

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 919 421

21) N° d'enregistrement national : 07 05343

51) Int Cl<sup>8</sup> : H 01 F 7/06 (2006.01), H 01 H 47/32

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 23.07.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 30.01.09 Bulletin 09/05.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS Société par actions simplifiée — FR.

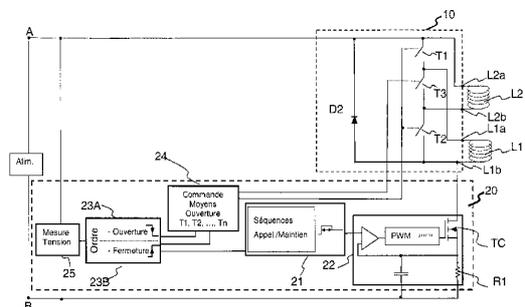
72) Inventeur(s) : FOLLIC STEPHANE et LAURAIRE MICHEL.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS.

54) ACTIONNEUR ELECTROMAGNETIQUE A AU MOINS DEUX BOBINAGES.

57) Un actionneur électromagnétique comprend une culasse (2), un noyau (3), au moins deux bobinages (L1, L2) et des moyens de commutation (10) des bobinages (L1, L2) d'une position série à une position parallèle et inversement. Il comporte des moyens de commande (20) comprenant des moyens de régulation (22) du courant électrique circulant dans les bobinages (L1, L2). Les moyens de commande (20) comprennent des moyens d'appel (23B, 24, 21, 22) commandant la tension fournie aux bobinages (L1, L2) pendant une opération de fermeture, et commandant les moyens de commutation (10) pour placer les bobinages (L1, L2) en mode parallèle. Les moyens de commande (20) comprennent aussi des moyens de maintien (23B, 24, 21, 22) commandant le courant fourni aux bobinages (L1, L2) pendant une opération de maintien de l'actionneur en position fermée et, commandant les moyens de commutation (10) pour placer les bobinages (L1, L2) en mode série.



FR 2 919 421 - A1



## **ACTIONNEUR ELECTROMAGNETIQUE A AU MOINS DEUX BOBINAGES**

### **DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION**

L'invention est relative à un actionneur électromagnétique comprenant  
Actionneur électromagnétique comprenant un circuit magnétique formé d'une  
5 culasse ferromagnétique s'étendant selon un axe longitudinal, et d'un noyau  
ferromagnétique mobile monté à coulissement axial selon l'axe longitudinal de la  
culasse. L'actionneur comporte au moins deux bobinages et des moyens de  
commutation des bobinages d'une position série à une position parallèle et  
inversement.

### **10 ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE**

Il est connu d'utiliser au moins deux types de bobinages distincts pour les  
phases d'appel et de maintien d'un actionneur électromagnétique. En effet,  
l'optimisation du fonctionnement énergétique des actionneurs électromagnétiques  
est souvent prise en compte au moment de leur conception. Un principe connu  
15 consiste à utiliser un premier type de bobinage au moment de la phase d'appel et  
un second bobinage au cours de la phase de maintien. L'emploi de plusieurs  
bobinages spécifiques est décrit dans l'état de la technique notamment dans les  
brevets suivants FR2290009, US4227231, US4609965, EP1009003. En général,  
le bobinage utilisé pour la phase d'appel est dimensionné pour supporter  
20 l'essentiel de la puissance d'appel et le bobinage utilisé pour la phase de maintien  
est destiné à fournir les seuls ampères tours nécessaires au maintien du noyau  
en position fermée. Chacun des bobinages est mis en service en fonction de la  
position du noyau.

En outre, le besoin d'utiliser les actionneurs électromagnétiques avec de larges  
25 plages de tension d'alimentation devient aussi priorité. Plusieurs solutions décrites  
dans les documents suivants FR2568715, EP1009003, EP1009004 utilisent des  
moyens de régulation de la tension d'alimentation du ou des bobinages. La  
tension fournie aux bobinages est traditionnellement modulée selon une

modulation d'impulsion en largeur de type PWM.

La conception d'actionneur électromagnétique dont le fonctionnement est à la fois optimal en termes de consommation électrique et en termes de plage de tension d'utilisation reste très difficile. Les progrès réalisés dans un des deux axe  
5 de développement se font généralement au détriment de l'autre. En outre, le fonctionnement des actionneurs électromagnétiques pendant la phase de retombée ou d'ouverture n'est généralement pas optimisée.

## EXPOSE DE L'INVENTION

L'invention vise donc à remédier aux inconvénients de l'état de la technique, de  
10 manière à proposer un actionneur électromagnétique à haut rendement énergétique.

L'actionneur électromagnétique selon l'invention comporte des moyens de commande comprenant des moyens de régulation du courant électrique circulant dans lesdits au moins deux bobinages, des moyens d'appel disposés de manière  
15 à commander la tension fournie aux dits au moins deux bobinages pendant une opération de fermeture de l'actionneur, et commander les moyens de commutation pour placer lesdits au moins deux bobinages en mode parallèle pour engendrer un premier flux magnétique d'appel pour fermer l'actionneur. Les moyens de commande comprennent des moyens de maintien disposés de  
20 manière à commander le courant fourni aux desdits au moins deux bobinages pendant une opération de maintien de l'actionneur en position fermée et, commander les moyens de commutation pour placer lesdits au moins deux bobinages en mode série pour engendrer un second flux magnétique de maintien.

Avantageusement, les moyens de régulation comporte un moyen de commande  
25 pour moduler la tension d'alimentation desdits au moins deux bobinages selon une modulation d'impulsion en largeur de type PWM.

Avantageusement, l'actionneur électromagnétique comporte un premier et un second bobinages.

