PCT ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE
Bureau international

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets 5 :		(11) Numéro de publication internationale:	WO 93/04525
H02M 7/48	A1	(43) Date de publication internationale:	4 mars 1993 (04.03.93)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR92/00822

(22) Date de dépôt international: 25 août 1992 (25.08.92)

(30) Données relatives à la priorité:
91/10607 26 août 1991 (26.08.91) FR

(71) Déposant *(pour tous les Etats désignés sauf US)*: ELECTRICITE DE FRANCE-SERVICE NATIONAL [FR/FR]; 2, rue Louis-Murat, F-75008 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants *(US seulement)* : POULIQUEN, Hervé [FR/FR]; 6, impasse de la Tour, F-92140 Clamart (FR). KHALED, Elloumi [TN/FR]; 75, avenue Victor-Hugo, F-92140 Clamart (FR).

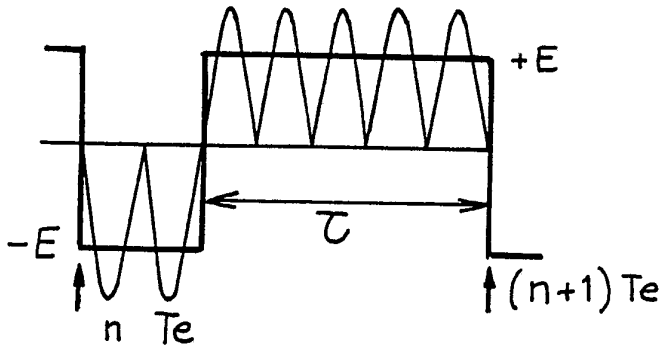
(74) Mandataire: TILLIET René; Cabinet Lavoix, 2, place d'Estienne-d'Orves, F-75441 Paris Cédex 09 (FR).

(81) Etats désignés: JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, SE).

Publiée
Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: METHOD OF REGULATING A QUASI-RESONANT VOLTAGE INVERTER

(54) Titre: PROCEDE DE REGULATION D'UN ONDULEUR DE TENSION FONCTIONNANT EN QUASI-RESONANCE



(57) Abstract

A method is disclosed for regulating a quasi-resonant voltage inverter, comprising an inverter bridge with controlled components (transistors, GTO, etc.) operating in blocked/saturated mode and an oscillating circuit on the DC voltage source side consisting of an inductor in series with the DC voltage source and a capacitor in parallel with the inverter bridge. It is characterized in that pulse width modulation is carried out in which the sampling period is considerably higher, and approximately of the order of ten or more times higher, than the oscillating circuit resonance period.

(57) Abrégé

Procédé de régulation d'un onduleur de tension fonctionnant en quasi-résonance, comportant un pont onduleur à composants commandés (transistors, GTO ...) fonctionnant en bloqué-saturé et un circuit oscillant disposé du côté source de tension continue et constitué d'une inductance en série avec la source de tension continue et d'un condensateur branché en parallèle sur le pont onduleur, caractérisé en ce que l'on réalise une régulation à modulation de largeur d'impulsion dont la période d'échantillonnage est très supérieure à et environ de l'ordre d'une dizaine de fois ou plus la période de résonance du circuit oscillant.

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.

AT	Autriche	**FI**	Finlande	**MN**	Mongolie
AU	Australie	**FR**	France	**MR**	Mauritanie
BB	Barbade	**GA**	Gabon	**MW**	Malawi
BE	Belgique	**GB**	Royaume-Uni	**NL**	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	**GN**	Guinée	**NO**	Norvège
BG	Bulgarie	**GR**	Grèce	**NZ**	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	**HU**	Hongrie	**PL**	Pologne
BR	Brésil	**IE**	Irlande	**PT**	Portugal
CA	Canada	**IT**	Italie	**RO**	Roumanie
CF	République Centrafricaine	**JP**	Japon	**RU**	Fédération de Russie
CG	Congo	**KP**	République populaire démocratique de Corée	**SD**	Soudan
CH	Suisse			**SE**	Suède
CI	Côte d'Ivoire	**KR**	République de Corée	**SK**	République slovaque
CM	Cameroun	**LI**	Liechtenstein	**SN**	Sénégal
CS	Tchécoslovaquie	**LK**	Sri Lanka	**SU**	Union soviétique
CZ	République tchèque	**LU**	Luxembourg	**TD**	Tchad
DE	Allemagne	**MC**	Monaco	**TG**	Togo
DK	Danemark	**MG**	Madagascar	**UA**	Ukraine
ES	Espagne	**ML**	Mali	**US**	Etats-Unis d'Amérique

