

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 12201

(54) Système de déclenchement pour convertisseur de puissance numérique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 02 P 13/24; H 02 M 1/08.

(22) Date de dépôt..... 22 juin 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 23 juin 1980, n° 161.896.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 17 du 30-4-1982.

(71) Déposant : Société dite : HOOKER CHEMICALS & PLASTICS CORPORATION, résidant aux
EUA.

(72) Invention de : James H. Galloway.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Novapat, cabinet Chereau,
107, bd Pereire, 75017 Paris.

1.

La présente invention concerne des convertisseurs statiques et plus particulièrement un circuit de déclenchement et un procédé de commande des angles d'amorçage de redresseurs commandés pour procéder à une transformation entre une puissance en courant alternatif polyphasée et une puissance en courant continu et pour l'obtention d'une sortie régulée après cette transformation.

Il existe de nombreux systèmes industriels qui utilisent une tension et/ou un courant provenant de la transformation d'une énergie en courant alternatif ou d'une énergie en courant continu. La description qui suivra concerne un système de conversion d'une énergie en courant alternatif en énergie en courant continu; on comprendra que les principes décrits s'appliquent également à l'opération inverse, c'est-à-dire à une conversion d'une énergie en courant continu en énergie en courant alternatif.

L'énergie en courant continu est dans de nombreux cas générée à partir d'une entrée en courant alternatif triphasé par des convertisseurs statiques utilisant des redresseurs commandés. De façon à maintenir constante une sortie en courant continu (tension et/ou courant) et à compenser les fluctuations de charge, les variations de la tension d'entrée en courant alternatif, etc., il est nécessaire de faire va-

2.

rier l'angle de phase auquel les redresseurs commandés sont conducteurs. Cela est effectué en faisant varier le moment où des impulsions de déclenchement, qui amorcent les redresseurs, sont produites. En même temps, étant donné qu'une entrée en courant alternatif triphasé est utilisée, les impulsions de déclenchement doivent se produire suivant la séquence et le moment appropriés pour chaque demi-cycle. Ainsi, les impulsions de déclenchement se produiront généralement suivant des déphasages de 60° électriques et six impulsions de déclenchement seront nécessaires pour chaque cycle triphasé complet. A moins que la cadence des impulsions de déclenchement soit étroitement contrôlée, des problèmes de commande de la tension et/ou de l'intensité du courant continu peuvent se produire. Certains de ces problèmes et les solutions proposées ont fait l'objet d'un article de J. D. Ainsworth, IEE, volume 114, n° 7, juillet 1967; une autre solution est décrite dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.648.078 du 7 mars 1972 au nom de James H. Galloway.

Dans la présente invention, un circuit fonctionne avec un micro-ordinateur de façon à commander un compteur interne (ordinateur) qui est actionné par une horloge du système. Le compteur interne est réglé à un nombre (nombre d'une séquence de déclenchement) qui, dans un système rythmé, représente le nombre de degrés électriques entre impulsions successives qui produiront l'angle de phase désiré auquel se produira l'amorçage de chaque redresseur commandé pour l'entrée triphasée concernée et, avec son circuit associé, produit une impulsion de déclenchement chaque fois que le nombre de la séquence est atteint. Ce nombre est périodiquement mis à jour et a par conséquent une grandeur variable de façon à tenir compte des variations de charge, etc., grâce à quoi il y a obtention de la relation correcte entre phases des impulsions de déclenchement et de la ligne associée pour répondre aux variations de charge, aux fluctuations du secteur, etc., dans le but de maintenir une sortie constante en courant continu (tension et/ou courant). En même temps, la séquence d'occurrence des impulsions de déclenchement est commandée de façon à provoquer l'amorçage en conformité

3.

avec la rotation des phases de l'entrée triphasée.

Par conséquent un objet de la présente invention est un circuit de déclenchement nouveau et perfectionné, et un système de commande des angles d'amorçage de redresseurs com-
5 mandés dans un convertisseur statique polyphasé.

Un autre objet de la présente invention est un circuit et un système utilisant un circuit dans lequel le moment de production des impulsions de déclenchement est déterminé par un nombre pouvant être prédéterminé, et en outre
10 dans lequel la grandeur de ce nombre est modifiée de façon à maintenir la relation appropriée et désirée entre phases des impulsions de déclenchement et les phases associées de l'entrée triphasée, à la suite de quoi, la sortie en courant continu est régulée.

15 La présente invention sera bien comprise lors de la description suivante faite en liaison avec les dessins ci-joints dans lesquels :

La figure 1 est un schéma général d'un convertisseur statique d'un type pouvant comprendre le circuit et le système de déclenchement de la présente invention; et
20

Les figures 2A, B, C et D, réunies, représentent le schéma d'un circuit et d'un système de déclenchement destiné à être utilisé dans le convertisseur de la figure 1, les "a" des figures 2A et 2D étant connectés, les "b" et "c" des figures 2A et 2B étant connectés, les "d" des figures 2A et 2D
25 étant connectés, les "e", "f", "g", "h", "i", "j", "k", "l", "m" et "n" des figures 2B et 2D étant connectés et les "o" et les "p" des figures 2B et 2C étant connectés.

En liaison maintenant avec la figure 1, un convertisseur statique 10 est représenté en conjonction avec une
30 source triphasée d'énergie électrique 12, les trois phases étant représentées par ØA, ØB et ØC. Chaque phase est connectée, par l'intermédiaire de contacts de relais RCa, b et c, respectivement, à l'entrée du convertisseur statique 10.
35 Des transformateurs de courant CTa, b et c sont associés à chaque phase d'entrée et sont également connectés au convertisseur statique 10.

4.

Le convertisseur statique 10 comprend une pluralité de redresseurs commandés RA1 et 2 pour ØA, RB1 et 2 pour ØB et RC1 et 2 pour ØC qui sont connectés sous forme de pont de façon à permettre le redressement des deux alternances de l'entrée triphasée, produisant une sortie en courant continu. Les redresseurs RA1,2-RC1,2 comportent chacun une grille ou électrode de commande GA1,2-GC1,2 grâce à laquelle le redresseur associé peut être amorcé en réponse à une impulsion de déclenchement. Les impulsions de déclenchement sont générées par un circuit 14 qui comporte six sorties A1,2-C1,2 connectées chacune à l'une des portes GA1,2-GC1,2. Comme on le verra, les impulsions de déclenchement aux sorties A1,2-C1,2, qui sont par conséquent appliquées aux portes GA1,2-GC1,2, se produisent généralement en séquence suivant des intervalles de 60° électriques. Les impulsions de déclenchement sont réglées de façon à être appliquées en conformité avec le demi-cycle approprié de la phase associée de l'entrée triphasée. Ainsi, l'impulsion de déclenchement en A1, appliquée à la porte GA1, se produira à un instant prédéterminé pendant l'occurrence de la demi-onde positive de ØA; puis, l'impulsion de déclenchement en B1, appliquée à la porte GB1, se produira pendant la demi-onde positive de ØB. Ainsi, en supposant une rotation des phases ØA, ØB, ØC (comme représenté en figure 1), les impulsions de déclenchement seront produites à des intervalles séparés généralement de 60° électriques aux sorties A1, B1, C1, A2, B2, C2 (dans cet ordre). De façon à former un trajet de retour pour la sortie redressée de la phase actionnée, les redresseurs commandés pour la polarité opposée de l'une des deux phases seront également actionnés.

Une sortie en courant continu est produite, qui apparaît aux lignes de sortie 16 et 18 via un filtre CF à bobine en série et un condensateur de filtrage shunt FC. La configuration de circuit représentée en figure 1 est généralement la configuration concernant des applications industrielles à haute tension, où la tension doit être régulée. Certains systèmes industriels nécessitent un courant élevé,

par exemple, pour la galvanoplastie; ces systèmes ont une configuration dans laquelle les redresseurs commandés sont placés dans le primaire d'un transformateur triphasé, et la sortie en courant continu pulsé destinée à l'alimentation de la charge est prélevée au secondaire. Dans les systèmes à forte intensité, le courant continu peut être régulé de façon à être maintenu constant. Ainsi, dans la plupart des applications industrielles, la sortie en courant continu, qu'il s'agisse d'applications à tension constante ou à courant constant, doit être régulée. Cela est obtenu avec le circuit de déclenchement 14, représenté en détail dans les figures 2A à 2D.

On peut considérer que le circuit de déclenchement 14 comprend les sections suivantes : une section d'alimentation 20, une section à amplificateur de commande 22, une section de synchronisation 24, des sections de limitation de crête 26A et B, une section à micro-ordinateur 28 et une section de sortie d'impulsions 30.

La section d'alimentation 24 fournit des tensions de fonctionnement régulées, utilisées dans le reste du circuit.

La section à amplificateur de commande 22 fournit des signaux indiquant l'amplitude de la tension et de l'intensité de sortie en courant continu pour une comparaison avec des valeurs de référence, à la suite de quoi la sortie en courant continu peut être régulée par commande du moment d'application des impulsions de déclenchement.

La section de synchronisation 24 fournit une indication de la séquence des phases de la source alternative triphasée, c'est-à-dire ØA, ØB et ØC, de façon à permettre une détermination appropriée de la séquence des impulsions de déclenchement associées en A1,2-C1,2 (voir figure 1) et fournit également une indication de la position en degrés électriques d'une phase sélectionnée, c'est-à-dire ØA. Ainsi, le moment où se produit chaque phase peut être déterminé ainsi que sa séquence.

Les sections de limitation de crête 26A et B servent à protéger le système et à le couper en cas de détection

6.

d'une surcharge et/ou d'un défaut quelconque.

La section à micro-ordinateur 28 assure la fonction de commande globale, à la suite de quoi les corrections nécessaires de phase peuvent être apportées aux impulsions de déclenchement en A1,2-C1,2 pour que la tension et/ou l'intensité de sortie en courant continu, soient régulées. La section à micro-ordinateur 28 comporte un compteur interne, c'est-à-dire à l'intérieur du circuit du micro-ordinateur, qui commande l'occurrence des impulsions successives de déclenchement. Le moment d'application des impulsions de déclenchement est lié à une valeur numérique (nombre d'une séquence de déclenchement) établie dans le compteur interne, valeur numérique qui fournit la relation entre phases correctes des impulsions de déclenchement en A1,2-C1,2 pour la phase de la ligne associée ($\emptyset A$, $\emptyset B$, $\emptyset C$); ces valeurs sont, dans un certain sens, contrôlées continuellement et sont modifiées suivant nécessité pour donner une mise en phase correcte des impulsions de déclenchement, à la suite de quoi, l'amorçage des redresseurs RA1,2-RC1,2 sera commandé de façon que la tension et/ou l'intensité de sortie en courant continu soient régulées.

La section de sortie d'impulsions 30 comporte un compteur externe qui fonctionne de façon à fournir une pluralité d'impulsions qui, avec la sortie du micro-ordinateur, fournissent les impulsions de déclenchement sous forme d'une pluralité d'impulsions à fréquence relativement haute, dans le but d'améliorer l'amorçage avec une puissance plus faible appliquée aux grilles. La section 30 comporte les éléments logiques permettant de répondre à la fois à la sortie du micro-ordinateur et à celle du compteur externe.

Dans la description qui va suivre, beaucoup de composants classiques de circuit (sous forme de circuits intégrés, etc.), sont représentés et repérés avec leur identification connue. Alors que les figures décrivent de nombreuses connexions standard aux diverses broches, celles-ci n'ont pas été décrites dans le détail pour simplifier.

S'agissant de la section d'alimentation 20, celle-ci

7.

fonctionne à partir d'une alimentation en courant alternatif de 50 volts (qui peut être tirée de l'une des phases ØA-ØC) par l'intermédiaire d'un transformateur à prise centrale (non représenté). L'entrée en courant alternatif de 50 volts est
5 connectée à partir des côtés opposés du transformateur à un pont DB1 par l'intermédiaire de lignes d'entrée 34 et 36. La prise centrale est connectée à la section 20 par l'intermédiaire d'une ligne 38 qui agit en neutre ou masse du système. Le pont DB1 procède au redressement des deux alternances
10 de la manière classique, ce qui se traduit par une sortie en courant continu dont le conducteur 40 est positif et le conducteur 42 négatif. Un circuit de filtrage et de régulation 44 est connecté entre les conducteurs 40 et 42 et fournit une tension en courant continu de +12 volts et de -12
15 volts aux conducteurs de sortie 46 et 48, respectivement. Dans le reste du schéma, la désignation "+12 v" ou "-12 v" indique une connexion à cette source aux conducteurs 40 ou 42. De même, la désignation "neutre" ou le symbole en triangle ouvert représente une connexion au conducteur 38, c'est-à-dire à la
20 masse du système.

Le circuit de filtrage et de régulation 44 comprend un circuit comportant des condensateurs C1 et C2 et une diode de blocage D1 qui est connectée entre la ligne + 40 et le neutre 38. Une résistance chutrice R1 et une diode Ze-
25 ner D2 sont connectées aux bornes du condensateur C2 avec le conducteur de sortie +12 volts 46 connecté au point de jonction de la résistance R1 et de la diode D₂. Un condensateur de filtrage C4 est connecté entre le conducteur 46 et le neutre 38. De même, un condensateur C3 est connecté entre la
30 ligne négative 42 et le neutre 38, avec une résistance chutrice R2 et une diode Zener D3 connectées en série aux bornes du condensateur C3. Le conducteur -12v, 48, est connecté au point de jonction de la résistance R2 et de la Zener D3 et est également connecté au neutre 38 par l'intermédiaire d'un conden-
35 sateur de filtrage C5.

En plus des alimentations en courant continu +12 et -12 volts, la section 20 fournit une alimentation en

8.

courant continu +5 volts bien régulée qui est utilisée à la fois comme tension de fonctionnement par d'autres parties du circuit, ainsi que comme source de tension pour la production de tensions de référence ayant une valeur prédéterminée inférieure à +5 volts. Ainsi, un circuit de filtrage et de régulation 50 est connecté entre la ligne positive 40 et le neutre 38 et comprend une puce de régulateur de tension dite IC17 723. La puce IC17 comporte un circuit diviseur de tension variable comprenant des résistances fixes R3 et R4 et un potentiomètre P1 connectés en série entre son entrée VR et le neutre 38. Une prise mobile 52 du potentiomètre P1 est connectée à l'entrée NI de IC17 alors que sa borne V- est connectée au neutre 38; de même, la borne C est connectée au neutre 38 par l'intermédiaire d'un condensateur C6. Les bornes V+ et VC de IC17 sont connectées au conducteur positif 40 (par l'intermédiaire d'une diode D1). Un transistor n-p-n Q1 et un transistor p-n-p Q2 et le circuit associé coopèrent avec IC17 pour produire une sortie régulée en courant continu de +5 volts au conducteur 54 à partir d'une borne I de IC17 par l'intermédiaire d'une résistance R5. Le conducteur 54 est également connecté à la borne CS de IC17. Ainsi les électrodes de la base de Q1 et Q2 sont connectées ensemble, ainsi qu'à la borne Vo de IC17 et qu'au neutre 38 par l'intermédiaire d'une résistance R6. Le collecteur de Q1 est connecté à la ligne positive 40 (par l'intermédiaire de la diode D1) et à une extrémité d'un circuit résistif comprenant des résistances connectées en parallèle R10, R11 et R12. Le côté opposé de ce circuit est connecté à l'émetteur de Q1, cet émetteur étant connecté au conducteur 54 par l'intermédiaire d'une résistance R7. L'émetteur de Q1 est également connecté au neutre 38 par l'intermédiaire de résistances en série R8 et R9 avec la borne CL de IC17 connectée au point de jonction de R8 et de R9. L'émetteur de Q2 est connecté au conducteur 54, avec une paire de condensateurs de filtrage en parallèle C7 et C8 connectés entre cet émetteur et le neutre 38. Le collecteur Q2 est également connecté au neutre 38.