Selon un mode développement de l'invention, les moyens de commutation comportent un premier moyen d'ouverture connecté en série entre une première borne du premier bobinage et une première borne d'alimentation en tension, une deuxième borne du premier bobinage étant connectée à une seconde borne d'alimentation en tension à travers le transistor de commande. Les moyens de commutation comportent un second moyen d'ouverture connecté en série entre la seconde borne du premier bobinage et une seconde borne du second bobinage, ledit second bobinage ayant une première borne reliée à la première borne d'alimentation en tension et la deuxième borne reliée à la seconde borne d'alimentation en tension à travers le transistor de commande. Un troisième moyen d'ouverture est directement connecté en série entre seconde borne du second bobinage et la première borne du second bobinage. Au moins une diode de roue libre est connectée en parallèle et en inverse entre la seconde borne du premier bobinage et la première borne du second bobinage. Les trois moyens d'ouverture sont disposés pour recevoir des ordres des moyens d'appel ou de maintiens de manière à se placer respectivement dans un état d'ouverture ou de fermeture, les bobinages étant en mode série lorsque les premier et second moyens d'ouverture ont ouverts et le troisième moyen d'ouverture est fermé, les bobinages étant en mode parallèle lorsque les premier et second moyens d'ouverture sont fermés et le troisième moyen d'ouverture est ouvert.

De préférence, les moyens de commande comportent des moyens de mesure destinés à détecter le courant passant à travers les deux bobinages.

Selon un mode développement de l'invention, les moyens de commande comportent des moyens de retombée disposés de manière à commander une contre-tension fournie aux deux bobinages, et commander les moyens de commutation pour placer les deux bobinages en mode parallèle pour engendrer un troisième flux magnétique de retombée pour ouvrir *l'actionneur*.

De préférence, les moyens de retombée comportent un quatrième moyen d'ouverture connecté en série avec la diode de roue libre, une diode Zener connectée en parallèle et en inverse aux bornes de la diode de roue libre, le quatrième moyen d'ouverture étant disposé pour être piloté par la sous-unité de

commande de manière à se placer dans un état d'ouverture et déconnecter la diode de roue libre, une contre-tension étant appliquée aux bornes des bobinages.

De préférence, les moyens de commande comportent des moyens de mesure de tension apte à détecter la tension entre la première et seconde borne d'alimentation en tension avant l'opération de fermeture, et à commander la tension fournie aux bobinages en fonction de la tension d'alimentation détectée pendant l'opération de fermeture.

De préférence, l'actionneur électromagnétique comporte un premier et un second bobinages ayant la même résistance ohmique.

De préférence, les bobinages sont identiques et comportent la même inductance et le même nombre de spires.

Avantageusement, les bobinages sont disposés sur deux bobines séparées.

Avantageusement, les bobinages sont cylindriques et alignés selon le même axe longitudinal.

Dans un mode de réalisation particulier, l'actionneur électromagnétique comporte des moyens de test commandant de manière cyclique le changement de configuration desdits aux moins deux bobinages au cours de la phase de maintien, les moyens de test envoyant des ordres aux moyens de commutations pour placer temporairement lesdits aux moins deux bobinages en parallèle.

#### BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, et représentés aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 représente un schéma électrique d'un actionneur électromagnétique à au moins deux bobinages selon un premier mode préférentiel de réalisation de

l'invention ;

la figure 2 représente un schéma électrique d'un actionneur électromagnétique à au moins deux bobinages selon un second mode préférentiel de réalisation de l'invention ;

- 5 la figure 3 représente un schéma électrique d'une variante de réalisation des moyens de commutation d'un actionneur électromagnétique selon le premier mode préférentiel de réalisation de la figure 1 ;

la figure 4 représente un schéma électrique d'une variante de réalisation des moyens de commutation d'un actionneur électromagnétique selon les modes de  
10 réalisation des figures 1 et 2 ;

la figure 5 représente des courbes traçant l'évolution du rapport des tensions maxi et mini d'alimentation en fonction du rapport des courants d'appel et de maintien ;

la figure 6 représente une vue en perspective d'un mode particulier de  
15 réalisation d'un actionneur selon les modes de réalisation des figures 1 et 2.

#### DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

Selon un premier mode préférentiel de réalisation, l'actionneur électromagnétique comprend un circuit magnétique fixe en matériau ferromagnétique. Le circuit magnétique comprend une culasse ferromagnétique 2  
20 s'étendant selon un axe longitudinal Y. Un noyau ferromagnétique mobile 3 est placé à en vis-à-vis de la culasse. Ledit noyau est monté à coulissement axial selon l'axe longitudinal Y de la culasse. L'actionneur électromagnétique comprend au moins deux bobinages L1, L2. Lesdits aux moins deux bobinages s'étendent de préférence selon l'axe longitudinal Y.

25 A titre d'exemple tel que représenté sur la figure 6, l'actionneur est de type E. Il peut être envisagé d'autre géométrie d'actionneur à noyau plongeur telle que des actionneurs de type U. Les actionneurs peuvent comporter ou ne pas comporter d'épanouissement polaire ou d'aimants permanents.

Selon un mode préférentiel de réalisation de l'invention, l'actionneur comprend un premier et un second bobinages L1, L2. Des moyens de commutations 10 placent lesdits au moins deux bobinages L1, L2 en série ou parallèle en fonction de la phase de fonctionnement de l'actionneur.

- 5 Lesdits au moins deux bobinages L1, L2 sont connectés en parallèle pendant une phase d'appel durant laquelle l'actionneur de ferme. Pendant une opération de fermeture de l'actionneur, lesdits au moins deux bobinages L1, L2 engendrent un premier flux magnétique d'appel  $\Phi_{appel}$  pour déplacer le noyau mobile 3 d'une première position P1 à une seconde position P2.
- 10 Lesdits au moins deux bobinages sont connectés en série pendant une phase de maintien durant laquelle l'actionneur est maintenu dans une position de fermeture. Lesdits au moins deux bobinages L1, L2 engendrent un second flux magnétique de maintien  $\Phi_{maintien}$  pour garder le noyau 16 mobile dans sa seconde position P2.
- 15 Des moyens de commande 20 commandent les moyens de commutation 10 pour placer les desdits au moins deux bobinages L1, L2 en mode parallèle ou en mode série.

Des moyens de commande 20 comportent des moyens de régulation 22 du courant électrique circulant dans lesdits au moins deux bobinage L1, L2. Les  
20 moyens de régulation 22 comporte un transistor de commande TC pour moduler la tension fournie aux dits au moins deux bobinages L1, L2 selon une modulation d'impulsion en largeur de type PWM.

Les moyens de commande 20 comportent des moyens d'appel 23B, 24, 21, 22  
25 disposés de manière à commander la tension fournie aux dits au moins deux bobinages L1, L2 pendant une opération de fermeture de l'actionneur.

