

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication: **0 662 697 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **94402896.8**

(51) Int. Cl.⁶: **H01F 7/18, F01L 9/04**

(22) Date de dépôt: **15.12.94**

(30) Priorité: **07.01.94 FR 9400103**

(43) Date de publication de la demande:
12.07.95 Bulletin 95/28

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT

(71) Demandeur: **AUTOMOBILES PEUGEOT**
75, avenue de la Grande Armée
F-75116 Paris (FR)
Demandeur: **AUTOMOBILES CITROEN**
62 Boulevard Victor-Hugo
F-92200 Neuilly-sur-Seine (FR)

(72) Inventeur: **Venuti, Nicolas**
29, Rue de Grand Vaux
F-91360 Epinay sur Orge (FR)
Inventeur: **Beroff, Jacques**
6, Allée des Pins
F-78350 Jouy en Josas (FR)

(74) Mandataire: **Fabien, Henri et al**
PSA Peugeot Citroen
Département OPS/BPI
18, rue des Fauvelles
F-92250 La Garenne Colombes (FR)

(54) **Procédé de commande d'un actionneur électromagnétique bistable et dispositif pour sa mise en oeuvre.**

(57) Procédé de commande d'un actionneur électromécanique (1) à deux positions actives stables dans lequel la commutation de l'une à l'autre position active s'effectue en commandant la deuxième position lorsqu'un temps ΔT prédéterminé s'est écoulé depuis la fin de la commande de la première position active et vice-versa, comportant les étapes suivantes:

- a)- la commande est avancée par rapport au temps ΔT prédéterminé pour un fonctionnement optimal dans les conditions normales;
- b)- on coupe le courant d'excitation de l'électro-aimant actif à un moment déterminé par le déplacement de l'organe mobile (3,5);
- c)- on rétablit le courant d'excitation après une durée de coupure ΔT_c fonction du déplacement de l'organe mobile.

Le dispositif pour la mise en oeuvre du procédé comporte un capteur (6) de la position de l'organe mobile (3).

Application à la commande électromagnétique de soupapes.

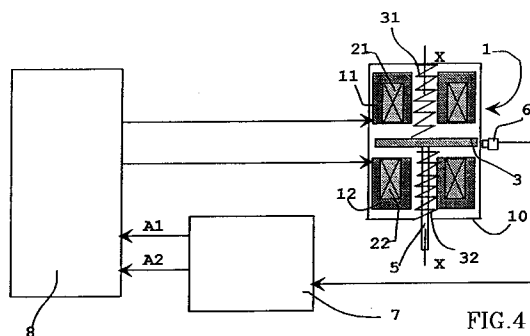


FIG. 4

EP 0 662 697 A1

L'invention concerne un procédé de commande d'un actionneur électromagnétique bistable destiné par exemple à la commande d'une soupape d'un moteur à combustion interne. Elle concerne également un dispositif de commande et un actionneur spécialement conçus pour la mise en oeuvre de ce procédé.

Les actionneurs concernés sont du type connu à deux états stables respectivement obtenus par
 5 l'excitation de la bobine de deux électro-aimants (figures 1a à 1c) dans l'entrefer desquels est disposée une armature mobile.

Dans les procédés connus, on passe du premier état stable au deuxième état stable et inversement en établissant le courant de la bobine du deuxième électro-aimant un certain temps ΔT après la coupure du courant de la bobine du premier électro-aimant. Pour que la capture de l'armature lâchée par le premier
 10 électro-aimant s'effectue de manière optimale, il faut que l'écart de temps ΔT soit convenablement choisi. Si ce temps est trop faible, l'énergie accumulée par l'armature mobile peut causer des rebonds, s'il est trop grand la capture peut ne pas avoir lieu.

Plus particulièrement, dans l'utilisation pour la commande de soupapes d'un moteur, de nombreux facteurs perturbants peuvent intervenir et modifier l'écart de temps qui serait optimal. C'est ainsi que le
 15 courant de charge des bobines dépend de l'état et de la température de la batterie du véhicule. Les résistances mécaniques sont également fonction de la température et notamment de la température de l'huile, ce qui introduit d'importants écarts entre démarrage à froid et moteur chaud. Le choix d'un ΔT constant conduit donc à des fonctionnements défectueux.

