

PROCEDE DE COMMANDE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

La présente invention concerne la commande des moteurs de véhicules à
5 combustion interne, qu'ils soient à essence ou diesel, à injection de
carburant directe ou indirecte et quel que soit le nombre de cylindres.

Dans le fonctionnement actuel des moteurs à combustion interne il existe
des dispersions entre les quantités injectées d'un cylindre par rapport à un
10 autre cylindre, on parle de dispersion poste à poste. Ces dispersions
relatives proviennent des différences de fabrication des composants du
moteur et de leur vieillissement.

Ces écarts engendrent des vibrations, du bruit, une surconsommation de
15 carburant et une augmentation des émissions de polluants.

On connaît des stratégies intégrées dans les calculateurs de contrôle
moteur destinées à corriger les dispersions de débit injecté par chacun
des injecteurs d'un moteur à combustion interne. Ces stratégies corrigent
20 les dispersions poste à poste par la mesure de la durée nécessaires au
vilebrequin du moteur pour parcourir une fenêtre angulaire déterminée et
liée à la combustion d'un cylindre. La comparaison des durées de
parcours des fenêtres angulaires liées aux combustions de chaque
cylindres permet de corriger la quantité injectée dans chaque cylindres
25 afin d'égaliser ces durées et d'égaliser les quantités injectées. Une telle
stratégie est divulguée dans la publication EP-A-1065363.

Ces stratégies sont dépendantes des dispersions et des dérives
mécaniques qui modifient la cinématique du moteur. Ainsi, la durée de
30 parcours par le vilebrequin d'une fenêtre angulaire déterminée évolue en

fonction des frottements moteur et n'est donc plus représentative de la quantité de carburant réellement injectée. La correction poste à poste réalisée grâce à ces stratégies est alors erronée car elle ne prend pas en compte ces phénomènes.

5

De plus les stratégies actuelles n'intègrent pas l'influence de la torsion du vilebrequin et l'influence des forces d'inerties dues aux masses en translation (mouvement des pistons par exemple) sur la mesure de la durée angulaire de parcours d'une fenêtre déterminée. Ces stratégies ne fonctionnent pas au-delà de 3000 tours/minute car les phénomènes de torsion et d'inertie croissent avec le régime moteur et ne sont plus négligeable à ces vitesses de rotation.

10

La présente invention propose, entre autre chose, de résoudre les inconvénients de l'art antérieur.

15

Dans ce but, l'invention propose un procédé de contrôle d'un moteur à combustion interne comportant q cylindres caractérisé en ce qu'il comporte:

20

25

30

- une étape d'élaboration d'une valeur nominale de consigne $Anom$ pour commander un injecteur du moteur,
- une étape d'estimation du couple gaz moyen $Cmes[Ci]$ généré dans chaque cylindre du moteur,
- une étape de calcul d'une valeur d'erreur $Er[Ci]$ du cylindre Ci à partir du couple gaz moyen $Cmes[Ci]$ mesuré et de la valeur nominale de consigne $Anom$,
- une étape de correction de la valeur de consigne $Anom[Ci]$ de l'injecteur Ci en fonction de la valeur de l'erreur $Er[Ci]$.

Le procédé selon l'invention pourra présenter au moins l'une quelconque des caractéristiques suivantes:

- Anom est élaborée à l'aide d'une cartographie et est fonction du point de fonctionnement du moteur.

- 5 - si la valeur nominale de consigne Anom est un débit, on convertit le couple gaz moyen Cmes[Ci] généré dans chaque cylindre du moteur en une valeur de débit d'injection Qinj[ci] correspondante, ou on convertit la valeur nominale de consigne Anom en une valeur de couple correspondante Cnom.

- 10 - la correction de la valeur de consigne Anom[Ci] de l'injecteur Ci est donnée par une relation de la forme :

$$Anom[Ci] = Anom + \int k_i Er[Ci]dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$$

ou par une relation de la forme

$$Anom[Ci] = \int k_i' Er[Ci]dt + k_d' \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p' Er[Ci]$$

- 15 avec :

k_i , k_i' gain intégral d'un régulateur proportionnel intégral dérivé, k_d , k_d' gain dérivé d'un régulateur proportionnel intégral dérivé k_p , k_p' gain proportionnel d'un régulateur proportionnel intégral dérivé.

- l'étape d'élaboration d'une valeur de consigne nominale Anom comporte
20 une étape d'estimation et d'enregistrement du couple gaz moyen Cmes[Ci] produit par chacun des cylindres Ci du moteur, une étape de comparaison de la valeur du couple Cmes[Ci] de chacun des cylindres Ci à une valeur de couple Creg, une étape de sélection d'un cylindre Ciref produisant le couple Cref le plus proche de Creg comme cylindre de
25 référence, une étape de calcul d'une grandeur nominale de consigne de couple Anom en fonction de la valeur de Cref.

- la correction de la valeur de consigne Anom[Ci] de l'injecteur Ci est donnée par une relation de la forme :

$$Anom[Ci] = Cref + \int k_i Er[Ci]dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$$

ou de la forme :

$$Anom[Ci] = \int k'_i Er[Ci]dt + k'_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k'_p Er[Ci]$$

avec : k_i , k'_i gain intégral d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

- 5 k_d , k'_d gain dérivé d'un régulateur proportionnel intégral dérivé k_p , k'_p
gain proportionnel d'un régulateur proportionnel intégral dérivé.

- l'étape d'élaboration d'une valeur nominale de consigne Anom comporte une étape d'estimation du couple gaz moyen produit par chacun des cylindre Ci du moteur, une étape de calcul (85) d'une moyenne C_{moy} des
10 couples gaz moyen produits par chacun des cylindres Ci du moteur, une étape de calcul d'une valeur nominale de consigne de couple Anom en fonction de la valeur de C_{moy}.

- la valeur du couple moyen de référence C_{moy} est donnée par la relation :

$$15 \quad C_k = \frac{1}{2}(C_{k-1} + C_p) \quad (E1)$$

$$C_{moy} = C_k$$

dans laquelle C_k est la moyenne glissante du couple gaz moyen estimé à l'instant k, k étant l'instant où l'estimation du couple gaz moyen Cp produit par une combustion dans le cylindre p est terminée.

- la valeur du couple moyen de référence C_{moy} est donnée par la relation
20 suivante :

$$C_n = \frac{1}{2}(C_{n-1} + \frac{1}{m} \sum_{p'=m,n}^{m(n+1)} C_{p'})$$

$$C_{moy} = C_n$$

- 25 dans laquelle, Cp' est une valeur de couple estimé, p' comptabilise le nombre entier de combustions consécutives depuis l'initialisation du calcul

de C_n , et $0 \leq p' \leq m$. m est le nombre de cylindres pris en compte pour le calcul de la moyenne glissante C_n et $1 \leq m \leq q$.

- la valeur du couple moyen de référence C_{moy} est donnée par la relation

$$5 \quad C_{moy} = \frac{1}{q} \sum_{p=1}^q c_p$$

C_{moy} est alors la moyenne arithmétique des couples des cylindres du moteur au cycle thermodynamique précédent, et C_{moy} est calculé pour tous les cycles moteur.

10 - la correction de la valeur de consigne $Anom[Ci]$ de l'injecteur Ci est donnée par une relation de la forme :

$$Anom[Ci] = Areg + \int k_i Er[Ci] dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$$

ou par la relation

$$Anom[Ci] = \int k_i' Er[Ci] dt + k_d' \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p' Er[Ci]$$

15

avec :

$Areg$ consigne de couple ou de débit élaboré par l'unité de commande électronique pour piloter les injecteurs, k_i , k_i' gain intégral d'un régulateur proportionnel intégral dérivé, k_d , k_d' gain dérivé d'un régulateur proportionnel intégral dérivé, k_p , k_p' gain proportionnel d'un régulateur proportionnel intégral dérivé.