Les moyens de commande 20 comportent des moyens de maintien 23B, 24, 21, 22 disposés de manière à commander le courant électrique fourni aux dits au moins deux bobinages L1, L2 pendant une opération de maintien de l'actionneur

en position fermée.

Selon un premier mode de réalisation préférentiel de l'invention représenté sur la figure 1, les moyens de commutation 10 comportent un premier moyen d'ouverture T1 connecté en série entre une première borne L1a du premier bobinage L1 et une première borne d'alimentation en tension A. Une deuxième borne L1b du premier bobinage L1 est connectée à une seconde borne d'alimentation en tension B à travers un transistor de commande TC des moyens de régulation 22.

Les moyens de commutation 10 comportent un second moyen d'ouverture T2 connecté en série entre la seconde borne L1b du premier bobinage L1 et une seconde borne L2b du second bobinage L2. Ledit second bobinage L2 a une première borne L2a reliée à la première borne d'alimentation en tension A et la deuxième borne L2b reliée à la seconde borne d'alimentation en tension B à travers le transistor de commande TC.

Un troisième moyen d'ouverture T3 est directement connecté en série entre seconde borne L2b du second bobinage L2 et la première borne L1a du second bobinage L2.

Comme représenté sur les figures 1 et 2, au moins une diode de roue libre D2 est connectée en parallèle et en inverse entre la seconde borne L1b du premier bobinage L1 et la première borne L2a du second bobinage L2. La diode D2 n'est donc pas passante lorsque la première borne d'alimentation en tension A est alimentée avec une tension positive.

Les trois moyens d'ouverture T1, T2, T3 sont disposés pour recevoir des ordres d'une sous-unité de commande 24 de manière à se placer respectivement dans un état d'ouverture et de fermeture et inversement. Les bobinages L1, L2 sont en mode série lorsque les premier et second moyens d'ouverture T1, T2 sont ouverts et le troisième moyen d'ouverture T3 est fermé. Les bobinages L1, L2 sont en mode parallèle lorsque les premier et second moyens d'ouverture T1, T2 sont fermés et le troisième moyen d'ouverture T3 est ouvert.

De préférence, les premier et second moyens d'ouverture T1, T2 comportent respectivement un transistor pouvant être commandé par la sous-unité de commande 24 des moyens de commande 20. En outre, le troisième moyen d'ouverture T3 comporte de préférence un transistor commandé par la sous-unité  
5 de commande 24.

Les moyens de commande 20 comportent des moyens de mesure R1 destinés à détecter le courant passant à travers les deux bobinages L1, L2. Les moyens de mesure R1 comporte une résistance de mesure du courant connectée en série entre le transistor de commande TC et la seconde borne d'alimentation en tension  
10 B.

Selon une variante de réalisation du premier mode préférentiel telle que représenté sur la figure 3, le troisième moyen d'ouverture T3 comporte une diode de commutation D1 connectée en en parallèle et en inverse au second bobinage L2. L'ajout de la diode de commutation D1 permet de garantir un bon  
15 fonctionnement si l'actionnement des premier et second moyens d'ouverture T1, T2 n'est pas synchronisé.

Selon un mode particulier de réalisation du premier mode préférentiel, l'actionneur électromagnétique comporte une première et une seconde bobine L1, L2. Les deux bobines L1, L2 ont des bobinages identiques, et donc des  
20 résistances ohmiques sensiblement identiques, le même nombre de spires ainsi que la même inductance. De préférence, les bobines L1, L2 sont cylindriques et alignées selon le même axe longitudinal Y.

Grâce à cette configuration, on peut dissocier les contraintes antagonistes rencontrées en phase d'appel et en phase de maintien. En outre, l'actionneur  
25 selon l'invention peut être utilisé pour une large plage de tension d'alimentation ce qui le rend très polyvalent.

Les résistances mini et maxi du ou des bobinages utilisés fixent la largeur de la plage de tension d'alimentation  $U_{\text{maxi}}/U_{\text{mini}}$  en fonction du courant d'appel et de maintien et des rapports cycliques de commande de régulation. Dans une

configuration traditionnelle où un seul bobinage est utilisé avec une régulation du courant à l'appel et au maintien, le rapport entre la tension maxi d'utilisation et la tension mini est définie de la façon suivante :

$$U_{\text{maxi}}/U_{\text{mini}}=(\tau_{\text{maxi}}\times R_{\text{bobine}_{\text{mini}}})/(\tau_{\text{min}}\times R_{\text{bobine}_{\text{maxi}}})\times 1/(I_{\text{appel}}/I_{\text{maintien}})$$

- 5 où  $\tau_{\text{maxi}}$  est égal au rapport entre la durée d'impulsion maxi et à la période d'envoi des impulsions et  $\tau_{\text{min}}$  correspond au rapport entre la durée d'impulsion mini et à la période d'envoi des impulsions.  $R_{\text{bobine}_{\text{maxi}}}$  est égal à la résistance maxi du bobinage en phase l'appel et  $R_{\text{bobine}_{\text{mini}}}$  est égal la résistance mini du bobinage en phase de maintien.

- 10 Dans une configuration traditionnelle, la variation de la résistance du bobinage dépend alors essentiellement de la température.

Selon l'invention, le rapport entre la tension maxi d'utilisation et la tension mini est définie de la façon suivante :

$$U_{\text{maxi}}/U_{\text{mini}}=k\times(\tau_{\text{maxi}}\times R_{\text{bobine}_{\text{mini}}})/(\tau_{\text{min}}\times R_{\text{bobine}_{\text{maxi}}})\times 1/(I_{\text{appel}}/I_{\text{maintien}})$$

- 15 Compte tenu que les résistances maxi et mini des bobinages à l'appel et au maintien sont ajustables et ne dépendent plus seulement de la température, on peut multiplier d'un facteur k le ratio entre la tension maxi d'utilisation et la tension mini  $U_{\text{maxi}}/U_{\text{mini}}$ . Par exemple, si les résistances des deux bobinages L1, L2 sont identiques, le passage entre le mode série et le mode parallèle permet d'obtenir  
20 un facteur k égal à 4. On peut alors augmenter la largeur de la plage de tension d'alimentation et/ou le ratio du courant appel/maintien selon les besoins en relâchant ainsi la contrainte sur l'impédance vue par le circuit de commande.