9.

En fonctionnement, la prise 52 du potentiomètre P1 peut être déplacée de façon à régler la tension en courant continu du conducteur 54 à la valeur désirée qui, dans le cas représenté, est égale à +5 volts.

5 Comme on le verra, les tensions +12 volts et -12 volts, et +5 volts produites par la section d'alimentation 20 sont utilisées dans tout le reste du circuit. Dans le reste du schéma, l'indication +5 volts représente une connexion au conducteur 54.

10 S'agissant de la section à amplificateur de commande 22, il est souhaitable, comme déjà indiqué, que le convertisseur 10 fournisse une tension de sortie en courant continu constante (ou une intensité de sortie constante si la configuration en courant est utilisée). Cependant, certains
15 facteurs ont tendance à faire varier l'amplitude de la tension (et/ou de l'intensité) en courant continu. Pour compenser ces facteurs, l'amplitude de la tension et de l'intensité en courant continu des lignes de sortie 16 et 18 est détectée et utilisée pour faire varier l'angle de phase de
20 l'occurrence des impulsions et maintenir constante la tension de sortie (et/ou l'intensité) en courant continu.

Dans la section 22, diverses entrées sont représentées pour un circuit de commande de tension 56 et un circuit de commande de courant 58.

25 Le circuit de commande de tension 56 comporte des entrées désignées "Densité de courant" V_{REF} , $-V_F$ et $+V_F$.

L'entrée "densité de courant" reçoit une tension (qui sera décrite) ayant une amplitude représentative de l'amplitude du courant continu de sortie aux conducteurs 16 et 18.

30 La fonction de cette entrée est de fournir une indication sur le courant et sur ses variations, à la suite de quoi, le changement nécessaire à apporter à l'angle de phase pour l'amorçage des redresseurs RA1,2-RC1,2 peut être effectué afin de compenser les chutes de tension dans la charge dues
35 au courant en particulier, lorsque la charge est quelque peu distante de la source de tension en courant continu et que des intensités relativement élevées provoquent une réduction

de tension à la charge.

L'entrée V_{REF} reçoit une tension de référence ayant une amplitude présélectionnée, cette amplitude étant choisie de façon à représenter l'amplitude souhaitée de la tension en courant continu aux lignes de sortie 16 et 18. Cela est obtenu par l'intermédiaire d'un potentiomètre P5 dont le curseur 60 est connecté à V_{REF} . P5 est connecté à l'alimentation régulée +5 volts et est modifié par le contrôleur du système pour être porté à un niveau permettant d'obtenir la tension de sortie souhaitée aux lignes 16 et 18.

Les entrées $+V_F$ et $-V_F$ reçoivent une tension indicatrice de l'amplitude du potentiel entre les conducteurs 16 et 18. Cette amplitude est ramenée au niveau désiré par un potentiomètre P6 et son curseur 62.

Les tensions $-V_F$ et $+V_F$ et la tension V_{REF} sont comparées dans un amplificateur opérationnel IC7, dit 3130, à une sortie sur le conducteur 64 fournissant une indication amplifiée de la différence entre la tension de référence souhaitée et la tension réelle en courant continu. La tension de référence en V_{REF} est modifiée par la tension à l'entrée "densité de courant", à la suite de quoi cette tension de référence variera en fonction de l'amplitude du courant continu, de sorte que des changements peuvent être apportés à la tension de sortie en continu (aux conducteurs 16 et 18) pour tenir compte d'une chute de tension anticipée dans la charge. On notera que l'effet de l'entrée "densité de courant" est faible par comparaison à l'effet de la tension détectée.

Les tensions $-V_F$ et $+V_F$ sont appliquées par un circuit diviseur de tension variable comprenant une résistance fixe R18 connectée en série à un potentiomètre P2.

Le curseur de P2, les entrées V_{REF} et "densité de courant" sont connectées à un circuit d'addition constitué de résistances R13, R14 et R14a qui sont toutes connectées à l'entrée négative de IC7. Un condensateur de filtrage C29 connecte les entrées positive et négative de IC7. L'entrée positive de IC7 reçoit une entrée provenant de $+V_F$ par l'in-

11.

termédiaire d'une résistance chutrice R14a qui fonctionne en conjonction avec une paire de résistances connectées en parallèle R13b et R14b qui sont connectées entre l'entrée positive de IC7 et le neutre 38. L'entrée positive de IC7
5 reçoit également une entrée +5 volts provenant du conducteur 54 par l'intermédiaire d'une résistance chutrice R13c et d'un condensateur de filtrage C11.

Un circuit de réaction constitué d'une résistance R13d et d'un condensateur C9 connectés en parallèle est
10 branché entre la sortie de IC7 et son entrée négative.

La sortie au conducteur 64 fournit un signal ayant une amplitude qui indique la différence d'amplitude entre une amplitude de tension présélectionnée souhaitée et l'amplitude réelle de la tension de sortie en courant continu
15 entre les conducteurs 16 et 18. Lorsque cette tension a l'amplitude souhaitée, le signal V_0 dans le conducteur 64 a alors l'amplitude désirée. Si la tension en courant continu est supérieure ou inférieure à l'amplitude souhaitée, le signal V_0 l'indiquera par son changement d'amplitude. De façon
20 à mieux contrôler la tension de sortie en courant continu, une indication du courant de charge et un changement de la tension en courant continu en réponse à cette indication peuvent être bénéfiques dans la commande de la tension de sortie en courant continu. Cela est exécuté par le circuit
25 de commande de courant 58 qui fonctionne en conjonction avec le circuit de commande de tension 56 d'une manière qui sera décrite. Ce circuit comporte des entrées I_{REF} , I_F , I_{FB} , -50 mv et +50mv. L'entrée I_{REF} fournit une tension de référence indicatrice de l'amplitude de référence sélectionnée de
30 l'intensité du courant continu de sortie (aux lignes 16, 18); cette tension de référence est obtenue à partir de la ligne +5 volts 54 et peut être ramenée à l'amplitude désirée par un potentiomètre P7 et son bras 66.

L'entrée I_F est une tension ayant une amplitude liée
35 à l'intensité de charge réelle en courant continu des lignes 16, 18.

Ainsi, les tensions liées au courant en I_{REF} et I_F

sont comparées dans un amplificateur opérationnel IC8 dit 3130. L'entrée en I_{REF} est connectée à l'entrée négative de IC8 par l'intermédiaire d'une résistance chutrice R14c. L'entrée positive de IC8 reçoit l'entrée I_F par l'intermédiaire d'une résistance chutrice R14d; elle reçoit également la tension +5 volts de la ligne 54 par l'intermédiaire d'un circuit parallèle constitué d'une résistance R13e et d'un condensateur C14. La sortie de IC18 est connectée à la ligne 64, cette sortie étant également connectée à son entrée négative par l'intermédiaire d'un circuit de réaction constitué d'une résistance R13f et d'un condensateur C12 placés en parallèle.

Ainsi la sortie du circuit de commande de courant 58 apparaît sur le conducteur 64 avec une amplitude qui varie en fonction de l'amplitude de l'intensité du courant continu de ligne (aux conducteurs 16, 18) par rapport à une référence présélectionnée du courant de ligne. Si le courant de ligne varie à partir d'un niveau présélectionné (niveau de référence en I_{REF}), le circuit de commande de courant fournit alors un signal I_o à la sortie de IC8 ayant une amplitude indicatrice de la différence entre le courant de charge réel et le courant de référence.

Il est souhaitable de n'avoir qu'un signal, c'est-à-dire un signal provenant soit du circuit de commande de tension 56 (V_o), soit du circuit de commande de courant 58 (I_o) de façon à agir sur l'angle de phase des impulsions de déclenchement. Ainsi, une ligne d'invalidation 68 est connectée entre IC7 et IC8 (c'est-à-dire entre leurs broches respectives 8 et leurs broches respectives 1 par l'intermédiaire de condensateurs C10 et C13), à la suite de quoi, le circuit de commande ayant la sortie à l'amplitude la plus élevée procèdera à la commande et à l'invalidation de l'autre circuit. Ainsi, seul le signal V_o ou le signal I_o apparaîtra sur le conducteur 64. Dans une application à tension constante, I_{REF} et V_{REF} peuvent être réglés par l'intermédiaire de P7 et P5 de façon à assurer une commande principalement par le circuit de commande de tension 56, à la suite de quoi, la tension de sortie en courant continu sera régulée

13.

d'une manière prédominante. Dans une application à intensité constante de valeur élevée, V_{REF} et I_{REF} peuvent être réglés par l'intermédiaire de P5 et P7 de façon à assurer une commande principalement par le circuit de commande de courant 58, à la suite de quoi, l'intensité de sortie en courant continu sera réglée d'une manière prédominante. Ainsi, dans une application à tension constante, dans le cas où la tension de sortie aux lignes 16 et 18 a l'amplitude désirée et où l'intensité du courant continu est inférieure à une amplitude prédéterminée, seul un signal V_o apparaîtra et aura une amplitude permettant de maintenir l'angle de phase d'amorçage à la même valeur. Dans le cas où la tension de sortie en courant continu commence à chuter, le signal V_o changera en conséquence de façon à provoquer le changement nécessaire de phase; cependant, si l'amplitude du courant dans chaque circonstance dépasse une valeur prédéterminée élevée, alors le signal I_o , s'il est supérieur à V_o , procèdera au changement de phase nécessaire. L'inverse se produira dans le cas d'une application à courant constant.

Le signal de courant de charge aux entrées I_F et "densité de courant" est obtenu par l'intermédiaire d'un circuit de courant de charge 70. Le circuit 70 comporte une entrée +50 millivolts et une entrée -50mv qui fournissent des indications sur la grandeur du courant de charge dans les lignes 16 et 18, respectivement. Cette indication est amplifiée par un amplificateur IC10 dit 741. L'entrée -50 mv est connectée à l'entrée négative de IC10 par l'intermédiaire d'une résistance R21, alors que l'entrée +50 mv est connectée à l'entrée positive par l'intermédiaire d'une résistance R22. Les entrées positive et négative sont connectées ensemble par l'intermédiaire d'un condensateur de filtrage C18, avec l'entrée positive connectée également au neutre 38 par l'intermédiaire d'une résistance R14g et d'un condensateur C16 placés en parallèle.

La sortie résultante de IC10 apparaît sur un conducteur de sortie 72 et est connectée à l'entrée négative par l'intermédiaire d'un circuit de réaction constitué

14.

d'une résistance R14h et d'un condensateur C15 en parallèle. Le niveau d'amplification peut être sélectionné par un potentiomètre P3 et son curseur 74. Le curseur 74 est connecté à la ligne en courant continu -12 volts, 48, alors que la
5 partie résistive de P3 est connectée entre les broches 1 et 5 de IC10.

La sortie du circuit 70, qui est une indication de la grandeur du courant de charge (aux lignes 16, 18) et à la borne I_{FB} est connectée à partir de cette borne à la
10 borne I_F et à la borne "densité de courant" par l'intermédiaire d'un potentiomètre P8 et de son curseur 71.

Le signal de sortie sur la ligne 64 est appliqué à un circuit comparateur 76 par l'intermédiaire d'une résistance chutrice R33. Le circuit comparateur 76 comprend
15 un amplificateur opérationnel IC9 dit 3130 dont l'entrée positive est connectée au neutre 38. Le signal à la résistance R33 est appliqué à l'entrée négative de IC9; cette entrée reçoit également un signal analogique Ao par une ligne 78 provenant d'un convertisseur analogique/numérique 80.
20 Le signal Ao a une polarité négative et par conséquent si Ao et la résultante des signaux Vo ou Io (à la sortie de R33) sont égaux, il y aura alors une entrée nulle à IC9 et IC9 aura une sortie de niveau bas, c'est-à-dire se trouvera dans la même condition que si Ao dépassait Vo. Inversement,
25 lorsque Vo dépasse Ao, IC9 a une sortie de niveau haut. La sortie de IC9 de niveau haut-bas est un signal de test d'erreur Eo. Comme on le verra, même si la relation existante entre phases permet de fournir le niveau de tension de sortie en courant continu souhaité, le circuit connecté testera
30 encore le signal Eo d'une manière telle qu'il en résultera seulement un changement mineur du déphasage s'il y a erreur. Une diode D5 est connectée entre l'entrée négative de IC9 et la masse. Une diode D4 est connectée entre la broche 7 de IC9 et la ligne +5 volts 54 et l'entrée négative de IC9.
35 Ainsi IC9 aura un signal de test d'erreur Eo de sortie qui passera d'un niveau haut à un niveau bas pour indiquer le sens du changement à apporter au nombre de la

séquence de déclenchement (et par conséquent à l'angle de phase) dans la génération des impulsions de déclenchement.

Ainsi, le circuit analogique/numérique 80 comprend un convertisseur analogique/numérique IC13 dit DAC08, le signal Ao de la ligne 78 étant produit à la sortie d'inversion, $\overline{I_{sor}}$ de IC13. Le convertisseur IC13 reçoit une entrée numérique (en provenance de la section à micro-ordinateur 28) et fournit le signal analogique Ao qui agit avec le comparateur IC9 de façon que, avec un programme dans le micro-ordinateur IC12, il y aura dans ce micro-ordinateur une conversion analogique/numérique de l'amplitude du signal Vo. L'entrée numérique ou comptage provenant de IC12 est reçu aux broches 5-12 et transformé en signal analogique à l'entrée d'inversion $\overline{I_{sor}}$. Le convertisseur IC13 a sa broche V+ connectée à l'alimentation +12 volts et sa broche V_{REF+} connectée à l'alimentation +5 volts par l'intermédiaire d'une résistance R35. La broche V_{REF-} est connectée au neutre 38 par l'intermédiaire d'une résistance R34, alors que les broches V_{LC} et I_{Sor} sont connectées directement au neutre 38. La borne COMP de IC13 est connectée à l'alimentation -12 volts par l'intermédiaire d'un condensateur C20 alors que son entrée V- y est connectée directement.

