



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
14.06.2000 Bulletin 2000/24

(51) Int Cl.7: **H01H 47/00**

(21) Numéro de dépôt: **99410161.6**

(22) Date de dépôt: **16.11.1999**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:
• **Chelloug, Mustapha**
38050 Grenoble cedex 09 (FR)
• **Durif, Ghislain**
38050 Grenoble cedex 09 (FR)

(30) Priorité: **07.12.1998 FR 9815554**

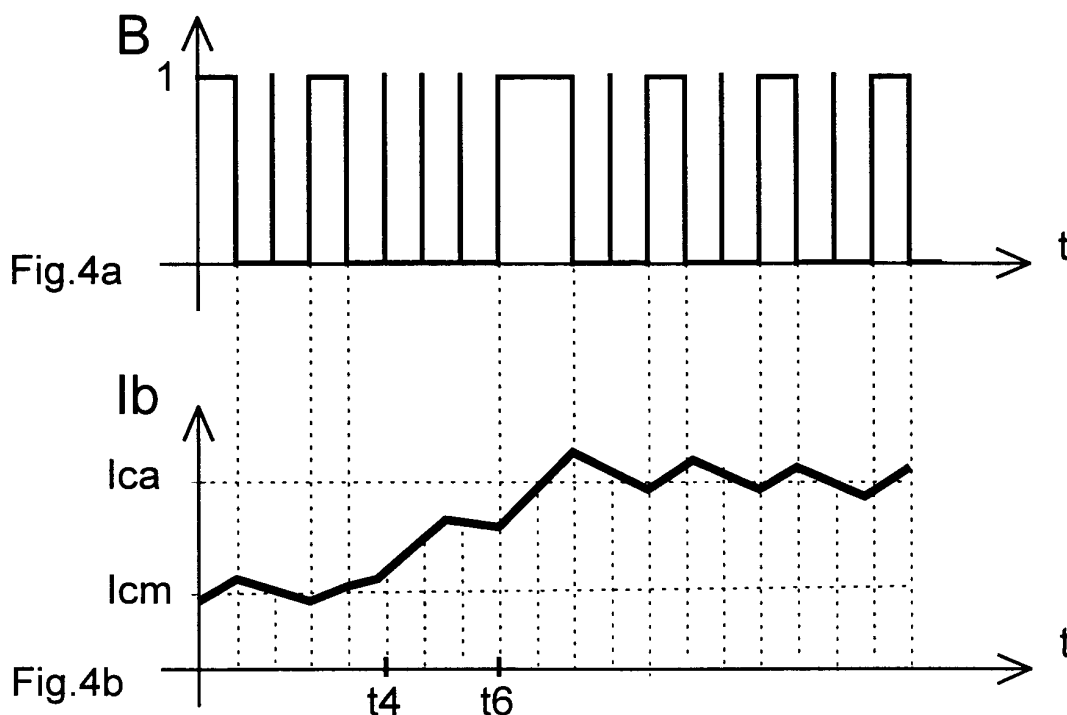
(74) Mandataire: **Jouvray, Marie-Andrée et al**
Schneider Electric SA,
Sce. Propriété Industrielle, - A7
38050 Grenoble Cedex 09 (FR)

(71) Demandeur: **Schneider Electric Industries SA**
92100 Boulogne Billancourt (FR)

(54) **Dispositif de commande d'un électro-aimant, avec détection d'un déplacement intempestif du noyau mobile de l'électro-aimant**

(57) Le dispositif comporte des moyens de détection d'un déplacement intempestif du noyau mobile de l'électro-aimant pendant une phase de maintien. Pour cela, un circuit de commande et de régulation surveille le courant (I_b) circulant dans au moins une bobine de l'électro-aimant. Lorsque, pendant une phase de main-

tien, le courant (I_b) circulant dans la bobine est supérieur à une valeur de consigne (I_{cm}) et soit le reste pendant une durée prédéterminée (t_4 - t_6) soit est croissant, alors un déplacement intempestif est considéré comme détecté et le dispositif fait passer l'électro-aimant en phase d'appel avec un courant (I_{ca}) beaucoup plus élevé.



Description

[0001] L'invention concerne un dispositif de commande d'un électro-aimant comportant un noyau mobile, avec au moins une phase d'appel, pendant laquelle l'électro-aimant reçoit un courant d'appel, et une phase de maintien, pendant laquelle il reçoit un courant de maintien plus faible que le courant d'appel, dispositif comportant au moins une bobine connectée en série avec un interrupteur électronique aux bornes d'une tension d'alimentation, des moyens de mesure du courant circulant dans la bobine et des moyens de commande de l'électro-aimant, connectés aux moyens de mesure du courant et à une électrode de commande de l'interrupteur électronique et comportant des moyens de régulation du courant dans la bobine pendant la phase de maintien.

[0002] Pour la commande d'un électro-aimant, il est connu (FR-A-2.133.652) de lui fournir temporairement un courant d'appel, relativement élevé, suivi d'un courant de maintien plus faible. Ceci peut être réalisé aussi bien avec un dispositif comportant une seule bobine, dans laquelle le courant est haché pour constituer le courant de maintien, qu'avec un double bobinage constitué par une bobine d'appel et une bobine de maintien. Il est également connu d'asservir les courants d'appel et de maintien à des niveaux de consigne prédéterminés (FR-A-2.568.715).

[0003] Un électro-aimant comporte classiquement un noyau mobile dont le déplacement vers une position dans laquelle l'électro-aimant est actionné est provoqué par la circulation du courant d'appel dans la bobine d'appel. Il est ensuite maintenu dans cette position par le passage du courant de maintien dans la bobine de maintien, qui peut être la même que la bobine d'appel. Pour réduire l'échauffement des électro-aimants on cherche à diminuer le courant de maintien. Dans certains cas, cette diminution du courant de maintien pose des problèmes dus à l'existence de chocs, mécaniques notamment, susceptibles de provoquer un déplacement intempestif du noyau vers la position de repos de l'électro-aimant.

[0004] Ce type de problème se pose notamment dans les contacteurs ou dans les auxiliaires électriques des disjoncteurs, par exemple avec les électro-aimants d'ouverture (MN ou MX) ou de fermeture (XF) des disjoncteurs.

[0005] De manière plus générale, la recherche de la diminution des volumes des électro-aimants conduit à une diminution de la puissance pouvant être dissipée par les bobines et rend les électro-aimants plus sensibles aux chocs.

[0006] L'invention a pour but de supprimer ces inconvénients.

[0007] Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que les moyens de commande comportent des moyens de détection, pour détecter un déplacement intempestif du noyau mobile de l'électro-aimant pendant une phase

de maintien en fonction de la valeur du courant circulant dans la bobine lorsque ledit courant est supérieur à la valeur de consigne pendant la phase de maintien, et des moyens de commande de passage en phase d'appel lorsqu'un déplacement intempestif est détecté.

[0008] La détection rapide d'un choc permet de repasser en phase d'appel et de recoller le noyau mobile avant que son déplacement ait eu un impact sur le dispositif qu'il contrôle.

[0009] Selon un premier développement de l'invention, les moyens de détection comportent des moyens de détection du sens de variation du courant circulant dans la bobine, un déplacement intempestif étant considéré comme détecté lorsque, pendant la phase de maintien, le courant est simultanément supérieur à la valeur de consigne et croissant.

