



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
30.03.2005 Bulletin 2005/13

(51) Int Cl.7: F01L 9/04

(21) Numéro de dépôt: 04300611.3

(22) Date de dépôt: 17.09.2004

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL HR LT LV MK

(72) Inventeur: Morin, Cédric
92190 Meudon (FR)

(74) Mandataire: Grynwald, Albert et al
Cabinet Grynwald
94, rue Saint Lazare
75009 Paris (FR)

(30) Priorité: 24.09.2003 FR 0350605

(71) Demandeur: Peugeot Citroen Automobiles SA
78140 Vélizy Villacoublay (FR)

(54) Dispositif de commande de soupape pour moteur à combustion interne et moteur à combustion interne comprenant un tel dispositif

(57) La présente invention concerne un dispositif (500) de commande d'une soupape (510) de moteur à combustion interne, ce dispositif comprenant un actionneur électromécanique (502), muni d'un aimant, et un processeur (501) commandant un courant ($I_{dé}$) de défluxage générant un champ magnétique opposé au champ magnétique de l'aimant, caractérisé en ce qu'il

comprend des moyens (501) pour commander ce courant ($I_{dé}$) de défluxage en fonction de la durée (dt) d'ouverture de la soupape (510) et des moyens pour déterminer une rapidité d'ouverture et/ou de fermeture de la soupape (510) à partir de cette durée (dt) d'ouverture, le courant ($I_{dé}$) de défluxage commandé assurant la rapidité d'ouverture et/ou de fermeture déterminée.

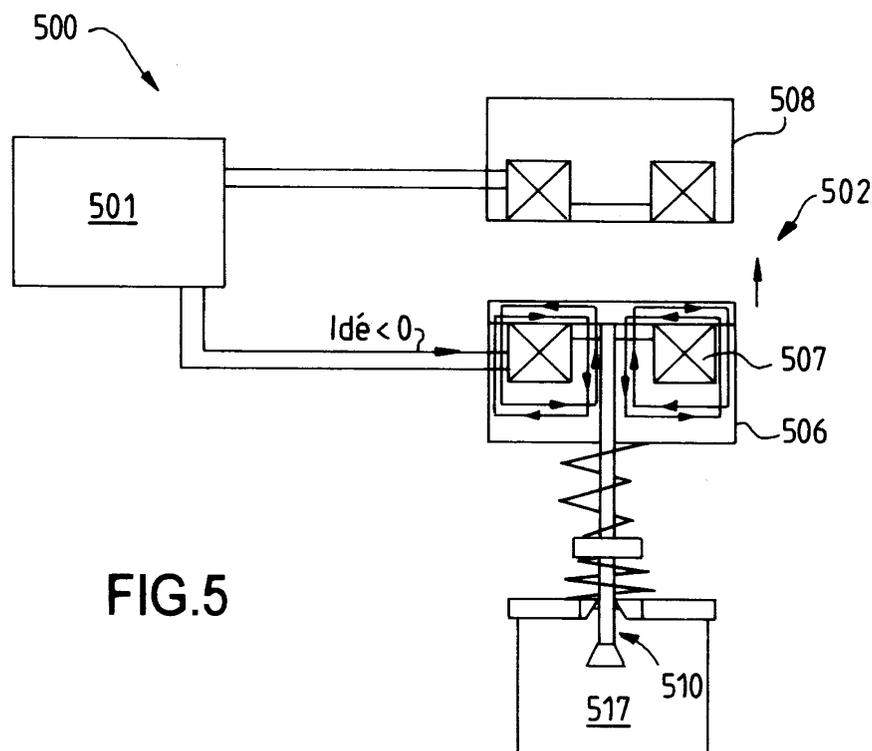


FIG.5

Description

[0001] La présente invention se rapporte à un dispositif de commande de soupape pour moteur à combustion interne et à un moteur à combustion interne comprenant un tel dispositif, notamment pour commander une soupape au moyen d'un actionneur électromécanique muni d'un aimant.

[0002] Un dispositif 100 (figure 1a) muni d'un actionneur 102 électromécanique de soupape 110 comporte généralement des ressorts 102 et 103 et des électroaimants 106 et 108 pour commander la position de la soupape 110 au moyen de signaux électriques contrôlés par un processeur 101.

[0003] Plus précisément, ces signaux électriques comprennent des courants destinés à générer des champs magnétiques permettant de déplacer ou de maintenir la soupape 110 dans une position donnée.

