

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 14.12.04.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 16.06.06 Bulletin 06/24.

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) : *RENAULT SAS Société par actions
simplifiée — FR.*

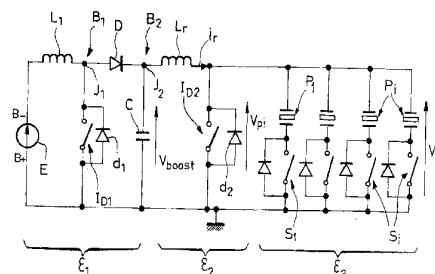
72 Inventeur(s) : RIPOLL CHRISTOPHE.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET JP COLAS.

54 PROCÉDE DE PILOTAGE ELECTRONIQUE D'UN ACTIONNEUR PIEZO-ELECTRIQUE ULTRASONORE.

57 L'invention est un procédé de pilotage d'au moins un actionneur piézo-électrique ultrasonore, piloté électroniquement à partir d'un calculateur de contrôle et d'une source de tension continue, comprenant un premier étage d'amplification de ladite tension pour générer une haute tension et un deuxième étage, alimenté par ladite haute tension, de génération d'une source de courant pour alimenter les injecteurs associés à des moyens de sélection commandables par ledit calculateur, caractérisé en ce qu'il consiste à contrôler le rapport cyclique du signal de commande du deuxième étage d'alimentation des injecteurs, en phase initiale, afin de diminuer l'énergie emmagasinée dans l'inductance de résonance de ce second étage et par conséquent la tension d'excitation des injecteurs.



Procédé de pilotage électronique d'un actionneur piézo-électrique ultrasonore.

La présente invention concerne un procédé de pilotage d'un actionneur piézo-électrique ultrasonore, piloté électroniquement, et plus particulièrement d'un injecteur
5 de carburant à étage piézo-électrique piloté par le calculateur d'injection électronique d'un moteur à combustion interne dans un véhicule automobile.

Plus précisément, le problème que vise à résoudre l'invention est l'excitation
des cellules piézo-électriques pour faire vibrer la structure d'un injecteur ultrasonore,
10 telle que décrite dans la demande de brevet français, déposée sous le numéro 99 14548 au nom de la Demanderesse. Ce type d'injecteur pulvérise très finement le carburant en gouttelettes calibrées pour assurer un dosage précis et suffisamment
petites pour assurer la vaporisation complète et homogène du carburant injecté. Un tel
injecteur ultrasonore comporte entre autres une buse cylindrique alimentée en
15 carburant et à l'extrémité de laquelle est ménagé un orifice d'injection, et des moyens de mise en vibration cyclique de la buse, tel un transducteur, comportant un étage en
céramique piézo-électrique aux bornes de laquelle on fait varier la tension électrique
pour modifier son épaisseur entre deux positions extrêmes correspondant à l'ouverture
et à la fermeture de l'injecteur, à un rapport de démultiplication près. Une céramique
20 piézo-électrique d'injecteur est équivalente au premier ordre à une capacité dont la
tension de chargement est élevée, supérieure à une centaine de volts.

Dans un véhicule automobile, la tension d'alimentation a pour valeur 12 ou 42
volts, ce qui implique d'augmenter cette tension pour assurer la charge et la décharge
25 de la céramique.

Il existe actuellement des dispositifs de pilotage sans transformateur, tel que
celui représenté sur la figure 1, qui est alimenté par une source de tension continue E,
la batterie du véhicule par exemple, dont la borne (B-) est reliée à la masse et la borne
30 (B+) est reliée à un premier étage d'amplification de ladite tension continue.

Les N injecteurs P_i d'un moteur thermique, N étant un entier généralement égal
à 4, 6 ou 12, sont montés en parallèle et commandés séquentiellement grâce à des
interrupteurs S_i de sélection montés chacun en série avec un injecteur P_i . Un
35 calculateur électronique d'injection envoie un signal logique de commande à chaque
interrupteur de sélection pour que la sortie haute tension du convertisseur-élévateur de
tension soit bien appliquée aux bornes de l'injecteur sélectionné.

Le dispositif de pilotage comporte :

- un premier étage ε_1 d'amplification de la tension continue E d'alimentation pour générer une haute tension V_{boost} ;
- 5 - un deuxième étage ε_2 de génération d'une source de courant i_r pour alimenter les injecteurs P_i et qui est alimenté par la haute tension V_{boost} générée par le premier étage ;
- un troisième étage ε_3 de sélection des injecteurs piézo-électriques à piloter ;
- un quatrième étage ε_4 de pilotage de la tension d'excitation V_{pi} des injecteurs, qui n'est pas représenté sur la figure 1.

10

Le premier étage ε_1 de génération d'une haute tension par amplification de la tension continue d'alimentation E est constitué par une première branche B_1 comprenant une première inductance L_1 reliée à un interrupteur I_{D1} de découpage, pilotable, avec une diode d_1 de roue libre, montée en anti-parallèle dans le sens
 15 passant du courant de décharge de l'injecteur P_i sélectionné pour être piloté. L'inductance L_1 est reliée d'un côté à la borne (B+) de la source de tension E et de l'autre côté à une borne de l'interrupteur I_{D1} dont l'autre borne est reliée à la borne (B-) de la source de tension E .

20

Une deuxième branche B_2 est montée en parallèle sur l'interrupteur I_{D1} de découpage et comprend une diode D de redressement reliée à une capacité C de filtrage. Ainsi, une des bornes de ladite diode D est reliée au point de jonction J_1 de l'inductance L_1 et de l'autre interrupteur I_{D1} et son autre borne est reliée à une première borne de la capacité C dont la deuxième borne est reliée à la borne (B-) de la source
 25 de tension E .

Le premier étage ε_1 d'amplification de la tension batterie E délivre une haute tension V_{boost} aux bornes de la capacité de filtrage C , qui alimente un deuxième étage ε_2 constitué d'une branche montée entre les bornes de ladite capacité de filtrage C et
 30 comprenant une deuxième inductance L_r reliée à un deuxième interrupteur de découpage I_{D2} , pilotable, avec une diode d_2 de roue libre montée en anti-parallèle.

Une des bornes de l'inductance L_r est reliée au point de jonction J_2 de la diode D avec la capacité C et son autre borne est reliée au transistor I_{D2} . L'inductance L_r est
 35 déterminée de façon à réaliser un circuit oscillant avec chaque injecteur piloté, auquel elle délivre un courant i_r d'alimentation.

