

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 052 189**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **16 54948**

⑤① Int Cl⁸ : **F 02 D 43/00** (2017.01), F 02 D 41/30, F 01 L 1/053

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE DE RECALAGE DES MODELES DE COMPORTEMENT D'ACTIONNEURS DE LIGNES D'ADMISSION ET D'INJECTION DE MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

②② Date de dépôt : 01.06.16.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 08.12.17 Bulletin 17/49.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 15.06.18 Bulletin 18/24.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : PEUGEOT CITROEN
AUTOMOBILES SA Société anonyme — FR.

⑦② Inventeur(s) : POULY CLEMENT.

⑦③ Titulaire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES
SA Société anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : PEUGEOT CITROEN
AUTOMOBILES SA Société anonyme.

FR 3 052 189 - B1



PROCEDE DE RECALAGE DES MODELES DE COMPORTEMENT D'ACTIONNEURS DE LIGNES D'ADMISSION ET D'INJECTION DE MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

5 [0001] L'invention porte sur un procédé de recalage des modèles de comportement d'actionneurs de lignes d'admission et d'injection de moteur à combustion interne de véhicule automobile, ce moteur étant avantageusement mais pas limitativement un moteur à essence.

[0002] Du fait des dispersions de fabrication, de l'usure et de l'encrassement des
10 actionneurs du moteur, leur comportement physique peut différer des modèles de comportement intégrés dans le contrôle moteur. Ce décalage des modèles d'actionneur peut amener à des dérives de richesse, donc à une surconsommation ou une augmentation des émissions polluantes.

[0003] Ce décalage peut aussi avoir des impacts sur l'agrément de conduite ressenti par
15 le conducteur. Un contrôle moteur, en charge de la commande des actionneurs en intégrant des modèles de comportement de ces actionneurs, doit donc, tout au long de la vie du véhicule, exploiter les informations de différents capteurs présents sur le moteur et dans les lignes d'admission d'air, d'échappement et sur le moteur même pour recalibrer les modèles de comportement et les adapter au mieux au fonctionnement réel des
20 actionneurs.

[0004] Il est possible de regrouper les actionneurs en actionneurs relatifs à la ligne admission et à la ligne d'injection. Les actionneurs de ligne d'admission sont les actionneurs d'un boîtier papillon, de levée de soupape variable admission et échappement, de déphaseurs d'arbres à cames d'admission et d'échappement. Les
25 actionneurs de ligne d'injection sont les actionneurs d'injecteur.

[0005] L'ensemble moteur pris dans son sens large en comprenant les lignes d'admission, d'échappement et d'injection est équipé d'un débitmètre mesurant un débit d'air au niveau du boîtier papillon, d'un capteur de mesure de la pression dans un plénum admission et d'une sonde à oxygène mesurant la richesse dans la ligne d'échappement
30 pour la commande de ces actionneurs.

[0006] Il existe de multiples dispositifs en fonction des actionneurs à adapter et des mesures disponibles. Dans un premier exemple, un modèle pour un répartiteur d'admission estime une pression d'admission à partir de la différence des débits entrants, à savoir au répartiteur d'admission au niveau du papillon du moteur, et des débits sortants, à savoir au niveau du ou des cylindres. L'écart entre la pression au répartiteur d'admission estimée et la pression mesurée par un capteur de pression au niveau du ou des cylindres donne une image couplée des décalages du modèle papillon et du modèle d'estimation du débit cylindre. De plus, l'analyse d'une mesure de richesse à partir d'une sonde à oxygène donne une image couplée du décalage du modèle d'estimation du débit cylindre et du modèle injecteur.

[0007] Ces deux écarts respectifs de pression et de richesse exploités sur chaque point stabilisé permettent de proche en proche de trouver les décalages des modèles par rapport à la physique des actionneurs. On cherche dans ce cas à identifier la source de l'erreur et à la corriger en l'incluant dans le modèle de comportement de l'actionneur.

[0008] Pour ce premier exemple, les deux écarts calculés, à savoir écarts de pression et de richesse, font état de décalage sur plusieurs sources possibles. L'écart de pression peut être dû à un décalage sur le modèle papillon et/ou sur le modèle cylindre. L'écart de richesse peut être dû à un décalage sur le modèle cylindre et/ou le modèle injecteur. Il est donc difficile de déterminer précisément la source des décalages et donc de recalibrer justement les modèles actionneurs.

[0009] C'est généralement par itération et sur un grand nombre de points de fonctionnement stabilisés que l'identification a lieu. La fonction peut donc être relativement lente et imprécise. Cette imprécision peut se traduire par le fait que les écarts de richesse et de pression sur les points parcourus sont minimisés mais la correction des modèles actionneurs n'est pas forcément conforme aux modèles physiques de ces actionneurs. Ceci a pour conséquence que sur les autres points de fonctionnement, autres que stabilisés ou en dehors de zones d'apprentissage, les modèles ne sont pas correctement recalés.

[0010] Pour le deuxième exemple, le principe de correction s'avère être très lourd en matière de mémorisation des corrections car les corrections sur chaque point ou zone de fonctionnement sont mémorisées. Cela peut poser problème sur la détermination de la bonne correction entre deux points ou zones. De plus, le choix en phase de mise au point des zones, de leur nombre et de leur taille peut être difficile. En dernier lieu, en dehors des points ou zones parcourus, le système n'est pas recalé.

[0011] Le document FR-A-2 970 348 décrit un procédé de commande d'un actionneur d'exécution d'une fonction pour un moteur à combustion interne. Le procédé comprend l'activation de l'actionneur avec une consigne choisie en fonction du point de fonctionnement du moteur, le recalage de la consigne par comparaison entre un signal mesuré résultant de l'activation de l'actionneur et un signal de référence qui est fonction du point de fonctionnement du moteur.

[0012] Préalablement au recalage de la consigne, le procédé comprend en outre la réception d'une demande de recalage de la consigne, la demande de recalage étant déclenchée par l'utilisateur du véhicule automobile. Ce document ne décrit cependant pas un recalage simultané des modèles de comportement des actionneurs au plus proche de leur comportement réel.