[0004] A cet effet, la queue de la soupape 110 est appliquée contre la tige 112 d'un plateau magnétique 114 mobile entre les deux électroaimants 106 et 108 afin que, en fonction des champs magnétiques auxquels est soumis le plateau, ce dernier se déplace ou se maintienne dans une position telle que la soupape 110 soit ouverte (figure 1a), permettant une admission de gaz dans le cylindre 117, ou fermée (figure 1b), bloquant l'admission de gaz dans ce cylindre 117.

[0005] Par exemple, le déplacement de la soupape 110 dans une position ouverte (figure 1a) est obtenu en commandant un courant I_{at} d'attraction dans la bobine 107 de l'électroaimant 106 qui attire alors le plateau 114 au moyen d'un champ magnétique H_{at} , la tige 112 du plateau déplaçant la soupape 110 en position ouverte.

[0006] Par ailleurs, l'actionneur 102 peut être muni d'aimants 118 (électroaimant 108) et 116 (électroaimant 106), ce dernier étant représenté sur la figure 1b, destinés à optimiser le fonctionnement du dispositif, notamment en réduisant le bruit de fonctionnement de l'actionneur et l'énergie nécessaire à l'attraction et au maintien du plateau 114 dans une position commutée.

[0007] A cet effet, chaque aimant est situé sur un électroaimant de façon à ce que son champ magnétique H_{ai} maintienne le plateau mobile contre cet électroaimant, comme montré sur la figure 1a.

[0008] Ainsi, le champ magnétique H_{ai} de l'aimant participe à l'attraction du plateau et, par la suite, ce champ magnétique H_{ai} permet de maintenir le plateau 114 contre un électroaimant avec un courant de maintien réduit, voire nul.

[0009] Toutefois, l'utilisation d'un aimant 118 (figure 1b) présente l'inconvénient que, lorsque le plateau 114 doit s'éloigner d'un électroaimant 108 muni de cet aimant 118 pour commander une commutation de la soupape 110, le champ magnétique H_{ai} généré par cet aimant exerce une force de rappel qui s'oppose à cet éloignement, ce qui perturbe la commande de la soupape 110 en ralentissant son déplacement ou en empêchant complètement sa transition.

[0010] Pour limiter cet inconvénient, il est connu de commander un courant $I_{dé}$, dénommé courant de défluxage, destiné à générer un champ magnétique $H_{dé}$ compensant, partiellement ou totalement, le champ magnétique H_{ai} généré par l'aimant 118 de l'électroaimant 108 de telle sorte que le plateau 114 est alors soumis à une force de rappel moindre.

[0011] Il convient de noter que le courant $I_{dé}$ de défluxage a un sens opposé dans les bobines d'un électroaimant au sens du courant I_{at} d'attraction.

[0012] L'influence du courant $I_{dé}$ de défluxage sur une commutation de soupape est détaillée ci-dessous à l'aide des figures 2a, qui représente la localisation (axe des ordonnées 200, en mm) du plateau magnétique 114 entre les deux électroaimants 106 et 108 en fonction du temps (axe des abscisses 202, en ms), et à l'aide de la figure 2b qui représente l'intensité et la durée du courant $I_{dé}$ de défluxage (axe des ordonnées 204) circulant dans la bobine 109 de l'électroaimant 108 en fonction de la même chronologie que celle de la figure 2a (axe des abscisses 202, en ms).

[0013] En comparant la rapidité de transition du plateau 114 de l'électroaimant 108 (200_{108}) jusqu'à l'électroaimant 106 (200_{106}) pour des courants $I_{dé1}$ et $I_{dé2}$ de défluxage d'intensité et de durée distinctes, on constate que la rapidité de la transition est d'autant plus importante que l'intensité et la durée de courant de défluxage sont élevées.

[0014] Empiriquement, la transition représentée par la courbe C1, en pointillés, utilisant un courant $I_{dé1}$ de durée et d'intensité inférieures à celles du courant $I_{dé2}$, requiert un délai plus important que la transition représentée par la courbe C2, en trait continu, associée à ce courant $I_{dé2}$.

[0015] Il convient donc de définir une stratégie de commande du processeur afin de déterminer le courant $I_{dé}$ de défluxage fournissant la commande de la soupape requise.

[0016] Toutefois, ce courant $I_{dé}$ de défluxage doit aussi être déterminé en considérant la consommation énergétique de l'actionneur afin d'optimiser cette dernière.

[0017] De fait, comme montré sur la figure 3, l'énergie requise par le courant de défluxage, représentée selon l'axe 302 des abscisses, influence la consommation électrique de l'actionneur (axe 304 des ordonnées) de telle sorte qu'un optimum énergétique 306 peut être obtenu pour un délai de commutation $\Delta t1$ (figure 4, l'axe des ordonnées 400 représentant des délais de commutation) supérieur au délai Δt_0 minimum de commutation, ce délai Δt_0 minimum requérant une énergie électrique plus importante.