[0010] Les moyens de détection du sens de variation du courant comportent alors, de préférence, des moyens de détermination d'une grandeur représentative de la dérivée du courant par rapport au temps, un déplacement intempestif étant considéré comme détecté lorsque, pendant la phase de maintien, le courant est supérieur à la valeur de consigne et ladite grandeur est positive.

[0011] Selon un second développement de l'invention, le déplacement intempestif est détecté par les moyens de détection lorsque, pendant la phase de maintien, le courant est supérieur à la valeur de consigne pendant une durée prédéterminée.

[0012] D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description suivante de modes particuliers de réalisation, donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés sur les dessins annexés dans lesquels :

[0013] La figure 1 représente un dispositif de commande d'un électro-aimant selon l'art antérieur.

[0014] La figure 2 représente, de manière schématique, en coupe, un électro-aimant de type connu.

[0015] Les figures 3a et 3b représentent respectivement les variations, en fonction du temps, pendant une phase de maintien, des signaux B et Ib d'un dispositif selon la figure 1 dans lequel la régulation se fait à partir d'échantillons de courant.

[0016] Les figures 4a et 4b représentent respectivement les signaux B et Ib d'un mode de réalisation d'un dispositif selon l'invention avant et après la détection d'un choc.

[0017] Les figures 5a et 5b représentent respectivement les signaux B et Ib d'un dispositif selon la figure 1, dans le cas où la régulation est mauvaise.

[0018] La figure 6 illustre schématiquement des éléments additionnels du dispositif selon la figure 1 dans un mode de réalisation comportant une bobine d'appel.

[0019] La figure 7 représente un mode de réalisation particulier d'un sous-programme correspondant à une phase de maintien dans un dispositif selon l'invention.

[0020] La figure 8 représente une variante du sous-programme de la figure 7.

[0021] Le dispositif selon la figure 1, qui est du type décrit dans le document FR-A-2.568.715 comporte une bobine 1 connectée en série avec un transistor T1 et une résistance de mesure R1 aux bornes d'une tension d'alimentation Va. Classiquement, une diode de roue libre D1 est connectée en parallèle sur la bobine 1. Une sortie S1 d'un circuit 2 de commande et de régulation est connectée à une électrode de commande du transistor T1 à laquelle elle fournit des signaux de commande B. Une entrée E1 du circuit 2 reçoit des signaux A de commande de l'électro-aimant. Le circuit 2 est également connecté aux bornes de la résistance R1 de manière à recevoir, sur une entrée E2, des signaux Ib_i représentatifs du courant Ib circulant dans la bobine 1 lorsque le transistor T1 est conducteur. Le circuit 2 permet ainsi à la fois de commander le dispositif et d'asservir le courant dans la bobine à des valeurs prédéterminées, indépendantes de la tension d'alimentation Va. Un circuit 3 d'alimentation, connecté aux bornes de la tension Va fournit au circuit 2 une tension d'alimentation auxiliaire stabilisée.

[0022] L'électro-aimant, de type connu, représenté à la figure 2, comporte une armature 4 à l'intérieur de laquelle est disposée la bobine 1. La bobine 1 entoure un noyau fixe 5, solidaire de l'armature, et un noyau mobile 6. Un ressort 7 est disposé entre les noyaux fixe et mobile de manière à écarter le noyau mobile 6 du noyau fixe. Dans la position de repos de l'électro-aimant, représentée à la figure 2, un plongeur 8 solidaire du noyau mobile fait saillie à l'extérieur de l'armature 4.

[0023] Lorsqu'un ordre de commande A est appliqué à l'entrée E1 du circuit 2, celui-ci passe d'abord par une phase d'appel. Pendant la phase d'appel, les signaux B commandent la conduction du transistor T1, c'est à dire la fermeture de l'interrupteur électronique constitué par le transistor, de manière à ce qu'un courant Ib relativement élevé, ou courant d'appel, circule dans la bobine 1. Le passage du courant d'appel dans la bobine 1 provoque le déplacement du noyau mobile 6 en direction du noyau fixe 5, à l'encontre de l'action du ressort 7. Lorsque les noyaux sont collés, le plongeur 8 ne fait plus saillie hors de l'armature 4. Classiquement, la position du plongeur 8 permet de contrôler l'ouverture ou la fermeture d'un dispositif, par exemple d'un contacteur ou d'un disjoncteur.

[0024] La phase d'appel dure suffisamment longtemps pour permettre un déplacement complet du noyau mobile 6 et son collage contre le noyau fixe 5. Par la suite, le passage d'un courant d'appel élevé n'est plus nécessaire pour assurer le maintien du noyau mobile en position d'actionnement de l'électro-aimant et, classiquement, le circuit 2 de commande et de régulation passe à une phase de maintien. Pendant la phase de maintien, les signaux B commandent la conduction du transistor T1 de manière à ce qu'un courant Ib, de maintien, plus faible, circule dans la bobine 1.

[0025] Dans un mode de réalisation préférentiel, le courant Ib de maintien est régulé par le circuit 2 de ma-

nière à être voisin d'une valeur de consigne I_{cm} du courant de maintien. De manière connue, le circuit 2 peut être constitué par un circuit analogique ou par un circuit numérique, par exemple, à microprocesseur. Dans l'art antérieur la régulation est effectuée par modulation de largeur d'impulsion (PWM) d'un signal B de commande de fréquence fixe élevée.

[0026] Les figures 3a et 3b illustrent les signaux B et le courant Ib pendant une phase de maintien et les conséquences d'un choc dans un dispositif selon la figure 1 dans lequel la régulation est effectuée à partir d'échantillons Ib_i du courant prélevés à une fréquence d'échantillonnage prédéterminée fixe.

[0027] A un instant t₁, le courant Ib étant inférieur à la valeur de consigne I_{cm}, le signal B est à une valeur logique 1, et le transistor T1 conduit. Sur la figure 3b, le courant Ib est échantillonné avec une période d'échantillonnage T_e par le circuit 2. Tant que le courant de maintien Ib est inférieur à la valeur de consigne I_{cm}, le signal B reste à 1 et le courant dans la bobine augmente. Lorsque, à un instant t₂, un échantillon Ib_i du courant Ib atteint ou dépasse la valeur de consigne I_{cm}, le signal B passe à 0, commandant ainsi le passage à une phase d'ouverture de l'interrupteur électronique constitué par le transistor T1. Celui-ci étant bloqué, le courant dans la bobine commence alors à décroître. Pendant la phase d'ouverture, le circuit 2 envoie périodiquement des impulsions Bi d'échantillonnage sur la base du transistor T1, de manière à rendre celui-ci conducteur et à permettre une mesure aux bornes de la résistance R1 d'un échantillon Ib_i du courant Ib circulant dans la bobine. Ces impulsions périodiques Bi, de période T_e, ont une durée très courte, de manière à ne pas influencer la valeur du courant Ib dans la bobine. Ces impulsions sont représentées aux figures 3a, 4a et 5a. Dans toute la suite de la description le transistor T1 est considéré comme étant dans une phase d'ouverture de la phase de maintien tant que le signal B reste à 0 en dehors des instants d'échantillonnage. En fonctionnement normal, le courant Ib redevient inférieur à la valeur de consigne I_{cm} au bout d'une ou deux périodes d'échantillonnage, par exemple à l'instant t₃ sur la figure 3b. Ceci est alors détecté par le circuit 2 qui termine la phase d'ouverture en remettant à la valeur logique 1 le signal B, commandant à nouveau la conduction du transistor T1 et la croissance du courant Ib pendant au moins une période d'échantillonnage.

