

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 19681

(54) Circuit d'alimentation en courant continu contrôlé.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 02 P 13/24.

(22) Date de dépôt..... 11 septembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA*, 12 septembre 1979, n° 075.307.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 12 du 20-3-1981.

(71) Déposant : BORG-WARNER CORPORATION, résidant aux *EUA*.

(72) Invention de : Edward Currier Siemon.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Novopat — Cabinet Chereau,
107, bd Pereire, 75017 Paris.

1.

La présente invention concerne un système d'alimentation en courant continu contrôlé pour la production d'une tension en courant continu, à un niveau d'amplitude sélectionné, à partir d'une tension de ligne en courant alternatif, tout en protégeant en même temps le système contre des fluctuations indésirées de la tension de ligne qui pourraient empêcher un contrôle précis de l'amplitude du courant continu.

Un agencement bien connu pour la production d'une tension continue à amplitude réglable à partir d'une tension de ligne alternative comprend un pont redresseur commandé comportant une pluralité de thyristors au silicium dont les angles de conduction sont contrôlés de façon à maintenir l'amplitude en courant continu souhaitée. Plus l'angle de phase ou le retard entre le début d'un demi-cycle de la tension de ligne alternative et la venue en conduction des thyristors au silicium est grand, moins l'angle de conduction et le courant alternatif qui sera redressé sont grands, ce qui a pour effet de donner une tension continue plus faible à la sortie du pont redresseur. En fonction des circuits de charge devant être commandés par le pont, celui-ci peut être ou non suivi d'un filtre passe-bas (en général une bobine en série et un condensateur shunt) pour éliminer la composante ondulée et écrêter la tension continue. Par exem-

2.

ple, si la tension continue est appliquée à un moteur à courant continu, elle n'a pas besoin d'être filtrée. D'autre part, un filtrage est préféré lorsque la tension continue est appliquée à un onduleur.

5 Le déclenchement d'un thyristor au silicium pour le rendre conducteur est accompli par des impulsions de déclenchement appliquées à sa gâchette, et le rythme de ces impulsions de déclenchement peut être déterminé en comparant, lors de chaque demi-cycle de la tension alternative de ligne, une
10 impulsion en forme de rampe à une tension d'erreur représentant la différence entre les amplitudes réelle et souhaitée en courant continu. Les impulsions en forme de rampe peuvent être obtenues à partir de la tension alternative de ligne, mais malheureusement les fluctuations de la tension de ligne
15 ont un effet néfaste sur ces impulsions (en faisant varier leur durée) et provoquent un rythme incorrect des impulsions de déclenchement, avec pour résultat un fonctionnement erroné du pont. Par conséquent, la fiabilité et les performances de ce système de puissance en courant continu de l'art antérieur
20 sont amoindries lorsque la tension alternative de la ligne s'écarte de son amplitude normale, à la suite de quoi la tension continue ne peut être régulée et maintenue au niveau d'amplitude souhaité.

 La présente invention permet de résoudre ce problème et prévoit un circuit d'alimentation en courant continu
25 commandé perfectionné qui est insensible aux variations de la tension de ligne, et est hautement efficace et fiable même en présence de larges fluctuations de la tension de ligne.

 Le circuit d'alimentation en courant continu contrôlé de la présente invention redresse la tension alternative de ligne qui lui est appliquée pour développer une tension continue ayant l'amplitude désirée, la tension alternative de ligne étant soumise à des variations d'amplitude indésirables. Le circuit d'alimentation comprend un pont redresseur comportant au moins deux thyristors au silicium pour le
30 redressement de la tension alternative de ligne et l'obtention d'une tension continue ayant une amplitude déterminée

3.

par l'angle de conduction des thyristors au silicium pendant chaque demi-cycle de la tension alternative de ligne. Un moyen générateur d'impulsions, qui répond à la tension alternative de ligne, produit une impulsion en forme de rampe
5 lors de chaque demi-cycle de la tension alternative de ligne. Des moyens de commande sont prévus pour utiliser les impulsions en forme de rampe et déclencher les thyristors au silicium pour un angle de phase désiré, à la suite du commencement de chaque demi-cycle de la tension alternative de ligne,
10 ce qui permet de contrôler l'angle de conduction de façon à établir la tension continue à un niveau souhaité. Finalement, des moyens de régulation, qui sont inclus dans le moyen générateur d'impulsions sont prévus pour maintenir une largeur d'impulsion constante pour les impulsions en forme de rampe,
15 malgré de larges variations de la tension alternative de ligne, ce qui permet de rendre le moyen de commande insensible aux fluctuations de la tension de ligne.

