

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

②① Numéro de dépôt : 93402313.6

⑤¹ Int. Cl.⁵: **H01H 9/54**

(22) Date de dépôt : 21.09.93

③① Priorité : 23.09.92 FR 9211337

④3 Date de publication de la demande :
30.03.94 Bulletin 94/13

⑧4) Etats contractants désignés :
DE FR GB IT

**(71) Demandeur : SGS-THOMSON
MICROELECTRONICS
7, avenue Galliéni, B.P. 93
F-94253 Gentilly Cédex (FR)**

(72) Inventeur : **Marty, Christian**
 Lieu dit "Le Vigneron"
 F-37290 Avrille les Ponceaux (FR)
 Inventeur : **Keryjaouen, Jean-Claude**
 16, rue des Bretons
 F-94700 Maisons-Alfort (FR)

74 Mandataire : **Michelet, Alain**
Cabinet Harlé et Phelip 21 rue de la
Rochefoucauld
F-75009 Paris (FR)

54) Commutateur électrique de puissance commandé et procédé de commutation d'un circuit électrique de puissance.

(57) L'invention concerne un commutateur électrique, destiné à être placé sur un circuit électrique de puissance, à fermeture et ouverture commandées par un signal de commande comportant un interrupteur à semi-conducteur (121).

Il comporte un interrupteur électromécanique (122) et un processeur de signal (11), l'interrupteur électromécanique (122) étant connecté en parallèle sur l'interrupteur à semi-conducteur (121), le processeur de signal (11) recevant le signal de commande et commandant l'interrupteur à semi-conducteur (121) et l'interrupteur électromécanique (122).

L'invention concerne également un procédé de commutation d'un circuit électrique de puissance.

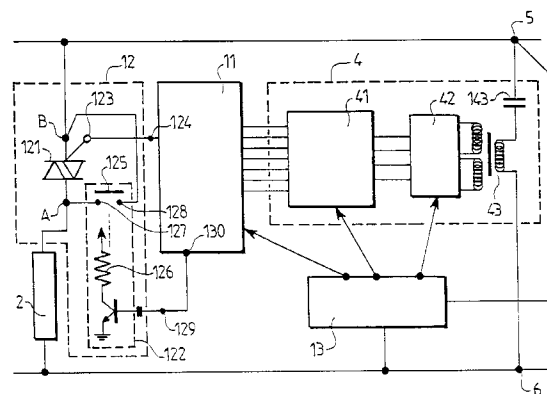


FIG. 2

La présente invention concerne un commutateur électrique de puissance commandé et un procédé de commutation d'un circuit électrique de puissance.

On appelle ici commutateur de puissance, un commutateur destiné à être placé sur un circuit élec-

trique de puissance.

De tels commutateurs sont largement utilisés et l'on cherche depuis longtemps à les améliorer et à diminuer leur coût.

Les commutateurs électriques de puissance commandés connus peuvent être classés en deux catégories principales :

- d'une part, les interrupteurs ou commutateurs électromécaniques,
- d'autre part, les interrupteurs ou commutateurs à semi-conducteurs.

Les interrupteurs électromécaniques sont les plus anciens, mais restent encore très utilisés. Ils ont pour inconvénients leur encombrement, fonction de la puissance électrique transmise par la ligne sur laquelle ils sont placés, et leur usure due, entre autres, à des phénomènes de claquage lors de l'ouverture ou de la fermeture du circuit sur lequel ils sont placés.

Les interrupteurs à semi-conducteurs sont statiques et ne présentent donc que des phénomènes d'usure limités. Toutefois, les technologies actuelles ne permettent la réalisation que de semi-conducteurs présentant une tension de chute à l'état passant relativement importante, en tout cas suffisamment importante pour produire l'échauffement de l'interrupteur et engendrer des pertes d'énergie, lorsque le circuit est fermé.

L'objectif de l'invention est un commutateur électrique commandé qui ne présente ni les inconvénients des interrupteurs électromécaniques, ni ceux des interrupteurs à semi-conducteurs.

