

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

2 631 756

(21) N° d'enregistrement national :

89 06067

(51) Int Cl⁴ : H 02 M 1/12, 5/451.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 9 mai 1989.

(71) Demandeur(s) : Société dite : KABUSHIKI KAISHA TOSHIWA. — JP.

(30) Priorité : JP, 9 mai 1988, n° 63-110543.

(72) Inventeur(s) : Shigetoshi Higaki.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 47 du 24 novembre 1989.

(73) Titulaire(s) :

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

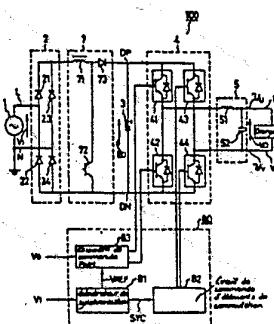
(74) Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

(54) Alimentation électrique à commande par modulation d'impulsions en largeur, pouvant éliminer des potentiels de terre les composantes de signal de modulation.

(57) Dans un appareil d'alimentation électrique 100 du type à commande PWM, un redresseur double alternance monophasé 2 est connecté à une source d'alimentation électrique 1 de basse fréquence et sert à redresser une première tension alternative V_1 afin de produire une tension continue E_0 . Un inverseur de courant continu en courant alternatif 4 comporte une première paire d'éléments de commutation 41, 42 connectés à sa borne d'entrée et une deuxième paire d'éléments de commutation 43, 44 connectés à sa borne de sortie et à la première paire d'éléments de commutation afin de constituer un circuit inverseur en pont qui inverse la tension continue E_0 en une deuxième tension alternative V_0 à appliquer à une charge 6, et un dispositif de commande de commutation 80 est connecté à l'inverseur de courant continu en courant alternatif 4 afin de rendre alternativement conducteurs et non-conducteurs les éléments de commutation de la deuxième paire en réponse à un signal de synchronisation SYC synchronisé avec la première tension alternative à la basse fréquence de la source 1 et afin de rendre alternativement conducteurs et non-conducteurs les éléments de commutation de la première paire en réponse à un signal de commande PWM obtenu à partir de la première tension alternative V_1 et de la

deuxième tension alternative V_0 dans un mode de commande PWM à une haute fréquence (fréquence de modulation) supérieure à la basse fréquence de la source 1, si bien que la phase de la deuxième tension alternative V_0 est opposée à celle de la première tension alternative V_1 .

FR 2 631 756 - A1



La présente invention concerne un appareil d'alimentation électrique à tension constante/fréquence constante fonctionnant sous commande d'une modulation d'impulsions en largeur. Plus spécialement, l'invention concerne une source d'alimentation électrique non interruptible (UPS) du type à commande par modulation d'impulsions en largeur (PWM) dont le potentiel de terre ne comporte pas de composantes de signal de haute fréquence (fréquence de modulation).

Sur la figure 1, est représenté un type principal de circuit d'appareil d'alimentation électrique à tension constante/fréquence constante, connu sous l'appellation de source d'alimentation électrique non interruptible (UPS).

Un montage de circuit pour cet appareil d'alimentation électrique est le suivant. La tension d'une source d'alimentation en courant alternatif monophasé, dont une ligne est connectée à la terre, est redressée, suivant un mode de redressement double alternance, par un redresseur en pont 2 constitué de diodes 21 à 24. La tension redressée est convertie en une tension continue prédéterminée via un hacheur élévateur 7 constitué d'une réactance pour courant continu 71, d'un élément de commutation 72 et d'une diode 73, et un condensateur de filtrage 3. Ensuite, la tension continue résultante est de nouveau convertie en une tension alternative correspondante par le moyen d'opérations de commande de modulation d'impulsions en largeur (PWM), à l'aide d'un circuit inverseur 4 réalisé par la structure en pont d'éléments de commutation 41 à 44. La tension alternative résultante est filtrée par un filtre du type en L 5 comportant une réactance 51 et un condensateur 52 de manière à éliminer les composantes de signal de haute fréquence et elle est convertie en une onde sinusoïdale lissée, ou filtrée. Enfin, cette tension en onde sinusoïdale est appliquée à une charge 6.

La fonction du hacheur élévateur 7 est d'augmenter la tension d'entrée de manière que la tension alternative de sortie soit égale à la tension de la source d'alimentation électrique. Selon une autre possibilité, on peut éléver la tension alternative

d'entrée par exemple au moyen d'un transformateur, après quoi on la redresse.

En fait, avec l'appareil d'alimentation électrique classique ci-dessus décrit, les composantes de signal de haute fréquence ont été éliminées de la tension alternative appliquée à la charge. Toutefois, les composantes de signal de haute fréquence apparaissent dans les potentiels de terre du fait de l'emploi des opérations de commande PWM.

On se reporte maintenant aux formes d'onde représentées sur les figures 2A à 2E, en relation avec lesquelles on va maintenant indiquer pourquoi les composantes de signal de haute fréquence sont contenues dans les potentiels de terre.