La courbe en pointillés 50 de la figure 5 représente l'évolution du rapport des tensions  $U_{\text{maxi}}/U_{\text{mini}}$  en fonction du rapport des courants d'appel et de maintien

$I_{appel}/I_{maintien}$  lorsque l'impédance des bobinages varie entre la phase d'appel et la phase de maintien. La courbe en trait plein 51 représente l'évolution du rapport des tensions  $U_{maxi}/U_{mini}$  en fonction du rapport des courants d'appel et de maintien  $I_{appel}/I_{maintien}$  lorsque l'impédance des bobinages ne varie pas.

- 5 Comme représenté sur la figure 5, on peut ainsi accroître soit la largeur de la plage de tension  $U_{maxi}/U_{mini}$  et/ou le ratio entre le courant d'appel et de maintien  $I_{appel}/I_{maintien}$ . Pour obtenir une plage de tension maximale  $U_{maxi}/U_{mini}$  et un ratio courant  $I_{appel}/I_{maintien}$  le plus important, il est souhaitable de disposer d'un bobinage ayant la résistance la plus faible à l'appel et la plus élevée au maintien.
- 10 Selon un mode particulier de réalisation, la résistance peut facilement être multipliée par 4 ( $K=4$ ) entre l'appel et le maintien.

Selon un second mode préférentiel de réalisation présenté sur la figure 2, les moyens de commande 20 de l'actionneur électromagnétique comportent des moyens de retombée 23A, 24. Les moyens de retombée 23A, 24 sont disposés

15 de manière à commander une contre-tension fournie aux deux bobinages L1, L2 et à commander les moyens de commutation 10 pour placer les deux bobinages L1, L2 en mode parallèle pour engendrer un troisième flux magnétique de retombée  $\Phi_{retombé}$  pour ouvrir l'actionneur.

Les moyens de retombée 23A, 24 comportent un quatrième moyen d'ouverture

20 T4 connecté en série avec la diode de roue libre D2. Ils comportent une diode Zener Dz connectée en parallèle et en inverse aux bornes de la diode de roue libre D2. Le quatrième moyens d'ouverture T4, de préférence un transistor, est disposé pour recevoir des ordres de la sous-unité de commande 24 de manière à se placer dans un état d'ouverture et déconnecter la diode de roue libre D2, une

25 contre-tension étant alors appliquée aux bornes des bobinages L1, L2.

Les moyens de retombée 23A, 24 comportent un cinquième moyen d'ouverture T5 connecté en série avec la diode Zener Dz. Le cinquième moyen d'ouverture T5

est disposé pour recevoir ordres de la sous-unité de commande 24 de manière à se placer dans un état de fermeture pendant une opération de retombée, le cinquième moyen d'ouverture T5 étant ouvert pendant les opérations de fermeture ou de maintien de l'actionneur.

- 5 Les moyens de retombée autorisent le passage des bobinages L1, L2 dans un mode parallèle et facilitent la retombée de l'électro-aimant en diminuant le niveau de contre tension nécessaire. Cela entraîne une simplification des circuits électroniques notamment en ce qui concerne des composants Asics qui pourront fonctionner à des tensions plus basse. Ainsi, par rapport aux solutions connues,
- 10 pour une même valeur de courant au maintien et pour la même valeur de contre tension, le passage en mode parallèle des bobinages permet de démagnétiser plus rapidement et donc d'ouvrir plus rapidement l'actionneur. En outre, pour une même valeur de courant au maintien, pour un même temps de démagnétisation, le fait de placer les bobinages en mode parallèle permet de démagnétiser avec
- 15 une contre tension plus faible. A titre d'exemple, on obtient une même vitesse de d'ouverture avec une valeur de contre tension deux fois plus faible.

Selon une autre variante de réalisation du deuxième mode préférentiel, le troisième moyen d'ouverture T3 comporte un transistor connecté en série avec la diode de commutation D1.

- 20 Selon les modes de réalisations représentés sur les figures 1 et 2, les moyens de commande 20 comportent des moyens de mesure tension 25 conçus pour détecter la tension  $U_{AB}$  entre la première et seconde borne d'alimentation en tension A, B avant l'opération de fermeture, et commander la tension fournie aux bobinages L1, L2 en fonction de la tension  $U_{AB}$  d'alimentation détectée pendant
- 25 l'opération de fermeture.

Selon une variante de réalisation des modes préférentiels de réalisation, chaque bobinage L1, L2 peut comporter une diode de roue libre connectée en parallèle et en inverse à ces bornes.

- Lorsque les ordres de commande envoyés à l'actionneur, notamment au
- 30 moment de la phase de maintien, sont transmis sur de longues distances avec

des lignes électriques, la présence de capacités parasites sur les lignes électriques peut générer une tension résiduelle aux bornes de l'actionneur. Cette tension résiduelle peut notamment modifier le temps nécessaire à la détection de la tension de retombée. A titre d'exemple, le temps nécessaire à la détection de la tension de retombée peut être augmenté.

Ainsi, avec des actionneurs de très faible consommation électrique et en présence de très grandes longueurs de câble d'alimentation, l'annulation de la tension d'alimentation ne provoque pas immédiatement l'ouverture de l'actionneur. Les capacités parasites sont chargées et se comportent comme un filtre ou un écran. Ce problème est incontournable lorsque l'actionneur est à très faible consommation et est alimenté avec une tension élevée.

L'effet néfaste des capacités parasites sur le temps d'ouverture d'un actionneur peut être limité en réduisant l'impédance de l'actionneur vue de la source d'alimentation en tension. En effet, le fait de réduire l'impédance de l'actionneur permet d'absorber une quantité totale d'énergie plus importante, en absorbant notamment celle contenue dans les capacités parasites.

La quantité d'énergie totale absorbée dans ces conditions est cependant limitée par la capacité de l'actionneur à supporter des contraintes thermiques. L'énergie due à une variation de tension de la source d'alimentation en présence de capacités parasites doit pouvoir être détectée et absorbée sans provoquer un échauffement excessif de l'actionneur.