L'invention propose de remédier aux inconvénients ci-dessus dans un procédé de commande d'un
 20 actionneur électromécanique à deux positions actives stables et une position de repos, actionneur du type comportant une armature mobile liée à un organe à actionner, par exemple une soupape d'un moteur à combustion interne, cette armature étant disposée, dans l'entrefer séparant un premier et un deuxième électro-aimants identiques placés en vis-à-vis, à équidistance au repos des deux électro-aimants grâce aux forces de rappel opposées de deux ressorts identiques, procédé dans lequel la commutation de l'une à
 25 l'autre position active s'effectue en commandant l'excitation du deuxième électro-aimant lorsqu'un temps ΔT , prédéterminé pour les conditions normales de fonctionnement, s'est écoulé depuis la commande de coupure du courant d'excitation du premier électro-aimant et vice-versa.

Le procédé selon l'invention se caractérise par les étapes suivantes:

a)- la commande de l'excitation du deuxième électro-aimant est avancée par rapport au temps ΔT
 30 prédéterminé pour un fonctionnement optimal dans les conditions normales;
 b)- on coupe le courant d'excitation du deuxième électro-aimant à un moment déterminé par la vitesse de déplacement de l'organe mobile:
 c)- on rétablit le courant d'excitation après une durée de coupure fonction décroissante de la vitesse de déplacement de l'organe mobile.

De préférence, la coupure du courant d'excitation du deuxième électro-aimant est commandée lors du
 35 passage de l'armature mobile par une position de référence qui correspond avantageusement à la position de repos de l'armature.

Selon une autre caractéristique importante, la durée de la coupure est calculée en fonction du temps
 40 écoulé $T_C - T_P$ entre l'instant T_C du début de la coupure et l'instant T_P de la fin normale de la commande précédente.

De préférence dans ce cas, la durée ΔT_C de la coupure est une fonction croissante du temps écoulé T_C
 - T_P .

Un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention est du type comportant un actionneur électromécanique, à deux positions actives stables et une position de repos, dont l'armature mobile liée à
 45 un organe à actionner est disposée dans l'entrefer de deux électro-aimants identiques placés en vis-à-vis dans un boîtier et des moyens de commutation des courants de commande des électro-aimants, et se caractérise en ce qu'il comporte des moyens pour générer et délivrer aux moyens de commutations un signal lors du passage de l'armature mobile à une position prédéterminée de sa course.

De préférence, les moyens pour générer et délivrer le signal comportent un capteur de position lié au
 50 boîtier de l'actionneur qui peut avantageusement être disposé, pour détecter le passage de l'armature mobile, à équidistance des deux électro-aimants.

L'invention sera mieux comprise dans la description détaillée qui suit et se réfère aux dessins annexés donnés uniquement à titre d'exemple, et dans lesquels:

- les figures 1a à 1c montrent un actionneur connu dans ses positions stables;
- 55 - le graphique de la figure 2a montre la position **P** de l'armature en fonction du temps;
- les graphiques des figures 2b et 2c montrent les signaux de commande d'un procédé connu pour commander un tel actionneur;
- le graphique de la figure 2d montre l'intensité du courant d'une bobine en fonction du temps;

- les figures 3a et 3b montrent les défauts de capture de l'armature dans le procédé connu;
- la figure 4 est un schéma synoptique d'un dispositif pour la mise en oeuvre de l'invention.
- les figures 5a à 5e sont des diagrammes montrant le fonctionnement du procédé conforme à l'invention;
- 5 - la figure 6 montre en coupe axiale un actionneur conforme à l'invention appliqué à la commande d'une soupape.

Un actionneur électromécanique connu à deux positions stables et une position de repos est représenté aux figures 1a, 1b et 1c et désigné par la référence générale 1.

Il comporte, fixés dans un boîtier 10, deux électro-aimants 11 et 12 identiques comportant chacun une bobine d'excitation 21, 22. Une armature mobile 3 constituée d'un plateau en tôle magnétique est disposée dans l'entrefer **e** compris entre les deux électro-aimants disposés en vis-à-vis. Deux ressorts hélicoïdaux identiques 31 et 32 sont disposés selon l'axe XX de l'actionneur de part et d'autre du plateau 3 de façon à le maintenir au repos, c'est à dire lorsqu'aucune des bobines n'est excitée, à équidistance des deux électro-aimants (figure 1a). La tige 5 disposée axialement et fixée au centre du plateau 3 est reliée à l'organe à commander, non représenté.

