

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 82 04775**

(54) Procédé et dispositif pour éliminer les perturbations liées aux fluctuations de la charge dans les alimentations à découpage.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). G 05 F 1/20 // H 02 P 13/06, 13/28; H 05 B 41/29.

(22) Date de dépôt..... 19 mars 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 38 du 23-9-1983.

(71) Déposant : COMPAGNIE DE SIGNAUX ET D'ENTREPRISES ELECTRIQUES (société anonyme).  
— FR.

(72) Invention de : Louis Deprez.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Malémont,  
42, av. du Président-Wilson, 75116 Paris.

La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour éliminer les perturbations liées aux fluctuations de la charge dans les alimentations à découpage comportant un circuit magnétique avec une inductance primaire couplée à une inductance secondaire.

5 En conversion d'énergie, les circuits magnétiques constituent un type de composant souvent négligé, ce qui amène une saturation du matériau, d'où une incapacité à traduire une variation linéaire de flux. Ceci entraîne un accroissement énorme de courant dans les organes de découpage, généralement constitués par des transistors, lorsque la charge est variable et que la puissance est constante ou peu fluctuante. Il s'ensuit des perturbations sur le  
10 réseau et un risque de détérioration des organes de découpage.

La présente invention a pour but principal de remédier à ces inconvénients et, pour ce faire, elle a pour objet un procédé qui se caractérise essentiellement en ce qu'il consiste à adapter automatiquement la valeur de  
15 l'inductance secondaire en fonction de la tension aux bornes de la charge, afin d'assurer un transfert total de l'énergie magnétique pour chaque période de la fréquence de découpage.

Grâce à cette disposition, on obtient une démagnétisation complète du circuit à chaque période de la fréquence de découpage, ce qui permet d'éliminer les inconvénients mentionnés plus haut.  
20

Un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé est caractérisé en ce qu'il comprend un certain nombre d'éléments de commutation, connectés en parallèle entre la charge et différentes prises intermédiaires de l'inductance secondaire, et un circuit de commande à seuils de tension pour commander  
25 successivement lesdits éléments de commutation en fonction de la tension aux bornes de la charge.

Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, les éléments de commutation sont constitués par des thyristors.

De préférence, le dispositif selon l'invention comprend également  
30 un circuit de régulation automatique pour compenser les variations lentes de la tension aux bornes de l'inductance primaire.

Ce circuit de régulation comporte un circuit magnétique auxiliaire de faible puissance connecté en parallèle sur le circuit principal et dont la charge est constante, la tension aux bornes de ladite charge étant utilisée  
35 comme tension d'asservissement de la commande de découpage, afin d'assurer un transfert d'énergie constant malgré les fluctuations du réseau.

Le procédé selon l'invention peut également s'appliquer avantageusement au cas où l'inductance primaire et l'inductance secondaire sont combinées en une seule inductance dite de filtrage. Il existe en effet de nombreuses

structures dans lesquelles la fonction filtrage est obtenue au moyen d'une cellule comportant une inductance et un condensateur. Or, si la tension de sortie est très fluctuante, l'inductance de filtrage risque de se saturer, ce qui diminue évidemment l'efficacité du filtrage.

5 Conformément à l'invention, on adapte automatiquement la valeur de l'inductance de filtrage en fonction de la tension aux bornes de la charge, pendant la phase de restitution de l'énergie magnétique.

A cet effet, on utilise un certain nombre d'éléments de commutation, avantageusement constitués par des thyristors, qui se trouvent connectés en  
10 parallèle entre la charge et différentes prises intermédiaires de l'inductance de filtrage dans la phase de restitution de l'énergie magnétique, et un dispositif de commande à seuils de tension pour commander successivement lesdits éléments de commutation en fonction de la tension aux bornes de la charge.

Plusieurs formes d'exécution de l'invention sont décrites ci-après  
15 à titre d'exemples, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est le schéma d'une alimentation à découpage conforme à l'invention, destinée à l'alimentation d'une lampe à arc du type flash ;
- les figures 2a à 2c représentent respectivement l'allure du courant primaire, l'allure du courant secondaire et l'allure de la tension de  
20 commande d'un thyristor, pour une période de la fréquence de découpage ;
- la figure 3 représente l'allure du courant primaire avec une tension d'alimentation sinusoïdale ;
- la figure 4 représente l'allure de la tension de charge du condensateur de stockage d'énergie ;
- 25 - la figure 5 est le schéma du circuit de régulation destiné à compenser les variations lentes de la tension d'alimentation ; et
- la figure 6 est le schéma d'une autre application de l'invention à la fonction de filtrage.