Procédé de régulation d'un onduleur de tension fonctionnant en quasi-résonance.

La présente invention concerne les onduleurs de tension fonctionnant en quasi-résonance.

Ces onduleurs sont alimentés par une source de tension continue, ils comportent un pont, monophasé ou polyphasé, à composants commandés fonctionnant en bloqué-saturé ; ces onduleurs comportent un circuit oscillant disposé du côté de l'alimentation en tension continue ; il est constitué d'une inductance en série avec la source de tension continue et d'un condensateur branché en parallèle sur le pont à composants commandés.

Le démarrage et le maintien des oscillations du circuit oscillant côté source de tension continue s'effectuent par des court-circuits successifs du condensateur, aux passages par zéro de la tension à ses bornes, c'est à dire à la fréquence de résonance du circuit oscillant. Ainsi, on emmagasine régulièrement dans l'inductance du circuit oscillant l'énergie nécessaire pour entretenir les oscillations. Les court-circuits sont assurés par la fermeture simultanée des deux interrupteurs de l'un des bras du pont.

De plus, selon le principe de la quasi-résonance, toute commutation de l'un quelconque des composants commandés du pont doit coïncider sensiblement avec le passage par zéro de la tension aux bornes du condensateur du circuit oscillant.

Les méthodes classiques de régulation adaptées aux onduleurs fonctionnant en quasi-résonance sont synchronisées sur la fréquence de résonance. C'est le cas de la modulation dite "Sigma-Delta" ; cette technique consiste à transformer un signal de référence en un signal à deux niveaux suivant une fréquence de synchronisation. En fait, on compare la sortie à une référence et l'erreur obtenue est passée à travers un intégrateur. La sortie de l'intégrateur est ensuite quantifiée en deux niveaux possibles, positif ou négatif, en

fonction de sa polarite. La sortie du comparateur est appliquée à un circuit logique, échantillonné à la fréquence de résonance du circuit oscillant, pour produire les impulsions de commande de l'onduleur de tension. En aucun cas, cette méthode ne tient compte de la nature des pôles de la charge, ni des caractéristiques du modèle de l'onduleur fonctionnant dans le mode de quasi-résonance. Le seul degré de liberté pour atteindre les performances souhaitées est d'augmenter la fréquence d'échantillonnage, donc la fréquence de résonance du circuit oscillant, ce qui augmente notablement les pertes par commutation.

Il en résulte que les performances de ces onduleurs de tension fonctionnant en quasi-résonance sont limitées.

La présente invention a donc pour but de fournir un onduleur de tension fonctionnant en quasi-résonance dans lequel les pertes par commutation sont notablement diminuées et qui peut faire l'objet de régulations numériques performantes pour contrôler des charges diverses de l'onduleur.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de régulation d'un onduleur de tension fonctionnant en quasi-résonance, comportant un pont onduleur à composants commandés fonctionnant en bloqué-saturé et un circuit oscillant disposé du côté tension continue et constitué d'une inductance en série avec la source de tension continue et d'un condensateur branché en parallèle sur le pont à composants commandés, caractérisé en ce que l'on réalise une régulation à modulation de largeur d'impulsion dont la période d'échantillonnage est très supérieure à et environ de l'ordre d'une dizaine de fois ou plus la période de résonance du circuit oscillant.

