



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**07.06.2000 Bulletin 2000/23**

(51) Int Cl.7: **F02D 41/02, F02D 37/02**

(21) Numéro de dépôt: **99402945.2**

(22) Date de dépôt: **26.11.1999**

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

(72) Inventeurs:  
• **Beurthey, Stephan**  
**91430 Vauhallan (FR)**  
• **Leroux, Jean-François**  
**92500 Rueil Malmaison (FR)**

(30) Priorité: **02.12.1998 FR 9815226**

(74) Mandataire: **Fernandez, Francis Lionel**  
**Renault,**  
**Technocentre,**  
**S.0267 - TCR AVA 0-56,**  
**1 avenue du Golf**  
**78288 Guyancourt (FR)**

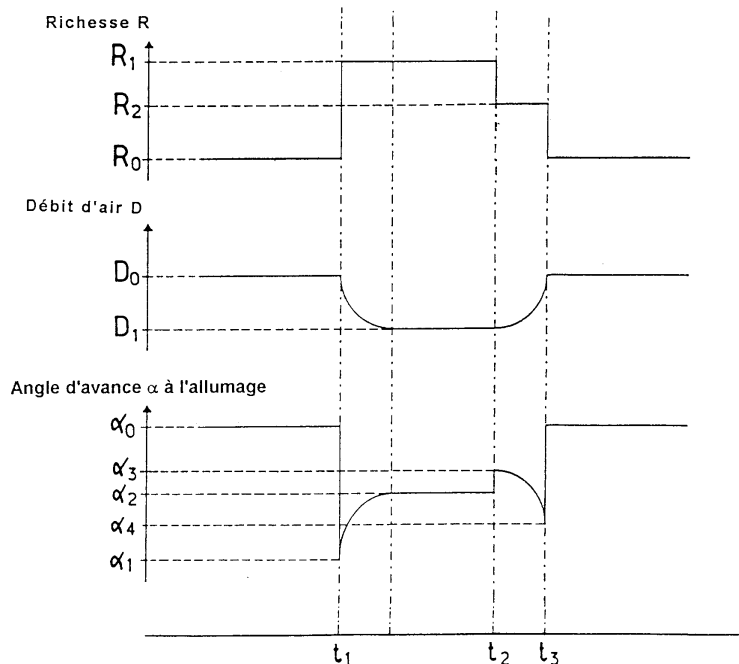
(71) Demandeur: **RENAULT**  
**92109 Boulogne-Billancourt (FR)**

(54) **Procédé de commande de purge en oxydes d'azote d'un pot catalytique de traitement des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne**

(57) On déclenche une purge du pot en commandant un accroissement de la richesse (R) en carburant du mélange. Suivant ce procédé, a) à l'instant ( $t_1$ ) de l'accroissement de richesse, on réduit le débit d'air (D) entrant dans le moteur, et on réduit brusquement l'angle ( $\alpha$ ) d'avance à l'allumage du mélange air/carburant à

une valeur ( $\alpha_1$ ), et b) on arrête la purge en abaissant d'abord la richesse à une valeur ( $R_2$ ), avec remontée progressive du débit d'air (D) et remontée brusque de l'angle ( $\alpha$ ) à une valeur ( $\alpha_3$ ), en asservissant ensuite une décroissance de l'angle ( $\alpha$ ) jusqu'à la valeur ( $\alpha_4$ ) et en rétablissant enfin la richesse (R), le débit (D) et l'angle ( $\alpha$ ) aux valeurs ( $R_0, D_0, \alpha_0$ ) antérieures à la purge.

**FIG.: 2**



## Description

**[0001]** La présente invention est relative à un procédé de commande de la purge en oxydes d'azote d'un pot catalytique de traitement des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne, ledit pot absorbant de tels oxydes lors du fonctionnement en mélange air/carburant pauvre dudit moteur. Plus particulièrement, l'invention est relative à un tel procédé du type suivant lequel on commande une purge du pot par un accroissement temporaire de la richesse en carburant du mélange air/carburant.