Si l'on suppose que la tension d'alimentation électrique (la tension existant entre les bornes L et N) est égale à " V_1 ", que le potentiel de terre " v_N " se trouvant du côté "N" de la terre de la source d'alimentation électrique 1 est égal à zéro (" $v_N=0$ "), tandis qu'un autre potentiel de terre " v_L " se trouvant du côté "L" de celle-ci qui n'est pas la terre est égal à " V_1 " ($v_L=V_1$) (voir figure 2A). Un potentiel de terre " v_{DN} " se trouvant du côté "DN" de charge de la sortie de courant continu du redresseur 2 est déterminé par la conduction des diodes 22 et 24. Ainsi, pendant la période positive de la tension V_1 de la source d'alimentation électrique, le potentiel de terre v_{DN} est égal à zéro ($v_{DN}=0$), puisqu'une diode 24 est en conduction. Pendant la période négative de la tension V_1 de la source d'alimentation électrique, le potentiel de terre v_{DN} est égal à V_1 ($v_{DN}=V_1$). En résultat, si la tension continue est " E_0 ", une autre tension v_{DP} se trouvant du côté positif "DP" est déterminée par :

$$30 \quad v_{DP} = v_{DN} + E_0,$$

où E_0 est presque égal à une constante (voir figure 2B).

Un potentiel de terre " v_V " se trouvant sur la phase "V" de sortie alternative du circuit inverseur 4 est déterminé par le passage dans l'état conducteur ou non conducteur des éléments de commutation 43 et 44. Lorsqu'un élément de commutation 43 a été

rendu conducteur, le potentiel de terre v_V est égal à v_{DP} ($v_V=v_{DP}$), tandis que, lorsque l'autre élément de commutation 44 a été rendu conducteur, le potentiel de terre v_V est égal à v_{DN} ($v_V=v_{DN}$). De façon générale, tous ces éléments de commutation sont rendus conducteurs et non conducteurs avec une vitesse élevée (par exemple de 10 à 20 kHz) sous la commande PWM, si bien que le potentiel de terre de la phase V " v_V " contient les composantes de signal de haute fréquence (bruit) telles que " v_{DP} " et " v_{DN} " en sont des lignes d'enveloppe, du fait de l'opération de commande PWM (voir figure 2C).

Un autre potentiel de terre " v_U " se trouvant sur une phase U de la sortie de courant alternatif est déterminé par l'équation suivante, où la tension de sortie alternative est égale à " V_0 " :

15

$$v_U = v_V + V_0.$$

En conséquence, dans le cas où la tension de sortie alternative V_0 est égale à V_1 de la source d'alimentation électrique et se trouve en outre en phase avec celle-ci, le potentiel de terre " v_U " est représenté par la forme d'onde de la figure 2D. Ce potentiel de terre " v_U " contient des composantes de signal de haute fréquence analogues à celles du potentiel de terre " v_V " ci-dessus décrit. La valeur maximale " v_U (max)" de ce potentiel de terre " v_U " est défini par :

$$v_U \text{ (max)} = \text{valeur de crête de } V_0 + E_0.$$

Il est évident que cette valeur maximale " v_U (max)" est considérablement plus élevée que la tension de sortie alternative V_0 de l'inverseur 4.

30 Dans le cas où la tension de sortie alternative V_0 est égale à la tension V_1 de la source d'alimentation électrique et se trouve en outre en inversion de phase avec celle-ci, le potentiel de terre " v_U " est représenté par la forme d'onde de la figure 2E. Ce potentiel de terre " v_V " contient également les composantes de signal de haute fréquence.

35

Selon la description ci-dessus présentée de l'appareil d'alimentation électrique classique commandé par PWM, puisque les variations des potentiels de terre présents sur la borne de sortie de celui-ci contiennent des composantes de signal de haute fréquence (bruit) produites par des opérations de commutation à grande vitesse de l'inverseur courant continu/courant alternatif, il est nécessaire d'employer un filtre linéaire à grande échelle pour éliminer par filtrage ces composantes de bruit de haute fréquence. En particulier, lorsqu'un appareil d'alimentation électrique est utilisé pour des ordinateurs, il faut que les bruits de haute fréquence soient complètement éliminés. De plus, dans le cas où un suppresseur de pointes de tension susceptible d'absorber les décharges indirectes ou des pointes de tension de commutation est placé entre le secteur et la terre, ce suppresseur de pointes de tension peut fondre. En particulier, puisque la très haute tension est appliquée instantanément, il faut choisir une haute valeur appropriée pour la tension nominale du suppresseur de pointes de tension.

L'invention a été réalisée pour tenter de résoudre les inconvénients ci-dessus décrits de l'appareil d'alimentation électrique classique commandé par PWM, et, par conséquent, il a pour objet de fournir un appareil d'alimentation électrique commandé par PWM ne contenant aucune composante de signal de haute fréquence, produite par les opérations de commutation de la modulation d'impulsions en largeur, dans les potentiels de terre de sa borne de sortie, et présentant une tension maximale supprimée.