A cet effet, l'invention concerne un commutateur électrique destiné à être placé sur un circuit électrique de puissance, à fermeture et ouverture commandées par un signal de commande, comportant un interrupteur à semi-conducteur.

Selon l'invention, il comporte également un interrupteur électromécanique et un processeur de signal.

L'interrupteur électromécanique est connecté en parallèle sur l'interrupteur à semi-conducteur, et le processeur de signal reçoit le signal de commande et commande l'interrupteur à semi-conducteur et l'interrupteur électromécanique.

Différents modes de réalisation associent, dans toutes les combinaisons techniquement possibles, les caractéristiques suivantes :

- lors de la fermeture dudit commutateur, l'interrupteur à semi-conducteur est d'abord fermé, puis l'interrupteur électromécanique est fermé ; inversement, à l'ouverture, l'interrupteur électromécanique est d'abord ouvert, puis l'interrupteur à semi-conducteur est ouvert ;

- le commutateur est placé sur un circuit principal parcouru par un courant alternatif ; le processeur de signal analyse la forme d'onde de la tension du circuit de puissance aux bornes du commutateur, et ferme ou ouvre l'interrupteur électromécanique à un instant où la valeur de ladite tension est faible ;
- l'interrupteur semi-conducteur peut être un triac, ou une association de thyristors, ou une association de composants du type Isolation Gate Bipolar Transistor ;
- l'interrupteur électromécanique peut être un relais à contacts de mercure ;
- le processeur de signal est alimenté par le circuit principal au travers d'un régulateur basse tension ;
- le processeur de signal est commandé à distance ;
- le signal de commande du processeur de signal lui est adressé au travers du circuit principal ; un modem recevant le signal de commande et l'adressant au processeur de signal est connecté en parallèle sur le circuit principal. Le processeur de signal émet en retour un signal indiquant que la commande a été exécutée, ce signal est adressé par le modem au travers du circuit principal.

L'invention concerne également un procédé de commutation d'un circuit électrique de puissance comportant un interrupteur à semi-conducteur et un interrupteur électromécanique connectés en parallèle.

Selon le procédé de l'invention, lors de la fermeture dudit commutateur, l'interrupteur à semi-conducteur est d'abord fermé, puis l'interrupteur électromécanique est fermé ; inversement, à l'ouverture, l'interrupteur électromécanique est d'abord ouvert, puis l'interrupteur à semi-conducteur est ouvert.

Dans un mode de réalisation préféré, ce procédé de commutation est appliqué à un circuit parcouru par un courant alternatif, et la fermeture et l'ouverture de l'interrupteur électromécanique sont produites à un instant où la valeur de la tension du circuit, aux bornes du commutateur, est faible.

Un mode de réalisation, non limitatif de l'invention, est décrit en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la Figure 1 est un schéma de positionnement du commutateur sur un circuit principal ;
- la Figure 2 est un schéma faisant apparaître les différents éléments constitutifs du commutateur ;
- la Figure 3 est un diagramme des temps représentant le fonctionnement du commutateur lors de son ouverture et de sa fermeture ;
- la Figure 4 et la Figure 5 sont des représentations de la forme d'onde de la tension dans le courant principal et des instants de commuta-

tion de l'interrupteur électromécanique dans un mode de réalisation préféré.

Le commutateur 1 est placé entre une charge 2 et un circuit principal de puissance 3.

De manière traditionnelle, lorsque le commutateur 1 est fermé, la charge 2 est sous tension, son alimentation est produite à partir du circuit principal ou circuit de puissance 3. Au contraire, lorsque l'interrupteur 1 est ouvert, la charge 2 est déconnectée du circuit principal 3. L'ouverture et la fermeture du commutateur 1 sont avantageusement produites à distance, par exemple par un signal circulant dans le circuit de puissance 3 sur une porteuse et démodulé par le modem 4. Une commande locale peut également ou alternativement être prévue.

Un processeur de signal 11 faisant partie du commutateur 1 reçoit le signal du modem 4 et commande l'ensemble d'interruption 12 interposé entre le circuit principal 3, auquel il est relié par les bornes 5 et 6 et la charge 2.