L'alimentation à découpage représentée sur la figure 1 comprend  
30 tout d'abord un circuit magnétique avec une inductance primaire  $L_p$  couplée à une inductance secondaire  $L_s$ . De façon connue en soi, un transistor de découpage  $T_r$ , commandé par un découpeur  $K$ , est inséré dans le circuit primaire. Ce circuit est alimenté à partir du réseau alternatif par l'intermédiaire d'un pont de redressement à diodes, mais sans aucun filtrage.

35 Les impulsions de commande engendrées par le découpeur  $K$  sur la base du transistor de découpage  $T_r$  sont à fréquence élevée, par exemple 25kHz, afin de limiter les dimensions des bobinages du circuit magnétique.

Lorsque le transistor conduit, le courant primaire  $I_p$  a l'allure représentée sur le diagramme de la figure 2a. Il s'agit d'une impulsion

de courant de durée  $\tau$ ,  $\tau$  étant la durée de conduction du transistor. Lorsque le transistor ne conduit plus, une impulsion de courant de durée  $T - \tau$  est restituée au secondaire,  $T$  étant la période de la fréquence de découpage. Le courant secondaire  $I_s$  a ainsi l'allure représentée sur le diagramme de la figure 2b.

Dans l'application envisagée ici, l'alimentation à découpage est destinée à alimenter une lampe à arc au xénon X du type flash, c'est-à-dire une lampe à décharge rapide en régime récurrent. Ce type de lampe nécessite, pour sa mise en oeuvre, la charge préalable d'un condensateur C de forte valeur pendant l'intervalle de temps entre chaque ionisation provoquée de la lampe. Le déclenchement de la lampe est assuré ici par une source basse fréquence BF.

Le procédé conforme à l'invention consiste à adapter automatiquement la valeur de l'inductance secondaire  $L_s$  en fonction de la tension  $U_s$  aux bornes de la charge, tension qui est évidemment extrêmement variable dans le cas d'une lampe de type flash, afin d'assurer un transfert total de l'énergie magnétique pour chaque période de la fréquence de découpage et d'obtenir ainsi une démagnétisation complète du circuit.

Le transfert d'énergie par période de la fréquence de découpage s'exprime par :

$$W = \frac{1}{2} L_p I_p^2 \quad \text{ou} \quad W = \frac{1}{2} L_s I_s^2$$

Lorsque l'énergie est restituée au secondaire, la tension sur ce dernier est imposée pendant la durée  $T - \tau$  par la constante de temps élevée de la charge. Le temps de démagnétisation est donc défini par la loi de Lenz, soit  $U_s = \frac{L_s I_s}{T - \tau}$ , d'où  $L_s = \frac{U_s (T - \tau)}{I_s}$ .

De la relation de transfert d'énergie, on déduit  $I_s = \sqrt{\frac{2W}{L_s}}$  d'où  $L_s = U_s^2 \frac{(T - \tau)^2}{2W}$ .

Si l'on suppose maintenant  $\tau$  constant, on peut poser  $\frac{(T - \tau)^2}{2W} = k =$  constante, de sorte que l'on obtient en définitive la relation suivante :  $L_s = k U_s^2$ .

La mise en oeuvre du procédé de l'invention consiste donc à commuter la valeur de l'inductance secondaire  $L_s$  au moyen d'un dispositif de commande comprenant plusieurs seuils de tension échelonnés par rapport à la tension secondaire  $U_s$ , chaque seuil provoquant la commande de la valeur d'une inductance propre à satisfaire la relation :  $L_s = k U_s^2$ . Bien entendu, comme il s'agit d'une commande par sauts d'inductance, cette relation sera maintenue à une valeur limite, afin d'obtenir la démagnétisation complète du circuit.

A cet effet, on prévoit sur l'inductance secondaire  $L_s$  un certain nombre de prises intermédiaires qui sont reliées à la charge par l'intermédiaire d'éléments de commutation de puissance unidirectionnels ne pouvant admettre de courant que lorsque le transistor de découpage

Tr ne conduit plus, c'est-à-dire pendant la phase de restitution de l'énergie magnétique.