La figure 1b montre une première position stable obtenue lorsque la bobine 21 de l'électro-aimant 11 est excitée alors que la bobine 22 de l'électro-aimant 12 ne l'est pas. L'armature 3 est dans ce cas collée à l'armature de l'électro-aimant 11. La figure 1c montre la deuxième position stable obtenue lorsque la bobine 22 est excitée alors que la bobine 21 ne l'est pas. L'armature 3 est dans ce cas collée à l'armature de l'électro-aimant 12.

Le procédé habituellement utilisé pour effectuer la commutation de la première position stable à la deuxième position stable va maintenant être décrit en référence aux figures 2a à 2d. La première position de l'armature 3 est représentée de **O** à **T1** par l'ordonnée **P1** et la deuxième position par l'ordonnée **P2** atteinte au temps **T2**. Les signaux de commande du courant dans les bobines 21 et 22 sont désignés respectivement par **A1** et **A2**. A l'état 1 de ces signaux la bobine correspondante est excitée. Pour faire passer l'armature 3 de **P1** à **P2**, on coupe d'abord le courant de la bobine 21 en faisant passer le signal **A1** de l'état 1 à l'état **O**. Un certain temps ΔT après cette coupure, on commande le courant **I** de la bobine 22 en faisant passer le signal **A2** de l'état **O** à l'état 1 et la charge de la bobine 22 évolue comme représenté à la figure 2d.

Pour que la capture de l'armature 3 par l'électro-aimant 12 se fasse de façon optimale, l'écart de temps ΔT doit être convenablement choisi pour éviter le non collage de l'armature (figure 3a), si l'énergie magnétique est insuffisante, ou des rebonds (figure 3b), s'il y a excès d'énergie.

En outre, dans l'application à la commande électromagnétique des soupapes d'un moteur à combustion interne, les conditions de fonctionnement liées au véhicule amènent des variations du courant d'appel représenté en figure 2d, par exemple lors d'un démarrage à froid et/ou si la charge de la batterie n'est pas optimale.

On est donc conduit à anticiper le passage de l'état **O** à l'état 1 du signal **A2** (ou du signal **A1**), par rapport au ΔT déterminé de façon optimale dans les conditions normales (moteur chaud, charge normale de la batterie) de façon à disposer d'assez d'énergie au moment du contact de l'armature 3 avec le circuit magnétique de l'électro-aimant 12 (ou 11) dans toutes les conditions, ce qui conduit à l'inconvénient des rebonds si les conditions sont normales.

Selon l'invention, on procède, pour remédier à ces inconvénients, de la façon qui va être exposée ci-dessous en référence aux figures 5a à 5e.

Sur ces figures l'origine des abscisses représente l'instant où la bobine de l'électro-aimant correspondant à l'état stable précédemment réalisé est désexcitée par passage du signal de commande correspondant de l'état 1 à l'état **O** à l'instant **Tp**. La commande de l'excitation de l'autre électro-aimant est avancée par rapport au temps Δt (figure 5b) prédéterminé pour un fonctionnement optimal dans les conditions normales, comme déjà exposé, à l'instant **Ta** (figure 5c).

On coupe ensuite le courant d'excitation de cet électro-aimant à un instant **Tc** déterminé par le déplacement de l'armature mobile 3, par exemple lors de son passage par un point **Pr** intermédiaire de sa course de **P1** en **P2** (figure 5a). On rétablit ensuite le courant d'excitation après une durée de coupure calculée en fonction du déplacement de l'armature 3, par exemple en fonction du temps écoulé entre la coupure en **Tp** et le passage de l'armature 3 par la position de référence **Pr**.

Si l'actionneur bistable utilisé est parfaitement symétrique comme celui décrit aux figures 1a à 1c, la position de référence **Pr** sera de préférence choisie à équidistance des deux électro-aimants et plus généralement elle correspondra à la position de repos de l'armature mobile 3 (figure 1a).

La durée de la coupure en fonction de la vitesse de déplacement de l'armature 3 est déterminée expérimentalement en fonction des caractéristiques de fonctionnement de l'organe à commander.