**[0002]** Pour réduire la pollution de l'atmosphère par les gaz d'échappement des moteurs à combustion interne, en particulier ceux qui assurent la propulsion des véhicules automobiles, on équipe couramment les lignes d'échappement de ces gaz d'un pot catalytique ayant pour fonction de transformer les espèces chimiques nocives contenues dans ces gaz en espèces moins nocives, voire inoffensives.

**[0003]** C'est ainsi que l'on connaît un pot catalytique dit "à trois voies" ou "trifonctionnel", du fait qu'il assure une triple fonction d'oxydation des hydrocarbures imbrûlés (HC), d'oxydation du monoxyde de carbone (CO) en CO<sub>2</sub> et de réduction des oxydes d'azote (NOx) en azote gazeux.

**[0004]** Le souci de réduire les émissions de gaz et l'effet de serre, en particulier les émissions de gaz carbonique CO<sub>2</sub> a provoqué de l'intérêt pour un moteur à combustion interne capable de fonctionner avec un rapport air/carburant dit "pauvre", c'est-à-dire supérieur à celui d'un mélange stoechiométrique. Cependant, lorsqu'on utilise un pot catalytique trifonctionnel classique pour dépolluer les gaz d'échappement d'un tel moteur fonctionnant en mélange pauvre, on observe une très faible efficacité du pot dans la réduction des oxydes d'azote (NOx).

**[0005]** Pour pallier cet inconvénient, on propose dans le brevet européen n° 560 991 d'utiliser un pot catalytique trifonctionnel comprenant en outre des moyens d'adsorption des oxydes d'azote présents dans les gaz d'échappement, lorsque le mélange air/carburant provenant du moteur est pauvre.

**[0006]** Pour éviter que cette adsorption ne provoque à la longue la saturation de la capacité d'adsorption du pot catalytique, le brevet précité propose de commuter périodiquement la richesse du mélange air/carburant à une valeur correspondant à un mélange stoechiométrique ou riche. Cette commutation provoque la désorption des oxydes d'azote adsorbés dans le pot puis leur réduction par les hydrocarbures imbrûlés et le monoxyde de carbone présents dans le pot du fait de l'accroissement de la richesse du mélange. La durée de la commutation nécessaire pour désorber et réduire les oxydes d'azote stockés dans le pot catalytique est proportionnelle à la masse des oxydes d'azote stockés.

**[0007]** Il faut veiller à ce que les opérations de purge du pot ne perturbe pas sensiblement le couple délivré

par le moteur, de manière à ménager le confort des passagers du véhicule. A cet égard, les diverses stratégies de commande décrites dans le brevet précité ne sont pas satisfaisantes car, combinées à une telle commande en couple, elles provoqueraient des pics d'émission d'espèces polluantes (monoxyde de carbone, hydrocarbures imbrûlés) pendant les phases transitoires, notamment lors du retour en mélange pauvre à la fin d'une purge, du fait du temps de réponse de certains actionneurs utilisés tels que, notamment, le papillon des gaz motorisé et commandé par un calculateur, qui sert à régler le débit d'air entrant dans le moteur.

**[0008]** La présente invention a précisément pour but de fournir un procédé de commande de la purge en oxydes d'azote d'un pot catalytique de traitement des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne, qui permette d'assurer le maintien, pendant et après une phase de purge du pot, du couple moteur antérieur, tout en réduisant la consommation en carburant du moteur pendant cette purge et la quantité d'espèces chimiques polluantes contenues dans les gaz de combustion du moteur.

**[0009]** On atteint ce but de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, avec un procédé de commande de la purge en oxydes d'azote d'un pot catalytique de traitement des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne, ledit pot absorbant lesdits oxydes d'azote quand ledit moteur fonctionne en mélange air/carburant pauvre en carburant, ledit procédé étant du type suivant lequel

a) on commande une purge par un accroissement temporaire de la richesse en carburant dudit mélange en réduisant progressivement le débit d'air entrant dans le moteur de manière à optimiser la consommation en carburant du moteur à la richesse fixée, en réduisant brusquement, à une valeur prédéterminée, l'angle d'avance à l'allumage du mélange air/carburant, pour maintenir la constance du couple délivré par le moteur, et en asservissant ensuite une remontée dudit angle d'avance à ladite réduction du débit d'air, jusqu'à une deuxième valeur prédéterminée optimisant la consommation en carburant du moteur en fonction de la richesse et du débit d'air fixé pendant la purge,

