

⑤¹ Int. Cl.⁶: **H01H 9/54**

(74) Mandataire : Jouvray, Marie-Andrée et al
Schneider Electric SA,
Sc. Propriété Industrielle
F-38050 Grenoble Cédex 09 (FR)

L'invention concerne un interrupteur hybride comportant un interrupteur électromécanique principal, ayant des contacts fixe et mobile, connecté en parallèle sur un circuit de dérivation comportant, en série, un interrupteur électromécanique secondaire et un interrupteur statique comportant un redresseur contrôlé bidirectionnel en courant, l'interrupteur hybride comportant des premiers moyens de commande, pour contrôler successivement l'ouverture des interrupteurs principal et secondaire, et des seconds moyens de commande pour contrôler l'interrupteur statique.

Un tel interrupteur hybride est, par exemple, décrit dans le document DE-A-3.432.025. A l'ouverture, l'interrupteur principal est ouvert le premier. Puis l'interrupteur statique est bloqué de manière à interrompre totalement le passage du courant dans l'interrupteur hybride. L'interrupteur secondaire est ensuite ouvert pour séparer galvaniquement l'entrée et la sortie de l'interrupteur hybride. L'interrupteur statique doit supporter l'intégralité de la tension appliquée aux bornes de l'interrupteur hybride avant l'ouverture de l'interrupteur secondaire. Ceci implique, notamment si l'interrupteur hybride doit être utilisé en moyenne ou en haute tension, l'utilisation d'un interrupteur statique capable de supporter des tensions élevées et/ou une synchronisation de l'ouverture des interrupteurs principal et secondaire et de l'interrupteur statique pour limiter au maximum cette période. Ces mesures sont coûteuses et, en cas de synchronisation, nécessitent une synchronisation mécanique des contacts pour chaque phase dans le cas d'un interrupteur polyphasé.

L'invention a pour but un interrupteur hybride ne présentant pas ces inconvénients.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que les seconds moyens de commande comportent des moyens de détection d'un déplacement du contact mobile de l'interrupteur principal et des moyens de production d'un signal de fermeture de l'interrupteur statique immédiatement en réponse à ladite détection, ledit signal de fermeture ayant une durée prédéterminée telle que l'interrupteur statique ne se bloque qu'après ouverture de l'interrupteur secondaire, un arc pouvant se former dans l'interrupteur secondaire jusqu'à coupure du courant par l'interrupteur statique.

Le courant dans le circuit de dérivation est interrompu automatiquement par l'interrupteur statique lors d'un passage à zéro du courant suivant l'ouverture des interrupteurs électromécaniques. n est inutile de synchroniser la fermeture de l'interrupteur statique et/ou l'ouverture des interrupteurs électromécaniques sur le courant traversant l'interrupteur hybride.

Selon un développement de l'invention les moyens de commande comportent des moyens de fermeture pour fermer l'interrupteur statique lorsque la tension aux bornes de l'interrupteur statique dé-

passé un seuil prédéterminé.

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre d'un mode de réalisation particulier de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif et représenté aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 représente un mode de réalisation particulier de l'invention.

La figure 2 illustre respectivement un signal B de fermeture de l'interrupteur statique de l'interrupteur hybride de la figure 1.

Les figures 3, 4 et 5 représentent respectivement, en fonction du temps, le courant I dans l'interrupteur hybride, le courant I_p dans l'interrupteur principal et le courant I_d dans le circuit de dérivation de l'interrupteur hybride selon la figure 1.

Les figures 6 et 7 représentent respectivement, en fonction du temps, les tensions U_2 aux bornes de l'interrupteur statique et U_1 aux bornes de l'interrupteur secondaire de l'interrupteur hybride selon la figure 1.

L'interrupteur hybride selon la figure 1 comporte un interrupteur électromécanique principal 1, connecté entre des bornes d'entrée 2 et de sortie 3. Un circuit principal est ainsi défini entre les bornes 2 et 3. Un circuit de dérivation est connecté en parallèle sur le circuit principal entre les bornes 2 et 3. Le circuit de dérivation comporte un interrupteur électromécanique secondaire 4 connecté en série avec un interrupteur statique. Sur la figure 1, l'interrupteur statique est constitué par deux thyristors Th_1 et Th_2 connectés en parallèle et en inverse.