20 - au cours de ou des étapes d'estimation (37,49,67,75,85,91), on utilise un capteur de position 16 pour détecter le déplacement des motifs d'une cible solidaire d'un élément du moteur mobile en rotation, et l'estimation du couple gaz moyen généré dans chaque cylindre du moteur est donné par

25 une relation du type :

$$[C_{gaz,0}]_i = \sum_j \delta_j \left[\sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_{k,j} \beta_{k,j} + \alpha_{0,j} \right]$$

dans laquelle :

- $[C_{gaz,0}]_i$ est le couple gaz moyen du cylindre i au cours d'un cycle de combustion,
- 5 - $\beta_{k,j}$ est une fonction de Δt_k et/ou de ω_k respectivement durée et vitesse de passage du motif D_k en face du capteur.
- $\alpha_{k,j}$ est un coefficient de pondération de la durée associé au motif D_k ,
- 10 - $\alpha_{0,j}$ est une variable dépendant du régime moyen du moteur au premier ordre,
- q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçus par le capteur de position (2) au cours de la combustion du cylindre i
- 15 définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple du moteur associé à la combustion du cylindre i,
- δ_j est un coefficient de pondération.

- l'estimation du couple est donné par l'une quelconque des relations :

$$[C_{gaz,0}]_i = \left[\sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_k \omega_k + \alpha_0 \right] \text{ ou } [C_{gaz,0}]_i = \left[\sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_k \Delta t_k + \alpha_0 \right]$$

20 dans lesquelles :

- $[C_{gaz,0}]_i$ est le couple gaz moyen du cylindre i au cours d'un cycle de combustion,
- ω_k est la vitesse de passage du motif D_k en face du capteur,
- 25 - Δt_k est la durée instantanée de passage du motif D_k en face du capteur de position,

- α_k est le coefficient de pondération de la vitesse du motif D_k dépendant au moins d'un paramètre de fonctionnement du moteur,
- α_k est une variable dépendant au moins d'un paramètre de fonctionnement du moteur,
- q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçus par le capteur de position au cours de la combustion du cylindre i définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple du moteur associé à la combustion du cylindre i .

D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation, non limitatif, de la présente invention faite en référence aux
 15 dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'une partie d'un moteur à combustion interne,
- la figure 2 est un diagramme illustrant un premier mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention,
- la figure 3 est un diagramme illustrant un deuxième mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention,
- la figure 4 est un diagramme illustrant un troisième mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention
- la figure 5 est un diagramme d'un mode de mise en œuvre de l'estimation du couple produit par les cylindres du moteur.

On a illustré à la figure 1 une partie d'un moteur 2 selon un mode préféré de réalisation de l'invention. Il s'agit d'un moteur à combustion interne qui
 30 peut être diesel ou à essence. Le moteur 2 comprend plusieurs cylindres, par exemple au nombre de quatre. Dans chaque cylindre 4 est monté un

piston mobile 6 articulé sur une bielle 8 et définissant avec la partie supérieure du cylindre une chambre de combustion 10. Un organe 16 est prévu en face du vilebrequin 15 auquel sont reliées les bielles 8 afin de mesurer la position angulaire du vilebrequin et sa vitesse de rotation. A
 5 chaque cylindre est associé également un injecteur 18, les injecteurs étant tous connectés à une rampe commune 20 d'alimentation en carburant sous pression. Le moteur comprend un organe 22 de mesure de la pression du carburant dans la rampe ainsi qu'un organe 24 de mesure de la température du carburant dans la rampe. Le moteur 2 comprend une
 10 unité de commande électronique 26 (U.C.E.) assurant la commande du moteur et effectuant les calculs nécessaires au pilotage de l'ensemble du système.

Le véhicule dans lequel est installé le moteur 2, comprend une pédale
 15 d'accélérateur 30 actionnée par le conducteur et dont la position est communiquée à l'U.C.E 26 pour lui permettre de commander le moteur selon la volonté du conducteur. La position de la pédale permet à l'U.C.E 26 d'interpréter la volonté du conducteur sur la forme d'une consigne de puissance, de couple ou de vitesse du moteur. Les signaux provenant des
 20 capteurs de pression 22, de température 24 et de position angulaire 16 sont eux aussi transmis en temps réel au boîtier 26.

Dans la description qui va suivre, "i" est l'indice du cylindre considéré. Par exemple "i" varie de 1 à 4 pour un moteur à 4 cylindres. Lorsque i atteint la
 25 valeur maximale à l'incrément suivante, i reprend la valeur 1.

Dans la description qui va suivre, la définition du couple gaz moyen produit par les combustions dans un cylindre, encore appelé couple moyen indiqué, est donné par la relation :

$$C_{GazMoy} = \frac{1}{T} \int_0^T C_{G.I} . dt$$

$$\text{et } C_{G.I} = P \frac{dV}{d\theta}$$

Dans la relation précédente, $C_{G.I}$ est le couple gaz instantané, P est la pression dans le cylindre, V est le volume de la chambre de combustion du cylindre, θ est la position angulaire du vilebrequin et T est la période nécessaire pour parcourir un cycle thermodynamique complet dans un cylindre du moteur.

On se reporte à présent à la figure 2. Sur cette figure on a représenté un premier mode de mise en œuvre du procédé permettant d'estimer et de corriger les dispersions entre les quantités injectées d'un cylindre par rapport à un autre cylindre. A l'étape 31 l'U.C.E. 26 élabore une consigne nominale Anom afin de piloter l'injecteur 18. Cette consigne peut-être une valeur de couple que doit produire le cylindre 4 ou un débit d'injection que doit atteindre l'injecteur 18. Afin d'élaborer la consigne de couple, l'U.C.E. 26 prend en compte la position de la pédale d'accélérateur qui est le reflet de la volonté du conducteur et d'autres informations en provenance des autres calculateurs (calculateur de boîte de vitesse, calculateur d'ESP ou autre) de pilotage du véhicule. L'U.C.E. prend également en compte le point de fonctionnement du moteur (régime, charge, température d'eau moteur, température d'huile moteur, température d'échappement, pression d'air à l'admission, pression d'air des gaz d'échappement, état de charge du filtre à particule, état de charge du piège à oxyde d'Azote, nombre d'injection dans un motif...). A partir de toutes ces informations, l'U.C.E. 26 va lire dans une cartographie la valeur de Anom correspondant à l'état de fonctionnement du moteur et aux demandes du conducteur et des autres calculateurs du véhicule. La valeur de Anom évolue donc régulièrement en fonction des paramètres de fonctionnement du moteur.

Si Anom est un couple (étape 33), à l'étape 34 on vérifie si la valeur de la consigne Anom a évolué significativement. Si tel est le cas on passe à l'étape 35 sinon on passe à l'étape 37. A l'étape 35 on affecte la valeur nominale de consigne Anom à la valeur de consigne Anom[Ci] du cylindre Ci. La nouvelle valeur de couple que doit idéalement atteindre le cylindre Ci est donc Anom[Ci]. De cette façon tous les cylindres du moteur reçoivent la même consigne. A l'étape 37 on mesure le couple gaz moyen Cmes[Ci] produit par le cylindre Ci. Cette étape de mesure du couple commune à tous les mode de réalisation sera décrite ultérieurement. A l'étape 39, on calcule l'erreur Er[Ci] entre la valeur de couple nominale Anom et la valeur de couple Cmes[Ci] effectivement produite par le cylindre Ci. L'étape 41 est une étape de correction au cours de laquelle on modifie la consigne Anom[Ci] en fonction de l'erreur Er[Ci] précédemment déterminée. En particulier la relation liant Anom[Ci] à Er[Ci] est de la forme :

$$Anom[Ci] = Anom + \int k_i Er[Ci] dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$$

ou de la forme :

$$Anom[Ci] = \int k_i' Er[Ci] dt + k_d' \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p' Er[Ci]$$

avec :

k_i , k_i' gain intégral d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

k_d , k_d' gain dérivé d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

k_p , k_p' gain proportionnel d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

Selon cette variante le terme correctif P.I.D. est remis à zéro en cas de changement de consigne Anom car l'étape 35 affecte explicitement la valeur de consigne Anom à la valeur de consigne Anom[Ci].

Le cylindre Ci fonctionne alors avec une consigne Anom[Ci] venant compenser sa dispersion propre par rapport à la grandeur nominale Anom.

5

A l'étape 43, on incrémente l'indice "i" de manière à recommencer le processus à partir l'étape 34 avec un nouveau cylindre Ci du moteur.