Par exemple, dans le cas de la commande d'une soupape d'admission de diamètre 32 mm et de 0,14 kg de masse, soupape correspondant à la plus petite des deux soupapes d'admission d'un moteur à quatre cylindres de cylindrée voisine de 1,9l, et dont la course de 6,5 millimètres doit être parcourue dans un temps constant de 5 millisecondes, l'instant T_P de la coupure du signal **A1** étant pris comme origine, les ordres de grandeurs peuvent être les suivants:

10

Commande normale	$\Delta T = 0,8 \text{ à } 1,4 \text{ ms}$
Commande avancée	$T_A = 0.5 \text{ ms}$
Interruption commandée	$T_C = 3 \text{ ms}$
Durée de l'interruption	$\Delta T_C = 0.4 \text{ ms}$

D'une façon générale pour obtenir une durée de coupure fonction décroissante de la vitesse de déplacement de l'organe mobile, ΔT_C sera une fonction croissante de $T_C - T_P$. On dose ainsi convenablement l'effort magnétique pour éviter les rebonds du plateau 3 tout en laissant une marge suffisante pour compenser les perturbations du mouvement du plateau.

En pratique on pourra retenir une fonction linéaire croissante de la forme

$$\Delta T_C = (T_C - T_P - \text{Init}) \times K$$

où K est une constante telle que $0 < K < 1$ et T_P une donnée du contrôle moteur.

Init est le temps qui s'écoule entre la fin de la commande de la bobine précédemment excitée et le moment où le plateau 3 décolle effectivement du circuit magnétique de cette bobine.

On va maintenant décrire un dispositif conçu pour la mise en oeuvre d'un procédé conforme à l'invention. Le dispositif (figure 4) comporte un actionneur 1 du type décrit précédemment et comportant en outre un capteur de position 6 apte à émettre un signal électrique lors du passage de l'armature 3 à sa position de repos. Un système de contrôle 7 reçoit, outre les informations habituelles par exemple en provenance de l'électronique de contrôle d'un moteur à combustion interne dont l'actionneur 1 commande une soupape, le signal émis par le capteur 6 au passage de l'armature 3.

Le système 7 élabore les signaux logiques **A1** et **A2** commandant respectivement les bobines 21 et 22, par l'intermédiaire d'un étage de puissance 8.

On va décrire maintenant une méthode qui peut être utilisée par le système de contrôle 7 pour déclencher le creux au temps T_C et calculer sa durée ΔT_C . Pour déterminer la durée $T_C - T_P - \text{Init}$, on pourrait bien sûr utiliser une méthode analogique mais on sait que les méthodes numériques sont plus précises et plus sûres, notamment en utilisant une horloge et un compteur décompteur. Pour multiplier $T_C - T_P - \text{Init}$ par le facteur K , il est alors avantageux d'utiliser deux bases de temps, l'une pour compter, l'autre pour décompter.

La fin de la commande **A1** de la bobine précédemment excitée doit d'abord être repérée, par exemple en effectuant une détection de front. L'instant T_P ainsi repéré est choisi comme origine. On initialise alors un compteur-décompteur à la valeur Init puis on décompte, lorsque le compteur arrive à zéro, on compte jusqu'au temps T_C de passage du plateau 3 devant le détecteur 6 en utilisant une première horloge. On obtient donc $T_C - T_P - \text{Init}$ en sortie du compteur-décompteur. Le début du creux est simultanément déclenché au temps T_C et on décompte alors avec une deuxième horloge. La fréquence des deux horloges étant dans le rapport K , on obtient bien une durée:

$$\Delta T_C = (T_C - T_P - \text{Init}) \times K$$

Il est intéressant d'utiliser le même circuit pour la commande de deux bobines en multiplexant les deux entrées et les deux sorties de commandes **A1** et **A2**.

Selon un mode préféré de réalisation d'un actionneur conforme à l'invention représenté à la figure 6 à échelle un, le capteur 6 est inséré dans la paroi extérieure du boîtier 10 à équidistance des armatures des bobines 11 et 12. Une soupape V et son siège S sont représentés dans la position intermédiaire correspondant à l'état de repos de l'actionneur. La queue de la soupape est confondue avec la tige 5 entraînée par l'armature mobile 3. La position d'équilibre **P1** correspond à la soupape fermée et la position **P2** à sa pleine ouverture.

Les ressorts 31 et 32 prennent respectivement appui, par leur extrémité opposée au plateau 3, sur le boîtier 10 et sur la culasse C du moteur.