Dans l'exemple de réalisation particulier décrit ici, les éléments de commutation sont au nombre de trois. Les deux premiers sont constitués par des thyristors  $Th_1$  et  $Th_2$ , tandis que le troisième est constitué par une simple diode D. Les gachettes des deux thyristors sont reliées à un dispositif de commande COM à seuils de tension, sensible à la tension de sortie  $U_s$  aux bornes de la lampe X.

Pour une faible valeur de la tension de sortie  $U_s$ , seule la diode D est en service et assure la démagnétisation du circuit dans le temps  $(T-\tau)$ . Ensuite, pour une valeur supérieure de la tension  $U_s$ , le thyristor  $Th_1$  est déclenché au moyen d'une impulsion de tension engendrée sur sa gachette par le dispositif à seuils COM. Cette impulsion a l'allure représentée sur le diagramme de la figure 2c et elle est synchronisée sur la fréquence de découpage, grâce à une liaison de synchronisation S prévue entre le découpeur K et le dispositif à seuils COM. On notera que lorsque le thyristor  $Th_1$  conduit, la diode D est automatiquement soumise à un potentiel inverse qui ne lui permet plus de conduire.

Pour une valeur encore supérieure de la tension  $U_s$ , le thyristor  $Th_2$  est déclenché par le dispositif à seuils COM. La diode D et le thyristor  $Th_1$  sont alors polarisés en inverse et ne peuvent plus conduire, même si la commande de gachette est maintenue sur  $Th_1$ , ceci étant la conséquence directe de la répartition des potentiels aux bornes de l'inductance secondaire.

L'application rigoureuse du procédé de démagnétisation selon l'invention permet à l'inductance primaire  $L_p$  de réaliser à chaque impulsion un prélèvement d'énergie proportionnel à la tension du réseau, sans bouche d'asservissement principale. Il s'agit d'une automodulation d'énergie instantanée liée à la tension sinusoïdale du réseau d'alimentation, et ceci malgré la très forte variation de la tension aux bornes de la charge, qui peut être facilement dans un rapport de dix.

Par suite, le réseau de distribution d'énergie n'est pas dégradé, le courant sur celui-ci étant prélevé selon une loi sinusoïdale et en phase avec la tension du réseau, comme illustré par le diagramme de la figure 3.

De même, la puissance prélevée sur le réseau est constante, la charge sur le condensateur C répondant à cette condition puisqu'elle est de la forme  $U_c = \sqrt{t}$ , comme illustré par le diagramme de la figure 4. L'enveloppe du courant sinusoïdal est donc constante.

Cependant, il arrive souvent que le réseau ne soit pas parfait. Dans ce cas, et pour s'affranchir des variations lentes du secteur, on peut prévoir un circuit de régulation REG permettant d'obtenir une information

proportionnelle à l'énergie transférée sur la charge.

Ce circuit REG est représenté en détail sur la figure 5 et se compose essentiellement d'un circuit magnétique de faible puissance comportant une inductance primaire  $L_1$  couplée à une inductance secondaire  $L_2$ . L'inductance  $L_1$  est connectée en parallèle sur l'inductance primaire  $L_p$  du circuit magnétique principal par l'intermédiaire d'une diode  $D_1$ , tandis que l'inductance  $L_2$  est branchée sur une charge constante constituée de deux résistances  $R_1$  et  $R_2$ , par l'intermédiaire d'une diode  $D_2$  et d'un condensateur  $C_1$ .

Ainsi, le même transistor de découpage  $Tr$  commande les deux circuits magnétiques, la diode  $D_1$  ayant pour but de rendre la restitution d'énergie du circuit magnétique auxiliaire  $L_1/L_2$  indépendante de l'état de charge du condensateur  $C$  destiné à alimenter la lampe flash  $X$ .

L'inductance  $L_2$  restitue son énergie accumulée pendant la durée  $(T-\tau)$  par la diode  $D_2$  et l'intégrateur  $C_1$ ,  $R_1 + R_2$ . La charge  $R_1 + R_2$  étant constante, la tension aux bornes de  $R_2$  est l'image de la tension moyenne  $U_R$  issue du redressement secteur pour  $\tau$  constant. Cette tension aux bornes de  $R_2$  est donc appliquée au circuit de contre-réaction du découpeur  $K$  afin de modifier la durée  $\tau$  en fonction des fluctuations du secteur et d'assurer ainsi un transfert d'énergie constant vers le condensateur  $C$ . Par suite, celui-ci sera toujours chargé à la même valeur à l'instant précédant la décharge.

