(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 937 809**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **08 57359**

(51) Int Cl[8] : ***H 02 M 7/217*** *(2006.01), H 02 M 1/42*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 29.10.08.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 30.04.10 Bulletin 10/17.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

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

(71) **Demandeur(s) :** *CONVERTEAM TECHNOLOGY LTD* — GB.

(72) **Inventeur(s) :** PERMUY ALFRED.

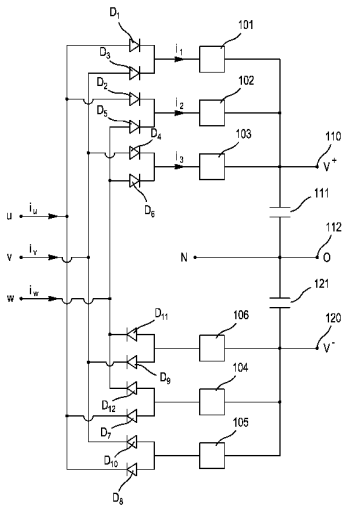
(73) **Titulaire(s) :** CONVERTEAM TECHNOLOGY LTD.

(74) **Mandataire(s) :** CABINET LAVOIX.

(54) DISPOSITIF DE CONVERSION D'ENERGIE ELECTRIQUE D'UNE ALIMENTATION ALTERNATIVE TRIPHASEE VERS UNE SORTIE CONTINUE.

(57) L'invention concerne un dispositif de conversion d'énergie électrique d'une alimentation alternative triphasée vers une sortie continue, comprenant trois phases d'entrée.

Chaque phase d'entrée est reliée, par l'intermédiaire de diodes connectées en sens direct (D1-D6), à l'entrée de premiers circuits Boost (101, 103), et par l'intermédiaire de diodes connectées en sens inverse (D7-D12), à l'entrée de seconds circuits Boost (104, 106), en permutation circulaire. Les sorties des premiers circuits Boost sont reliées à une borne d'un premier condensateur (110) de sortie, et les sorties des seconds circuits Boost sont reliées à une borne d'un deuxième condensateur (120) de sortie, les autres bornes des condensateurs de sortie étant reliées entre elles.



FR 2 937 809 - A1

Dispositif de conversion d'énergie électrique d'une alimentation alternative triphasée vers une sortie continue

La présente invention concerne un dispositif de conversion d'énergie électrique d'une alimentation alternative triphasée vers une sortie continue, ayant une fonction de correction de facteur de puissance, comprenant une première, une deuxième et une troisième phase d'entrée.

Les dispositifs PFC (circuits de correction de facteur de puissance) triphasés actuels utilisent un onduleur triphasé complexe.

La présente invention vise à palier cet inconvénient en fournissant un dispositif de conversion n'utilisant que des circuits simples du type Boost.

A cet effet, l'invention a tout d'abord pour objet un dispositif de conversion d'énergie électrique d'une alimentation alternative triphasée vers une sortie continue, comprenant une première, une deuxième et une troisième phase d'entrée ;
caractérisé en ce que

- la première phase est reliée, par l'intermédiaire d'une première diode connectée en sens direct, à l'entrée d'un premier circuit de type Boost et, par l'intermédiaire d'une deuxième diode connectée en sens direct, à l'entrée d'un deuxième circuit de type Boost ;
- la deuxième phase est reliée, par l'intermédiaire d'une troisième diode connectée en sens direct, à l'entrée du premier circuit de type Boost et, par l'intermédiaire d'une quatrième diode connectée en sens direct, à l'entrée d'un troisième circuit de type Boost ;
- la troisième phase est reliée, par l'intermédiaire d'une cinquième diode connectée en sens direct, à l'entrée du deuxième circuit de type Boost et, par l'intermédiaire d'une sixième diode connectée en sens direct, à l'entrée du troisième circuit de type Boost ;

les sorties desdits premier, deuxième et troisième circuits de type Boost étant connectées à une borne d'un premier condensateur de sortie ;
en ce que