Le procédé de commande des injecteurs se décompose en au moins trois séquences, une séquence de sélection d'un actionneur piézo-électrique P_i par l'interrupteur S_i , une séquence d'alimentation en tension alternative de l'actionneur sélectionné, auxquelles s'ajoute une séquence de pilotage électronique de la tension d'excitation V_{pi} des injecteurs P_i par régulation de la haute tension V_{boost} générée par le premier étage du dispositif de commande.

Le calculateur envoie un signal de commande pour piloter la fermeture de l'interrupteur de sélection S_i , afin que l'actionneur piézo-électrique puisse être alimenté par cette tension alternative, et lors d'une première phase de la séquence d'alimentation de l'injecteur, il envoie un autre signal de commande qui pilote la fermeture de l'interrupteur I_{D2} de découpage de telle sorte que l'énergie provenant de la haute tension V_{boost} s'accumule dans l'inductance L_r par circulation d'un courant i_r dans la boucle constituée de la capacité C de filtrage, de l'inductance L_2 et de l'interrupteur I_{D2} . Lors d'une seconde phase d'oscillation entre la capacité de l'injecteur et l'inductance L_r , l'interrupteur I_{D2} de découpage est commandé à l'ouverture, le courant i_r ne pouvant passer par la diode d_2 en anti-parallèle non passante est obligé de circuler dans l'actionneur P_i dans un sens puis dans l'autre car l'inductance L_r et l'injecteur P_i sont en résonance électrique. La valeur de l'inductance L_r étant fonction de la résonance d'excitation acoustique de l'actionneur piézo-électrique, elle est déterminée pour que l'inductance L_r ait le temps de se charger suffisamment dans la première phase de telle sorte que la tension d'excitation V_{pi} aux bornes de l'injecteur P_i , voisine de 1200 volts, soit atteinte. De plus, la capacité C de filtrage est dimensionnée pour avoir une réactivité très forte à la montée en tension V_{boost} .

Puis, la tension V_{pi} aux bornes de l'injecteur étant toujours nulle, l'inductance L_r se décharge par transfert d'énergie de l'inductance L_r vers la capacité de filtrage C , créant un courant i_r négatif dans la boucle comprenant l'inductance L_r , la capacité de filtrage C et la diode en anti-parallèle d_2 .

Comme le montrent les figures 2a et 2b, qui sont les représentations temporelles de la tension V_{pi} aux bornes de l'injecteur P_i et du courant i_r dans l'inductance L_r , pour une haute tension d'alimentation V_{boost} constante, la première phase de la séquence d'alimentation de l'injecteur, correspondant à l'accumulation d'énergie dans l'inductance L_r , a lieu entre les instants t_0 et t_1 quand le courant i_r dans l'inductance L_r croît de 0 à une valeur maximale i_{max} . La deuxième phase de la séquence a lieu entre les instants t_1 et t_3 : tout d'abord entre les instants t_1 et t_2 quand

le courant i_r décroît de $i_{\max}$ à 0 pendant que la tension V_{pi} croît de 0 à une valeur maximale V_{pim} , voisine de 1200 Volts, ce qui correspond à la charge de l'injecteur, et ensuite entre les instants t_2 et t_3 de 0 à une valeur minimale négative $i_{\min}$ pendant que la tension V_{pi} décroît de la valeur maximale V_{pim} à 0, et qui correspond à sa décharge.

- 5 Au cours de la phase de décharge de l'inductance L_r entre les instants t_3 et t_4 , la tension V_{pi} reste nulle et le courant i_r croît à nouveau de la valeur minimale $i_{\min}$ jusqu'à 0. Entre ces instants t_1 et t_4 , l'actionneur piézo-électrique est en résonance électrique avec l'inductance L_r .
- 10 La période de résonance électrique entre l'actionneur piézo-électrique et l'inductance L_2 correspondant à la deuxième phase de la séquence d'alimentation de l'actionneur, entre les instants t_1 et t_3 , est plus courte que la période de résonance acoustique correspondant aux trois phases réunies entre les instants t_1 à t_4 . Cette résonance acoustique dépend des caractéristiques de l'injecteur piézo-électrique.
- 15 phase proprement dite d'alimentation en haute tension alternative de l'injecteur P_i entre les instants t_1 et t_3 , dépend de la valeur de l'inductance L_r , de la haute tension V_{boost} à atteindre et du temps de fermeture de l'interrupteur P_i pour obtenir la tension V_{pi} nécessaire.
- 20 La tension V_{pi} aux bornes d'un injecteur sélectionné P_i a la forme d'une impulsion sinusoïdale lorsque l'interrupteur I_{D2} de découpage du deuxième étage du dispositif de commande est commandé à l'ouverture, entre t_1 et t_3 . Cette tension d'excitation V_{pi} d'un injecteur piézo-électrique dépend des paramètres suivants :
 - la tension continue E d'entrée du dispositif de commande,
 - 25 - les rapports cycliques d'ouverture des deux interrupteurs I_{D1} et I_{D2} de découpage respectivement du premier étage de génération d'une haute tension V_{boost} et du deuxième étage de génération d'un courant d'alimentation des injecteurs, contrôlés par le calculateur électronique,
 - les caractéristiques des inductances L_1 et L_r de ces deux étages ainsi que la
 - 30 capacité de charge des injecteurs,
 - la consigne de la tension d'excitation.

Pour piloter cette tension d'excitation V_{pi} d'un injecteur, il faut contrôler les rapports cycliques des deux interrupteurs de découpage I_{D1} et I_{D2} . Comme cela a été

- 35 mentionné précédemment, le dispositif de commande comporte un quatrième étage de pilotage de cette tension d'excitation V_{pi} qui va agir de la façon suivante : l'interrupteur I_{D2} du deuxième étage est commandé pour qu'à sa fermeture,

l'inductance L_r se charge durant un certain temps, et qu'à son ouverture, la tension aux bornes de l'injecteur sélectionné décrive une impulsion sinusoïdale. La valeur crête de cette tension V_{pi} dépend de l'énergie emmagasinée dans l'inductance L_r et de la haute tension V_{boost} générée.

5

Le convertisseur-élévateur de tension génère une haute tension périodique V_{pi} , supérieure à une centaine de volts, avec une haute fréquence F_{pi} , supérieure à une dizaine de kHz, destinée à exciter les injecteurs P_i ultrasonores.