Un appareil d'alimentation électrique selon l'invention comprend :

un moyen redresseur double alternance monophasé (7) qui est couplé à une source d'alimentation électrique (1) de basse fréquence et qui sert à redresser une première tension alternative (V_1) afin de produire une tension continue (E_0) ;

un moyen inverseur de courant continu en courant alternatif (1) comportant une première paire d'éléments de commutation (41:42) connectés à une borne d'entrée de celui-ci, et une deuxième paire d'éléments de commutation (43:44) connectés à sa

borne de sortie et à la première paire d'éléments de commutation (41:42) afin de constituer un circuit inverseur en pont permettant d'inverser la tension continue (E_0) en une deuxième tension alternative (V_0) devant être appliquée à une charge (6) ;
05 et

un moyen de commande de commutation (80) connecté au moyen inverseur de courant continu en courant alternatif (4) et servant à rendre alternativement conducteurs et non conducteurs les éléments de commutation de la deuxième paire (43:44) en réponse à 10 un signal de synchronisation (SYC) synchronisé avec la première tension alternative (V_1) à la basse fréquence de la source d'alimentation électrique (1), et servant à alternativement rendre conducteurs et non conducteurs les éléments de commutation de la première paire (41:42) en réponse à un signal de commande de 15 modulation d'impulsions en largeur (PWM) obtenu à partir de la première tension alternative (V_1) et de la deuxième tension alternative (V_0), dans un mode de commande PWM à une fréquence de modulation (haute fréquence) plus élevée que la basse fréquence de la source d'alimentation électrique (1), de sorte que la phase de 20 la deuxième tension alternative (V_0) soit opposée à celle de la première tension alternative (V_1).

La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages ; elle s'appuie sur les dessins 25 annexés, parmi lesquels :

la figure 1 est un schéma de principe simplifié de l'appareil d'alimentation électrique classique commandé par PWM ;

les figures 2A à 2E sont des diagrammes de formes d'onde servant à illustrer les composantes de signal de haute fréquence 30 contenues dans les potentiels de terre de l'appareil d'alimentation électrique de la figure 1 ;

la figure 3 est un schéma de principe simplifié d'un appareil d'alimentation électrique commandé par PWM selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;

35 les figures 4A à 4D sont des diagrammes de formes d'onde servant à illustrer divers potentiels de terre de l'appareil

d'alimentation électrique de la figure 3, desquels les composantes de signal de haute fréquence ont été éliminées ; et

la figure 5 est un schéma de principe simplifié du circuit interne du dispositif de commande PWM employé dans l'appareil d'alimentation électrique de la figure 3.

L'appareil d'alimentation électrique selon l'invention a été réalisé sur la base des considérations suivantes.

Une fonction majeure de l'appareil d'alimentation électrique selon l'invention est de fournir une puissance élevée,

par exemple de 1 à 2 kV.A, d'où les composantes de signal de haute fréquence (bruits) ont été éliminées, à un appareil électronique tel qu'un ordinateur. Ainsi, l'inverseur de courant continu en courant alternatif qui est utilisé dans l'appareil d'alimentation électrique fonctionne suivant un mode de commutation à grande vitesse, par exemple de 10 à 20 kHz. Par conséquent, cet inverseur de courant continu en courant alternatif doit employer des éléments de commutation qui sont en mesure d'opérer à des fréquences supérieures (de 10 à 20 kHz), à des tensions supérieures (de l'ordre de 400 V) et à de grandes intensités (de l'ordre de 60 A). Comme éléments de commutation susceptibles de fonctionner dans des conditions sévères, on peut employer un transistor à effet de champ (FET) de puissance, un transistor bipolaire à grille isolée (IGBT), et un transistor (NPN) de puissance.

Bien que ceci ne soit pas représenté sur les figures, une pile est connectée au côté de sortie d'un redresseur connecté à la source d'alimentation électrique de manière à faire fonctionner l'appareil d'alimentation électrique non interruptible (appelé "UPS").

Comme précédemment indiqué, le filtre connecté sur le côté de sortie de l'inverseur de courant continu en courant alternatif peut difficilement supprimer les bruits de commutation de haute fréquence (composantes de signal de haute fréquence) contenus dans les potentiels de terre entre la ligne de sortie de l'appareil d'alimentation électrique et la ligne de terre. Ainsi, selon l'invention, une paire d'éléments de commutation couplés au côté de sortie de cet inverseur sont commutés à une fréquence

inférieure, par exemple la fréquence d'une source d'alimentation électrique, soit de 50 à 60 Hz, tandis qu'une autre paire d'éléments de commutation couplés au côté d'entrée de cet inverseur sont commutés dans le mode PWM avec une fréquence plus élevée, 05 c'est-à-dire la fréquence de modulation, par exemple de 10 à 20 kHz. En résultat, on peut éliminer ces bruits de commutation des potentiels de terre. En d'autres termes, l'invention a été faite pour retirer des potentiels de terre les bruits de commutation de haute fréquence (fréquence de modulation), en tenant compte des 10 bruits contenus dans les potentiels de terre.

Au contraire, dans l'appareil d'alimentation électrique classique, les quatre éléments de commutation constituant l'inverseur de courant continu en courant alternatif commutent tous à la fréquence de commutation, par exemple de 10 à 20 kHz.

15 On se reporte maintenant à la figure 3, qui représente le montage d'un appareil d'alimentation électrique 100 du type à modulation d'impulsions en largeur (PWM) selon un premier mode de réalisation préféré de l'invention.