S'agissant de la section à micro-ordinateur 28, celle-ci comprend une horloge 82 et un micro-ordinateur IC12 dit 8048 ou 8748. L'horloge 82 comporte un oscillateur du type à quartz 84 dont les côtés opposés sont connectés à des condensateurs C22 et C23 qui ont à leur tour une extrémité connectée au neutre 38. Le quartz 84 peut être sélectionné de façon à fournir une fréquence de 3 ou 6 mégahertz.

En fonctionnement, le micro-ordinateur IC12 reçoit la sortie de l'horloge 82 à ses entrées X1 et X2 alors que ses bornes EA et Vss sont connectées au neutre 38. Les impulsions d'horloge sont utilisées à l'intérieur du micro-ordinateur IC12 (d'une manière qui sera décrite) par un compteur interne de façon à fournir une indication numérique de l'angle d'amorçage ou angle de phase. On notera que les impulsions provenant de l'horloge 82 sont divisées de manière appropriée

par un moyen classique de façon à fournir les fréquences de fonctionnement désirées. Le micro-ordinateur IC12 est programmé pour fournir un train de signaux qui sont espacés les uns des autres de 60° et comprendre un réglage de l'angle de phase auquel chaque redresseur commandé (RA1,2-RC1,2) doit être amorcé, c'est-à-dire lorsque chaque impulsion de déclenchement doit être produite. Cette information ayant la forme d'un nombre de séquence de déclenchement est prédéterminée au départ, généralement de façon à fournir le décalage de 60° .

10 Cette information est mémorisée en nombre binaire et est ajustée de façon à commander les changements nécessaires de l'angle de phase dans le but d'obtenir la régulation désirée, c'est-à-dire la régulation de tension et/ou de courant. En même temps un nombre de base est mémorisé ayant

15 une amplitude qui, s'il est transmis au convertisseur numérique/analogique IC13, se traduira par un signal de sortie analogique A_o ayant une amplitude égale à l'amplitude V_o qui serait atteinte si le niveau de la tension de sortie en courant continu souhaité était atteint. Le microprocesseur

20 IC12 fonctionnera en réponse au niveau haut ou au niveau bas du signal de test d'erreur E_o et, par conséquent, grâce à un sous-programme d'approximation successive, des nombres sont transmis au convertisseur numérique/analogique IC13 jusqu'à ce qu'une approximation numérique de V_o soit atteinte.

25 te. Comme on l'a noté, le convertisseur IC13 a déjà mémorisé le nombre de base qui est une représentation numérique de l'amplitude de V_o lorsque la tension de sortie désirée est atteinte. Ainsi, la différence entre le nombre V_o déterminé numériquement et le nombre de base sera un nombre

30 d'erreur qui est utilisé pour faire varier le nombre de la séquence de déclenchement. Cela est exécuté par la connexion des sorties P20-P27 du micro-ordinateur IC12 aux broches 5-12 du convertisseur IC13. Ainsi, le signal de test d'erreur E_o sera le résultat d'une comparaison entre A_o

35 et les signaux résultants V_o ou I_o , et ce signal E_o sera transmis à l'entrée I_o du micro-ordinateur IC12 qui fonctionnera alors de façon à modifier le nombre de la séquence

de déclenchement dans le sens d'une augmentation ou d'une diminution suivant le cas. Comme on le verra, le signal E_0 est reconnu par le micro-ordinateur IC12 et sera testé de façon à déterminer la validité du nombre de la séquence de déclenchement et, si nécessaire, à déterminer le nombre d'erreur, à la suite de quoi, un nouveau nombre de séquence de déclenchement peut être déterminé. De façon à coordonner le nombre de la séquence de déclenchement avec l'occurrence de la phase appropriée, c'est-à-dire $\emptyset A$, $\emptyset B$, $\emptyset C$, une information sur deux phases, par exemple $\emptyset A$ et $\emptyset B$, est appliquée au micro-ordinateur IC12 aux entrées T1 et $\overline{INT}$. Ces entrées indiquent l'occurrence de $\emptyset A$ à partir de laquelle le train d'impulsions peut être initialisé lors du démarrage et indiquer également l'occurrence de $\emptyset B$, à la suite de quoi la séquence des phases peut être déterminée.

En fonctionnement, le micro-ordinateur IC12 est programmé de façon à fournir une pluralité du train de six signaux respectivement aux entrées P11-P17 suivant une séquence sélectionnée. Cette séquence fournit les signaux nécessaires décalés de 60° électriques, ce qui correspond au décalage entre les demi-cycles positifs et négatifs consécutifs des trois phases (voir figure 1). Les signaux à P11-P17 sont relativement larges et fournissent une fenêtre qui couvre une gamme dans laquelle se produiront les impulsions de déclenchement désirées. Le micro-ordinateur IC12 contrôle un compteur interne et lorsque le compteur atteint un nombre de séquence de déclenchement prédéterminé, dénotant le temps désiré entre impulsions pour l'amorçage, la fenêtre ou impulsion pendant laquelle l'amorçage peut être produit est générée. Comme on le verra, les dispositifs de génération des impulsions de déclenchement requièrent la coïncidence d'un second signal de validation avec le signal de fenêtre pour fournir les impulsions de déclenchement. Celui-ci est fourni par une source à fréquence relativement haute, c'est-à-dire par un compteur IC6, qui fournit une pluralité d'impulsions dans l'impulsion de fenêtre de façon à permettre la génération d'une impulsion répétitive de déclenchement. Comme indiqué précé-

demment, cela permet l'utilisation d'impulsions de déclenchement ayant une puissance relativement faible. Ainsi, lorsque les impulsions de fréquence relativement élevée se produisent à l'intérieur de la fenêtre pour une phase particulière et la polarité de cette phase, une impulsion de déclenchement (sous la forme d'une pluralité d'impulsions de cette même haute fréquence) sera générée à la porte appropriée GA1,2-GC1,2, à la suite de quoi le redresseur commandé associé GA1,2-GC1,2 sera amorcé. Cependant, l'occurrence de l'impulsion de fenêtre variera en fonction de l'état des phases nécessaire au maintien à une valeur constante de la tension et/ou de l'intensité de sortie en courant continu. On notera que, dans le but de créer un trajet de retour pour la phase actionnée, par exemple, pour la phase positive ØA, le redresseur commandé pour l'une des phases de polarité opposée, c'est-à-dire pour ØB ou ØC, sera actionné.

Les entrées Vcc et Vdd du micro-ordinateur IC12 sont connectées à l'alimentation +5 volts.

La description précédente peut en outre être prolongée par celle de la section de sortie d'impulsions 30 et de la section de synchronisation 24.

On procèdera d'abord à la description de la section de sortie d'impulsions 30. Comme on l'a noté, le micro-ordinateur IC12 fonctionne en conjonction avec un compteur IC6, dit 4024. Le compteur IC6 a son entrée VDD connectée à la source +5 volts alors que sa borne Vss est connectée au neutre 38. Les impulsions d'horloge provenant de l'horloge 82 sont appliquées (après division appropriée de façon à les porter à une fréquence compatible avec IC6) à l'entrée C du compteur IC6 après passage par la borne ALE du micro-ordinateur IC12. Le compteur IC6 est réglé à un nombre prédéterminé et fournira une impulsion de sortie lors de l'obtention de ce nombre et répètera le cycle. Ainsi, le compteur IC6 agit en diviseur de fréquence. Le taux de répétition est supérieur à la fréquence des impulsions de fenêtre provenant du micro-ordinateur IC12, à la suite de quoi une pluralité sé-

lectionnée de signaux sera fournie par le compteur IC6 pour chaque impulsion de fenêtre. Le compteur IC6 sera remis à l'état initial (à des fins de démarrage) par un signal de remise à l'état initial provenant de l'ordinateur IC12 par
5 l'intermédiaire de la borne P10 et d'une porte NON OU 86 (dont les entrées sont connectées de façon qu'il fonctionne en inverseur). La sortie de la porte 86 est connectée à l'entrée R du compteur IC6. Le signal de sortie du compteur IC6 apparaît à ses bornes de sortie Q2-Q6. Le signal de re-
10 mise à l'état initial est coordonné dans le temps avec l'impulsion de fenêtre de façon à assurer que les impulsions du compteur se produiront au moment désiré par rapport à l'impulsion de fenêtre.

Seule l'une des sorties Q2 ou Q6 du compteur sera
15 utilisée selon que l'horloge fonctionne à 3MHz ou à 6 MHz, respectivement. La sortie Q3 est connectée à une porte NON OU 88 (dont les entrées sont connectées ensemble et par conséquent qui fonctionne en inverseur). La sortie de la porte 88 est connectée à une entrée d'une porte NON OU à plusieurs en-
20 trées 90. Une autre entrée de la porte NON OU 90 est connectée aux sorties Q2 ou Q6 du compteur IC6, alors que deux autres entrées sont connectées aux sorties Q4 et Q5 du compteur IC6.

La sortie de la porte NON OU 90 est connectée à une
25 porte NON OU 92 dont les entrées sont connectées ensemble de façon qu'elle fonctionne en inverseur. Un transistor p-n-p Q4 a sa base connectée à un conducteur 94 de remise à l'état initial alors que son collecteur est connecté au neutre 38. L'émetteur de Q4 est connecté à l'entrée commune de la por-
30 te NON OU 92. Comme on le verra, le transistor Q4 fonctionne de façon à fournir un signal d'invalidation tel qu'en cas de détection d'une surcharge ou d'un défaut, le système sera invalidé, à la suite de quoi la génération des impulsions de déclenchement GA1-GC2 appliquées aux portes GA1-GC2 sera
35 stoppée.

La sortie de la porte NON OU 92 est connectée à l'une des six entrées de six portes NON OU 94-104, par un conduc-

teur 106. Les six portes 94-104 sont associées à l'une des six portes GA1-GC2, et fournissent les impulsions de déclenchement nécessaires à la porte associée.

Les secondes entrées des six portes NON OU 94-104 sont connectées séparément aux six bornes de sortie P11-P16 du micro-ordinateur IC12, et sont actionnées de manière appropriée suivant une séquence d'intervalles de 60°; Comme décrit précédemment, lorsque le signal de fenêtre approprié provenant du micro-ordinateur IC12 apparaît à l'entrée des portes NON OU appropriées 94-104, les impulsions de haute fréquence provenant du compteur IC6 et apparaissant dans le conducteur 106 actionnent les portes NON OU 94-104 de façon à fournir les impulsions de déclenchement aux portes associées GA1-GC2. Comme les signaux de fenêtre aux sorties P11-P16 sont déphasés de 60° électriques, seule l'une des portes 94-104 sera actionnée à tout moment pour la phase active redressée, alors qu'une autre sera mise en oeuvre pour fournir un trajet de retour. Par contraste, on notera que le compteur IC6 fournira son signal haute fréquence pendant les impulsions de fenêtre et que ce signal apparaîtra simultanément à une entrée de chacune des portes NON OU 94-104.

Chacune des portes NON OU 94-104 (parties d'ensembles unitaires marqués "4" ou "4") reçoit une tension de +5 volts d'une connexion avec la section d'alimentation 20 et a une connexion au neutre 38. De même, les portes NON OU 90 et 92 (marquées "5") comportent des connexions similaires.

Les sorties des portes NON OU 94-104 sont connectées à des circuits en parallèle 94a-104a comportant des inverseurs d'alimentation 108-130 et des résistances R38-R46. Les circuits 96a, 100a et 104a comportent des diodes électroluminescentes D17, D18 et D19, respectivement, dont une borne est connectée de façon à fournir une indication visuelle du fonctionnement des impulsions de déclenchement pour chaque phase. Les sorties des circuits 94a, 104a sont les impulsions de déclenchement appliquées aux portes GA1-GC2, respectivement, par les conducteurs A1, 2-C1,2, respective-

vement (voir figure 1).

Les inverseurs d'alimentation 108-130 sont placés dans des ensembles communs 132 (représentés en pointillé) qui sont typiquement connectés aux tensions de fonctionnement nécessaires et par conséquent, comme cela est représenté, les inverseurs 108-130, par l'intermédiaire de connexions aux ensembles 132, sont connectés à la ligne + 40, au neutre 38 et sont également connectés à la ligne 38 par l'intermédiaire de condensateurs en parallèle C24 et C28 qui à leur tour ont un côté connecté au neutre 38.

Les lignes de retour des portes GA1-GC3 sont reliées aux bornes COM-A, COM-B et COM-C qui sont protégées par des fusibles F1, F2 et F3 respectivement.

Comme indiqué précédemment, le micro-ordinateur IC12 a besoin de l'information concernant deux phases de façon à synchroniser correctement la génération des impulsions de déclenchement désirées avec la rotation de phase à la source. Cette information est fournie par la section de synchronisation 24.

On procèdera maintenant à la description de la section de synchronisation 24 en liaison avec la figure 2C, où cette section est connectée aux lignes ØA, ØB et au neutre de la source d'entrée triphasée via des conducteurs 134, 136 et 138, respectivement, par l'intermédiaire de transformateurs abaisseurs (non représentés) ou en variante de résistances chutrices (non représentées également). Les hautes tensions d'entrée en ØA et ØB sont isolées du reste du circuit par des sectionneurs optiques IC15 et IC16, respectivement.

La tension ØA du conducteur 134 est appliquée au sectionneur IC15 par l'intermédiaire de résistances R55 et R54, un condensateur de filtrage C26 étant connecté entre ces résistances et le neutre 138. Une diode D8 connectée entre R54 et le neutre 138 shunte un demi-cycle de l'entrée ØA alors que l'autre demi-cycle alimente une diode électroluminescente 15 du sectionneur IC15. Un élément photosensible PR15 et IC15 fonctionne avec la diode 15 de façon à

22.

fournir une sortie sur un conducteur 140 lorsque cette diode est alimentée par $\emptyset A$. La sortie présente sur le conducteur 140 aura une amplitude qui variera en fonction de l'amplitude de la tension $\emptyset A$. Cette sortie est appliquée à la ligne de neutre 38 par l'intermédiaire d'une résistance chutrice R52. D'une manière identique, $\emptyset B$ est connecté à un sectionneur optique IC16 par l'intermédiaire d'une résistance R56, une diode D9 étant connectée entre R56 et le neutre 138 de façon à shunter un demi-cycle de $\emptyset B$. Le sectionneur IC16 comporte une diode électroluminescente 16 et un élément sensible à la lumière PR16 qui fonctionnent de la même manière que la diode 15 et l'élément PR15. L'élément PR16 fonctionne de façon à fournir à une de ses électrodes une sortie à un conducteur 142 lorsque la diode 16 est alimentée par $\emptyset B$. Comme dans le cas du conducteur 140, la sortie présente sur le conducteur 142 variera en fonction de la tension $\emptyset B$. L'autre électrode de PR16 est connectée au neutre 38.