- la première phase est reliée, par l'intermédiaire d'une septième diode connectée en sens inverse, à l'entrée d'un quatrième circuit de type Boost et, par l'intermédiaire d'une huitième diode connectée en sens inverse, à l'entrée d'un cinquième circuit de type Boost ;

- la deuxième phase est reliée, par l'intermédiaire d'une neuvième diode connectée en sens inverse, à l'entrée d'un sixième circuit de type Boost et, par l'intermédiaire d'une dixième diode connectée en sens inverse, à l'entrée du cinquième circuit de type Boost ;
- la troisième phase est reliée, par l'intermédiaire d'une onzième diode connectée en sens inverse, à l'entrée du sixième circuit de type Boost et, par l'intermédiaire d'une douzième diode connectée en sens inverse, à l'entrée du quatrième circuit de type Boost ;

les sorties desdits quatrième, cinquième et sixième circuits de type Boost étant connectées à une borne d'un deuxième condensateur de sortie ;

et en ce que

les autres bornes desdits premier et deuxième condensateurs de sortie sont reliées entre elles.

Un point neutre d'entrée peut être connecté à la borne commune aux deux condensateurs de sortie.

Dans un mode de réalisation particulier, au moins un desdits circuits de type Boost comporte un interrupteur commandé par un circuit de commande, un premier condensateur de sortie et une première inductance série d'entrée, une diode étant connectée en série avec ladite première inductance entre l'interrupteur commandé et le condensateur de sortie.

Ledit interrupteur commandé peut être un transistor.

Ledit interrupteur commandé peut également être formé d'un thyristor et d'une diode antiparallèle, des moyens étant prévus pour garantir l'annulation du courant dans le thyristor pendant un temps suffisant à l'ouverture de ce dernier.

Plus particulièrement, lesdits moyens d'annulation du courant peuvent comprendre un circuit résonnant comportant une deuxième inductance série connectée entre ladite première inductance série et la diode série, et un deuxième condensateur connecté à la borne commune à ladite deuxième inductance série et à la diode série.

Ladite deuxième inductance série peut en particulier être une inductance variable.

L'invention a également pour objet un équipement électrique de puissance, comprenant au moins un dispositif de conversion tel que décrit ci-dessus.

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

- la figure 1 est un schéma d'un dispositif de conversion d'énergie électrique selon l'invention ;
- la figure 2 est un schéma électrique d'un circuit Boost conventionnel susceptible d'être utilisé dans le dispositif de la figure 1 ;
- la figure 3 est un schéma par blocs du circuit de commande de l'interrupteur de la figure 2 ;
- la figure 4 est un schéma électrique d'un circuit Boost à thyristor ;
- la figure 5 illustre le fonctionnement du circuit Boost de la figure 4 ;
- la figure 6 représente l'évolution dans le temps de signaux relevés sur le dispositif de la figure 1.

On voit à la figure 1 une alimentation triphasée fournissant trois tensions sinusoïdales u, v et w déphasées de 120° comme représenté à la figure 6, et un neutre N. Les courants dans chaque phase sont respectivement i_u, i_v et i_w.

Les tensions u et v sont reliées à l'entrée d'un premier circuit Boost 101 par l'intermédiaire de deux diodes D_1 et D_3 respectivement, connectées en sens direct ; les tensions u et w sont reliées à l'entrée d'un deuxième circuit Boost 102 par l'intermédiaire de deux diodes D_2 et D_5 respectivement, connectées en sens direct ; et les tensions v et w sont reliées à l'entrée d'un troisième circuit Boost 103 par l'intermédiaire de deux diodes D_4 et D_6 respectivement, connectées en sens direct.

De façon similaire, les tensions u et w sont reliées à l'entrée d'un quatrième circuit Boost 104 par l'intermédiaire de deux diodes D_7 et D_{12} respectivement, connectées en sens inverse ; les tensions u et v sont reliées à l'entrée d'un cinquième circuit Boost 105 par l'intermédiaire de deux diodes D_8 et D_{10} respectivement, connectées en sens inverse ; et les tensions v et w sont reliées à l'entrée d'un sixième circuit Boost 106 par l'intermédiaire de deux diodes D_9 et D_{11} respectivement, connectées en sens inverse.

