

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 86202360.3

51 Int. Cl.⁴: H01H 9/54 , H01H 33/59

22 Date de dépôt: 22.12.86

43 Date de publication de la demande:
29.06.88 Bulletin 88/26

71 Demandeur: ACEC, Société Anonyme
Avenue Lloyd George 7
B-1050 Bruxelles(BE)

84 Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

72 Inventeur: Bonhomme, Henri
Rue du Plope 26
B-4431 Ans(BE)

54 Disjoncteur hyper rapide assisté par semi-conducteurs.

57 On décrit un disjoncteur hyper rapide comportant un mécanisme de coupure hyper rapide muni d'un disque de répulsion équipé de contacts mobiles (7, 7'), ledit mécanisme comportant encore des contacts fixes (9, 9'), aux bornes d'entrée et de sortie (1, 3) duquel est branché un circuit d'assistance (10) comportant un condensateur (21) et une self (23) ainsi qu'un ensemble de semi-conducteurs (13, 15, 17, 19), la self (23) constituant en tout ou en partie la bobine de répulsion dudit mécanisme hyper rapide, caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux branches parallèles (CD, EF), une première branche (CD) comportant deux diodes (13, 15) ou analogue, opposées, en série, orientée chacune dans le sens bloquant pour le courant entrant dans le circuit, une deuxième branche (EF) comportant deux thyristors ou analogue, opposés (17, 19), orienté chacun dans le sens passant pour le courant entrant dans le circuit, et un circuit oscillant LC (21, 23) qui relie le point commun aux deux diodes (13, 15) ou analogue et le point commun aux deux thyristors (17, 19) ou analogue, les deux thyristors (17, 19) ou analogue étant commandés à distance ou via un capteur de courant (20) incorporé décelant le dépassement d'un seuil de déclenchement préalablement fixé et réglable dans l'électronique de commande.

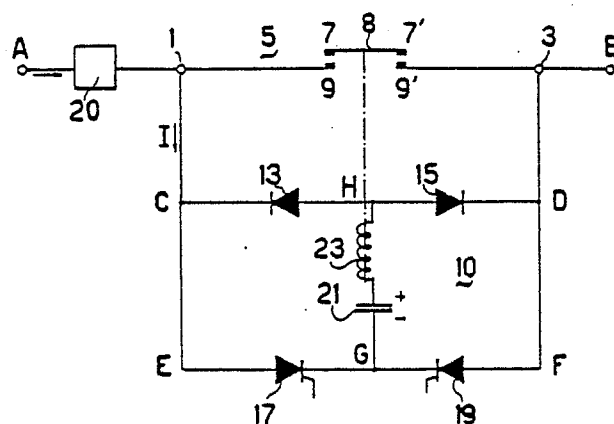


FIG.1

DISJONCTEUR HYPER RAPIDE ASSISTE PAR SEMI-CONDUCTEURS.

Cette invention est relative à un disjoncteur hyper rapide limiteur de courant utilisable en moyenne tension et bien que plus particulièrement adapté à la traction électrique à courant continu dans le matériel roulant ou le matériel fixe, peut également être utilisé en courant alternatif.

Il est bien connu que les réseaux à courant continu en traction comme en industrie deviennent de plus en plus complexes et puissants. La conception des appareils de coupure doit évoluer pour couper des courants de plus en plus grands et réduire les frais de maintenance. Un appareil de coupure de la nouvelle génération doit être rapide pour limiter le courant et diminuer les sollicitations mécaniques et thermiques de toute l'installation ainsi que l'usure de ses contacts et de sa boîte de soufflage. Actuellement, les appareils de coupure, en réseau de traction, comportent des mécanismes ultra-rapides pour l'ouverture des contacts et une boîte de soufflage dans laquelle l'arc créé est confiné et refroidi. Ces appareils entraînent des frais significatifs dus aux interventions d'entretien et aux remplacements des pièces d'usure.