[0013] Par conséquent, le problème à la base de l'invention est de compenser les décalages entre les modèles des actionneurs et leur comportement physique, les décalages pouvant être dus aux dispersions de fabrication, à l'usure, à l'encrassement pour des modèles de comportement des actionneurs présents dans les lignes d'admission et d'injection d'un moteur à combustion interne de véhicule automobile.

[0014] Pour atteindre cet objectif, il est prévu selon l'invention un procédé de recalage des modèles de comportement d'actionneurs de lignes d'admission d'air et d'injection de carburant de moteur à combustion interne de véhicule automobile, le moteur étant équipé d'actionneurs pilotés comprenant des actionneurs de déphasage d'un arbre à cames d'admission et d'échappement et des actionneurs de levée de soupape d'admission et d'échappement variable, un actionneur de boîtier papillon et un actionneur d'injecteur pour chaque cylindre du moteur, caractérisé en ce que le recalage des modèles de comportement se fait simultanément pour les actionneurs des lignes d'admission et d'injection en au moins un point de fonctionnement du moteur avec :

- pour les actionneurs de déphasage d'un arbre à cames et de levée de soupape variable d'admission ou d'échappement, selon un écart de débit cylindre entre une mesure réelle de débit et un modèle d'estimation d'un débit dans chaque cylindre,
- pour l'actionneur de boîtier papillon, selon un écart de débit papillon entre une mesure réelle de débit et un modèle d'estimation du débit papillon,
- pour ledit au moins un actionneur d'injecteur, selon un écart de richesse entre une mesure de richesse réelle et une consigne de richesse.

[0015] En recalant les modèles de comportement des actionneurs du système au plus proche de leur comportement réel, on compense les dispersions de fabrication, l'usure et

l'encrassement de ces actionneurs. On évite donc le décalage des modèles actionneurs, limitant ainsi les dérives de la richesse, donc une surconsommation ou une augmentation des émissions polluantes et les impacts sur l'agrément de conduite ressenti par le conducteur.

5 [0016] L'invention proposée diffère des inventions existantes par le fait qu'elle découple les erreurs, les écarts calculés faisant état des dérives du système ne peuvent être attribués qu'à une seule source donc un seul modèle de comportement actionneur. L'invention s'avère donc être plus rapide et précise en terme d'identification des corrections à apporter sur les modèles de comportement des actionneurs.

10 [0017] De plus le procédé selon l'invention permet d'identifier la source des écarts entre le modèle et le comportement physique de l'actionneur. Le modèle de comportement de l'actionneur est corrigé avec le minimum de paramètres et la correction est valable partout, même en dehors des zones où l'erreur a été apprise.

[0018] L'invention concerne donc un procédé de contrôle moteur visant à compenser les
15 décalages entre les modèles des actionneurs et leur comportement physique. Ces décalages peuvent être dus aux dispersions de fabrication, à l'usure, à l'encrassement, etc... et peuvent avoir des conséquences sur la consommation, les émissions polluantes et l'agrément de conduite. Ces décalages ne peuvent pas être tous mesurés directement au niveau de l'actionneur. Il est alors utilisé des informations indirectes issues des
20 capteurs du moteur. L'intérêt de l'invention est de déterminer un procédé de contrôle moteur qui permet de traduire les informations issues des capteurs du moteur en correction des modèles de comportement des actionneurs.

[0019] A la différence du système actuel de l'état de la technique, le procédé proposé par la présente invention permet une adaptation basée sur l'identification de la source de
25 l'écart entre les modèles et la physique des actionneurs. Ce type d'adaptation permet de ne pas à avoir à parcourir toutes les zones de fonctionnement pour recalibrer correctement le système. Le procédé selon l'invention propose également une identification précise de la source des erreurs basée sur la connaissance des sensibilités du moteur aux différents paramètres, notamment position déphaseur d'arbre à cames d'admission, position
30 déphaseur d'arbre à cames d'échappement, position de levée des soupapes d'admission et d'échappement et ouverture du volet papillon. On assure ainsi une certaine robustesse à l'identification des sources des erreurs y compris dans les zones où l'on ne peut pas apprendre.

[0020] Le procédé selon la présente invention amène donc à un recalage du système plus rapide et plus précis y compris dans les zones hors domaine d'adaptation. Il en résulte un meilleur recentrage de l'erreur de richesse soit une limitation de la consommation et des émissions polluantes et un meilleur comportement du moteur en termes d'agrément perceptible par le conducteur.

[0021] Avantageusement, il est défini au moins un adaptatif pour chaque actionneur, ledit au moins un adaptatif étant :

- pour l'actionneur de boîtier papillon, un adaptatif sur une section de passage par le papillon,

- pour les actionneurs de déphasage d'arbres à cames, un adaptatif sur une valeur de déphasage pour chaque type de déphaseur d'admission ou d'échappement,

- pour les actionneurs de levée de soupape variable, un adaptatif sur la hauteur de levée pour chaque type de soupape d'admission ou d'échappement,

- pour ledit au moins un actionneur d'injecteur, son modèle de comportement de l'injecteur s'apparentant à une droite avec modulation d'une estimation du gain et d'un décalage, des adaptatifs respectivement sur le gain et le décalage.

[0022] Avantageusement, ledit au moins un point de fonctionnement du moteur est sélectionné selon des conditions de fonctionnement et de stabilité du point,

- les conditions de fonctionnement concernant unitairement ou en combinaison une température du moteur se trouvant dans une plage de température du moteur prédéterminée, une température d'air extérieur se trouvant dans une plage de température d'air extérieur prédéterminée, une pression atmosphérique se trouvant dans une plage de pression atmosphérique prédéterminée, un mode de fonctionnement de moteur autre qu'un mode dégradé, un mode de phase de démarrage, un mode de chauffe catalyseur ou tout autre mode sortant du cadre habituel de fonctionnement du moteur,

- les conditions de stabilité attestant qu'un ou des paramètres de fonctionnement du moteur sont stables depuis une durée prédéterminée, ce ou ces paramètres étant choisis unitairement ou en combinaison entre un débit d'air entrant dans le moteur, un régime moteur, une position des actionneurs de la ligne d'admission à adapter, une mesure d'un ou de capteurs tels que débitmètre, capteur de pression d'admission d'air ou sonde à oxygène.