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

La figure 1 est un schéma représentant un circuit d'alimentation en courant continu contrôlé, selon la présente invention, et la manière avec laquelle le circuit d'alimentation peut alimenter un moteur à induction entraîné par
25 un onduleur; et

La figure 2 représente diverses formes d'ondes de signal de tension qui permettront de comprendre le fonctionnement du circuit d'alimentation en courant continu. Ces formes d'onde sont repérées par des lettres entourées par un
30 cercle et les points du circuit d'alimentation où apparaissent ces tensions sont représentés par des lettres correspondantes placées à l'intérieur d'un cercle.

Des conducteurs de ligne L_1 et L_2 constituent une source classique de courant alternatif monophasé variant
35 sinusoïdalement à une fréquence de 60 hertz et ayant une amplitude normale, égale par exemple à 120 volts. L'amplitude de la tension alternative de ligne peut prendre toute valeur

4.

appropriée en fonction des caractéristiques de la charge. Un pont redresseur 10 comportant des thyristors au silicium a une construction bien connue et comprend une paire de thyristors au silicium 11 et 12 et une paire de diodes 14 et 15 connectés de façon à constituer un pont. Si l'on suppose que les redresseurs 11 et 12 sont conducteurs au moins pendant une partie de chaque demi-cycle de la tension de ligne, au cours de ces demi-cycles ayant une certaine polarité où le conducteur L_1 est positif par rapport au conducteur L_2 , un courant circulera à partir de la ligne L_1 dans le redresseur 11, la bobine de filtrage 18, le condensateur de filtrage 19 et le circuit de charge placé en dérivation, et dans la diode 15 jusqu'à la ligne L_2 . Pendant les demi-cycles où la polarité est opposée, c'est-à-dire lorsque la ligne L_2 est positive par rapport à la ligne L_1 , un courant circulera à partir de la ligne L_2 dans le redresseur 12, la bobine 18, le condensateur 19 et le circuit de charge en dérivation et de la diode 14 pour revenir dans la ligne L_1 . Une tension continue de polarité positive sera par conséquent appliquée à la barre en courant continu par rapport à une ligne 21 qui est connectée à un potentiel de référence ou neutre du circuit, de tension nulle dans le mode de réalisation représenté. Naturellement l'amplitude de la tension continue dépendra de l'angle de conduction des thyristors au silicium pendant chaque demi-cycle, c'est-à-dire pendant la partie de chaque demi-cycle où les thyristors au silicium sont conducteurs, et cela sera déterminé à son tour par le rythme des impulsions de courant de gâchette reçues dans la ligne 22 à partir d'un circuit 23 excitateur de gâchette de thyristor au silicium.

Un onduleur 26 répond à la tension continue et produit une tension alternative ayant une amplitude directement proportionnelle à l'amplitude de la tension continue. La fréquence de la tension de sortie de l'onduleur est établie par la fréquence de répétition des impulsions de rythme, ou de déclenchement, reçues sur une ligne 27, à partir d'un oscillateur contrôlé par tension 29, qui à son tour fonction-

5.

ne en réponse à la tension continue de la barre provenant d'une ligne 31. La fréquence de l'oscillateur est déterminée par la tension continue et varie directement avec elle, ce qui permet de maintenir sensiblement constant le rapport
5 entre l'amplitude et la fréquence de la tension alternative produite par l'onduleur 26. La sortie de l'onduleur est appliquée à un moteur alternatif à induction 32 et en provoque la rotation à une vitesse déterminée par la fréquence de l'onduleur à laquelle elle est directement proportion-
10 nelle. Le moteur fait tourner un arbre 33 d'entraînement d'une charge mécanique 34. En maintenant un rapport fixe entre l'amplitude de la tension de sortie de l'onduleur et sa fréquence, le moteur 32 aura un couple constant quelle que soit sa vitesse.