Les sorties des circuits 101, 102 et 103 sont reliées à une borne 110 d'un condensateur 111 dont l'autre borne 112 est reliée au neutre N de l'alimentation

triphasée. La borne 110 est à la tension continue V^+ par rapport au 0 de la borne 112.

De même, les sorties des circuits 104, 105 et 106 sont reliées à une borne 120 d'un condensateur 121 dont l'autre borne est reliée au neutre N de l'alimentation triphasée, et donc à la borne 112 du condensateur 111. La borne 120 est à la tension continue V^- par rapport au 0 de la borne 112.

i_u, i_v et i_w étant les courants d'entrée, on veut qu'à chaque instant

$i_u=k.u$

$i_v=k.v$

$i_w=k.w$

de par la fonction même du circuit, puisque la tension et l'intensité d'entrée de l'alimentation doivent être en phase ou, en d'autres termes, que la tension et l'intensité doivent être proportionnelles à chaque instant.

Le bloc constitué par le circuit 101 et les diodes D_1 et D_3 réalise la fonction suivante :

- si $max\ (u, v, w)=u$ alors $i_1=(K^+.u)\ /2$
- si $max\ (u, v, w)=v$ alors $i_1=(K^+.v)\ /2$
- si $max\ (u, v, w)=w$ alors
  - si $max\ (u, v, 0)=u$ alors $i_1=K^+.u$
  - si $max\ (u, v, 0)=v$ alors $i_1=K^+.v$
  - si $max\ (u, v, 0)=0$ alors $i_1=0$

Les blocs constitués d'une part par le circuit 102 et les diodes D_2 et D_5, et d'autre part par le circuit 103 et les diodes D_4 et D_6, réalisent des fonctions qui s'en déduisent en permutant u, v et w.

Pour les blocs correspondant aux circuits 104, 105 et 106, on inverse les signes de u, v et w et on change K^+ en K^- . En fait, K^+ et K^- sont sensiblement égaux.

Les coefficients K^+ et K^- sont réglés de manière à obtenir les valeurs recherchées pour V^+ et V^- (valeurs de référence opposées). Par exemple, K^+ est

obtenu en appliquant la grandeur $V^+ - V_{réf}$ à l'entrée d'un régulateur PID comme montré à la figure 3.

On voit à la figure 2 un convertisseur de type Boost susceptible d'être utilisé comme circuit 101-106. On connaît l'utilisation de tels convertisseurs dans les alimentations à découpage.

On voit sur la figure 2 le convertisseur Boost composé de façon connue d'une inductance série L_1, d'un interrupteur commandé 2 et d'un condensateur de sortie C_1. Une diode D est connectée en série avec l'inductance série L_1.

L'interrupteur 2 est commandé à l'aide d'un circuit de commande 3 décrit plus en détail en référence à la figure 3.

Le circuit 3 reçoit en entrée les tensions u, v et w, la tension V (V^+ ou V^- selon le cas) de sortie du circuit Boost, la tension de consigne V_{ref} de sortie de ce même circuit, et le courant i dans le circuit Boost..

Le circuit 3 soustrait V de V_{ref} de manière à obtenir l'erreur sur la tension de sortie. Cette erreur en tension est appliquée à un régulateur PID (Proportionnel Intégral Dérivé) 4 dont la sortie est multipliée par u, v ou w de manière à former la consigne d'intensité i_{ref} qui est donc constamment proportionnelle à u, de sorte que i_{ref} est en phase avec u. Cette intensité i_{ref} est soustraite de i pour obtenir l'erreur en intensité qui est elle-même appliquée à un régulateur PID 5 dont la sortie commande l'interrupteur 2 par l'intermédiaire de circuits non représentés appropriés à ce type d'interrupteur.

La figure 4 représente une variante du circuit de la figure 2. Ce circuit comprend en premier lieu les mêmes composants que ceux de la figure 2, dans lesquels l'interrupteur commandé 2 est formé d'un thyristor 10 et d'une diode antiparallèle 11. Le circuit de commande du thyristor 10 (non représenté), est similaire au circuit de commande 3 de la figure 3 et comprend, en sortie du régulateur 5, un oscillateur contrôlé en tension 13 (VCO ou *Voltage controlled oscillator*) qui fournit les impulsions de commande du thyristor 10.