Un premier dispositif de contrôle 5 commande les interrupteurs électromécaniques 1 et 4. Les gâchettes des thyristors Th_1 et Th_2 sont toutes deux connectées à une sortie 6 d'un second dispositif de contrôle 7. De plus, l'anode du thyristor Th_1 est connectée à la cathode d'une diode Zener D_1 , dont l'anode est connectée à la gâchette du thyristor Th_1 . Une résistance de limitation R_1 est connectée en série avec la diode Zener D_1 entre l'anode et la gâchette du thyristor Th_1 . De manière analogue, une diode Zener D_2 et une résistance de limitation R_2 sont connectées en série entre l'anode et la gâchette du thyristor Th_2 .

Le second dispositif de contrôle 7 est connecté à la sortie d'un dispositif 8 de détection de mouvement. Le dispositif 8 est destiné à détecter un mouvement du contact mobile 9 de l'interrupteur 1 en direction d'une position d'ouverture.

Le fonctionnement de l'interrupteur hybride de la figure 1 va être décrit plus en détail au regard des formes d'onde des figures 2 à 7.

Lorsque l'interrupteur hybride est fermé, les interrupteurs électromécaniques 1 et 4 sont fermés, tandis que les thyristors Th_1 et Th_2 sont bloqués. Un courant I, sinusoïdal sur la figure 3, traverse l'interrupteur hybride. L'interrupteur statique est ouvert.

Le courant I_d parcourant le circuit de dérivation est nul, (fig. 5) et le courant I_p dans le circuit principal est égal à I (fig. 4).

Le dispositif de contrôle 5 commande l'ouverture des interrupteurs 1 et 4. A un instant t_1 (fig. 2) le contact mobile 9 de l'interrupteur principal 1 commence un mouvement d'ouverture. De manière classique, notamment en moyenne tension, et comme représenté sur la figure 1, le contact fixe 10 de l'interrupteur 1 a des dimensions telles que l'ouverture de l'interrupteur 1 n'est effective qu'après une course prédéterminée du contact mobile 9. Sur la figure 4 cette ouverture intervient à un instant t_2 . A titre d'exemple, la durée séparant les instants t_1 et t_2 peut être de l'ordre de la milliseconde.

L'ouverture de l'interrupteur secondaire 4 s'effectue avec un léger décalage, à un instant t_3 (fig. 7). Ce décalage est symbolisé sur la fig. 1 par un élément de retard 11. A titre d'exemple non limitatif le décalage peut être de l'ordre de la milliseconde. Un tel décalage, réalisé par tout moyen mécanique approprié, est classique dans les interrupteurs électromécaniques comportant des contacts secondaires, ou contacts d'arc, en parallèle sur des contacts principaux.

Le dispositif de détection de mouvement 8 détecte le déplacement du contact mobile à l'instant t_1 . Cette détection est signalée, par un signal A, au dispositif de contrôle 7. Le dispositif de contrôle 7 fournit alors sur la sortie 6 un signal B de fermeture de l'interrupteur statique. Sur la figure 2, le signal B passe à un niveau logique 1 à l'instant t_1 .

Le mouvement d'ouverture du contact mobile 9 de l'interrupteur principal, provoque donc l'émission d'un signal B de fermeture de l'interrupteur statique, à l'instant t_1 , peu avant l'ouverture effective de l'interrupteur principal 1.

Entre les instants t_1 et t_2 , l'interrupteur principal restant fermé, le courant continue à passer dans le circuit principal, dont la résistance ohmique est inférieure à celle du circuit de dérivation.

A l'instant t_2 le courant I_p s'interrompt dans le circuit principal et le courant I_d passe dans le circuit de dérivation. Dans le mode de réalisation représenté, l'instant t_2 correspond à une alternance positive du courant I . Le thyristor Th1 est alors conducteur. L'interrupteur principal 1 étant court-circuité par le circuit de dérivation, il s'ouvre pratiquement sans arc.