Il faut noter que, puisque le principal circuit de cet 20 appareil d'alimentation électrique 100 est identique à celui de l'appareil de la technique antérieure représenté sur la figure 1, on ne donnera pas d'autre explication à son sujet dans la suite de la description. Ainsi, seul un circuit particulier de l'appareil de l'alimentation électrique 100 va maintenant être décrit en détail. 25 On va ainsi décrire en détail une unité 80 de commande de modulation d'impulsions en largeur (PWM). La fonction principale de cette unité de commande PWM 80 est la suivante. La tension " V_1 " de la source d'alimentation électrique et la tension de sortie alternative filtrée " V_0 " sont toutes deux appliquées à l'unité de 30 commande PWM 80, puis un premier signal de commutation est produit de manière à alimenter une première paire d'éléments de commutation 41 et 42 utilisés dans l'inverseur de courant alternatif en courant continu 4. En résultat, ces éléments de commutation 41 et 42, qui sont connectés sur le côté d'entrée (bornes d'entrée) de 35 l'inverseur de courant continu en courant alternatif 4 sont alternativement rendus conducteurs et non conducteurs suivant un

mode PWM à une fréquence supérieure, par exemple de 10 à 20 kHz. Dans le même temps, un deuxième signal de commutation est produit dans l'unité de commande PWM 80 afin de rendre alternativement conducteurs et non conducteurs deux éléments de commutation 43 et 44 formant une deuxième paire, qui sont connectés à un côté de sortie (bornes de sortie) de l'inverseur de courant continu en courant alternatif 4 à une fréquence inférieure, par exemple de 50 à 60 Hz.

L'unité de commande PWM 80 comporte un circuit générateur de synchronisation 81 servant à produire un signal de synchronisation "SYC" qui est synchronisé avec la tension " V_1 " de la source d'alimentation électrique, et un signal de référence de tension " V_{REF} "; un circuit 82 de commande d'éléments de commutation servant à commander la deuxième paire d'éléments de commutation 43 et 44 en réponse au signal de synchronisation "SYC"; un dispositif de commande PWM 83 servant à commander les opérations de commutation de la première paire d'éléments de commutation 41 et 42 dans le mode PWM par comparaison du signal de référence de tension V_{REF} avec la tension de sortie alternative V_0 .

On va maintenant décrire, en relation avec les diagrammes de formes d'onde des figures 4A à 4D, diverses opérations de l'appareil d'alimentation électrique 100. Comme représenté sur la figure 4A, les potentiels de terre " v_L " et " v_N " de la source d'alimentation électrique 1 possèdent les mêmes formes d'onde que celles de l'appareil d'alimentation électrique classique, et il en est de même pour les potentiels de terre " v_{DP} " et " v_{DN} ". Comme déjà indiqué, le générateur de signal de synchronisation 81 produit le signal de synchronisation "SYC" dont la phase est synchronisée avec celle de la tension " V_1 " de la source d'alimentation électrique (comme ce sera discuté ci-après), de sorte que le circuit 82 de commande d'éléments de commutation rend alternativement conducteurs et non conducteurs la deuxième paire d'éléments de commutation 43 et 44, à savoir tous les 180° . Dans le mode de réalisation préféré, lorsque la polarité de tension " V_4 " de la source d'alimentation électrique représente un demi-cycle positif, l'élément de commutation 43 est rendu conducteur, tandis que, alors qu'il représente un demi-cycle négatif, l'autre élément de commutation 44

est rendu conducteur. Ces éléments de commutation 43 et 44 sont alternativement rendus conducteurs et non conducteurs à la fréquence supérieure, par exemple de 10 à 20 kHz.

Par conséquent, le potentiel de terre "v_Y" se trouvant sur la phase V du circuit inverseur de courant continu en courant alternatif 4 est égal à " E_0 " pendant le demi-cycle positif de la tension " V_1 " de la source d'alimentation électrique et est égal à " V_1 " pendant le demi-cycle négatif de celle-ci, comme représenté sur la figure 4B.

De même, comme précédemment décrit, le dispositif de commande PWM 83 compare la tension de sortie alternative V_0 venant de l'inverseur de courant continu en courant alternatif 4 avec le signal de référence de tension " V_{REF} " qui est proportionnel à la tension " V_1 " de la source d'alimentation électrique et il commande dans le mode PWM les éléments de commutation 41 et 42 de façon que la phase de la tension de sortie alternative V_0 soit opposée à celle de la tension V_1 de la source d'alimentation électrique. Par conséquent, la tension de sortie alternative " V_0 " qui est appliquée par l'inverseur 4 via le filtre 5 possède une phase inverse de celle de la tension " V_1 " de la source d'alimentation électrique, comme illustré sur la figure 4C. Alors, le potentiel de terre "v_U" se trouvant sur la phase U du côté de sortie alternatif (inverseur de courant continu en courant alternatif 4) est presque égal à $(E_0 - V_1)$ pendant le demi-cycle positif de la tension " V_1 " de la source d'alimentation électrique, tandis qu'il devient pratiquement nul pendant son demi-cycle négatif.

Comme décrit ci-dessus, les potentiels de terre se trouvant sur les bornes de sortie de courant alternatif de l'inverseur de courant continu en courant alternatif 4 ne contiennent aucune composante de signal de haute fréquence (bruit) qui soit provoquée par la commande PWM exercée par l'inverseur de courant continu en courant alternatif 4, et les valeurs maximales de ces potentiels de terre sont inférieures ou égales à V_0 (la tension d'entrée continue de cet inverseur 4).