On voit également sur la figure 4 que le circuit Boost de cette figure comprend en outre un circuit résonnant L_r, C_r disposé entre l'interrupteur 2 et la diode D de sorte que l'inductance L_r soit en série avec l'inductance L_1 et que le conden-

sateur C_r soit connecté au point commun à l'inductance L_r et à la diode D. Ce circuit oscillant est utilisé pour garantir au thyristor un temps suffisant pour son ouverture pour un courant maximum I_{L1max} dans l'inductance L_1.

En effet, la figure 5 montre les formes d'onde de l'intensité $I_{thyristor}$ dans le thyristor, de l'intensité I_{diode} dans la diode D, et des intensités I_{L1} et I_{Lr} dans les inductances L_1 et L_r respectivement. La figure illustre le fait que le courant I_{Lr} dans l'inductance L_r est égal à la différence entre le courant I_{L1} (pratiquement constant à l'échelle du phénomène) dans l'inductance L_1 et le courant dans le thyristor (ou dans la diode D, selon le sens). Le temps τ de conduction de la diode D doit donc être supérieur au temps de recouvrement (de désamorçage) t_q du thyristor, ce qui permet à l'homme de métier de dimensionner L_r et C_r en prenant $t_q=t_{qmax}$, valeur que prend le temps de recouvrement pour le courant I_{L1} maximum.

On constate toutefois que, lorsque le courant d'entrée I_{L1} est faible, le courant du circuit résonnant est surdimensionné et donc que le rendement est mauvais. On peut pallier cet inconvénient en utilisant pour l'inductance L_r une inductance variable, par exemple une inductance saturable réalisée de façon connue à l'aide de deux transformateurs dont les enroulements primaires sont en série, et dont les enroulements secondaires sont en opposition.

On voit à la figure 6 le courant i_1, et on constate que i_{1max} est égal à la moitié du courant d'entrée crête dans u, v ou w. On a donc une puissance crête totale identique à celle que l'on obtiendrait avec trois circuits PFC monophasés de courant crête égal à deux fois i_{max}, que l'on ne saurait toutefois connecter directement en parallèle en sortie.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de conversion d'énergie électrique d'une alimentation alternative triphasée vers une sortie continue, comprenant une première, une deuxième et une troisième phase d'entrée ;

caractérisé en ce que

- la première phase est reliée, par l'intermédiaire d'une première diode (D1) connectée en sens direct, à l'entrée d'un premier circuit (101) de type Boost et, par l'intermédiaire d'une deuxième diode (D2) connectée en sens direct, à l'entrée d'un deuxième circuit (102) de type Boost ;
- la deuxième phase est reliée, par l'intermédiaire d'une troisième diode (D3) connectée en sens direct, à l'entrée du premier circuit de type Boost et, par l'intermédiaire d'une quatrième diode (D4) connectée en sens direct, à l'entrée d'un troisième circuit (103) de type Boost ;
- la troisième phase est reliée, par l'intermédiaire d'une cinquième diode (D5) connectée en sens direct, à l'entrée du deuxième circuit de type Boost et, par l'intermédiaire d'une sixième diode (D6) connectée en sens direct, à l'entrée du troisième circuit de type Boost ;

les sorties desdits premier, deuxième et troisième circuits de type Boost étant connectées à une borne (110) d'un premier condensateur de sortie (111) ;

en ce que

- la première phase est reliée, par l'intermédiaire d'une septième diode (D7) connectée en sens inverse, à l'entrée d'un quatrième circuit (104) de type Boost et, par l'intermédiaire d'une huitième diode (D8) connectée en sens inverse, à l'entrée d'un cinquième circuit (105) de type Boost ;
- la deuxième phase est reliée, par l'intermédiaire d'une neuvième diode (D9) connectée en sens inverse, à l'entrée d'un sixième circuit (106) de type Boost et, par l'intermédiaire d'une dixième diode (D10) connectée en sens inverse, à l'entrée du cinquième circuit de type Boost ;
- la troisième phase est reliée, par l'intermédiaire d'une onzième diode (D11) connectée en sens inverse, à l'entrée du sixième circuit de type Boost et, par l'intermédiaire d'une douzième diode (D12) connectée en sens inverse, à l'entrée du quatrième circuit de type Boost ;

les sorties desdits quatrième, cinquième et sixième circuits de type Boost étant connectées à une borne (120) d'un deuxième condensateur de sortie (121) ;

et en ce que

les autres bornes desdits premier et deuxième condensateurs de sortie sont reliées entre elles.