L'interrupteur secondaire 4 s'ouvre avec un léger décalage, à l'instant t_3 . Le courant I_d n'étant pas nul, un arc se forme entre les contacts de l'interrupteur secondaire. Le circuit de dérivation continue à assurer le passage du courant entre les bornes 2 et 3. Une tension d'arc, dont la valeur absolue croît, se forme aux bornes de l'interrupteur secondaire 4. Les variations de la tension U_1 aux bornes de l'interrupteur secondaire 4, qui était nulle jusqu'à l'instant t_3 , sont représentées à la figure 7..

A un instant t_4 , le courant I_d passe par zéro, bloquant le thyristor Th1. Dans le mode de réalisation représenté sur les figures, le signal B (figure 2) a une durée comprise entre $1/2$ période et une période du signal de courant I . Le signal B est, en conséquence, encore présent sur la sortie 6 du dispositif de contrôle à l'instant t_4 . Il provoque alors la mise en conduction du thyristor Th2 au début de l'alternance négative du courant I_d . Le signal B de la figure 2 repasse à zéro à un instant t_5 , avant la fin de cette alternance négative du courant I_d .

A un instant t_6 correspondant à la fin de l'alternance négative de I_d , le courant I_d passe de nouveau à zéro, bloquant le thyristor Th2. Le signal B étant préalablement revenu à zéro, à l'instant t_5 , les deux thyristors Th1 et Th2 sont alors bloqués. L'interrupteur statique est alors ouvert, ouvrant le circuit de dérivation entre les bornes 2 et 3. La tension U_2 aux bornes de l'interrupteur statique est représentée à la figure 6. Elle est nulle jusqu'à l'instant t_6 , puis commence à croître, en valeur absolue, lors du blocage de l'interrupteur statique. Simultanément la tension d'arc U_1 s'annule.

Dans le mode de réalisation représenté, nous supposons que l'intervalle d'arc ne se déionise pas. La tension U_2 atteint à un instant t_7 une tension de seuil prédéterminée, de valeur absolue U_s . Lorsque la tension U_2 atteint la valeur $+U_s$, la diode Zener D1 atteint son seuil de conduction et une impulsion B1 (figure 2) de mise en conduction est appliquée, par l'intermédiaire de R1 et D1, à la gâchette du thyristor Th1, qui redevient conducteur.

Le thyristor Th1 reste conducteur pendant une alternance positive de I_d , jusqu'à un instant t_8 . Dès que le thyristor Th1 devient conducteur, la tension U_2 redevient quasiment nulle aux bornes de l'interrupteur statique. Un arc se reforme aux bornes de l'interrupteur secondaire 4.

A l'instant t_8 , le passage à zéro du courant I_d bloque le thyristor Th1. Aucun signal n'étant appliqué sur la gâchette du thyristor Th2, celui-ci reste bloqué. Le courant reste nul et l'arc disparaît. Comme après l'instant t_6 , la tension U_2 croît en valeur absolue. Sur la figure 6, la tension U_2 devient négative. Mais elle n'atteint pas le seuil $-U_s$ qui provoquerait la conduction de la diode Zener D2, la production d'une impulsion sur la gâchette des thyristors et la mise en conduction du thyristor Th2. En effet, la distance entre les contacts de l'interrupteur secondaire 4 s'est progressivement accrue. La déionisation des gaz entourant les contacts de l'interrupteur 4 commence et l'interrupteur 4 rétablit peu à peu sa rigidité diélectrique. Il supporte alors progressivement une part plus importante de la tension appliquée entre les bornes 2 et 3. Sur les figures 6 et 7, ce phénomène est illustré par l'augmentation, en valeur absolue, de la tension U_1 et la diminution, en valeur absolue, de la tension U_2 à partir d'un instant t_9 . A un instant t_{10} la tension

U2 s'annule et la totalité de la tension du réseau est alors appliquée aux bornes de l'interrupteur secondaire 4.

L'interrupteur statique ne supporte donc jamais une tension importante et ne supporte une tension, limitée à la tension du seuil $\pm U_S$, que pendant un temps très court. Un arc est toléré dans l'interrupteur secondaire 4 jusqu'à la coupure du courant par l'interrupteur statique. La coupure du courant n'étant pas réalisée par l'interrupteur secondaire, celui-ci peut comporter un dispositif d'extinction bon marché. En particulier, il n'est pas nécessaire d'utiliser un interrupteur à SF6. Il est possible d'utiliser un gaz ayant de moins bonnes propriétés d'extinction comme l'azote ou l'air. Dans le cas d'un interrupteur dans l'air, il est possible d'éviter également l'utilisation d'air comprimé.