[0023] Avantageusement, sur le point de fonctionnement moteur sélectionné, il est déterminé des sensibilités respectives des modèles de comportement à adapter selon les écarts entre chaque mesure réelle et son modèle associé, une application d'un adaptatif

sur un modèle d'estimation associé étant corrigée selon la sensibilité respective du modèle, avec une détermination de sensibilités respectives du débit cylindre aux positions des déphaseurs d'admission et d'échappement et respectivement à une position maximale de levée de la soupape, d'une sensibilité du débit papillon à une section de passage du papillon, de sensibilités respectives de la richesse au gain d'injecteur et au décalage d'injecteur, les sensibilités étant déterminées par dérivé mathématique des équations d'état du système, par calcul d'une variation locale autour d'un point de fonctionnement ou par identification lors d'une phase initiale de mise au point du moteur.

[0024] Avantageusement, il est travaillé par convergence d'un paramètre respectif pour la détermination de chaque adaptatif, chaque paramètre convergé prenant en compte les paramètres précédemment convergés pour des points de fonctionnement, et il est calculé sur le point de fonctionnement sélectionné :

- un écart de débit cylindre $\varepsilon_{Qcylindre_corrigé}$ selon l'équation suivante :

$$\varepsilon_{Qcylindre_corrigé} = \varepsilon_{Qcylindre} - paramètre_convergé_vvt a \times \frac{\partial Qcylindre}{\partial VVTA} - paramètre_convergé_vvt e \times \frac{\partial Qcylindre}{\partial VVTE} - paramètre_convergé_levee \times \frac{\partial Qcylindre}{\partial levee}$$

$\frac{\partial Qcylindre}{\partial VVTA}$ étant la sensibilité du débit cylindre à la position du déphaseur d'admission

pour le point de fonctionnement alors en vigueur, $\frac{\partial Qcylindre}{\partial VVTE}$ étant la sensibilité du débit

cylindre à la position du déphaseur d'échappement pour le point de fonctionnement alors

en vigueur, $\frac{\partial Qcylindre}{\partial levee}$ la sensibilité du débit cylindre à la position maximale de levée de

la soupape pour le point de fonctionnement alors en vigueur, $\varepsilon_{Qcylindre}$ l'écart de débit

cylindre non corrigé pour le point de fonctionnement alors en vigueur, $paramètre_convergé_vvt a$ et $paramètre_convergé_vvt e$ étant les paramètres de position

respectivement du déphaseur d'admission et du déphaseur d'échappement qui sont convergés sur les points de fonctionnement vus jusqu'à présent, et

- un écart de débit papillon corrigé $\varepsilon_{Qpapillon_corrigé}$ selon l'équation suivante

$$\varepsilon_{Qpapillon_corrigé} = \varepsilon_{Qpapillon} - paramètre_convergé_section \times \frac{\partial Qpapillon}{\partial Section}$$

$\frac{\partial Qpapillon}{\partial Section}$ la sensibilité du débit papillon à la section de passage papillon pour le point

de fonctionnement alors en vigueur, $\varepsilon_{Qpapillon}$, l'écart de débit papillon non corrigé pour

le point de fonctionnement alors en vigueur, *paramètre_convergé_section* étant le paramètre de section du passage papillon convergé sur les points de fonctionnement vus jusqu'à présent.

[0025] Avantageusement, un écart entre une mesure réelle de richesse et une consigne de richesse est corrigé pour ne tenir compte que d'une dérive du modèle injecteur, l'écart de richesse non corrigé, $\varepsilon_{\text{Richesse}}$, étant réduit à un écart de richesse injecteur $\varepsilon_{\text{Richesse_injecteur}}$ et calculé selon l'équation suivante tenant compte d'un débit estimé dans le cylindre *Débit_estimé_cylindre* et d'un débit mesuré dans le cylindre *Débit_mesuré_cylindre* :

$$10 \quad \varepsilon_{\text{Richesse_injecteur}} = \varepsilon_{\text{Richesse}} \times \frac{\text{Débit_estimé_cylindre}}{\text{Débit_mesuré_cylindre}}$$

un écart de richesse corrigé $\varepsilon_{\text{Richesse_corrigé}}$ étant calculé en fonction de l'écart de richesse injecteur $\varepsilon_{\text{Richesse_injecteur}}$ selon l'équation suivante:

$$\varepsilon_{\text{Richesse_corrigé}} = \varepsilon_{\text{Richesse_injecteur}} - \text{paramètre_convergé_Gain_injecteur} \times \frac{\delta \text{Richesse}}{\delta \text{Gain_injecteur}} - \text{paramètre_convergé_Offset_injecteur} \times \frac{\delta \text{Richesse}}{\delta \text{Offset_injecteur}}$$

15 $\frac{\delta \text{Richesse}}{\delta \text{Gain_injecteur}}$ étant la sensibilité de la richesse au gain injecteur pour le point de

fonctionnement alors en vigueur, $\frac{\delta \text{Richesse}}{\delta \text{Offset_injecteur}}$ la sensibilité de la richesse au

décalage injecteur pour le point de fonctionnement alors en vigueur, *paramètre_convergé_Gain_injecteur* étant le paramètre de gain d'injecteur convergé sur les points de fonctionnement vus jusqu'à présent et *paramètre_convergé_Offset_injecteur* étant le paramètre de décalage d'injecteur convergé pour les points de fonctionnement vus jusqu'à présent.