15 S'agissant de la présente invention, la tension alternative de ligne est isolée et réduite par un transformateur 36 de façon à appliquer une réplique à amplitude réduite de la tension de ligne à un filtre passe-bande 37 qui est adapté à la fréquence de commutation fondamentale (60 hertz
20 dans le mode de réalisation représenté) de la tension de ligne. Le filtre passe-bande n'introduit aucun déphasage par rapport à la fréquence fondamentale, mais atténue à la fois les hautes et basses fréquences. La tension de sortie du filtre 37 sera ainsi une réplique à amplitude réduite de la
25 fréquence fondamentale de la tension de ligne présente entre les conducteurs L_1 et L_2 et sera exactement en phase avec celle-ci. Un filtre passe-bas servant à atténuer le bruit à haute fréquence serait inacceptable, étant donné qu'il provoquerait un déphasage de la fréquence fondamentale de la tension de ligne, à la suite de quoi le fonction-
30 nement du dispositif de la présente invention serait influencé de façon néfaste. La tension alternative produite à la sortie du filtre 37 et ayant une fréquence de 60 hertz a par conséquent la forme représentée par A dans la figure 2,
35 l'amplitude instantanée variant sinusoïdalement.

Un amplificateur 38 à circuit intégré inverse en phase la tension sinusoïdale ayant la forme d'onde A, sans

6.

introduire d'amplification, et des diodes 39,41 constituent un circuit redresseur de deux alternances pour le redressement des tensions aux sorties du filtre 37 et de l'amplificateur 38 de façon à fournir, à la jonction de ces deux diodes, la forme d'onde redressée B à deux alternances pour application à l'entrée de non inversion ou entrée (+) d'un amplificateur 42 à circuit intégré qui fonctionne en comparateur. A l'entrée d'inversion ou entrée (-) de l'amplificateur est appliquée, par une ligne 43, une tension de référence en courant continu ayant un niveau légèrement positif par rapport à l'amplitude instantanée la plus faible de la forme d'onde B qui se produit au commencement et à la fin de chaque demi-cycle lorsque la tension alternative de ligne passe par zéro. Avec une telle relation entre les tensions d'entrée et le comparateur 42, la tension de sortie du comparateur sera établie à un niveau relativement élevé lorsque la tension à l'entrée (+) est supérieure (ou positive par rapport) à celle de l'entrée (-) et à un niveau relativement bas lorsque la tension à l'entrée (+) est inférieure (ou négative par rapport) à la tension à l'entrée (-). Par conséquent, la tension de sortie du comparateur (forme d'onde C) passera brutalement d'un niveau bas à un niveau élevé dès que la tension alternative de ligne passera par zéro et commencera un nouveau demi-cycle, puis reviendra brutalement à son niveau bas juste avant que la tension de ligne termine ce demi-cycle. Chaque composante d'impulsion de sens positif dans la forme d'onde rectangulaire C se produira par conséquent et aura une largeur d'impulsion sensiblement égale à la totalité d'un demi-cycle de la tension alternative de ligne. Le bord frontal de chaque composante d'impulsion de sens positif suit immédiatement le commencement d'un demi-cycle et son bord arrière se produit immédiatement avant la fin du demi-cycle.

Comme la tension appliquée à l'entrée (+) du comparateur 42 provient de la tension de ligne, son amplitude changera chaque fois qu'il y aura variation de la tension de ligne. En l'absence du dispositif de la présente invention,

7.

les variations de la tension de ligne provoqueront la commutation par le comparateur des niveaux de sortie aux mauvais moments, ce qui se traduira par des largeurs d'impulsions différentes pour les composantes d'impulsion de sens positif de la forme d'onde C. Comme on le remarquera, un fonctionnement précis et fiable du circuit d'alimentation en courant continu impose que ces composantes d'impulsion aient une largeur constante.