b) on arrête la purge en ramenant les valeurs de la richesse du mélange air/carburant, du débit d'air et de l'angle d'avance à l'allumage dudit mélange, aux valeurs respectives antérieures au déclenchement de la purge,

ce procédé étant remarquable en ce que, à l'étape b), on abaisse d'abord la richesse du mélange air/carburant à une valeur intermédiaire entre les richesses de purge et de mélange pauvre, avec commande concomitante d'une remontée progressive du débit d'air et d'une remontée brusque de l'angle d'avance à l'alluma-

ge à une troisième valeur prédéterminée fonction de ladite richesse intermédiaire, on asservit ensuite une décroissance dudit angle jusqu'à une quatrième valeur prédéterminée pendant la remontée du débit d'air, et on rétablit enfin la richesse du mélange, le débit d'air et l'angle d'avance à l'allumage aux valeurs respectives antérieures à la purge.

**[0010]** Comme on le verra plus loin en détail, en commandant ainsi simultanément le débit d'air entrant dans le moteur et l'angle d'avance à l'allumage du mélange air/carburant d'alimentation de ce moteur, on assure la constance du couple délivré par le moteur sans provoquer les surconsommations et les pics de pollution évoqués en préambule de la présente description.

**[0011]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 représente schématiquement un moteur à combustion interne équipé pour assurer la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention, et
- la figure 2 rassemble des graphes utiles à la description du procédé suivant l'invention.

**[0012]** On se réfère à la figure 1 du dessin annexé où l'on a représenté schématiquement un des cylindres d'un moteur 1 à combustion interne, muni classiquement d'un piston 1a, d'une soupape d'admission 1b et d'une soupape d'échappement 1c. La soupape d'échappement 1c commande le passage des gaz de combustion sortant du moteur, dans une ligne d'échappement 2 sur laquelle est monté un pot catalytique trifonctionnel 3 du type décrit en préambule de la présente description.

**[0013]** L'alimentation en carburant du cylindre est réalisée à l'aide d'un injecteur de carburant 4 débouchant dans le cylindre, dans le cas d'un moteur dit à "injection directe", ou d'un injecteur 5 arrosant classiquement la soupape d'admission 1b, comme représenté en trait interrompu à la figure 1.

**[0014]** Le débit d'air entrant dans le cylindre par cette soupape 1b est réglé par un circuit d'admission d'air comprenant un papillon des gaz "motorisé" 6 commandé par un calculateur numérique 7, comme cela est maintenant classique. Le calculateur commande, outre le papillon 7 et l'injecteur 4 ou 5, une bougie d'allumage 8 de manière à ajuster l'angle d'avance à l'allumage du mélange air/carburant introduit dans le cylindre.

**[0015]** On se réfère maintenant à la figure 2 du dessin annexé pour décrire le procédé de purge suivant l'invention. Celui-ci est mis en oeuvre alors que le moteur est alimenté en mélange air/carburant pauvre. On sait qu'alors le pot catalytique 3 se charge en oxydes d'azote. On connaît, par exemple de la demande de brevet français n° 97 15775 déposée le 12 décembre 1997 par la demanderesse, un système expert conçu pour évaluer continuellement l'efficacité du pot en matière d'ad-

sorption des oxydes d'azote et pour déclencher une purge du pot, quand cette efficacité devient insuffisante.

**[0016]** On a représenté à la figure 2 l'évolution, respectivement, de la richesse R du mélange air/carburant, du débit d'air D entrant dans le moteur et de l'angle  $\alpha$  d'avance à l'allumage, à partir d'un instant  $t_1$  de déclenchement d'une purge, instant déterminé par ledit système expert par exemple, ces évolutions étant déterminées par le procédé de commande de purge suivant l'invention, tel qu'il est décrit en détail dans la suite.