L'invention permet de séparer la fonction de maintien, par des moyens analogiques, à haute fréquence

des courts-circuit nécessaires à l'entretien de l'oscillation, de la fonction de régulation proprement dite. Ceci permet d'utiliser des régulateurs numériques fonctionnant à des fréquences plus faibles que la fréquence de résonance et qui peuvent prendre en compte les caractéristiques de la charge. L'invention permet donc d'associer les avantages propres à la résonance à haute fréquence à savoir la réduction de volume et le rendement, à ceux des commandes numériques, à savoir souplesse de traitement, adaptabilité et optimisation.

Les impulsions de tension imposées par la sortie de la régulation sont constituées par une série de périodes de sinusoïdes à la fréquence de résonance. Ces impulsions ne sont positionnées qu'à des instants discrets qui correspondent au passage par zéro de la tension aux bornes du condensateur qui se trouve en parallèle sur le pont.

Avantageusement, on dispose un écrêteur en parallèle sur ledit condensateur du circuit oscillant ; cet écrêteur limite la tension aux bornes du condensateur, lors des commutations, à une tension légèrement supérieure au double de la tension continue d'alimentation, E.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit d'exemples de réalisation de l'invention, faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- La figure 1 est le schéma d'un onduleur de tension classique fonctionnant en quasi-résonance ;
- la figure 2 illustre le principe du procédé selon l'invention ;
- la figure 3 est un tableau indiquant les formes de la tension en sortie de l'onduleur suivant les différentes commandes de transition ;

- la figure 4 est un diagramme de tension en sortie de l'onduleur ;

- la figure 5 représente un régulateur utilisé pour effectuer la régulation selon l'invention ; et

- la figure 6 est un diagramme de tension en sortie de l'onduleur.

La figure 1 est le schéma d'un onduleur classique de tension fonctionnant en quasi-résonance. Une source de tension continue 1, de tension E, alimente un pont à composants commandés 3 fonctionnant en bloqué-saturé, c'est-à-dire à amorçage et extinction commandés ; une diode de roue libre 4 est disposée en parallèle sur chacun des composants commandés 3.

Le fonctionnement en quasi-résonance est obtenu grâce à un circuit oscillant disposé du côté tension continue ; il est constitué d'une inductance 5 en série avec la source de tension continue 1 et d'un condensateur 6 en parallèle sur le pont 2. La charge 8 qui doit être alimentée, par des ondes de tension de façon à être parcourue par un courant alternatif sinusoïdal, est disposée entre deux points situés entre les composants commandés sur chacun des bras de l'onduleur. De manière connue, un dispositif écrêteur 7, est branché en parallèle sur le condensateur 6. Cet écrêteur limite la tension aux bornes du condensateur à une valeur légèrement supérieure au double de la tension, E, de la source 1 de tension continue.

La figure 2 illustre le principe du procédé selon l'invention. La régulation du courant alternatif fournie par l'onduleur est réalisée par un procédé de modulation de largeur d'impulsion classique avec une période d'échantillonnage régulière Te très supérieure à et environ de l'ordre d'au moins une dizaine de fois ou plus la période du circuit résonant constitué par l'inductance 5 et le condensateur 6.

Ceci est schématisé sur la figure 2 qui représente le créneau de commande issu de la régulation et la forme idéale de la tension aux bornes de la charge 8 dans le procédé conforme à la présente invention. On voit que la régulation est effectuée par un procédé de modulation de largeur d'impulsion classique avec une seule transition au cours de la période d'échantillonnage ; dans le cas présent il s'agit d'une transition de la valeur -E (tension continue d'alimentation) à la valeur +E ; la transition de +E à -E coïncide donc sensiblement avec la fin de la période d'échantillonnage. La durée τ de l'impulsion de la commande par modulation de largeur d'impulsion correspond à une série d'ondes sinusoïdales positives à la fréquence de résonance.

La figure 2 représente la forme théorique de la tension aux bornes de la charge 8. Les déformations par rapport à cette forme théorique sont dues au phénomène de commutation. La modélisation du système nécessite avant tout une uniformisation de la forme d'onde pendant une période d'échantillonnage Te.