Le modem 4 est également connecté aux bornes 5 et 6, par lesquelles il reçoit le signal modulé provenant du circuit de puissance 3.

Le processeur de signal 11 peut également émettre un signal indiquant l'état ouvert ou fermé du commutateur 1, ou encore indiquant l'exécution d'une commande.

Ce signal, émis par le processeur de signal, est adressé par le modem 4 au travers du circuit de puissance 3.

Une centrale de commande, reliée par un deuxième modem au circuit principal, dialogue avec le processeur de signal 11.

Le commutateur 1 est décrit plus en détail sur la Figure 2 où l'on retrouve, avec les mêmes numérotations que sur la Figure 1, les bornes 5 et 6 du circuit principal, le modem 4, le processeur de signal 11, l'ensemble d'interruption 12 et la charge 2.

L'ensemble d'interruption 12 comporte un interrupteur à semi-conducteur 121 et un interrupteur électromécanique 122 reliés l'un et l'autre aux bornes A et B et donc connectés en parallèle.

L'interrupteur à semi-conducteur est avantageusement un triac, dont la gâchette 123 est reliée à un port 1, 124 du processeur de signal 11.

Cet interrupteur peut également être une association de thyristors, ou une association de composants du type Isolation Gate Bipolar Transistor.

L'interrupteur électromécanique 122 comporte un bobinage 126, dont la mise sous tension commande le déplacement du contact 125 qui est susceptible de relier les bornes 127 et 128.

Cet interrupteur électromécanique 122 peut également être bistable.

Dans ce cas, il comporte un noyau à aimant permanent et deux bobines. La commande de l'une ou l'autre de ces bobines détermine le sens de l'aimantation du noyau.

La borne 129 de commande de l'interrupteur électromécanique est relié au port 2, 130 du processeur de signal 11.

Le modem 4 comporte un processeur de signal 41, un amplificateur opérationnel 42 et un transformateur 43.

Le primaire du transformateur 43 est relié aux bornes 5 et 6 du circuit principal de courant, un condensateur 143 évitant la transmission des parasites.

Les secondaires du transformateur sont reliés à l'amplificateur opérationnel qui est lui-même relié au semi-conducteur 41, qui adresse ou reçoit les signaux du processeur de signal 11.

Une unité d'alimentation 13, reliée aux bornes 5 et 6, fournit la puissance nécessaire au fonctionnement du semi-conducteur 41, de l'amplificateur opérationnel 42 et du processeur de signal 11.

Le fonctionnement du commutateur est maintenant décrit en référence à la Figure 3, dans laquelle est représentée en ordonnée la différence de potentiel $V = V_B - V_A$, présente aux bornes de l'ensemble d'interruption 12. Le temps est représenté en abscisse.

Au temps T_0 , le commutateur est ouvert, la différence de potentiel V est donc maximum et correspond à la tension fournie par le circuit principal 3.

Le modem 4 reçoit à T_0 un signal de fermeture du commutateur et le transmet au processeur de signal 11, celui-ci déclenche tout d'abord la fermeture du triac, qui est réalisée en T_1 . La différence de potentiel $V_B - V_A$ diminue alors considérablement et est réduite à la tension de chute V_c du triac.

Peu de temps après, le processeur de signal 11 commande la fermeture de l'interrupteur électromécanique 122.

La tension de chute V_c de l'interrupteur électromécanique 122 étant beaucoup plus faible que la tension de chute V_c de l'interrupteur à semi-conducteur 121, la différence de potentiel $V = V_B - V_A$ est alors réduite à la valeur V_c . Elle reste à cette valeur pendant toute la durée de la fermeture du commutateur (situation à T_7).

L'ouverture du commutateur est réalisée de manière symétrique à la réception de l'ordre de commande correspondant par le processeur de signal 11 via le modem 4.

À T_7 , le commutateur est fermé, le processeur de signal commande tout d'abord l'ouverture de l'interrupteur électromécanique 122 en T_3 , ce qui a pour effet de faire remonter la tension $V = V_B - V_A$ de sa valeur minimum V_c à la valeur V_c égale à la tension de chute de l'interrupteur à semi-conducteur 121.