[0026] Avantageusement, il est déterminé un poids respectif pour le point de fonctionnement alors en vigueur qu'a chacun des paramètres sur son écart associé,

- avec comme poids de la position du déphaseur d'arbre à cames d'admission

25 *Poids_vvta_Qcylindre* sur le débit dans le cylindre :

$$\text{Poids_vvta_Qcylindre} = \frac{\frac{\delta VVTA}{\delta Q_{\text{cylindre}}}}{\frac{\delta Q_{VVTA}}{\delta Q_{\text{cylindre}}} + \frac{\delta VVTE}{\delta Q_{\text{cylindre}}} + \frac{\delta Levee}{\delta Q_{\text{cylindre}}}}$$

- avec comme poids de la position du déphaseur d'arbre à cames d'échappement

$Poids_vvt_Q_{cylindre}$ sur le débit dans le cylindre :

$$Poids_vvt_Q_{cylindre} = \frac{\frac{\delta VVTE}{\delta Q_{cylindre}}}{\frac{\delta QVVT A}{\delta Q_{cylindre}} + \frac{\delta VVTE}{\delta Q_{cylindre}} + \frac{\delta Levee}{\delta Q_{cylindre}}}$$

- avec comme poids de la position de levée de soupape $Poids_Levee_Q_{cylindre}$

5 sur le débit cylindre :

$$Poids_levee_Q_{cylindre} = \frac{\frac{\delta Levee}{\delta Q_{cylindre}}}{\frac{\delta QVVT A}{\delta Q_{cylindre}} + \frac{\delta VVTE}{\delta Q_{cylindre}} + \frac{\delta Levee}{\delta Q_{cylindre}}}$$

$\frac{\delta VVTE}{\delta Q_{cylindre}}$ étant la sensibilité de la position du déphaseur d'échappement au débit

cylindre sur le point de fonctionnement sélectionné, $\frac{\delta Levee}{\delta Q_{cylindre}}$ étant la sensibilité de

la position maximale de levée de la soupape au débit cylindre sur le point de

10 fonctionnement sélectionné, $\frac{\delta VVTA}{\delta Q_{cylindre}}$ étant la sensibilité de la position du

déphaseur d'admission au débit cylindre sur le point de fonctionnement sélectionné,

- un poids sur l'écart de débit papillon corrigé $\varepsilon_Q_{papillon_corrigé}$ étant égal à

1 ou $Poids_Section_Q_{papillon} = 1$

15 - et l'écart de richesse corrigé $\varepsilon_Richesse_corrigé$ étant distribué sur le gain

d'injecteur $Gain_injecteur$ et le décalage d'injecteur $Décalage_injecteur$ avec comme poids

du gain d'injecteur sur la richesse $Poids_gain_injection_Richesse$:

$$Poids_gain_injection_Richesse = \frac{\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse}}{\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse} + \frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse}}$$

et comme poids du décalage d'injecteur sur la richesse :

$$20 \quad Poids_offset_injection_Richesse = \frac{\frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse}}{\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse} + \frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse}}$$

$\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse}$ étant la sensibilité du gain injecteur à la richesse sur le point de fonctionnement sélectionné, $\frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse}$ la sensibilité du décalage injecteur à la richesse sur le point de fonctionnement sélectionné.

[0027] Avantageusement, il est déduit à partir des poids sur le point de fonctionnement en vigueur une valeur des paramètres à adapter pour absorber les écarts pour les paramètres respectifs de position du déphaseur d'admission *Paramètre_vvta*, du déphaseur d'échappement *Paramètre_vvte*, de la levée de soupape *Paramètre_levee*, du paramètre section du papillon *Paramètre_section*, du paramètre de gain d'injecteur *Paramètre_gain_injecteur* et du paramètre de décalage d'injecteur *Paramètre_décalage_injecteur* les formules suivantes :

$$Paramètre_vvta = \frac{\delta VVTA}{\delta Q_{cylindre}} \times \varepsilon_{Q_{cylindre_corrigé}} \times Poids_vvta_Q_{cylindre}$$

$$Paramètre_vvte = \frac{\delta VVTE}{\delta Q_{cylindre}} \times \varepsilon_{Q_{cylindre_corrigé}} \times Poids_vvte_Q_{cylindre}$$

$$Paramètre_levee = \frac{\delta Levee}{\delta Q_{cylindre}} \times \varepsilon_{Q_{cylindre_corrigé}} \times Poids_Levee_Q_{cylindre}$$

$$Paramètre_section = \frac{\delta section}{\delta Q_{papillon}} \times \varepsilon_{Q_{papillon_corrigé}}$$

$$Paramètre_gain_injecteur =$$

$$\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse} \times \varepsilon_{Richesse_corrigé} \times Poids_gain_injection_Richesse$$

$$Paramètre_offset_injecteur =$$

$$\frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse} \times \varepsilon_{Richesse_corrigé} \times Poids_Offset_injection_Richesse$$

[0028] Avantageusement, pour tout paramètre convergé pour une n+1 nième boucle *Paramètre_convergé_x_n+1*, ce paramètre convergé est calculé par rapport à un paramètre convergé de la boucle n précédente *Paramètre_convergé_x_n* sur un autre point de fonctionnement en fonction du paramètre brut du point de fonctionnement en vigueur *Paramètre_x_n+1* selon l'équation suivante :

$$Paramètre_convergé_x_n+1 = Paramètre_convergé_x_n + Paramètre_x_n+1.f$$

f étant un facteur de filtrage excluant une erreur de mesure sur le paramètre associé multiplicatif, le paramètre x étant le paramètre de paramètres de position du déphaseur d'admission, du déphaseur d'échappement, de levée de soupape, de section de papillon, de gain et de décalage d'injecteur, et en fonction de la convergence du paramètre mesurée quand un critère de stabilité du paramètre fonction d'un nombre de paramètres convergés successifs ne différant pas d'un pourcentage prédéterminé est rempli, il est estimé que le paramètre convergé a terminé sa convergence et le paramètre ainsi convergé est pris comme adaptatif pour l'actionneur associé.

[0029] L'invention concerne aussi un ensemble d'un groupe motopropulseur et de son unité de contrôle moteur, le groupe motopropulseur comprenant un moteur, une ligne d'échappement, une ligne d'admission d'air avec un boîtier papillon et son actionneur, une ligne d'injection avec un injecteur de carburant avec son actionneur dans chaque cylindre du moteur, le moteur étant pourvu d'actionneurs de déphasage d'un arbre à cames et d'actionneurs de levée de soupape variable, caractérisé en ce qu'il met en œuvre un tel procédé pour un recalage dans le contrôle moteur des modèles de comportement d'actionneurs, la ligne d'admission comportant un débitmètre disposé au niveau du boîtier papillon et un capteur de pression d'air et la ligne d'échappement comportant une sonde à oxygène, le contrôle moteur comportant des modèles de comportement et des moyens de recalage des modèles de comportement.