[0018] Par ailleurs, le ralentissement de la soupape pour obtenir un temps de commutation plus important que le temps $\Delta t1$ de commutation optimal nécessite aussi plus d'énergie.

[0019] C'est pourquoi, pour optimiser le courant de défluxage commandé, il est connu de réduire l'intensité du courant $I_{dé}$ de défluxage au fur et à mesure que le

régime diminue.

[0020] Ainsi, on réduit la consommation de courant du dispositif à faible régime moteur tandis que l'allongement de la durée de commutation de la soupape peut correspondre au cycle moteur plus long d'un moteur à

faible régime.

[0021] La présente invention résulte de la constatation que la commande du courant de défluxage en fonction du seul régime moteur présente l'inconvénient de ne pas permettre une bonne optimisation du fonctionnement d'un actionneur à électroaimant.

[0022] De fait, l'utilisation d'un actionneur à électroaimant permet de commander une soupape en fonction de nombreux paramètres autres que le régime moteur, comme par exemple la pression des gaz à l'entrée d'un cylindre, le taux de gaz d'échappement recyclés dans les gaz d'admission, la quantité de gaz devant être admise dans le cylindre et/ou le nombre de soupapes actives.

[0023] De fait, une même durée d'ouverture d'une soupape peut être obtenue avec un nombre important d'états de fonctionnement du moteur si cet état du moteur est uniquement décrit par le régime moteur et/ou la charge du moteur.

[0024] Par exemple, la décélération d'un véhicule depuis un régime élevé par un levé de pied du conducteur vis-à-vis de la pédale d'accélération réduit la charge au minimum atteignable en fonction du régime jusqu'à un retour au régime moteur au ralenti.

[0025] Or, dans ce cas, on constate que ce ralentissement est obtenu avec une variation de régime et de charge tandis que la largeur du diagramme de soupape, ou durée d'ouverture des soupapes, appliquée est constante et correspond à la largeur minimum atteignable.

[0026] Inversement, à régime et charge constants, il est possible de constater une variation de la durée d'ouverture d'une soupape d'admission en fonction d'autres paramètres comme la pression de l'air d'admission, le nombre de soupapes actives, le nombre de cylindres actifs.

[0027] Aussi, il est nécessaire de prendre en compte dans la stratégie d'optimisation de commande du courant de défluxage un nombre important de paramètres décrivant l'état du moteur, rendant ainsi extrêmement complexe le fonctionnement et la mise au point d'une telle stratégie fonction du seul régime moteur.

[0028] Finalement, l'invention résulte de la constatation que, comme détaillé ultérieurement, une variation de la rapidité d'ouverture et/ou de fermeture d'une soupape a une influence d'autant plus faible que la durée pendant laquelle la soupape est ouverte et/ou fermée est grande.

[0029] C'est pourquoi, la présente invention concerne un dispositif de commande d'une soupape de moteur à combustion interne, ce dispositif comprenant un actionneur électromécanique muni d'un aimant et un processeur commandant un courant de défluxage générant un champ magnétique opposé au champ magnétique de

l'aimant, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour commander ce courant de défluxage en fonction de la durée d'ouverture de la soupape et des moyens pour déterminer une rapidité d'ouverture et/ou de fermeture de la soupape à partir de sa durée d'ouverture, le courant de défluxage commandé assurant la rapidité d'ouverture et/ou de fermeture déterminée.

[0030] Un tel dispositif présente l'avantage de contrôler le courant de défluxage de l'actionneur en fonction de la durée d'ouverture de la soupape sans préjuger de la façon dont elle est déterminée, et non pas en fonction de l'état du moteur, décrit par exemple par le régime moteur, comme divulgué par l'art antérieur, optimisant ainsi le fonctionnement de l'actionneur.

[0031] En d'autres termes, en considérant la durée d'ouverture de la soupape pour commander le courant de défluxage, l'invention permet l'application de différentes stratégies de commande d'une soupape sans avoir nécessairement connaissance du fonctionnement du moteur piloté par la dite soupape.

[0032] De fait, comme précédemment décrit, la durée d'ouverture d'une soupape n'est pas descriptive de l'état du moteur, et notamment de son régime.

[0033] Par ailleurs, comme détaillé ultérieurement, la détermination d'une rapidité d'ouverture et/ou de fermeture permet de minimiser la consommation énergétique de l'actionneur tout en correspondant au besoin énergétique du moteur.

