

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 21 mai 1986.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 48 du 27 novembre 1987.

60 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

71 Demandeur(s) : LA TELEMECANIQUE ELECTRIQUE (So-
ciété Anonyme). — FR.

72 Inventeur(s) : Christian Bataille, Elie Belbel, Jean-Noël
Gast et Michel Lauraire.

73 Titulaire(s) :

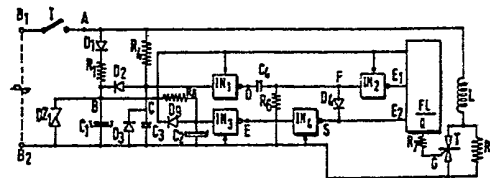
74 Mandataire(s) : Cabinet Moutard.

54 Procédé et dispositif de commande d'un électro-aimant dont l'excitation, par un courant alternatif, provoque la mise en contact de deux pièces.

57 Le dispositif selon l'invention sert à la commande d'un électro-aimant dont la bobine L est reliée à une source d'alimentation en courant alternatif par l'intermédiaire d'un interrupteur T commandé par un circuit de commande.

Ce circuit de commande comprend un organe de détermination des zéros de tension du courant alternatif R₄, C₃, D₃, IN₁, C₄, R₆, IN₂, un élément de temporisation réglé pour obtenir un temps de temporisation qui correspond à l'angle de commande privilégié de l'électro-aimant et un dispositif de commutation FL commandé par l'élément de temporisation pour délivrer à l'interrupteur T, à la suite d'un ordre de commande, un signal de commande retardé dudit temps de temporisation.

L'invention s'applique notamment aux contacteurs et aux électrovannes.



- 1 -

PROCEDE ET DISPOSITIF DE COMMANDE D'UN ELECTRO-AIMANT DONT
L'EXCITATION, PAR UN COURANT ALTERNATIF, PROVOQUE LA MISE EN
CONTACT DE DEUX PIECES.

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de commande d'un électro-aimant dont l'excitation, par un courant alternatif, provoque la mise en contact de deux pièces.

5

Elle s'applique notamment à la commande des électro-aimants utilisés dans les contacteurs électriques dont la fermeture est obtenue à la suite de l'excitation de la bobine de l'électro-aimant par un courant alternatif, cette excitation provoquant l'application des contacts mobiles du contacteur sur les contacts fixes. Toutefois, l'invention ne se limite pas à ce type d'application. Elle peut, en effet, convenir à de nombreux autres dispositifs actionnés par un électro-aimant tels que, par exemple, des électrovannes.

15

Il s'avère que dans les dispositifs de ce genre, l'énergie mécanique communiquée à la partie mobile de l'électro-aimant pour provoquer la fermeture est variable selon l'angle de fermeture de l'interrupteur qui commande l'excitation de la bobine de l'électro-aimant, c'est-à-dire selon l'instant marquant le début de l'excitation, considéré dans la période correspondante du courant alternatif.

20

C'est la raison pour laquelle, à l'heure actuelle, on est obligé de dimensionner les électro-aimants de manière à les rendre opérationnels dans tous les cas de figure, y compris pour des angles de fermeture les plus défavorables.

5

Toutefois, outre l'augmentation du coût et de l'encombrement qu'implique ce dimensionnement, ces mesures présentent un certain nombre d'inconvénients principalement dus à l'excès d'énergie développée notamment lorsque l'angle de fermeture
10 est favorable.

On constate en effet, qu'en raison de ce surcroît d'énergie, il se produit fréquemment dans les contacteurs un impact brutal des contacts mobiles sur les contacts fixes qui
15 s'accompagne de rebondissements entraînant une usure prématurée. En outre, l'équipage mobile de contact et/ou l'armature de l'électro-aimant percutent la partie fixe de l'électro-aimant avec une vitesse élevée, ce qui provoque un rebondissement du circuit magnétique (croquage), un matage
20 voire une rupture du circuit magnétique, ainsi qu'un bruit important.

Des problèmes similaires se posent également dans d'autres dispositifs à électro-aimant tels que des électrovannes qui
25 sont alors le siège d'usure prématurée des joints d'étanchéité et de phénomènes de rebondissement plus accentués dus, en particulier, à l'élasticité desdits joints.

