



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 138 884 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
04.10.2001 Bulletin 2001/40

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

(21) Numéro de dépôt: **01400292.7**

(22) Date de dépôt: **06.02.2001**

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

(72) Inventeur: **Morin, Cédric**
94270 Kremlin-Bicetre (FR)

(74) Mandataire: **Armengaud Aîné, Alain et al**
Cabinet ARMENGAUD AINE
3 Avenue Bugeaud
75116 Paris (FR)

(30) Priorité: **07.02.2000 FR 0001492**

(71) Demandeur: **Peugeot Citroen Automobiles SA**
92200 Neuilly sur Seine (FR)

(54) **Procédé de commande de l'ouverture préalable d'une soupape d'échappement pour un moteur à distribution électromécanique**

(57) Procédé de commande de l'ouverture d'une soupape d'échappement du gaz de combustion, prévue sur un cylindre d'un moteur à combustion interne, au moyen d'un actionneur électromécanique comportant une tige de commande portant un plateau transversal se déplaçant dans un entrefer délimité par un ou plusieurs électroaimants attirant alternativement le plateau en combinaison avec un effort créé par des ressorts an-

tagonistes agissant sur la tige, le plateau se déplaçant de façon oscillante à partir d'une position d'équilibre intermédiaire entre deux positions finales dans lesquelles il entre en contact avec un électroaimant, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser une décompression du gaz (courbe a) dans le cylindre grâce à une ouverture préalable ou "pilote" (courbe b) de cette soupape, avant que ne soit réalisée une ouverture complète ou "principale" (courbe c).

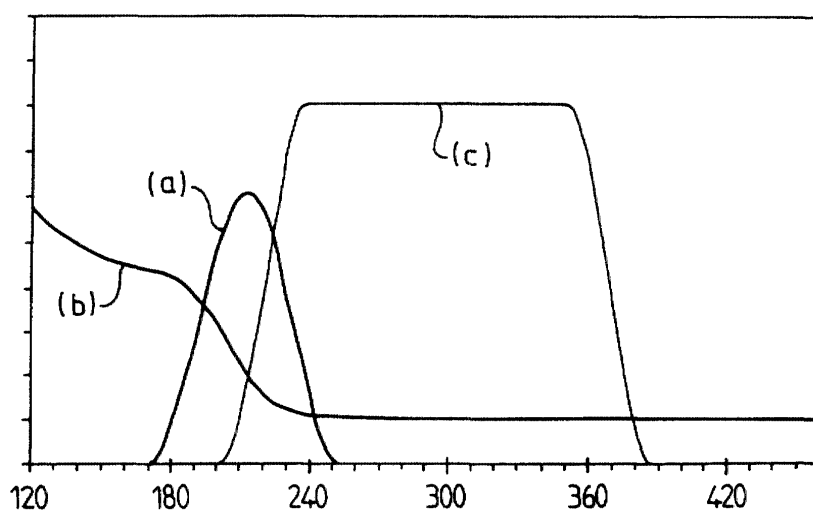


FIG.2

EP 1 138 884 A1

Description

[0001] La présente invention est relative à un procédé de commande de l'ouverture d'une soupape d'échappement pour un moteur à distribution électromécanique.

[0002] La mise en oeuvre d'un actionneur électromécanique pour provoquer les mouvements d'ouverture et de fermeture des soupapes dans un moteur à combustion interne, afin de réaliser l'admission et/ou l'échappement des produits de combustion dans les cylindres de ce moteur, constitue une technologie particulièrement bien adaptée, permettant d'obtenir des gains significatifs en ce qui concerne la consommation en carburant du moteur et ses performances, en réduisant en outre la pollution par les gaz brûlés rejetés dans l'atmosphère

[0003] De tels actionneurs électromécaniques permettent en particulier d'obtenir un ajustement variable des angles, c'est-à-dire des instants d'ouverture et de fermeture de chaque soupape en fonction des conditions d'utilisation du moteur, notamment pour optimiser le rendement énergétique de celui-ci.

[0004] Il est également connu d'utiliser, de façon plus perfectionnée pour constituer un tel actionneur, un ensemble électromagnétique associé à chaque tige de soupape.