10 Selon une variante de ce mode de réalisation (représenté en pointillés sur la figure 2), les étapes 34 et 35 sont supprimées car la formule

$$Anom[Ci] = Anom + \int k_i Er[Ci]dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$$

intègre la prise en compte de Anom et donc de ses évolutions. Dans ce cas particulier, lors d'un changement de la valeur de Anom, la valeur de correction apprise précédemment grâce au terme intégral est conservée.

15

Si Anom est un débit (étape 45), à l'étape 46 on vérifie si la valeur de la consigne Anom a évolué significativement. Si tel est le cas on passe à l'étape 47 sinon on passe à l'étape 49. A l'étape 47 on affecte la valeur nominale de consigne Anom à la valeur de consigne Anom[Ci] du cylindre Ci. A l'étape 49 on mesure le couple Cmes[Ci] produit par le cylindre Ci. A partir de l'étape 49 deux modes de réalisations sont possibles. Selon le premier mode de réalisation, à l'étape 51, on convertit la grandeur Cmes[Ci] en un débit d'injection Qinj[Ci]. Cette conversion est réalisée à l'aide d'une cartographie prenant en compte les paramètres de

20 fonctionnement moteur (nombre d'injections par motif, les quantités injectée par injection, le phasage des injections, le taux de gaz recirculés, la pression collecteur. A l'étape 53 on calcule l'erreur Er[Ci] entre le débit nominal Anom que devrait injecter l'injecteur 18 du cylindre Ci et le débit effectivement injecté Qinj[Ci]. A l'étape 55, on modifie la consigne

25

Anom[Ci] en fonction de l'erreur Er[Ci] précédemment déterminée. Par exemple, la relation de correction liant Anom[Ci] à Er[Ci] est de la forme :

$$Anom[Ci] = Anom + \int k_i Er[Ci]dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$$

5 ou est de la forme :

$$Anom[Ci] = \int k_i' Er[Ci]dt + k_d' \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p' Er[Ci]$$

avec :

k_i , k_i' gain intégral d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

k_d , k_d' gain dérivé d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

10 k_p , k_p' gain proportionnel d'un régulateur proportionnel intégral dérivé.

Dans ce dernier cas, le terme correctif P.I.D. peut être remis à zéro en cas de changement de consigne Anom car l'étape 47 affecte explicitement la valeur de consigne Anom à la valeur de consigne Anom[Ci].

15

A l'étape 57, on incrémente l'indice "i" afin de passer au cylindre suivant.

Selon une variante de ce mode de réalisation, après l'étape 49, on convertit la grandeur Anom (ici un débit) en un couple (étape 59). A l'étape 20 61 on calcule l'erreur Er[Ci] entre le couple nominal Anom que devrait produire le cylindre Ci et le couple effectivement produit par ce cylindre. A l'étape 63, on modifie la consigne Anom[Ci] en fonction de l'erreur Er[Ci] précédemment déterminée. Par exemple, la relation de correction liant Anom[Ci] à Er[Ci] est de la forme :

25
$$Anom[Ci] = Anom + \int k_i Er[Ci]dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$$

ou de la forme :

$$Anom[Ci] = \int k_i' Er[Ci] dt + k_d' \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p' Er[Ci]$$

avec :

k_i , k_i' gain intégral d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

k_d , k_d' gain dérivé d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

5 k_p , k_p' gain proportionnel d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

Le terme correctif P.I.D. peut être remis à zéro en cas de changement de consigne Anom car l'étape 47 affecte explicitement la valeur de consigne Anom à la valeur de consigne Anom[Ci].

10

A l'étape 65, on incrémente l'indice "i" afin de passer au cylindre suivant.

Selon une variante de ces deux modes de réalisation (représenté en pointillés sur la figure 2), les étapes 45 et 47 sont supprimées car la

15 formule $Anom[Ci] = Anom + \int k_i Er[Ci] dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$ intègre la

prise en compte de Anom et donc de ses évolutions. Dans ce cas particulier, lors d'un changement de la valeur de Anom, la valeur de correction apprise précédemment grâce au terme intégral est conservée.

20 Dans ce mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention, on contrôle les injecteurs de manière à ce que leurs valeurs de consigne respectives se rapprochent de Anom. De cette façon , on résout non seulement les problèmes de dispersion poste à poste des injecteurs, mais on améliore le fonctionnement du moteur.

25

La figure 3 présente un autre mode de réalisation du procédé. A l'étape 67 on mesure et on enregistre le couple gaz moyen Cmes[Ci] produit par chacun des cylindres 4 du moteur. A l'étape 68 on teste si une grandeur

de consigne A_{reg} (couple ou débit) calculée par l'U.C.E a changé. Si tel est le cas l'étape 69 est réalisée, sinon l'étape 71 est réalisée. A l'étape 69 on affecte A_{reg} à la consigne $Anom[Ci]$ de chaque cylindre Ci . A l'étape 71 on compare la valeur $Cmes[Ci]$ de chacun des cylindres Ci à la valeur de A_{reg} , convertie en couple si elle est exprimée en débit. Le cylindre $Ciref$ produisant le couple gaz moyen $Cref$ le plus proche de A_{reg} est choisit comme cylindre de référence. A l'étape 73 on calcule une grandeur de consigne de couple $Anom$ en fonction de la valeur de $Cref$. A titre d'exemple, $Anom$ peut être égale à $Cref$. A l'étape 75, on estime une nouvelle fois le couple $Cmes[Ci]$ produit par le cylindre Ci . A l'étape 77, pour tous les cylindres autres que le cylindre de référence $Cref$ on calcule l'erreur $Er[Ci]$ entre le couple gaz nominal $Anom$ que devrait produire le cylindre Ci et le couple gaz moyen $Cmes[Ci]$ effectivement produit par le cylindre Ci . A l'étape 79, on modifie la consigne $Anom[Ci]$, des cylindres autre que $Ciref$, en fonction de l'erreur $Er[Ci]$ précédemment déterminée. Par exemple, la relation de correction liant $Anom[Ci]$ à $Er[Ci]$ est de la forme :

$$Anom[Ci] = A_{reg} + \int k_i Er[Ci]dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$$

ou de la forme :

$$Anom[Ci] = \int k'_i Er[Ci]dt + k'_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k'_p Er[Ci]$$

avec :

k_i , k'_i gain intégral d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

k_d , k'_d gain dérivé d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

k_p , k'_p gain proportionnel d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

Selon cette dernière variante le terme correctif P.I.D. est remis à zéro en cas de changement de consigne A_{reg} car l'étape 69 affecte explicitement la valeur de consigne A_{reg} à la valeur de consigne $Anom[Ci]$.

- 5 A l'étape 81 on incrémente l'indice "i" afin de contrôler un autre cylindre du moteur. A l'étape 83 on vérifie si le moteur a changé de point de fonctionnement, si tel est le cas, on effectue l'étape 67, sinon on effectue l'étape 68.

- 10 Selon une variante de ce mode de réalisation (représenté en pointillés sur la figure 3), les étapes 68 et 69 sont supprimées car la formule

$$Anom[Ci] = A_{reg} + \int k_i Er[Ci] dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci] \quad \text{intègre la prise en}$$

compte de A_{reg} et donc de ses évolutions. Dans ce cas particulier, lors d'un changement de la valeur de A_{reg} , la valeur de correction apprise

- 15 précédemment grâce au terme intégral est conservée.

Ce mode de réalisation revient à choisir le cylindre fonctionnant le mieux et à modifier la consigne en couple des autres cylindres de manière à ce que leur fonctionnement se rapproche de celui du cylindre de référence.

20

Un autre mode de réalisation du procédé est présenté à la figure 4. Dans ce mode de réalisation on estime le couple gaz moyen produit par chacun des cylindres du moteur à combustion interne et on modifie la consigne $Anom[Ci]$ (en débit ou en couple) de chaque cylindre afin que le couple gaz produit par chacun des cylindre se rapproche d'une valeur moyenne de couple gaz. Plus précisément, à l'étape 85, on calcule une moyenne C_{moy} des couples gaz moyen produits par chacun des cylindres Ci du moteur. La valeur C_{moy} peut être donnée par la relation:

25

$$C_k = \frac{1}{2}(C_{k-1} + C_p)$$

$$C_{moy} = C_k$$

dans laquelle C_k est la moyenne du couple gaz moyen estimé à l'instant k , k étant l'instant où l'estimation du couple gaz moyen C_p produit par la combustion dans le cylindre p est terminée. Un mode de réalisation de
5 l'estimation de la grandeur C_p sera détaillé plus bas.