L'actionneur comporte de la façon habituelle des moyens de réglage de la position de fermeture de la soupape V en appui sur son siège S. Ces moyens peuvent comporter des cales ou rondelles 102 disposées sous la bride 101 du boîtier 10 avant fixation sur la culasse C par des vis telles que 103. Il comporte également de façon habituelle des moyens de réglage de la position zéro correspondant à l'état de repos. Ces moyens peuvent être constitués par une vis 104 coopérant avec un taraudage correspondant du boîtier 10 et sur laquelle prend appui l'extrémité du ressort 31 opposée au plateau 3. Le déplacement axial de l'appui constitué par la vis 104 permet ainsi de régler la position de repos du plateau 3. Après réglage, la vis 104 est bloquée par un contre-écrou 105.

Pour que la position du capteur 6 sur la paroi du boîtier 10 corresponde aussi exactement que possible à la position zéro du plateau 3, ce capteur 6 est centré dans un alésage d'une entretoise cylindrique 106 qui détermine la largeur de l'entrefer **e** entre les armatures des électro-aimants 11,12, cet entrefer délimitant la course totale du plateau 3 entre ses deux positions stables extrêmes **P1,P2**.

Revendications

1. Procédé de commande d'un actionneur électromécanique (1) à deux positions actives stables et une position de repos, actionneur du type comportant une armature mobile (3) liée à un organe à actionner, par exemple une soupape (V) d'un moteur à combustion interne, cette armature étant disposée, dans l'entrefer (**e**) séparant un premier et un deuxième électro-aimants identiques (11,12) placés en vis-à-vis, à équidistance au repos des deux électro-aimants grâce aux forces de rappel opposées de deux ressorts identiques (31,32), procédé dans lequel la commutation de l'une à l'autre position active s'effectue en commandant l'excitation du deuxième électro-aimant lorsqu'un temps ΔT , prédéterminé pour les conditions normales de fonctionnement, s'est écoulé depuis la commande de coupure du courant d'excitation du premier électro-aimant et vice-versa, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes:
 - a)- la commande de l'excitation du deuxième électro-aimant est avancée par rapport au temps ΔT prédéterminé pour un fonctionnement optimal dans les conditions normales;
 - b)- on coupe le courant d'excitation du deuxième électro-aimant à un moment déterminé par la vitesse de déplacement de l'organe mobile (3,5);
 - c)- on rétablit le courant d'excitation après une durée de coupure ΔT_c fonction décroissante de la vitesse de déplacement de l'organe mobile.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la coupure du courant d'excitation du deuxième électro-aimant est commandée par le passage de l'armature mobile par une position de référence (**P_R**).
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la position de référence (**P_R**) correspond à la position de repos de l'armature (3).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la durée de la coupure est calculée en fonction du temps écoulé $T_c - T_p$ entre l'instant T_c du début de la coupure et l'instant T_p de la fin de la commande précédente.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la durée ΔT_c de la coupure est une fonction croissante du temps $T_c - T_p$.
6. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 5, comportant un actionneur électromécanique (1) à deux positions actives stables et une position de repos dont l'armature mobile liée à un organe à actionner (V) est disposée dans l'entrefer (**e**) de deux électro-aimants identiques (11,12) placés en vis-à-vis dans un boîtier (10) et des moyens de commutation des courants de commande des électro-aimants, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (6) pour générer et délivrer aux moyens de commutations un signal lors du passage de l'armature mobile à une position prédéterminée (**P_R**) de sa course.
7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens pour générer et délivrer le signal comportent un capteur de position (6) lié au boîtier de l'actionneur.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le capteur (6) est disposé pour détecter le passage de l'armature mobile (3) à équidistance des deux électro-aimants.

5 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le capteur (6) est inséré dans la paroi extérieure du boîtier (10).

10 10. Dispositif selon la revendication 8 ou la revendication 9, caractérisé en ce que le capteur (6) est centré dans une entretoise (106) délimitant la course totale du plateau (3) entre ses deux positions stables extrêmes (**P1,P2**).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