Dans le mode de réalisation particulier décrit ci-dessus, l'interrupteur statique est constitué par deux thyristors Th1 et Th2. Il peut être constitué par tout redresseur contrôlé bidirectionnel, en particulier par un triac.

Le signal B fourni par le dispositif de contrôle n'a pas à être synchronisé sur le courant et sa durée n'est pas critique. L'utilisation préférentielle d'un signal B dont la durée est supérieure à une 1/2 période du courant du réseau permet d'assurer dans tous les cas la conduction de l'interrupteur statique pendant au moins une alternance. Cette durée est généralement suffisante pour assurer une ouverture suffisante des contacts de l'interrupteur secondaire 4 après moins d'une période de conduction de l'interrupteur statique. Le signal B a, en conséquence, de préférence, une durée inférieure à la période du courant I. Cependant, pour éviter qu'au premier blocage de l'interrupteur statique la tension U2 aux bornes de l'interrupteur statique ne devienne trop importante dans certains cas, il est préférable de prévoir des moyens de refermeture de l'interrupteur statique lorsque cette tension atteint un seuil prédéterminé $\pm U_S$. Les moyens de refermeture peuvent être constitués par tout circuit capable de détecter le dépassement d'un seuil prédéterminé par la tension U2 et capable de fournir aux thyristors l'énergie nécessaire à leur mise en conduction lorsqu'un tel dépassement est détecté.

Si l'interrupteur est polyphasé, il comporte un interrupteur hybride par phase, le dispositif de contrôle pouvant être commun à toutes les phases.

Revendications

1. Interrupteur hybride comportant un interrupteur électromécanique principal (1), ayant des contacts fixe (10) et mobile (9), connecté en parallèle sur un circuit de dérivation comportant, en série, un interrupteur électromécanique secondaire (4) et un interrupteur statique comportant

un redresseur contrôlé (Th1, Th2) bidirectionnel en courant, l'interrupteur hybride comportant des premiers moyens de commande (5, 11), pour contrôler successivement l'ouverture des interrupteurs principal (1) et secondaire (4), et des seconds moyens de commande (8, 7, D1, D2) pour contrôler l'interrupteur statique, interrupteur hybride caractérisé en ce que les seconds moyens de commande comportent des moyens (8) de détection d'un déplacement du contact mobile de l'interrupteur principal (1) et des moyens (7) de production d'un signal (B) de fermeture de l'interrupteur statique immédiatement en réponse à ladite détection, ledit signal (B) de fermeture ayant une durée (t_1 - t_5) prédéterminée telle que l'interrupteur statique ne se bloque qu'après ouverture (t_3) de l'interrupteur secondaire (4), un arc pouvant se former dans l'interrupteur secondaire jusqu'à coupure du courant par l'interrupteur statique.

2. Interrupteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la durée du signal (B) de fermeture est supérieure à une demi-période du courant traversant l'interrupteur hybride.

3. Interrupteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite durée est inférieure à une période du courant traversant l'interrupteur hybride.

4. Interrupteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les seconds moyens de commande comportent des moyens (R1, D1, R2, D2) de fermeture pour fermer l'interrupteur statique (Th1, Th2) lorsque la tension (U2) aux bornes de l'interrupteur statique dépasse un seuil prédéterminé ($\pm U_S$).

5. Interrupteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de fermeture comportent une diode Zener (D1, D2).

6. Interrupteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'interrupteur statique comporte deux thyristors (Th1, Th2) connectés en parallèle et en inverse.

7. Interrupteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'interrupteur statique comporte un triac.

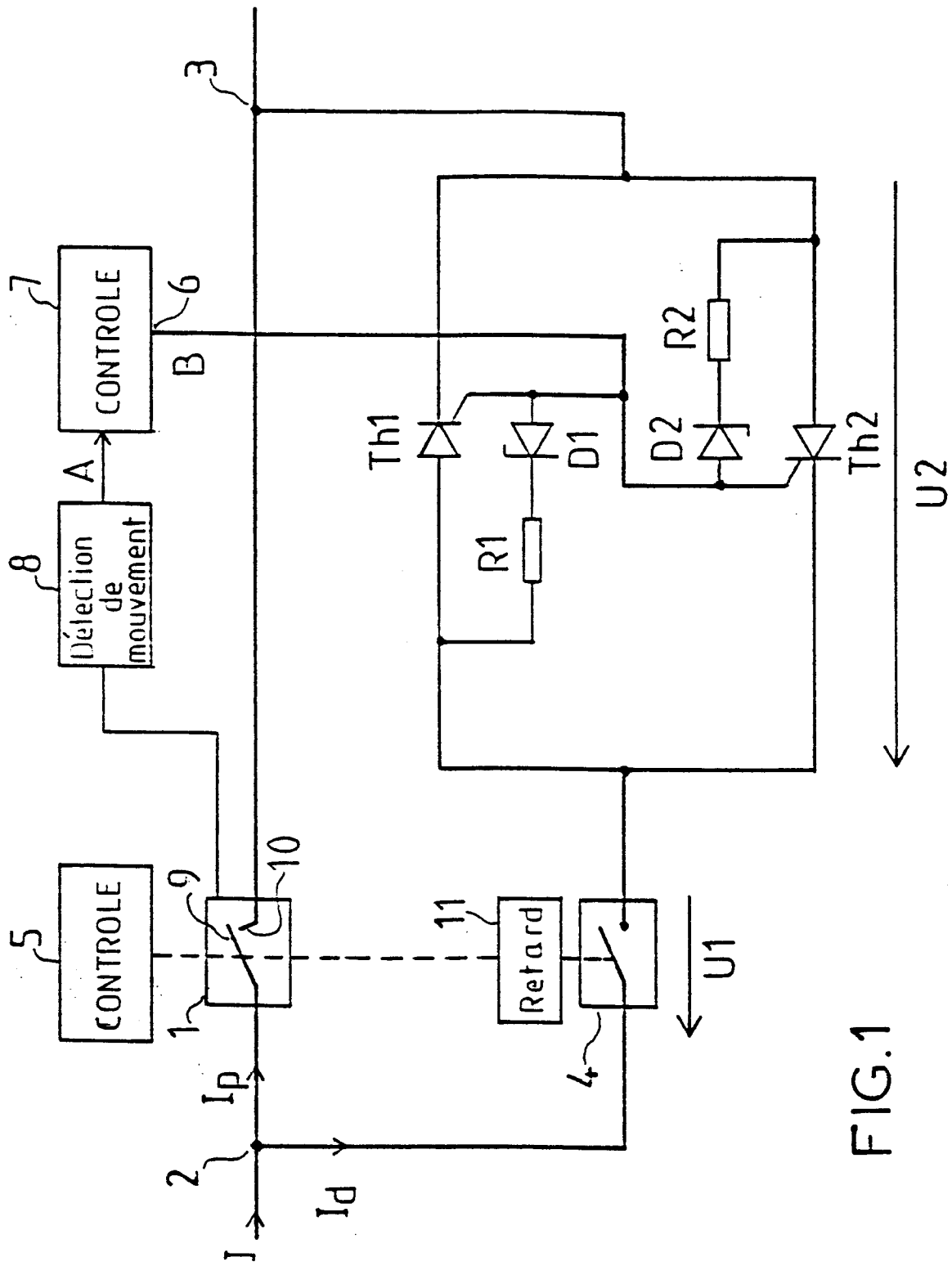
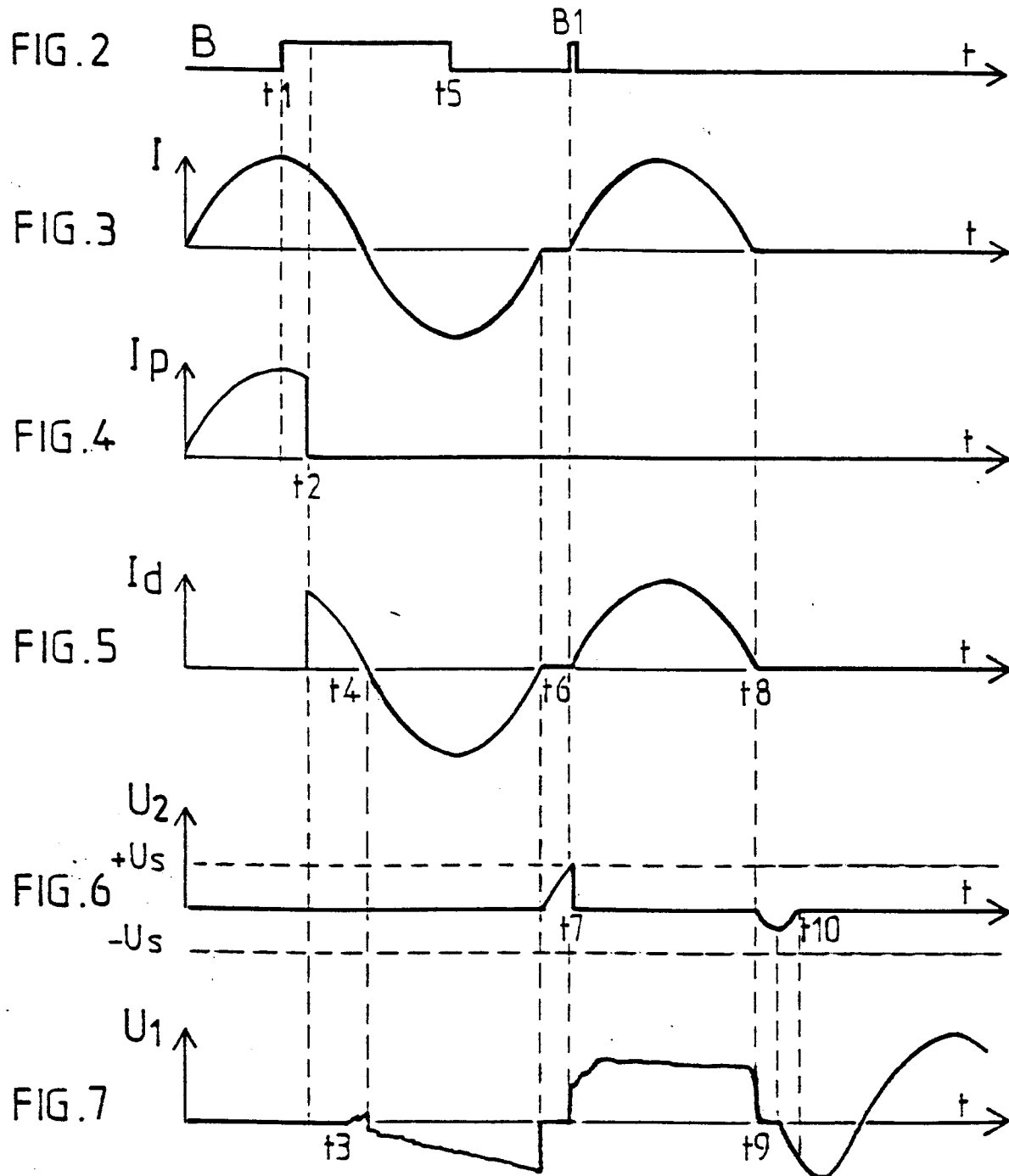


FIG.1





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 41 0013

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.6)
A	FR-A-2 579 007 (LA TELEMECANIQUE ELECTRIQUE) * page 2, dernier alinéa - page 3, alinéa 2 * * page 8, alinéa 2; figures 1,4 *	1,4,5	H01H9/54
A	EP-A-0 161 628 (MITSUBISHI DENKI K.K.) * page 13, ligne 17 - page 15, ligne 27; revendications 1-4; figure 11 *	1,4	
A	DE-A-33 17 964 (MAGNET-BAHN GMBH) * revendications 1-4; figure 1 *	1,4	
A	FR-A-2 245 070 (ÉLECTRICITÉ DE FRANCE) * page 2, ligne 34 - page 3, ligne 36; figure 1 *	2,5	
D,A	DE-A-34 32 025 (KROMBERG & SCHUBERT) * page 7, alinéa 3 - page 9, alinéa 3; revendications 1-3; figure 4 *	1,4,5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			H01H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 5 Juillet 1995	Examineur Ruppert, W
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 (12.92) (P04C04)