Le tableau 3 représente les différents cas possibles d'affectation de la commande de transition selon que l'impulsion est alignée à gauche ou à droite et selon que le courant de la charge Ich est positif ou négatif.

L'élément le plus gênant est la commutation qui provoque une surtension aux bornes du condensateur, surtension qui est écrêtée par le dispositif d'écrêtage cité ci-dessus. Si l'on choisit un type de commande pour lequel la transition de commande de modulation de largeur d'impulsion, c'est-à-dire la transition prévue au cours de l'intervalle d'échantillonnage, passe de -E à +E pour un courant de charge Ich, positif, et la transition prévue au cours de l'intervalle d'échantillonnage passe de +E à -E pour un courant Ich négatif, alors, le phéno-

mène d'écrêtage se situe toujours au début de la période d'échantillonnage.

Par conséquent, les différents temps de commutation T1 et T2, en particulier celui correspondant à la commutation, qui provoque une surtension aux bornes du condensateur, surtension qui est écrêtée comme indiqué ci-dessus, sont facilement calculables. En effet, ceux-ci dépendent du courant dans la charge, qui est une grandeur variable dans le temps, et qui est facilement mesurable à l'instant précis d'échantillonnage. Ce calcul est, en effet, nécessaire pour obtenir la largeur d'impulsion τ de façon précise. Le temps T2 est grand si le courant de charge est élevé.

La figure 4 montre la forme réelle de la tension aux bornes de la charge 8 du circuit alternatif pour un courant de charge Ich positif. On voit que l'onde de forme trapézoïdale qui correspond au phénomène d'écrêtage se trouve au début de la période d'échantillonnage Te.

La figure 5 représente un régulateur utilisé pour effectuer la régulation numérique à modulation de largeur d'impulsion selon l'invention. Il s'agit d'un régulateur de type RST classique, Yo étant la consigne, Y la grandeur à contrôler, ici le courant dans la charge. Les paramètres du régulateur sont choisis pour que le système soit à temps de réponse fini minimum. Le régulateur comporte un intégrateur afin d'assurer une erreur nulle en régime permanent. On cherche aussi à le régler pour qu'il soit robuste vis-à-vis de perturbations éventuelles.

La figure 6 représente la forme d'onde aux bornes de la charge 8 du circuit alternatif conformément à une variante de l'invention. Il s'agit d'un modèle auto-récurrent à période d'échantillonnage de durée variable. L'idée de la méthode auto-récurrente est de fixer au début de cette période une quantité bien déterminée

d'énergie, elle est négative si le courant de charge est positif et positive si le courant de charge est négatif, et de laisser au système le temps de compenser cette énergie et d'atteindre la référence de régulation. La fin de la période d'échantillonnage dépend ainsi de la durée, τ, de l'impulsion de commande en modulation de largeur d'impulsion.

Comme on peut le voir sur la figure 6, la quantité d'énergie à compenser, qui est attribuée à chaque début de période, correspond à une seule arche sinusoïdale à la fréquence de résonance et, par conséquent, du fait du choix qui a été indiqué plus haut, à la période au cours de laquelle l'écrêtage de la tension aux bornes du condensateur se produit.

Cette dernière méthode élimine les incertitudes de placement de la transition prévue au cours de l'intervalle d'échantillonnage.

Des essais ont montré que ce dispositif de régulation à périodes d'échantillonnage de durée variable permet de contrôler encore mieux la forme d'onde du courant de charge en minimisant les harmoniques basses fréquences indésirables. Les résultats obtenus avec cette variante de l'invention s'en retrouvent très fortement améliorés, le taux de distorsion harmonique du courant contrôlé, étant réduit de moitié par rapport au cas précédent selon l'invention.