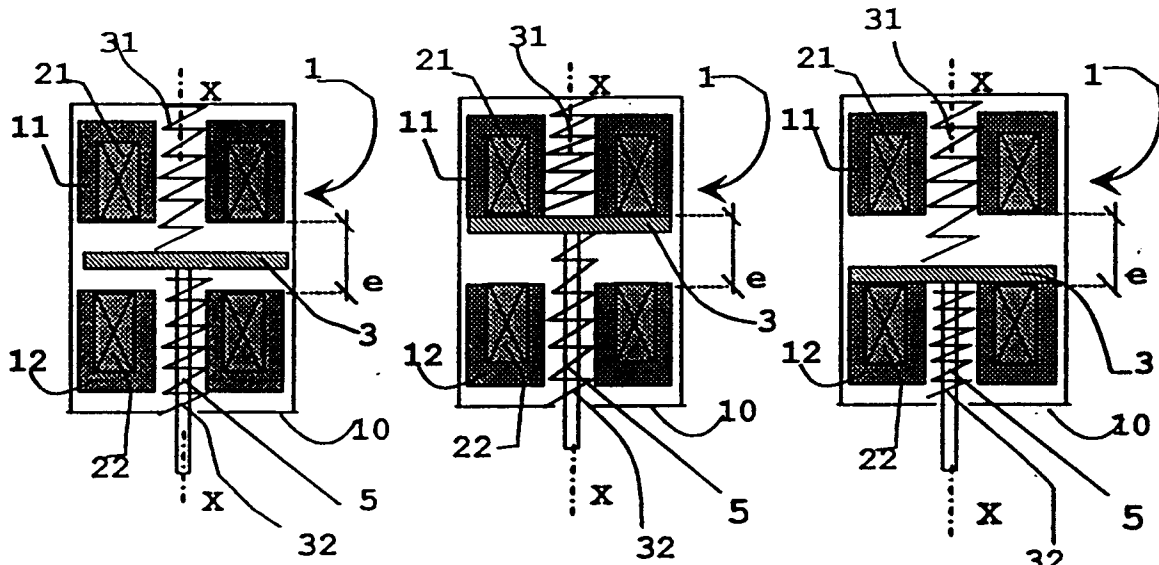


FIG. 1a

FIG. 1b

FIG. 1c

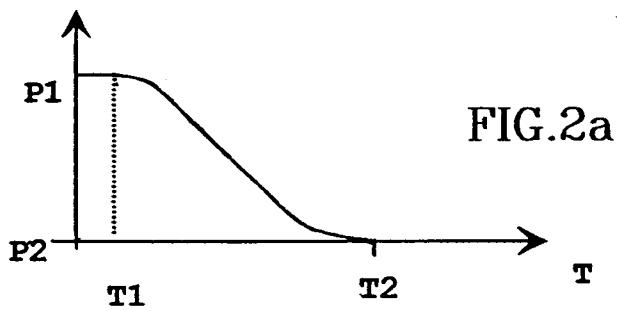


FIG. 2a

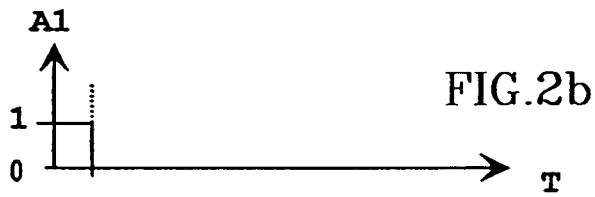


FIG. 2b

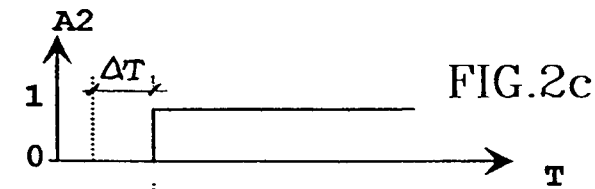


FIG. 2c

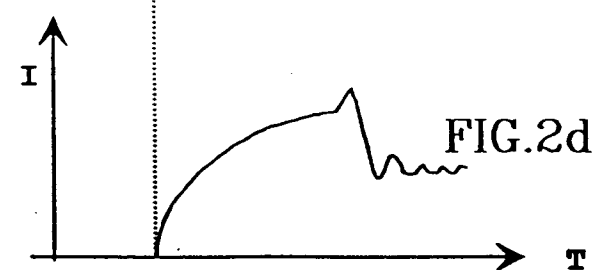


FIG. 2d

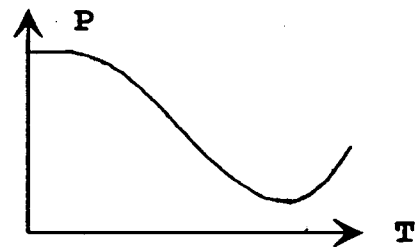


FIG. 3a

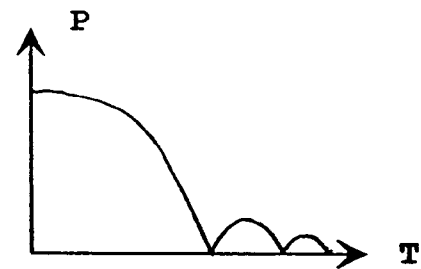
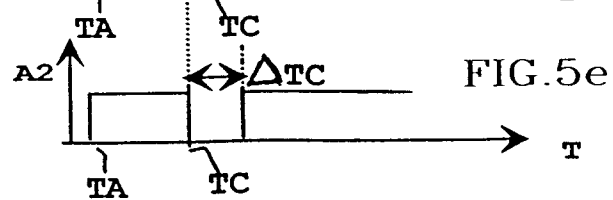