L'invention a donc pour but de supprimer ces inconvénients.
30 A cet effet, elle part de la constatation qu'un électro-aimant du type susdit présente au moins un angle de fermeture privilégié conduisant à un actionnement optimal de l'équipage mobile associé à l'électro-aimant. Par conséquent, en imposant cet angle de fermeture privilégié, il
35 devient possible de supprimer les inconvénients précédemment mentionnés.

Pour parvenir à ce résultat, l'invention propose un procédé pour la commande d'un électro-aimant comprenant une bobine sur laquelle peut être appliqué un courant alternatif à la suite de l'émission d'un ordre de commande, en vue de provo-
5 quer la mise en contact de deux pièces, ce procédé étant plus particulièrement caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- 10 - la détermination préalable d'une période de temps qui correspond à un angle de commande d'excitation privilégié de l'électro-aimant ;
- la détection, à partir de l'instant où ledit ordre de
15 commande a été émis, d'un passage à zéro du courant alternatif ;
- l'application du courant alternatif à la bobine, lorsque ladite période de temps succédant ledit passage à zéro s'est écoulée.

20

Ce procédé peut être mis en œuvre en associant à un dispositif interrupteur commandable en série avec la bobine de l'électro-aimant, un circuit électronique relativement simple comprenant :

25

- un organe de détermination des zéro de tension du courant alternatif ;
- un élément de temporisation connecté à la sortie de
30 l'organe de détermination de zéro, cet élément de temporisation étant réglé pour obtenir un temps de temporisation qui correspond à l'angle de commande privilégié de l'électro-aimant ;
- 35 - un dispositif de commutation commandé par l'élément de temporisation pour délivrer au dispositif interrupteur, à la suite d'un ordre de commande, un signal de commande

d'excitation de la bobine retardé dudit temps de temporisation.

La maîtrise ainsi obtenue de la vitesse communiquée à l'équipage mobile de contact et/ou à l'armature mobile permet d'éviter les inconvénients précédemment cités.

Des essais effectués sur de tels dispositifs ont montré qu'il était possible de multiplier jusqu'à dix la durée de vie de l'appareil et, d'autre part, de réduire considérablement le volume et le prix de l'électro-aimant, du fait notamment de la diminution du volume de cuivre requis.

Des modes de réalisation de l'invention seront décrits ci-après, à titre d'exemples non limitatifs, avec référence aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est un schéma de principe d'un dispositif de commande conforme à l'invention ;

20

La figure 2 est un diagramme représentatif des signaux électriques en différents points du circuit représenté sur la figure 1 ;

25

Les figures 3, 4, 5 et 6 sont des schémas de variantes d'exécution de l'interrupteur commandable utilisé dans les dispositifs représentés sur les figures 1 et 2.

30

Tel que représenté sur la figure 1, le dispositif de commande pour électro-aimant dont seule la bobine L a été représentée, fait intervenir, en série dans un circuit reliant la bobine L aux bornes d'une source de courant alternatif (bornes B_1 , B_2), un interrupteur de commande I dont la fermeture est obtenue par application d'un ordre d'excitation de la bobine et un interrupteur commandable constitué par un Triac T shunté, de façon classique, par une résistance RS ("Snubber") destinée à éviter un déclenchement intem-

35

- 5 -

pestif par $\frac{dv}{dt}$ du Triac T lors de la fermeture de l'interrupteur de commande I.

La gâchette G de ce Triac T est commandée par un circuit
5 électronique de commande alimenté par un circuit d'alimenta-
tion connecté entre la borne de sortie A de l'interrupteur I
et la borne B₂ de la source. Ce circuit d'alimentation
comprend notamment, en série, une diode D₁, une résistance
R₁ et un condensateur C₁ shunté par une diode Zener Dz₁.