Dans la demande de brevet européen n° 85 770 134.5, on a décrit la combinaison d'un mécanisme hyper rapide à maintien électromagnétique dans lequel un même élément fait à la fois office de disque de répulsion et de pont de contact mobile, avec un circuit oscillant commandé par semi-conducteurs et dont la self est utilisée comme bobine de répulsion dans le mécanisme de coupure. Le circuit d'assistance décrit, branché sur les bornes du mécanisme, comporte une capacité, une self (bobine de répulsion) et un thyristor, montés en série ainsi qu'une diode montée en anti-parallèle sur les éléments en série. L'appareil de coupure équipé du circuit d'assistance de ce type ne convient toutefois que pour la coupure de courants traversant ledit dispositif dans le sens donné. La figure 6 de la demande 85.870 134.5 représente un circuit d'assistance semblable destiné à un appareil de coupure bidirectionnel qui permet de couper un courant dans les deux sens. Il apparaît toutefois que l'efficacité à la coupure dans un sens de circulation du courant est sensiblement meilleure que celle dans le sens opposé. Ceci est dû à une asymétrie du circuit dont il résulte que la deuxième ogive de courant produite par le condensateur, plus faible que la première puisque déjà partiellement amortie, doit couper un courant de court-circuit qui a disposé d'un temps prolongé pour croître.

Un but de la présente invention vise à fournir un disjoncteur hyper rapide assisté par semi-conducteurs, qui ne présente pas les inconvénients

des appareils connus dans l'état de la technique tel que décrit ci-dessus.

Un autre but de la présente invention vise à fournir un disjoncteur hyper rapide capable de couper un courant continu dans les deux sens, avec une efficacité similaire.

Un but complémentaire de la présente invention vise à fournir un disjoncteur particulièrement performant, peu onéreux et n'entraînant pas de frais d'entretien élevés.

Selon la présente invention, le disjoncteur comporte un mécanisme de coupure hyper rapide muni d'un pont de contact mobile et de contacts fixes, aux bornes d'entrée et de sortie duquel est branché un circuit d'assistance. Le circuit d'assistance comporte au moins deux branches parallèles, une première branche comportant deux diodes opposées en série, orientée chacune dans le sens bloquant pour le courant entrant dans le circuit, une deuxième branche comportant deux thyristors opposés, orientés chacun dans le sens passant pour le courant entrant dans le circuit, et un circuit oscillant LC qui relie le point commun aux deux diodes et le point commun aux deux thyristors, les thyristors étant commandés à distance ou via un capteur de courant incorporé décelant le dépassement d'un seuil de déclenchement préalablement fixé et réglable dans l'électronique de commande.

On constate que la combinaison d'un mécanisme de coupure hyper rapide avec un circuit d'assistance du type susmentionné faisant appel à une électronique de puissance capable de performances importantes en régime transitoire permet d'éviter l'apparition et le développement de l'arc électrique entre les bornes de contact du disjoncteur en opposant très rapidement une tension antagoniste calculable, quelque soit le sens de circulation du courant à couper.

D'autres détails de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description donnée ci-dessous à l'appui des dessins dans lesquels:

-la figure 1 représente le schéma de principe du circuit d'assistance conforme à la présente invention;

-la figure 2 illustre le fonctionnement dudit disjoncteur;

-les figures 3 à 4 représentent des variantes d'exécution particulièrement avantageuses du circuit d'assistance conforme à la présente invention.

Dans les figures, des repères de référence identiques représentent des éléments identiques ou analogues.

Dans les figures, on a représenté les bornes

d'entrée 1 et de sortie 3 du disjoncteur 5 comportant un mécanisme de coupure rapide représenté uniquement par le pont de contact mobile 7, 7' et par les contacts fixes 9, 9', ainsi qu'un circuit d'assistance 10 monté en parallèle sur les bornes 1 et 3.

En référence la figure 1, le circuit d'assistance 10 comporte deux branches CD et EF montées en parallèle. La branche CD comporte deux diodes 13 et 15 opposées et orientées dans le sens bloquant du courant entrant I. La branche EF comporte deux thyristors 17 et 19 opposés et orientés dans le sens passant pour le courant entrant I. Les deux branches CD et EF sont reliées par un circuit oscillant du type LC comportant un condensateur 21 et une self 23 qui sert également de bobine de répulsion pour le disque de répulsion (non représenté) portant le pont de contacts mobiles 7, 7'.

Supposons l'appareil connecté à un réseau de sorte que le courant continu circule de A vers B et soit égal à sa valeur nominale lorsque survient un défaut.

Le courant croît et atteint en $t=t_0$ la valeur du seuil de déclenchement I_{sd} du disjoncteur.

Après un retard de quelques micro-secondes propre à l'électronique, en $t=t_1$, celle-ci donne un ordre d'allumage au thyristor 17, suite à l'information donnée par le capteur 20.