L'alimentation +5 volts est connectée directement à une électrode de PR15 et à une électrode de PR16 par l'intermédiaire d'une résistance chutrice R51.

Le signal présent sur le conducteur 140 est appliqué à l'entrée d'une porte NON ET 144 (dont les deux entrées sont connectées ensemble de façon qu'elle fonctionne en inverseur). La sortie de la porte 144 est connectée par un conducteur 146 à l'entrée $\overline{INT}$ du micro-ordinateur IC12. Cela indique la présence de $\emptyset A$. On notera que la porte NON ET 144 fonctionne en trigger de Schmitt et a une sortie du type à hystérésis prédéterminée. Ainsi, lorsque le signal de la ligne 140 atteint une amplitude présélectionnée, la porte 144 sera conductrice; elle ne le sera pas lorsque la tension d'entrée tombera à une amplitude présélectionnée inférieure à la tension rendant la porte conductrice, c'est-à-dire pour une différence de 0,06 volt. Ainsi, la porte 144 sera mise en oeuvre pendant la montée du signal sinusoïdal de la ligne 140 et sera brutalement désactivée lorsqu'elle atteint la valeur basse prédéterminée (voir point x, figure 2C). Cette commutation brutale peut être facilement détectée et se pro-

duira à une position relativement prévisible sur ØA. De façon à éviter que les impulsions de déclenchement pour une phase ne soient déphasées en dehors de la fourchette 0°-180° (pour le demi-cycle +), il est prévu des arrêts effectifs
5 pour chaque demi-cycle. Les limites de l'arrêt nécessaire pour les impulsions de déclenchement ØA (qui affecteront les autres phases d'une manière identique) peuvent être définies à partir de cette position prévisible de ØA.

La séquence correcte de rotation de ØB et ØC par rapport à ØA doit être déterminée, et elle l'est avec les signaux ØA et ØB appliqués à IC12.

Le signal ØB présent sur le conducteur 142 commandera l'entrée T1 du micro-ordinateur IC12. Le signal ØB appliqué à l'entrée T1 de IC12 fournira une information
15 suffisante pour déterminer les degrés électriques de séparation entre ØA et ØB de façon que IC12 puisse déterminer si la séquence correcte est ØA-ØB-ØC ou ØA-ØC-ØB et par conséquent établir l'ordre des signaux sortant des sorties P11-P16 qui sont en conséquence appliqués aux portes NON OU
20 94-104.

Ainsi, le signal ØB provenant du sectionneur IC16, présent sur le conducteur 142, est appliqué à une entrée d'une porte NON ET 148 par l'intermédiaire d'une résistance chutrice R53, résistance qui est connectée à la ligne de
25 neutre 38 par l'intermédiaire d'un condensateur filtrant C25. L'autre entrée de la porte NON ET 148 est connectée à une sortie de remise à l'état initial P10 du micro-ordinateur IC12. Ainsi, la porte NON ET 148 produira une sortie en l'absence de sortie soit à P10, soit au conducteur 142.

30 Ainsi, le micro-ordinateur IC12, par l'intermédiaire de la sortie de P10, peut fournir un signal d'invalidation empêchant un signal à T1. Sans signal approprié à T1 (et à $\overline{\text{INT}}$), le micro-ordinateur IC12 ne produira pas l'impulsion de fenêtre nécessaire et le système sera arrêté.

35 La sortie à la porte NON ET 148 est connectée à une entrée d'une porte NON ET 150; l'autre entrée de la porte NON ET 150 est connectée à la sortie d'une porte NON ET 152.

Une entrée de la porte NON ET 152 est connectée, par l'intermédiaire d'un conducteur 154, à la sortie de la porte NON OU 86 de la section de sortie d'impulsions 30, alors que l'autre entrée de la porte 152 est connectée à la source +5 volts par l'intermédiaire d'une résistance chutrice R32 et à la borne ARRET par l'intermédiaire d'un conducteur 156. Ainsi, un signal de remise à l'état initial à la porte NON OU 86 ou un signal d'arrêt sur la ligne d'arrêt 156 empêcheront aussi l'apparition d'un signal ØB en T1.

Comme le micro-ordinateur IC12 nécessite la présence de signaux à ses deux entrées T1 et $\overline{\text{INT}}$, on peut voir que les impulsions de déclenchement à A1-C2 ne seront générées qu'en présence des signaux ØA et ØB. Le signal ARRET fournit un moyen manuel, externe, permettant à l'opérateur du système de l'arrêter.

Les portes NON ET 144-152 sont placées dans un même ensemble et sont connectées à la source +5 volts et à la ligne de neutre 38, comme cela est représenté. Toutes les portes sont du type trigger de Schmitt, décrit en liaison avec la porte NON ET 144.

Ainsi, les signaux de synchronisation aux entrées T1 et $\overline{\text{INT}}$ fournissent au micro-ordinateur IC12 l'information nécessaire à l'initialisation de l'amorçage à partir du point correct des phases ØA, ØB ou ØC et cela dans la séquence correcte de rotation des phases.

Le système peut être interrompu en cas de détection d'un défaut ou d'une surcharge. Cela est exécuté par les sections de limitation de crête 26A et 26B.

En liaison maintenant avec la figure 2A, dans la section de limitation de crête 26A, les transformateurs de courant CTa, CTb et CTc (figure 1), comportent chacun un côté connecté aux lignes d'entrées 160, 162 et 164, respectivement, alors que les autres côtés sont connectés à une ligne commune 166. Le courant provenant de la source de courant continu est détecté de façon à déceler l'occurrence de défauts du côté courant continu du convertisseur 10 ainsi que d'autres défauts éventuels.

La section de limitation de crête 26A contrôle le courant principal de ligne par l'intermédiaire du transformateur de courant (CTa-CTc) et compare son amplitude à une référence donnée concernant ce convertisseur particulier et
5 invalidera le système en cas de dépassement de ce courant de référence.

Ainsi, le courant alternatif présent dans les lignes d'entrée 160, 162 et 164 a ses deux alternances redressées par des diodes D10-D15 et la tension résultante est
10 appliquée à un pont résistif 168 par des conducteurs 170 et 172 et la ligne de neutre 166. Le pont 168 est constitué de quatre résistances chutrices de même valeur R28-R31. Il en résulte une tension positive en courant continu sur le conducteur 170, avec le conducteur 172 connecté au neutre 38.

15 La tension de la ligne 170 est appliquée à l'entrée plus d'un amplificateur opérationnel IC11 dit 3130 par l'intermédiaire d'une résistance chutrice R24. Un condensateur de filtrage C17 est connecté entre les conducteurs 170 et 172.

20 L'entrée négative de l'amplificateur IC11 est connectée à un circuit de tension de référence 270 et au conducteur 172 (neutre) par l'intermédiaire d'une résistance chutrice R25. Le circuit 270 comprend un jeu de commutateurs en parallèle SW1-SW4 et de résistances associées R15, R16,
25 R17 et R19. Ce circuit en parallèle est connecté entre l'alimentation +12 volts et l'entrée négative de IC11. On notera que les résistances R15, R16, R17 et R19 lorsqu'elles sont introduites dans le circuit forment un diviseur de tension avec R25. Les résistances R15, R16, R17 et R19 ont des va-
30 leurs différentes et par conséquent la fermeture du ou des commutateurs appropriés (SW1-SW4) fournira la tension de référence désirée pour le convertisseur.

La sortie de IC11 est transmise, par l'intermédiaire d'une résistance chutrice R26, à la base d'un transistor
35 de puissance n-p-n Q3. La base de ce transistor est connectée à l'alimentation +5 volts par l'intermédiaire d'un condensateur de charge C30 et à la ligne de neutre 38 par l'in-

termédiaire d'une diode de blocage D16. L'émetteur de Q3 est connecté à la ligne 38 alors que son collecteur est connecté à une entrée (REMISE A L'ETAT INITIAL) (REI) du micro-ordinateur IC12 par l'intermédiaire du conducteur 172. Il est également connecté à la base du transistor Q4 par l'intermédiaire d'une ligne 173, à la suite de quoi les portes NON OU de génération d'impulsions de déclenchement 94-104 seront invalidées. Le collecteur de Q3 est connecté au neutre 38 par l'intermédiaire d'un condensateur de filtrage C19. Lors de la détection d'un défaut ou d'une surcharge, un signal sera transmis par le transistor Q4 à l'entrée REI. Le micro-ordinateur IC12 répondra à ce signal pour arrêter le système et pour le redémarrer, c'est-à-dire pour remettre le système à l'état initial. Si la surcharge ou le défaut détecté n'est que transitoire, le système sera alors redémarré et poursuivra son fonctionnement. Cependant, si ce défaut ou cette surcharge se maintient, le système sera arrêté en permanence. Cette dernière fonction est assumée par la section de limitation de crête 26B.

Le micro-ordinateur IC12 surveille la production des signaux de remise à l'état initial. Lorsqu'un nombre sélectionné de ces signaux pendant une période prédéterminée se produit, alors le micro-ordinateur IC12 produit un signal d'arrêt de façon à invalider le système en permanence, nécessitant un redémarrage manuel. Cet arrêt est exécuté par un signal provenant de la borne de sortie P17 de IC12. Ce signal est transmis à des bobines de relais 178a, b et c, connectées entre des conducteurs 174 et 176. Les bobines 178a-c sont associées aux contacts RCa-RCc, respectivement, et coupent ces contacts lorsqu'elles sont excitées.

Ainsi, la borne P17 de IC12 est connectée par un conducteur 180 à un circuit parallèle 182 comprenant des portes d'alimentation 184 et 186 et des résistances R49 et R48. La sortie de ce circuit 182 est connectée aux bobines 178a-c par un conducteur 188. Une diode électro-

luminescente D6 avec une résistance R50 est connectée entre les conducteurs 174 et 176 et fournit une indication visuelle de l'arrêt du système.

On notera que les inverseurs 184 et 186 constituent
5 une partie du même ensemble 132 que les inverseurs 108-130.

Une unité d'affichage à caractère D7 dite FND507 est connectée au micro-ordinateur IC12 par des connexions faites entre les sorties DB0-DB5 et DB7 de IC12 et les bornes G, B, A, F; D, C et E, respectivement. Une borne DB6 de
10 IC12 est connectée au neutre 38 par une résistance chutrice R57. L'unité numérique D7 a ses bornes COM connectées ensemble ainsi qu'à l'alimentation +5 volts par l'intermédiaire d'une résistance chutrice R58. En même temps, la sortie d'invalidation à la borne P17 de IC12 est connectée aux entrées
15 COM de D7 par l'intermédiaire d'une résistance R59 et de la résistance R58. Ainsi, l'unité D7 fournira un affichage (par exemple FGB et EDC) indiquant l'état du convertisseur.

En résumé, le système et le circuit des figures 1 et 2A à 2D fonctionnent dans le but de réguler la tension
20 et/ou l'intensité de sortie en courant continu.

Comme on l'a noté, le circuit de commande de tension 56 et le circuit de commande de courant 58 sont pré-réglés par l'opérateur du système de façon que, lorsque la tension de sortie en courant continu se trouve à un niveau
25 présélectionné auquel on souhaite maintenir la tension, une tension de sortie V_o d'amplitude prédéterminée sera générée. L'amplitude de la tension V_o variera en fonction de la variation de la tension de sortie par rapport au niveau présélectionné. Le circuit de commande de courant 58 permet de
30 supplanter le signal V_o par un signal I_o dans le cas où le courant continu de sortie dépasse un niveau prédéterminé. Comme on l'aura remarqué, dans un système à courant constant, le système fonctionne de façon opposée. Le signal V_o ou I_o apparaîtra au circuit comparateur 76. Ainsi, dans le
35 cas d'une application avec régulation de tension, la tension V_o aura une amplitude déterminable indiquant que la tension de sortie en courant continu a l'amplitude désirée.

Lorsque la tension de sortie en courant continu varie par rapport à l'amplitude désirée, l'amplitude de la tension V_o changera, dans le sens croissant ou décroissant, indiquant qu'une correction de l'angle de phase est nécessaire.

5 Par ailleurs, grâce au micro-ordinateur IC12, un nombre de base a été sélectionné qui est lié à la tension de sortie désirée (et par conséquent à l'amplitude idéale de V_o), tension à laquelle les impulsions de déclenchement permettant l'amorçage des redresseurs commandés RA1,2-
10 RC1,2 ont été réglées. En même temps, le nombre de la séquence de déclenchement a été sélectionné et est basé sur la fréquence du système d'horloge 82 et sur la fréquence de la source triphasée et représente le nombre approprié de degré électriques c'est-à-dire en général 60° , pour les
15 amorçages entre phases.

Lors du premier démarrage du système, la durée de 16 cycles est mesurée numériquement par l'intermédiaire des occurrences du point x pour l'entrée ØA; A partir de cet intervalle de temps mesuré, l'intervalle pour 60° électriques
20 est déterminé et établi comme nombre de la séquence de déclenchement initiale. Après établissement de ce nombre, le système est alors actionné et des impulsions de déclenchement pour chacune des phases ØA, ØB et ØC sont générées à un instant qui est basé sur l'occurrence du point x dans le cycle
25 ØA, avec l'espacement pour les angles de 60° déterminé par le nombre de la séquence de déclenchement initiale.

Le résultat sera une tension de sortie en courant continu relativement faible et, par conséquent, V_o aura une amplitude indiquant la nécessité du changement. Après
30 l'occurrence d'une impulsion de déclenchement, le micro-ordinateur IC12 mettra en oeuvre le sous-programme d'approximations successives, à la suite de quoi, un nombre d'erreur est déterminé. A partir de ce nombre, le nombre de la séquence d'impulsions est modifié de façon à augmenter ou
35 diminuer le temps de l'impulsion suivante comme requis par le nombre d'erreur. Cela se traduira par un changement de l'espacement entre impulsions de déclenchement et par conséquent par un changement de phase. Cette séquence se poursuivra

après chaque impulsion de déclenchement jusqu'à ce que la tension de sortie augmente et que les valeurs A_0 et V_0 soient proches l'une de l'autre et égales à l'amplitude désirée. A cet instant, le nombre d'erreur sera zéro et le
5 nombre de la séquence de déclenchement sera ramené à sa valeur originale, à la suite de quoi l'espacement entre impulsions de déclenchement sera de 60° électriques. Comme le signal de test d'erreur E_0 sera toujours au niveau haut ou au niveau bas, et détecté comme tel par le micro-ordina-
10 teur IC12, le système sera continuellement dans au moins un stade mineur d'ajustement.

