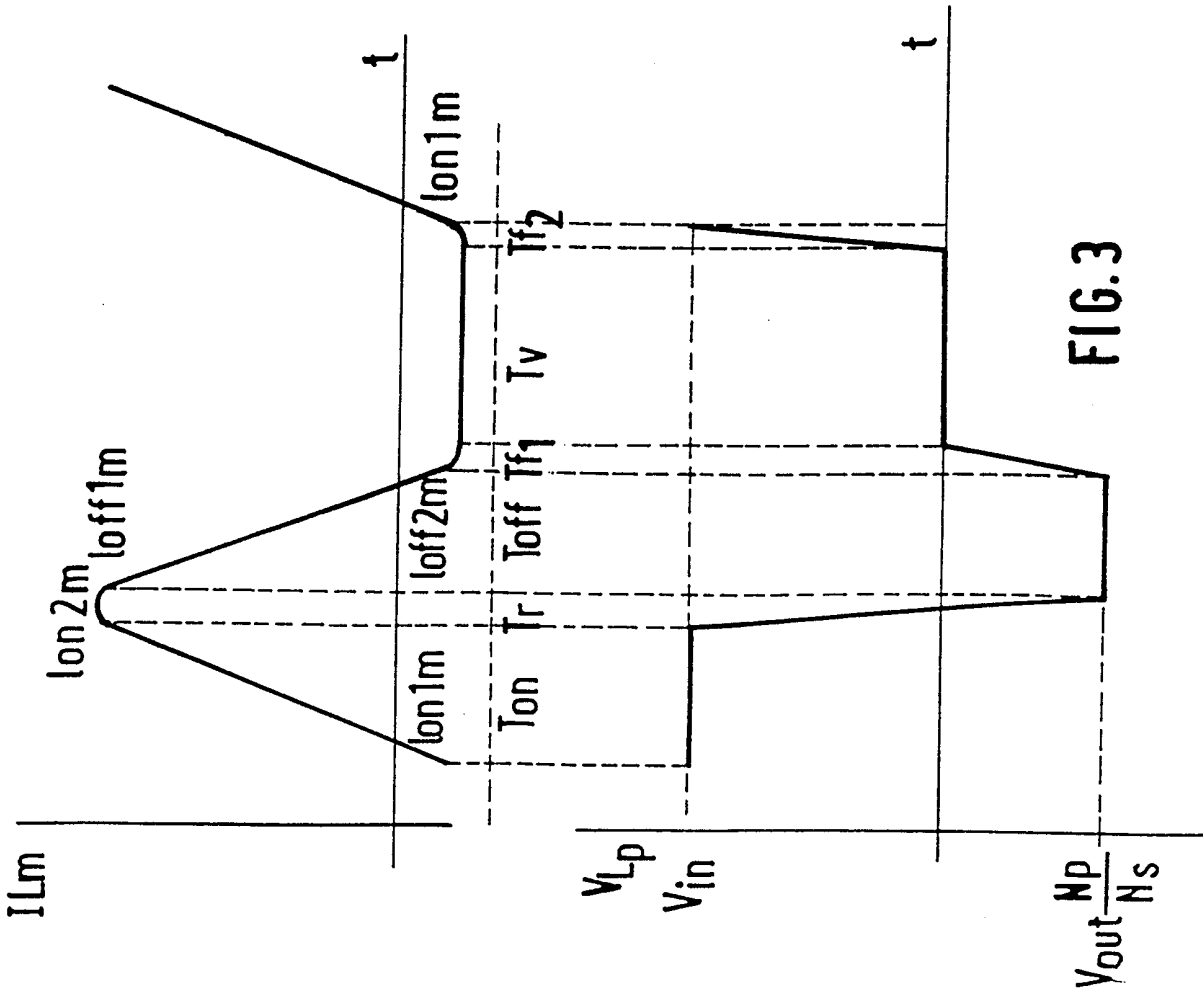


FIG. 3

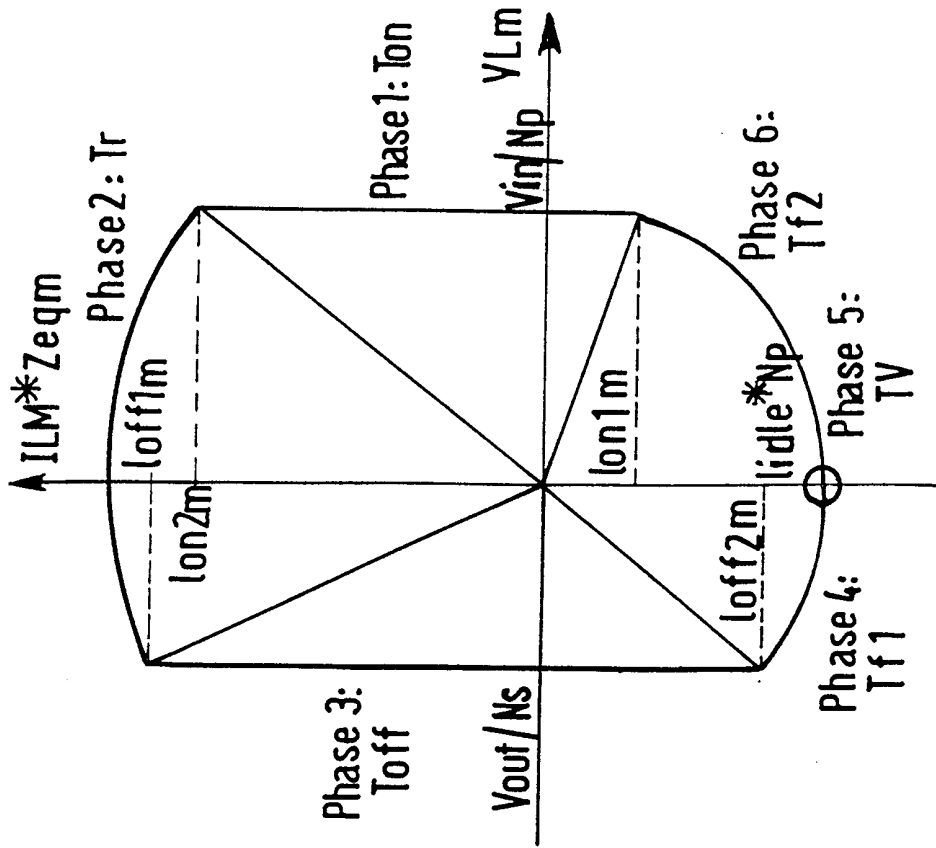


FIG. 4

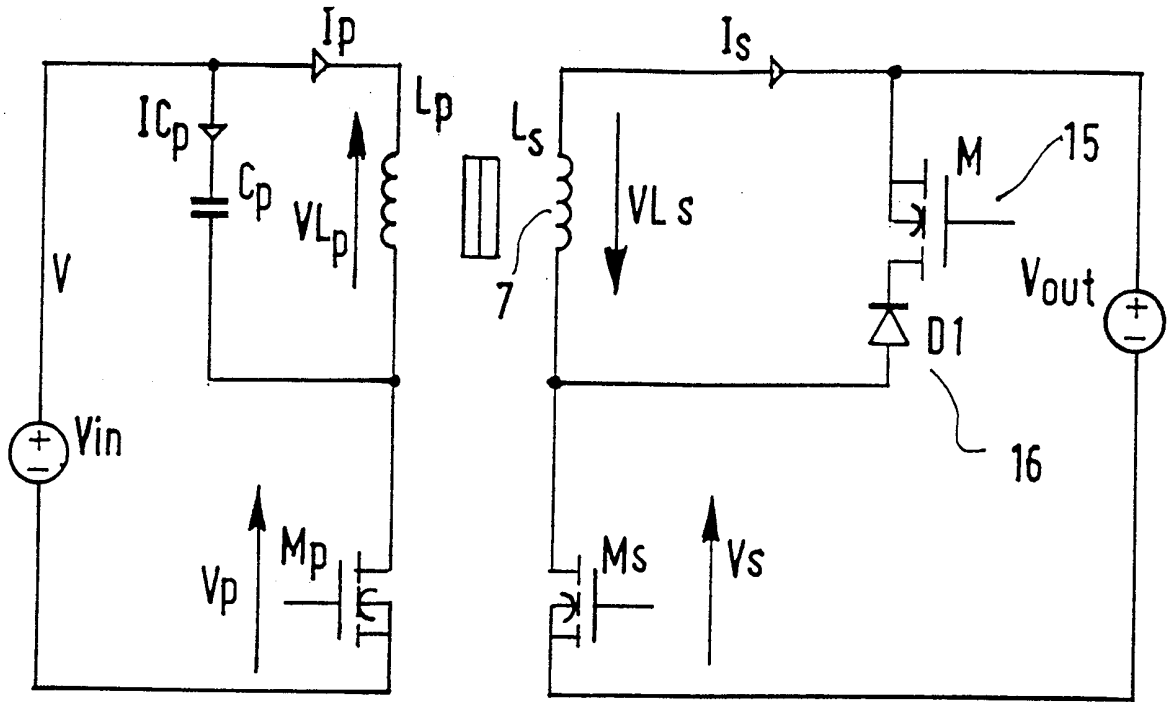


FIG. 5

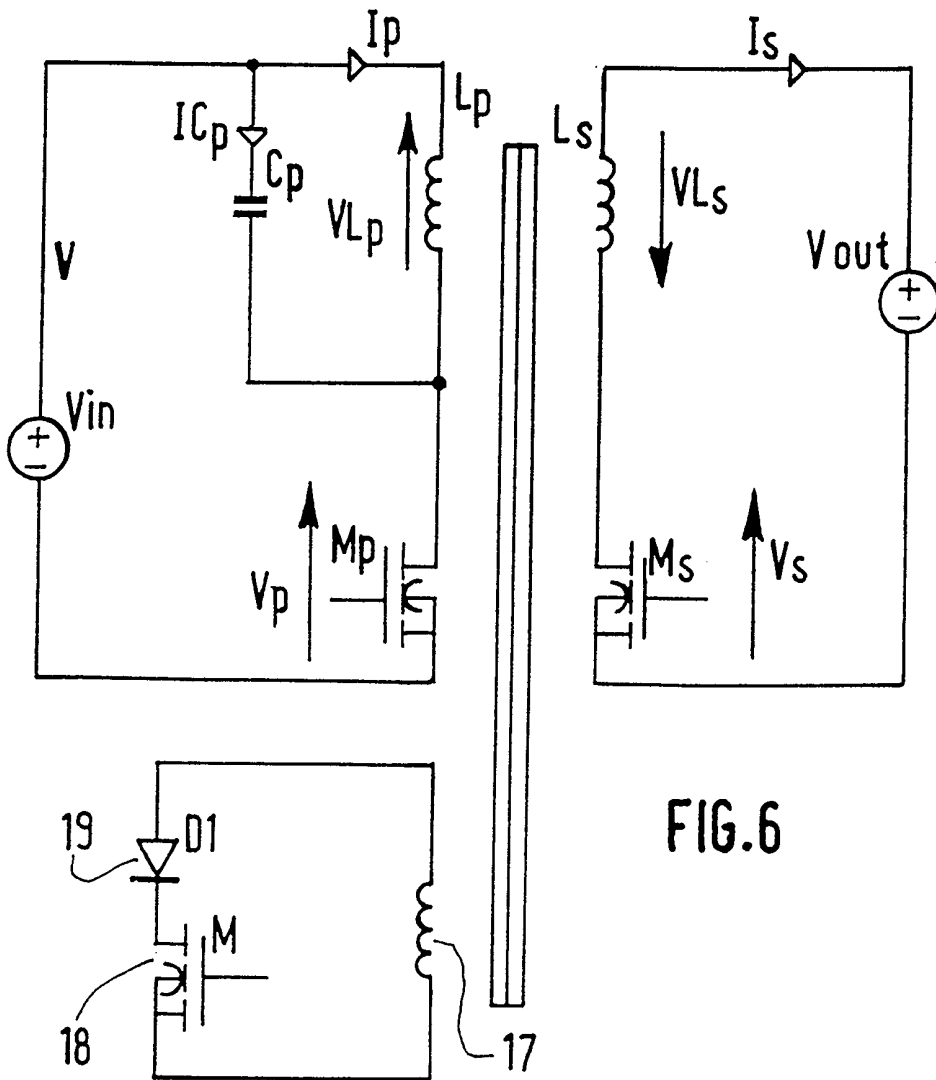


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 98/02854

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H02M3/335

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 6 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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 44 38 387 A (ANT NACHRICHTENTECH) 2 May 1996 see the whole document ---	1,7
A	EP 0 767 529 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 9 April 1997 see abstract; figure 1 ---	1,7
A	FR 2 729 516 A (SEXTANT AVIONIQUE) 19 July 1996 cited in the application see abstract; figure 3 -----	1,7