Si l'on compare les résultats obtenus grâce au procédé selon l'invention par rapport à un procédé de régulation classique, par exemple du type Sigma-Delta, on s'aperçoit que les performances obtenues en régime statique sont équivalentes ; par contre, conformément à la présente invention, la fréquence de commande de la régulation en modulation de largeur d'impulsion est bien plus faible, ce qui entraîne une diminution notable des pertes par commutation et ce qui permet d'utiliser des

correcteurs ou régulateurs numériques, donc d'améliorer les performances.

L'invention peut s'appliquer en particulier pour l'alimentation de moteurs électriques à vitesse variable, pour des alimentations sans interruption, etc.

REVENDICATIONS

1. Procédé de régulation d'un ondulateur de tension fonctionnant en quasi-résonance, comportant un pont (2) monophasé ou polyphasé à composants commandés (3) fonctionnant en bloqué-saturé et un circuit oscillant (5,6) disposé du côté tension continue et constitué d'une inductance (5) en série avec la source (1) de tension continue et d'un condensateur (6) branché en parallèle sur le pont (2) à composants commandés (3), caractérisé en ce que l'on réalise une régulation à modulation de largeur d'impulsion dont la période d'échantillonnage (Te) est très supérieure à et environ de l'ordre d'une dizaine de fois ou plus la période de résonance du circuit oscillant.

2. Procédé de régulation d'un onduleur de tension fonctionnant en quasi-résonance selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on dispose un écrêteur (7) en parallèle sur le condensateur (6) du circuit oscillant (5,6), ledit écrêteur (7) limitant la tension aux bornes dudit condensateur (6) à une tension légèrement supérieure au double de la tension continue (E) d'alimentation.

3. Procédé de régulation d'un onduleur de tension fonctionnant en quasi-résonance selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'impulsion de commutation aux bornes de la charge du pont à composants commandés est calée sur le début ou la fin d'une onde de la fréquence de résonance.

4. Procédé de régulation d'un onduleur de tension fonctionnant en quasi-résonance selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la transition prévue dans chaque période d'échantillonnage passe d'une valeur (-E) à la valeur (+E) pour un courant de charge (Ich) positif et de la valeur (+E) à la valeur (-E) pour un courant de charge négatif.

5. Procédé de régulation d'un onduleur de tension fonctionnant en quasi-résonance selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'impulsion de commande issue de la régulation est calée sur le début ou sur la fin de la période d'échantillonnage.

6. Procédé de régulation d'un onduleur de tension fonctionnant en quasi-résonance selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'on utilise un régulateur de type (RST) pour le contrôle du courant de la charge et dont la sortie est la largeur d'impulsion.

7. Procédé de régulation d'un onduleur de tension fonctionnant en quasi-résonance selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les périodes d'échantillonnage sont de durée variable et que chaque période d'échantillonnage commence par une seule période de la tension aux bornes du condensateur à la fréquence de résonance suivie d'un nombre variable de périodes de la fréquence de résonance de polarité opposée.