[0034] Dans une réalisation, le dispositif comprend des moyens pour déterminer une rapidité d'ouverture et/ou de fermeture de la soupape à partir de sa durée d'ouverture, le courant de défluxage commandé assurant la rapidité d'ouverture et/ou de fermeture déterminée.

[0035] Selon une réalisation, le dispositif comprend des moyens pour contrôler le courant de défluxage en modifiant son intensité et/ou sa durée.

[0036] Dans une réalisation, le dispositif comprend des moyens pour déterminer la durée d'ouverture de la soupape à partir de paramètres moteurs tels que le régime du moteur, la quantité d'air admise dans le cylindre concerné, la pression des gaz à l'admission, le taux de recyclage des gaz d'échappement en gaz d'admission et le nombre de soupapes d'admission actives par cylindre.

[0037] Selon une réalisation, l'aimant, situé sur un électroaimant de l'actionneur, assure le maintien de la soupape dans une position ouverte ou fermée sans requérir un courant de maintien.

[0038] Dans une réalisation, l'actionneur comprend deux électroaimants, chaque électroaimant étant muni d'un aimant, par exemple pour assurer le maintien de la soupape dans une position ouverte ou fermée sans requérir un courant de maintien.

[0039] L'invention concerne aussi un moteur à combustion interne muni d'un dispositif de commande d'une soupape, ce dispositif comprenant un actionneur électromécanique muni d'un aimant et un processeur com-

mandant un courant de défluxage générant un champ magnétique opposé au champ magnétique de l'aimant, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour commander ce courant de défluxage en fonction de la durée d'ouverture de la soupape et des moyens pour déterminer une rapidité d'ouverture et/ou de fermeture de la soupape à partir de sa durée d'ouverture, le courant de défluxage commandé assurant la rapidité d'ouverture et/ou de fermeture déterminée.

[0040] Dans une réalisation, le moteur comprend des moyens pour déterminer une rapidité d'ouverture et/ou de fermeture de la soupape à partir de sa durée d'ouverture, le courant de défluxage commandé assurant la rapidité d'ouverture et/ou de fermeture déterminée.

[0041] Selon une réalisation, le moteur comprend des moyens pour contrôler le courant de défluxage en modifiant son intensité et/ou sa durée.

[0042] Dans une réalisation, le moteur comprend des moyens pour déterminer la durée d'ouverture de la soupape à partir de paramètres moteurs tels que le régime du moteur, la quantité d'air admise dans le cylindre concerné, la pression des gaz à l'admission, le taux de recyclage des gaz d'échappement en gaz d'admission et le nombre de soupapes d'admission actives par cylindre.

[0043] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront avec la description effectuée ci-dessous, à titre illustratif et non limitatif, effectuée en référence aux figures ci-jointes sur lesquelles :

- Les figures 1a et 1b, déjà décrites, sont des schémas d'un actionneur électromécanique connu,
- Les figures 2a et 2b, déjà décrites, représentent des différences de rapidité de commutation d'une soupape commandée selon des courants de défluxage distincts,
- La figure 3, déjà décrite, est une courbe relative à l'énergie consommée par un actionneur utilisant un courant de défluxage,
- La figure 4, déjà décrite, est une courbe relative au délai de commutation d'une soupape commandée par un actionneur utilisant un courant de défluxage,
- La figure 5 est un schéma d'un dispositif conforme à l'invention, et
- Les figures 6a et 6b représentent la mise en oeuvre d'une commande de courant de défluxage conforme à l'invention.

[0044] L'exemple de dispositif 500 (figure 5) conforme à l'invention décrit ci-dessous utilise un processeur 501 contrôlant le courant de défluxage circulant dans la bobine 507 de l'électroaimant 506 d'un actionneur 502 de soupape 510.

[0045] Ce processeur 501 reçoit, de la part d'un autre processeur (non représenté) ou en interne, c'est-à-dire du même processeur 501, une consigne d'ouverture de la soupape 510 déterminant l'instant et la durée dt de cette ouverture.

[0046] A partir de cette durée dt d'ouverture, le processeur 501 détermine avec quelle rapidité l'ouverture et/ou la fermeture d'une soupape doit s'effectuer en considérant que, comme détaillé ci-dessous à l'aide des figures 6a et 6b, la rapidité requise pour l'ouverture d'une soupape est fonction de la durée dt de son ouverture.