[0005] De manière résumée à ses éléments essentiels, cet ensemble comporte, associés à la tige de soupape, un ou plusieurs enroulements électromagnétiques définissant un entrefer dont la distance est sensiblement égale à la course de la tête de la soupape, la tige étant solidaire d'un plateau transversal en matériau magnétique, logé dans l'entrefer, de sorte que, selon le courant qui traverse le ou les enroulements, ce plateau soit attiré d'un côté ou de l'autre, de sorte que la soupape passe de sa position d'ouverture à celle de sa fermeture, le plateau oscillant de part et d'autre d'une position d'équilibre intermédiaire.

[0006] On notera que, le plus souvent, la soupape est commandée par deux électroaimants. Cependant, on connaît des systèmes permettant d'obtenir le même résultat avec un seul enroulement, grâce à une géométrie particulière de l'armature de l'électroaimant correspondant.

[0007] La tige de soupape est également associée à des ressorts travaillant respectivement et simultanément en compression et en extension ou vice versa selon le cas, en particulier selon le sens de déplacement de cette tige de soupape, à l'ouverture ou à la fermeture, l'effet de ces ressorts s'ajoutant à celui de la force d'attraction électromagnétique exercée sur le plateau transversal.

[0008] En jouant sur l'intensité du courant dans le ou les enroulements, on peut ainsi, de manière simple, ajuster la vitesse de la tige de soupape dans sa course et la faire varier en fonction des besoins.

[0009] Les Figures 1a, 1b et 1c illustrent schématiquement un dispositif connu de ce genre.

[0010] Sur ces figures, qui représentent en élévation

le dispositif de commande précité, la référence 1 désigne une tige illustrée en position verticale qui comporte à son extrémité inférieure une tête de soupape 2 et à son extrémité opposée une portée d'appui 3 pour un ressort 4, monté entre cette portée et une butée fixe 5.

[0011] La tige 1 comporte du côté de la tête de soupape 2 une autre portée d'appui 6 pour un second ressort 7, monté entre cette portée et un guide fixe 8 présentant un alésage traversant 9 dans lequel coulisse, selon un mouvement de va-et-vient, l'extrémité correspondante de la tige 1.

[0012] Cette tige est par ailleurs équipée, entre les portées d'appui 3 et 6 des ressorts 4 et 7, d'un plateau transversal 10 qui, si la tige est verticale, s'étend horizontalement, ce plateau étant monté dans un entrefer 11 ménagé entre deux électroaimants, respectivement 12 et 13, chacun de ces électroaimants comportant une culasse 14 en matériau magnétique et un enroulement électrique 15, de sorte que le passage d'un courant dans les enroulements des deux électroaimants provoque sur le plateau 10 un effet d'attraction par l'un de ces électroaimants et de répulsion par l'autre, la tête de soupape 2 oscillant ainsi entre deux positions où le plateau est au contact de l'un ou de l'autre des électroaimants.

[0013] La Figure 1a illustre la position d'équilibre de l'ensemble ainsi envisagé, dans laquelle le plateau 10 est sensiblement au milieu de l'entrefer 11 entre les deux électroaimants 12 et 13, la Figure 1b représentant la position où ce plateau s'est déplacé pour être au contact de l'électroaimant 12 et la Figure 1c celle où, à l'inverse, le plateau est appliqué contre l'électroaimant 13.

[0014] Au cours des déplacements du plateau 10, de part et d'autre de sa position d'équilibre intermédiaire, les ressorts 4 et 7 se sont respectivement contractés ou étirés, ou inversement, les deux positions atteintes par la tête de soupape, représentées sur les figures 1b et 1c correspondant pour la première à celle où la soupape est supposée fermée en s'appliquant sur un siège (non représenté) et pour la seconde à celle où la soupape est ouverte.

[0015] Le fonctionnement d'un tel ensemble actionneur est relativement simple, les moyens nécessaires pour faire osciller le plateau 10 porté par la tige 1 de part et d'autre de sa position d'équilibre ne présentant pas de difficultés majeures pour être réalisés industriellement.

[0016] D'autres perfectionnements à ce dispositif connu ont été par ailleurs décrits et revendiqués dans la demande de brevet français n° 99 09618 du 23 juillet 1999 pour un "Dispositif de contrôle et de limitation d'impact pour un actionneur électromécanique", et également dans la demande 00 01321 du 2 février 2000 pour un "Dispositif pour contrôler et réduire la vitesse d'impact d'un actionneur électromécanique", l'une et l'autre au nom de la demanderesse, en vue notamment de limiter le bruit créé par le plateau qui est accéléré en fin de course et qui présente de ce fait, au moment de l'impact final sur l'électroaimant lorsque la soupape s'ouvre

ou se ferme, une vitesse relativement élevée.