2. Dispositif selon la revendication 1, comprenant un point neutre d'entrée (N) connecté à la borne commune aux deux condensateurs de sortie.

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel au moins un desdits circuits de type Boost comporte un interrupteur (2) commandé par un circuit de commande, (3), un premier condensateur de sortie (C_1) et une première inductance série d'entrée (L_1) une diode (D) étant connectée en série avec ladite première inductance entre l'interrupteur commandé et le condensateur de sortie.

4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel ledit interrupteur commandé est un transistor.

5. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel ledit interrupteur commandé est formé d'un thyristor (10) et d'une diode antiparallèle (11), des moyens étant prévus pour garantir l'annulation du courant dans le thyristor pendant un temps suffisant à l'ouverture de ce dernier.

6. Dispositif selon la revendication 5, dans lequel lesdits moyens d'annulation du courant comprennent un circuit résonnant (L_r, C_r) comportant une deuxième inductance série (L_r) connectée entre ladite première inductance série et la diode série, et un deuxième condensateur (C_r) connecté à la borne commune à ladite deuxième inductance série et à la diode série.

7. Dispositif selon la revendication 6, dans lequel ladite deuxième inductance série est une inductance variable.

8. Equipement électrique de puissance, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

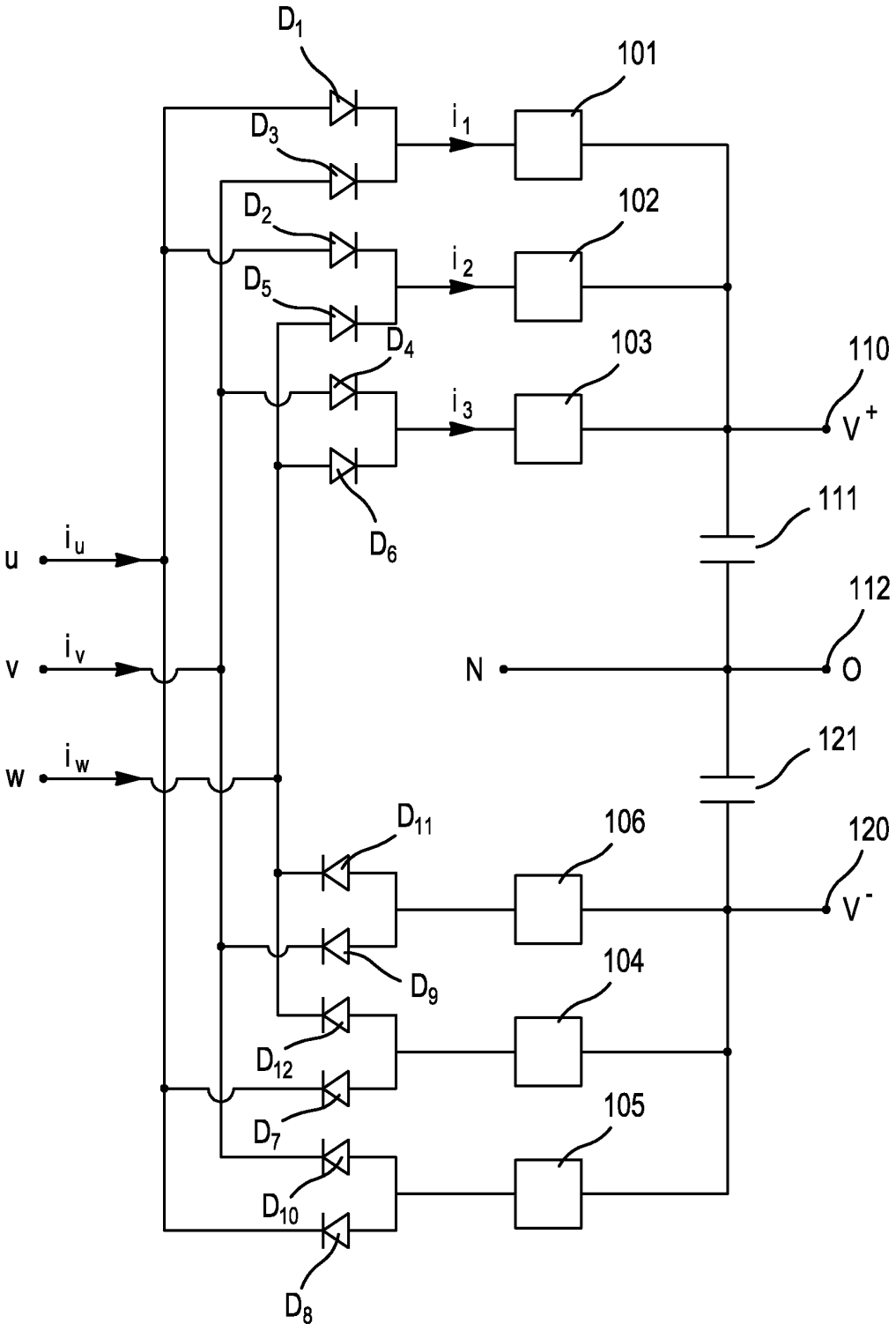

D1
101
D3
i1
D2
102
i2
D5
D4
103
110
i3
V+
D6
111
u
iu
112
v
iv
N
O
w
iw
121
D11
106
120
V-
D9
104
D12
D7
105
D10
D8