[0047] Les durées dt sont représentées en considérant un premier courant de défluxage Idé1 (courbe en pointillés) et un second courant de défluxage Idé2 (courbe en trait continu) d'intensité et de durée inférieure à celles du premier courant Idé1.

[0048] Il apparaît que, pour une durée dt d'ouverture élevée (figure 6a), une modification δt de la rapidité d'ouverture et de fermeture de la soupape 510 a un impact moindre sur le fonctionnement du moteur que lorsque cette durée dt d'ouverture de la soupape est faible (figure 6b).

[0049] C'est pourquoi, dans cette réalisation, le processeur 501 comprend des moyens pour déterminer une rapidité d'ouverture minimale en fonction de la durée d'ouverture déterminée pour la soupape, cette rapidité d'ouverture minimale permettant de minimiser la consommation énergétique de l'actionneur tout en correspondant au besoin du fonctionnement du moteur.

[0050] Dès lors, connaissant la rapidité d'ouverture et/ou de fermeture minimale(s) de la soupape, le processeur 501 peut déterminer le courant de défluxage nécessaire à l'obtention de cette rapidité d'ouverture, par exemple au moyen d'une cartographie.

[0051] La présente invention est susceptible de nombreuses variantes. Ainsi, il est possible de mettre en oeuvre l'invention dans différents actionneurs comprenant un ou deux électroaimants.

[0052] Dans ce dernier cas, l'invention peut s'appliquer à un actionneur dont un seul électroaimant est muni d'un aimant, l'aimant permettant, par exemple, le maintien de la soupape en position fermée.

[0053] Finalement, l'invention peut être mise en oeuvre en considérant un aimant générant un champ magnétique suffisamment important pour maintenir la soupape dans une position fixe, ou commutée, indépendamment du nombre d'électroaimants muni(s) ou démunis d'aimant(s).

Revendications

1. Dispositif (500) de commande d'une soupape (510) de moteur à combustion interne, ce dispositif comprenant un actionneur électromécanique (502) muni d'un aimant et un processeur (501) commandant un courant (Idé) de défluxage générant un champ magnétique opposé au champ magnétique de l'aimant, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens (501) pour commander ce courant (Idé) de défluxage en fonction de la durée (dt) d'ouverture de la soupape (510) et des moyens pour déterminer une rapidité d'ouverture et/ou de fermeture de la

- soupape (510) à partir de cette durée (dt) d'ouverture, le courant (Idé) de défluxage commandé assurant la rapidité d'ouverture et/ou de fermeture déterminée.
- 5
2. Dispositif selon la revendication 1 **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens pour contrôler le courant (Idé) de défluxage en modifiant son intensité et/ou sa durée.
- 10
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2 **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens pour déterminer la durée (dt) d'ouverture de la soupape à partir de paramètres moteurs tels que le régime (R) du moteur, la quantité (Q) d'air admise dans le cylindre concerné, la pression (P) des gaz à l'admission, le taux (T) de recyclage des gaz d'échappement en gaz d'admission et le nombre (N) de soupapes d'admission actives par cylindre.
- 15
- 20
4. Dispositif selon la revendication 1, 2 ou 3 **caractérisé en ce que** l'aimant, situé sur un électroaimant (506, 508) de l'actionneur (502), assure le maintien de la soupape (510) dans une position ouverte ou fermée sans requérir un courant de maintien.
- 25
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce que**, l'actionneur (502) comprenant deux électroaimants (506, 508), chaque électroaimant (506, 508) est muni d'un aimant, par exemple pour assurer le maintien de la soupape (510) dans une position ouverte ou fermée sans requérir un courant de maintien.
- 30
6. Moteur à combustion interne muni d'un dispositif de commande d'une soupape (510), ce dispositif comprenant un actionneur électromécanique (502) muni d'un aimant et un processeur (501) commandant un courant (Idé) de défluxage générant un champ magnétique opposé au champ magnétique de l'aimant, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens pour commander ce courant de défluxage en fonction de la durée (dt) d'ouverture de la soupape et des moyens pour déterminer une rapidité d'ouverture et/ou de fermeture de la soupape à partir de sa durée d'ouverture, le courant de défluxage commandé assurant la rapidité d'ouverture et/ou de fermeture déterminée.
- 35
- 40
- 45
7. Moteur selon la revendication 6 **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens pour contrôler le courant de défluxage en modifiant son intensité et/ou sa durée.
- 50
8. Moteur selon la revendication 6 ou 7 **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens pour déterminer la durée d'ouverture de la soupape à partir de paramètres moteurs tels que le régime (R) du moteur,
- 55
- la quantité (Q) d'air admise dans le cylindre concerné, la pression (P) des gaz à l'admission, le taux (T) de recyclage des gaz d'échappement en gaz d'admission et le nombre (N) de soupapes d'admission actives par cylindre.