[0030] La présente invention propose donc aussi un système d'apprentissage simultané des modèles actionneurs c'est-à-dire déphaseur d'arbre à cames admission, déphaseur d'arbre à cames échappement, levée de soupape variable admission et échappement, boîtier papillon, injecteur, par l'exploitation d'un capteur débitmètre mesurant le débit d'air au niveau du boîtier papillon, d'un capteur de pression mesurant la pression dans le plénum admission et d'un capteur sonde à oxygène mesurant la richesse à l'échappement. La présente invention permet ainsi d'assurer l'apprentissage d'un système complexe d'actionneurs avec des capteurs déjà présents dans le groupe motopropulseur, ce qui représente une économie de moyens.

[0031] D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre et au regard du dessin annexé donné à titre d'exemple non limitatif et sur lequel :

- la figure 1 est un logigramme du procédé de recalage selon la présente invention.

[0032] D'une manière générale la présente invention concerne un procédé de recalage des modèles de comportement d'actionneurs de lignes d'admission et d'injection de
5 moteur à combustion interne de véhicule automobile.

[0033] Les actionneurs peuvent être regroupés en deux catégories. La première catégorie comprend les actionneurs de la ligne admission d'air, à savoir un actionneur de boîtier papillon, des actionneurs de déphaseurs d'arbres à cames, aussi bien d'arbres à cames d'admission que d'échappement et des actionneurs de levée de soupape variable,
10 aussi bien d'admission que d'échappement. La deuxième catégorie comprend l'actionneur, ou les actionneurs de la ligne injection de carburant vers un ou des injecteurs respectifs, avec un injecteur pour chaque cylindre du moteur.

[0034] Des capteurs ou appareils de mesure déjà présents dans l'ensemble moteur pris dans son sens large en comprenant les lignes d'admission et d'échappement du moteur
15 sont pour la ligne d'admission un capteur de pression au répartiteur d'admission, un débitmètre au niveau du boîtier papillon et pour la ligne d'injection une sonde à oxygène se trouvant dans la ligne d'échappement et donnant la richesse.

[0035] Selon l'invention, le recalage des modèles de comportement se fait simultanément pour les actionneurs des lignes d'admission et d'injection en au moins un
20 point de fonctionnement du moteur avec :

- pour les actionneurs de déphasage d'arbres à cames et de levée de soupape variable, selon un écart entre une mesure réelle de débit et un modèle d'estimation d'un débit dans au moins un cylindre du moteur,
- pour l'actionneur de boîtier papillon, selon un écart entre une mesure réelle de
25 débit et un modèle d'estimation du débit papillon,
- pour chaque actionneur d'injecteur, selon un écart entre une mesure de richesse réelle et une consigne de richesse.

[0036] Le principe général du procédé selon l'invention va être de prendre des mesures via les capteurs dans une zone ou un point d'apprentissage donné avec des conditions de
30 fonctionnement données et zones ou points spécifiques du champ de fonctionnement moteur pour en déduire des valeurs temporaires d'adaptatifs de recalage des modèles.

[0037] Ces valeurs temporaires vont être mises à jour à partir des informations de chaque nouvelle mesure, par convergence, et ne seront appliquées sur les modèles de comportement des actionneurs que lorsqu'un critère spécifique de convergence sur les adaptatifs sera établi, de manière à ne modifier la réponse des modèles des actionneurs que lorsque la correction sera jugée robuste. Une fois les adaptatifs appliqués sur le système, les modèles de comportement des actionneurs seront alors recalés au plus proche de la physique réelle de ces actionneurs.

[0038] En se référant à la figure 1, le procédé selon la présente invention peut se dérouler en plusieurs étapes. La première étape référencée 1 concerne la sélection du point de fonctionnement et la prise de mesure. Selon une caractéristique avantageuse de la présente invention, il peut être observé chaque point de fonctionnement du moteur. Dès qu'un point de fonctionnement remplit tous les critères, on le considère comme éligible et à utiliser dans le procédé. Il peut alors être mémorisé différents paramètres et mesures pour ensuite les traiter. Il sera fait attention aux conditions de fonctionnement et à la stabilité du point. Il est en effet important, pour le procédé selon l'invention, de sélectionner correctement les points pour éviter de traiter des informations qui ne reflètent pas les décalages réels entre l'actionneur et son modèle de comportement.

[0039] Le critère sur les conditions de fonctionnement permet de déterminer si le moteur est dans les conditions nominales pour lancer une adaptation. Les conditions de fonctionnement peuvent concerner unitairement ou en combinaison une température du moteur se trouvant dans une plage de température du moteur prédéterminée, par exemple une température de 90°C, une température d'air extérieur se trouvant dans une plage de température d'air extérieur prédéterminée, par exemple une température tempérée ni trop chaude au-dessus de 30°C et ni trop froide en dessous de 0°C, une pression atmosphérique se trouvant dans une plage de pression atmosphérique prédéterminée, c'est-à-dire proche de la pression atmosphérique au niveau de la mer, un mode de fonctionnement de moteur autre qu'un mode dégradé. Un mode dégradé peut être un mode de phase de démarrage, un mode de chauffe catalyseur ou tout autre mode sortant du cadre habituel de fonctionnement du moteur.

[0040] Les conditions de stabilité sont révélatrices qu'un ou des paramètres de fonctionnement du moteur sont stables depuis une durée prédéterminée, par exemple de l'ordre de la seconde. Ce ou ces paramètres peuvent être choisis unitairement ou en combinaison entre un débit d'air entrant dans le moteur, un régime moteur, une position

des actionneurs de la ligne d'admission d'air à adapter, une mesure d'un ou de capteurs tels que débitmètre, capteur de pression d'admission d'air ou sonde à oxygène.

[0041] La deuxième étape référencée 2 à la figure 1 concerne une préparation du traitement du point. Pour chaque point sélectionné lors de première étape, le procédé va le préparer avant de l'analyser et faire évoluer une estimation de la correction des modèles de comportement des actionneurs en fonction de l'information apportée par ce point.

[0042] En se basant sur les retours d'expérience de l'analyse des sources de dispersions, d'usure et d'encrassement des actionneurs, il est déterminé les paramètres des modèles d'actionneur qui sont à moduler via un ou plusieurs éléments adaptatifs. Ainsi, par expérience, on considère que le modèle de comportement du boîtier papillon peut être recalé par rapport à la physique en modulant l'estimation de la section de passage pour une ouverture d'un volet de papillon donné. On définit donc un adaptatif sur la section de passage papillon pour le recalage du modèle de comportement du boîtier papillon.