FIG.1

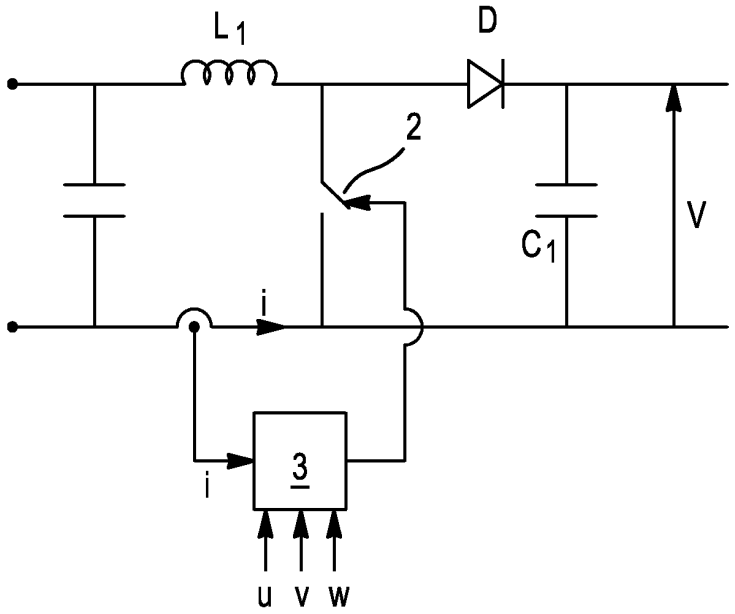


FIG.2

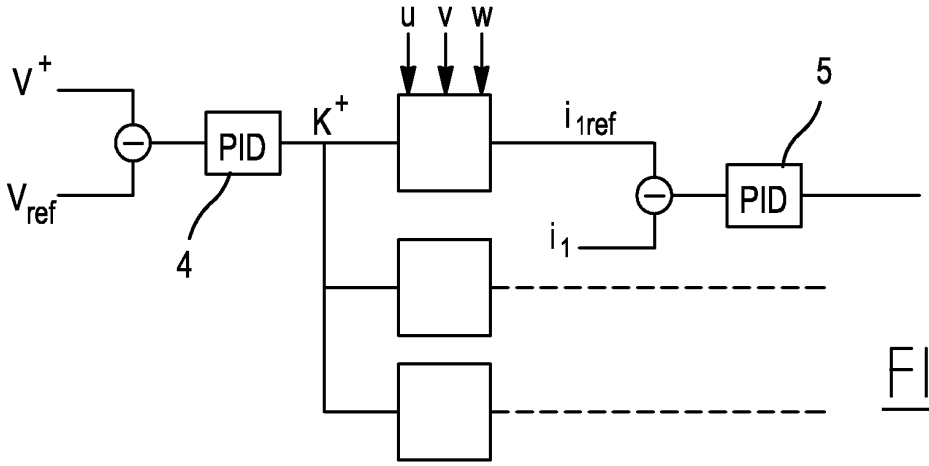


FIG.3

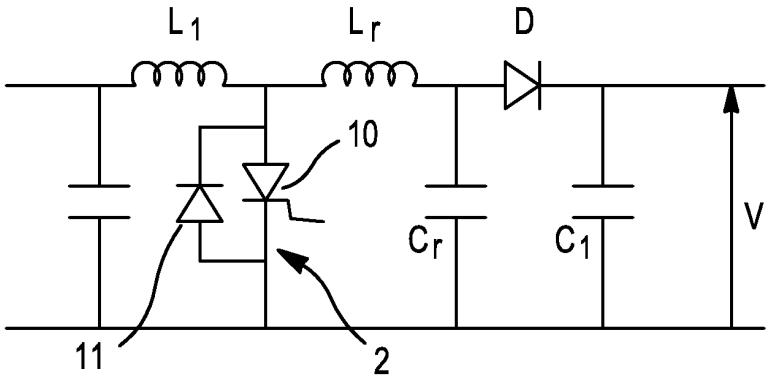


FIG.4

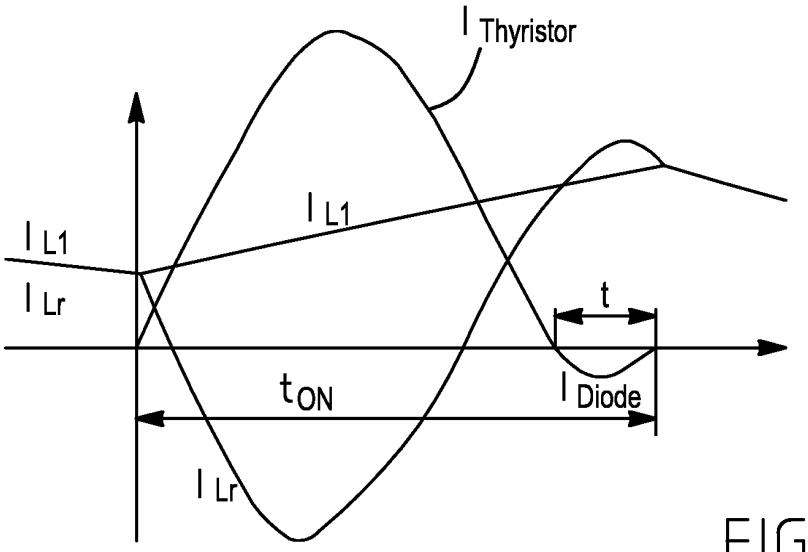

I Thyristor
I L1
I L1
I Lr
t
t ON
I Diode
I Lr

FIG.5

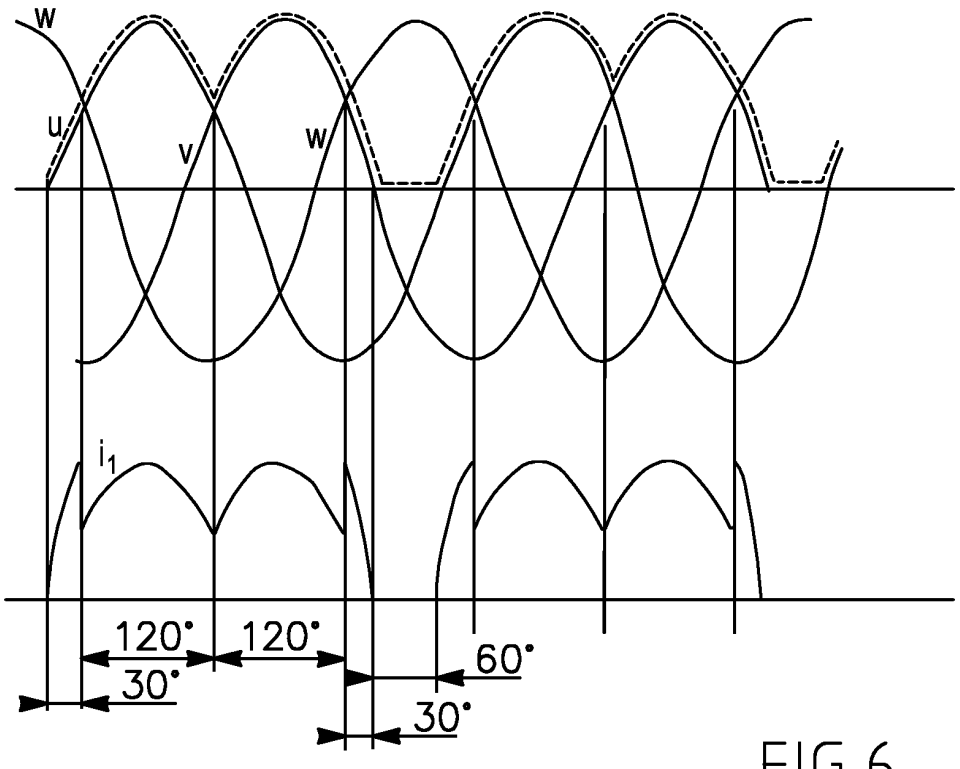

w
u
v
w
i1
120°
120°
60°
30°
30°

FIG.6

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 713343
FR 0857359

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	BAUMANN M ET AL: "New wide input voltage range three-phase unity power factor rectifier formed by integration of a three-switch buck-derived front-end and a DC/DC boost converter output stage" TELECOMMUNICATIONS ENERGY CONFERENCE, 2000. INTELEC. TWENTY-SECOND INT ERNATIONAL SEPTEMBER 10-14, 