10 La figure 2a est une représentation de cette résonance électrique dans le cas où elle est théorique. Mais en réalité, au démarrage de la commande des actionneurs piézo-électriques, la tension V_{pi} d'excitation passe par une phase initiale transitoire au cours de laquelle sa valeur crête V_{pic} peut dépasser la valeur maximale V_{pim} , de 30 à 50 %, (figure 3) de sorte que pour ne pas être endommagés, les interrupteurs doivent
15 être dimensionnés pour résister à cette valeur maximale V_{pim} . Ainsi ils sont surdimensionnés pour une tenue en tension transitoire supérieure à la tension nécessaire à l'excitation des injecteurs piézo-électriques, ce qui induit un facteur coût non négligeable sur les interrupteurs.

20 Le but de l'invention est de pallier cet inconvénient, en proposant plusieurs procédés de pilotage des injecteurs pour réduire cette surtension transitoire au démarrage.

Pour cela, l'objet de l'invention est un procédé de pilotage d'au moins un
25 actionneur piézo-électrique ultrasonore, piloté électroniquement à partir d'un calculateur de contrôle et d'une source de tension continue, comprenant un premier étage d'amplification de ladite tension pour générer une haute tension et un deuxième étage, alimenté par ladite haute tension, de génération d'une source de courant pour alimenter les injecteurs associés à des moyens de sélection commandables par ledit
30 calculateur, caractérisé en ce qu'il consiste à contrôler le rapport cyclique du signal de commande du deuxième étage d'alimentation des injecteurs, en phase initiale, afin de diminuer l'énergie emmagasinée dans l'inductance de résonance de ce second étage et par conséquent la tension d'excitation des injecteurs.

35 Selon une première variante, le procédé de pilotage consiste à diminuer le rapport cyclique du signal de commande du deuxième étage d'alimentation des injecteurs, en phase initiale, afin de diminuer l'énergie emmagasinée dans l'inductance

de résonance de ce second étage et par conséquent la tension d'excitation des injecteurs.

5 Selon une deuxième variante, le procédé de pilotage consiste à imposer, dès la première impulsion de la phase initiale, un rapport cyclique du signal de commande de la charge de l'inductance, qui soit égal au rapport cyclique en régime établi pour obtenir la tension d'excitation crête voulue aux bornes des injecteurs, donc une durée de fermeture de l'interrupteur de découpage du second étage du dispositif de commande des injecteurs, égale à la durée en régime établi.

10

15 Selon une troisième variante, le procédé de pilotage consiste à faire croître le rapport cyclique du signal de commande du premier étage de génération d'une haute tension, pendant la phase initiale, d'une valeur minimale déterminée jusqu'à une valeur maximale nécessaire pour obtenir, en régime établi, une haute tension d'alimentation nécessaire à l'excitation des injecteurs, donc à faire varier la haute tension d'alimentation, pendant la phase initiale, d'une valeur inférieure à celle nécessaire au régime établi jusqu'à cette dernière, permettant de contrôler le courant de charge de l'inductance de résonance ainsi que la valeur crête de la tension d'excitation, en phase initiale, qui ne dépasse pas la valeur nécessaire en régime établi.

20

25 Selon une quatrième variante, le procédé de pilotage consiste à appliquer une tension initiale aux bornes de chaque injecteur sélectionné, en phase initiale de pilotage, obtenue par précharge de la capacité desdits injecteurs, soit par commande de l'interrupteur de découpage soit par commande des interrupteurs desdits injecteurs.

25

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, illustrée par les figures suivantes qui sont, outre les figures 1, 2, 3 déjà décrites :

- 30 - les figures 4a, 5a, 6a et 7a : les variations temporelles de la tension d'excitation résultant respectivement des quatre procédés selon l'invention ;
- les figures 4b, 5b, 6b et 7b : les variations temporelles du signal de commande du second étage du dispositif de commande des injecteurs, suivant respectivement les quatre procédés selon l'invention ;
- 35 - les figures 4c, 5c, 6c et 7c : les variations temporelles de la haute tension délivrée par le dispositif de commande des injecteurs, suivant respectivement les quatre procédés selon l'invention ;

- les figures 4d, 5d, 6d et 7d : les variations temporelles du courant d'excitation délivré par le dispositif de commande des injecteurs, suivant respectivement les quatre procédés selon l'invention.

- 5 Les éléments portant les mêmes références sur les différentes figures remplissent les mêmes fonctions en vue des mêmes résultats.

Selon une première variante, le procédé de pilotage des actionneurs piézo-électriques consiste, pour commander cette tension d'excitation V_{pi} d'un injecteur, à
 10 contrôler le rapport cyclique du signal de commande V_{C2} de l'étage d'alimentation des injecteurs, soit de l'interrupteur de découpage I_{D2} , le rapport cyclique étant égal au temps de conduction divisé par la période T du signal. Le procédé consiste en particulier à diminuer son temps de conduction, ou durée de fermeture, en phase
 15 initiale pour que, pendant cette fermeture, l'inductance L_r se charge durant un temps plus court, donc emmagasine moins d'énergie et qu'à son ouverture, la tension d'excitation V_{pi} aux bornes de l'injecteur sélectionné décrive une impulsion sinusoïdale de valeur crête V_{pic} inférieure ou égale à celle de la valeur maximale V_{pim} de la tension d'excitation en régime établi.

- 20 Comme le montre la figure 4b, ce premier procédé consiste à réduire la durée de fermeture D_f de l'interrupteur de découpage I_{D2} de ce second étage, alimenté par une haute tension continue V_{boost} (figure 4c), provoquant moins de courant i_r circulant dans l'inductance L_r (figure 4d), qui est ainsi moins chargée, de sorte qu'à l'ouverture dudit interrupteur I_{D2} , la tension d'excitation V_{pi} sera plus faible qu'en régime établi.
 25 Comme le montre la figure 4a, les premières impulsions de cette tension d'excitation V_{pi} présentent une valeur crête V_{pic} déterminée, inférieure à la valeur crête maximale V_{pim} supportée par les interrupteurs. En régime initial, la durée de fermeture D_{fi} dudit interrupteur I_{D2} est donc déterminée pour être inférieure à la durée de fermeture D_{fe} nécessaire, en régime établi, pour exciter les injecteurs piézo-électriques ultrasonores.
 30 Pendant cette phase initiale transitoire, la durée de fermeture est progressivement augmentée jusqu'au régime établi, la fréquence F_{ki} du signal de tension d'excitation restant constante sauf pour les premières impulsions.