La grandeur C_{moy} peut aussi être donnée par la relation:

$$C_{moy} = \frac{1}{q} \sum_{p=1}^q c_p$$

10

C_{moy} est alors la moyenne arithmétique des couples gaz moyen c_p produit par les combustions dans le cylindre p du moteur au cours du cycle thermodynamique précédent, et C_{moy} est calculé pour tous les cycles moteur. Un mode de réalisation de l'estimation de la grandeur c_p

15 sera détaillé plus bas.

La grandeur C_{moy} peut encore être donnée par la relation:

$$C_n = \frac{1}{2}(C_{n-1} + \frac{1}{m} \sum_{p'=m.n}^{m(n+1)} C_{p'})$$

$$C_{moy} = C_n$$

20

dans laquelle $C_{p'}$ est une estimation du couple gaz produit par un cylindre du moteur, p' comptabilise le nombre entier de combustions consécutives
25 depuis l'initialisation du calcul de C_n , et $0 \leq p'$. m est le nombre de cylindres pris en compte pour le calcul de la moyenne C_n et $1 \leq m \leq q$. Un

mode de réalisation de l'estimation de la grandeur C_p , sera détaillé plus bas.

- A l'étape 86 on teste si une grandeur de consigne A_{reg} calculée par l'U.C.E a changé. Si tel est le cas l'étape 87 est réalisée, sinon l'étape 89 est réalisée. A l'étape 87 on affecte A_{reg} à la consigne, de débit ou de couple, $Anom[Ci]$ de chaque cylindre Ci . A l'étape 89 on calcule une grandeur de consigne de couple $Anom$ en fonction de la valeur de C_{moy} . A titre d'exemple $Anom$ peut être égal à C_{moy} . A l'étape 91, on mesure une nouvelle fois le couple gaz moyen $C_{mes}[Ci]$ produit par le cylindre Ci . A l'étape 93, on calcule l'erreur $Er[Ci]$ entre le couple gaz moyen nominal $Anom$ que devrait produire le cylindre Ci et le couple $C_{mes}[Ci]$ effectivement produit par le cylindre Ci . A l'étape 95, on modifie la consigne $Anom[Ci]$ en fonction de l'erreur $Er[Ci]$ précédemment déterminée. Par exemple, la relation de correction liant $Anom[Ci]$ à $Er[Ci]$ est de la forme :

$$Anom[Ci] = A_{reg} + \int k_i Er[Ci] dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$$

ou de la forme :

$$Anom[Ci] = \int k_i' Er[Ci] dt + k_d' \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p' Er[Ci]$$

- 20 avec :

k_i , k_i' gain intégral d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

k_d , k_d' gain dérivé d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

k_p , k_p' gain proportionnel d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

- Selon cette variante le terme correctif P.I.D. est remis à zéro en cas de changement de consigne A_{reg} car l'étape 87 affecte explicitement la valeur de consigne A_{reg} à la valeur de consigne $Anom[Ci]$.

A l'étape 97 on incrémente l'indice "i" afin de contrôler un autre cylindre du moteur et l'étape 85 est effectuée de nouveau.

Selon une variante de ce mode de réalisation (représenté en pointillés sur la figure 4), les étapes 86 et 87 sont supprimées car la formule

$$Anom[Ci] = Areg + \int k_i Er[Ci]dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci] \quad \text{intègre la prise en}$$

compte de Areg et donc de ses évolutions. Dans ce cas particulier, lors d'un changement de la valeur de Areg, la valeur de correction apprise précédemment grâce au terme intégral est conservée.

10

On va maintenant décrire l'estimation du couple gaz moyen produit par un cylindre du moteur effectuée aux étapes 37, 49, 67, 75, 85 et 91 des différents modes de réalisations de la présente invention. Cette étape d'estimation permet d'obtenir les valeurs Cmes[Ci] des différents modes de réalisation ainsi que les grandeurs Cp et Cp'.

15

L'étape d'estimation du couple gaz moyen produit en propre par chaque combustion dans un cylindre 18 du moteur 2 met en œuvre un capteur de position. Le capteur est fixé au bloc moteur et détecte le déplacement d'une cible munie de motifs. La cible est solidaire d'un élément du moteur mobile en rotation. Lorsque les motifs défilent en face du capteur, ce dernier délivre un signal alternatif de fréquence proportionnelle à leur vitesse de déplacement. Cette étape d'estimation est basée sur une équation utilisant une grandeur caractéristique du mouvement de rotation du moteur. L'estimation du couple moyen estimé, encore appelé couple gaz moyen est donné par la relation :

20

25

$$[C_{gaz,0}]_i = \sum_j \delta_j \left[\sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_{k,j} \beta_{k,j} + \alpha_{0,j} \right]$$

dans laquelle :

- $[C_{\text{gaz},0}]_i$ est le couple gaz moyen du cylindre i au cours d'un cycle de combustion,
- 5 - $\beta_{k,j}$ est une fonction de Δt_k et/ou de ω_k respectivement durée et vitesse de passage du motif D_k en face du capteur.,
- $\alpha_{k,j}$ est le coefficient de pondération de $\beta_{k,j}$ dépendant au moins d'un paramètre de fonctionnement du moteur,
- 10 - $\alpha_{0,j}$ est une variable dépendant au moins d'un paramètre de fonctionnement du moteur,
- q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçue par le capteur de position au cours de la combustion du cylindre i définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple du
- 15 moteur associé à la combustion du cylindre i ,
- δ_j est un coefficient de pondération.

Un mode particulier de réalisation de l'estimation du couple gaz moyen va
 20 être décrit en référence à la figure 5. Une cible 104 liée au volant d'inertie 103 du moteur est solidaire du vilebrequin, donc tourne avec lui et présente des dent 106 sur son pourtour qui passent en regard du capteur 16 de position angulaire fonctionnant par magnéto-réductance. Le capteur 16 mesure la durée de passage de chaque dent 106 de la couronne
 25 dentée devant le capteur 16. Au sein de l'U.C.E. on calcule l'inverse de la valeur obtenue et on multiplie le résultat par la valeur du secteur angulaire de la dent correspondante.

Plus précisément, la durée Δt_k correspond au temps qui s'écoule entre un
 30 front (montant ou descendant) du signal émis par le capteur de position et

le front suivant. Cette durée est associée à la dent D_k , occupant la position angulaire θ_k , et de largeur angulaire $\Delta\theta_k$. La vitesse angulaire ω_k associée à la dent D_k est alors obtenue par la formule :

$$\omega_k = \frac{\Delta\theta_k}{\Delta t_k}$$

- 5 Ensuite, l'U.C.E 26 va mettre en relation les différentes vitesses. Pour cela, à l'étape 108, les vitesses ω_k sont additionnées après avoir été pondérées par des coefficients α_k . On réalise ainsi le calcul du couple moyen indiqué, ou couple gaz moyen, développé par le cylindre i du moteur comportant p cylindres selon la relation suivante:

$$10 \quad [C_{gaz,0}]_i = \left[\sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_k \omega_k + \alpha_0 \right]$$

dans laquelle :

- $[C_{gaz,0}]_i$ est le couple gaz moyen du cylindre i au cours d'un cycle de combustion,
- ω_k est la vitesse de passage du motif D_k en face du capteur,
- 15 - α_k est le coefficient de pondération de la vitesse du motif D_k dépendant du régime moteur au premier ordre,
- α_0 est une variable dépendant du régime moteur au premier ordre,
- 20 - q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçue par le capteur de position au cours de la combustion du cylindre i définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple du moteur associée à la combustion du cylindre i .

25

Le calcul du couple gaz moyen selon la relation précédente présente des avantages. Ainsi, les angles θ_k des dents D_k de la cible volant peuvent

- être quelconques. Le calcul du couple indiqué, ainsi réalisé n'est pas affecté par des défauts angulaires de la cible, des problèmes de faux rond, la taille de la dent longue traditionnellement disposée sur ce type de volant, ou encore des défauts éventuels de l'électronique de filtrage du signal du capteur (déphasage des fronts après un dent longue).