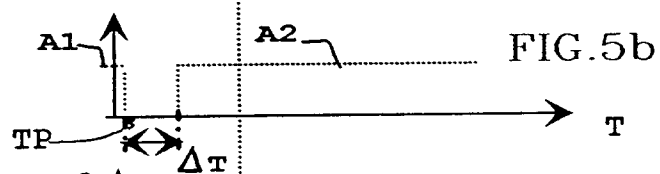
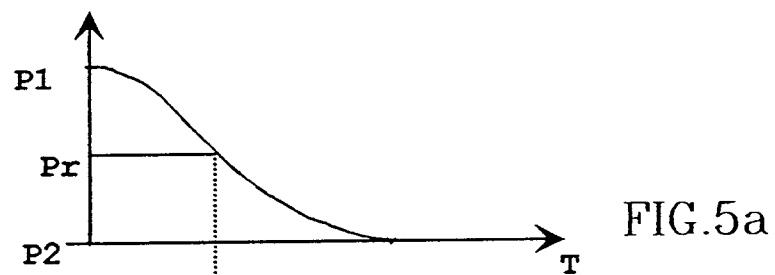
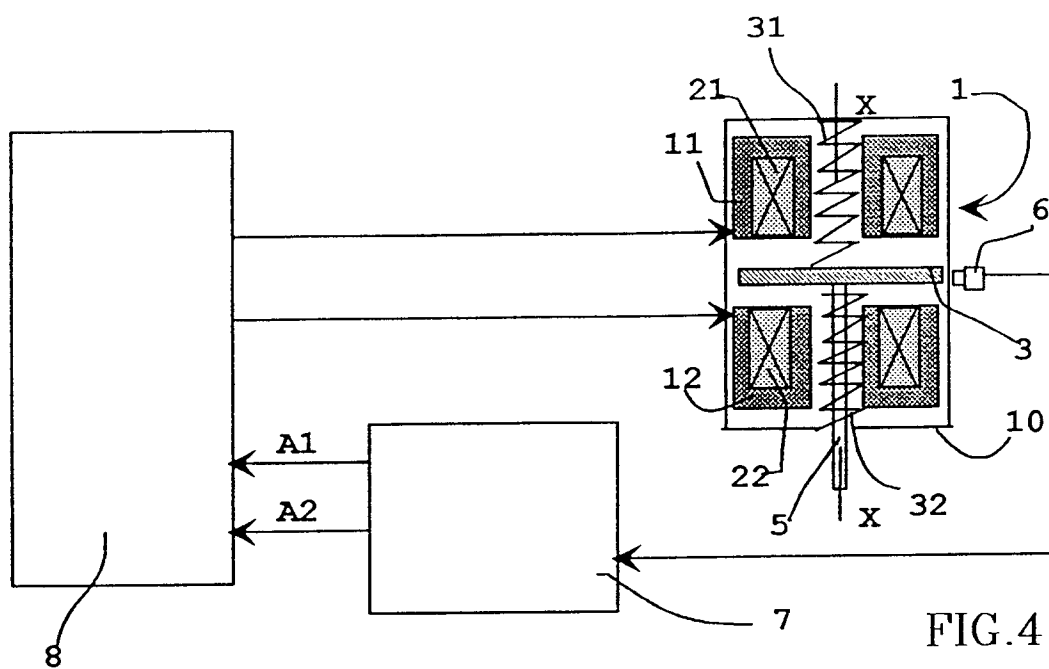
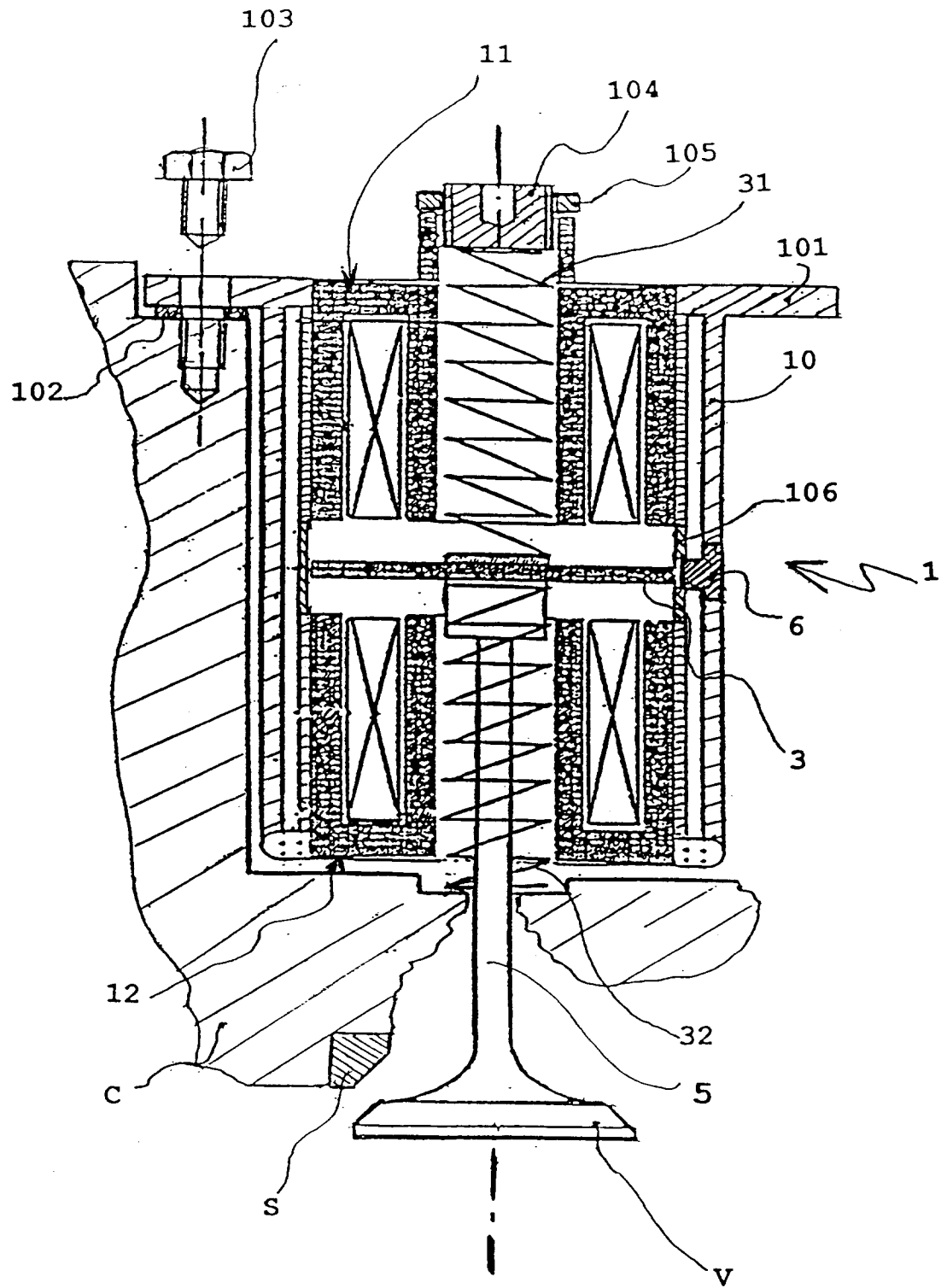


FIG. 3b







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 2896

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	EP-A-0 376 716 (ISUZU) * colonne 2, ligne 40 - ligne 47 * * colonne 3, ligne 33 - ligne 39 * * colonne 4, ligne 34 - ligne 53; figures 1,2 * ---	1,2,6,7	H01F7/18 F01L9/04
A	US-A-4 547 087 (HEIDER ET AL) * abrégé * * colonne 3, ligne 24 - ligne 37; figure 1 * ---	1	
A	WO-A-92 02712 (RICHARDS) ---		
A	DE-C-33 07 683 (KLOCKNER) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) H01F H01H F01L
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19 Avril 1995	Examineur Marti Almeda, R
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			