- 35 Selon une deuxième variante, le procédé de pilotage des actionneurs piézo-électriques consiste à imposer, dès la première impulsion de la phase initiale (figure 5b), un rapport cyclique du signal de commande de la charge de l'inductance L_r , qui soit égal au rapport cyclique en régime établi pour obtenir la tension d'excitation crête

voulue aux bornes des injecteurs, autrement dit une durée de fermeture D_{fi} de l'interrupteur de découpage I_{D2} du deuxième étage d'alimentation des injecteurs qui soit égale à la durée D_{fe} en régime établi. Cette durée de charge de l'inductance par le courant i_r est obtenue en connaissant l'instant du passage par zéro de ce courant i_r , dans l'inductance L_r (figure 5d), cette durée étant déterminée par calibration ou établie par connaissance du système. Comme le montre la figure 5a, les premières impulsions de cette tension d'excitation V_{pi} présentent une valeur crête V_{pic} déterminée, inférieure à la valeur crête maximale V_{pim} supportée par les interrupteurs en régime établi, pour une haute tension d'alimentation V_{boost} constante (figure 5c).

10

Selon une troisième variante, le procédé de pilotage des actionneurs piézoélectriques consiste à faire croître le rapport cyclique du signal de commande du premier étage de génération d'une haute tension, pendant la phase initiale, d'une valeur minimale déterminée jusqu'à une valeur maximale nécessaire pour obtenir, en régime établi, une haute tension d'alimentation V_{boost} nécessaire à l'excitation des injecteurs. Ainsi le procédé fait varier la haute tension d'alimentation V_{boost} , pendant la phase initiale, d'une valeur inférieure à celle nécessaire au régime établi jusqu'à cette dernière, comme le montre la figure 6c, ce qui permet de contrôler le courant i_r de charge de l'inductance L_r de résonance (figure 6d). L'instant de fermeture de l'interrupteur I_{D2} doit intervenir quand le courant i_r croît de la valeur minimale i_{min} à zéro, c'est-à-dire quand la diode d_2 conduit. Ainsi la valeur crête V_{pic} de la tension d'excitation V_{pi} , en phase initiale, ne dépasse pas la valeur V_{pim} nécessaire en régime établi (figure 6a).

20

Selon une quatrième variante, le procédé de pilotage consiste à appliquer une tension initiale V_{pii} aux bornes de chaque injecteur sélectionné, en phase initiale de pilotage, comme le montre la figure 7a, sans faire varier le rapport cyclique des signaux de commande des deux premiers étages donc de l'interrupteur de découpage I_{D2} , comme le montre la figure 6b. Cette tension initiale V_{pii} aux bornes des injecteurs est obtenue par précharge de la capacité de chacun d'eux, soit par commande de l'interrupteur de découpage I_{D2} , soit par commande des interrupteurs S_i des injecteurs.

25

30

Enfin, le procédé de pilotage peut combiner ces différentes variantes simultanément.

35

REVENDEICATIONS

1. Procédé de pilotage d'au moins un actionneur piézo-électrique ultrasonore, piloté électroniquement à partir d'un calculateur de contrôle et d'une source de tension continue, réalisé à partir d'un dispositif comprenant un premier étage d'amplification de ladite tension pour générer une haute tension et un deuxième étage, alimenté par ladite haute tension, de génération d'une source de courant pour alimenter les injecteurs associés à des moyens de sélection commandables par ledit calculateur, caractérisé en ce qu'il consiste à contrôler le rapport cyclique du signal de commande du deuxième étage d'alimentation des injecteurs, en phase initiale, afin de diminuer l'énergie emmagasinée dans l'inductance (L_r) de résonance de ce second étage et par conséquent la tension d'excitation (V_{pi}) des injecteurs (P_i).

2. Procédé de pilotage d'au moins un actionneur piézo-électrique ultrasonore selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à diminuer le rapport cyclique du signal de commande du deuxième étage d'alimentation des injecteurs, en phase initiale, afin de diminuer l'énergie emmagasinée dans l'inductance (L_r) de résonance de ce second étage et par conséquent la tension d'excitation (V_{pi}) des injecteurs (P_i).

3. Procédé de pilotage d'au moins un actionneur piézo-électrique ultrasonore selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à imposer, dès la première impulsion de la phase initiale, un rapport cyclique du signal de commande de la charge de l'inductance (L_r), qui soit égal au rapport cyclique en régime établi pour obtenir la tension d'excitation crête voulue aux bornes des injecteurs, donc une durée de fermeture (D_{fi}) de l'interrupteur de découpage (I_{D2}) du second étage du dispositif de commande des injecteurs, égale à la durée (D_{fe}) en régime établi.

4. Procédé de pilotage d'au moins un actionneur piézo-électrique ultrasonore, selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite durée de charge de l'inductance (L_r) par le courant (i_r) est obtenue en connaissant l'instant du passage par zéro de ce courant (i_r) dans l'inductance (L_r), cette durée étant déterminée par calibration ou établie par connaissance du système.

5. Procédé de pilotage d'au moins un actionneur piézo-électrique ultrasonore selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à faire croître le rapport cyclique du signal de commande du premier étage de génération d'une haute tension, pendant la phase initiale, d'une valeur minimale déterminée jusqu'à une valeur