Le procédé de démagnétisation selon l'invention peut également s'appliquer avantageusement à la fonction de filtrage. Il existe en effet de nombreuses structures dans lesquelles la fonction de filtrage est obtenue au moyen d'une cellule comportant une inductance  $L$  et un condensateur  $C$ , comme dans l'exemple représenté sur la figure 6.

Dans cette application, la fonction de l'inductance de filtrage  $L$  est double. Le même enroulement sert à limiter le courant dans la phase de conduction du transistor de découpage  $Tr_1$  commandé par le découpeur  $K_1$ , puis restitue son énergie lorsque celui-ci est bloqué.

Or, pour les applications où la tension de sortie aux bornes de la charge  $P$  est très fluctuante, et peut notamment être sensiblement inférieure à la tension nominale, l'inductance de filtrage nécessite une période de démagnétisation relativement longue, ce qui la conduit à saturation.

Conformément à l'invention, et comme dans l'exemple décrit plus haut, une diode  $D$  et deux thyristors  $Th_1$  et  $Th_2$  commandés par un dispositif à seuils de tension COM sont connectés à des prises intermédiaires de l'inductance de filtrage  $L$ . Le dispositif à seuils COM, en relation avec la tension de sortie, adapte la valeur de l'inductance dans la phase de restitution, de manière à conserver un temps de démagnétisation constant. On évite ainsi à

l'inductance de subir le passage d'une composante continue excessive en courant, risquant de la saturer, ce qui permet de maintenir l'efficacité du filtre malgré des variations importantes de courant.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour éliminer les perturbations liées aux fluctuations de la charge dans les alimentations à découpage comportant un circuit magnétique avec une inductance primaire ( $L_p$ ) couplée à une inductance secondaire ( $L_s$ ), caracté-  
5 risé en ce qu'il consiste à adapter automatiquement la valeur de l'inductance secondaire ( $L_s$ ) en fonction de la tension ( $U_s$ ) aux bornes de la charge ( $X$ ), afin d'assurer un transfert total de l'énergie magnétique pour chaque période de la fréquence de découpage.

2. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un certain nombre d'éléments de  
10 commutation ( $D$ ,  $Th_1$ ,  $Th_2$ ), connectés en parallèle entre la charge ( $X$ ) et différentes prises intermédiaires de l'inductance secondaire ( $L_s$ ), et un circuit de commande à seuils de tension ( $COM$ ) pour commander successivement lesdits éléments de commutation en fonction de la tension ( $U_s$ ) aux bornes de la  
15 charge ( $X$ ).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les éléments de commutation sont constitués par des thyristors ( $Th_1$ ,  $Th_2$ ).

4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce qu'il comprend également un circuit de régulation automatique ( $REG$ ) pour  
20 compenser les variations lentes de la tension aux bornes de l'inductance primaire ( $L_p$ ).

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit de régulation ( $REG$ ) comporte un circuit magnétique auxiliaire ( $L_1$ ,  $L_2$ ) de faible puissance connecté en parallèle sur le circuit principal et dont la  
25 charge ( $R_1 + R_2$ ) est constante, la tension aux bornes de ladite charge étant utilisée comme tension d'asservissement de la commande de découpage.

6. Procédé selon la revendication 1, applicable à une alimentation à découpage dans laquelle l'inductance primaire et l'inductance secondaire sont combinées en une seule inductance ( $L$ ) dite de filtrage, caractérisé en  
30 ce qu'il consiste à adapter automatiquement la valeur de l'inductance de filtrage ( $L$ ) en fonction de la tension aux bornes de la charge, pendant la phase de restitution de l'énergie magnétique.

7. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend un certain nombre d'éléments de  
35 commutation ( $D$ ,  $Th_1$ ,  $Th_2$ ), qui se trouvent connectés en parallèle entre la charge ( $P$ ) et différentes prises intermédiaires de l'inductance de filtrage ( $L$ ) dans la phase de restitution de l'énergie magnétique, et un dispositif de commande à seuils de tension ( $COM$ ) pour commander successivement lesdits éléments de commutation en fonction de la tension aux bornes de la charge.