Celui-ci est ensuite ouvert en T_4 ramenant la tension $V = V_B - V_A$ à sa valeur maximum.

On comprend ainsi l'avantage essentiel du dispositif : lors de son ouverture ou de sa fermeture, l'interrupteur électromécanique 122 n'est soumis à ses

bornes A et B qu'à une différence de potentiel égale à la tension de chute V_c de l'interrupteur à semi-conducteur. Cela permet donc l'utilisation d'un interrupteur électromécanique faiblement dimensionné et limite son usure.

Pour sa part, l'interrupteur à semi-conducteur 121 n'est traversé par le courant d'alimentation de la charge 2 que pendant les périodes de temps comprises entre T_1 et T_2 d'une part, et T_3 et T_4 d'autre part.

Les effets négatifs dus à son échauffement lors du passage d'un courant fort sont donc réduits et quasiment éliminés.

De préférence, T_2 et T_1 d'une part, T_4 et T_3 d'autre part ne sont séparés que par un très faible intervalle de temps, par exemple correspondant à quelques oscillations, lorsque la tension dans le circuit principal 3 est alternative.

Un mode de réalisation préféré, que nous décrivons en référence à la Figure 4, permet de diminuer encore les contraintes pesant sur l'interrupteur électromécanique 122.

Dans ce mode de réalisation, le processeur de signal 11 analyse la forme d'onde de la tension $V = V_B - V_A$ aux bornes de l'ensemble d'interruption 12.

Lorsque la tension du circuit principal est une tension sinusoïdale, la tension $V = V_B - V_A$ a la même forme et, dans les périodes de temps séparant T_2 et T_1 d'une part, T_3 et T_4 d'autre part, elle varie entre $+V_c$ et $-V_c$.

Le processeur de signal 11 utilise le résultat de son analyse, en sorte de déclencher l'ouverture et la fermeture de l'interrupteur à semi-conducteur 121 à des instants T_2 et T_3 voisins d'un instant de passage par zéro de la tension V . C'est-à-dire que le point T_2 , par exemple, est positionné entre les instants t'_2 et t''_2 correspondant à des tensions V_o et $-V_o$, de valeur absolue beaucoup plus faible que la tension maximum V_c pouvant être présente entre les bornes A et B, lorsque l'interrupteur à semi-conducteur 121 est fermé.

Ainsi, l'interrupteur électromécanique 122 ne change d'état que lorsque la tension a ses bornes à une valeur absolue au plus égale à V_o , c'est-à-dire très faible.

Cette invention peut être réalisée avec des composants d'origines différentes.

De bons résultats ont été obtenus en utilisant un triac comme interrupteur semi-conducteur 121, en utilisant les composants commercialisés par la Société SGS-THOMSON (marque déposée) sous les références suivantes :

- pour le processeur de signal 11 : ST6, ST7, ST8 ou ST9,
- pour le modem 41 : ST7536 ou ST7537.

L'interrupteur électromécanique 122 est avantageusement un relais à contacts de mercure.

A titre d'exemple, l'invention peut être mise en oeuvre dans les conditions suivantes.

La tension V du circuit principal étant de 200 V à

50 ou 60 Hz, on a :

$$V_c = 1,2 \text{ V à } 1,7 \text{ V}$$

$$V_o \approx 100 \text{ mV}$$

L'intervalle de temps entre T_2 et T_1 est égal à 100 à 200 μs .

L'intervalle de temps entre T_3 et T_4 est égal à 100 à 200 μs .

Les signes de référence, insérés après les caractéristiques techniques mentionnées dans les revendications, ont pour seul but de faciliter la compréhension de ces dernières, et n'en limitent aucunement la portée.