Cela est obtenu selon la présente invention en prévoyant une tension de référence continue adaptative pour l'entrée (-) du comparateur 42. A titre d'explication, une diode 44, des condensateurs 45 et 46 et des résistances 47 et 48 constituent un circuit filtre-redresseur pour la transformation de la tension de ligne à amplitude réduite, aux deux alternances redressées, de la forme d'onde B en tension continue de référence, sur la ligne 43, ayant une amplitude qui est directement proportionnelle à l'amplitude de la tension alternative de ligne. Avec une telle tension continue adaptative de référence à l'entrée (-) du comparateur 42, chaque fois que l'amplitude de la tension de la forme d'onde B change (par suite d'une variation de la tension de ligne) la tension continue de référence variera dans le même sens. En d'autres termes, les deux tensions appliquées aux entrées du comparateur 42 sont directement proportionnelles à l'amplitude de la tension de ligne. Lorsque, par exemple, la tension de ligne décroît, la tension de la forme d'onde B à l'entrée (+) du comparateur et la tension continue adaptative à l'entrée (-) chuteront également. Le comparateur commutera par conséquent aux deux mêmes fois que chaque demi-cycle, ce qui aura pour effet que chaque composante d'impulsion de sens positif de la forme d'onde C aura la même largeur quelle que soit l'amplitude de la tension de ligne.

Chaque composante d'impulsion de la forme d'onde C est transformée en impulsion en forme de rampe (forme d'onde D) de même largeur grâce à un circuit de mise en forme d'impulsion comprenant un transistor PNP 51 et ses composants de circuit associés. Plus spécifiquement, le signal de ten-

8.

sion de forme rectangulaire de la forme d'onde C est appliqué à la base du transistor 51 pour commander alternativement ce transistor et en provoquer alternativement la venue à l'état conducteur et à l'état non conducteur, les composantes d'impulsion de sens positif ayant pour effet de rendre le transistor non conducteur alors que les composantes de sens négatif l'amènent à saturation, le rendant conducteur de sorte qu'une impédance de très faible valeur existe entre émetteur et collecteur. Lorsque le transistor 51 est à l'état non conducteur, un condensateur 52 se charge dans le sens de son électrode inférieure (en regardant la partie inférieure du condensateur) par l'intermédiaire d'une résistance 53 reliée à une source de tension V_- qui peut être, par exemple, de -15 volts continus. Par conséquent, pendant chaque impulsion positive de la forme d'onde C, la tension à la jonction de circuit 54 décroîtra linéairement et aura la forme d'une rampe, comme représenté par la forme d'onde D. A la fin de chaque impulsion positive, le transistor 51 est amené à saturation par une impulsion de sens négatif, à la suite de quoi le condensateur 52 se décharge instantanément par l'intermédiaire du chemin de conduction émetteur-collecteur pour terminer la rampe. La tension à la jonction 54 change par conséquent brutalement en V_+ (ou +15 volts continus si V_- est à une tension de -15 volts continus), étant donné que l'émetteur et le collecteur du transistor seront maintenant effectivement liés. Comme représenté dans la forme d'onde D, la tension à la jonction 54 reste à V_+ pendant chaque impulsion négative de la forme d'onde C.

On remarquera maintenant qu'en maintenant toujours une largeur d'impulsion fixe pour les impulsions de sens positif de la forme d'onde C, la largeur de chacune des impulsions en forme de rampe de la forme d'onde D sera constante même en présence de grandes variations de la tension alternative de ligne entre les conducteurs L_1 et L_2 .

Les impulsions en forme de rampe de la forme d'onde D sont utilisées pour commander le fonctionnement des thyristors au silicium 11 et 12 de façon à établir la tension

continue, produite par le pont 10, au niveau souhaité . A titre d'explication, la tension continue du pont 10 est appliquée par l'intermédiaire de la barre à courant continu et d'une ligne 31 à l'entrée d'inversion ou entrée négative d'un amplificateur à circuit intégré 56 qui sert d'amplificateur de sommation, alors qu'une tension de référence continue, présente à la jonction d'une résistance fixe 57 et d'une résistance variable 58 est appliquée à l'entrée de non inversion ou entrée (+) de l'amplificateur. Comme cela apparaîtra, l'amplitude de la tension continue de la barre à courant continu, et par conséquent l'amplitude et la fréquence de la tension de sortie de l'onduleur, seront déterminées par la valeur de la résistance réglable 58. Par conséquent, cette résistance constituera un organe de réglage de la vitesse du moteur 32. En effet, la tension à l'entrée (+) de l'amplificateur 56 est ajoutée, alors que la tension à l'entrée (-) est soustraite. Il en résulte que la sortie de l'amplificateur 56 donne une tension d'erreur qui varie en fonction de la différence entre l'amplitude souhaitée en courant continu (représentée par la tension d'entrée (+)) et l'amplitude réelle de la tension en courant continu (représentée par la tension d'entrée (-)).