[0017] Mais si ces réalisations d'un actionneur électromécanique sont satisfaisantes pour atteindre le but plus spécialement visé lorsqu'il s'agit d'une soupape d'admission, en particulier pour obtenir le maintien de cette soupape dans ses positions extrêmes, ouverte ou fermée, grâce à la fourniture à l'électroaimant de l'énergie nécessaire pour assurer la compensation des frottements du mécanisme, elles se heurtent à un inconvénient lorsqu'il s'agit de commander une soupape d'échappement.

[0018] En effet, pour ouvrir celle-ci, il est nécessaire de lutter contre la pression des gaz brûlés dans le cylindre, qui produisent un effort sur la soupape et la ralentissent de manière d'autant plus importante que cette pression est plus élevée, donc que le couple délivré par le moteur est plus important.

[0019] Il en résulte que le travail mécanique à fournir par l'électroaimant pour permettre la capture, c'est-à-dire l'immobilisation en position extrême ouverte de la tête de la soupape, augmente proportionnellement à la pression des gaz. Or, le seul moyen d'augmenter ce travail est de produire un effort plus important pendant un temps plus long, ce qui revient à accroître le courant dans l'enroulement de l'électroaimant.

[0020] Il en résulte également que la puissance consommée par cet enroulement augmente rapidement avec la pression des gaz dans le cylindre du moteur, ce qui a des conséquences immédiates sur l'importance des moyens à mettre en oeuvre pour assurer le refroidissement de cet enroulement et conduit à une consommation électrique plus élevée et à un coût de fabrication également plus important.

[0021] Enfin, on peut souligner que le travail mécanique que l'actionneur est susceptible de fournir n'est pas illimité, ce qui restreint en partie le domaine de fonctionnement du moteur.

[0022] Diverses solutions ont déjà été proposées pour atténuer les inconvénients ainsi exposés, ces solutions visant à augmenter la taille de l'actionneur, avec comme corollaire un accroissement du refroidissement nécessaire, ou inversement, à diminuer la dimension des soupapes d'échappement pour réduire les efforts dus à la pression du gaz, ce qui s'effectue au détriment des performances du moteur.

[0023] On peut également créer une dissymétrie dans la répartition et la forme des soupapes d'échappement afin de pouvoir ouvrir plus facilement une petite soupape, puis une soupape plus importante pour conserver la section efficace de passage des gaz. Toutefois, cette solution amène à modifier la forme de la chambre de combustion et à accroître la masse des pistons pour pouvoir y ménager les embrèvements nécessaires, ce qui là encore augmente le prix de revient.

[0024] La présente invention a pour objet un procédé de commande d'ouverture d'une soupape d'échappement à l'aide d'un actionneur électromécanique du genre décrit ci-dessus, qui pallie ces inconvénients.

[0025] Selon l'invention, le procédé de commande considéré, pour l'ouverture d'une soupape d'échappement soumise en permanence à l'effet d'un ressort de poussée, se caractérise en ce qu'il consiste à réaliser une décompression du gaz dans le cylindre grâce à une ouverture préalable ou "pilote" de cette soupape, avant que ne soit réalisée une ouverture complète ou "principale".

[0026] Selon l'art antérieur, l'ouverture de la soupape d'échappement se fait d'abord sous l'action des seuls ressorts, puis on alimente le ou les électroaimants pour amener et capturer la soupape en position de pleine ouverture : bien que du gaz ait commencé à s'échapper, la pression reste relativement élevée, ce qui provoque les inconvénients mentionnés ci-dessus.

[0027] Selon l'invention, on réalise d'abord une ouverture pilote au cours de laquelle la soupape s'ouvre et se ferme sous l'action des seuls ressorts, puis une ouverture dite "ouverture principale" qui se déroule pratiquement comme les ouvertures classiques, avec cette fois capture de la soupape en position de pleine ouverture.

