(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 736 771**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **96 08679**

(51) **Int Cl⁶ : H 02 M 1/15, 3/10**

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 11.07.96.

(30) **Priorité** : 13.07.95 US 502119.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 17.01.97 Bulletin 97/03.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

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

(71) **Demandeur(s) :** *INTERNATIONAL RECTIFIER CORPORATION* — US.

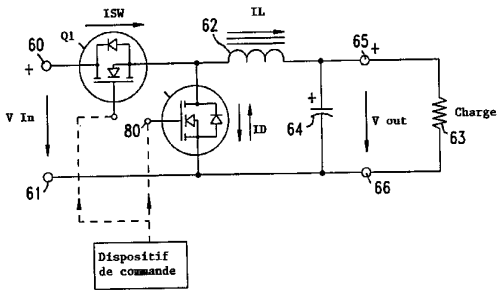
(72) **Inventeur(s) :** KIRALY LASZLO.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** CABINET BEAU DE LOMENIE.

(54) REDRESSEUR SYNCHRONE POUR CIRCUIT CONVERTISSEUR A COMPENSATION.

(57) La diode d'un circuit convertisseur à compensation est remplacée par la diode de corps d'un MOSFET (Q2) de puissance à conduction verticale. Le MOSFET devient conducteur pour permettre l'inversion du sens de circulation du courant de l'inductance (62) pour les faibles valeurs du courant de sortie, de sorte qu'on évite l'utilisation d'une charge fictive.



FR 2 736 771 - A1

La présente invention concerne les circuits de conversion à compensation et, plus particulièrement, un convertisseur à compensation qui n'exige pas un courant de charge minimal.

Les circuits convertisseurs à compensation (ou d'entrave de courant) sont bien connus, notamment sous l'appellation anglo-saxonne "buck converter circuits", et ils emploient fréquemment une diode qui offre un trajet de circulation du courant pour l'inductance du circuit lorsque le dispositif de commutation principal est non conducteur. Un courant de charge minimal, fourni par une charge fictive, est nécessaire pour empêcher le courant de l'inductance de s'inverser dans les situations de courant faible. Cette charge fictive est fréquemment d'environ 10 % du courant à pleine charge.

Selon l'invention, la diode de décharge du circuit convertisseur à compensation est remplacée par un redresseur synchrone. Par conséquent, le courant de décharge de l'inductance peut s'inverser, ce qui permet d'éliminer la nécessité d'une charge fictive.

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 annexés, parmi lesquels :

la figure 1 montre un circuit convertisseur à compensation selon la technique antérieure ; et

la figure 2 montre le circuit convertisseur à compensation de la figure 1, qui comporte, selon l'invention, un redresseur synchrone en remplacement de la diode classique de la figure 1.

On se reporte d'abord à la figure 1, qui montre un circuit convertisseur à compensation selon la technique antérieure, dans lequel une source de courant continu d'entrée, apparaissant sur des bornes 60 et 61 de tension V_{IN}, est connectée par l'intermédiaire d'un MOSFET (transistor à effet de champ du type métal-oxyde-semiconducteur) de commutation Q1 au circuit comportant une inductance 62 et une charge 63. Un condensateur 64 est connecté entre les bornes de la charge 63 et entre des bornes de charge 65 et 66. Une diode normale 67 connecte, comme représenté, le noeud formé entre le commutateur Q1 et l'inductance 62 à la borne 61.

Les convertisseurs à compensation du type représenté sur la figure 1 demandent une charge minimale. Plus spécialement, dans un convertisseur à compensation, la taille et le coût de l'inductance sont déterminés par la puissance de sortie et le rapport du courant de charge maximal au courant de charge minimal.

Lorsque le courant de charge est petit, le courant de l'inductance IL s'amortit jusqu'à zéro dans la diode 67. Le courant passant dans la diode 67 ne peut pas s'inverser, ce qui provoque une circulation de courant discontinue pour les courants faibles. Pendant un fonctionnement discontinu, le convertisseur produit un bruit excessif. Ce mode de fonctionnement entraîne également une stabilité médiocre de la boucle. Pour éviter ces problèmes, les fabricants spécifient une charge minimale pour leur alimentation électrique ou utilisent une charge fictive sur les bornes de sortie 65 et 66.