10

Dans cet exemple, la détection des zéros de tension de la
source et l'obtention du susdit temps de temporisation défini-
sissant l'angle de commande privilégié de l'électro-aimant
sont obtenus selon un processus comprenant les étapes sui-
15 vantes :

- l'obtention d'un courant redressé demi-onde synchrone du
courant alternatif de la source, mais déphasé par rapport
à celui-ci d'un angle de déphasage correspondant à l'angle
20 de commande privilégié ;

- la conformation dudit courant redressé en un signal créne-
lé présentant les mêmes caractéristiques de fréquence et
en opposition de phase ;

25

- la dérivation du signal crénelé de manière à obtenir des
impulsions correspondant aux fronts montants dudit
signal ;

30 - la commande de la gâchette G du Triac T par une bascule
bistable sensible auxdites impulsions.

Ainsi, dans l'exemple représenté, la phase d'obtention du
courant redressé est réalisée au moyen d'un circuit redres-
35 seur comprenant, entre les bornes A et B₂, une résistance R₄
et une diode D₃ en parallèle avec laquelle est monté un
condensateur C₃. Le déphasage du courant redressé demi-onde
obtenu au point C par rapport au courant alternatif du

réseau peut être ajusté à la valeur souhaitée, par un choix approprié de la valeur de la résistance R_4 et/ou du condensateur C_3 . Ce déphasage est visible sur les oscillogrammes O_1 et O_3 représentés sur la figure 2 qui représentent respectivement la tension du courant alternatif prélevée à la borne A et la tension redressée demi-onde obtenue au point C (jonction entre la résistance R_4 et le condensateur C_3).

10 Cette tension redressée demi-onde est appliquée à un premier conformateur inverseur IN_1 qui délivre au point D un signal crénelé synchrone mais en opposition de phase visible sur l'oscillogramme O_4 . Ce signal est ensuite transmis à un dérivateur formé, de façon classique, par un condensateur C_4
15 et une résistance R_6 . Au point F situé à la jonction du condensateur C_4 et de la résistance R_6 , on obtient donc une succession d'impulsions qui correspondent respectivement aux fronts montants des créneaux du signal délivré par le conformateur inverseur IN_1 .

20

Ces impulsions visibles sur l'oscillogramme O_6 sont ensuite appliquées à un deuxième conformateur inverseur IN_2 dont la sortie est connectée à l'entrée E_1 d'une bascule bistable FL de type RS. La sortie Q de cette bascule FL dont le signal
25 est représenté par l'oscillogramme O_8 est connectée à la gâchette du Triac T par l'intermédiaire d'une résistance R_7 .

L'entrée d'initialisation E_2 de cette bascule FL est connectée à un circuit d'initialisation agencé de manière à
30 n'émettre un signal d'initialisation que, lorsque, à la suite de la fermeture de l'interrupteur I, la tension d'alimentation dépasse une valeur prédéterminée. Ce circuit d'initialisation comprend plus particulièrement, entre le point B du circuit d'alimentation et la borne B_2 , une résistance R_8 en série avec un condensateur C_2 . Le point de jonction entre cette résistance R_8 et cette capacité C_2 est alors relié à un dispositif à seuil IN_3 qui délivre à sa
35 sortie E une tension dont la variation a été représentée par

l'oscillogramme O_5 et comprend une première phase qui suit l'instant de fermeture de l'interrupteur I, et au cours de laquelle la tension croît à l'image de la tension d'alimentation au point B (oscillogramme O_2) et une deuxième phase 5 qui est déclenchée lorsque la tension atteint un seuil prédéterminé VS et au cours de laquelle cette tension présente une valeur nulle.

La sortie E du dispositif à seuil IN_3 est reliée à l'entrée 10 d'un conformateur inverseur IN_4 qui fournit à sa sortie S une tension de sortie qui, comme on le voit sur l'oscillogramme O_7 , présente une valeur nulle (état logique 0) dans la première phase de fonctionnement du dispositif à seuil IN_3 et une valeur correspondant à un état logique 1, au 15 cours de la deuxième phase. Cette tension de sortie est appliquée à l'entrée d'initialisation E_2 de la bascule FL. On obtient donc ainsi une temporisation de l'initialisation de la bascule FL qui permet d'éviter un fonctionnement aléatoire de la bascule lors de la phase transitoire qui suit la 20 fermeture de l'interrupteur I.