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

30 March 1999

Date of mailing of the international search report

09/04/1999

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

Gentili, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 98/02854

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4438387 A	02-05-1996	NONE	
EP 0767529 A	09-04-1997	JP 9163740 A US 5774345 A	20-06-1997 30-06-1998
FR 2729516 A	19-07-1996	EP 0722211 A JP 8275513 A US 5745351 A	17-07-1996 18-10-1996 28-04-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Dem. Internationale No
PCT/FR 98/02854

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 H02M3/335

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 6 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)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE 44 38 387 A (ANT NACHRICHTENTECH) 2 mai 1996 voir le document en entier ---	1,7
A	EP 0 767 529 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 9 avril 1997 voir abrégé; figure 1 ---	1,7
A	FR 2 729 516 A (SEXTANT AVIONIQUE) 19 juillet 1996 cité dans la demande voir abrégé; figure 3 -----	1,7

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

30 mars 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

09/04/1999

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

Gentili, L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 98/02854

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 4438387 A	02-05-1996	AUCUN	
EP 0767529 A	09-04-1997	JP 9163740 A US 5774345 A	20-06-1997 30-06-1998
FR 2729516 A	19-07-1996	EP 0722211 A JP 8275513 A US 5745351 A	17-07-1996 18-10-1996 28-04-1998