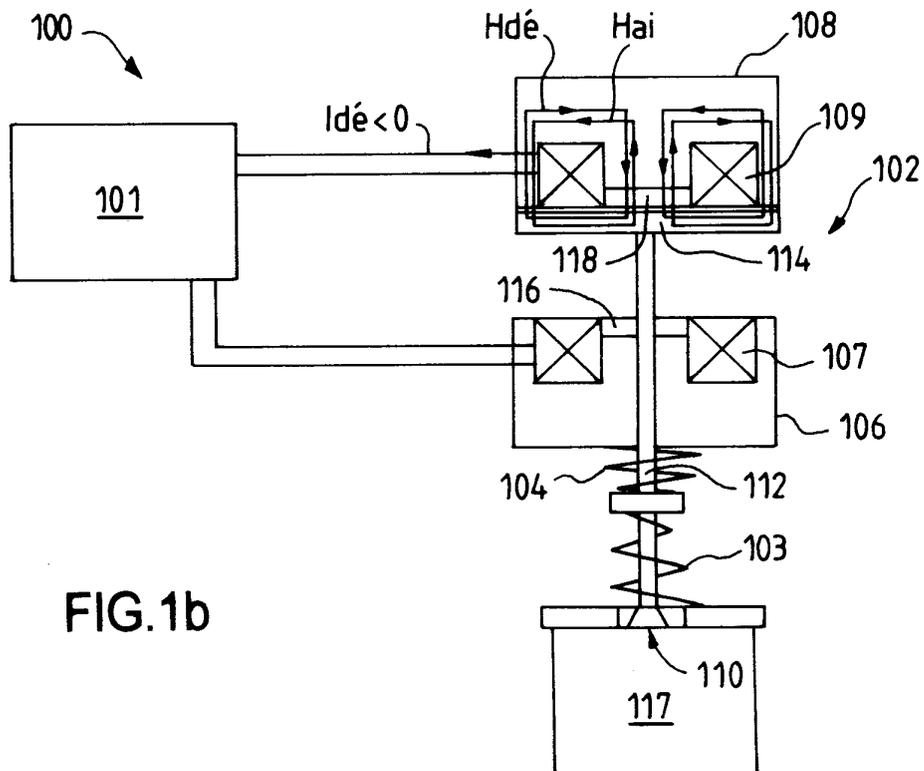
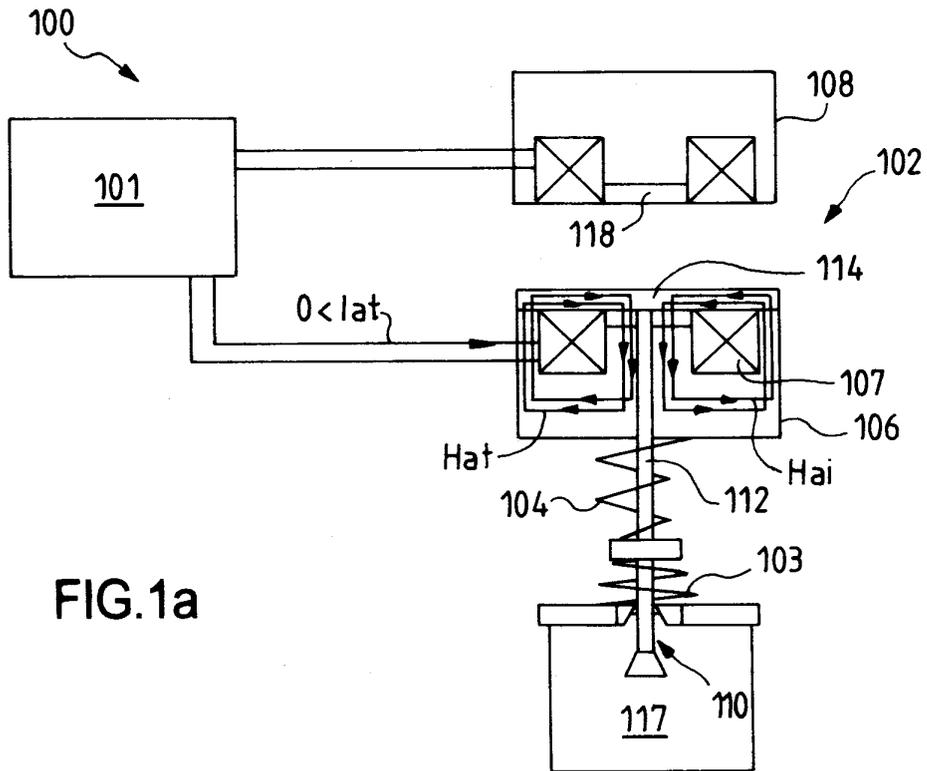