Une diode D_4 montée entre le point F (sortie du dérivateur C_4R_6) et le point S interdit l'enclenchement de la bascule FL pendant tout le temps que l'initialisation qui doit 25 s'opérer à la suite de la fermeture de l'interrupteur I n'est pas terminée (la diode D_4 maintient la sortie du dérivateur C_4R_6 à une tension nulle pendant la première phase de fonctionnement du dispositif à seuil IN_3 et du conformateur inverseur IN_4).

30

Le circuit précédemment décrit comprend en outre :

- une diode D_2 reliant les points B et C de manière à limiter la tension au point C à la tension d'alimentation 35 délivrée au point B ;

- une diode D_9 , en parallèle avec la résistance R_8 , qui sert à accélérer la décharge du condensateur C_2 lors de l'ouverture de l'interrupteur I.

5 Il convient de noter que sur les oscillogrammes représentés sur la figure 2, le temps de temporisation correspondant à l'angle de commande privilégié de l'électro-aimant a été choisi à 2,7 ms environ, ce qui correspond à un angle de 50°.

10

Bien entendu, l'invention ne se limite pas à cet angle. En effet, selon le type de dispositif à électro-aimant utilisé, cet angle peut varier de 0 à 180°.

15 Dans la variante d'exécution représentée sur la figure 3, le courant de gâchette du Triac est amplifié par un transistor TR_1 dont la base est reliée à la sortie Q de la bascule FL, par l'intermédiaire d'une résistance R_{10} . Le collecteur de ce transistor TR_1 est connecté à la diode D_1 par l'intermédiaire d'une résistance R_{11} et à la borne B_2 de la source de courant alternatif, par l'intermédiaire d'un condensateur C_5 shunté par une diode Zener Dz_2 . L'émetteur du transistor TR_1 est alors connecté à la gâchette du Triac T par l'intermédiaire d'une résistance R_{12} et d'une diode électroluminescente D_{10} qui permet la visualisation de l'état de la commande du Triac T.

Il convient de noter que la commande de l'électro-aimant pourrait s'effectuer autrement qu'à l'aide d'un Triac.

30

Ainsi, la figure 4 montre un exemple d'exécution dans lequel cette commande s'effectue au moyen d'un optocoupleur pouvant comprendre, de façon connue, une diode électroluminescente D_{11} montée dans le circuit de sortie de la bascule FL et 35 deux optothyristors TH_1 , TH_2 montés tête-bêche dans le circuit de la bobine L.

La figure 5 représente une autre variante selon laquelle bascule bistable FL provoque la mise en action d'un oscillateur ou d'un multivibrateur OSC₁ dont la sortie débite dans le primaire P₁ d'un transformateur. Celui-ci comprend alors deux enroulements secondaires P₂, P₃ pilotant deux thyristors respectifs TH₄, TH₅ montés tête-bêche dans le circuit de la bobine L de l'électro-aimant et ce, par l'intermédiaire de deux démodulateurs comprenant une diode D₁₂, D₁₃ une résistance R₁₄, R₁₅.

10

Une autre solution, représentée sur la figure 6, consiste à utiliser un transformateur sans fer à un seul enroulement secondaire dont le primaire P₄ est monté sur le circuit de sortie d'un oscillateur OSC₂ piloté par la bascule bistable FL. La tension aux bornes de l'enroulement secondaire P₅ est alors redressée et filtrée (D₁₄, C₆, R₁₆) puis appliquée à la gâchette d'un transistor à effet de champ FET. Ce transistor à effet de champ FET effectue la commande de deux thyristors montés tête-bêche TH₆, TH₇ dans le circuit de la bobine, par l'intermédiaire d'un pont de diodes D₁₅ à D₁₈.

15

20

Il s'avère que le procédé et le dispositif précédemment décrits sont particulièrement avantageux pour la commande des contacteurs utilisés dans des montages inverseurs.

25

En effet, ces montages font habituellement intervenir deux contacteurs à fonctionnement inverse, c'est-à-dire que la fermeture de l'un de ces contacteurs s'accompagne de l'ouverture de l'autre contacteur.