Une ogive de courant prend naissance dans le circuit thyristor 17-condensateur 21-self 23 et se divise dans la diode 13 (circuit HC) et dans le circuit H-D-3-8 où il va se soustraire au courant principal pour amener rapidement celui-ci à zéro. Il est bien évident que l'accroissement de l'ogive de courant est d'un ordre de grandeur au moins supérieur à celui du courant de défaut maximum afin de réaliser rapidement l'annulation du courant dans le contact principal 8.

Comme l'inductance 23 constitue également la bobine de répulsion du mécanisme hyper rapide, elle cause l'ouverture du contact 8, une centaine de microsecondes après l'envoi de l'ogive de courant, en $t=t_2$.

Dès que le contact 8 est ouvert, le courant de défaut trouve un chemin de substitution par 1-C-E-G-H-D, tandis que le courant d'ogive suit le circuit E-G-H-C.

Dès lors, la différence de tension existant entre les bornes A et B est égale à la différence des chutes de tension directe des diodes 13 et 15, donc bien inférieure à la tension minimale requise pour avoir un arc aux bornes du contact 8.

Tant que le courant d'ogive reste supérieur au courant de défaut, la situation est donc la suivante:

-Le contact 8 est ouvert et continue sa course de manière à pouvoir supporter une tension significative. Le courant dans le contact 8 s'annule en

$t=t_3$ et la tension à ses bornes est quasi nulle. Comme il n'y a pas eu d'arc aux bornes du contact 8, l'espace entre les bornes n'est pas ionisé et aucune usure n'est occasionnée aux contacts.

-Le courant dans la diode 13 est égal à la différence entre le courant dans le circuit extérieur et le courant d'ogive.

-Le courant de défaut continue d'augmenter mais il a été transféré du contact 8 vers le circuit électronique d'assistance.

-Les courants amont et aval c'est-à-dire le courant débité par la source et le courant dans le défaut sont identiques.

Cette situation va persister jusqu'en $t=t_4$ moment où le courant d'ogive va égaler pour la seconde fois le courant de défaut. A cet instant la topologie du circuit va être modifiée; la tension aux bornes du condensateur 21 s'est inversée et ce dernier se trouve inséré en série avec le réseau.

Le courant de défaut va donc décroître, vu l'apparition de cette tension antagoniste.

Etant donné que le circuit d'assistance conforme à la présente invention est substantiellement symétrique, un raisonnement semblable peut être développé lorsque le courant circule de B vers A.

La figure 3 donne une forme d'exécution avancée du circuit de la figure 1 dans lequel on a ajouté une diode de roue libre 24 et une résistance non linéaire 25. En effet, dès que le courant de défaut commence à décroître (instant $t=t_4$) il y a lieu de dissocier les fonctionnements des circuits en amont et en aval.

Lorsque le courant dans le circuit en aval diminue, l'inductance du circuit en aval du disjoncteur polarise les diodes 24 et 15 dans le sens direct et peut fonctionner en roue libre pour s'amortir avec une constante de temps propre audit circuit.

Le courant dans le circuit en amont du disjoncteur diminue au fur et à mesure que la tension aux bornes du condensateur 21 augmente. En vue de limiter à une tension raisonnable la tension apparaissant aux bornes de l'appareil quand l'énergie emmagasinée dans les inductances du circuit en amont est importante, on a prévu une résistance non linéaire 25 pour dissiper cette énergie et écrêter ainsi toute surtension supérieure aux valeurs annoncées.

A la figure 4, on peut voir que ladite résistance non linéaire 25 peut également être montée en parallèle sur le condensateur 21. Dans ce cas, elle est toutefois mise continuellement sous tension, ce qui peut modifier sa durée de vie.

A l'instant $t=t_5$, le courant en amont s'annule et la tension aux bornes de l'appareil va rejoindre la tension du réseau selon un régime oscillatoire fonction des capacités et inductances présentes dans le circuit.

On peut encore prévoir un moyen permettant une isolation galvanique entre les circuits en amont et en aval, qui est actionné dès que le capteur de courant 20 détecte un courant nul. Un tel moyen peut être monté dans les branches 1-C et 3-D par exemple.

Dans la description des figures, on a supposé que l'électronique déclenche un thyristor, à savoir celui qui permet de fermer le circuit oscillant et qui est orienté dans le sens passant pour le courant principal. On peut toutefois également commander simultanément les deux thyristors 17 et 19. Dans ce cas, toutefois, il y a lieu de dimensionner le condensateur de manière différente puisque l'ogive, dans ce cas divisée en deux, doit toujours être capable de surpasser l'acroissement du courant de défaut.