FIG.2a

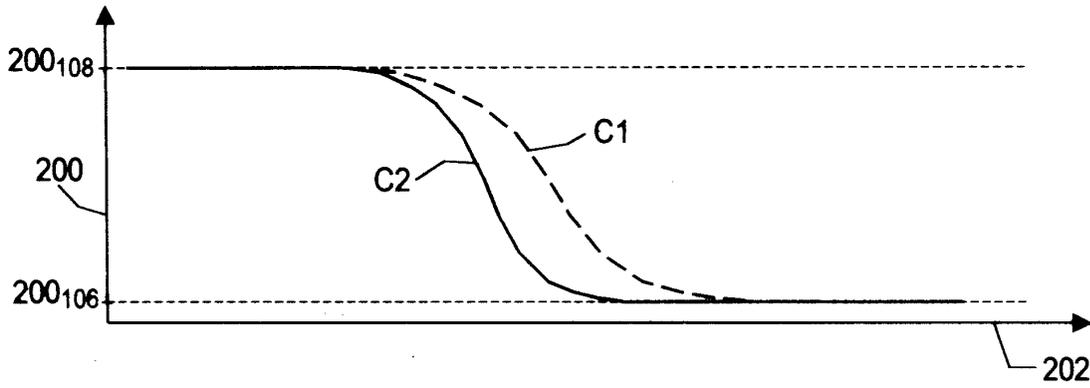


FIG.2b

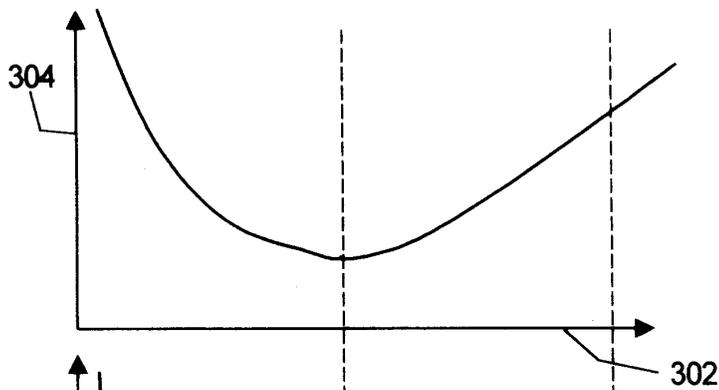
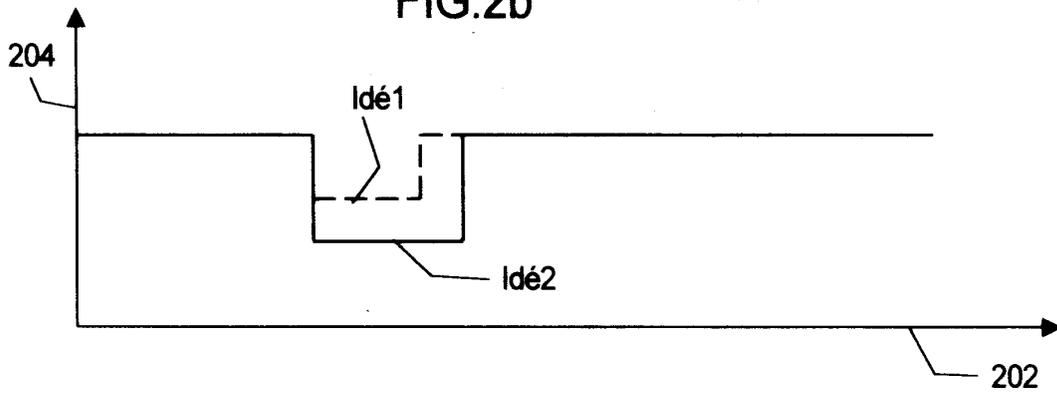