Ces avantages viennent de la prise en compte de ces défauts dans les coefficients α_k

- 10 Les coefficients α_k et α_0 sont prédéterminés, et ici sont dépendants, au premier ordre, du régime moyen du moteur ω_0 . Pour déterminer ces coefficients on peut utiliser une fonction de calcul ou une cartographie dépendant du régime du moteur.
- 15 Il est également possible de faire dépendre les coefficients α_k et α_0 des paramètres du moteur (taux d'EGR, nombre d'injections, phasage des injections, quantité de carburant injecté, températures de l'air en sortie compresseur, température des gaz brûlés à l'échappement, température des gaz recyclés EGR, température d'eau, température d'huile,
- 20 température avant-turbine, des pressions du collecteur d'admission ou du collecteur d'échappement).

Une bonne mise au point de ces coefficients, les rend indépendants de ces derniers paramètres, ce qui est un avantage de l'invention.

- 25 La relation précédente permet d'estimer le couple gaz moyen avec une grande précision. Ainsi, il est possible d'atteindre une précision avec un risque d'erreur d'estimation inférieur à 1%.
- 30 Dans une variante de la mise en œuvre des étapes de détermination du couple gaz moyen, l'U.C.E 26 mesure la durée instantanée Δt_k nécessaire

au passage de chaque dent devant le capteur 16. Cette durée correspond au temps qui s'écoule entre un front du signal émis par le capteur de position et le front homologue suivant. Cette durée est associée à la dent D_k , occupant la position angulaire θ_k et de largeur angulaire $\Delta\theta_k$ de la cible 104. De même que précédemment, on effectue une somme pondérée des valeurs ainsi obtenues en utilisant cette fois la formule :

$$[C_{gaz,0}]_i = \left[\sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_k \Delta t_k + \alpha_0 \right]$$

- $[C_{gaz,0}]_i$ est le couple gaz moyen du cylindre i au cours d'un cycle de combustion,
- Δt_k est la durée instantanée de passage du motif D_k en face du capteur de position,
- α_k est le coefficient de pondération de la durée du motif D_k , dépendant du régime moyen du moteur au premier ordre,
- α_0 est une variable dépendant du régime moyen du moteur au premier ordre,
- q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçus par le capteur de position au cours de la combustion du cylindre i . q_i et r_i définissent les bornes de la fenêtre angulaire d'analyse du couple du moteur associé à la combustion du cylindre i .

Les durées Δt_k et les angles $\Delta\theta_k$ associés aux dents D_k du volant peuvent être quelconques et l'on retrouve les mêmes avantages que dans le mode de réalisation précédent. Les coefficients α_k ont les mêmes propriétés et sont obtenus de la même façon.

En réalisant l'estimation de la valeur du couple gaz conformément aux relations précédente, on s'affranchie des problèmes de vieillissement des pièces mécaniques du moteur et du phénomène de torsion du vilebrequin.

- 5 Le procédé selon l'invention est donc plus robuste, car il est indépendant du vieillissement du moteur.

REVENDICATIONS

- 1) Procédé de contrôle d'un moteur à combustion interne comportant q cylindres et une unité de commande électronique (26) caractérisé en ce qu'il comporte:
- 5 - une étape (31,73,89) d'élaboration d'une valeur nominale de consigne $Anom$ pour commander un injecteur du moteur,
 - 10 - une étape (37,49,67,75,85,91) d'estimation du couple gaz moyen $Cmes[Ci]$ généré dans chaque cylindre du moteur,
 - une étape (41,53,61,77,93) de calcul d'une valeur d'erreur $Er[Ci]$ du cylindre Ci à partir du couple gaz moyen $Cmes[Ci]$ estimé et de la valeur de consigne $Anom$,
 - 15 - une étape (41,55,63,79,95) de correction de la valeur de consigne $Anom[Ci]$ de l'injecteur Ci en fonction de la valeur de l'erreur $Er[Ci]$.
- 2) Procédé de contrôle selon la revendication précédente caractérisé en ce que la valeur nominale de consigne $Anom$ est élaborée à l'aide d'une cartographie et est fonction du point de fonctionnement du moteur.
- 20
- 3) Procédé de contrôle selon la revendication précédente, caractérisé en ce que si la valeur nominale de consigne $Anom$ est un débit, on convertit le couple gaz moyen $Cmes[Ci]$ généré dans chaque cylindre du moteur en une valeur de débit d'injection $Qinj[ci]$ correspondante, ou on convertit la valeur nominale de consigne $Anom$ en une valeur de couple correspondante $Cnom$.
- 25
- 30

4) Procédé de contrôle d'un moteur à combustion interne selon la revendication 2 ou 3 caractérisé en ce que la correction de la valeur de consigne $Anom[Ci]$ de l'injecteur Ci est donnée par une relation de la forme :

$$5 \quad Anom[Ci] = Anom + \int k_i Er[Ci] dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$$

ou par une relation de la forme

$$Anom[Ci] = \int k_i' Er[Ci] dt + k_d' \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p' Er[Ci]$$

avec :

- 10 k_i, k_i' gain intégral d'un régulateur proportionnel intégral dérivé
 k_d, k_d' gain dérivé d'un régulateur proportionnel intégral dérivé
 k_p, k_p' gain proportionnel d'un régulateur proportionnel intégral dérivé.
- 5) Procédé de contrôle selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'étape d'élaboration d'une valeur de consigne nominale ($Anom$) comporte :
- une étape d'estimation (67) et d'enregistrement du couple gaz moyen $Cmes[Ci]$ produit par chacun des cylindres Ci du moteur,
 - 20 - une étape (71) de comparaison de la valeur du couple $Cmes[Ci]$ de chacun des cylindres Ci à une valeur de couple $Creg$,
 - une étape de sélection (71) d'un cylindre $Ciref$ produisant le couple $Cref$ le plus proche de $Creg$ comme cylindre de référence,
 - 25 - une étape de calcul (73) d'une grandeur nominale de consigne de couple $Anom$ en fonction de la valeur de $Cref$.

- 6) Procédé de contrôle d'un moteur à combustion interne selon la revendication précédente caractérisé en ce que la correction de la valeur de consigne $Anom[Ci]$ de l'injecteur Ci est donnée par une relation de la forme :

$$Anom[Ci] = Cref + \int k_i Er[Ci] dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$$

ou par une relation de la forme :

$$Anom[Ci] = \int k_i' Er[Ci] dt + k_d' \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p' Er[Ci]$$

avec :

k_i , k_i' gain intégral d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

k_d , k_d' gain dérivé d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

k_p , k_p' gain proportionnel d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

- 7) Procédé de contrôle selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'étape d'élaboration d'une valeur nominale de consigne $Anom$ comporte:

- une étape d'estimation (85) du couple gaz moyen produit par chacun des cylindre Ci du moteur,
- une étape de calcul (85) d'une moyenne $Cmoy$ des couples gaz moyen produits par chacun des cylindres Ci du moteur,
- une étape de calcul (89) d'une valeur nominale de consigne de couple $Anom$ en fonction de la valeur de $Cmoy$.

- 8) Procédé de contrôle d'un moteur à combustion interne selon la revendication précédente caractérisé en ce que la valeur du couple moyen de référence C_{moy} est donnée par la relation :

$$C_k = \frac{1}{2}(C_{k-1} + C_p) \quad (E1)$$

$$C_{moy} = C_k$$

- 5 dans laquelle C_k est la moyenne glissante du couple gaz moyen estimé à l'instant k , k étant l'instant où l'estimation du couple gaz moyen C_p produit par une combustion dans le cylindre p est terminée.

- 10 9) Procédé de contrôle d'un moteur à combustion interne selon la revendication 7 caractérisé en ce que la valeur du couple moyen de référence C_{moy} est donnée par la relation suivante :

$$C_n = \frac{1}{2}(C_{n-1} + \frac{1}{m} \sum_{p=m.n}^{m(n+1)} C_{p'})$$

$$15 \quad C_{moy} = C_n$$

- dans laquelle, $C_{p'}$ est une valeur de couple estimé, p' comptabilise le nombre entier de combustions consécutives depuis l'initialisation du calcul de C_n , et $0 \leq p'$. m est le nombre de cylindres pris en compte pour le calcul de la moyenne glissante C_n et $1 \leq m \leq q$.
- 20

- 10) Procédé de contrôle d'un moteur à combustion interne selon la revendication 7 caractérisé en ce que la valeur du couple moyen de référence C_{moy} est donnée par la relation :

$$25 \quad C_{moy} = \frac{1}{q} \sum_{p=1}^q c_p$$

C_{moy} est alors la moyenne arithmétique des couples des cylindres du moteur au cycle thermodynamique précédent, et C_{moy} est calculé pour tous les cycles moteur.