Un amplificateur à circuit intégré 61, agissant en comparateur, reçoit la tension d'erreur à son entrée de non inversion ou entrée (+) et la forme d'onde D à son entrée d'inversion ou entrée (-). Le niveau d'amplitude de la tension d'erreur, quelle qu'elle puisse être à un instant donné, tombera toujours quelque part dans la plage d'amplitude couverte par les impulsions en forme de rampe. Au commencement d'un demi-cycle de la tension de ligne lorsque la tension de rampe commence juste à décroître, la tension à l'entrée (-) du comparateur 61 sera supérieure à (ou positive par rapport à) la tension à l'entrée (+) du comparateur, ce qui se traduira par une tension de sortie d'un niveau relativement bas, comme cela est représenté par la forme d'onde E. Cependant, en un certain point de chaque demi-cycle, la tension de rampe tombera au-dessous de la tension d'erreur et la tension de sortie du comparateur 61 passera rapidement d'un niveau bas à un

10.

niveau haut, où elle restera jusqu'à la fin de la rampe, à la suite de quoi le comparateur reviendra à sa tension de sortie de niveau bas. A des fins d'illustration, la forme d'onde E a été représentée pour indiquer les conditions de fonctionnement lorsque la tension d'erreur a une amplitude appropriée pour retarder le départ de l'impulsion de sens positif entre environ 50° et 180° du demi-cycle. Le signal de la forme d'onde E commande le fonctionnement du circuit de gâchette 23, lequel produira à son tour des impulsions de courant de déclenchement correctement rythmées pour la venue en conduction des thyristors 11 et 12. Les impulsions de déclenchement seront générées en réponse aux bords frontaux des impulsions de sens positif de la forme d'onde E.

En fonction de la valeur de la résistance de réglage de vitesse 58, le rythme des impulsions de déclenchement de la ligne 22 sera réglé automatiquement de sorte que la tension continue produite par le pont 10 aura l'amplitude requise pour entraîner le moteur 32 à la vitesse souhaitée. Si l'amplitude continue a tendance à augmenter, par exemple à partir du niveau requis, la tension d'erreur décroît et provoque le démarrage des impulsions positives de la forme d'onde E plus tardivement pendant chaque demi-cycle, amenant les thyristors au silicium en conduction pour un angle de phase plus grand afin d'abaisser la tension continue de la barre à courant continu jusqu'à ce que le niveau d'amplitude correct soit rétabli. Si l'on suppose que l'on souhaite obtenir une vitesse plus grande du moteur, la résistance de réglage de vitesse 58 sera réglée de façon que la tension d'erreur augmente, ce qui aura pour effet d'avancer les bords frontaux des impulsions positives de la forme d'onde E et d'augmenter les intervalles de conduction des thyristors au silicium suffisamment pour amener la tension de la barre à courant continu au niveau nécessaire à l'entraînement du moteur 32 à la nouvelle vitesse.

Par conséquent, la présente invention prévoit un nouvel agencement pour la commande du fonctionnement d'un circuit d'alimentation en courant continu tel qu'une ampli-

tude souhaitée du courant continu sera toujours maintenue
quelles que soient les fluctuations de la tension de ligne.
Une caractéristique importante de la présente invention ré-
side dans l'application d'une tension de référence adaptati-
5 ve en courant continu à l'entrée (-) du comparateur 42 dans
le but d'en réguler le fonctionnement, de sorte que des im-
pulsions en forme de rampe produites à la jonction de circuit
54 auront toujours une durée d'impulsion constante quelle
que soit l'importance des variations de la tension alterna-
10 tive de la ligne. De cette façon, le système de commande du
circuit d'alimentation en courant continu est rendu insen-
sible aux fluctuations de la tension de ligne, ce qui aura
pour effet d'améliorer sa fiabilité et ses performances et
assurera une commande précise de l'amplitude de la tension
15 continue fournie par le circuit d'alimentation.