FIG.3

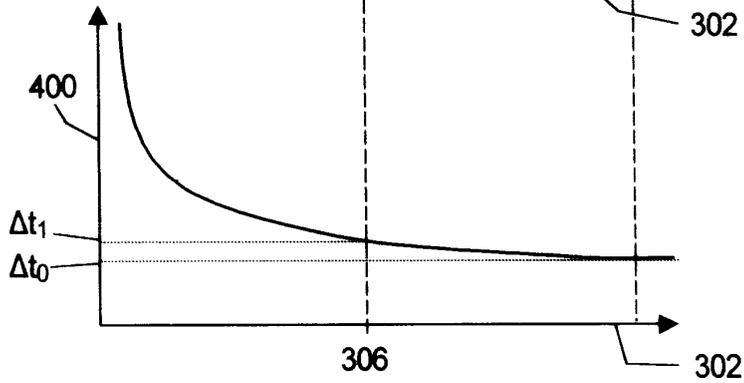


FIG.4

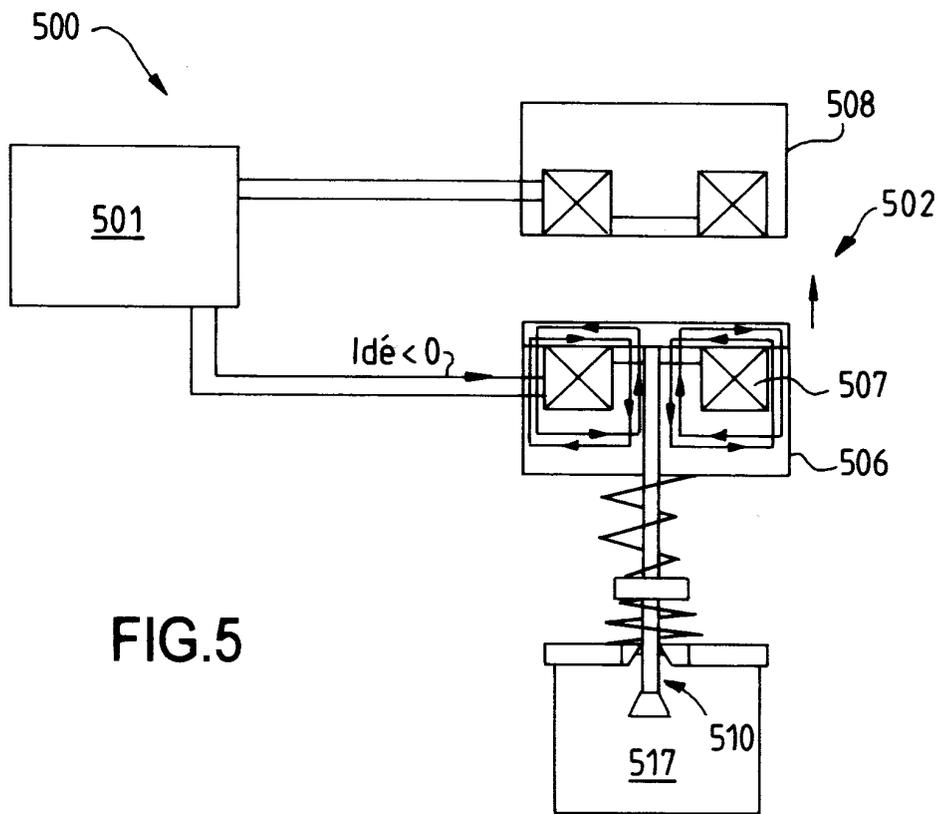


FIG.5

FIG.6a

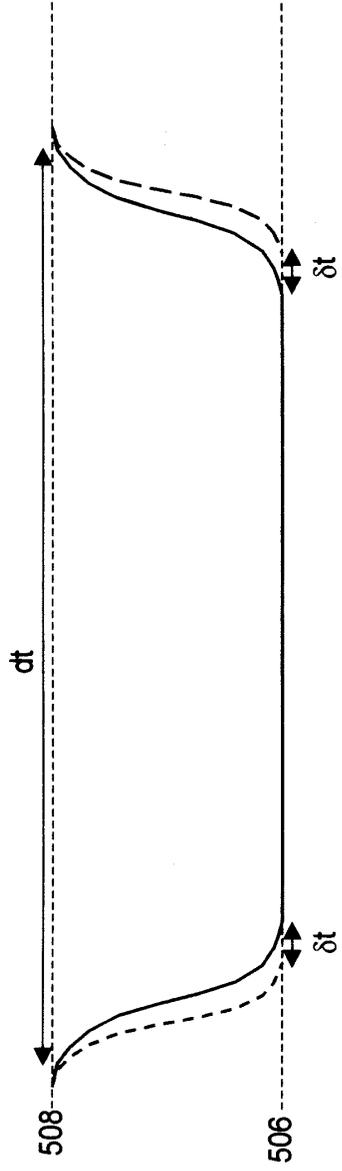


FIG.6b