- 5 11) Procédé de contrôle d'un moteur à combustion interne selon l'une quelconque des revendications 5 à 8 caractérisé en ce que la correction de la valeur de consigne Anom[Ci] de l'injecteur Ci est donnée par une relation de la forme :

$$Anom[Ci] = Areg + \int k_i Er[Ci]dt + k_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k_p Er[Ci]$$

- 10 ou par une relation de la forme :

$$Anom[Ci] = \int k'_i Er[Ci]dt + k'_d \frac{dEr[Ci]}{dt} + k'_p Er[Ci]$$

avec :

- 15 Areg, consigne de couple ou de débit élaboré par l'unité de commande électronique pour piloter les injecteurs,

k_i , k'_i gain intégral d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

k_d , k'_d gain dérivé d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

k_p , k'_p gain proportionnel d'un régulateur proportionnel intégral dérivé

- 20 12) Procédé de contrôle selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que, au cours de ou des étapes d'estimation (37,49,67,75,85,91), on utilise un capteur de position 16 pour détecter le déplacement des motifs d'une cible solidaire d'un élément du moteur mobile en rotation, et l'estimation du couple
25 gaz moyen généré dans chaque cylindre du moteur est donné par une relation du type :

$$[C_{gaz,0}]_i = \sum_j \delta_j \left[\sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_{k,j} \beta_{k,j} + \alpha_{0,j} \right]$$

dans laquelle :

- $[C_{gaz,0}]_i$ est le couple gaz moyen du cylindre i au cours d'un cycle de combustion,
- 5 - $\beta_{k,j}$ est une fonction de Δt_k et/ou de ω_k respectivement durée et vitesse de passage du motif D_k en face du capteur.
- $\alpha_{k,j}$ est un coefficient de pondération de la durée associé au motif D_k ,
- 10 - $\alpha_{0,j}$ est une variable dépendant du régime moyen du moteur au premier ordre,
- q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçus par le capteur de position (2) au cours de la combustion du cylindre i
- 15 définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple du moteur associé à la combustion du cylindre i,
- δ_j est un coefficient de pondération.

- 13) Procédé de contrôle d'un moteur à combustion interne selon la
 20 revendication précédente caractérisé en ce que l'estimation du couple est donné par l'une quelconque des relations :

$$[C_{gaz,0}]_i = \left[\sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_k \omega_k + \alpha_0 \right] \text{ ou } [C_{gaz,0}]_i = \left[\sum_{k=q_i}^{r_i} \alpha_k \Delta t_k + \alpha_0 \right]$$

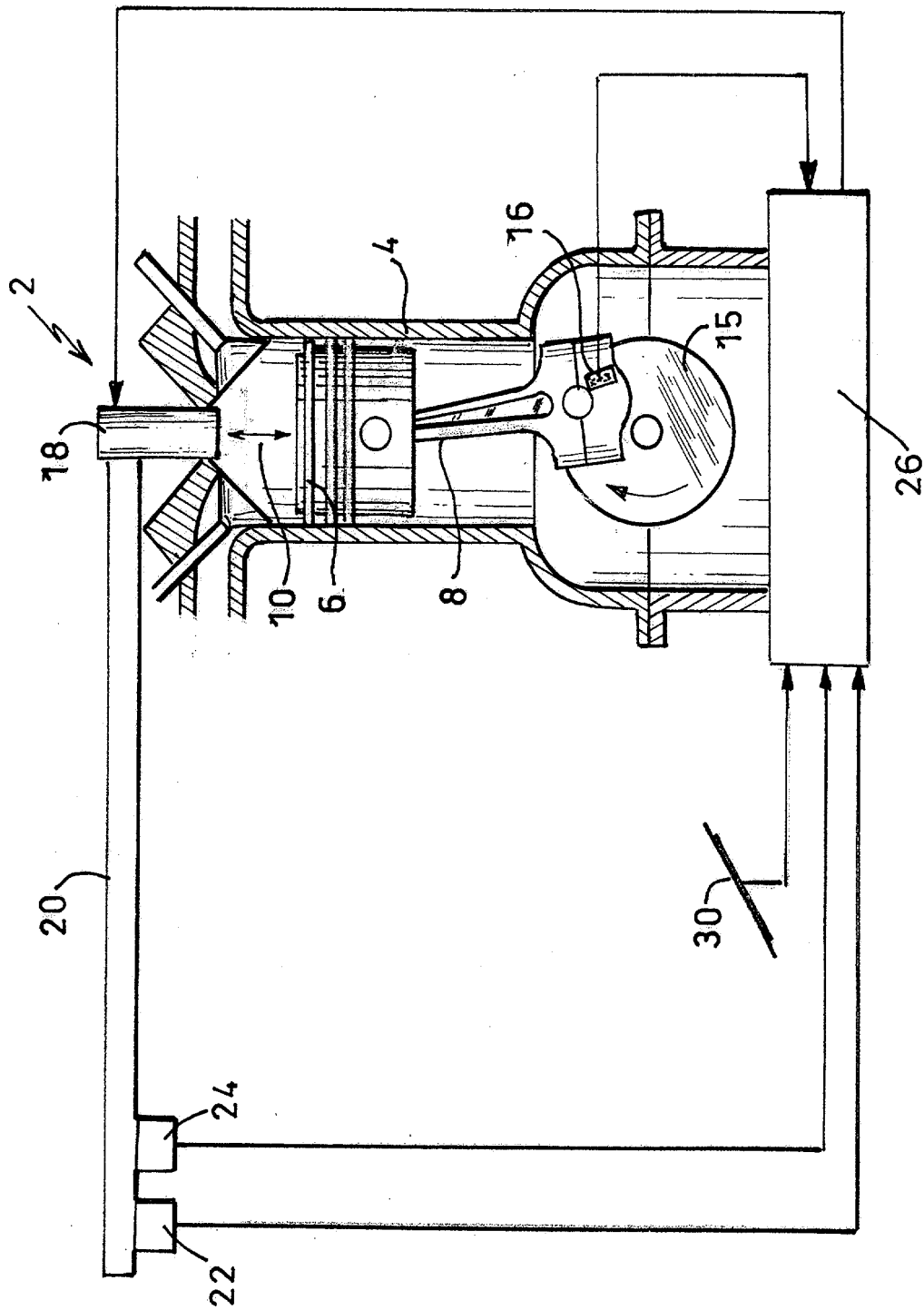
dans lesquelles :

- $[C_{gaz,0}]_i$ est le couple gaz moyen du cylindre i au cours
 25 d'un cycle de combustion,