Dans le cas décrit ci-dessus, il peut être avantageux de remplacer les deux thyristors 17, 19 par deux diodes 27, 29 et par un thyristor 31 monté dans la branche G-H, comme représenté en figure 5.

Il y a lieu de noter que le disjoncteur commence à lutter contre le court-circuit à l'instant t_4 , c'est-à-dire moins de une milliseconde après le passage du courant à sa valeur de déclenchement. La valeur maximale atteinte par le courant de défaut est donc du même ordre de grandeur que le courant de déclenchement même en cas de courts-circuits très violents.

En outre, à l'instant t_4 , une tension apparaît aux bornes du contact 8, mais cette tension n'atteint sa valeur maximale que plus tard, c'est-à-dire lorsque la distance inter-électrode est encore augmentée.

Par ailleurs, la valeur maximale atteinte par le courant et la rapidité de la coupure font que le I^2t en cas de court-circuit violent est de plusieurs ordres de grandeur inférieur à la valeur relative à des appareils conventionnels.

Comme il n'y a pas de formation d'arc, il n'y a pas de projection de particules incandescentes ni dégagement important de gaz ionisés. Il en résulte que les distances d'isolement peuvent être réduites.

Le disjoncteur selon la présente invention peut couper tout courant suivant le même principe. Il se caractérise donc par l'absence d'un courant critique.

Il est bien évident que le disjoncteur décrit ci-dessus peut également servir à couper un courant nominal, en étant commandé à distance, par exemple manuellement, plutôt que par un courant de défaut atteignant un seuil de déclenchement.

Le disjoncteur selon la présente invention convient particulièrement bien comme limiteur de courant utilisable en moyenne tension et bien que plus particulièrement adapté à la traction électrique à

courant continu, dans le matériel roulant ou le matériel fixe, il peut également être utilisé en courant alternatif.

5

Revendications

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1. Disjoncteur hyper rapide comportant un mécanisme de coupure hyper rapide muni d'un disque de répulsion équipé de contacts mobiles (7, 7'), ledit mécanisme comportant encore des contacts fixes (9, 9'), aux bornes d'entrée et de sortie (1, 3) duquel est branché un circuit d'assistance (10) comportant un condensateur (21) et une self (23) ainsi qu'un ensemble de semi-conducteurs (13, 15, 17, 19), la self (23) constituant en tout ou en partie la bobine de répulsion dudit mécanisme hyper rapide, caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux branches parallèles (CD, EF), une première branche (CD) comportant deux diodes (13, 15) ou analogue, opposées, en série, orientée chacune dans le sens bloquant pour le courant entrant dans le circuit, une deuxième branche (EF) comportant deux thyristors ou analogue, opposés (17, 19), orienté chacun dans le sens passant pour le courant entrant dans le circuit, et un circuit oscillant LC (21, 23) qui relie le point commun aux deux diodes (13, 15) ou analogue et le point commun aux deux thyristors (17, 19) ou analogue, les deux thyristors (17, 19) ou analogue étant commandés à distance ou via un capteur de courant (20) incorporé décelant le dépassement d'un seuil de déclenchement, préalablement fixé et réglable dans l'électronique de commande.

2. Disjoncteur selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'une diode de roue libre (24) est branchée entre le point commun aux deux diodes opposées (13, 15) et la masse.

3. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce qu'il comporte une résistance, de préférence une résistance non linéaire (25), montée en parallèle sur le circuit d'assistance (10).

4. Disjoncteur suivant l'une quelconque des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce qu'il comporte une résistance, de préférence une résistance non linéaire, (25) montée en parallèle sur le condensateur (23).

5. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le capteur de courant ou la commande à distance actionne le thyristor (17, 19) orienté dans le sens passant pour le courant entrant.

6. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que le capteur de courant ou la commande à distance actionne les deux thyristors (17, 19) simultanément.