La présente invention n'est pas limitée aux exem-
ples 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 d'alimentation en courant continu contrôlé pour le redressement d'une tension alternative de ligne afin de produire une tension continue d'amplitude désirée, la tension alternative de ligne étant soumise à des variations d'amplitude indésirables, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un pont redresseur (10) comportant au moins deux thyristors au silicium (11, 12) pour le redressement de la tension alternative de ligne et l'obtention d'une tension continue d'une amplitude déterminée par l'angle de conduction des thyristors au silicium lors de chaque demi-cycle de la tension alternative de ligne;

- des moyens de génération d'impulsions (36-54), répondant à la tension alternative de ligne, pour produire une impulsion en forme de rampe lors de chaque demi-cycle de la tension alternative de ligne;

- des moyens de commande (56-61, 23) utilisant les impulsions en forme de rampe pour amener les thyristors au silicium en conduction pour un angle de phase désiré, à la suite du commencement de chaque demi-cycle de la tension alternative de ligne, ce qui a pour effet de commander l'angle de conduction de façon à établir la tension continue à un niveau d'amplitude souhaité;

- et des moyens de régulation (43-48), compris dans les moyens générateurs d'impulsions, pour maintenir une largeur constante des impulsions en forme de rampe malgré les grandes variations de la tension alternative de ligne, ce qui a pour effet de rendre les moyens de commande insensibles aux fluctuations de la tension de ligne.

2 - Circuit d'alimentation selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacune des impulsions en forme de rampe commence immédiatement après que la tension alternative de ligne passe par zéro et commence un nouveau demi-cycle et se termine juste avant la fin du demi-cycle de la tension de ligne.

3 - Circuit d'alimentation selon la revendication

13.

1, caractérisé en ce que les moyens de commande comparent les impulsions en forme de rampe à une tension d'erreur, qui varie en fonction de la différence entre l'amplitude continue désirée et l'amplitude réelle de la tension continue, de façon à produire un signal de déclenchement rendant conducteurs les thyristors au silicium.

4 - Circuit d'alimentation selon la revendication 1, caractérisé en ce que la tension alternative de ligne est monophasée, et en ce qu'un filtre passe-bas (18, 19) est couplé à la sortie du pont à thyristors au silicium pour le filtrage de la tension continue ainsi produite.

5 - Circuit d'alimentation selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens générateurs d'impulsions comprennent un filtre passe-bande pour atténuer, dans la tension alternative de ligne, les fréquences supérieures et inférieures à la fréquence de commutation fondamentale, tout en n'introduisant aucun déphasage pour cette fréquence fondamentale.

6 - Circuit d'alimentation selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens générateurs d'impulsions comprennent un circuit redresseur des deux alternances (39, 41), pour transformer la tension alternative de ligne en forme d'onde aux deux alternances redressées; un moyen (42) pour convertir cette forme d'onde en forme d'onde rectangulaire comportant une composante d'impulsion, lors de chaque demi-cycle de la tension alternative de ligne, qui s'étend sur la totalité du demi-cycle et a une durée d'impulsion sensiblement égale à la totalité du demi-cycle; et des moyens (51-54) pour produire les impulsions en forme de rampe à partir des composantes d'impulsion.

7 - Circuit d'alimentation selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de régulation maintiennent une largeur fixe pour chacune des composantes d'impulsion.

8 - Circuit d'alimentation selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens générateurs d'impulsions comprennent un moyen de comparaison (42) pour comparer la