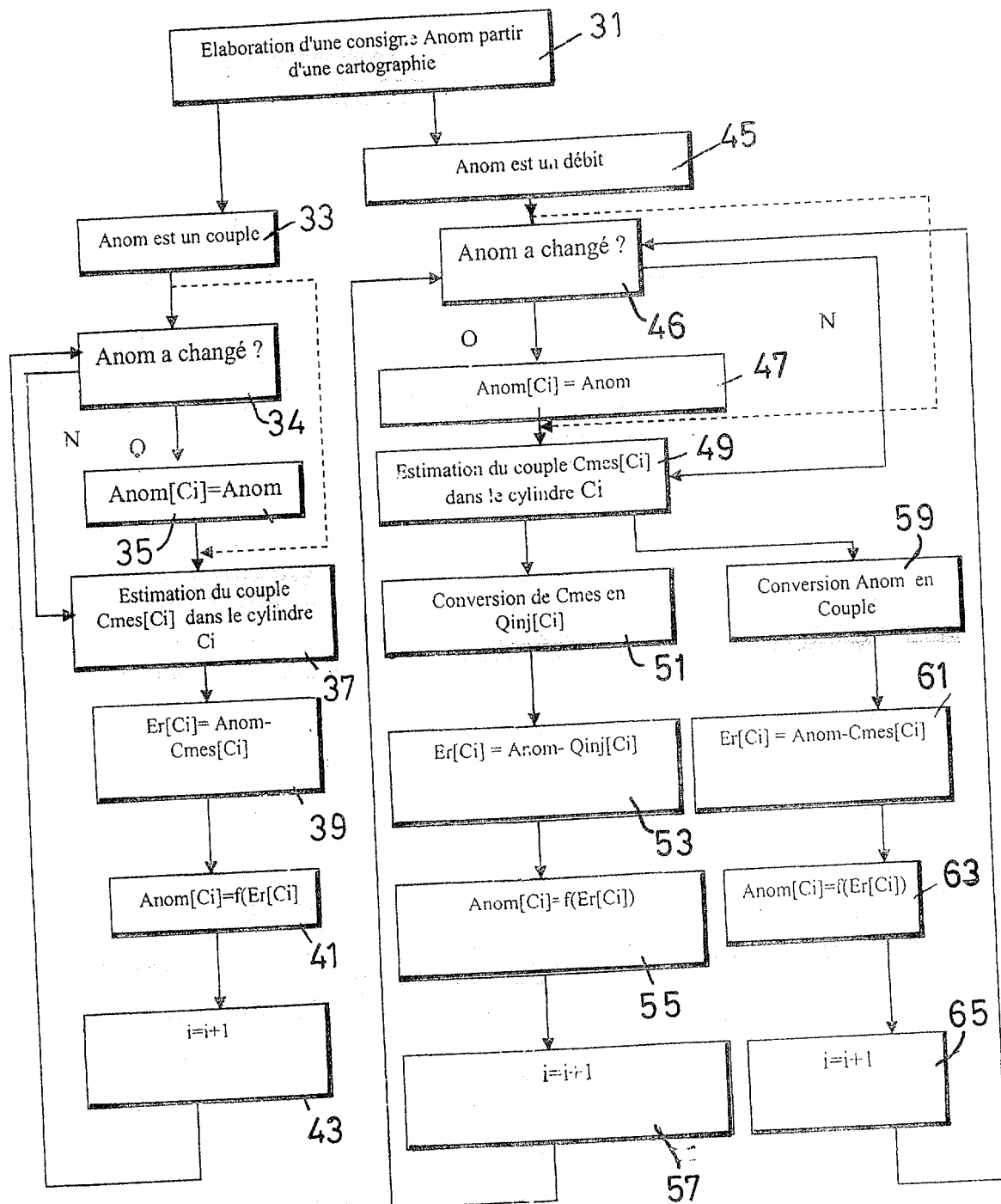
- ω_k est la vitesse de passage du motif D_k en face du capteur,
- Δt_x est la durée instantanée de passage du motif D_k en face du capteur de position,
- 5 - α_x est le coefficient de pondération de la vitesse du motif D_k dépendant au moins d'un paramètre de fonctionnement du moteur,
- α_x est une variable dépendant au moins d'un paramètre de fonctionnement du moteur,
- 10 - q_i et r_i désignent respectivement le numéro du premier motif et le numéro du dernier motif perçus par le capteur de position au cours de la combustion du cylindre i définissant la fenêtre angulaire d'analyse du couple du moteur associé à la combustion du cylindre i .