7. Disjoncteur selon la revendication 6 caractérisé en ce que les deux thyristors (17, 19) sont remplacés par deux diodes (27, 29) orientées dans le même sens et un thyristor (31) monté dans la branche de circuit oscillant reliant les deux branches parallèles (CD, EF). 5

8. Disjoncteur selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte un moyen permettant une isolation galvanique entre les circuits en amont et en aval dudit disjoncteur, qui est actionné dès que le capteur de courant (20) détecte un courant nul, ledit moyen étant de préférence monté dans les branches reliant le circuit d'assistance (10) aux bornes d'entrée et de sortie (1, 3) du mécanisme hyper rapide. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

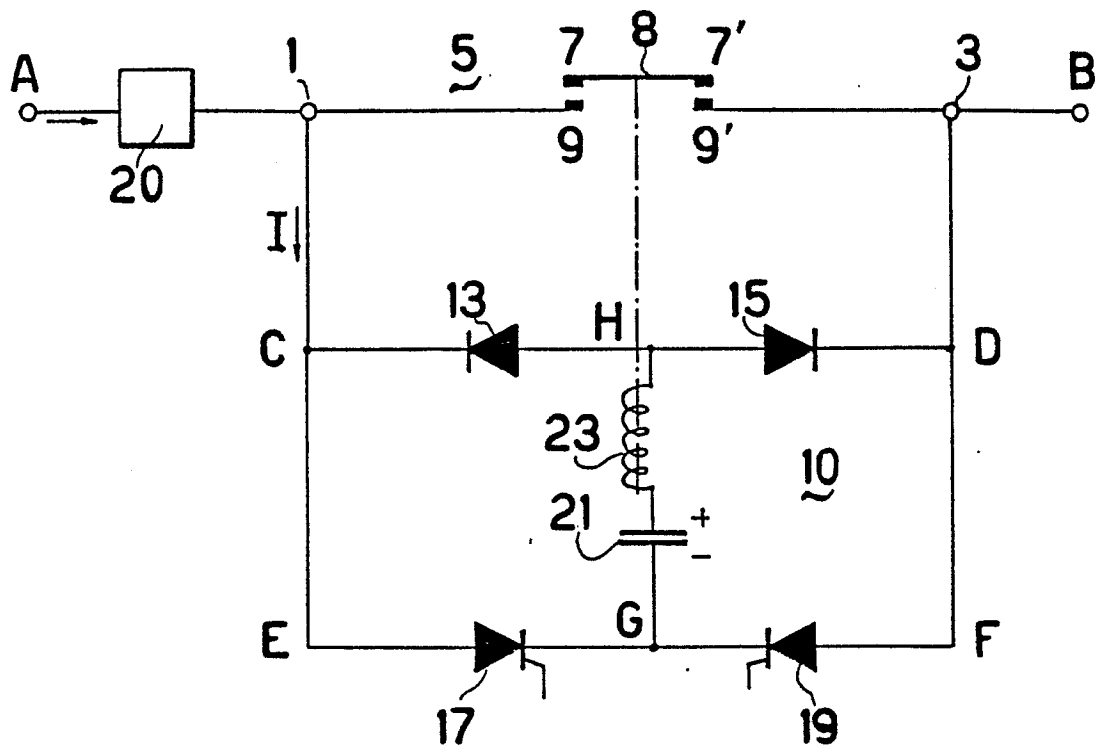


FIG.1

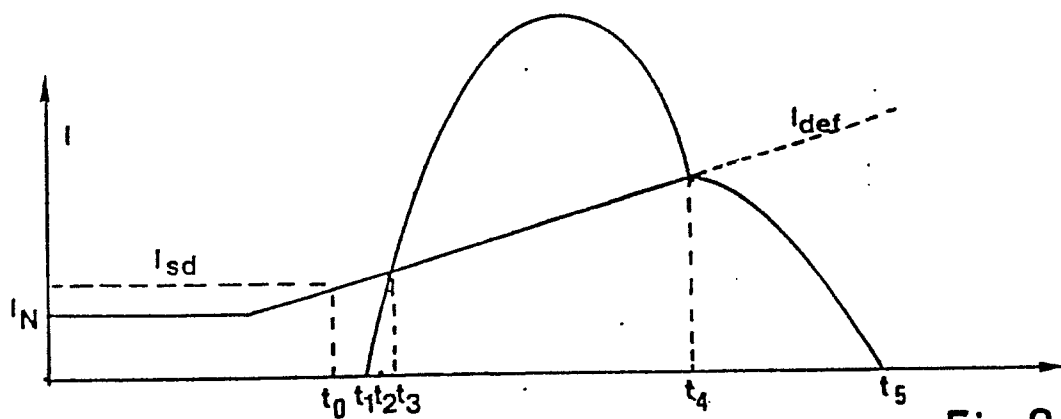


Fig.2



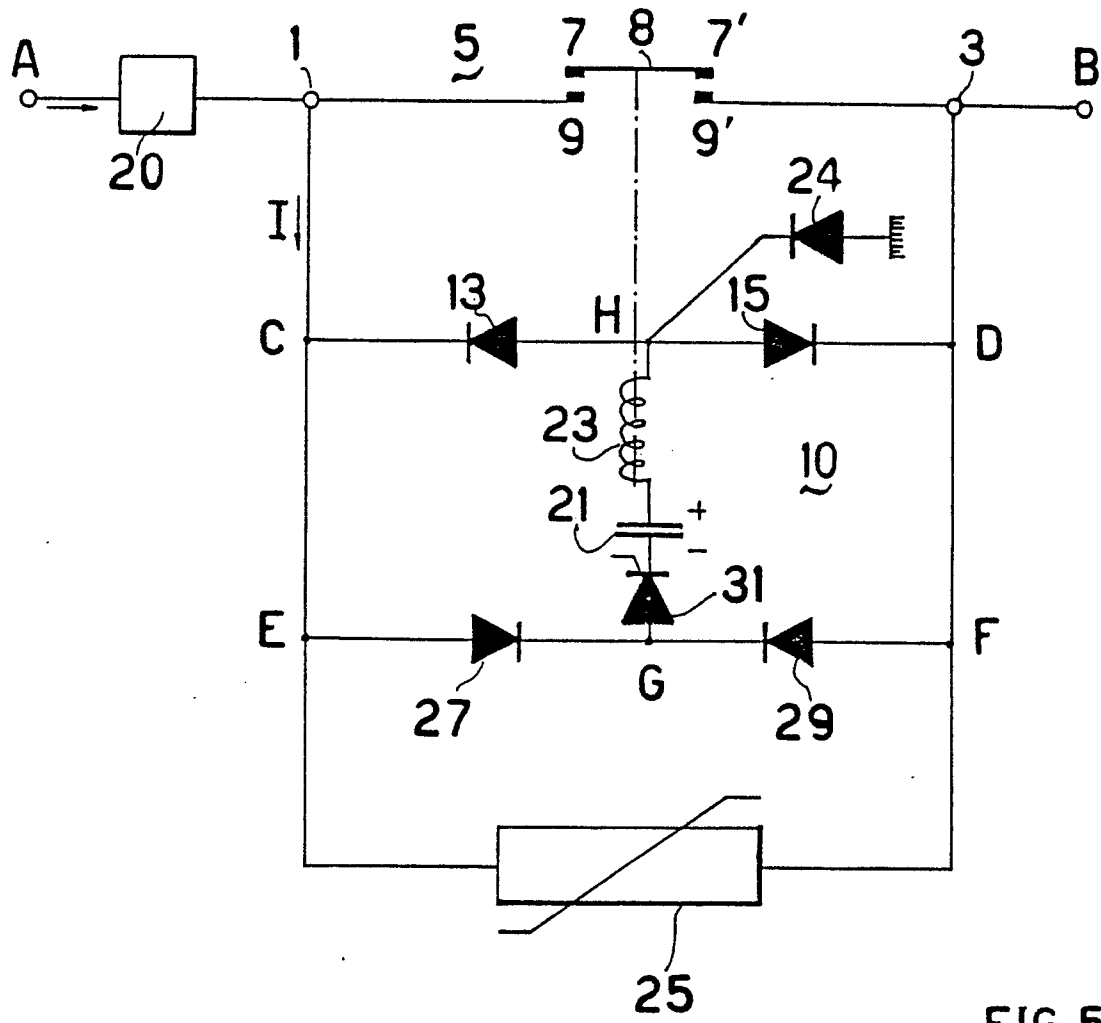


FIG.5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 86 20 2360

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.4)
D,Y	EP-A-0 184 566 (ACEC) * page 3, ligne 20 - page 5, ligne 10; figures 1-2 *	1,5	H 01 H 9/54 H 01 H 33/59
Y	DE-A-1 488 845 (FUJI ELECTRIC CO.) * figure 1 *	1,5	
A	DE-A-2 304 411 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO.) * figure 10 *	7	
A	FR-A-2 579 007 (LA TELEMECANIQUE ELECTRIQUE) * page 1, lignes 15-22; figure 4 *	1	
A	FR-A-1 472 205 (UNELEC) * page 2, lignes 9-19; figure 1 *	6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 01 H 9/00 H 01 H 33/00 H 02 H 7/00 H 02 M 7/00
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 24-11-1987	Examineur LEOUFFRE M.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 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 L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			