[0028] Ainsi, lors de l'ouverture pilote, la soupape n'atteint pas sa position de pleine ouverture et n'est pas capturée dans cette position. Cependant, les gaz s'échappant pendant toute la durée de l'ouverture pilote, puis au début de l'ouverture principale, la pression résiduelle est beaucoup plus faible que dans l'art antérieur lorsqu'on alimente l'électroaimant et la consommation d'énergie est plus faible.

[0029] Le procédé selon l'invention n'exige donc pour sa mise en oeuvre qu'une très faible dépense d'énergie globale, le travail mécanique absorbé par les gaz dans le cylindre étant minimal et en partie compensé par le fait que, lors de l'ouverture pilote, on n'alimente pas l'électroaimant pour capturer la soupape en position ouverte.

[0030] Il n'est donc plus nécessaire de surdimensionner l'actionneur ou d'accroître l'intensité du courant dans l'enroulement, du fait de la réduction de l'effort résistant dû aux gaz, en raison de la décompression créée dans le cylindre.

[0031] Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, l'ouverture pilote de la soupape d'échappement est obtenue exclusivement par le ressort de l'actionneur.

[0032] Selon diverses variantes, l'ouverture pilote puis l'ouverture principale sont réalisées sur la même soupape d'échappement ou bien ces ouvertures sont effectuées sur deux soupapes différentes du même cylindre. Également, l'ouverture pilote et l'ouverture principale peuvent être réalisées alternativement, d'un cycle sur l'autre, sur une même soupape d'échappement afin de répartir la dissipation thermique.

[0033] Si la même soupape est utilisée pour réaliser l'ouverture pilote et l'ouverture principale, il n'est pas indispensable, selon une autre caractéristique du procédé de l'invention, de capturer cette soupape en position de fermeture entre les deux ouvertures, mais seulement

d'alimenter l'enroulement pendant une fraction de temps juste nécessaire pour entretenir une oscillation de la soupape, suffisante pour réaliser l'ouverture principale : il suffit de lui redonner de la vitesse, au cours de son mouvement de retour, sans atteindre nécessairement la position de fermeture, mais une position où, si on coupe le courant, les ressorts l'entraînent à nouveau dans le sens de l'ouverture.

[0034] Selon le cas, l'ouverture principale peut être réalisée avant ou après la fin de l'ouverture pilote.

[0035] L'invention sera mieux comprise à l'aide de l'exemple de mise en oeuvre du procédé de l'invention, schématisé par le diagramme illustré sur la Figure 2 du dessin annexé, qui porte en abscisses une échelle de temps, et qui représente en ordonnées, à la fois la pression du gaz dans le cylindre et la position de la ou des soupapes d'échappement.

[0036] On voit ainsi que lors de l'ouverture pilote, schématisée par la courbe (a), la pression des gaz dans le cylindre, représentée par la courbe (b), chute rapidement, permettant de réaliser dans les conditions mentionnées plus haut l'ouverture principale de la même ou d'une soupape différente, cette ouverture principale correspondant à la courbe (c).

[0037] Bien entendu, ce diagramme ne correspond qu'à un mode de réalisation particulier et se différencie nécessairement d'une variante à l'autre, le recoupe-ment des courbes (a) et (c) pouvant être différent.

[0038] Dans le cas où le moteur comporte plusieurs soupapes d'échappement pour chaque cylindre, lorsque ces soupapes réalisent alternativement l'ouverture pilote et l'ouverture principale, l'énergie moyenne dissipée dans les enroulements des actionneurs correspondants, nécessaire à la commande de la soupape réalisant l'ouverture principale, est moitié de celle qui correspond à la solution utilisant une soupape unique, en permanence dédiée à cette ouverture principale.

[0039] Dans tous les cas, l'énergie nécessaire est notablement plus faible que dans la solution classique, ce qui réduit l'effort à vaincre du fait des gaz d'échappement, restreint considérablement la consommation électrique nécessaire et l'échauffement des actionneurs, ces trois facteurs permettant de limiter l'encombrement, le poids et le coût du mécanisme, en simplifiant en outre son implantation dans la culasse.

tes (4, 7) agissant sur la tige, le plateau se déplaçant de façon oscillante à partir d'une position d'équilibre intermédiaire entre deux positions finales dans lesquelles il entre en contact avec un électroaimant, **caractérisé en ce qu'il** consiste à réaliser une décompression du gaz dans le cylindre grâce à une ouverture préalable ou "pilote" de cette soupape, avant que ne soit réalisée une ouverture complète ou "principale".