**[0017]** A l'instant  $t_1$ , le calculateur commande un accroissement brusque de la quantité d'essence injectée dans le moteur et donc de la richesse du mélange air/carburant, de manière que celui-ci convienne à la purge du pot en oxydes d'azote, cette richesse passant alors de la valeur antérieure  $R_0$  correspondant à un mélange pauvre, à une valeur  $R_1$  supérieure à celle ( $R_2$ ) correspondant à la stoechiométrie.

**[0018]** Simultanément, suivant l'invention, le calculateur 7 commande une réduction progressive du débit d'air entrant dans le moteur à partir de la valeur  $D_0$  antérieure, et une réduction brusque de l'angle d'avance à l'allumage  $\alpha$ , qui passe alors de la valeur antérieure  $\alpha_0$  à une valeur  $\alpha_1$ .

**[0019]** La réduction commandée du débit d'air, concomitante à l'accroissement de richesse, permet d'adapter ce débit à la richesse demandée, et donc d'assurer un fonctionnement optimal du moteur du point de vue de la consommation en carburant et donc aussi du point de vue de la limitation de la production d'espèces polluantes que provoque la combustion du mélange air/carburant.

**[0020]** La brusque réduction de l'angle d'avance  $\alpha$  à la valeur  $\alpha_1$  est calculée pour compenser le brusque accroissement du couple moteur qui résulterait autrement de l'accroissement brusque de la valeur de la richesse du mélange air/carburant jusqu'à la valeur  $R_1$ . On stabilise ainsi le couple moteur à sa valeur antérieure à la purge, au profit du confort des passagers.

**[0021]** On observe cependant que certains actionneurs du système de commande du moteur ont un temps de réponse qui ne peut être négligé. Il en est ainsi notamment du système mécanique que constitue le papillon motorisé 6, qui ne peut s'ouvrir ou se fermer instantanément. Le phénomène de "mouillage de paroi" par le carburant injecté n'est pas non plus immédiatement réversible. D'autres phénomènes physiques tels que le remplissage/vidage en air du moteur ont une constante de temps importante. Ces temps de réponse et retards provoquent, dans les phases transitoires de la purge, des évolutions du couple moteur qui peuvent engendrer des désagréments de conduite si l'avance à l'allumage n'est pas asservie au débit d'air.

**[0022]** Suivant l'invention, on supprime ces évolutions de couple en remontant progressivement l'angle  $\alpha$  d'avance à l'allumage, de la valeur  $\alpha_1$  à une valeur  $\alpha_2$  correspondant à un fonctionnement optimum du moteur au débit d'air  $D_1$  et à la richesse  $R_1$  de consigne pendant

la purge, cette remontée progressive de l'angle  $\alpha$  d'avance à l'allumage étant asservie à la réduction du débit d'air de manière à suivre celle-ci dans le temps. Le temps de réponse du circuit d'admission d'air est ainsi totalement pris en compte par le procédé suivant l'invention, ce qui permet de limiter la consommation en carburant du moteur pendant la purge ainsi que les émissions d'espèces polluantes, sans perturber le couple moteur.

**[0023]** L'asservissement de l'angle  $\alpha$  au débit d'air peut être obtenu simplement par une programmation convenable du calculateur 7.

**[0024]** Quand le système expert détermine que le pot catalytique 3 a retrouvé son efficacité, il commande, à l'instant  $t_2$ , l'arrêt de la purge, c'est-à-dire le rétablissement à terme des valeurs  $R_0$ ,  $D_0$  et  $\alpha_0$  de la richesse, du débit d'air et l'angle d'avance à l'allumage respectivement.

**[0025]** On pourrait revenir à ces valeurs par une stratégie symétrique de celle appliquée au déclenchement de la purge. Il faudrait alors attendre, le débit d'air étant maître, que celui-ci revienne à sa valeur initiale ( $D_0$ ) alors que l'avance  $\alpha$ , asservie au débit d'air, assure la conservation du couple. Si le pot 3 est entièrement purgé à l'instant  $t_2$ , on observerait des pics de pollution (par hydrocarbures imbrûlés et oxydes d'azote) après l'instant  $t_2$ , jusqu'au rétablissement du débit  $D_0$  du fait du temps de réponse du circuit d'admission d'air.