[0028] Un choc mécanique exercé sur l'électro-aimant ou sur le dispositif qu'il contrôle peut provoquer un déplacement du noyau mobile 6 à l'écart du noyau fixe 5 lorsque le courant de maintien est trop faible.

[0029] Les conséquences d'un choc de ce type sont représentées aux figures 3a et 3b à un instant t₄. Le choc provoque un début de déplacement du noyau mobile. Ce déplacement provoque dans la bobine la production d'une force électromotrice qui se traduit par la génération d'un courant supplémentaire qui s'ajoute au courant de maintien régulé. Il y a, en conséquence,

après l'instant t_4 , augmentation du courant I_b malgré la régulation, c'est-à-dire dans le mode de réalisation particulier représenté, bien que le transistor T1 soit dans une phase d'ouverture ($B=0$ en dehors des impulsions d'échantillonnage). Si aucune mesure particulière n'est prise, le courant I_b peut prendre la forme représentée à la figure 3b, entre les instants t_4 et t_5 : croissance, puis passage par un maximum et décroissance jusqu'à ce qu'il passe au-dessous de la valeur de consigne I_{cm} .

[0030] A l'instant t_5 , le microprocesseur recommence à contrôler la régulation du courant de maintien dans la bobine. Cependant, ce courant de maintien est insuffisant pour recoller le noyau mobile 6 contre le noyau fixe 5. Le choc conduit ainsi à une désexcitation intempestive de l'électro-aimant. A titre d'exemple dans le cas où l'électro-aimant fait partie d'un déclencheur à minimum de tension (MN) d'un disjoncteur, l'électro-aimant peut être du type représenté à la figure 2. En position excitée de l'électro-aimant, noyaux 5 et 6 collés, le plongeur 8 est en position de retrait. Lorsque la tension appliquée à son dispositif de commande descend au-dessous d'une valeur prédéterminée, le passage du courant est interrompu dans la bobine et le noyau mobile 6 s'écarte du noyau fixe 5 sous l'action du ressort 7. Le plongeur 8 fait alors saillie vers l'extérieur, provoquant l'ouverture immédiate du disjoncteur. Une fermeture ultérieure du disjoncteur n'est possible que lorsque le déclencheur à minimum de tension étant alimenté, le noyau mobile 6 est recollé contre le noyau fixe 5. Un choc intempestif tel que décrit ci-dessus, peut donc conduire à l'ouverture du disjoncteur. Le courant de maintien fourni à l'électro-aimant après l'instant t_5 étant insuffisant pour recoller les noyaux, il est alors impossible de refermer le disjoncteur avant de couper l'alimentation du déclencheur puis de le réalimenter, ce qui provoque une phase d'appel et le recollage des noyaux.

[0031] Selon l'invention, on détecte rapidement un déplacement intempestif du noyau mobile de l'électro-aimant au cours d'une phase de maintien et l'on commande le passage à une phase d'appel dès qu'un tel déplacement est détecté. Grâce au passage rapide en phase d'appel, les effets du choc intempestif sont soit complètement supprimés soit réduits. A titre d'exemple, dans le cas d'un déclencheur à minimum de tension (MN), si le choc intempestif est détecté assez tôt lors du déplacement du noyau mobile (6) et que la phase d'appel intervient avant que le plongeur 8 n'ait pu provoquer l'ouverture du disjoncteur, le choc n'a aucune conséquence. Si le choc est détecté plus tard, le disjoncteur peut s'ouvrir sous l'action du plongeur 8. Cependant, le passage automatique en phase d'appel lors de la détection du choc conduit automatiquement au recollage du noyau et permet une refermeture du disjoncteur. Dans ce cas, les inconvénients liés au choc intempestif, s'ils ne sont pas totalement supprimés, sont toutefois réduits.

[0032] Les figures 4a et 4b illustrent les signaux B et I_b dans un dispositif selon l'invention. Jusqu'à l'instant

t_4 , le dispositif assure comme précédemment la régulation du courant de maintien autour de la valeur de consigne I_{cm} . A l'instant t_4 , où se produit un choc intempestif, le courant I_b augmente. Dans une première variante, si, pendant une phase d'ouverture de la phase de maintien, le dispositif de commande détecte quatre échantillons I_b successifs supérieurs à la valeur de consigne I_{cm} , il considère que cela est dû à un choc et il provoque le passage en phase d'appel. Cette variante est illustrée sur les figures 4a et 4b. A l'instant t_6 , quatre échantillons successifs supérieurs à I_{cm} ont été détectés depuis l'instant t_4 . Le circuit de commande et de régulation 2 provoque alors la conduction du transistor T1 ($B=1$) jusqu'à ce que le courant I_b dans la bobine 1 atteigne une valeur I_{ca} de consigne d'appel. Il régule ensuite le courant dans la bobine pour qu'il soit égal à la valeur I_{ca} pendant la phase d'appel. La valeur I_{ca} est très supérieure à la valeur I_{cm} (10 à 20 fois) et provoque le recollement des noyaux mobile et fixe. Classiquement, après un temps prédéterminé (80ms par exemple), le circuit de commande passe de nouveau en phase de maintien.

[0033] Dans certains cas, ce critère de détection d'un choc s'avère cependant insuffisant. Un tel cas est illustré sur les figures 5a et 5b. Sur ces figures, l'électro-aimant est en phase de maintien, avec une régulation du courant I_b dans la bobine à la valeur de consigne I_{cm} . Il peut arriver, comme représenté entre des instants t_7 et t_8 , que lors de la fermeture du transistor T1 ($B=1$), le courant I_b dans la bobine augmente rapidement. Ceci peut notamment être le cas si la tension d'alimentation V_a , qui est généralement une tension alternative redressée double alternance, a ponctuellement une tension crête trop élevée. Après avoir détecté, à l'instant t_8 , un premier échantillon supérieur à la valeur de consigne I_{cm} , le circuit de commande provoque, normalement, le blocage du transistor T1 ($B=0$) et le passage en phase d'ouverture. Le courant I_b redescend alors jusqu'à la valeur de consigne I_{cm} . Cependant, la valeur maximum atteinte par le courant I_b à l'instant t_8 étant relativement élevée, il lui faut une période supérieure à deux périodes d'échantillonnage T_e pour redevenir inférieure à I_{cm} . Sur la figure 5b, le courant I_{cm} redevient inférieur à la valeur de consigne I_{cm} à un instant t_9 seulement, après que cinq échantillons successifs du courant I_b ait été supérieurs à la valeur de consigne. Dans la variante décrite ci-dessus, en référence aux figures 4a et 4b, ceci est interprété par le circuit de commande 2 comme étant dû à un choc ayant provoqué un déplacement intempestif du noyau mobile. Or, il n'en est rien et il s'agit en réalité d'une mauvaise régulation. Dans la première variante, le circuit de commande passerait alors en phase d'appel, alors que ceci est inutile. Or l'utilisation trop fréquente de la phase d'appel conduirait à une dissipation d'énergie importante dans la bobine, ce qui pourrait engendrer la destruction du dispositif.

[0034] Selon un développement de l'invention, on cherche à éliminer de tels passages intempestifs en

phase d'appel. Pour cela, il est possible d'augmenter la durée de la fenêtre d'observation minimum pendant laquelle le courant I_b doit être supérieur à la valeur de consigne pour conclure à l'existence d'un déplacement intempestif du noyau mobile. A fréquence d'échantillonnage fixe, ceci revient à augmenter le nombre d'échantillons successifs supérieurs à I_{cm} nécessaires pour conclure à l'existence d'un choc. Mais ceci conduit à diminuer la vitesse de réaction du dispositif et à permettre un déplacement plus important du noyau mobile avant de réagir.