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, lors de l'ouverture pilote, la soupape n'atteint pas sa position finale de pleine ouverture.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'ouverture pilote de la soupape d'échappement est obtenue exclusivement par le ressort de l'actionneur.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'ouverture pilote puis l'ouverture principale sont réalisées sur la même soupape d'échappement.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'ouverture pilote puis l'ouverture principale sont réalisées sur deux soupapes différentes du même cylindre.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'ouverture pilote puis l'ouverture principale sont réalisées alternativement d'un cycle sur l'autre sur une même soupape d'échappement.

7. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'on** alimente l'enroulement de l'électroaimant pendant une fraction de temps juste nécessaire pour entretenir une oscillation de la soupape, suffisante pour réaliser l'ouverture principale.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'ouverture principale est réalisée avant ou après la fin de l'ouverture pilote.

Revendications

1. Procédé de commande de l'ouverture d'une soupape d'échappement du gaz de combustion, prévue sur un cylindre d'un moteur à combustion interne, au moyen d'un actionneur électromécanique comportant une tige de commande (1) portant un plateau transversal (10) se déplaçant dans un entrefer (11) délimité par un ou plusieurs électroaimants (12, 13) attirant alternativement le plateau en combinaison avec un effort créé par des ressorts antagonis-

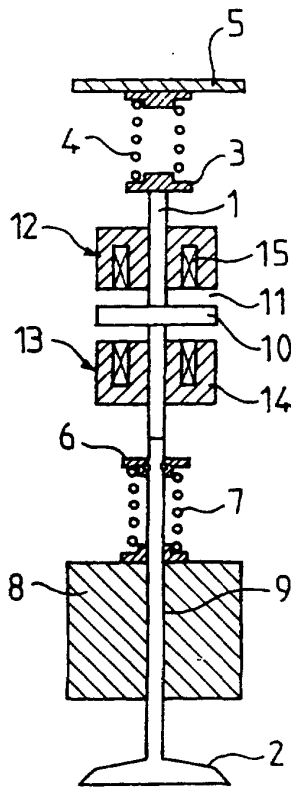


FIG. 1a

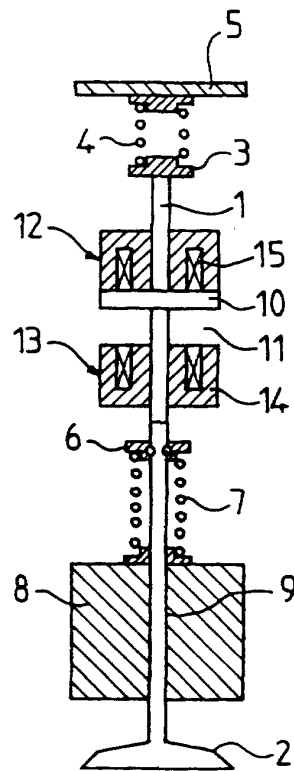


FIG. 1b

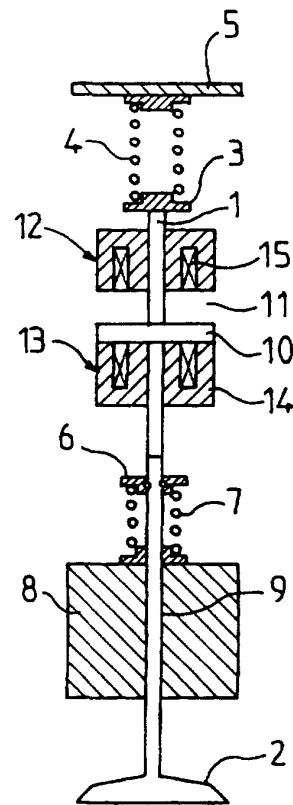


FIG. 1c

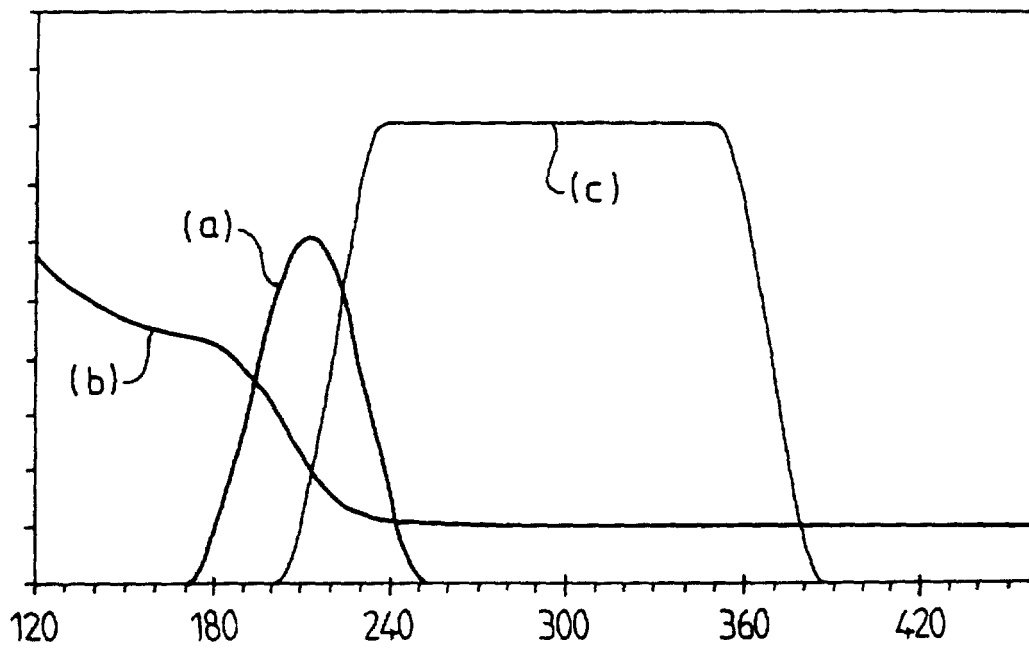


FIG. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 0292

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	US 5 129 369 A (KAWAMURA HIDEO) 14 juillet 1992 (1992-07-14) * colonne 1, ligne 5-10 * * colonne 1, ligne 31 - colonne 2, ligne 8 * * colonne 4, ligne 8-22 * * figures 1,3,4 * ---	1,5,8	F01L9/04