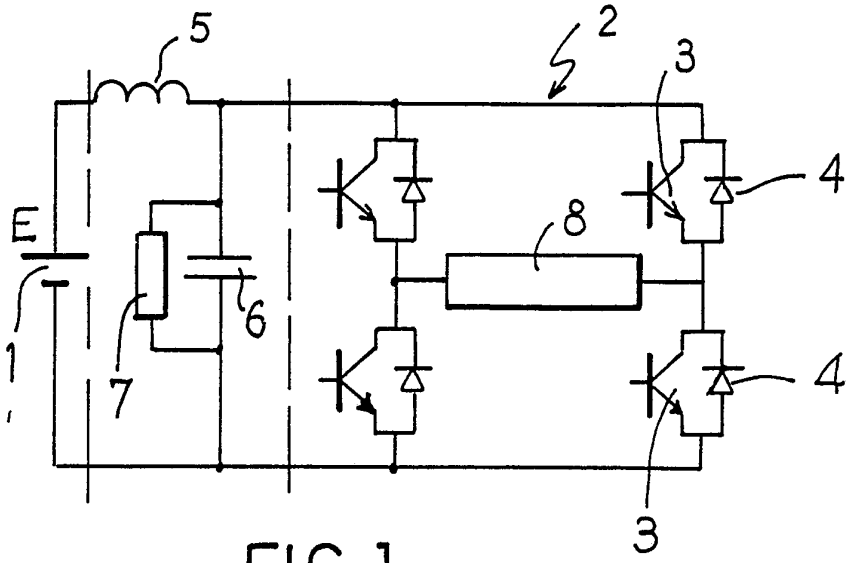


FIG.1

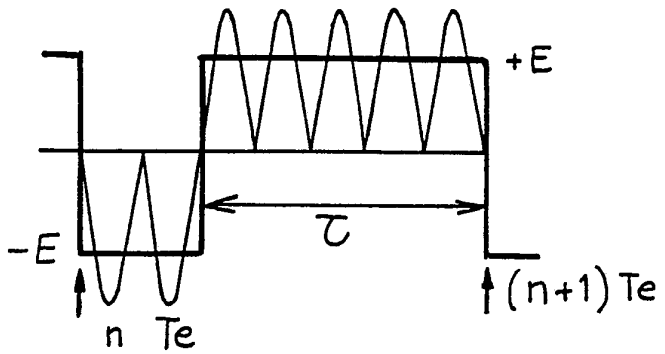


FIG.2

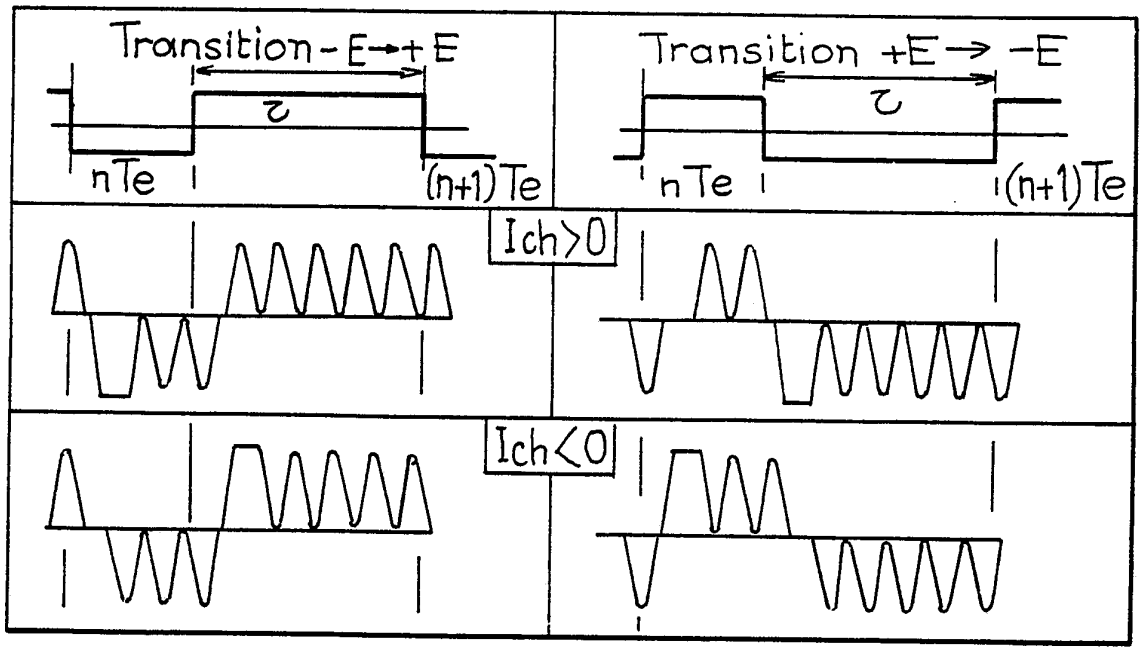


FIG. 3

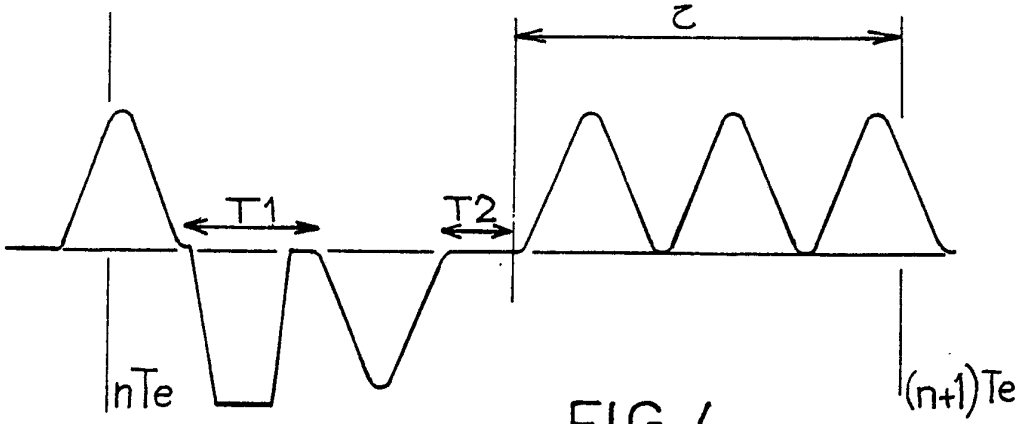


FIG.4