Comme cela a été décrit en détail, avec l'appareil d'alimentation électrique 100 du mode de réalisation préféré, deux

éléments de commutation 43 et 44 de l'inverseur de courant continu en courant alternatif 4 sont alternativement rendus conducteurs et non conducteurs en synchronisme avec la tension V_1 de la source d'alimentation électrique alternative, à savoir à la fréquence inférieure. Une autre paire d'éléments de commutation 41 et 42 sont alternativement rendus conducteurs et non conducteurs dans le mode PWM à la fréquence supérieure. En résultat, la tension de sortie alternative V_0 possédant une phase inverse de celle de la tension V_1 de la source d'alimentation électrique alternative est produite par l'inverseur de courant continu en courant alternatif 4 ainsi, la tension de sortie alternative V_0 de l'inverseur 4 est commandée en mode PWM, et, en outre, les potentiels de terre relatifs à cette tension de sortie alternative V_0 ne contiennent aucune composante de signal de haute fréquence qui soit produite par cette opération de commande PWM. De plus, la tension de crête du potentiel de terre peut être supprimée par annulation du déphasage entre la tension d'entrée et la tension de sortie.

On va maintenant décrire, en relation avec la figure 5, le circuit interne de l'une des deux commandes PWM 80.

Dans le schéma de circuit de la figure 5, un détecteur de passage par zéro 180 est employé pour recevoir une tension sinusoïdale V_1 appliquée par la source d'alimentation électrique 1 de la figure 3. Ensuite, le détecteur de passage par zéro 180 produit des ondes rectangulaires (signaux) aux points de passage par zéro respectifs de la tension d'entrée " V_1 ". Les ondes rectangulaires sont inversées par un inverseur 181. En résultat, ces signaux rectangulaires déphasés de 180° l'un par rapport à l'autre sont fournis comme signaux de synchronisation à la deuxième paire d'éléments de commutation 43 et 44 connectés au côté de sortie de l'inverseur 4. En réponse à ces signaux de synchronisation, les éléments de commutation 43 et 44 sont alternativement rendus conducteurs et non conducteurs avec un déphasage de 180° à la fréquence inférieure, par exemple de 50 à 60 Hz.

De plus, la tension d'entrée V_1 est appliquée à un circuit 182 de boucle de verrouillage de phase (PLL) de manière à produire la tension de référence " V_{REF} ". Cette tension de référence

" V_{REF} " est ajoutée à la tension de sortie alternative " V_0 " venant du filtre 5 dans un additionneur 183. Ensuite, le signal de sortie de l'additionneur est amplifié dans un amplificateur d'erreur 184. Après cela, le signal de sortie de cet amplificateur d'erreur 184
05 est fourni à une borne d'entrée d'un comparateur 185, et, en outre, un signal en dents de scie produit par un générateur d'ondes rectangulaires (non représenté) est appliqué à son autre borne d'entrée.

Le comparateur 185 compare ces deux signaux d'entrée,
10 puis délivre un signal rectangulaire de haute fréquence ayant une fréquence de 10 à 20 kHz par exemple. De même, ce signal rectangulaire de haute fréquence est inversé par un inverseur 186, si bien que les signaux rectangulaires de haute fréquence déphasés de 180° l'un par rapport à l'autre sont produits. Ces signaux rectangulaires de haute fréquence sont fournis à la première paire
15 d'éléments de commutation 41 et 42 qui sont couplés au côté d'entrée de l'inverseur 4 afin de faire alternativement passer en conduction et en non-conduction ces éléments de commutation 41 et 42 dans le mode PMW.

20 Comme décrit ci-dessus, dans l'appareil d'alimentation électrique selon l'invention, les potentiels de terre de la tension de sortie alternative ne contiennent plus les composantes de bruit de commutation de haute fréquence qui sont produites par l'opération de commande PWM et qui sont dangereuses pour les appareils électroniques tels que des ordinateurs. De plus, on peut donner une petite taille au filtre de bruit qui est connectée à la borne de sortie de l'inverseur de courant continu en courant alternatif, voire l'omettre. Puisque les composantes de signal de haute fréquence produites par l'opération de commande PWM n'ont
25 aucun effet nuisible sur la charge, l'inverseur de courant continu en courant alternatif peut fonctionner à des fréquences de commutation plus élevées. En outre, selon l'invention, puisque les potentiels de terre sont fixés à des valeurs basses, il est possible de produire un appareil d'alimentation électrique commandé
30 par PWM qui soit hautement fiable et sûr.
35

2631756

12

Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer,
à partir de l'appareil dont la description vient d'être donnée à
titre simplement illustratif et nullement limitatif, diverses
variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Appareil d'alimentation électrique (100), caractérisé en ce qu'il comprend :

05 un moyen redresseur double alternance monophasé (7) couplé à une source d'alimentation électrique (1) de basse fréquence et servant à redresser une première tension alternative (V_1) afin de produire une tension continue (E_0) ;