A	DE 197 33 140 A (FEV MOTORENTECH GMBH & CO KG) 4 février 1999 (1999-02-04) * colonne 1, ligne 60-65 * * colonne 2, ligne 51 - colonne 3, ligne 8 * * colonne 5, ligne 31-39 * * figure 4 * ---	1-4,8	
A	US 5 765 513 A (MILLER JOHN MICHAEL ET AL) 16 juin 1998 (1998-06-16) * colonne 1, ligne 5-7 * * colonne 1, ligne 66 - colonne 2, ligne 30 * * colonne 3, ligne 43-52 * * colonne 4, ligne 11-24 * * colonne 4, ligne 42-48 * ---	1-4	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
A	EP 0 471 614 A (RENAULT) 19 février 1992 (1992-02-19) * colonne 1, ligne 1-13 * * colonne 3, ligne 38 - colonne 4, ligne 11 * * figure 1 * ---	1,5,8	F01L
A	DE 34 03 242 A (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG) 1 août 1985 (1985-08-01) * page 3, ligne 1-9 * * figures 1,2 * * page 6, ligne 18-29 * ---	1,8	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 8 août 2001	Examineur Paquay, J
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 (P04002)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 0292

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.7)
A	DE 198 10 609 A (LSP INNOVATIVE AUTOMOTIVE SYST ;MAGNETI MARELLI SPA (IT)) 16 septembre 1999 (1999-09-16) * colonne 1, ligne 3 - colonne 2, ligne 2 * * colonne 2, ligne 29-41 * * figures 1,2 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		8 août 2001	Paquay, J
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 (P44C02)

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

EP 01 40 0292

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.

08-08-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5129369 A	14-07-1992	JP 2709742 B JP 3189311 A	04-02-1998 19-08-1991
DE 19733140 A	04-02-1999	JP 11101111 A US 5996539 A	13-04-1999 07-12-1999
US 5765513 A	16-06-1998	AUCUN	
EP 0471614 A	19-02-1992	FR 2665926 A	21-02-1992
DE 3403242 A	01-08-1985	AUCUN	
DE 19810609 A	16-09-1999	AUCUN	

EPC FORM P0460

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