Le point x est utilisé pour déterminer le premier passage par zéro et permet de définir les limites. Le micro-ordinateur IC12 empêche que les impulsions de déclen-
15 chement ne dépassent sensiblement ces limites et fournira une correction immédiate du nombre de la séquence de phases lorsque les impulsions de déclenchement atteignent ou dépassent l'une ou l'autre limite. Le micro-ordinateur IC12 déterminera une violation de chaque limite en examinant l'occurrence
20 de temps pour les impulsions de déclenchement des phases associées et en déterminant la position relative des occurrences successives de temps par rapport au point x. La détermination des limites n'est faite que par rapport à l'impulsion de déclenchement concernant $\emptyset A$, c'est-à-dire pour
25 A_1 de la figure 1. Toute correction nécessaire du nombre de la séquence de déclenchement affectera l'amorçage des impulsions de déclenchement pour l'autre phase. Ainsi, IC12 examinera le moment d'occurrence des impulsions sélectionnées parmi les impulsions de déclenchement A_2 , B_1 , B_2 , C_1 et C_2 ,
30 par rapport aux limites de $\emptyset A$ de façon à déterminer s'il y a violation et si une correction doit être faite. La correction est un changement brutal du nombre prédéterminé de la séquence d'impulsions. Comme indiqué précédemment, il est prévu que dans IC12 il y ait une indication de $\emptyset B$ par la-
35 quelle la rotation de phase appropriée est déterminée. Cela est exécuté en déterminant numériquement l'intervalle de temps entre occurrences $\emptyset A$ et $\emptyset B$. Si l'intervalle est inférieur à un intervalle prédéterminé, on sait alors que la rotation des

phases est $\emptyset A - \emptyset B - \emptyset C$; si l'intervalle est supérieur à l'intervalle prédéterminé, cette rotation est alors $\emptyset A - \emptyset C - \emptyset B$.

Avec cette information, le micro-ordinateur IC12 est préparé à fournir les impulsions de déclenchement à chacune des phases $\emptyset A$, $\emptyset B$, $\emptyset C$ et cela dans la séquence correcte. A cette fin, IC12 fournit une succession d'impulsions, décalées les unes des autres de 60° électriques et ayant chacune une relation de phase avec la phase appropriée $\emptyset A$, $\emptyset B$ ou $\emptyset C$ en conformité avec le nombre de la séquence de déclenchement.

Après initialisation du cycle, c'est-à-dire génération des impulsions de déclenchement une fois pour chacune des phases $\emptyset A$, $\emptyset B$ et $\emptyset C$, le nombre de la séquence de déclenchement sera modifié selon nécessité de façon à fournir la correction nécessaire de l'angle de phase, à la suite de quoi la tension de sortie désirée sera atteinte.

Dans l'un des modes de réalisation de la présente invention les divers composants dont il a été question ont les valeurs suivantes :

	<u>Résistances</u>	<u>Ohms</u>
20	R1, R2, R5	680
	R3	820
	R4, R56	2,2K
	R6, R10, R11, R12, R24, R54, R55, R57	1K
25	R7	10
	R8	2,7K
	R9	5,6K
	R13, R13b	340K
	R14, R14a, R14a', R14b, R14c, R14d, R14g, R14h	100K
30	R13c, R13d, R13e, R13f	680K
	R21, R22	1020
	R28, R29, R30, R31	1
	R25	82
	R26	22K
35	R15	1,25K
	R16, R34, R35	2,5K
	R17, R33	5K

31.

	<u>Résistances</u>	<u>Ohms</u>
	R19	10K
	R32, R51, R52	47K
	R59	4,7K
5	R58	220
	R36-R47	100
	R48,R49	270
	R50	3,3K
	R53	330K
10	<u>Condensateurs</u>	<u>Capacité</u>
	C1, C2	100 uf
	C3, C8	50 uf
	C4, C5,C7, C21, C30	0,1 uf
	C6	100 pf
15	C10, C13	47 pf
	C9, C11, C12, C14	0,02 uf
	C15, C16, C18, C20	0,01 uf
	C17, C19	1 uf
	C22, C23	22 pf
20	<u>Potentiomètres</u>	<u>Ohms</u>
	P1, P2	500
	P3	10K

Les divers circuits intégrés (puces de circuits intégrés) ont déjà été identifiés. Le logiciel suivant contient le programme du micro-ordinateur IC12 permettant d'exé-

25 cuter les fonctions qui ont déjà été totalement décrites.

TABLEAU

	<u>Adres-</u>	<u>Donnée</u>	<u>Label</u>	<u>Code Mnémo-</u>	<u>Commentaire</u>
30	<u>se</u>	<u>ou ins-</u>		<u>nique</u>	
		<u>truction</u>			
	0	24	ENTRY:	JMP RSTI	
	1	00		-----	
	2	00		NOP	
	3	C5	INT:	SEL RBO	
	4	04		JMP SYNC	
	5	D0		-----	
	6	00		NOP	
35	7	C5	TIMER:	SEL RBO	PROGRAMME D'INTERRUP-
					TION DE MINUTERIE
	8	15		DIS I	

TABLEAU (Suite)

	9	65		STOP TCNT	
	A	23		MOV A, #FE	
	B	FE		-----	
	C	39		OUTL P1,A	
5	D	56		JTI, TM1	ESSAI D'ARRET
	E	12		-----	
	F	27		CLR A	
	010	37		CPL A	SIGNAL D'ARRET ET RETOUR
	1	93		RETR	
	2	FE	TM1:	MOV A,R6	
	3	39		OUTL P1, A	
10	4	B8		MOV RO, #30	
	5	30		-----	
	6	A0		MOV RO,A	MEMORISER CE PROFIL D'IMPULSION
	7	EB		DJNZ R3, *	EXPIRATION TEMPS T ₁
	8	17		-----	
	9	FA		MOV A,R2	
15	1A	B2		MOV T,A	CHARGER TEMPS AVEC T _m
	1B	55		STRT T	COMMENCER DECOMPTE DU TEMPS
	1C	E9		DJNZ R1,* + 2	DIMINUER N _p
	1D	20		-----	
	1E	B9		MOV R1,#06	SI N _p = 0 ETABLIR N _p =6
20	1F	06		-----	
	20	23		MOV A, #0F	DRAPEAU FIN
	21	0F		-----	
	22	93		RETR	
25	030	C8	DADD	DEC RO	DOUBLE ADDITION
	1	70		ADDC A RO	PAIRE A RO, AJOUTER A R2,ACC
	2	18		INC RO	
	3	2A		XCHA,R2	
	4	70		ADDC A RO	
	5	2A		XCHA,R2	
30	6	83		RET	
	7	C8	DMIN	DEC RO	DOUBLE SOUSTRACTION
	8	37		CPL A	PAIRE A RO, SOUSTRAI- RE DE R2, ACC
	9	60		ADD A, RO	
	3A	37		CPL A	
	3B	18		INC RO	
	3C	2A		XCHA,R2	
35	3D	37		CPL A	
	3E	70		ADDC A RD	
	3F	37		CPL A	
	40	2A		XCH A,R2	

TABLEAU (Suite)

	41	83		RET	
	2	C8	DLD:	DEC RO	DOUBLE CHARGE
	3	F0		MOV A, RO	CHARGE PAIRE A RO DANS R2,A
	4	18		INC RO	
5	5	2A		XCHA,R2	
	6	F0		MOV A, RO	
	7	2A		XCH A, R2	
	8	83		RET	
	9	C8	DST:	DEC RO	DOUBLE MEMORISATION
	4A	A0		MOV RO,A	MEMORISER R2, A DANS PAIRE A RO
	4B	18		INC RO	
10	4C	2A		XCH A, R2	
	4D	A0		MOV RO,A	
	4E	2A		XCH A,R2	
	4F	83		RET	
	050	C8	DEX:	DEC RO	DOUBLE ECHANGE
	1	20		XCH A, RO	ECHANGER PAIRE A RO AVEC R2,A
	2	18		INC RO	
15	3	2A		XCH A,R2	
	4	20		XCH A RO	
	5	2A		XCH A,R2	
	6	83		RET	
	7	F7	LLSH:	RLC A	DOUBLE DECALAGE LOGIQUE VERS LA GAUCHE
	8	2A		XCH A,R2	
20	9	F7		RLC A	
	5A	2A		XCHA, R2	
	5B	83		RET	
	5C	2A	RLSH:	XCHA,R2	DOUBLE DECALAGE LOGIQUE VERS LA DROITE
25	5D	67		RRC,A	
	5F	2A		XCHA,R2	
	57	67		RRCA	
	60	83		RET	
	61	BB	DM43:	MOVR3, # 06	MULTIPLICATION DOUBLE PAR 4/3
	62	06		-----	ENTREE AVEC MULTIPLET NIVEAU HAUT DANS R2
30	3	B8		MOV RO, # 29	UTILISE RTMP1 ET RTMP2
	4	29		-----(RTMP 1)	DOUBLE ENREG. PAIRES
	5	14		CALL DST	RO POUR POINTEUR
	6	49		-----	RESULTAT DANS R2,A, RTMP 2
35	7	B8		MOV RO, # 28	DOIT UTILISER RB1
	8	2B		-----(RTMP 2)	MULTIPLET NIVEAU HAUT DOIT ETRE <>
	9	14		CALL DST	

TABLEAU (Suite)

	6A	49		-----	
	B	B8	DMLP:	MOV R0, #29	(RTMP1)
	C	29		-----	
	D	14		CALL DLD	
	E	42		-----	
5	F	97		CLR C	
	D70	14		CALL RLSH	
	1	5C		-----	
	2	97		CLR C	
	3	14		CALL RLSH	
	4	5C		-----	
	5	14		CALL DST	
10	6	49		-----	
	7	B8		MOV R0, #2B	(RTMP2)
	8	2B		-----	
	9	14		CALL DADD	
	7A	30		-----	
	B	14		CALL DST	
	C	49		-----	
15	D	EB		DJNZ R3, DMLP	
	E	6B		-----	
	F	83		RET	
	080	97	WAIT4	CLR C	SOUS-PROGRAMME AT- TENDRE 4
20	1	B9		MOV R1, #0C	ATTEND NOUVELLE TRANSITION
	2	0C		-----	DE FICHE D'INTER- RUPTION
	3	B8	C2:	MOV R0, #28	ENTREE AVEC ACC = 0 POUR ↓
	4	28		-----	ACC = + POUR ↑
25	5	86	NEXTT:	JNI NEG	SI AUCUNE TRANSITION DANS LE TEMPS
	6	8B		-----	SORTIR AVEC REPORT
	7	C6		JZ RETEST	
	8	8D		-----	
	9	04		JMP EXIT	
	A	97		-----	
30	B	C6	NEG:	JZ EXIT	
	C	97		-----	
	D	16	RETEST:	JTF * +2	
	E	91		-----	
	F	04		JMP * +2	
	090	92		-----	
	1	1F		INC R7	
35	2	E8		DJNZ R0, NEXTT	
	3	85		-----	
	4	E9		DJNZ R1, C2	
	5	83		-----	
	6	A7		CPL C	

35.

TABLEAU (Suite)

5	7	89	EXIT:	ORL P1, #FF	
	8	FF		-----	
	9	83		RET	
	A	B8	DLY:	MOV RO, #14	SOUS-PROGRAMME RETARD
	B	14		-----	RETARD AVANT APPEL
	C	E8		DJNZ RO, *	ATTENDRE 4
	D	9C		-----	
	E	04		JMP WAIT4	
10	F	80		-----	
	0A0	97	ROTST:	CLR C	SOUS PROGRAMME ROTST (ROTATION)
	1	C6		JZ RNEG	ESSAIS ROTATION DE PHASE
	2	A5		-----	ET CONSISTANCE DES SIGNAUX DE SYNCHRONISATION
	3	23		MOV A, #02	
	4	02		-----	ENTRER AVEC ACC = 0 POUR 4A NEG, AUTREMENT 4A POS. CY ETABLI SI ERREUR
	5	46	RNEG:	JNTI, BNEG	
15	6	A9		-----	
	7	03	BNEG:	ADD A, #02	
	8	02		-----	
	9	03	BNEG:	ADD A, #02	
	A	02		-----	
	B	B8		MOV RO, #2C	
	C	2C		(ROT)	
	D	20		XCHA, RO	
20	E	60		ADD A, RO	
	F	03		ADD A, #F8	
	B0	F8		-----	
	1	97		CLR C	
	2	C6		JZ RXIT	
	3	B5		-----	
	4	A7		CPL C	
	5	83		RET	
25	BB	70		-----	
	C	14		CALL DISP	
	D	C0		-----	
	E	24		JMP TRIP	
	F	1F		-----	
30					
	C0	B8	DISP:	MOV RO, #2D	SOUS-PROGRAMME AFFICHAGE
	1	2D		(RMSK)	ENTREE REPETITIVE-MENT AVEC
	2	37		CPL A	PROFIL CARACTERE DANS ACC
35					

TABLEAU (Suite)				
	3	50	ANL A, RO	MASQUE COURANT DANS RMSK
	4	37	CPL A	
	5	02	OUTL BUS, A	
	6	F0	MOV A, RO	
5	7	97	CLR C	
	8	67	RRC A	
	9	96	JNZ BY	
	A	CD	-----	
	B	23	MOV A, #80H	
	C	80	-----	
	D	A0	BY: MOV RO, A	
	E	83	RET	
10	F	00	NOP	
	D0	AF	SYNC MOV R7, A	PROGRAMME INTERRUPTION DE SYNCHRONISATION
	1	42	MOV AT	PRESERVE VALEURS COU- RANTES DE NP ET MINU- TERIE A L'INTERRUPTION
	2	AD	MOV R5, A	DE LA
15	3	F9	MOV A, R1	SYNCHRONISATION
	4	AC	MOV R4, A	
	5	A5	CLR F1	
	6	FF	MOV A, R7	
	7	15	DIS I	
	8	93	RETR	
20				
	E0	97	FREQ: CLR C	SOUS-PROGRAMME FREQUENCE
	1	FD	MOV A, R5	ESSAI LIMITES FREQUENCE
	2	96	JNZ FX	LIMITES 45Hz-66Hz
	3	F2	-----	
	4	42	MOV A, T	
25	5	AD	MOV R5, A	
	6	FF	MOV A, R7	
	7	C6	JZ F2	
	8	EE	-----	
	9	FD	MOV A, R5	
	A	03	ADD A, #ED	
	B	ED	-----	
	C	04	JMP FX	
30	D	F2	-----	
	E	FD	F2: MOV A, R5	
	F	03	ADD A, #BB	
	F0	BB	-----	
	1	A7	CPL C	
	2	27	FX: CLR A	
	3	83	RET	
35	100	15	RST1: DIS I	SECTION REMISE A ETAT INITIAL ET INITIALISA- TION
	1	35	DIS TCNTI	

37.