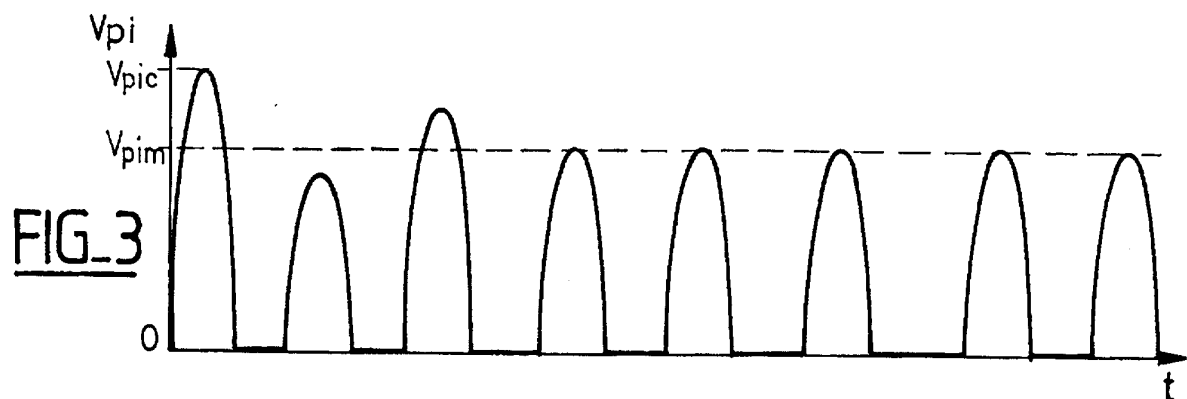
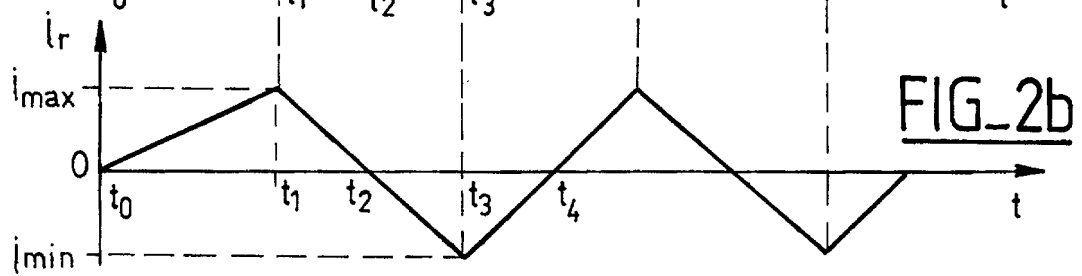
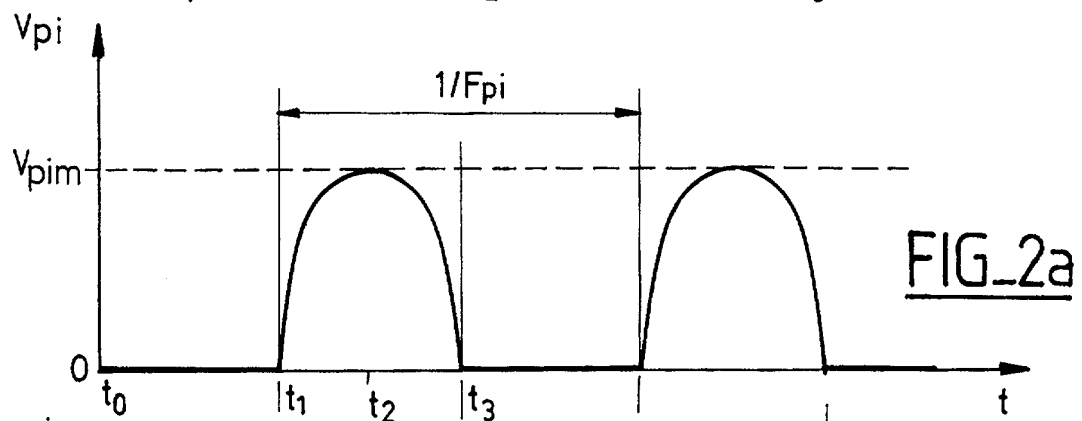
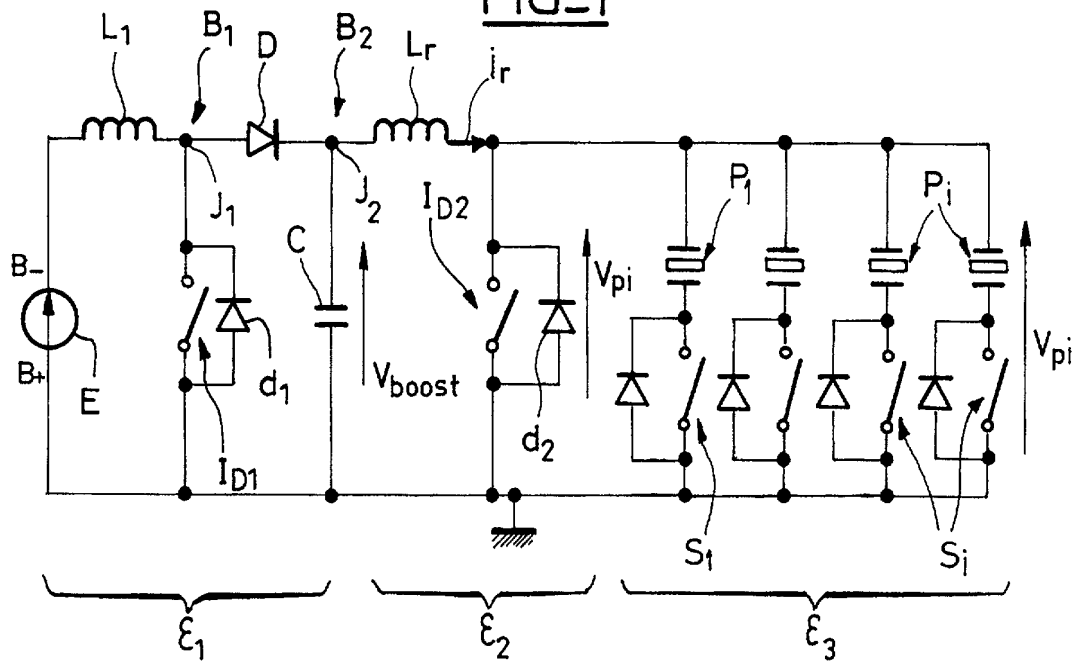
maximale nécessaire pour obtenir, en régime établi, une haute tension d'alimentation (V_{boost}) nécessaire à l'excitation des injecteurs donc à faire varier la haute tension d'alimentation (V_{boost}) , pendant la phase initiale, d'une valeur inférieure à celle nécessaire au régime établi jusqu'à cette dernière, permettant de contrôler le courant

5 (i_r) de charge de l'inductance (L_r) de résonance ainsi que la valeur crête de la tension d'excitation (V_{pi}) , en phase initiale, qui ne dépasse pas la valeur nécessaire en régime établi.