8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les éléments de commutation sont constitués par des thyristors ( $Th_1$ ,  $Th_2$ )

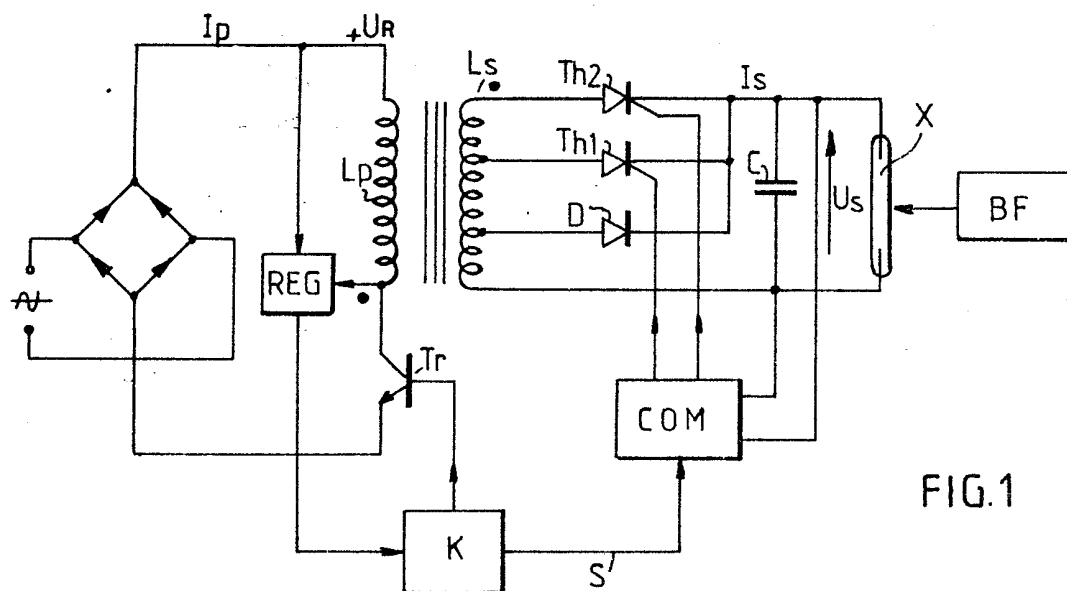
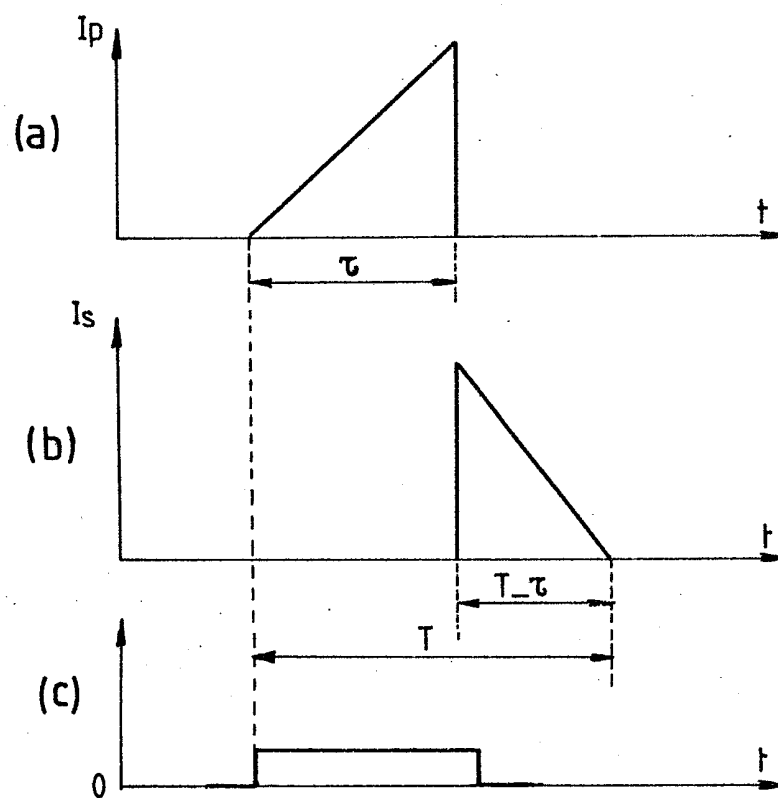