Revendications

1. Commutateur électrique, destiné à être placé sur un circuit électrique de puissance, à fermeture et ouverture commandées par un signal de commande comportant un interrupteur à semi-conducteur (121),
caractérisé en ce qu'il comporte un interrupteur électromécanique (122) et un processeur de signal (11),
l'interrupteur électromécanique (122) étant connecté en parallèle sur l'interrupteur à semi-conducteur (121),
le processeur de signal (11) recevant le signal de commande et commandant l'interrupteur à semi-conducteur (121) et l'interrupteur électromécanique (122).
2. Commutateur électrique à semi-conducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que lors de la fermeture dudit commutateur, l'interrupteur à semi-conducteur (121) est d'abord fermé, puis l'interrupteur électromécanique (122) est fermé et que, inversement, à l'ouverture, l'interrupteur électromécanique (122) est d'abord ouvert, puis l'interrupteur à semi-conducteur (121) est ouvert.
3. Commutateur électrique à semi-conducteur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il est placé sur un circuit principal (3) parcouru par un courant alternatif, que le processeur de signal (11) analyse la forme d'onde de la tension du circuit de puissance aux bornes du commutateur, ferme ou ouvre l'interrupteur électromécanique (122) à un instant où la valeur de ladite tension est faible.
4. Commutateur électrique à semi-conducteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'interrupteur semi-conducteur (121) est un triac.
5. Commutateur électrique à semi-conducteur selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en

ce que l'interrupteur électromécanique (122) est un relais à contacts de mercure.

6. Commutateur électrique à semi-conducteur selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le processeur de signal (11) est alimenté, au travers d'un régulateur basse tension, par le circuit principal (3). 5
7. Commutateur électrique à semi-conducteur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le processeur de signal (11) est commandé à distance. 10
8. Commutateur électrique à semi-conducteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que le signal de commande du processeur de signal (11) lui est adressé au travers du circuit principal (3), et en ce que le modem (4) recevant le signal de commande et l'adressant au processeur de signal (11) est connecté en parallèle sur le circuit principal (3). 15 20
9. Commutateur électrique à semi-conducteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que le processeur de signal (11) émet en retour un signal indiquant que la commande a été exécutée, ce signal étant adressé par le modem (4) au travers du circuit principal (3). 25 30
10. Procédé de commutation d'un circuit électrique de puissance comportant un interrupteur à semi-conducteur (121) et un interrupteur électromécanique (122) connectés en parallèle, caractérisé en ce que lors de la fermeture dudit commutateur, l'interrupteur à semi-conducteur (121) est d'abord fermé, puis l'interrupteur électromécanique (122) est fermé et que, inversement, à l'ouverture, l'interrupteur électromécanique (122) est d'abord ouvert, puis l'interrupteur à semi-conducteur (121) est ouvert. 35 40
11. Procédé de commutation d'un circuit électrique selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il est appliqué à un circuit parcouru par un courant alternatif, et que la fermeture et l'ouverture de l'interrupteur électromécanique (122) sont produites à un instant où la valeur de la tension du circuit, aux bornes du commutateur, est faible. 45 50