2000, PISCATAWAY, NJ, USA,IEEE, 10 septembre 2000 (2000-09-10), pages 461-470, XP010523227 ISBN: 978-0-7803-6407-3 * le document en entier *	1-8	H02M7/217 H02M1/42
Y	US 5 430 639 A (TAKAHASHI FUMIKAZU [JP]) 4 juillet 1995 (1995-07-04) * abrégé; figures 11,22 * * colonne 3, ligne 33 - colonne 5, ligne 10 *	1-8	
A	EP 1 553 689 A (SEMIKRON ELEKTRONIK GMBHPATENT [DE] SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH [DE]) 13 juillet 2005 (2005-07-13) * le document en entier *	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H02M H02J
A	EP 0 595 091 A (HUGHES AIRCRAFT CO [US]) 4 mai 1994 (1994-05-04) * le document en entier *	1-8	
A	SKUDELNY, HANS-CHRISTOPH: "Stromrichtertechnik, Vorlesung an der RWTH Aachen" 1994, VERLAG DER AUGUSTINUS BUCHHANDLUNG , AACHEN , XP002536540 ISBN: 3-86073-189-0 * page 100 - page 102 *	5-7	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
14 juillet 2009	Jansen, Helma

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0857359 FA 713343

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 14-07-2009
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5430639 A	04-07-1995	JP 3195105 B2	06-08-2001
		JP 6253540 A	09-09-1994
EP 1553689 A	13-07-2005	DE 102004001478 A1	11-08-2005
		US 2005151520 A1	14-07-2005
EP 0595091 A	04-05-1994	AU 659966 B2	01-06-1995
		AU 4915193 A	12-05-1994
		DE 69318796 D1	02-07-1998
		DE 69318796 T2	18-02-1999
		IL 107254 A	14-05-1996
		JP 2607033 B2	07-05-1997
		JP 6217551 A	05-08-1994
		US 5321600 A	14-06-1994

EPO FORM P0465