TABLEAU (Suite)				
	2	D5		SEL RB1
	3	B8		MOV RO, #20
	4	20		
	5	F0		MOV A, RO
5	6	0,3		ADD A, #AA
	7	AA		-----
	8	C6		JZ TRIP
	9	1F		-----
	A	37		CPL A
	B	C6		JZ PLTST
	C	15		
10	D	B8		MOV RO, #55
	E	55		-----
	F	27		CLR A
	110	AA		MOV R2, A
	1	B8		MOV RO, #25
	2	25		-----
15	3	14		CALL DST
	4	49		-----
	5	B8	PLTST	MOV RO, #25
	6	25		(PLREG)
	7	BA		MOV R2, #0F
	8	0F		-----
	9	14		CALL DADD
20	A	30		-----
	B	14		CALL DST
	C	49		-----
	D	E6		JNC LOKTST
	E	30		-----
	F	B8	TRIP	MOV RO, #20
	120	20		-----
25	1	B0		MOV RO, #56
	2	56		-----
	3	23		MOV A, #7F
	4	7F		-----
	5	39		OUTL P1, A
	6	04		JMP DSPTRP
	7	BA		-----
	8	23	LOKI:	MOV A, #FE
30	9	FE		
	A	35		DIS TCNTI
	B	24		JMP LOK2
	C	32		-----
	D	00		NOP
	E	00		NOP
	F	00		NOP

38.

TABLEAU (Suite)				
121	b0		MOV RO, #56	DRAPEAU DECLenchement
2	56		-----	
3	23		MOV A, #7F	
4	7F		-----	
5	39		OUTL P1,A	
6	04		JMP DSPTRP	
7	BA		-----	
8	23	LOKI:	MOV A, #F	
9	FE		-----	
A	35		DIS TCNTI	
B	24		JMP LOK2	
C	32		-----	
D	00		NOP	
E	00		NOP	
F	00		NOP	
130	24	LOKTST:	JMP LOK1	ENTREE POUR ESSAI D'ARRET
1	28		-----	
2	39	LOK2:	OUTL p1,A	
3	56		JTI PERTST	
4	3B		-----	
5	23		MOV A, #67	"L"
6	67		-----	
7	14		CALL DISP	
8	C0		-----	
9	24		JMP LOKTST	
A	30		-----	
B	27	PERTST	CLR A	
C	14		CALL WAIT4	
D	80		-----	
E	E6		JNC PERI	
F	46		-----	
140	23	DISPA:	MOV A, #50	"A"
1	50		-----	
2	14		CALL DISP	
3	C0		-----	
4	24		JMP LOKTST	
5	30		-----	
6	37	PERI:	CPLA	
7	14		CALL DLY	↑
8	9A		-----	
9	F6		JC DISPA	
A	40		-----	
B	14		CALL ROT	↑ PREMIER APPEL - ETABLIT ROTATION
C	A0		-----	
D	24		JMP PER2	PAS D'ESSAI D'ER- REUR
E	56		-----	
F	23	DISPB:	MOV A, #46	"b"
150	46		-----	

TABLEAU (Suite)

	1	14		CALL DISP	
	2	C0		-----	
	3	24		JMP LOKTST	
	4	30		-----	
5	5	00		NOP	
	6	D5	PER2	SEL RBI	
	7	27		CLR A	
	8	AD		MOV R5,A	
	9	62		MOV T,A	
	A	AF		MOV R7,A	
	B	BE		MOV R6,#08	
	C	08		-----	
10	D	14		CALL DLY	↓
	E	9A			
	F	F6		JC DISP A	
	160	40		-----	
15	161	55		START T	
	2	14	PRLOOP:	CALL ROT	↓
	3	AD		-----	
	4	F6		JC DISP B	
	5	4F		-----	
	6	37		CPL A	
	7	14		CALL DLY	↑
	8	9A		-----	
20	9	F6		JC DISPA	
	A	40		-----	
	B	14		CALL ROT	↑
	C	A0		-----	
	D	F6		JC DISPB	
	E	4F		-----	
	F	27		CLR A	
25	170	14		CALL DLY	↓
	1	9A		-----	
	2	F6		JC DISPA	
	3	40		-----	
	4	14		CALL FREQ	
	5	E0		-----	
	6	E6		JNC PER3	
	7	7E		-----	
30	8	23		MOVA,#72	"F"
	9	72		-----	
	A	14		CALL DISP	
	C	C0		-----	
	C	24		JMP PER2	
	D	57		-----	
	E	EE	PER#:	DJNZ R6,PRLOOP	
35	F	62		-----	

TABLEAU (Suite)

	180	65		STOP TCNT	
	1	27		CLR A	
	2	14		CALL ROT	↓
	3	A0			
	4	F6		JC DISPB	
5	5	4F			
	6	16		JTF *+2	
	7	8A			
	8	24		JMP *+2	
	9	8B			
	A	1F		INCR7	
	B	FF		MOV A R7	
10	C	AA		MOV R2,A	
	D	42		MOV A,I	
	E	14		CALL, DM43	
	F	61		-----	
	190	97		CLR C	
	1	14		CALL LLSH	
	2	57			
15	3	97		CLR C	
	4	14		CALL LLSH	
	5	57			
	6	97		CLR C	
	7	B8		MOV R0,#1F	
	8	1F		-----	
	9	BE		MOV R6,#60	
	A	60		-----	
20	B	BF		MOV R7,#01	
	C	D1		-----	
	D	14		CALL DMIN	
	E	37		-----	
	F	B8		MOV R0,#23	
	1A0	23			
25					
	1A1	14		CALL DST	
	2	49		-----	
	3	27		CLR A	
	4	37		CPL A	
	5	14		CALL WAIT4	↑
	6	A0			
30	7	F6		JC DISPA	
	8	40			
	9	14		CALL ROT	↑
	A	A0			
	B	BC	INIT:	MOV R4,#0F	K - 0F
	C	0F		-----	
	D	C5		SEL RBD	
	E	B9		MOV R1,#04	NP=4
35	F	04		-----	
	1B0	BC		MOV R4,#04	SNP=4
	1	04		-----	

41.

TABLEAU (Suite)

5	2	BD	MOV R5, #FF	STM = FF
	3	FF	-----	-
	4	BE	MOV R6, #FF	RPS = FF
	5	FF	-----	-----
	6	B8	MOV R0, #23	(ATM)
10	7	23	-----	
	8	F0	MOV A, R0	
	9	37	CPL A	
	A	AA	MOV R2, A	T _m - CPL (ATM)
	B	C8	DEC R0	
15	C	F0	MOV A, R0	
	D	47	SWAP A	
	E	53	ANL A, #0F	
	F	0F	-----	
20	1C0	17	INC A	
	1	AB	MOV R3, A	T _L = INT (ATL/16) +1
	2	89	ORL P1, #FF	
	3	FF	-----	
	4	B8	MOV R0, #23	
25	5	23	-----	(ATM)
	6	F0	MOV A, R0	
	7	97	CLR C	
	8	67	RRC A	
	9	97	CLR C	
30	A	67	RRC A	
	B	60	ADD A, R0	
	C	03	ADD, A, #02	
	D	02	-----	
	E	97	CLR C	
35	F	67	RRC A	
	1D0	97	CLR C	
	1	67	RRC A	
	2	38	MOV R0, #27	
	3	27		
	4	A0	MOV R0, A	ATM/3
	5	D5	SEL RBI	
	6	BB	MOV R5, #07	
	7	07	-----	
	8	B8	MOV R0, #31	
	9	31	-----	
	A	80	MOV R0, #40	
	B	40	-----	
	C	C8	DEC R0	
	D	80	MOV R0, #D0	
	E	D0	-----	
	F	A5	CLR FI	

42.

TABLEAU (Suite)

	1E0	27		CLR A	
	1	14		CALL WAIT4	↓ ATTENDRE 4 POUR DEMARRAGE
	2	80			
5	3	F6		JC DISPA	
	4	40			
	5	25		EN TCNTI	
	6	14		CALL TIMER	
	7	07			
	8	44		JMP PHASE	
	9	04			
	200	42	PHASE 1:	MOV A,T	ATTENDRE
10	1	17		INC A	COMPTAGE AVANT
	1	96		JNZ * - 2	INTERRUPTION MINUTERIE
	3	00		NOP	
	4	15	PHASE :	DIS I	ATTENDRE INTERRUPTION MINUTERIE
	5	C6		JZ---PHASE	
	6	05		-----	
15	7	37		CPL A	
	8	C6		JZ PLOK	
	9	68		-----	
	A	76	PHI:	JFI *+3	
	B	0E			
	C	85		CLRFO	
	D	95		CPLFO	
	E	B6		JFO PH2	
20	F	13		-----	
	210	05		ENI	
	1	44		JMP PH3	
	2	1C		-----	
	3	86	PH2:	JNI PH3	
	4	1C			
	5	85		CLR FO	ETABLISSEMENT DRAPEAU
25	6	14		CALL ROT	↑
	7	A0		-----	
	8	E6		JNC *+2	
	9	1C		-----	
	A	24	EDSB:	JMP DIS B	
	B	4F		-----	
	C	D5	PH3:	SEL RBI	
	D	44		JMP GETE	
30	E	2D		-----	
	F	00		NOP	
	220	BF	GET E:	MOV R7, #08	PROGRAMME CONVERSION ANALOGIQUE/NUMERIQUE
35	1	08		-----	
	2	27		CLR A	
	3	AD		MOV R5,A	
	4	AE		MOV R6,A	
	5	97		CLR C	

TABLEAU (Suite)

	6	A7		CPL C	
	7	FD	LOOP:	MOV A,R5	
	8	67		RRC A	
	9	AD		MOV R5,A	
5	A	4E		ORL A,R6	
	B	3A		OUTL P2,A	
	C	26		JNTO NOPE	
	D	2F		-----	
	E	AE		MOV R6,A	
	F	EF	NOPE:	DJNZ R7, LOOP	
	230	27		-----	
	1	37		CPL A	
10	2	B8		MOV R0,#2E	(ERREUR)
	3	2E		-----	
	4	A0		MOV R0,A	MEMORISER ERREUR
	5	27		CLR A	
	6	18		INC R0	
	7	AD		MOV R0,A	ERREUR MSB ZERO
	8	EB		DJNZ R3,E1	ESSAI DE NON INTERRUPTION
15	9	3E		-----	
	A	24	ER5:	JMP DISPA	
	B	40		-----	
	C	00		NOP	
	D	00		NOP	
	E	B8	E1:	MOV R0,#2F	(ERREUR)
	F	2F		-----	
20					
	240	F2		MOV A,R4	CHERCHER K
	1	03		ADD,A,#10	
	2	10		-----	
	3	E3		MOVP3A, A	CHERCHER ENTREE KTBL
25	4	BA		MOVR2,#40	PREREGLER DECALAGE= 4088 H
	5	40		-----	-----
	6	14		CALL DADD	AJOUTER RND A ERREUR
	7	30		-----	
	8	14		CALL DST	
30	9	49		-----	
	A	EC		DJNZ R4,E2	DECREMENTER K
	B	4E		-----	
	C	BC		MOV R4,#10	
	D	10		-----	
	E	C5	E2	SEL RBO	
	F	FC		MOV A,B4	CHERCHER SNP
	250	03		ADD A,#FB	
35	1	FB		-----	
	2	C6		JZ ER5	SI SNP = 5 ALLER A ER5
	3	3A		-----	

44.

TABLEAU (Suite)				
	4	17	INC A	
	5	96	JNZ E3	SI SNP <> 4 CHERCHER PROFIL D'IMPULSION
	6	5B	-----	
5	7	BE	MOV R5, #FF	SI SNP=4, PAS DE SOR- TIE D'IMPULSION
	8	FF	-----	
	9	44	JMP E4	
	A	70	-----	
	B	B8	MOV R0, #2C	(ROTATION)
	C	2C	-----	
	D	F0	MOV A, R0	
10	E	53	ANL A, #02	EXTRAIRE MULTIPLET DE ROTATION
	F	02	-----	
	260	E7	RLA	
	1	F7	RLA	
15	2	69	ADD A, R1	NP+0 = FWD, NP+8 = REV
	3	E3	MOVP3A, A	CHERCHER DANS LA TABLE PROFIL D'IMPULSION
	4	AE	MOVR6, A	
	5	44	JMP E4	
	6	70	-----	
	7	00	NOP	
20	8	D5	PLOK: SEL RBI	
	9	24	JMP LOKTST	
	A	30	-----	
	270	76	E4: JFI ENORM	
	1	B0	-----	
	2	85	CLRFO	
	3	95	CPLFO	
	4	A5	CLRFI	
25	5	B5	CPLFI	REMETTRE DRAPEAU A L'ETAT INITIAL
	6	27	CLR A	
	7	D5	SEL RBI	
	8	14	CALL ROT	↓
	9	A0		
	A	E6	JNC *+2	
30	B	7E	-----	
	C	24	JMP DISB	
	D	4F	-----	
	E	44	JMP *+1	
	F	80	-----	
35	280	BB	SNPTST	REMETTRE NTA A L'ETAT INITIAL
	1	08		
	2	C5	SEL RBO	

45.

TABLEAU (Suite)				
	3	FC	MOV A,R4	CHERCHER SNP
	4	03	ADD A,#FA	
	5	FA	-----	
	6	C6	JZ N6	ESSAI POUR SNP=6
	7	90	-----	
5	8	17	INC A	
	9	C6	JZ ER5	ESSAI POUR SNP=5
	A	3A	-----	
	B	17	INC A	
	C	C6	JZ N4	ESSAI POUR SNP=4
	D	96	-----	
	E	44	JMP ENORM	
	F	B0	-----	
10	290	FD	N6	MOV A,R5
	1	B8		MOV R0,E23
	2	23		-----
	3	60		ADD A, R0
	4	44		JMP NS
	5	97		-----
	6	FD	N4	MOV A,R5
15	7	D5	N5	SEL RBI
	8	AA		MOV R2,A
	9	27		CLR A
	A	97		CLR C
	B	B8		MOV R0,#2F
	C	2F		-----
	D	14		CALL DADD
	E	30		-----
20	F	14		CALL DST
	2A0	49		-----
	1	44		JMP ENORM
	2	B0		-----
25	2B0	44	ENORM:	JMP *+1
	1	B2		-----
	2	D5		SEL RBI
	3	B8		MOV R0,#23
	4	23		-----
	5	97		CLR C
	6	14		CALL DLD
	7	42		-----
30	8	B8		MOV R0,#2F
	9	2F		-----
	A	14		CALL DADD
	B	30		-----
	C	B8		MOV R0,#31
	D	31		-----
	E	14		CALL DMIN
35	F	37		-----
	2C0	47		SWAP A
	1	53		ANL A,#0F
	2	0F		-----
	3	C5		SEL RBO

46.