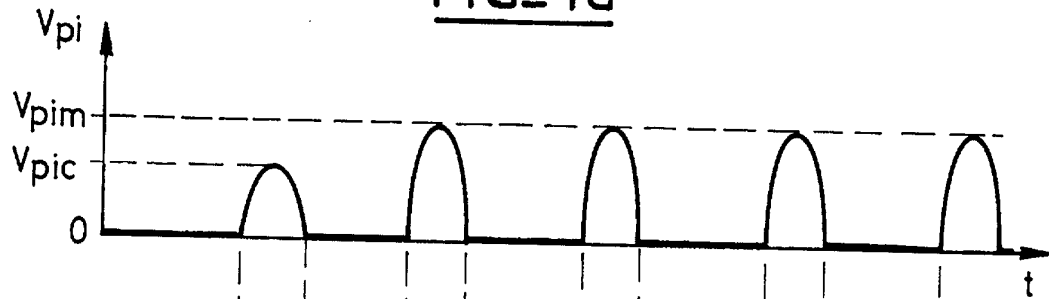
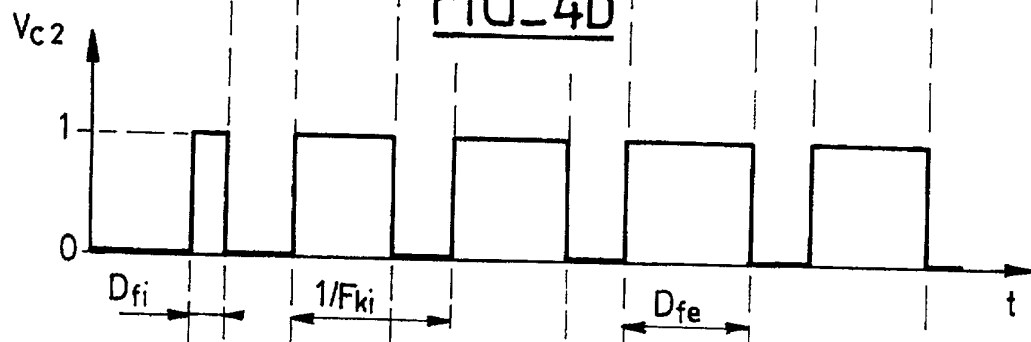
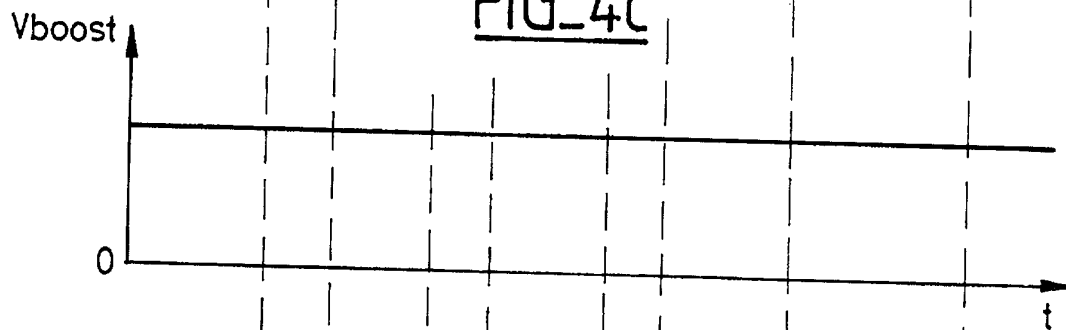
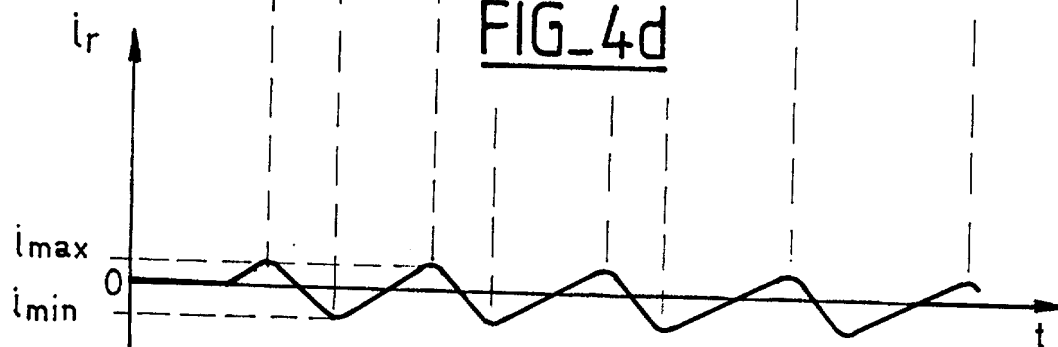
6. Procédé de pilotage d'au moins un actionneur piézo-électrique ultrasonore

10 selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer une tension initiale (V_{pii}) aux bornes de chaque injecteur sélectionné (P_i), en phase initiale de pilotage, obtenue par précharge de la capacité desdits injecteurs, soit par commande de l'interrupteur de découpage (I_{D2}) soit par commande des interrupteurs (S_i) desdits injecteurs (P_i).

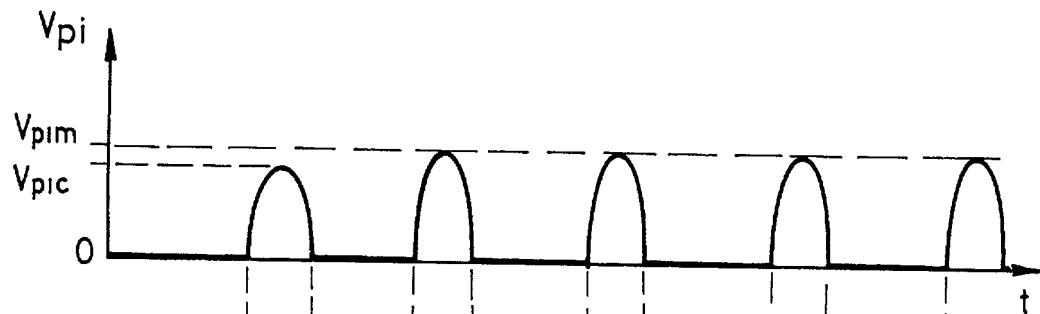
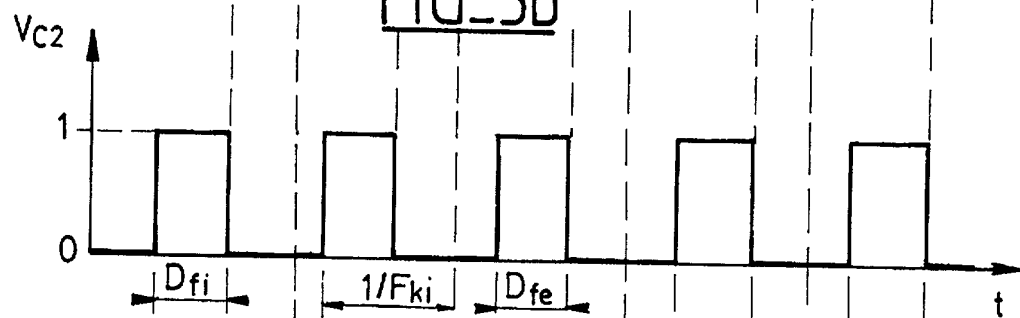
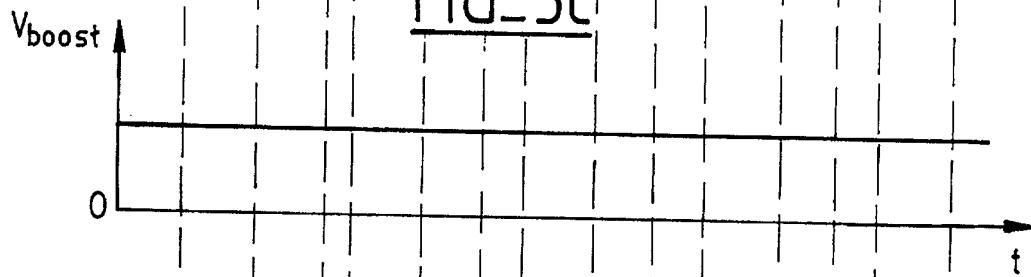
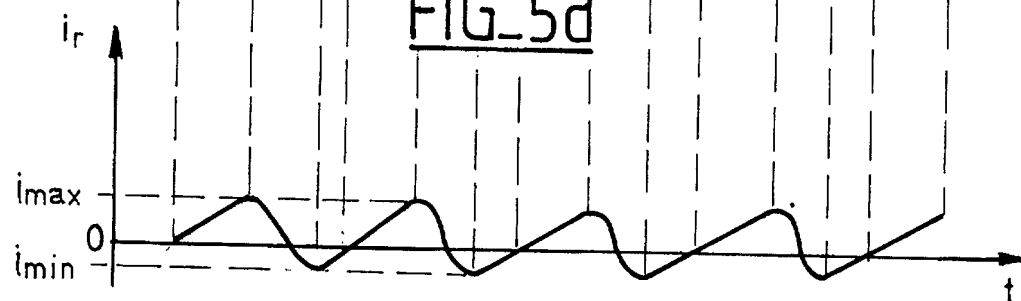
1/5