Plus spécialement, pendant l'état non conducteur de Q1, la diode 67 conduit le courant IL de l'inductance, et l'énergie de l'inductance est transférée à la sortie. Pendant l'état de charge normal, Q1 redevient conducteur, avant que le courant de l'inductance ne tombe à zéro.

Pendant le fonctionnement en mode de courant continu, le rapport cyclique (temps de conduction et temps de non-conduction de Q1) est indépendant de la charge, comme déterminé par V_{IN} et V_{OUT}. Lorsque le courant de charge est petit, le courant de l'inductance s'amortit toutefois jusqu'à zéro via la diode 67. Le modulateur de largeur d'impulsion qui commande la grille de Q1 est amené à modifier le rapport cyclique afin de maintenir l'équilibre de charge dans le condensateur de sortie 64.

Le gain de l'étage de puissance change alors avec la charge, et la boucle de commande devient instable. Lorsque l'inductance laisse expirer le courant ISW, elle produit du bruit et, s'amortissant lentement, des petites oscillations peuvent être observées sur la cathode de la diode 67.

Pour éviter ces problèmes, les fabricants de l'alimentation électrique spécifient une charge minimale pour leur alimentation électrique (ordinairement 1/10 du courant de sortie maximal) ou utilisent une charge fictive sur les bornes de sortie 65 et 66.

La figure 2 montre le convertisseur à compensation de la figure 1, où, selon l'invention, la diode 67 est remplacée par la diode de corps (c'est-à-dire formée dans la masse) d'un MOSFET à canal N à conduction verticale. Le MOSFET-redresseur synchrone a moins de pertes que la diode 67 de la figure 1 (même lorsque la diode 67 est une diode de Schottky). De plus, le MOSFET Q2 peut conduire le courant dans les deux sens, comme indiqué par les flèches doubles ID de la figure 2. Par conséquent, lorsque la sortie du circuit de la figure 2 est peu chargée et que le courant d'inductance IL s'amortit jusqu'à zéro, la diode de corps en "roue libre" de Q2 cesse de conduire, mais le MOSFET peut être rendu

conducteur par un dispositif de commande approprié connecté à la borne de grille 80 afin de rendre conducteur le MOSFET Q2 et de permettre la circulation du courant dans le sens opposé de sa diode de corps, l'inductance 62 étant chargée à partir du condensateur 64.

Ainsi, avec l'invention, une charge minimale n'est pas nécessaire pour le circuit de la figure 2.

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

REVENDICATIONS

1. Circuit convertisseur à compensation, caractérisé en ce qu'il comprend, en combinaison :

une paire de bornes constituant des première et deuxième bornes d'alimentation en courant continu d'entrée (60, 61) ;

une paire de bornes constituant des première et deuxième bornes de charge en courant continu de sortie (65, 66) ;

un dispositif de commutation (Q1) ;

une inductance (62) reliée, en série, avec ladite première borne de courant continu d'entrée, ledit dispositif de commutation et ladite première borne de charge de sortie ;

un condensateur (64) connecté entre lesdites première et deuxième bornes de charge de sortie ; et

un dispositif de puissance du type MOS déclenchable par grille, possédant une paire de première et deuxième bornes de puissance et une borne de grille ;

lesdites première et deuxième bornes de puissance dudit dispositif de puissance du type MOS déclenchable par grille étant reliées en relation série fermée au moyen de ladite inductance et dudit condensateur, de sorte que le courant passant dans ladite inductance peut circuler dans le sens passant de ladite diode de corps lorsque ledit dispositif de commutation est dans l'état non conducteur ;

un premier moyen de commande servant à rendre conducteur et non conducteur ledit dispositif de commutation avec une fréquence et un rapport cyclique ajustés ; et

un deuxième moyen de commande couplé à ladite borne de grille afin de rendre conducteur ledit dispositif du type MOS déclenchable par grille pour permettre l'inversion du courant passant dans ladite inductance lorsque ledit dispositif de commutation est non conducteur.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit dispositif de commutation est un deuxième dispositif de puissance du type MOS déclenchable par grille.