30

Or, dans ces montages, dans lesquels l'ouverture et la fermeture respectives des deux contacteurs s'effectuent simultanément, il existe un risque important de court-circuit dû au fait que la commutation du contacteur recevant l'ordre de fermeture se produit avant l'extinction de l'arc de coupure qui se produit au niveau des contacts du contacteur recevant l'ordre d'ouverture. Ainsi, par exemple dans

35

le cas d'un montage inverseur pour courant monophasé, le circuit de phase se trouvera directement relié au neutre.

Ce danger est supprimé grâce à l'emploi, pour chacun des 5 contacteurs du montage inverseur, d'un dispositif de commande selon l'invention. En effet, grâce à ces dispositifs de commande, la commutation du contacteur sollicité à la fermeture sera toujours retardée par rapport à la commutation du contacteur sollicité à l'ouverture, avec un temps de retard 10 supérieur au temps d'extinction de l'arc de coupure de ce dernier contacteur, par suite du temps nécessaire à l'initialisation.

Revendications

1. Procédé pour la commande d'un électro-aimant comprenant une bobine sur laquelle peut être appliqué un courant alternatif à la suite de l'émission d'un ordre d'excitation, en vue de provoquer la mise au contact de deux
5 pièces,

caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- la détermination préalable d'une période de temps qui correspond à un angle de commande d'excitation privilégié
10 de l'électro-aimant ;

- la détection, à partir de l'instant où ledit ordre de commande a été émis, d'un passage à zéro du courant alternatif ;
15

- l'application du courant alternatif à la bobine, lorsque ladite période de temps succédant ledit passage à zéro s'est écoulée.

20 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la détection du zéro de tension et l'obtention du susdit temps de temporisation définissant l'angle de commande privilégié de l'électro-aimant sont obtenus selon un processus comportant les étapes suivantes :

25 - l'obtention d'un courant redressé demi-onde synchrone du susdit courant alternatif mais déphasé par rapport à celui-ci d'un angle de déphasage correspondant à l'angle de commande privilégié ;

30 - la conformation dudit courant redressé en un signal présentant les mêmes caractéristiques de fréquence et de phase ;

- la commande de l'application du courant alternatif sur ladite bobine par un front montant ou descendant dudit signal.

5 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend la dérivation du signal crénelé, de manière à obtenir des impulsions de courant qui coïncident dans le temps avec les fronts montants dudit signal et la commande de l'application du courant alternatif
10 sur la bobine par l'une desdites impulsions.

 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend l'inhibition desdites impulsions au cours d'une période transitoire succédant
15 l'émission de l'ordre de commande.

 5. Dispositif pour la commande d'un électro-aimant comprenant une bobine reliée à une source d'alimentation en courant alternatif par l'intermédiaire d'un dispositif
20 interrupteur commandable (T) en série avec la bobine (L) de l'électro-aimant, caractérisé en ce que ledit dispositif interrupteur (T) est commandé par un circuit de commande comprenant :

25 - un organe de détermination des zéro de tension du courant alternatif ($R_4, C_3, D_3, IN_1, C_4, R_6, IN_2$) ;

- un élément de temporisation connecté à la sortie de l'organe de détermination de zéro, cet élément de temporisation étant réglé pour obtenir un temps de temporisation
30 qui correspond à l'angle de commande privilégié de l'électro-aimant ;

- un dispositif de commutation (FL) commandé par l'élément
35 de temporisation pour délivrer au dispositif interrupteur (T), à la suite d'un ordre de commande, un signal de commande d'excitation de la bobine retardé dudit temps de temporisation.