15

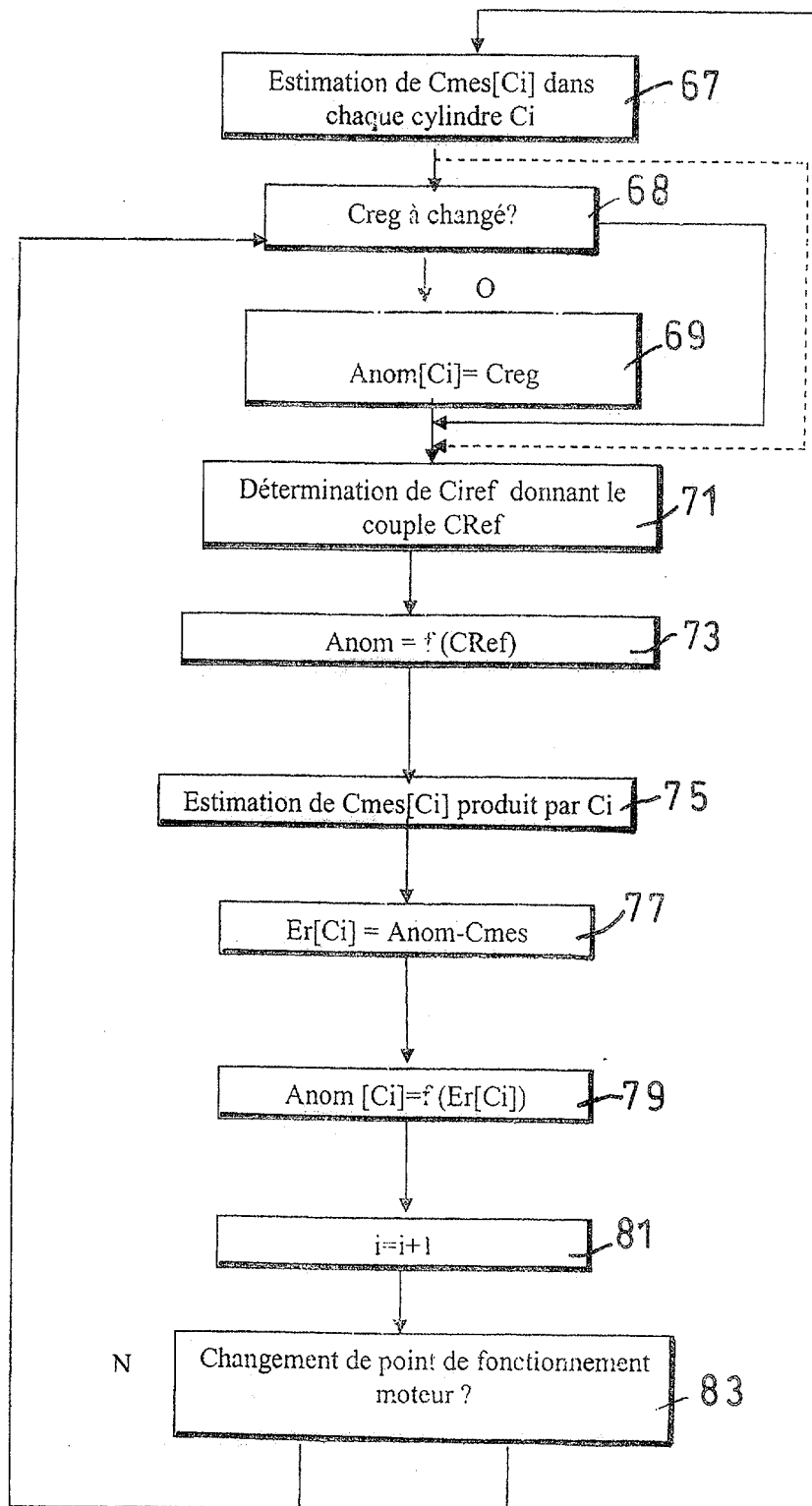
1 / 5

FIG. 1

2 / 5

FIG.2

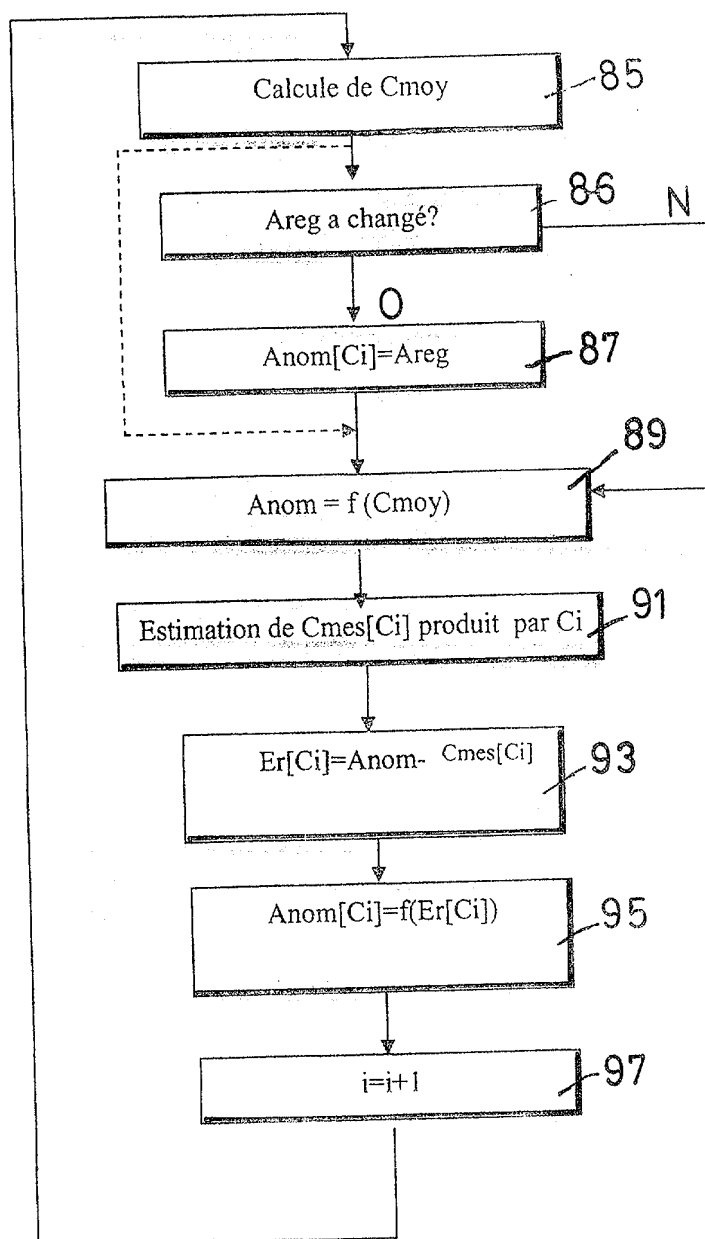
3/5



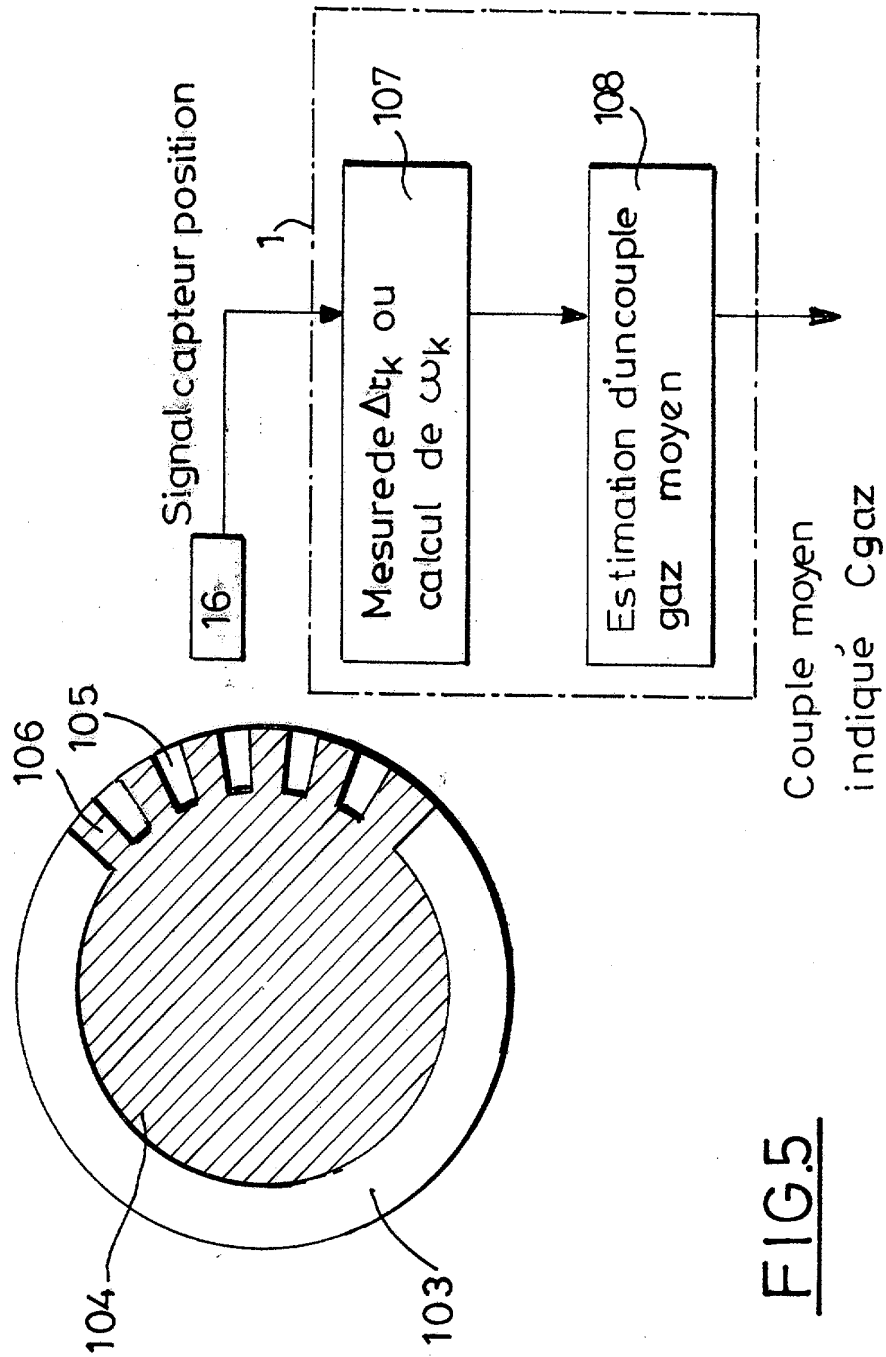
O

FIG.3

4/5

FIG.4

5/5

FIG. 5

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 692584
FR 0655768

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 1 065 363 A1 (RENAULT [FR] RENAULT SA [FR]) 3 janvier 2001 (2001-01-03) * abrégé; revendications 1-3 * * alinéas [0012] - [0021] * -----	1-3	F02D41/30
X	WO 01/69066 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; KLENK MARTIN [DE]; UHL STEPHAN [DE]) 20 septembre 2001 (2001-09-20) * abrégé; revendications 1,5-7; figure 3 * * page 14, ligne 31 - page 18, ligne 19 * -----	1-3	
X	DE 198 59 074 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29 juin 2000 (2000-06-29) * abrégé; revendications 1-3; figure 2 * * colonne 3, ligne 49 - colonne 4, ligne 23 * * colonne 4, ligne 64 - colonne 5, ligne 9 * -----	1,2	
X	EP 1 215 386 A2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 19 juin 2002 (2002-06-19) * abrégé; revendication 1; figures 2,3 * * alinéas [0035] - [0042] * -----	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F02D
X	DE 10 2004 040926 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2 mars 2006 (2006-03-02) * abrégé; revendications 1-4; figure 2 * * alinéas [0042] - [0051] * -----	1	
X	EP 1 162 358 A (ISUZU MOTORS LTD [JP]) 12 décembre 2001 (2001-12-12) * abrégé; revendications 12,13; figures 2-4 * * alinéas [0024] - [0034] * -----	1	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 septembre 2007		Van der Staay, Frank	
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 0655768 FA 692584**

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 **06-09-2007**

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 1065363	A1	03-01-2001	DE 60010376 D1	09-06-2004
			DE 60010376 T2	04-05-2005
			FR 2795819 A1	05-01-2001

WO 0169066	A	20-09-2001	AU 3914501 A	24-09-2001
			BR PI0105031 A	29-05-2007
			CN 1364216 A	14-08-2002
			DE 10012025 A1	18-10-2001
			DE 10190969 D2	20-06-2002
			EP 1179130 A1	13-02-2002
			JP 2003527527 T	16-09-2003
			MX PA01011465 A	30-08-2002

DE 19859074	A1	29-06-2000	IT MI992599 A1	18-06-2001
			JP 2000186605 A	04-07-2000
			US 6209519 B1	03-04-2001

EP 1215386	A2	19-06-2002	ES 2270944 T3	16-04-2007
			JP 2002188501 A	05-07-2002

DE 102004040926	A1	02-03-2006	EP 1784567 A1	16-05-2007
			WO 2006021469 A1	02-03-2006

EP 1162358	A	12-12-2001	JP 2001349243 A	21-12-2001
			US 2001050072 A1	13-12-2001