3 . Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit dispositif du type MOS déclenchable par grille est un MOSFET de puissance à conduction verticale.

4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit dispositif du type MOS déclenchable par grille est un MOSFET de puissance à conduction verticale.

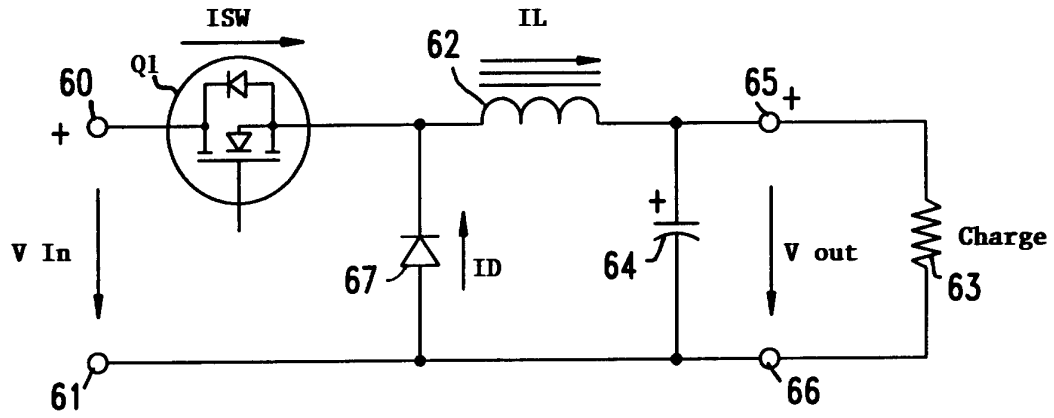


FIG. 1

Technique antérieure

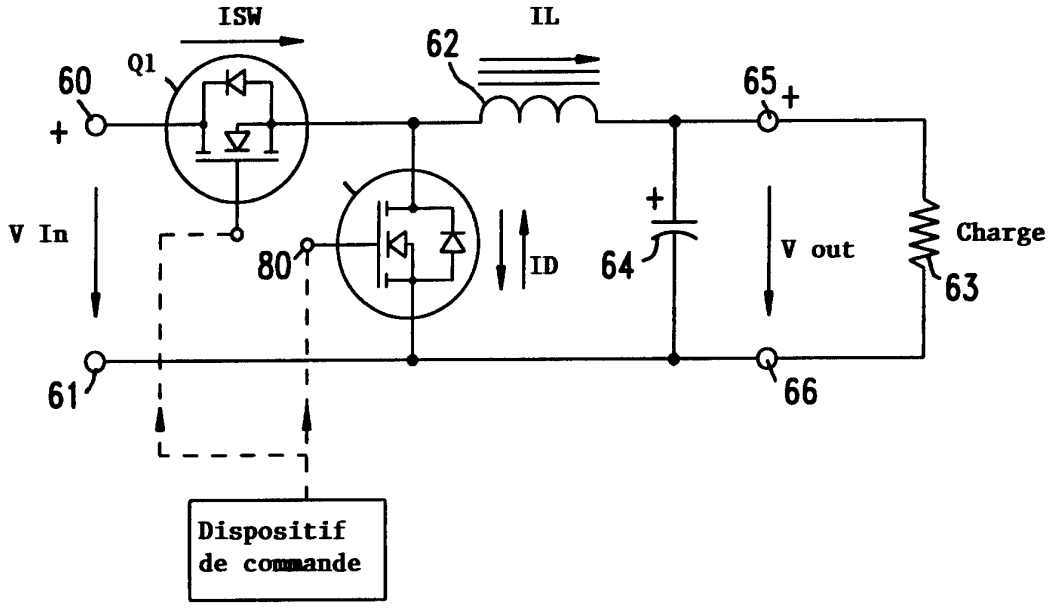


FIG. 2