6. Dispositif selon la revendication 5, dans lequel la bobine de l'électro-aimant est reliée à une source de courant alternatif par l'intermédiaire d'un circuit comprenant en série un interrupteur (I) dont la fermeture est obtenue par application d'un ordre d'excitation de la bobine et d'un dispositif interrupteur commandable (T), caractérisé en ce que la commande dudit dispositif interrupteur commandable (T) est assurée au moyen d'un circuit comprenant :
- 10 - à la sortie dudit interrupteur (I), un redresseur (R_4, C_3, D_3) apte à fournir un courant redressé demi-onde synchrone du courant alternatif de ladite source, mais déphasé par rapport à celui-ci d'un angle de déphasage correspondant à
15 un angle de commande privilégié de l'électro-aimant ;
 - un premier conformateur (IN_1) apte à transformer le courant redressé demi-onde en un signal crénelé présentant les mêmes caractéristiques de fréquence et en opposition
20 de phase ;
 - un dérivateur (C_4, R_6) monté à la sortie dudit premier conformateur (IN_1), ce dérivateur (C_4, R_6) étant agencé de manière à délivrer des impulsions coïncidant avec les
25 fronts montants ou descendants dudit signal crénelé ;
 - une bascule bistable (FL) sensible auxdites impulsions dont la sortie effectue la commande dudit dispositif interrupteur commandable (T).

30

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend en aval du susdit interrupteur (I) un circuit redresseur (D_1, R_1, C_1, Dz_1) servant à l'alimentation des éléments du circuit de commande du dispositif interrupteur commandable (T), ainsi qu'un dispositif à seuil (IN_3, IN_4) qui fournit à la susdite bascule bistable un signal d'initialisation lorsque la tension délivrée par

le circuit redresseur (D_1, R_1, C_1, Dz_1) dépasse un seuil prédéterminé, à la suite de la fermeture du susdit interrupteur (I).

5 8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (D_4) permettant d'inhiber les susdites impulsions pendant la phase transitoire comprise entre le moment de fermeture de l'interrupteur (I) et l'instant où s'effectue l'initialisation de
10 ladite bascule (FL).

9. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que le susdit dispositif interrupteur commandable consiste en un Triac (T) dont la gâchette (G)
15 est commandée par le circuit de sortie de la bascule bistable (FL).

10. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que le susdit dispositif interrupteur
20 commandable comprend un optocoupleur (D_{11}, TH_1, TH_2).

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que le susdit dispositif interrupteur commandable comprend une diode électroluminescente (D_{11})
25 montée dans le circuit de sortie de la bascule bistable (FL) et deux optothyristors (TH_1, TH_2) montés tête-bêche dans le circuit de la bobine (L).

12. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 8,
30 caractérisé en ce que le susdit interrupteur commandable comprend un oscillateur (OSC_1) commandé par la bascule bistable (FL) et dont la sortie débite dans le primaire (P_1) d'un transformateur, et en ce que ce transformateur comprend deux enroulements secondaires (P_2, P_3) pilotant deux thyris-
35 tors respectifs (TH_4, TH_5) montés tête-bêche dans le circuit de la bobine (L) de l'électro-aimant et ce, par l'intermédiaire de deux démodulateurs respectifs ($D_{12}, R_{14}, D_{13}, R_{15}$).

13. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que le susdit interrupteur commandable comprend un oscillateur (OSC₂) commandé par la bascule bistable (FL) et dont la sortie (Q) débite dans le primaire 5 (P₄) d'un transformateur, un redresseur (D₁₄, C₆, R₁₆) servant à redresser et à filtrer la tension délivrée par le secondaire (P₂) de ce transformateur, un transistor à effet de champ (FET) piloté par la tension ainsi redressée et filtrée, ce transistor à effet de champ effectuant la 10 commande de deux thyristors (TH₆, TH₇) montés tête-bêche dans le circuit de la bobine (L), par l'intermédiaire d'un pont de diodes (D₁₅ à D₁₈).