55

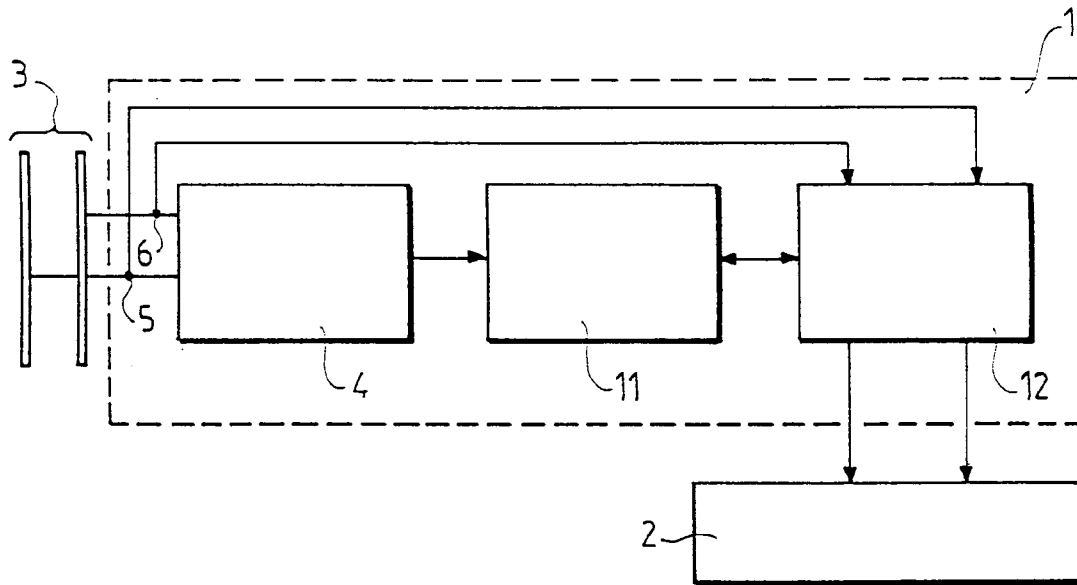


FIG. 1

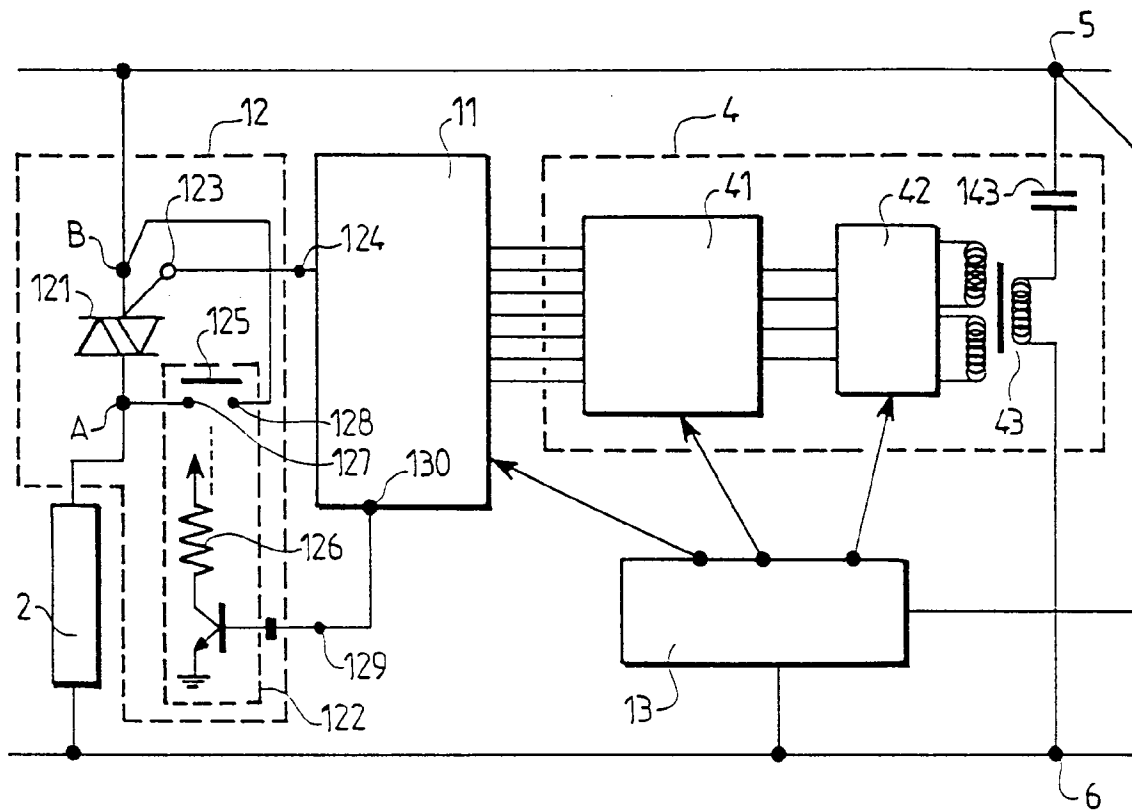


FIG. 2

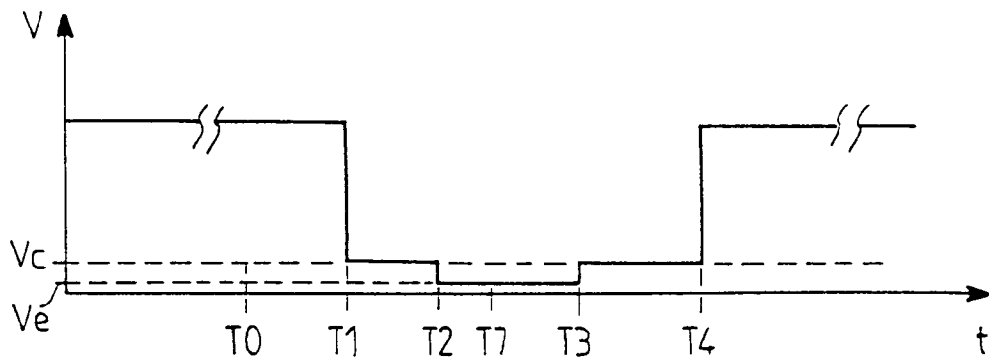


FIG. 3

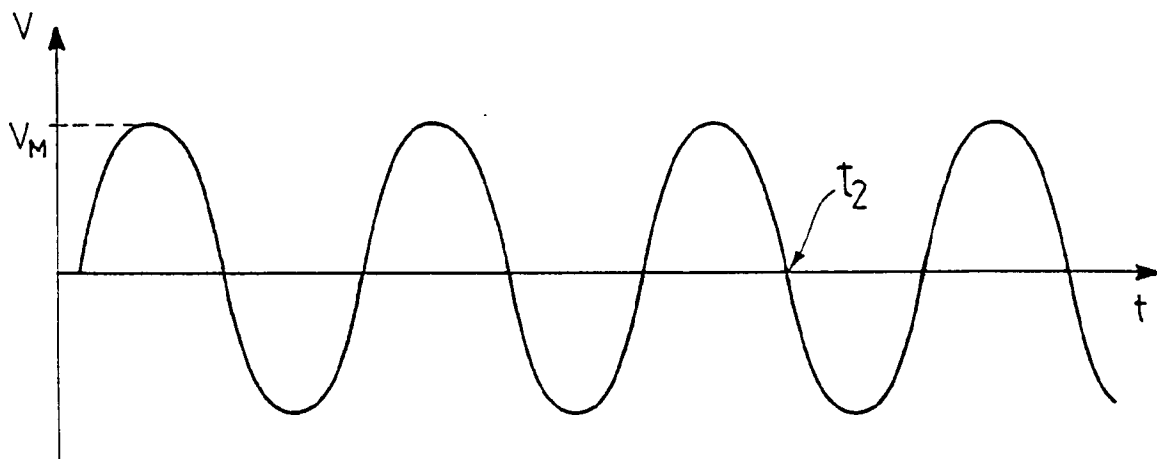


FIG. 4

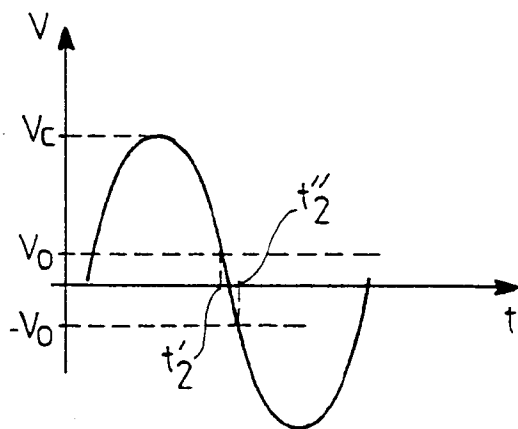


FIG. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 93 40 2313

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.5)
X	GB-A-2 185 856 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION) * page 2, ligne 1-26 *	1-4, 6, 7, 9-11	H01H9/54
Y	---	5	
Y	US-A-4 500 934 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) * abrégé *	5	
X	FR-A-2 525 386 (ANECTRON) * revendications 1, 2 *	1-4, 6, 10-11	
X	EP-A-0 218 491 (HAGER ELECTRO S.A.) * page 2, ligne 18 - ligne 30 *	1, 2, 4, 7, 10, 11	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
			H01H
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		3 Décembre 1993	Libberecht, L
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)