[0035] La comparaison des figures 4b et 5b permet de voir que, si dans les deux cas, pendant les périodes t4-t6 et, respectivement t8-t9, le courant I_b reste supérieur au seuil I_{cm} , par contre, les variations de I_b sont totalement différentes. Dans le cas d'un choc (fig. 3b et 4b, à partir de t4), le déplacement du noyau mobile provoque l'apparition d'une force électromotrice dans la bobine et, en conséquence, une augmentation du courant malgré le blocage du transistor T1 en dehors des instants d'échantillonnage. Par contre, dans le cas d'une mauvaise régulation (fig. 5b, à partir de t8), le courant I_b diminue dès que le transistor T1 est dans une phase d'ouverture.

[0036] Dans un mode de réalisation préférentiel, un choc est détecté lorsque, le transistor T1 étant dans une phase d'ouverture, le courant I_b est supérieur à la valeur de consigne I_{cm} et, simultanément, le courant I_b dans la bobine est croissant. Pour détecter une telle croissance, le circuit de commande 2 peut déterminer une grandeur représentative de la dérivée du courant de maintien par rapport au temps, dI_b/dt . Lorsque cette grandeur est positive, cela signifie que le courant I_b croît et cette croissance, lorsque $B=0$ en dehors des instants d'échantillonnage et $I_b > I_{cm}$, est interprétée comme correspondant à un déplacement intempestif du noyau qui doit conduire au passage en phase d'appel.

[0037] Sur les figures 1 et 2, le dispositif de commande comporte une seule bobine et sur les figures 4a et 4b, le circuit de commande 2 régule le courant dans la bobine soit à la valeur I_{cm} pendant une phase de maintien, soit à la valeur I_{ca} pendant une phase d'appel.

[0038] L'invention s'applique de la même manière si le courant n'est pas régulé pendant la phase d'appel. Alors, le transistor T1 reste conducteur ($B=1$) pendant toute la phase d'appel. Elle s'applique également si le dispositif comporte un double bobinage, la bobine 1 constituant alors la bobine de maintien et une autre bobine constituant la bobine d'appel qui n'est parcourue par un courant, régulé ou non, que pendant la phase d'appel.

[0039] La figure 6 illustre les éléments complémentaires d'un mode de réalisation à double bobinage. Une bobine d'appel 9 est connectée en série avec un transistor T2 et une résistance de mesure R2 aux bornes de la tension d'alimentation V_a . Une diode de roue libre D2 est connectée en parallèle sur la bobine d'appel 9. L'électrode de commande du transistor T2 est con-

nectée à une sortie S2 du circuit 2 de commande et de régulation. Si le courant dans la bobine d'appel 9 doit être régulé pendant la phase d'appel, le point commun à R2 et T2 est connecté à une entrée E3 du circuit 2.

[0040] Le circuit 2 de commande et de régulation peut être réalisé par tout moyen approprié, analogique ou numérique. Dans un mode de réalisation préférentiel, il comporte un microprocesseur qui réalise, avec une période d'échantillonnage T_e , l'échantillonnage des signaux appliqués sur ses entrées E2 et E3, leur conversion analogique/numérique, leur comparaison aux valeurs de consigne I_{cm} et I_{ca} , respectivement pendant les phases de maintien et d'appel, et la commande des transistors T1 et T2.

[0041] La figure 7 illustre un sous-programme particulier correspondant à une phase de maintien et mettant en oeuvre la variante de l'invention décrite en référence aux figures 4a et 4b, c'est à dire détectant un choc lorsque I_b est supérieur à I_{cm} pendant au moins 4 échantillons successifs d'une phase d'ouverture du transistor T1 ($B=0$ en dehors des instants d'échantillonnage).

[0042] Pendant une première étape F1 d'initialisation de la phase de maintien, le signal B est mis à 1 (mise en conduction de T1) et un indicateur i est mis à zéro. Puis le microprocesseur du circuit 2 passe à une étape F2 de mesure d'un échantillon I_{b_i} du courant circulant dans la bobine 1. Si B est nul, une impulsion d'échantillonnage B_i est appliquée transitoirement sur la base du transistor T1, la valeur de B ne changeant pas dans le programme. Dans une étape F3, le microprocesseur compare l'échantillon I_{b_i} à la valeur de consigne I_{cm} . Si I_{b_i} n'est pas supérieur à la valeur de consigne (sortie NON de F3), le microprocesseur se reboucle sur l'entrée de l'étape F1. Le transistor T1 reste donc conducteur et le courant I_b continue à monter. Ceci se passe, par exemple, entre les instants t1 et t2 de la figure 3b. Par contre, si, en F3, I_{b_i} est supérieur à I_{cm} (sortie OUI de F3), alors le microprocesseur vérifie, dans une étape F4, si $B=1$. Si $B=1$ (instants t2 ou t3 de la figure 3b), alors le microprocesseur passe à une étape F5 où B est mis à zéro, commandant le passage à une phase d'ouverture du transistor T1, avant de revenir à l'entrée de l'étape F2. Le sous-programme décrit jusqu'ici correspond à une régulation du courant I_b à la valeur I_{cm} pendant la phase de maintien. Si, en F4, $B=0$ (sortie NON de F4), alors l'indicateur i est incrémenté ($i=i+1$), dans une étape F6. Puis dans une étape F7, le microprocesseur vérifie si $i=4$. Si ce n'est pas le cas (sortie NON de F7), il repasse à l'entrée de l'étape F2. Par contre, si $i=4$, cela signifie que quatre échantillons I_{b_i} successifs ont été supérieurs à I_{cm} pendant la phase d'ouverture du transistor T1. Ceci est considéré comme représentatif d'un choc intempestif ayant conduit à un début de déplacement intempestif du noyau mobile 6 de l'électro-aimant. Le microprocesseur passe alors (sortie OUI de F7) à une étape F8 correspondant à une phase d'appel.

[0043] Le nombre d'échantillons retenu dans l'étape

F7 peut être modifié en fonction notamment de la fréquence d'échantillonnage et de la vitesse de réaction désirée. Le nombre d'échantillons supérieurs à I_{cm} alors que $B=0$ doit au minimum être supérieur ou égal à 2. Ceci correspond à plus de deux échantillons successifs supérieurs à I_{cm} pendant la phase de maintien, le premier échantillon conduisant au blocage de T1. La valeur 4 est une valeur préférentielle qui donne des résultats satisfaisants lorsque la tension d'alimentation V_a est une tension redressée double alternance à partir d'un réseau électrique à 50 ou 60Hz et pour une période d'échantillonnage de l'ordre de quelques centaines de microsecondes.

[0044] La figure 8 représente une variante du sous-programme de la figure 7, dans le cas où le critère de décision retenu n'est plus le nombre d'échantillons successifs supérieurs à I_{cm} , mais le sens de variation du courant de maintien lorsque $I_b > I_{cm}$ pendant une phase d'ouverture du transistor T1.