FIG.1

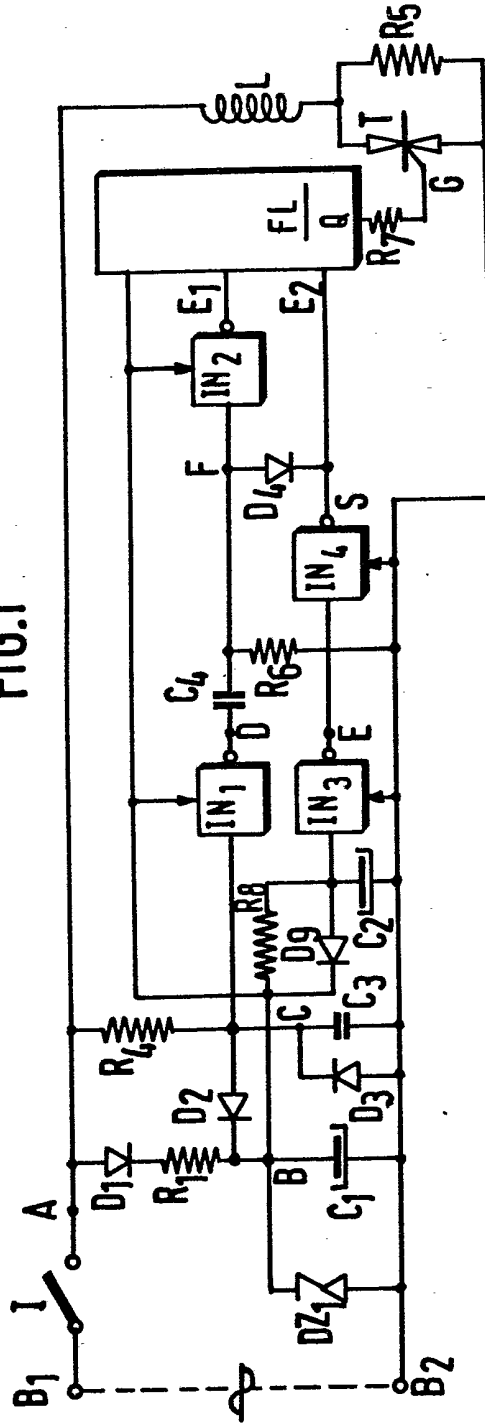


FIG.4

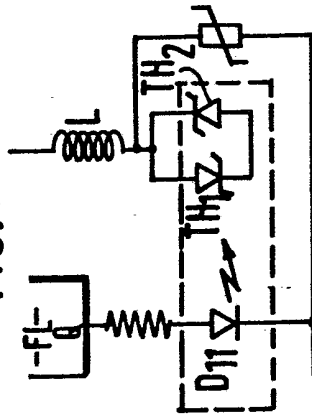
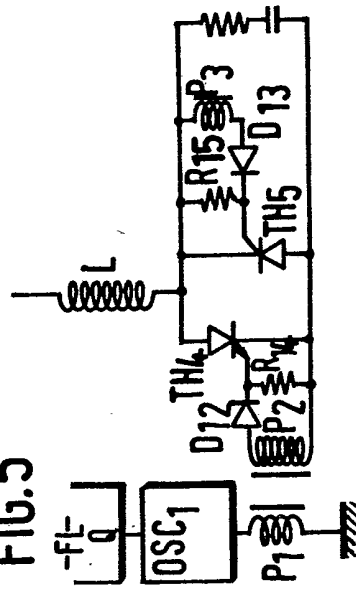