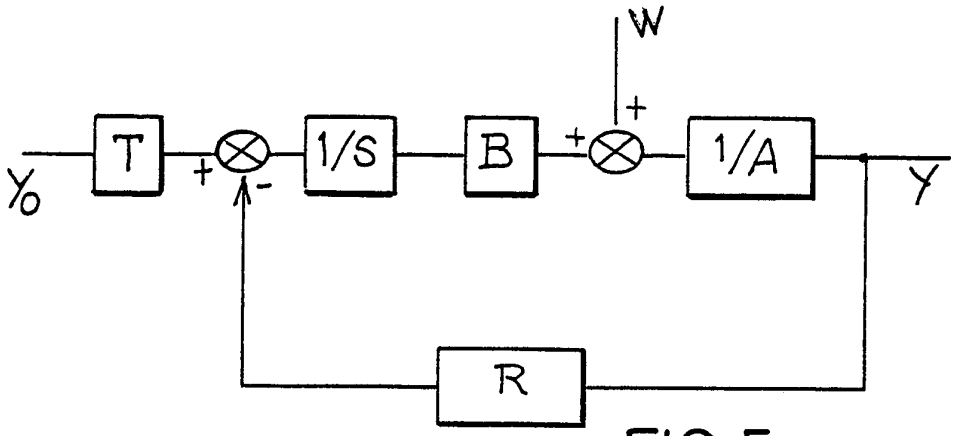


FIG.5

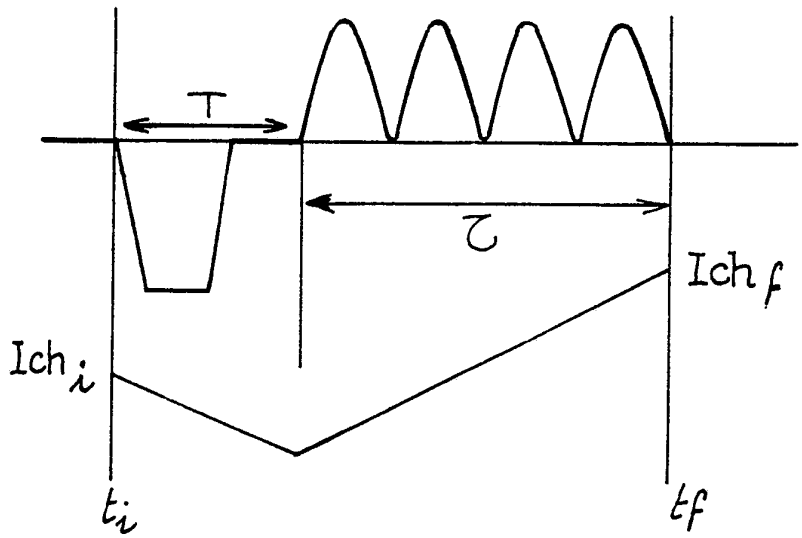


FIG.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/FR92/00822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. 5 H02M7/48