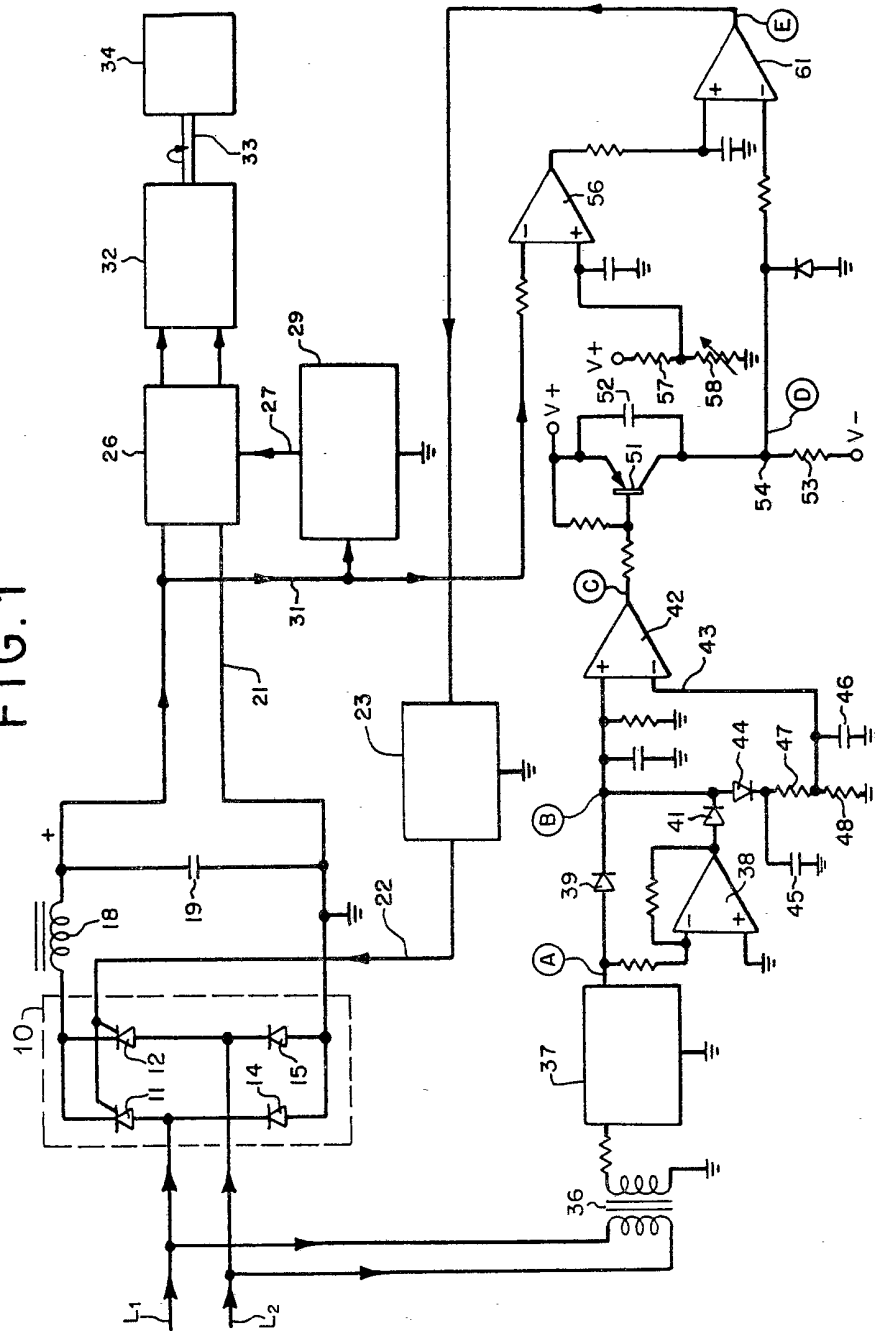
14.

tension de ligne à amplitude réduite, aux deux alternances redressées, à une tension de référence continue adaptative, dont l'amplitude varie directement avec les variations de la tension de ligne, de façon à produire une composante d'impulsion de forme rectangulaire et de largeur constante lors de chaque demi-cycle de la tension alternative de ligne, et des moyens (51 - 54) pour produire les impulsions en forme de rampe provenant des composantes d'impulsion.

9 - Circuit d'alimentation selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens générateurs d'impulsions comprennent un circuit redresseur à deux alternances (39-41) pour produire une tension de ligne, aux deux alternances redressées, à amplitude réduite; un circuit filtre-redresseur (44-48) pour transformer la tension de ligne redressée en tension de référence continue ayant une amplitude qui est directement proportionnelle à l'amplitude de la tension alternative de ligne; un comparateur (42) pour comparer la tension de ligne aux deux alternances redressées, à amplitude réduite, à la tension continue de référence, afin de produire, lors de chaque demi-cycle, une composante d'impulsion à largeur constante dont le bord frontal suit immédiatement le début de chaque cycle et dont le bord arrière suit immédiatement la fin du demi-cycle; et des moyens (51 - 54) pour produire les impulsions en forme de rampe à partir des composantes d'impulsion, chaque impulsion en forme de rampe se produisant en même temps que la composante d'impulsion et ayant la même largeur.

PL.I/2

FIG.1



PL.II/2

FIG. 2