FIG.5



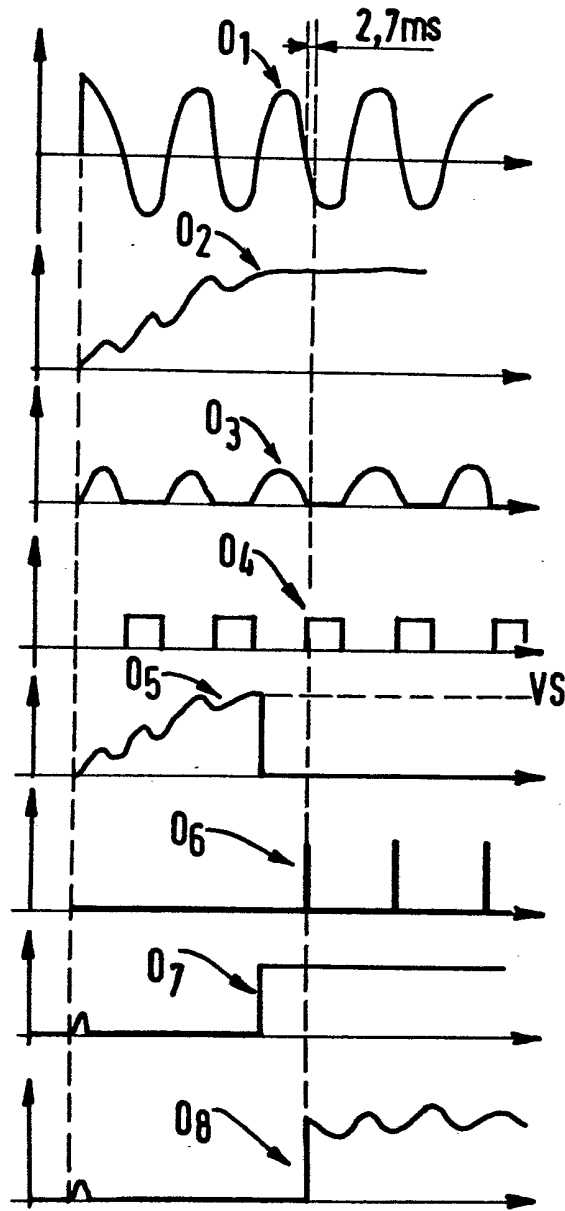


FIG. 2

FIG.3

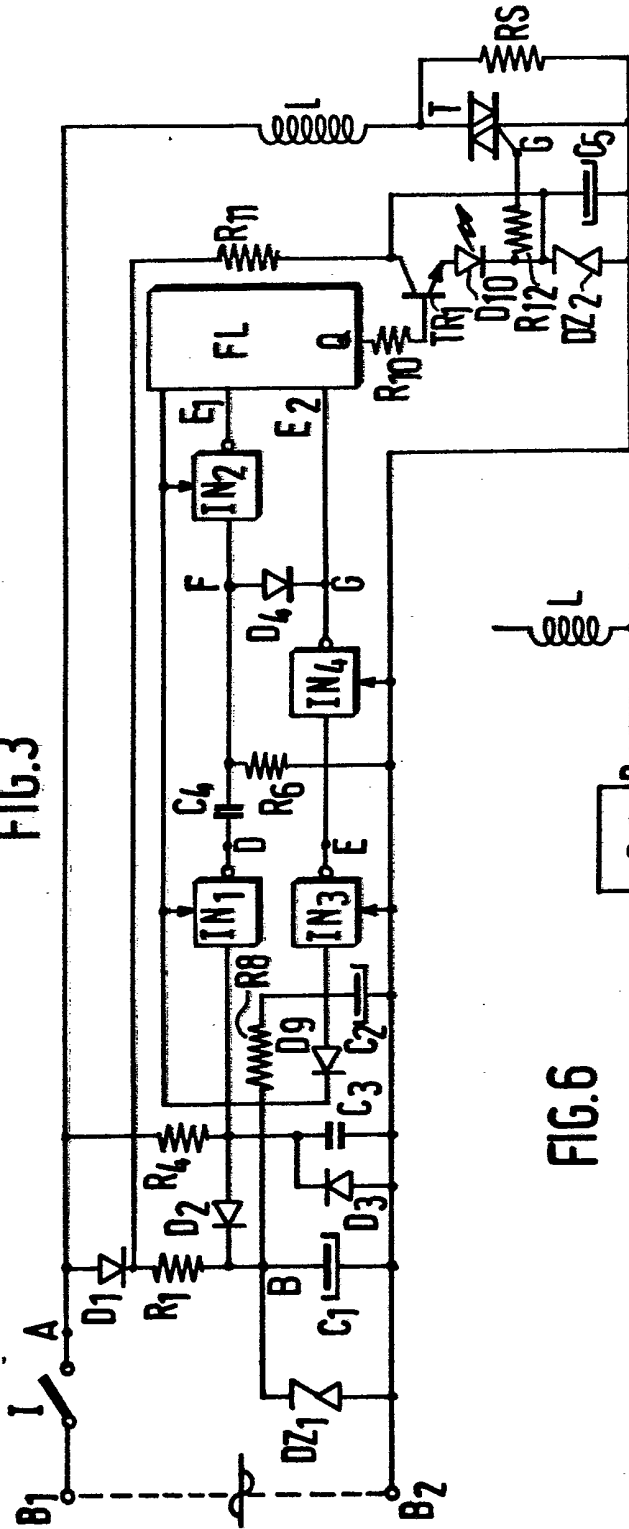


FIG.6