TABLEAU (Suite)

5	4	17		INC A	
	5	AB		MOV R3,A	CHARGER T ₁
	6	D5		SEL RBI	
	7	FA		MOV A,R2	
	8	37		CPL A	
10	9	C5		SEL RBO	
	A	AA		MOV R2,A	CHARGER T _m
	B	44		JMP R DISP	
	C	D0		-----	
	D	00		NOP	
15	E	00		NOP	
	F	00		NOP	
	2D0	C5	R DISP	SEL RBO	
	1	FC		MOV A,B4	CHERCHER SNP
20	2	97		CLR C	
	3	F7		RLC A	
	4	F7		RLC A	SNP * 4
	5	B8		MOV RO,#28	
	6	28			
25	7	AD		MOV RO,A	
	8	C8		DEC RO	
	9	FD		MOV A,R5	STM
	A	C6		JZ AX	SI ZERO, LIMITE SUPERIEURE
	B	E7		-----	
30	C	60		ADD A, RO	AJOUTER ATM/3
	D	F6		JC AX	
	E	E7			
	F	18		INC RO	
	2E0	10		INC RO	
35	1	C8		DEC RO	
	2	60		ADD A, R1	AJOUTER ATM/3
	3	F6		JC AX	
	4	E7		-----	
	5	18		INC RO	
	6	10		INC RO	
	7	23		MOV A,#40	(AFFICHER TBL)
	8	40			
	9	B8		MOV RO,#28	
	A	28			
	B	60		ADD A, RO	
	C	E3		MOVP3A, A	CHERCHER CARACTERE
	D	14		CALL DISP	
	E	C0			
	F	00		NOP	

47.

TABLEAU (Suite)

	2F0	74		CALL PLEDC	
	1	30		-----	
	2	C5		SEL RBO	
	3	B8		MOV RO, #30	
5	4	30		-----	
	5	F0		MOV A, RO	
	6	4E		ORL A, R6	OU DERNIERE IMPULSION AVEC NOUVELLE IMPULSION
	7	39		OUTL PI, A	
	8	27		CLR A	
	9	44		JMP PHASE 1	
10	A	00		-----	
	300	FF	NP FWD	76543210	TABLE DE SORTIE D'IMPULSIONS
	1	E7	1	11100111	
	2	F3	2	11110011	
15	3	F9	3	11111001	
	4	BD	4	10111101	
	5	9F	4	10011111	
	6	CF	6	11001111	
	7	FF	----		
	8	FF	----		
	9	CF	1 REV	11001111	
	A	9F	2	10011111	
20	B	BD	3	10111101	
	C	F9	4	11111001	
	D	F3	5	11110011	
	E	E7	6	11100111	
	F	FF	-----		
	310	00	KTBL		KTBL - PSEUDO RND D-15
	1	09			
25	2	6			
	3	F			
	4	4			
	5	D			
	6	A			
	7	3			
	8	8			
	9	1			
30	A	E			
	B	7			
	C	C			
	D	5			
	E	2			
	F	B			
	320	0			

TABLEAU (Suite)

	330	D5	PLDEC:	SEL RBI	SOUS-PROGRAMME DECREMENT PL
5	1	B8		MOV R0, #25	DECREMENTS REGISTRE PL
	2	25		-----	PENDANT FONCTIONNEMENT NORMAL
	3	B8		MOV R2, #00	
5	4	00		-----	
10	5	23		MOV A, #01	
	6	10		-----	
	7	14		CALL DEX	
	8	50		-----	
	9	14		CALL DMIN	
	A	37		-----	
10	B	F6		JC PLX	
	C	3F		-----	
	D	14		CALL DEX	
	E	50		-----	
	F	83	PLX	RET	
	340	54	DSPTBL	"H"	01010100
	1	54		"H"	
	2	54		"H"	
15	3	62		"E"	01100010
	4	D9	SNP=1	"7"	11011001
	5	40		"8"	01000000
	6	D0		"9"	11010000
	7	62		"E"	
	8	D4	SNP=2	"4"	11010100
	9	C2		"5"	11000010
20	A	42		"6"	01000010
	B	62		"E"	11011101
	C	DD	SNP=3	"1"	01101000
	D	68		"2"	
	E	C8		"3"	11001000
	F	62		"E"	
25					
	350	41	SNP=4	"0"	01000001
	1	41		"0"	
	2	41		"0"	
	3	62		"E"	
	4	62	SNP=5	"E"	
	5	62		"E"	
30	6	62		"E"	
	7	62		"E"	
	8	54	SNP=6	"H"	
	9	54		"H"	
	A	54		"H"	
	B	62		"E"	

49.

La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits, elle est au contraire susceptible de variantes et de modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.

REVENDICATIONS

- 1 - Circuit de déclenchement commandé dans un convertisseur statique procédant à la conversion entre une tension alternative triphasée et une tension en courant continu
- 5 au moyen d'un circuit redresseur constitué d'au moins un redresseur commandé associé à chaque phase et où la conduction du redresseur est commandée par des impulsions de déclenchement appliquées à une électrode de porte avec l'une des tensions en alternatif ou en continu variant en amplitude
- 10 de par commande de l'angle de phase auquel les impulsions de déclenchement sont appliquées à l'électrode de porte, caractérisé en ce qu'il comprend : un moyen temporel pour mesurer numériquement l'intervalle entre phases par rapport à une occurrence de temps déterminable d'au moins une phase de la
- 15 tension triphasée et pour déterminer à partir de là un nombre de séquences de déclenchement représentatif de 60° électriques et pour fournir l'impulsion de déclenchement, lors de l'obtention d'un comptage numérique dudit nombre de séquence de déclenchement qui est représentatif du temps entre impulsions successives de déclenchement, à la suite de quoi
- 20 l'angle de phase pour les impulsions de déclenchement sera déterminé, un moyen de régulation répondant aux variations d'amplitude d'au moins la tension ou le courant de l'une des tensions en alternatif et en continu et pour fournir numériquement un nombre d'erreur répondant à de telles variations,
- 25 ce moyen de régulation répondant au nombre d'erreur pour faire varier l'amplitude du nombre de la séquence de déclenchement, à la suite de quoi, le temps entre impulsions successives de déclenchement sera modifié et par conséquent l'angle
- 30 de phase sera changé dans le but de réguler l'amplitude de ladite tension ou courant, et un moyen d'horloge à fréquence fixe pour fournir des impulsions d'horloge à une fréquence fixe connue à partir desquelles les fonctions temporelles du circuit de déclenchement sont exécutées.
- 35 2 - Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de circuit de commande détermine les variations d'amplitude et fournit le nombre d'erreur avant l'occurrence de chaque impulsion de déclenchement, et en ce

que le moyen de régulation répond au nombre d'erreur pour faire varier en conséquence l'amplitude du nombre de la séquence de déclenchement avant chaque impulsion de déclenchement.

5 3 - Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de circuit de commande fournit un premier signal répondant aux variations d'amplitude d'au moins la tension ou le courant, ce premier signal ayant une amplitude prédéterminée représentative d'une amplitude désirée
10 d'au moins la tension ou le courant avec les variations de cette amplitude désirée étant représentatives de l'erreur à corriger, le moyen de régulation fournissant un premier signal numérique ayant une amplitude variant avec celle du premier signal, ce moyen de régulation ayant un nombre de
15 base présélectionné ayant une amplitude représentative de l'amplitude désirée du premier signal, ce moyen de régulation comparant le premier signal numérique et le nombre de base pour déduire un nombre d'erreur et modifier le nombre de la séquence de déclenchement avec le nombre d'erreur, à
20 la suite de quoi, l'angle de phase sera modifié.

 4 - Circuit selon la revendication 3, caractérisé en ce que le premier signal est un signal analogique et le moyen de régulation détermine numériquement le premier signal numérique à partir du signal analogique du premier
25 signal par un cycle d'approximations successives.

 5 - Circuit selon la revendication 4, caractérisé en ce que le cycle d'approximation se termine avant l'occurrence de chaque impulsion de déclenchement, et en ce que le moyen de régulation répond à l'issue du cycle d'approximation, pour modifier le nombre de la séquence de déclenchement par le nombre d'erreur.
30

 6 - Circuit de déclenchement commandé dans un convertisseur statique procédant à la conversion entre une tension alternative triphasée et une tension en courant continu
35 au moyen d'un circuit redresseur comprenant au moins un redresseur commandé associé à chacune des phases et où la conduction du redresseur est commandée par des impulsions

de déclenchement appliquées à une électrode de porte avec l'une des tensions en courant alternatif ou en courant continu variant en amplitude par commande de l'angle de phase auquel les impulsions de déclenchement sont appliquées à

5 l'électrode de porte, caractérisé en ce qu'il comprend : un moyen temporel pour mesurer numériquement l'intervalle de temps entre phases par rapport à une occurrence de temps déterminable d'au moins une phase de la tension triphasée et pour déterminer à partir de là un nombre de séquences de

10 déclenchement représentatif de 60° électriques et pour fournir l'impulsion de déclenchement lors de l'obtention d'un comptage numérique dudit nombre de séquences de déclenchement qui est représentatif du temps entre impulsions successives de déclenchement, un moyen de régulation répondant aux

15 variations d'amplitude d'au moins la tension ou le courant de l'une des tensions en alternatif ou en continu et pour fournir numériquement un nombre d'erreur répondant à de telles variations, ce moyen de régulation répondant au nombre d'erreur pour faire varier l'amplitude du nombre de la sé-

20 quence de déclenchement, à la suite de quoi, le temps entre impulsions successives de déclenchement sera modifié à partir de 60° électriques et par conséquent l'angle de phase sera modifié de façon à réguler l'amplitude de ladite tension ou dudit courant, un moyen d'horloge à fréquence fixe

25 pour fournir des impulsions d'horloge à une fréquence fixe connue à partir desquelles les fonctions temporelles du circuit de déclenchement sont exécutées, un moyen de circuit de commande ayant un signal de référence d'une amplitude présélectionnée indicatrice d'une amplitude désirée d'au

30 moins la tension ou le courant et fournissant un premier signal en réponse au signal de référence variant en amplitude en conformité avec les variations d'au moins la tension ou le courant, le moyen de régulation fournissant un premier signal numérique ayant une amplitude déterminée numériquement à partir de l'amplitude du premier signal, et ce

35 moyen de régulation ayant un nombre de base présélectionné ayant une amplitude représentative de l'amplitude désirée

d'au moins la tension ou le courant, ce moyen de régulation répondant au premier signal numérique et au nombre de base pour trouver un nombre d'erreur et modifier le nombre de la séquence de déclenchement, à la suite de quoi l'angle de phase sera changé, ce moyen de régulation étant mis en oeuvre par le premier signal avec un cycle de comparaison prédéterminé pour faire varier successivement l'amplitude du premier signal numérique, à la suite de quoi ce premier signal numérique sera finalement fourni avec une amplitude représentative de celle du premier signal, ce cycle de comparaison prédéterminé étant conduit avant l'occurrence de chaque impulsion de déclenchement et avec le moyen de régulation répondant à l'issue du cycle afin de déterminer le nombre d'erreur et de modifier le nombre de la séquence de déclenchement par le nombre d'erreur.

7 - Circuit de déclenchement commandé dans un convertisseur procédant à la conversion entre une tension alternative triphasée et une tension en courant continu au moyen d'un circuit redresseur comprenant au moins un redresseur commandé associé à chaque phase et où la conduction du redresseur est commandée par des impulsions de déclenchement appliquées à une électrode de porte avec l'une des tensions en alternatif ou en continu variant en amplitude par commande de l'angle de phase auquel les impulsions de déclenchement sont appliquées à l'électrode de porte, caractérisé en ce qu'il comprend : un moyen d'horloge à fréquence fixe pour fournir des impulsions d'horloge à une fréquence fixe connue, un moyen temporel mis en oeuvre par les impulsions d'horloge pour déterminer numériquement l'intervalle de temps entre phases par rapport à une occurrence de temps déterminable sur au moins l'une des trois phases alternatives pour définir à partir de là un nombre de séquence de déclenchement représentatif de 60° électriques afin de fournir les impulsions de déclenchement lors de l'obtention d'un comptage numérique du nombre de la séquence de déclenchement, un moyen de régulation pour déterminer les variations d'amplitude d'au moins la tension ou le courant à partir de l'une des

tensions en alternatif ou en continu et répondant aux impulsions d'horloge pour fournir numériquement un nombre d'erreur répondant à de telles variations, ce moyen de régulation répondant au nombre d'erreur pour faire varier l'amplitude du nombre de la séquence de déclenchement, à la suite de quoi, le temps entre impulsions successives de déclenchement sera modifié à partir de 60° électriques pour réguler l'amplitude d'au moins la tension ou le courant, un moyen de circuit de commande fournissant un signal de référence ayant une amplitude représentative d'une amplitude désirée d'au moins la tension ou le courant, ce moyen de circuit de commande en réponse au signal de référence fournissant un premier signal pour faire varier l'amplitude en conformité avec au moins la tension ou le courant, ce premier signal étant un signal analogique, ce moyen de régulation fournissant un premier signal numérique ayant une amplitude déterminée numériquement à partir de l'amplitude du premier signal, ce moyen de régulation ayant un nombre de base présélectionné ayant une amplitude représentative de l'amplitude désirée d'au moins la tension ou le courant, ce moyen de régulation répondant au premier signal numérique et au nombre de base pour trouver un nombre d'erreur et modifier le nombre de la séquence de déclenchement, à la suite de quoi l'angle de phase des impulsions de déclenchement sera modifié, ce premier nombre numérique étant déterminé numériquement à partir du premier signal analogique, un moyen de transformation numérique/analogique pour produire un signal de comparaison analogique en réponse au premier nombre numérique, ce moyen de circuit de commande et ce moyen de régulation comprenant un moyen de circuit comparateur pour comparer le signal analogique de comparaison au premier signal analogique et ayant un cycle de comparaison prédéterminé pour faire varier successivement numériquement l'amplitude du premier nombre numérique et par conséquent du signal analogique de comparaison dans un cycle de comparaison jusqu'à ce que les signaux analogiques de comparaison aient des amplitudes très proches les unes des autres, le cycle de comparaison prédéterminé se terminant avant

l'occurrence de chaque impulsion de déclenchement et avec le moyen de régulation répondant à l'issue du cycle de comparaison pour déterminer le nombre d'erreur et modifier en conséquence le nombre de la séquence de déclenchement.

5 8 - Circuit selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il est constitué en outre d'un moyen de circuit de déclenchement comprenant une pluralité de dispositifs logiques avec au moins un dispositif associé à chaque phase et répondant à des premiers et seconds signaux d'entrée pour
10 fournir lesdites impulsions de déclenchement, le moyen de régulation fournissant le premier signal d'entrée en réponse à l'obtention du nombre de la séquence de déclenchement, un moyen générateur d'impulsions pour fournir une pluralité d'impulsions de sortie qui sont les seconds signaux d'en-
15 trée et peuvent être mises en oeuvre en réponse à un signal d'actionnement provenant du moyen de régulation en réponse à l'obtention du nombre de la séquence de déclenchement pour fournir en réponse ladite pluralité d'impulsions de sortie comme seconds signaux d'entrée, à la suite de quoi, les
20 dispositifs logiques fourniront les impulsions de déclenchement.