[0043] Pour les déphaseurs d'arbres à cames d'admission et d'échappement, il est considéré que c'est la valeur de déphasage qu'il faut pouvoir moduler. On définit donc un adaptatif sur la valeur de déphasage pour chaque type de déphaseur, donc aussi bien d'admission que d'échappement.

[0044] Pour le système de variation de la hauteur maximale des soupapes, il est considéré que c'est la valeur de levée maximale qu'il faut moduler. Il est défini donc un adaptatif sur la hauteur de levée pour chaque type de soupape en admission comme en échappement, la hauteur de levée pouvant être différente pour ces deux types de soupape.

[0045] Le modèle de comportement de l'injecteur qui s'apparente à une droite peut être recalé en modulant l'estimation de son gain et de son décalage. On définit donc un adaptatif sur le gain et un autre sur le décalage.

[0046] On définit également les écarts que le procédé prend en compte et cherche à amoindrir, à savoir un écart entre la mesure de débit, issue du débitmètre et une estimation de débit cylindre fournie par le modèle d'estimation du débit cylindre, un écart entre la mesure de débit, issue du débitmètre, et l'estimation de débit papillon fournie et le modèle d'estimation du débit papillon, un écart entre la mesure de richesse, issue de la sonde à oxygène, et la consigne de richesse.

[0047] Il va d'abord être déterminé sur le point sélectionné les sensibilités des paramètres des modèles à adapter aux écarts entre la mesure et les modèles d'estimation. C'est à dire de combien évolue l'écart pour une variation donnée du paramètre. Cette sensibilité permet de faire le lien avec ce que l'on mesure sur le système via les capteurs et ce qu'il faut modifier sur le modèle de comportement de chaque actionneur par l'adaptatif.

[0048] Les sensibilités peuvent être déterminées en fonction de leur complexité par plusieurs procédés. On peut citer par exemple un procédé par dérivé mathématique des équations d'état du système, un procédé par calcul d'une variation locale autour du point courant et un procédé par identification des diverses sensibilités relatives aux actionneurs de l'ensemble moteur lors de la phase de mise au point du moteur.

[0049] Par exemple, par le premier procédé, on peut déterminer la sensibilité de l'écart de débit, soit le débit mesuré par le débitmètre moins le débit estimé par le modèle papillon à la variation de la section du papillon $Section_papillon$. La base de ce procédé est une équation connue qui modélise le comportement du boîtier papillon, c'est-à-dire l'estimation du débit passant au niveau du papillon $Q_{papillon}$, selon l'équation suivante :

$$Q_{papillon} = Section_papillon \times \frac{P0}{\sqrt{T0}} \times f\left(\frac{P}{P0}\right)$$

P et $P0$ étant respectivement les pressions à un point de fonctionnement donné en aval et en amont du volet papillon, $T0$ la température en amont du volet papillon et $f\left(\frac{P}{P0}\right)$ est une modélisation connue de la perte de charge au niveau du papillon. En dérivant cette équation par rapport à la section papillon, on obtient la sensibilité suivante :

$$\frac{\partial Q_{papillon}}{\partial S} = \frac{P0}{\sqrt{T0}} \times C_{fe}\left(\frac{P}{P0}\right)$$

25

[0050] Cette équation permet pour chaque point de fonctionnement de déterminer le lien entre une variation de section papillon et la variation de débit.

[0051] Pour le deuxième procédé, il peut être appliqué, par exemple dans le cas du calcul de la sensibilité du débit cylindre à la position du déphaseur d'arbre à cames d'admission. Dans ce cas, l'application du premier procédé est possible mais s'avère relativement lourde car l'écriture de la dérivée mathématique de l'équation du débit cylindre par rapport à la position du déphaseur d'arbre à cames d'admission est complexe,

30

cette position intervenant à de multiples endroits dans la modélisation du débit cylindre et peut poser problème sur la dérivée de certains éléments modélisés.

[0052] Pour cette sensibilité spécifique, il est donc préférable d'appliquer le deuxième procédé qui consiste à comparer sur le point courant la valeur de débit cylindre issu de la modélisation, noté $Q_{cylindre}$ dans l'équation ci-dessous et celle de ce même modèle calculé sur le même point courant mais en rajoutant un biais sur l'entrée pour laquelle on souhaite connaître la sensibilité, noté $Q_{cylindre_biais_VVTA}$ pour un actionneur d'arbre à cames d'admission dans l'équation qui va être donnée ci-dessous. Dans le cas de l'exemple, on introduit un biais sur la position du déphaseur d'arbre à cames d'admission qui va être noté $biais_VVTA$ dans l'équation ci-dessous.

[0053] Par la formule suivante, on obtient la sensibilité de l'écart de débit cylindre, noté $\delta Q_{cylindre}$ dans l'équation ci-dessous, à la variation de la position du déphaseur d'arbre à cames d'admission, noté $\delta VVTA$:

$$\frac{\delta Q_{cylindre}}{\delta VVTA} = \frac{Q_{cylindre} - Q_{cylindre_biais_VVTA}}{-biais_VVTA}$$

15

[0054] A noter que le procédé peut proposer d'imposer la valeur de biais de manière fixe ou bien variable dynamiquement en fonction de la cible que l'on cherche à atteindre, par exemple, on se basant sur la valeur de l'adaptatif en cours de calcul.

[0055] Le troisième procédé est plus précis mais plus difficile de mise en œuvre. Le troisième procédé consiste au moment de la mise au point du moteur de réaliser des essais spécifiques sur un moteur d'essai placé au banc d'essai. Les essais consistent à réaliser des variations des différents paramètres sur chacun des points de mise au point et d'en déduire la sensibilité réelle du moteur aux différents paramètres sur le point. Ces sensibilités doivent ensuite être mémorisées par point de fonctionnement ou zone de fonctionnement dans le contrôle moteur. Ainsi lorsque à l'étape1 il est sélectionné un point, le procédé rappelle cette sensibilité mémorisée pour le point courant.