Selon un mode particulier de réalisation des modes précédents, les moyens de commande de l'actionneur électromagnétique comportent des moyens de test commandant de manière cyclique le changement de configuration desdits aux moins deux bobinages L1, L2. Au cours de la phase de maintien, les moyens de test envoient des ordres aux moyens de commutations pour placer temporairement lesdits aux moins deux bobinages L1, L2 en parallèle. La réduction d'impédance de l'actionneur se fait alors au travers du changement de configuration des bobinages du mode série au mode parallèle. Le fait de placer les bobinages L1, L2 en mode parallèle a pour conséquence de réduire l'impédance de l'actionneur d'un facteur k, le facteur k étant égale au rapport

entre la résistance des bobinages L1, L2 en mode série et la résistance des bobinages en mode parallèle.

La constante de temps du circuit électrique RLC constitué des bobinages L1, L2 et des capacités parasites est aussi réduite d'un facteur k. La chute de la tension aux bornes desdites capacités est donc plus rapide et le temps de détection de la tension de retombée est ainsi réduit d'un facteur k. On peut encore augmenter la rapidité de la chute de tension en augmentant le niveau du courant de consigne de la régulation bobine. Dans ce dernier cas, on sera limité par un risque d'échauffement de l'actionneur. Le changement de configuration série-parallèle 5 être fait de préférence de manière cyclique. La durée de cette phase de test, pendant laquelle les bobinages sont placés en mode parallèle, doit être intégrée dans le temps de détection de la tension de retombée. 10

## REVENDEICATIONS

### 1. Actionneur électromagnétique comprenant :

- un circuit magnétique formé d'une culasse ferromagnétique (2) s'étendant selon un axe longitudinal (Y), et d'un noyau ferromagnétique mobile (3) monté à coulissement axial selon l'axe longitudinal (Y) de la culasse,
  - au moins deux bobinages (L1, L2),
  - des moyens de commutation (10) des bobinages (L1, L2) d'une position série à une position parallèle et inversement,
- caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de commande (20) comprenant :
- des moyens de régulation (22) du courant électrique circulant dans lesdits au moins deux bobinages (L1, L2),
  - des moyens d'appel (23B, 24, 21, 22) disposés de manière à :
    - commander la tension fournie aux dits au moins deux bobinages (L1, L2) pendant une opération de fermeture de l'actionneur, et
    - commander les moyens de commutation (10) pour placer lesdits au moins deux bobinages (L1, L2) en mode parallèle pour engendrer un premier flux magnétique d'appel ( $\phi_{appel}$ ) pour fermer l'actionneur,
  - des moyens de maintien (23B, 24, 21, 22) disposés de manière à :
    - commander le courant fourni aux desdits au moins deux bobinages (L1, L2) pendant une opération de maintien de l'actionneur en position fermée et,
    - commander les moyens de commutation (10) pour placer lesdits au moins deux bobinages (L1, L2) en mode série pour engendrer un second flux magnétique de maintien ( $\phi_{maintien}$ ).

- ### 2. Actionneur électromagnétique selon la revendication 1 caractérisé en ce que les moyens de régulation (22) comporte un moyen de commande (TC) pour moduler la tension d'alimentation desdits au moins deux bobinages (L1, L2) selon une modulation d'impulsion en largeur de type PWM.

3. Actionneur électromagnétique selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce qu'il comporte un premier et un second bobinages (L1, L2).
4. Actionneur électromagnétique selon la revendication 3 caractérisé en ce que les moyens de commutation (10) comportent :
  - 5 - un premier moyen d'ouverture (T1) connecté en série entre une première borne (L1a) du premier bobinage (L1) et une première borne d'alimentation en tension (A), une deuxième borne (L1b) du premier bobinage (L1) étant connectée à une seconde borne d'alimentation en tension (B) à travers le transistor de commande (TC),
  - 10 - un second moyen d'ouverture (T2) connecté en série entre la seconde borne (L1b) du premier bobinage (L1) et une seconde borne (L2b) du second bobinage (L2), ledit second bobinage (L2) ayant une première borne (L2a) reliée à la première borne d'alimentation en tension (A) et la deuxième borne (L2b) reliée à la seconde borne d'alimentation en tension (B) à travers le transistor de commande TC,
  - 15 - un troisième moyen d'ouverture (T3) directement connecté en série entre seconde borne (L2b) du second bobinage (L2) et la première borne (L1a) du second bobinage (L2),
  - au moins une diode de roue libre (D2) connectée en parallèle et en inverse  
20 entre la seconde borne (L1b) du premier bobinage (L1) et la première borne (L2a) du second bobinage (L2),les trois moyens d'ouverture (T1, T2, T3) étant disposés pour recevoir des ordres des moyens d'appel ou de maintiens (23B, 24, 21, 22) de manière à se placer respectivement dans un état d'ouverture ou de fermeture ;
  - 25 - les bobinages (L1, L2) étant en mode série lorsque les premier et second moyens d'ouverture (T1, T2) sont ouverts et le troisième moyen d'ouverture (T3) est fermé,
  - les bobinages (L1, L2) étant en mode parallèle lorsque les premier et second moyens d'ouverture (T1, T2) sont fermés et le troisième moyen  
30 d'ouverture (T3) est ouvert.
5. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de commande (20) comportent

des moyens de mesure (R1) destinés à détecter le courant passant à travers les deux bobinages (L1, L2).

6. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de commande (20) comportent des moyens de retombée (23A, 24, 30) disposés de manière à :
- commander une contre-tension fournie aux deux bobinages (L1, L2),
  - commander les moyens de commutation (10) pour placer les deux bobinages (L1, L2) en mode parallèle pour engendrer un troisième flux magnétique de retombée ( $\phi_{\text{retomb}}$ ).
7. Actionneur électromagnétique selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de retombée (23A, 24, 30) comportent :
- un quatrième moyen d'ouverture (T4) connecté en série avec la diode de roue libre (D2),
  - une diode Zener (Dz) connectée en parallèle et en inverse aux bornes de la diode de roue libre (D2),
- le quatrième moyen d'ouverture (T4) étant disposé pour être piloté par la sous-unité de commande (24) de manière à se placer dans un état d'ouverture et déconnecter la diode de roue libre (D2), une contre-tension étant appliquée aux bornes des bobinages (L1, L2).
8. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de commande (20) comportent des moyens de mesure de tension (25) apte à :
- détecter la tension ( $U_{AB}$ ) entre la première et seconde borne d'alimentation en tension (A, B) avant l'opération de fermeture, et,
  - commander la tension fournie aux bobinages (L1, L2) en fonction de la tension ( $U_{AB}$ ) d'alimentation détectée pendant l'opération de fermeture.
9. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un premier et un second bobinages (L1, L2) ayant la même résistance ohmique