[0045] Le sous-programme correspondant à la phase de maintien reste identique jusqu'à l'étape F6. Dans la variante de la figure 8, à la sortie de l'étape F6, le microprocesseur, dans une étape F9, vérifie si l'indicateur i est égal ou supérieur à 2. Si ce n'est pas le cas, (sortie NON de F9), soit si $i=1$, c'est à dire si un seul échantillon I_{b_i} supérieur à I_{cm} a été mesuré pendant une phase d'ouverture du transistor T1, cet échantillon est mis en mémoire, dans une étape F10 dans un emplacement $I_{b_{i-1}}$ ($I_{b_{i-1}}=I_{b_i}$). Puis, le microprocesseur repasse à l'entrée de l'étape F2 pour la mesure de l'échantillon I_{b_i} suivant. Par contre, si, en F9, i est supérieur ou égal à 2, alors (sortie OUI de F2), le microprocesseur passe à une étape F11 de détermination d'une grandeur $\Delta I_b = I_{b_i} - I_{b_{i-1}}$. La grandeur ΔI_b est représentative du sens de variation du courant I_b après le blocage du transistor T1 au début de la phase d'ouverture, et, plus particulièrement, représentative de la dérivée du courant de maintien par rapport au temps entre deux échantillons successifs pendant cette phase. Puis, dans une étape F12, le microprocesseur vérifie le signe de ΔI_b . Si la grandeur ΔI_b est négative ou nulle (sortie NON de F12), il passe à l'étape F10, mettant en mémoire le dernier échantillon avant de mesurer le suivant. Par contre, si en F12, la grandeur ΔI_b est positive (sortie OUI de F12), alors, le courant étant croissant, le microprocesseur considère qu'il y a eu un choc intempestif entraînant le déplacement du noyau mobile et passe à la phase d'appel (F8).

[0046] Dans la description ci-dessus la régulation est réalisée à partir d'un échantillonnage périodique du courant I_b dans la bobine.

[0047] L'invention est également applicable lorsque la régulation est réalisée par modulation de largeur d'impulsion (PWM) comme dans l'art antérieur précité. Dans ce cas le transistor T1 fonctionne en hacheur avec une fréquence de hachage fixe et un rapport cyclique, variable. Pendant une période T_h correspondant à la fréquence de hachage, le transistor T1 est rendu conducteur ($B=1$) pendant une période T_{h1} ($T_{h1} < T_h$) variable.

La durée de la période T_{h1} est fonction de la différence entre le courant I_b mesuré et la valeur de consigne (I_{cm} pendant la phase de maintien). Lorsque le courant est égal à la valeur de consigne, la période de conduction T_{h1} prend une valeur prédéterminée T_{h1c} correspondant à un rapport cyclique de consigne $N_c = T_{h1c}/T_h$, qui est par exemple égal à 0,5. Lorsque le courant I_b dans la bobine est inférieur à la valeur de consigne I_{cm} , la période de conduction T_{h1} augmente et, en conséquence, le rapport cyclique $N = T_{h1}/T_h$ est supérieur à N_c .

[0048] Lorsque le courant I_b dans la bobine est supérieur à la valeur de consigne, la période de conduction T_{h1} est inférieure à T_{h1c} , et, en conséquence, le rapport cyclique N est inférieur à N_c .

[0049] Pour détecter un déplacement intempestif du noyau mobile, il est possible, de manière analogue au mode de réalisation décrit à la figure 7, de déterminer si le courant I_b reste supérieur à la valeur de consigne I_{cm} pendant une période prédéterminée. Pour cela le circuit 2 compare, pendant chaque cycle ou période de hachage T_h , la valeur du rapport cyclique N au rapport cyclique de consigne N_c . Si N reste supérieur à N_c pendant un nombre prédéterminé de cycles successifs (au moins 2, de préférence 4), alors le circuit 2 considère qu'il y a déplacement intempestif du noyau mobile et commande le passage en phase d'appel.

[0050] Dans un mode de réalisation préférentiel, le circuit 2, de manière analogue au mode de réalisation décrit à la figure 8, tient compte du sens de variation du courant de maintien lorsque $I_b > I_{cm}$. Pour cela il compare les rapports cycliques successifs lorsque N est inférieur à N_c ($I_b > I_{cm}$) et considère qu'il y a déplacement intempestif du noyau mobile lorsque le rapport cyclique N étant inférieur à N_c pendant au moins deux cycles successifs, ce rapport cyclique est décroissant. Ceci signifie en effet que le courant est à la fois croissant et supérieur à la valeur de consigne I_{cm} pendant plus d'une période de hachage. Comme précédemment, il commande alors le passage en phase d'appel.

[0051] Dans tous les cas, la détection d'un déplacement intempestif du noyau mobile pendant une phase de maintien est liée à la surveillance du courant dans la bobine pendant une phase de maintien et la détection d'un tel déplacement provoque le passage en phase d'appel.

Revendications

1. Dispositif de commande d'un électro-aimant comportant un noyau mobile (6), avec au moins une phase d'appel, pendant laquelle l'électro-aimant reçoit un courant d'appel, et une phase de maintien, pendant laquelle il reçoit un courant de maintien plus faible que le courant d'appel, dispositif comportant au moins une bobine (1) connectée en série avec un interrupteur électronique (T1) aux bornes

d'une tension d'alimentation (V_a), des moyens de mesure du courant (I_b) circulant dans la bobine et des moyens (2) de commande de l'électro-aimant, connectés aux moyens de mesure du courant (I_b) et à une électrode de commande de l'interrupteur électronique (T1) et comportant des moyens de régulation du courant dans la bobine (1) à une valeur de consigne prédéterminée (I_{cm}) pendant la phase de maintien, dispositif caractérisé en ce que les moyens de commande comportent des moyens de détection, pour détecter un déplacement intempestif du noyau mobile (6) de l'électro-aimant pendant une phase de maintien en fonction de la valeur du courant (I_b) circulant dans la bobine (1) lorsque ledit courant est supérieur à la valeur de consigne (I_{cm}) pendant la phase de maintien, et des moyens de commande de passage en phase d'appel lorsqu'un déplacement intempestif est détecté.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de détection comportent des moyens de détection du sens de variation du courant (I_b) circulant dans la bobine, un déplacement intempestif étant considéré comme détecté lorsque, pendant la phase de maintien, le courant (I_b) est simultanément supérieur à la valeur de consigne (I_{cm}) et croissant.
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de détection du sens de variation du courant (I_b) comportent des moyens de détermination d'une grandeur (ΔI_b) représentative de la dérivée du courant par rapport au temps, un déplacement intempestif étant considéré comme détecté lorsque pendant la phase de maintien, le courant (I_b) est supérieur à la valeur de consigne (I_{cm}) et ladite grandeur est positive.
4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'un déplacement intempestif est détecté par les moyens de détection lorsque, pendant la phase de maintien, le courant (I_b) est supérieur à la valeur de consigne (I_{cm}) pendant une durée prédéterminée.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de mesure du courant comportent des moyens d'échantillonnage du courant, avec une période d'échantillonnage (T_e) prédéterminée, et en ce qu'un déplacement intempestif est détecté si plus de deux échantillons successifs (I_{b_i}) du courant sont supérieurs à la valeur de consigne (I_{cm}) pendant la phase de maintien.
6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'un déplacement intempestif est détecté lorsque plus de quatre échantillons successifs du courant sont supérieurs à la valeur de consigne (I_{cm})

pendant la phase de maintien.

7. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 6, caractérisé en ce que la période d'échantillonnage (T_e) est de l'ordre de quelques centaines de microsecondes.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1, 2 et 4, caractérisé en ce que, les moyens de régulation commandant la conduction de l'interrupteur électronique (T1) avec une période de hachage fixe et un rapport cyclique variable (N) fonction de la différence entre la valeur du courant (I_b) circulant dans la bobine et la valeur de consigne (I_{cm}), les moyens de détection comparent à chaque période de hachage le rapport cyclique (N) à un rapport cyclique de consigne (N_c).
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'un déplacement intempestif est considéré comme détecté lorsque, pendant une phase de maintien, le rapport cyclique (N) est inférieur au rapport cyclique de consigne (N_c) pendant au moins deux périodes de hachage successives.
10. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'un déplacement intempestif est considéré comme détecté lorsque, pendant la phase de maintien, le rapport cyclique (N) est simultanément décroissant et inférieur au rapport cyclique de consigne N_c pendant au moins deux périodes de hachage successives.

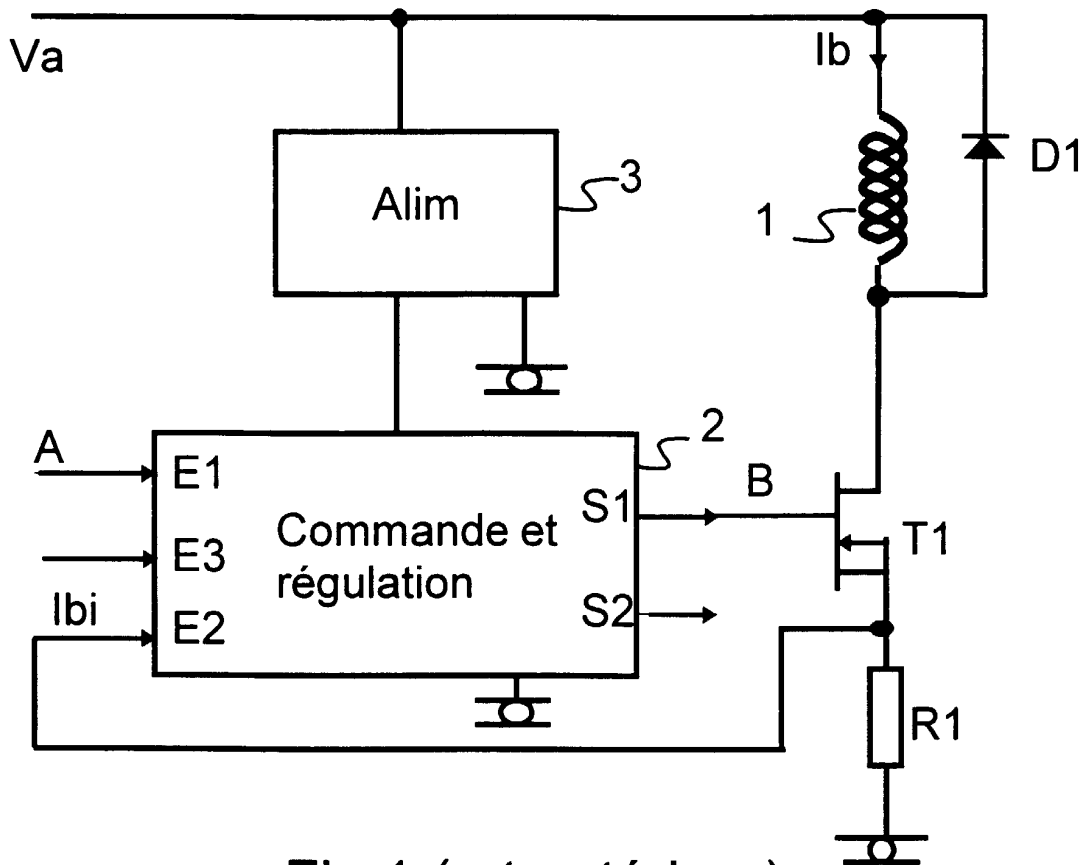


Fig.1 (art antérieur)