FIG_1

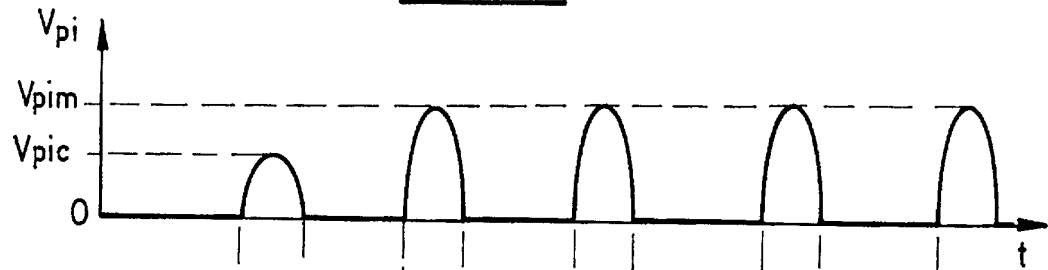
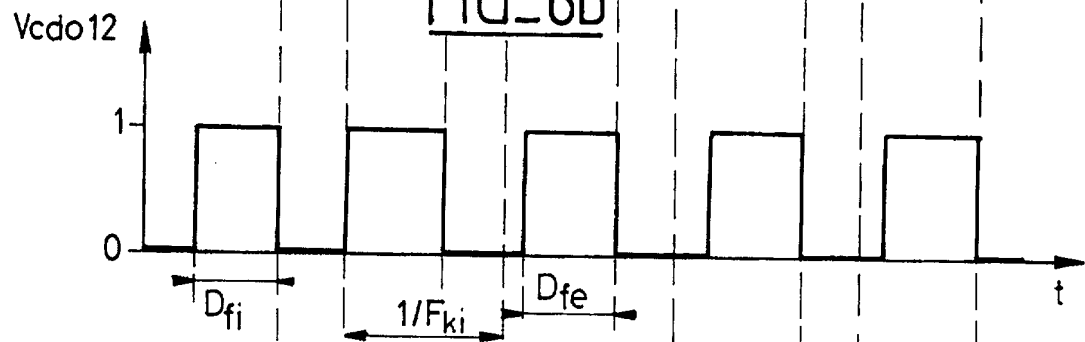
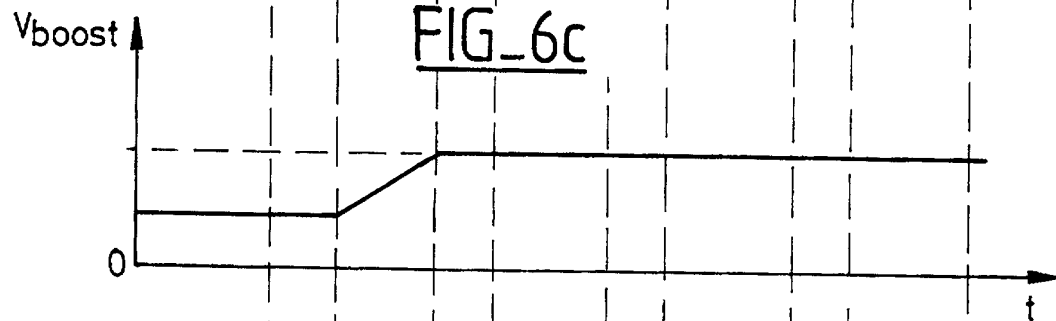
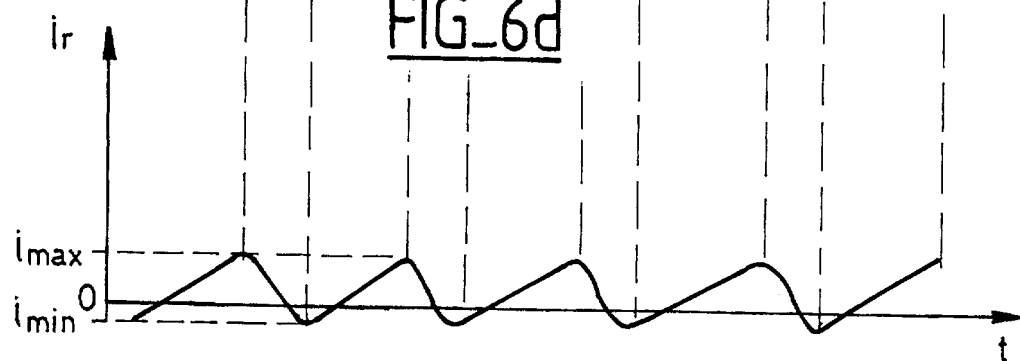
2/5