10 un moyen inverseur de courant continu en courant alternatif (4) comportant une première paire d'éléments de commutation (41, 42) connectés à une borne d'entrée de celui-ci, et une deuxième paire d'éléments de commutation (43, 44) connectés à une borne de sortie de celui-ci et à la première paire d'éléments de commutation (41, 42) pour constituer un circuit inverseur en pont, afin d'inverser la tension continue (E_0) en une deuxième tension alternative (V_0) devant être appliquée à une charge (6) ; et

20 un moyen de commande de commutation (80) connecté au moyen inverseur de courant continu en courant alternatif (4) et servant à rendre alternativement conducteurs et non conducteurs les éléments de commutation (43, 44) de la deuxième paire en réponse à un signal de synchronisation (SYC) synchronisé avec la première tension alternative (V_1) à la basse fréquence de la source d'alimentation électrique (1), et servant à rendre alternativement conducteurs et non conducteurs les éléments de commutation (41, 42) de la première paire en réponse à un signal de commande PWM (modulation d'impulsions en largeur) obtenu à partir de la première tension alternative (V_1) et de la deuxième tension alternative (V_0), suivant un mode de commande PWM à une haute fréquence (fréquence de modulation) supérieure à la basse fréquence de la source d'alimentation électrique (1), si bien que la phase de la deuxième tension alternative (V_0) est opposée à celle de la première tension alternative (V_1).

35 2. Appareil d'alimentation électrique (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un condensateur de filtrage (3) placé entre le moyen redresseur (7) et

le moyen inverseur de courant continu en courant alternatif (4), afin de lisser la tension continue (E_0) obtenue du moyen redresseur (7).

3. Appareil d'alimentation électrique (100) selon la
05 revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un filtre (5) du type en L constitué d'une inductance (51) et d'un condensateur (52), et placé entre l'inverseur de courant continu en courant alternatif (4) et la charge (6).

4. Appareil d'alimentation électrique (100) selon la
10 revendication 1, caractérisé en ce que ledit moyen de commande de commutation (80) comporte :

un détecteur de passage par zéro (180) servant à recevoir la première tension alternative (V_1) de la source d'alimentation électrique (1) afin de détecter ses points de passage par zéro, de
15 manière à produire ledit signal de synchronisation en synchronisme avec les points de passage par zéro ;

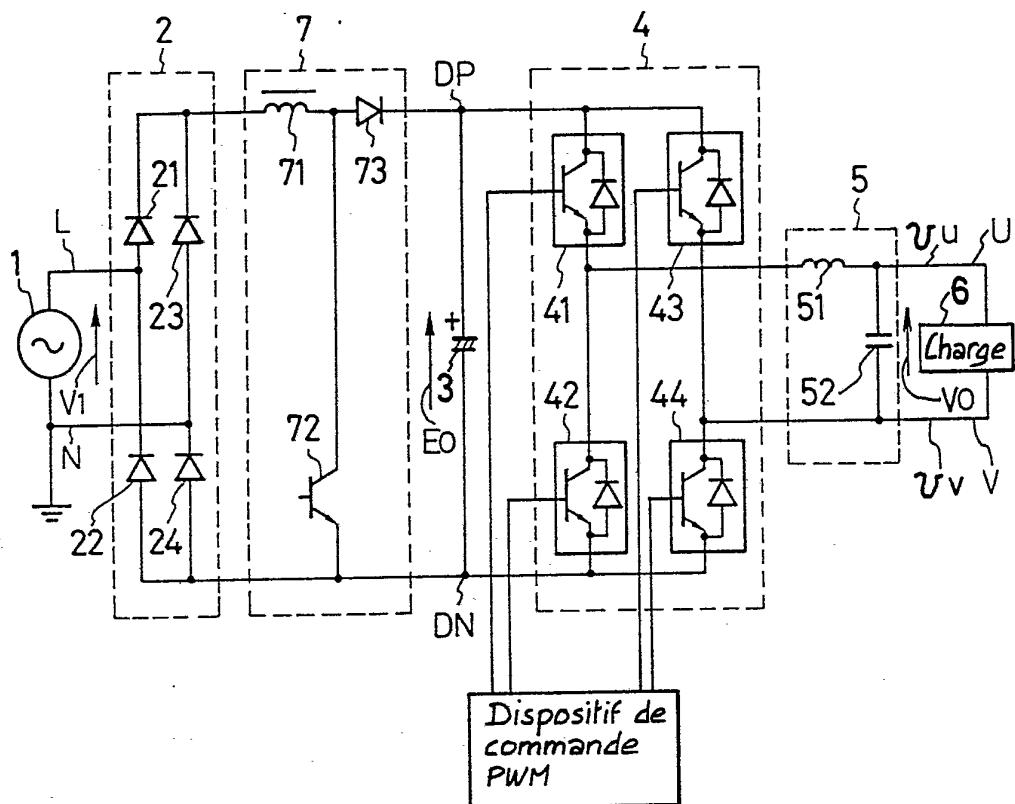
un circuit PLL (boucle de verrouillage de phase) (182) servant à recevoir la première tension alternative (V_1) afin de produire une tension de référence (V_{REF}) ; et
20

un générateur de signal de commande PWM (183, 184, 185) servant à produire ledit signal de commande PWM à partir de ladite tension de référence (V_{REF}) et de ladite deuxième tension alternative (V_0).