FIG. 1

FIG. 2



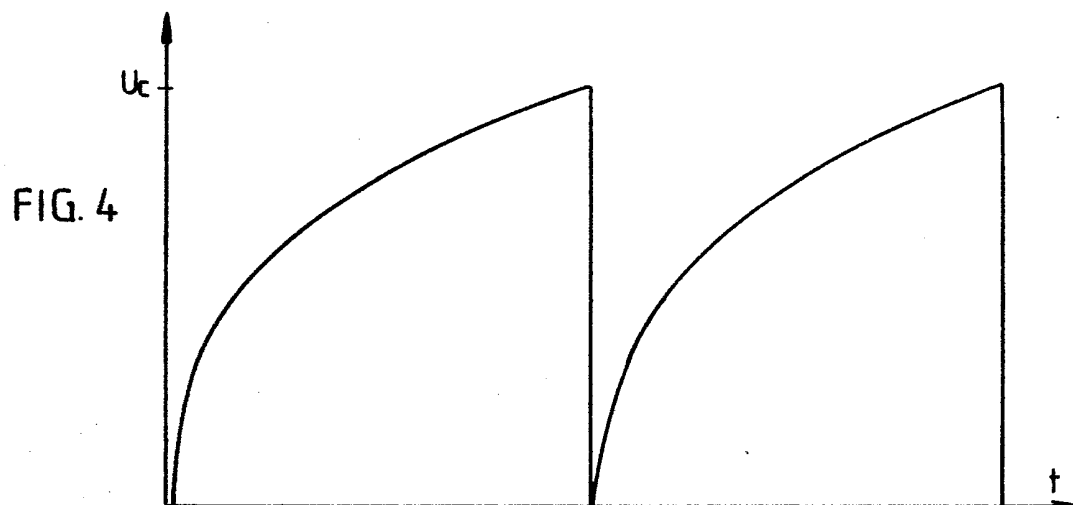
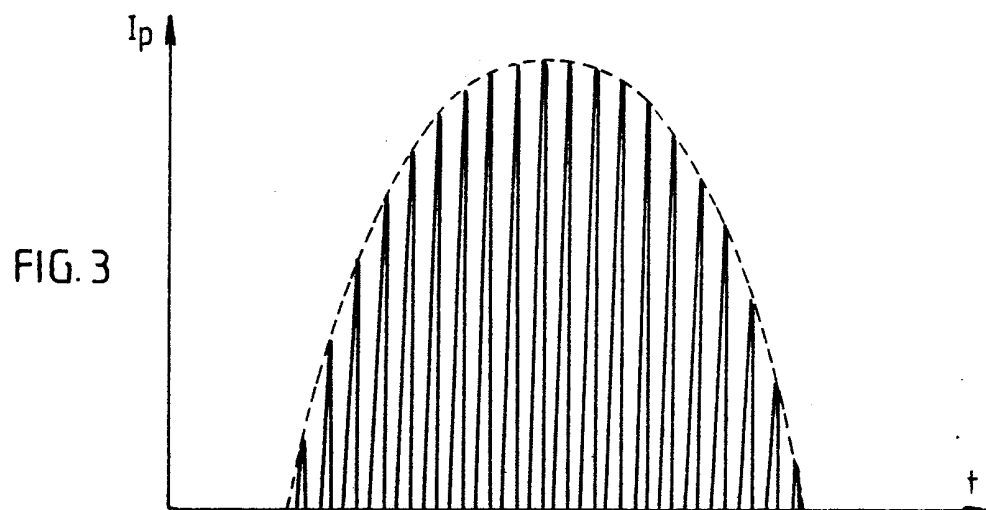


FIG. 5

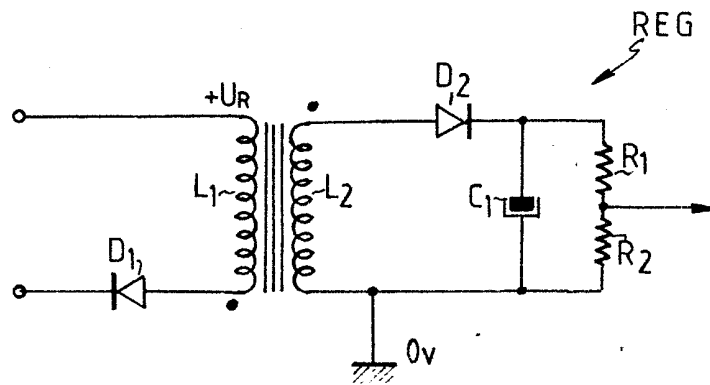


FIG. 6