10. Actionneur électromagnétique selon la revendication 9, caractérisé en ce que les bobinages (L1, L2) sont identiques et comportent la même inductance et le même nombre de spires.
11. Actionneur électromagnétique selon l'une des revendications 9 à 10  
5 caractérisé en ce que les bobinages (L1, L2) sont disposés sur 2 bobines séparées.
12. Actionneur électromagnétique selon l'une des revendications 9 à 11 caractérisé en ce que les bobinages (L1, L2) sont cylindriques et alignés selon le même axe longitudinal (Y).
- 10 13. Actionneur électromagnétique selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de test commandant de manière cyclique le changement de configuration desdits aux moins deux bobinages (L1, L2) au cours de la phase de maintien, les moyens de test envoyant des ordres aux moyens de commutations (10) pour placer  
15 temporairement lesdits aux moins deux bobinages (L1, L2) en parallèle.

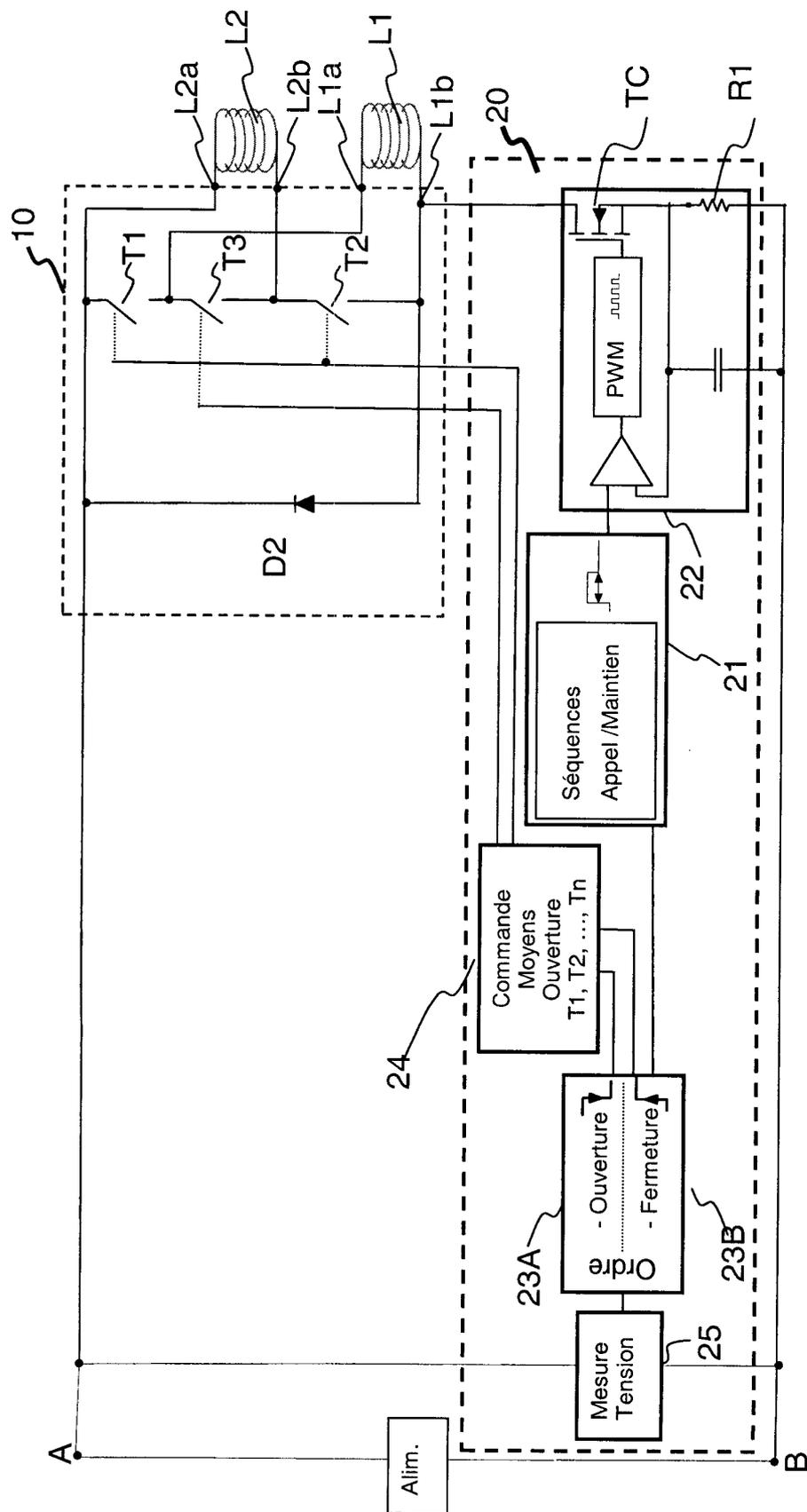


Fig. 1

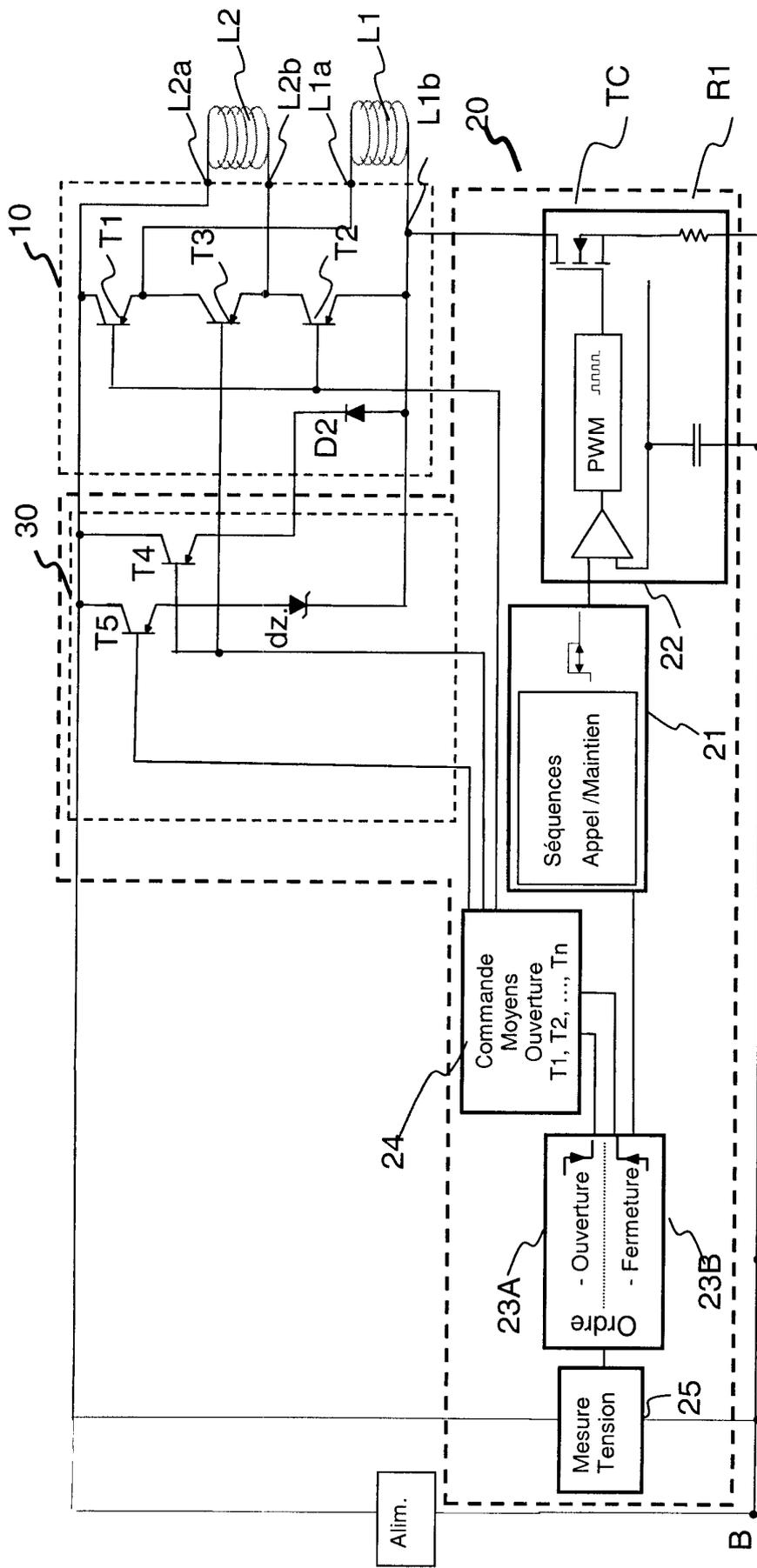


Fig. 2

3/4