**[0026]** Suivant l'invention, on surmonte cette difficulté en revenant au mélange pauvre en passant par un mélange de richesse de valeur  $R_2$  intermédiaire entre  $R_1$  et  $R_0$ , la valeur  $R_2$  correspondant à un mélange stoechiométrique, par exemple, valeur de richesse pour laquelle le catalyseur à trois voies traite les émissions polluantes.

**[0027]** Simultanément, le calculateur commande le papillon 6 de manière à accroître le débit d'air entrant dans le moteur jusqu'à revenir progressivement à un mélange air/carburant de richesse  $R_0$ , donc à un mélange "pauvre".

**[0028]** A l'instant  $t_2$ , suivant l'invention, le calculateur relève brusquement l'angle d'avance à l'allumage  $\alpha$  à la valeur  $\alpha_3$ , de manière à compenser la réduction brutale de la richesse observée à cet instant,  $\alpha_3$  correspondant à la valeur optimale de l'avance quand le mélange air/carburant est de composition stoechiométrique. Après l'instant  $t_2$ , l'avance est de nouveau asservie au débit d'air jusqu'à ce que celui-ci revienne à la valeur  $D_0$ , à l'instant  $t_3$ . A cet instant, on ramène l'avance  $\alpha$  et la richesse  $R$  aux valeurs  $\alpha_0$  et  $R_0$  respectivement, correspondant au mélange pauvre.

**[0029]** Cette stratégie d'évolution de la richesse  $R$  et de l'angle  $\alpha$  d'avance à l'allumage dans l'intervalle de temps  $[t_2, t_3]$  permet d'adapter plus étroitement, grâce à l'asservissement utilisé, ces grandeurs aux variations du débit d'air  $D$  pendant cet intervalle de temps, ce débit étant tributaire d'un temps de réponse d'origine mécanique qui n'affecte pas les évolutions des grandeurs  $R$

et  $\alpha$ .

**[0030]** Il apparaît maintenant que la présente invention permet bien d'atteindre le but fixé, à savoir assurer la purge en oxydes d'azote d'un pot catalytique, sans perturbation du couple délivré par le moteur et sans surconsommation de carburant et pics de pollution transitoires dans les gaz d'échappement du moteur.

## 10 Revendications

1. Procédé de commande de la purge en oxydes d'azote (Nox) d'un pot catalytique (3) de traitement des gaz d'échappement d'un moteur (1) à combustion interne, ledit pot (3) absorbant lesdits oxydes d'azote quand ledit moteur (1) fonctionne en mélange air/carburant pauvre en carburant, ledit procédé étant du type suivant lequel

a) on commande une purge du pot (3) par un accroissement temporaire de la richesse ( $R$ ) en carburant du mélange en réduisant progressivement le débit d'air ( $D$ ) entrant dans le moteur de manière à optimiser la consommation en carburant du moteur à la richesse fixée, en réduisant brusquement l'angle ( $\alpha$ ) d'avance à l'allumage du mélange air/carburant à une valeur prédéterminée ( $\alpha_1$ ) pour maintenir la constance du couple délivré par le moteur (1), et en asservissant ensuite une remontée dudit angle ( $\alpha$ ) d'avance à ladite réduction du débit d'air ( $D$ ), jusqu'à une deuxième valeur prédéterminée ( $\alpha_2$ ) optimisant la consommation en carburant du moteur (1) en fonction de la richesse ( $R_1$ ) et du débit d'air ( $D_1$ ) fixé pendant la purge,

b) on arrête la purge en ramenant les valeurs de la richesse ( $R$ ) du mélange air/carburant, du débit d'air ( $D$ ) et de l'angle ( $\alpha$ ) d'avance à l'allumage dudit mélange, aux valeurs ( $R_0, D_0, \alpha_0$ ) respectives antérieures au déclenchement de la purge,

ce procédé étant caractérisé en ce que, à l'étape b), on abaisse d'abord la richesse du mélange air/carburant à une valeur ( $R_2$ ) intermédiaire entre les richesses de purge ( $R_1$ ) et de mélange pauvre ( $R_0$ ), avec commande concomitante d'une remontée progressive du débit d'air ( $D$ ) et d'une remontée brusque de l'angle ( $\alpha$ ) d'avance à l'allumage à une troisième valeur prédéterminée ( $\alpha_3$ ) fonction de ladite richesse intermédiaire, on asservit ensuite une décroissance dudit angle ( $\alpha$ ) jusqu'à une quatrième valeur ( $\alpha_4$ ) prédéterminée pendant la remontée du débit d'air, et on rétablit enfin la richesse du mélange, le débit d'air et l'angle d'avance à l'allumage aux valeurs respectives ( $R_0, D_0, \alpha_0$ ) antérieures à la purge.

2. Procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que ladite valeur ( $R_1$ ) intermédiaire de la richesse (R) correspond à un mélange air/carburant stoechiométrique.

5

3. Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on déclenche et on arrête la purge sous la commande d'un système d'évaluation du taux de chargement du pot catalytique (3) en oxydes d'azote.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

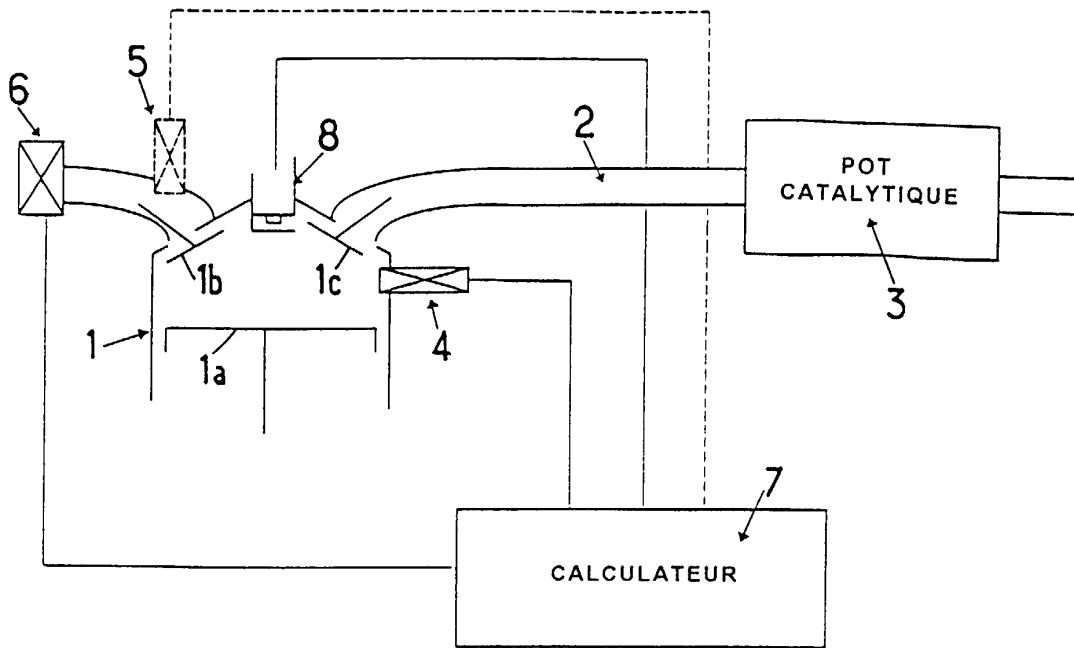
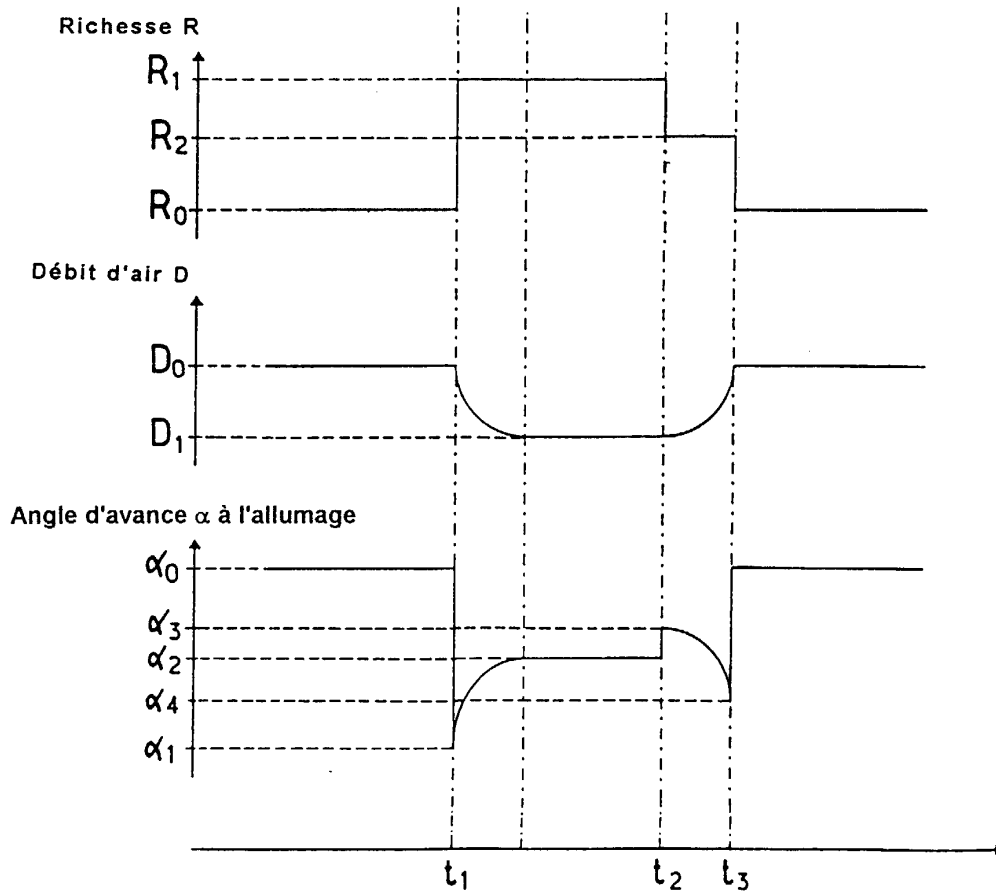