FIG_4aFIG_4bFIG_4cFIG_4d

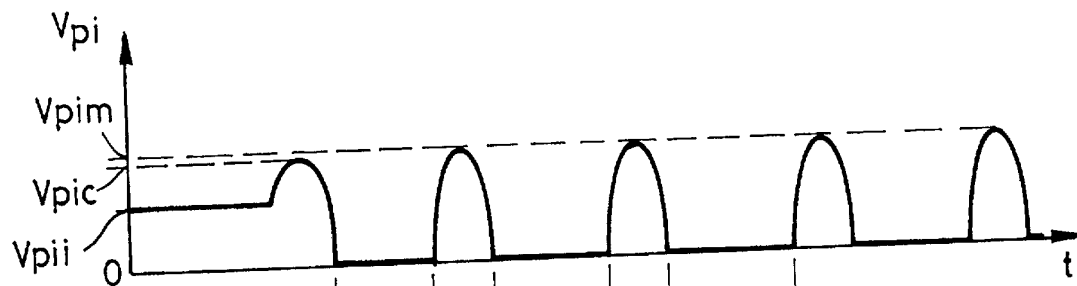
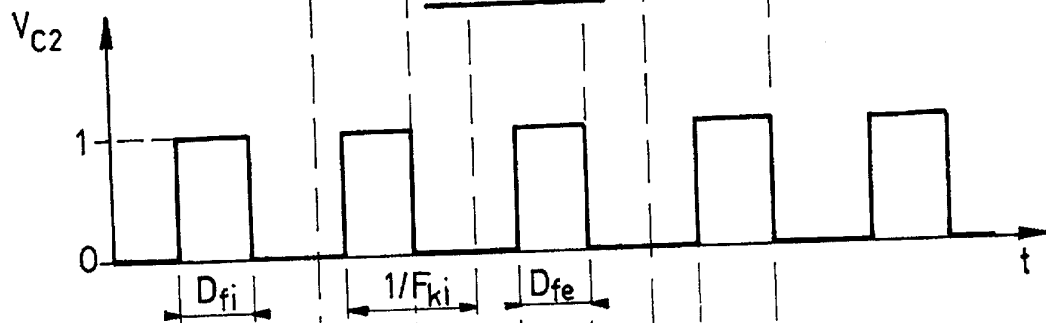
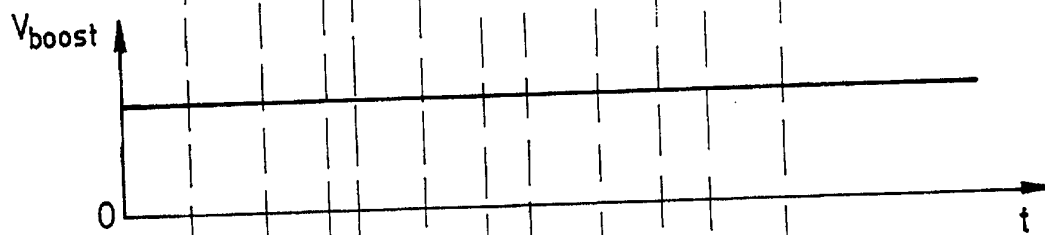
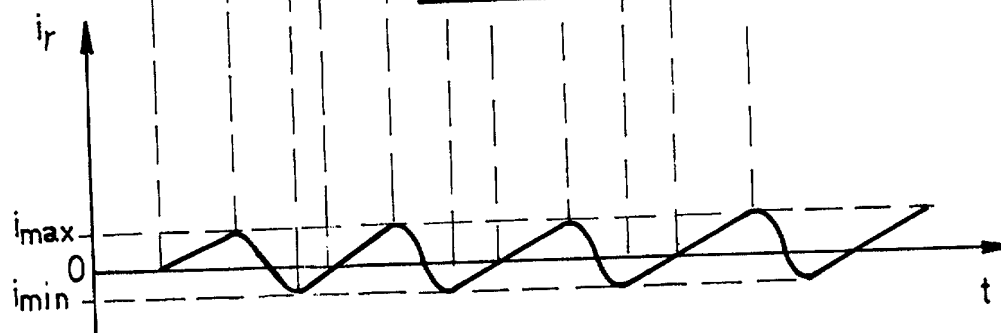
3/5

FIG_5aFIG_5bFIG_5cFIG_5d

4/5

FIG_6aFIG_6bFIG_6cFIG_6d

5/5

FIG_7aFIG_7bFIG_7cFIG_7d



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 658246
FR 0413277

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	EP 1 398 487 A (RENAULT S.A.S) 17 mars 2004 (2004-03-17) * alinéas [0051] - [0054]; figures 1,4 *	1,2	F02M51/06 F02D41/30
E	FR 2 861 919 A (RENAULT SAS) 6 mai 2005 (2005-05-06) * page 4, ligne 28 - page 5, ligne 14; figures 1,3,4 *	1	
E	EP 1 528 605 A (RENAULT S.A.S) 4 mai 2005 (2005-05-04) * figure 2a *	1	
A	EP 1 422 764 A (RENAULT S.A.S) 26 mai 2004 (2004-05-26) * figures 1,8,9 *	1,5	
A	EP 1 398 488 A (RENAULT S.A) 17 mars 2004 (2004-03-17) * figures 1,5,6 *	1,6	
A	DE 197 09 716 A1 (SIEMENS AG, 80333 MUENCHEN, DE) 14 mai 1998 (1998-05-14) * figures 1,2 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 168 (C-236), 3 août 1984 (1984-08-03) & JP 59 066370 A (MATSUSHITA SEIKO KK), 14 avril 1984 (1984-04-14) * abrégé *	1-4	H01L F02D F02M B05B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 juin 2005		Ulivieri, E	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 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 & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0413277 FA 658246**

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 **14-06-2005**

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
EP 1398487	A	17-03-2004	FR 2844556 A1 EP 1398487 A1	19-03-2004 17-03-2004
FR 2861919	A	06-05-2005	FR 2861919 A1	06-05-2005
EP 1528605	A	04-05-2005	FR 2861920 A1 EP 1528605 A1	06-05-2005 04-05-2005
EP 1422764	A	26-05-2004	FR 2847743 A1 EP 1422764 A2	28-05-2004 26-05-2004
EP 1398488	A	17-03-2004	FR 2844555 A1 EP 1398488 A1	19-03-2004 17-03-2004
DE 19709716	A1	14-05-1998	AUCUN	
JP 59066370	A	14-04-1984	AUCUN	