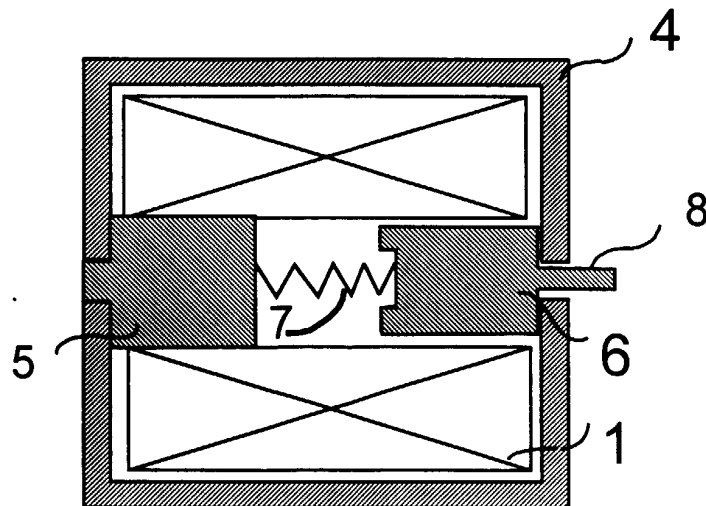
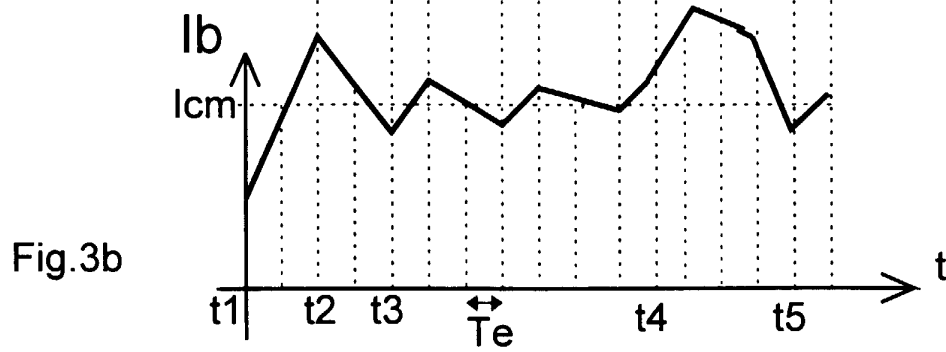
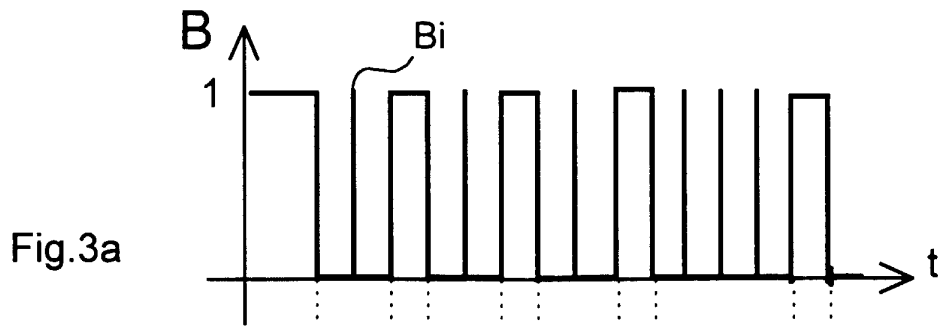
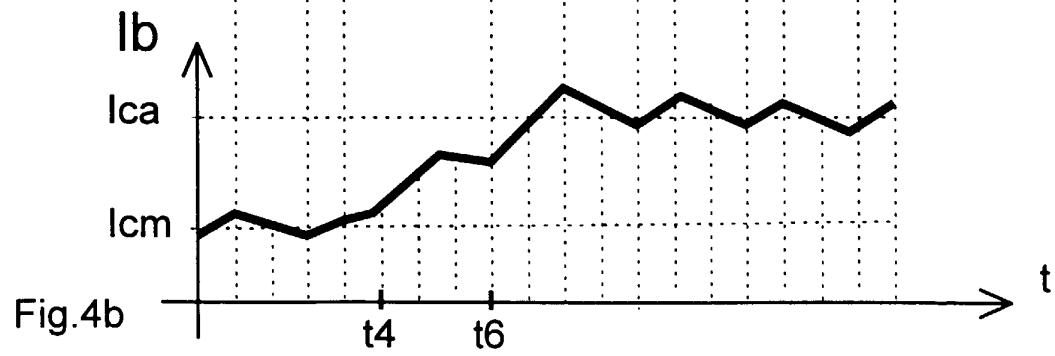
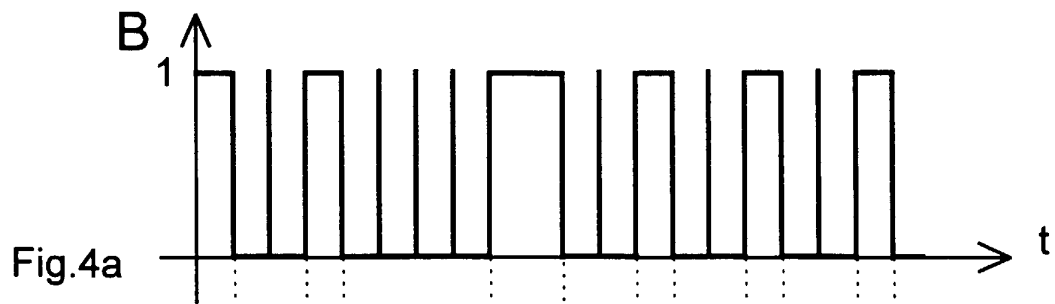
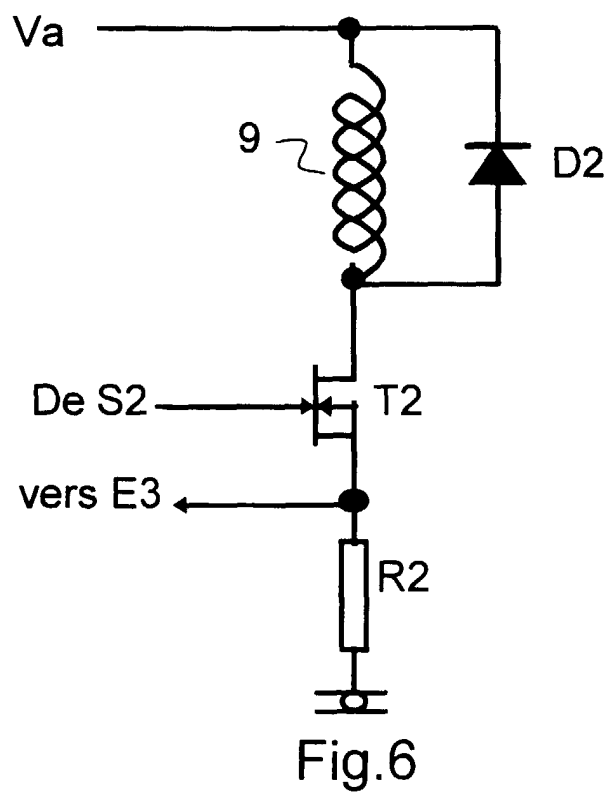
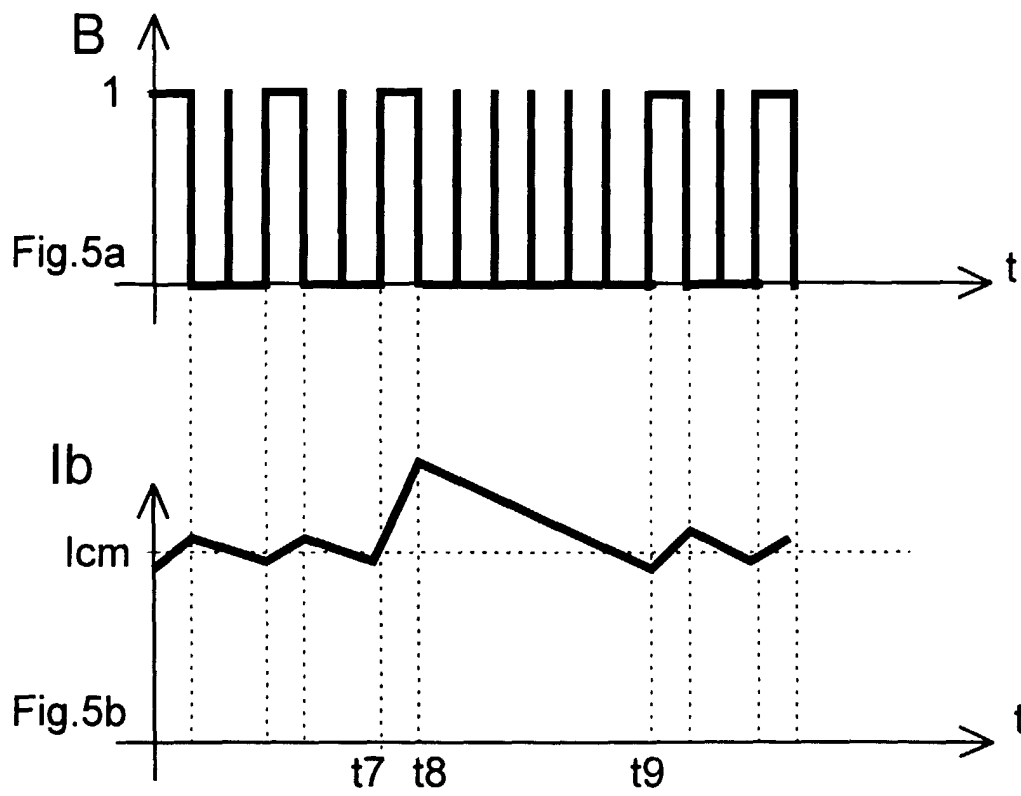


Fig. 2 (art antérieur)



(Art antérieur)