FIG.:1

FIG.:2





Office européen  
des brevets

**RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE**

Numéro de la demande  
EP 99 40 2945

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)
Y	US 5 657 625 A (DANNO YOSHIKI ET AL) 19 août 1997 (1997-08-19) * figures 1,2 * * colonne 3, ligne 4 - ligne 14 * * colonne 3, ligne 54 - ligne 63 * * colonne 4, ligne 59 - colonne 5, ligne 13 * * colonne 6, ligne 31 - colonne 7, ligne 25 * * colonne 9, ligne 30 - ligne 57 * * colonne 11, ligne 18 - ligne 57 * * colonne 12, ligne 39 - colonne 13, ligne 22 * * colonne 15, ligne 32 - colonne 16, ligne 15 *	1-3	F02D41/02 F02D37/02
Y	US 5 078 112 A (IKEURA KENJI) 7 janvier 1992 (1992-01-07) * figures * * colonne 2, ligne 48 - ligne 68 * * colonne 4, ligne 17 - ligne 35 * * colonne 4, ligne 58 - colonne 6, ligne 6 *	1-3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
A	US 5 111 788 A (WASHINO SHOICHI) 12 mai 1992 (1992-05-12) * figures 1,3 * * colonne 6, ligne 37 - ligne 61 * * colonne 12, ligne 34 - ligne 44 *	1	F02D F02P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>22 mars 2000</b>	Examineur <b>Lapeyronnie, P</b>
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 (P04C02)

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

EP 99 40 2945

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.

22-03-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5657625 A	19-08-1997	JP 8061052 A	05-03-1996
		JP 2976824 B	10-11-1999
		JP 8100639 A	16-04-1996
		JP 8105318 A	23-04-1996
		DE 19522165 A	21-12-1996
		KR 182847 B	20-03-1999
US 5078112 A	07-01-1992	JP 1305138 A	08-12-1989
		JP 2595661 B	02-04-1997
US 5111788 A	12-05-1992	JP 2890586 B	17-05-1999
		JP 3210032 A	13-09-1991
		DE 4100692 A	18-07-1991

EPO FORM P0460

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