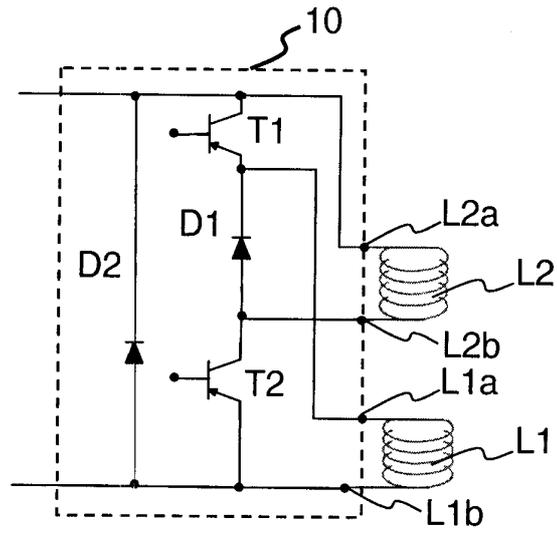


Fig. 3

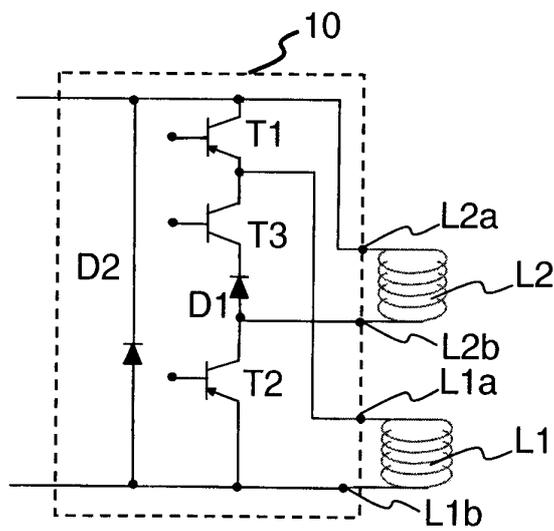


Fig. 4

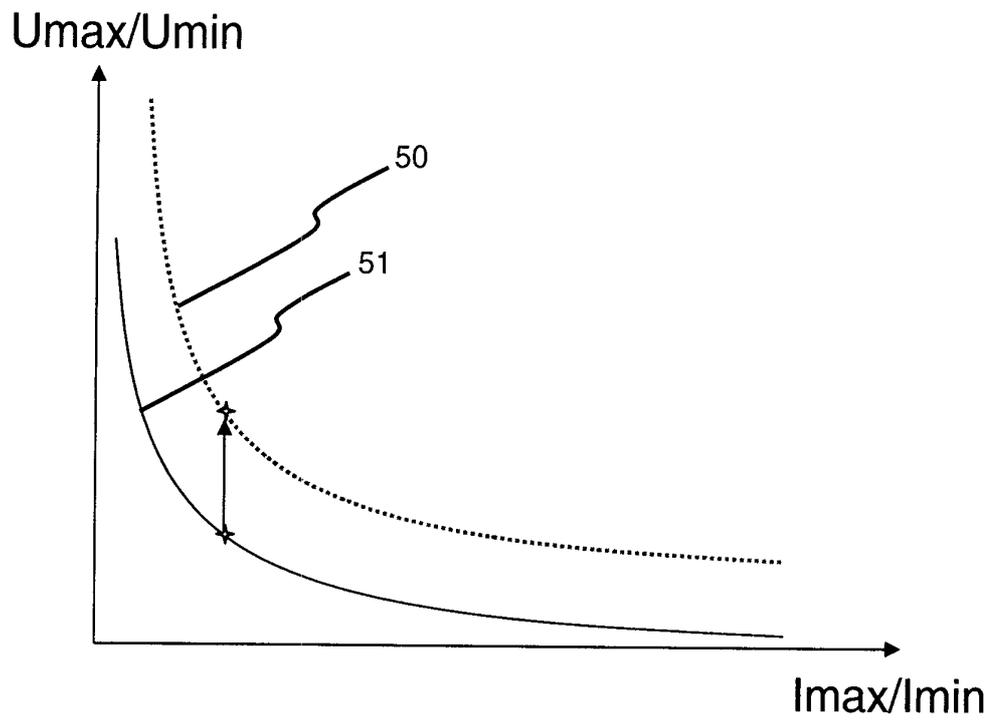


Fig. 5

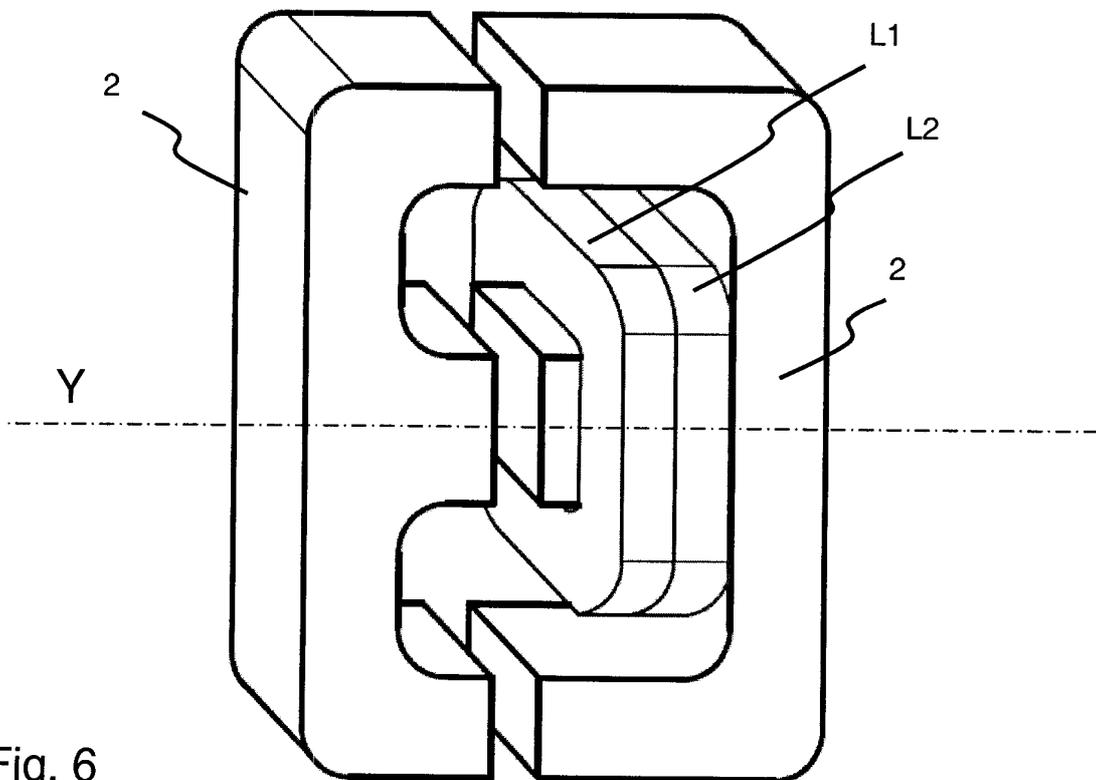


Fig. 6



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 695364  
FR 0705343

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 197 41 570 A1 (LEIBER HEINZ [DE]) 25 mars 1999 (1999-03-25) * le document en entier * -----	1-13	H01F7/06 H01H47/32
X	WO 99/06677 A (LSP INNOVATIVE AUTOMOTIVE SYST [DE]; LEIBER KARL HEINZ [DE]) 11 février 1999 (1999-02-11) * le document en entier * -----	1-13	
X	GB 1 502 676 A (IBM [DE]) 1 mars 1978 (1978-03-01) * page 2, ligne 64-75 * * page 6, ligne 53 - page 7, ligne 54; figures 13,14 * -----	1-13	
A	WO 02/061780 A (VENTURE SCIENT LLC [US]) 8 août 2002 (2002-08-08) * page 7, ligne 21 - page 8, ligne 17 * * page 19, ligne 3-27 * * page 47, ligne 4-11 * * page 82, ligne 16 - page 83, ligne 18; figure 10 * * page 96, ligne 1 - page 98, ligne 5; figure 13 * -----	1,4,6-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)  H01F H01H
A	US 4 688 138 A (NAGATA OSAMU [JP] ET AL) 18 août 1987 (1987-08-18) * colonne 4, ligne 1 - colonne 7, ligne 40; figures 1,2 * -----	1,4,6,7	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 mars 2008		Teske, Ekkehard	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0705343 FA 695364**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 14-03-2008

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19741570 A1	25-03-1999	AUCUN	
WO 9906677 A	11-02-1999	EP 0998623 A1	10-05-2000
GB 1502676 A	01-03-1978	CA 1016598 A1	30-08-1977
		DE 2421219 A1	06-11-1975
		FR 2269818 A1	28-11-1975
		IT 1034371 B	10-09-1979
		JP 995292 C	30-04-1980
		JP 50150821 A	03-12-1975
		JP 54028928 B	20-09-1979
		US 4072888 A	07-02-1978
WO 02061780 A	08-08-2002	CA 2436155 A1	08-08-2002
		EP 1356486 A1	29-10-2003
		JP 2004525592 T	19-08-2004
US 4688138 A	18-08-1987	DE 3576987 D1	10-05-1990
		EP 0184940 A2	18-06-1986
		JP 1417366 C	22-12-1987
		JP 61140113 A	27-06-1986
		JP 62027523 B	15-06-1987