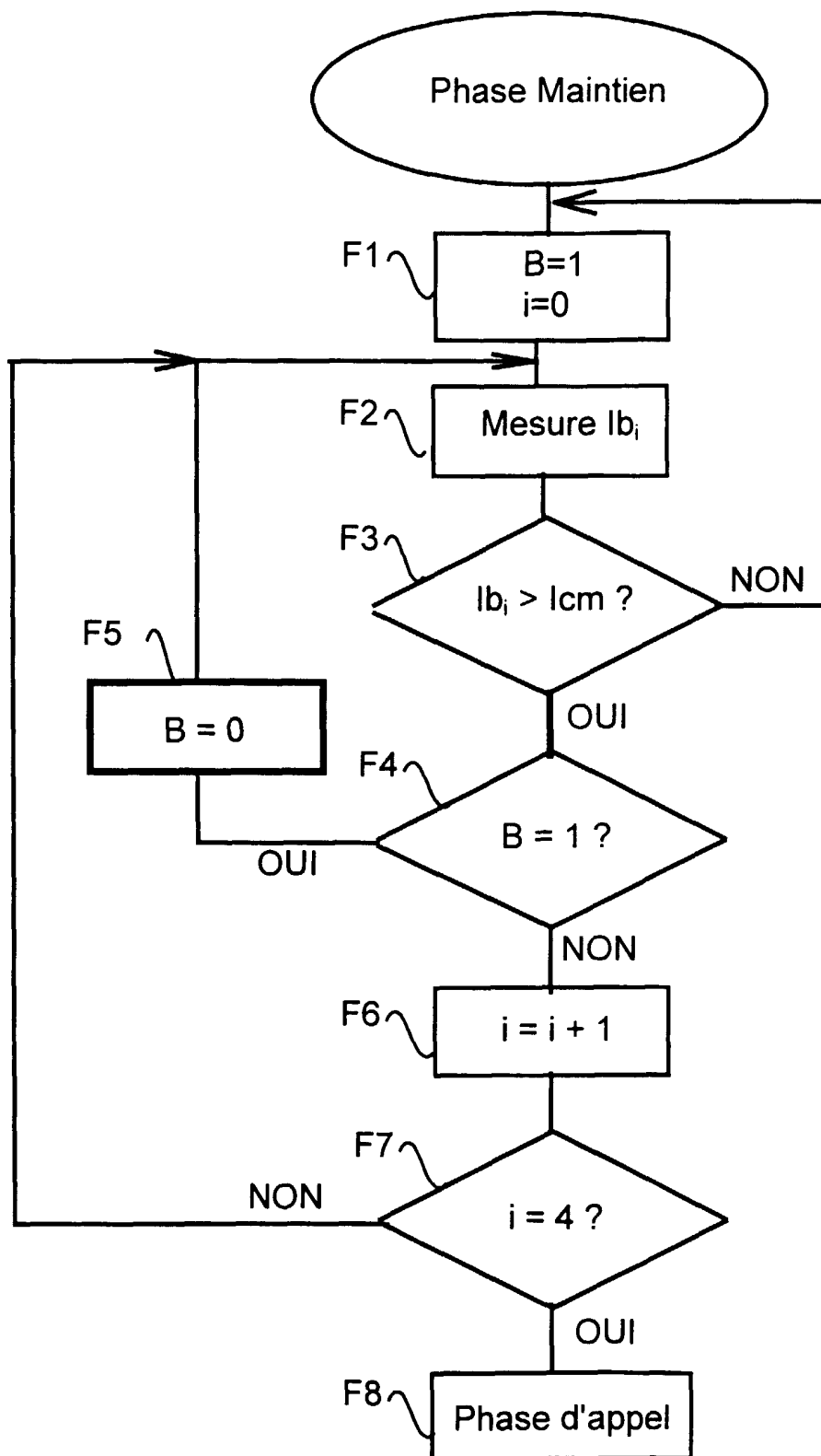


Fig. 7

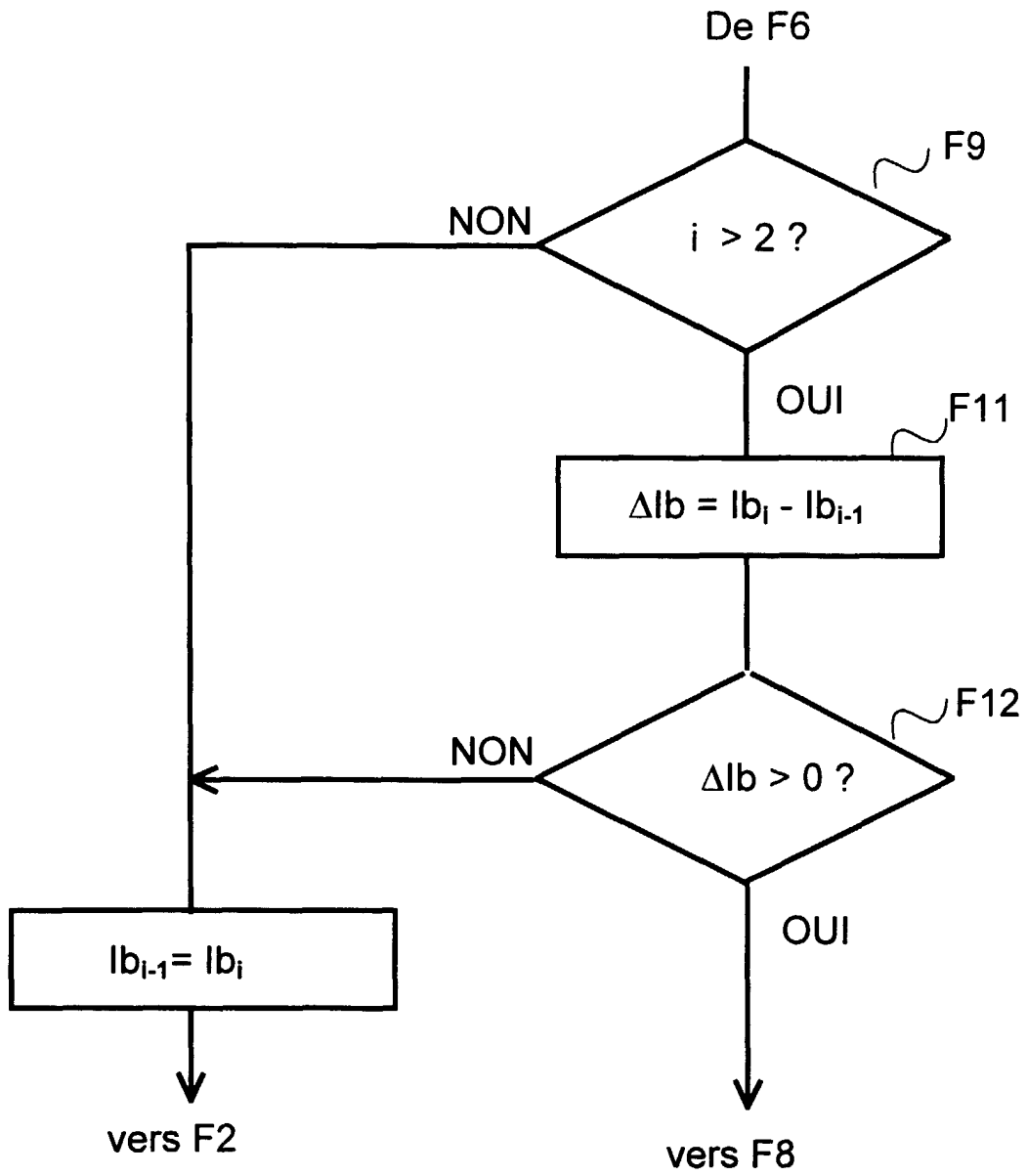


Fig.8



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 41 0161

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	EP 0 779 631 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 18 juin 1997 (1997-06-18) * abrégé *	1	H01H47/00
A	EP 0 411 903 A (NIPPON ELECTRIC CO) 6 février 1991 (1991-02-06) * abrégé *	1	H01H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
Lieu de la recherche			Examineur
LA HAYE			Salm, R
Date d'achèvement de la recherche			
14 mars 2000			
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 41 0161

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

14-03-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0779631 A	18-06-1997	JP 9162031 A	20-06-1997
EP 0411903 A	06-02-1991	JP 2527041 B	21-08-1996
		JP 3063711 A	19-03-1991
		AU 638731 B	08-07-1993
		AU 6005790 A	31-01-1991
		CA 2022282 A,C	01-02-1991
		DE 69022798 D	09-11-1995
		DE 69022798 T	30-05-1996
		US 5196730 A	23-03-1993

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82