5. Appareil d'alimentation électrique (100) selon la
25 revendication 4, caractérisé en ce que ledit générateur de signal de commande PWM comporte un additionneur (183), un amplificateur d'erreur (184) et un comparateur (185).

115

FIG. 1
Technique antérieure



2631756

2/5

FIG.2A

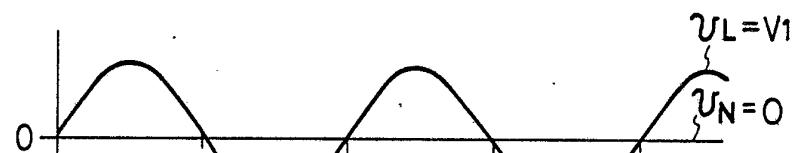


FIG.2B

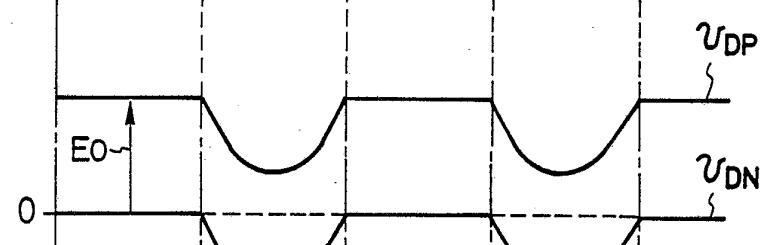


FIG.2C

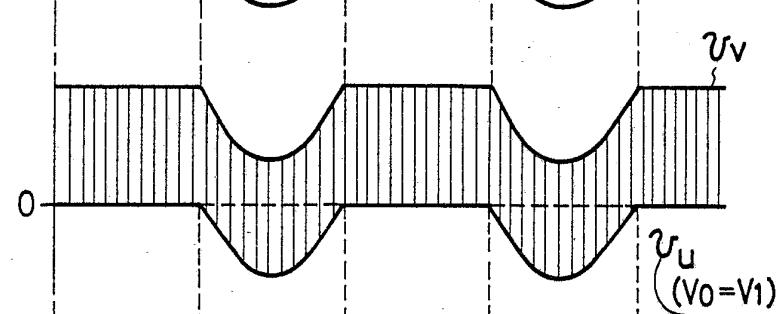


FIG.2D

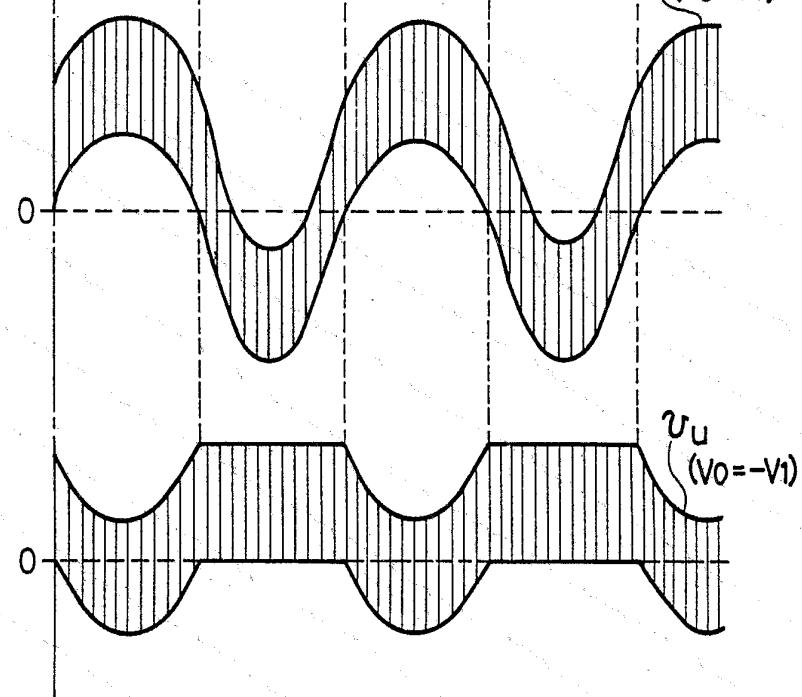
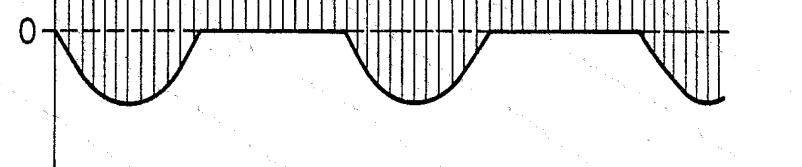
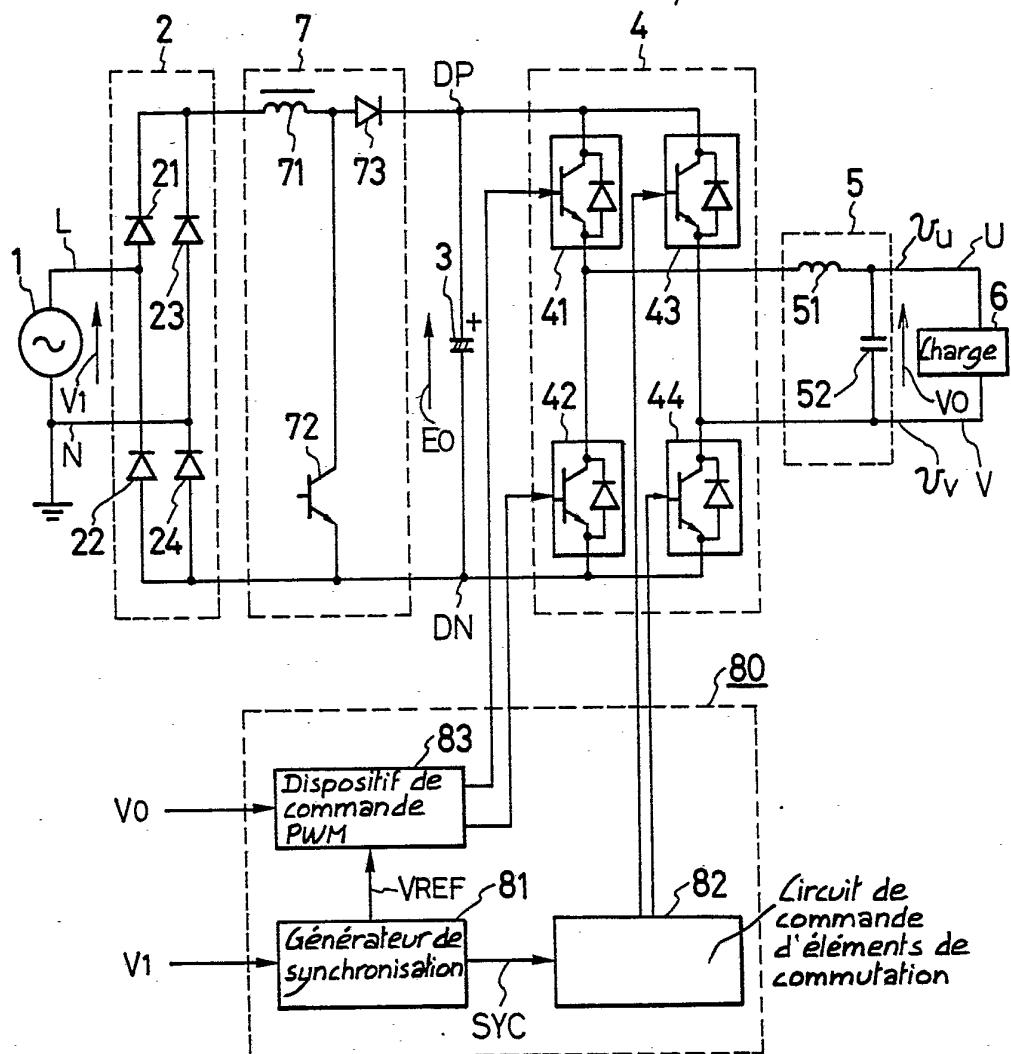