[0056] Ce troisième procédé est avantageux puisqu'on utilise les vraies sensibilités relatives aux actionneurs du moteur, alors que dans les autres procédés on obtient les sensibilités du modèle qui peuvent être moins justes. Cependant, l'effort supplémentaire nécessaire en phase de mise au point et la complexité du système de mémorisation de

30

ces sensibilités dans le contrôle moteur font que ce troisième procédé n'est pas forcément à privilégier.

[0057] A partir de ces procédés, il est déterminé les différentes sensibilités utiles des paramètres des modèles à adapter aux écarts entre la mesure et les modèles d'estimation. On détermine donc la sensibilité du débit cylindre à la position du déphaseur admission $\frac{\delta Q_{cylindre}}{\delta VVTA}$, la sensibilité du débit cylindre à la position du déphaseur échappement $\frac{\delta Q_{cylindre}}{\delta VVTE}$, la sensibilité du débit cylindre à la position maximale de levée de la soupape $\frac{\delta Q_{cylindre}}{\delta levée}$, la sensibilité du débit papillon à la section de passage papillon $\frac{\delta Q_{papillon}}{\delta section}$, la sensibilité de la richesse au gain injecteur $\frac{\delta Richesse}{\delta Gain_injecteur}$, la sensibilité de la richesse au décalage injecteur $\frac{\delta Richesse}{\delta Offset_injecteur}$.

[0058] La troisième étape du procédé selon l'invention est référencée 3 à la figure et concerne le traitement du point de fonctionnement. Il est procédé à un calcul des erreurs. Le but de cette troisième étape est de déduire du point courant l'information de recalage des modèles disponible. Le traitement du point va être réalisé à partir des sensibilités calculées sur le point courant et de la mesure des écarts.

[0059] Ces écarts sont les suivants : $\varepsilon_Q_{cylindre}$ ou écart de débit cylindre non corrigé entre la mesure de débit issue du débitmètre et le débit issu du modèle d'estimation du débit cylindre, $\varepsilon_Q_{papillon}$ ou écart de débit papillon non corrigé entre la mesure de débit, issue du débitmètre et le débit issu du modèle d'estimation du débit papillon, $\varepsilon_Richesse$ ou écart de richesse non corrigé entre la mesure de richesse, issue de la sonde à oxygène et la consigne de richesse.

[0060] De manière plus précise, la mesure de l'écart richesse $\varepsilon_Richesse$ peut être due à un écart sur le modèle injecteur mais aussi à un écart sur le modèle de débit cylindre. En effet, l'estimation du débit d'air au niveau cylindre par le modèle de débit cylindre est transformée en débit de carburant lequel est ensuite transformé en temps de commande des injecteurs par le modèle injecteur. Dans le cadre de la présente invention, il peut être

nécessaire que l'écart $\varepsilon_{\text{Richesse}}$ ne fasse état que de la dérive du modèle injecteur, la dérive du modèle de débit cylindre étant corrigée par une autre partie de l'invention.

[0061] Il peut donc être procédé au traitement de la mesure de l'écart richesse $\varepsilon_{\text{Richesse}}$ en une mesure de l'écart richesse injecteur $\varepsilon_{\text{Richesse_injecteur}}$ à partir
 5 des informations d'estimation de débit cylindre $\text{Débit_estimé_cylindre}$ et la mesure de débit issue du débitmètre $\text{Débit_mesuré_cylindre}$. Un tel traitement peut être, par exemple :

$$\varepsilon_{\text{Richesse_injecteur}} = \varepsilon_{\text{Richesse}} \times \frac{\text{Débit_estimé_cylindre}}{\text{Débit_mesuré_cylindre}}$$

10 [0062] Ces écarts ne sont pas utilisés directement : on va venir déduire de cet écart vu sur le point courant, le niveau de correction que le procédé a déjà calculé à partir des points précédemment traités. Le but de ce calcul est de ne faire travailler le procédé que sur le reste à corriger en tenant compte de la correction qui a déjà été identifiée, mais pas encore appliquée sur le système.

15 [0063] Pour cela, on va utiliser des paramètres convergés qui vont être définis lors de la quatrième étape du procédé. Cette convergence se fera en boucle avec correction d'un paramètre convergé par un paramètre convergé précédent obtenu par un point de fonctionnement précédemment relevé.

[0064] On évalue l'impact de ces paramètres convergés sur les écarts via les fonctions
 20 de sensibilité. Ainsi l'écart de débit cylindre à utiliser ($\varepsilon_{\text{Qcylindre_corrigé}}$) est le suivant :

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{Qcylindre_corrigé}} = & \varepsilon_{\text{Qcylindre}} - \text{paramètre_convergé_vvtA} \times \frac{\partial \text{Qcylindre}}{\partial \text{VVT A}} \\ & - \text{paramètre_convergé_vvtE} \times \frac{\partial \text{Qcylindre}}{\partial \text{VVT E}} - \text{paramètre_convergé_levee} \times \frac{\partial \text{Qcylindre}}{\partial \text{levee}} \end{aligned}$$

25 [0065] L'écart de débit papillon à utiliser ($\varepsilon_{\text{Qpapillon_corrigé}}$) est le suivant :

$$\varepsilon_{\text{Qpapillon_corrigé}} = \varepsilon_{\text{Qpapillon}} - \text{paramètre_convergé_section} \times \frac{\partial \text{Qpapillon}}{\partial \text{Section}}$$

[0066] L'écart de richesse à utiliser ($\varepsilon_{\text{Richesse_corrigé}}$) est le suivant :

$$\varepsilon_{\text{R richesse corrigé}} = \varepsilon_{\text{R richesse injecteur}} - \text{paramètre_convergé_Gain_injecteur} \times \frac{\delta \text{R richesse}}{\delta \text{Gain_injecteur}} - \text{paramètre_convergé_Offset_injecteur} \times \frac{\delta \text{R richesse}}{\delta \text{Offset_injecteur}}$$

[0067] Il va également être procédé à la détermination sur un point courant des poids qu'ont chacun des paramètres sur chacun des écarts observés. Ceci donne une image de la répartition de l'écart pour chacun des paramètres impactants. Ainsi, l'écart de débit cylindre corrigé $\varepsilon_{\text{Q cylindre corrigé}}$ est distribué sur les trois paramètres que sont les paramètres de position respectivement du déphaseur d'admission et du déphaseur d'échappement et de levée de soupape d'admission et d'échappement qui sont convergés pour le point de fonctionnement alors en vigueur.