 9 - Circuit selon la revendication 8, caractérisé en ce que le moyen de régulation reçoit un premier signal de phase fournissant une indication sur un premier point
25 de référence concernant une première phase de la source triphasée, ce moyen de régulation recevant un second signal de phase fournissant une indication sur un second point de référence du second signal de phase concernant une seconde phase de la source triphasée, un moyen de séquence fonction-
30 nant en réponse aux premier et second signaux de phase pour déterminer la rotation de phase correcte des trois phases de la source triphasée.

 10 - Circuit selon la revendication 9, caractérisé en ce que le moyen de régulation arrête le convertisseur
35 en l'absence des premier et second signaux de phase.

 11 - Circuit selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen de limitation de crête pour

déterminer les occurrences de la tension ou du courant ayant une amplitude excessive et pour fournir un signal d'invalidation au moyen de régulation afin d'arrêter le convertisseur.

5 12 - Circuit selon la revendication 11, caractérisé en ce que le moyen de régulation remet le circuit de déclenchement à l'état initial en réponse au signal d'invalidation et dans le but d'arrêter en permanence le convertisseur en réponse à un nombre présélectionné de signaux d'invalidation dans un intervalle de temps sélectionné.

10 13 - Circuit selon la revendication 12, caractérisé en ce que les premier et second points de référence sont déterminés par des dispositifs logiques ayant une sortie du type trigger de Schmitt avec les points de référence se trouvant à l'issue du signal du trigger de Schmitt.

15 14 - Circuit selon la revendication 13, caractérisé en ce que les impulsions de sortie des seconds signaux d'entrée ont une fréquence supérieure à celle du premier signal d'entrée, à la suite de quoi chacune des impulsions de déclenchement comprend une pluralité d'impulsions déterminées par les impulsions de sortie des seconds signaux d'entrée.

20 15 - Circuit selon la revendication 14, caractérisé en ce que le moyen de régulation répond au premier point de référence comme première limite d'arrêt et détermine une seconde limite d'arrêt à partir de la première limite, les première et seconde limites étant aux extrémités extérieures mais à l'intérieur du demi-cycle de la première phase, le moyen de régulation répondant au temps d'obtention du nombre de la séquence de déclenchement concernant les première et

25 seconde limites pour produire un changement brutal du numéro de la séquence de déclenchement lorsque le temps pour l'impulsion de déclenchement concernant la première phase se trouve à un temps présélectionné par rapport aux première et seconde limites.

30 16 - Procédé de régulation, dans un convertisseur statique de conversion entre une tension en courant alternatif triphasé et une tension en courant continu au moyen

35

d'un circuit redresseur comprenant au moins un redresseur commandé associé à chaque phase et où la conduction du redresseur est commandée par des impulsions de déclenchement appliquées à une porte d'électrode avec au moins la tension en alternatif ou en continu variant en amplitude par commande de l'angle de phase auquel les impulsions de déclenchement sont appliquées à la porte d'électrode, ce procédé concernant la régulation de l'amplitude d'au moins la tension ou le courant d'au moins la tension en alternatif ou en continu par variation de l'angle de phase, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes : l'utilisation d'une source de fréquence fixe connue et la détermination numérique du temps entre chaque impulsion de déclenchement comme nombre de la séquence de déclenchement, la fourniture de l'impulsion de déclenchement lors de l'obtention d'un comptage numérique dudit nombre, la détermination des variations de l'amplitude d'au moins la tension ou le courant, la variation de l'amplitude dudit nombre en réponse aux variations de l'amplitude d'au moins la tension ou le courant, à la suite de quoi l'angle de phase sera modifié de façon à réguler l'amplitude d'au moins la tension ou le courant.

17 - Procédé de régulation, dans un convertisseur statique de conversion entre une tension en courant alternatif triphasé et une tension en courant continu au moyen d'un circuit redresseur comprenant au moins un redresseur commandé associé à chaque phase et où la conduction du redresseur est commandée par des impulsions de déclenchement appliquées à une électrode de porte avec au moins la tension ou le courant en alternatif et en continu variant en amplitude par commande de l'angle de phase auquel les impulsions de déclenchement sont appliquées à l'électrode de porte, ce procédé concernant la régulation de l'amplitude d'au moins la tension ou le courant en alternatif et en continu par commande de l'amplitude de l'angle de phase, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes : la détermination numérique du temps entre chaque impulsion de déclenchement comme nombre de séquence de déclenchement, la four-

58.

niture de l'impulsion de déclenchement lors de l'obtention d'un comptage numérique dudit nombre, la détermination des variations de l'amplitude d'au moins la tension ou le courant en alternatif et en continu, la variation de l'amplitude dudit nombre en réponse aux variations de l'amplitude d'au moins la tension ou le courant en alternatif et en continu, à la suite de quoi l'angle de phase sera modifié afin de réguler l'amplitude d'au moins la tension ou le courant en alternatif et en continu, la fourniture d'un premier signal analogique ayant une amplitude variant en conformité avec les variations de l'amplitude d'au moins la tension ou le courant en alternatif et en continu, la fourniture d'un premier signal numérique ayant une amplitude variant en conformité avec l'amplitude du premier signal analogique, la fourniture d'un nombre de base ayant une amplitude représentative de l'amplitude désirée d'au moins la tension ou le courant en alternatif et en continu, la comparaison du premier signal numérique avec le nombre de base et la fourniture à partir de là d'un nombre d'erreur, la variation du nombre de la séquence de déclenchement par le nombre d'erreur, à la suite de quoi, un changement de phase des impulsions de déclenchement se produira, l'utilisation des impulsions provenant d'une horloge à fréquence fixe connue de façon à exécuter la fonction de comptage numérique et la fonction temporelle.

18 - Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes : la fourniture d'un second signal analogique pour comparaison avec le premier signal analogique, ce second signal analogique ayant une amplitude déterminée par le premier signal numérique, et la comparaison des amplitudes des premier et second signaux analogiques et la variation successive de l'amplitude du premier signal numérique et par conséquent du second signal analogique de façon à rapprocher l'amplitude du second signal analogique et par conséquent du premier signal numérique de l'amplitude du premier signal analogique.

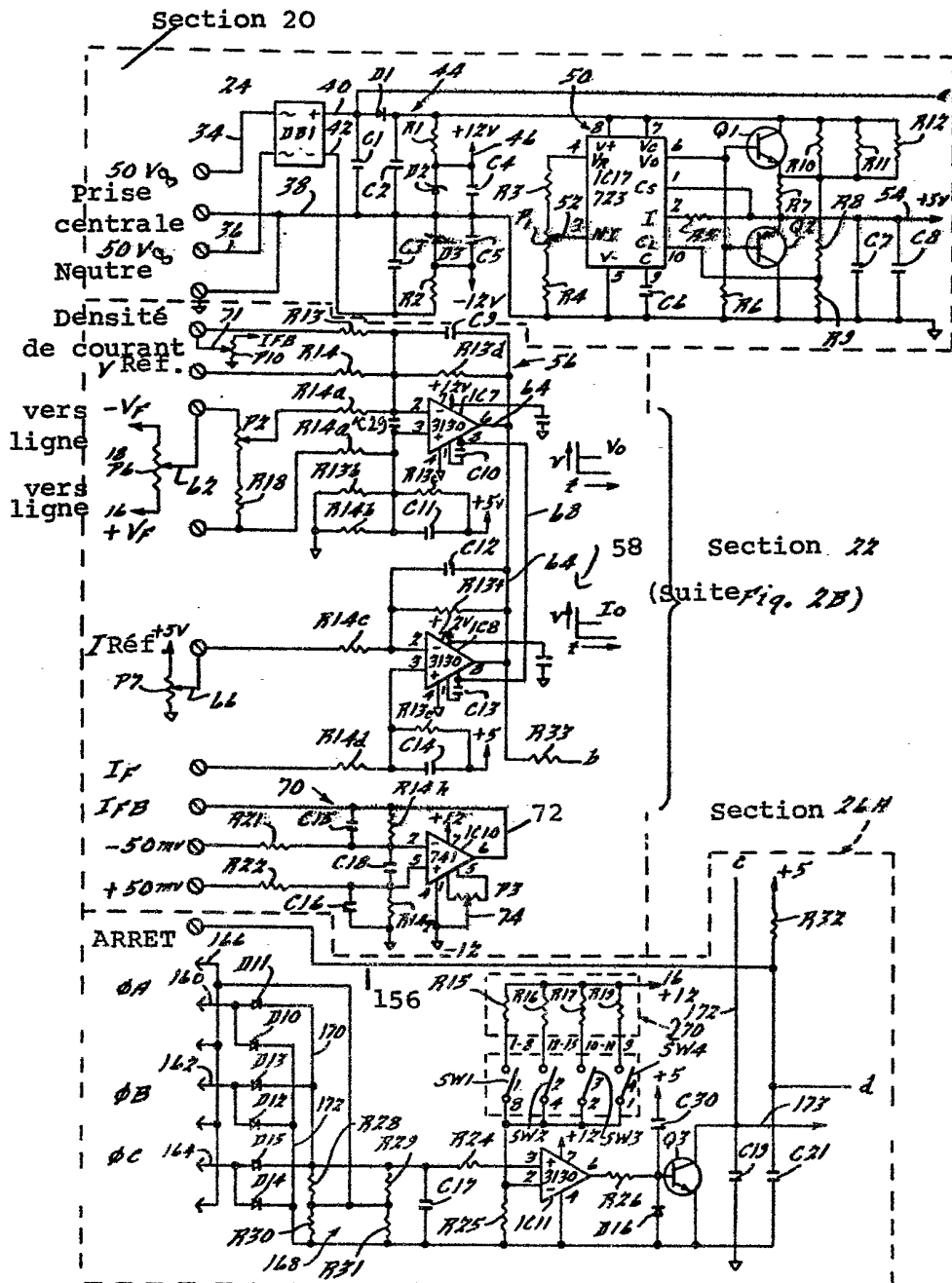
19 - Procédé selon la revendication 18, caractérisé

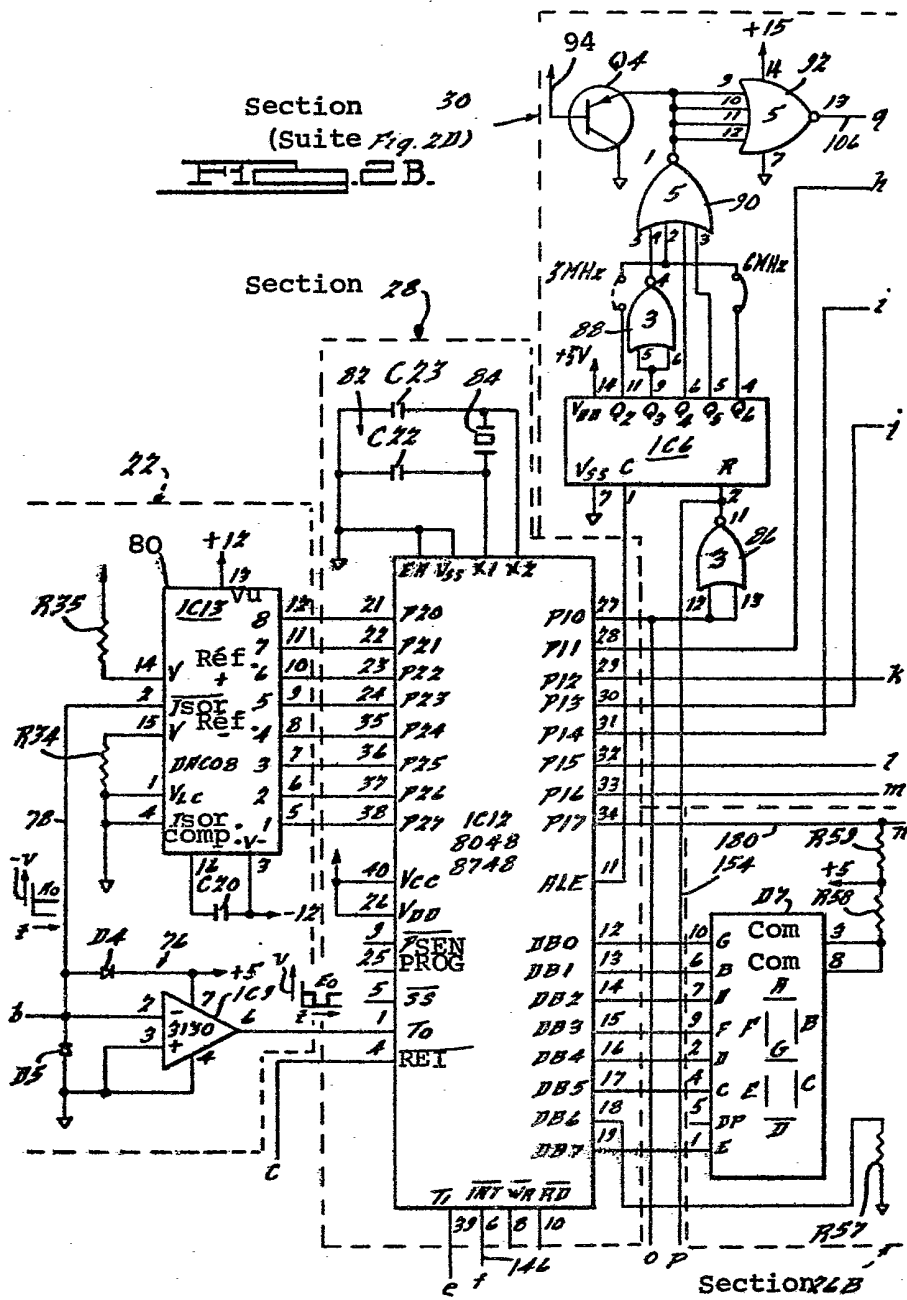
sé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :
la détermination d'un premier point de référence pour l'une
des trois phases alternatives, la détermination d'un second
point de référence pour une seconde phase des trois phases
5 alternatives, la détermination de la séquence de rotation
des trois phases basée sur la différence de temps entre les
premier et second points de référence.

20 - Procédé selon la revendication 19, caractérisé
en ce qu'il comprend en outre, les étapes suivantes :
10 l'utilisation du premier point de référence comme première
limite d'arrêt pour la phase citée en premier, la détermination
d'une seconde limite d'arrêt pour cette phase basée
sur le premier point de référence, à la suite de quoi la
première limite sera proche de la fin d'un demi-cycle de
15 cette phase et la seconde limite d'arrêt sera proche du com-
mencement de ce demi-cycle, la fourniture d'une augmentation
brutale du nombre de la séquence d'impulsions lorsque le
temps pour la première impulsion de déclenchement associée
à cette phase se trouve à une position présélectionnée par
20 rapport aux première et seconde limites.

21 - Procédé selon la revendication 20, caracté-
risé en ce que la position présélectionnée est déterminée par
le temps pour les impulsions de déclenchement avant et après
ladite impulsion de déclenchement.

PL.II/3





(Suite *Fig. 2D*)