FIG.2E



3/5

FIG.3

 $\frac{100}{\text{s}}$ 

2631756

4/5

FIG.4A

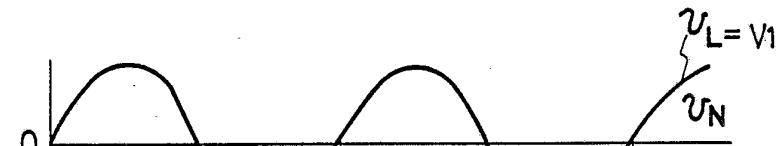


FIG.4B

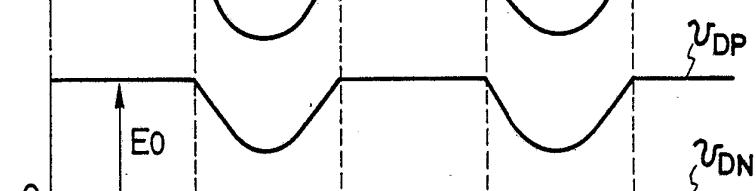


FIG.4C

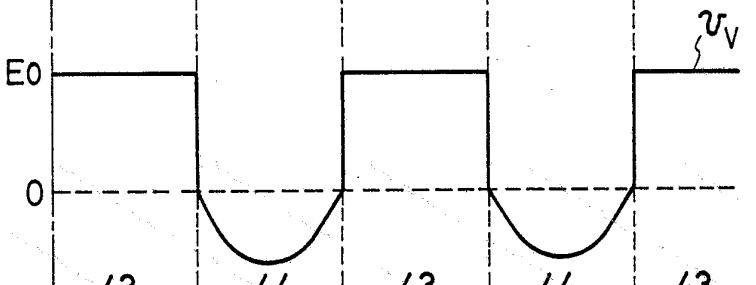
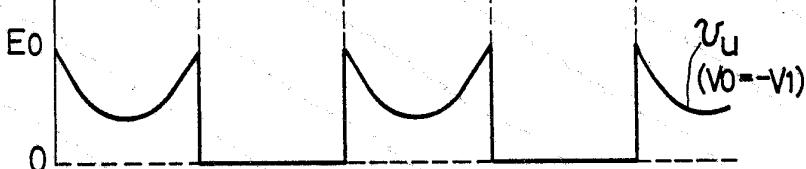


FIG.4D



515

FIG. 5