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)

Int. Cl. 5 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 practicable, 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.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Vol. 14, No. 125 (E-900) 8 March 1990 & JP,13 18 547 (NEC) 25 December 1989, see abstract ---	1-3
Y	IEEE TRANSACTIONS ON APPLICATIONS AND INDUSTRY Vol. 25, No. 4, August 1989, NEW YORK US pages 634 - 643, DIVAN & SKIBINSKI 'Zero-Switching-loss Inverters for High-Power Applications' ---	1-3
A	CONF REC IEEE INDUSTRY APPLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING, Vol. II, October 1990, SEATTLE WASHINGTON US pages 984-990, VENKATARAMANAN & DIVAN 'Pulse Width Modulation with Resonant DC Link Converters' ---	1-7
A	CONF REC IEEE INDUSTRY APPLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING, Vol. I, October 1989, SAN DIEGO CALIFORNIA US pages 1037 - 1044, TENTI, DIVAN & TOIGO 'A Synchronized Resonant DC Link Converter for Soft-Switched PWM' ---	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family 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	Date of mailing of the international search report
03 November 1992 (03.11.92)	09 November 1992 (09.11.92)
Name and mailing address of the ISA/ EUROPEAN PATENT OFFICE Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/FR92/00822

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PESC'87 RECORD 1987, BLACKSBURG, VIRGINIA, US pages 271 - 278, KHERALUWALA & DIVAN 'Delta Modulation Strategies for Resonant Link Inverters'	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

PCT/FR 92/00822

Demande Internationale N

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) [7]

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

CIB 5 H02M7/48

II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée[8]

Système de classification	Symboles de classification
CIB 5	H02M

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté[9]

III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS[10]

Catégorie °	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire,[12] des passages pertinents[13]	No. des revendications visées[14]
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14, no. 125 (E-900)8 Mars 1990 & JP,13 18 547 (NEC) 25 Décembre 1989 voir abrégé	1-3
Y	IEEE TRANSACTIONS ON APPLICATIONS AND INDUSTRY. vol. 25, no. 4, Août 1989, NEW YORK US pages 634 - 643 DIVAN & SKIBINSKI 'Zero-Switching-Loss Inverters for High-Power Applications'	1-3

-/--

° Catégories spéciales de documents cités:[11]

"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 postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenenant 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

"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

IV. CERTIFICATION

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
03 NOVEMBRE 1992	09. 11. 92
Administration chargée de la recherche internationale	**Signature du fonctionnaire autorisé**
OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	VAN DEN DOEL J.

III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS [14] (SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUES SUR LA DEUXIEME FEUILLE)

Catégorie °	Identification des documents cités, [16] avec indication, si nécessaire des passages pertinents [17]	No. des revendications visées [18]
A	CONF REC IEEE INDUSTRY APLLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING vol. II, Octobre 1990, SEATTLE WASHINGTON US pages 984 - 990 VENKATARAMANAN & DIVAN 'Pulse Width Modulation with Resonant DC Link Converters' ---	1-7
A	CONF REC IEEE INDUSTRY APLLICATIONS SOCIETY ANNUAL MEETING vol. I, Octobre 1989, SAN DIEGO CALIFORNIA US pages 1037 - 1044 TENTI, DIVAN & TOIGO 'A Synchronized Resonant DC Link Converter for Soft-Switched PWM' ---	1-7
A	PESC'87 RECORD 1987, BLACKSBURG, VIRGINIA, US pages 271 - 278 KHERALUWALA & DIVAN 'Delta Modulation Strategies for Resonant Link Inverters' -----	