[0068] On calcule donc sur le point courant un poids du paramètre relatif à la position du déphaseur d'arbre à cames d'admission $\text{Poids_vvta_Q cylindre}$ sur le débit dans le cylindre :

$$\text{Poids_vvta_Q cylindre} = \frac{\frac{\delta \text{VVTA}}{\delta \text{Q cylindre}}}{\frac{\delta \text{VVTA}}{\delta \text{Q cylindre}} + \frac{\delta \text{VTE}}{\delta \text{Q cylindre}} + \frac{\delta \text{Levee}}{\delta \text{Q cylindre}}}$$

15 aussi, un poids de la position du déphaseur d'arbre à cames d'échappement $\text{Poids_vte_Q cylindre}$ sur le débit dans le cylindre:

$$\text{Poids_vte_Q cylindre} = \frac{\frac{\delta \text{VTE}}{\delta \text{Q cylindre}}}{\frac{\delta \text{VVTA}}{\delta \text{Q cylindre}} + \frac{\delta \text{VTE}}{\delta \text{Q cylindre}} + \frac{\delta \text{Levee}}{\delta \text{Q cylindre}}}$$

également, un poids de la position de levée de soupape $\text{Poids_Levee_Q cylindre}$ sur le débit cylindre:

$$20 \quad \text{Poids_levee_Q cylindre} = \frac{\frac{\delta \text{Levee}}{\delta \text{Q cylindre}}}{\frac{\delta \text{VVTA}}{\delta \text{Q cylindre}} + \frac{\delta \text{VTE}}{\delta \text{Q cylindre}} + \frac{\delta \text{Levee}}{\delta \text{Q cylindre}}}$$

$\frac{\delta \text{VTE}}{\delta \text{Q cylindre}}$ étant la sensibilité de la position du déphaseur d'échappement au débit

cylindre sur le point de fonctionnement sélectionné, $\frac{\delta \text{Levee}}{\delta \text{Q cylindre}}$ étant la sensibilité de

la position maximale de levée de la soupape au débit cylindre sur le point de

fonctionnement sélectionné, $\frac{\delta VVTA}{\delta Q_{cylindre}}$ étant la sensibilité de la position du déphaseur d'admission au débit cylindre sur le point de fonctionnement sélectionné,

[0069] L'écart de débit papillon corrigé $\varepsilon_{Q_{papillon_corrigé}}$ étant uniquement attribué au paramètre de section papillon, le poids associé à imposer est égal à 1 et n'est pas
5 partagé entre plusieurs paramètres. On a donc comme poids du paramètre section sur le débit papillon :

$$Poids_Section_Q_{papillon} = 1$$

10 [0070] L'écart de richesse corrigé $\varepsilon_{Richesse_corrigé}$ est distribué sur le gain d'injecteur $Gain_injecteur$ et le décalage d'injecteur $Offset_injecteur$ avec comme poids du gain d'injecteur sur la richesse $Poids_gain_injection_Richesse$:

$$Poids_gain_injection_Richesse = \frac{\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse}}{\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse} + \frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse}}$$

15 et comme poids du décalage d'injecteur sur la richesse :

$$Poids_offset_injection_Richesse = \frac{\frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse}}{\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse} + \frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse}}$$

$\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse}$ étant la sensibilité du gain injecteur à la richesse sur le point de

fonctionnement sélectionné, $\frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse}$ la sensibilité du décalage injecteur à

la richesse sur le point de fonctionnement sélectionné,

20 [0071] A partir de ces poids, il peut être déduit sur le point courant la valeur des paramètres à adapter pour absorber les écarts. Le principe consiste à déterminer pour chaque erreur, c'est-à-dire erreur débit cylindre, erreur débit papillon, erreur richesse, la part due à chaque paramètre de position d'actionneur d'arbre à cames d'admission et d'échappement, de levée de soupape d'admission et d'échappement, de section papillon,
25 de gain et de décalage d'injecteur et de transformer cette part, à l'aide de la fonction de sensibilité associée, en correction qu'il faut apporter sur le paramètre.

[0072] On obtient sur un point de fonctionnement une valeur des paramètres à adapter pour absorber les écarts pour les paramètres respectifs de position du déphaseur d'admission *Paramètre_vvta*, du déphaseur d'échappement *Paramètre_vvte*, de la levée de soupape *Paramètre_levee*, du paramètre section du papillon *Paramètre_section*, du paramètre de gain d'injecteur *Paramètre_gain_injecteur* et du paramètre de décalage d'injecteur *Paramètre_offset_injecteur* selon les formules suivantes :

$$Paramètre_vvta = \frac{\delta VVTA}{\delta Q_{cylindre}} \times \varepsilon_{Q_{cylindre_corrigé}} \times Poids_vvta_Q_{cylindre}$$

$$Paramètre_vvte = \frac{\delta VVTE}{\delta Q_{cylindre}} \times \varepsilon_{Q_{cylindre_corrigé}} \times Poids_vvte_Q_{cylindre}$$

$$Paramètre_levee = \frac{\delta Levee}{\delta Q_{cylindre}} \times \varepsilon_{Q_{cylindre_corrigé}} \times Poids_Levee_Q_{cylindre}$$

$$10 \quad Paramètre_section = \frac{\delta section}{\delta Q_{papillon}} \times \varepsilon_{Q_{papillon_corrigé}}$$

$$Paramètre_gain_injecteur =$$

$$\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse} \times \varepsilon_{Richesse_corrigé} \times Poids_gain_injection_Richesse$$

$$Paramètre_offset_injecteur =$$

$$\frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse} \times \varepsilon_{Richesse_corrigé} \times Poids_Offset_injection_Richesse$$

[0073] La quatrième étape référencée 4 à la figure 1 concerne l'évolution des paramètres. Le but de cette étape va être de prendre en compte les résultats de l'étape précédente, c'est-à-dire les valeurs de paramètres calculés sur le point courant pour mettre à jour la valeur convergée de chacun des paramètres, c'est-à-dire la valeur du paramètre consolidé à partir de tous les points vus jusqu'à présent. La flèche en pointillés en retour à l'étape référencée 3 à partir de la quatrième étape illustre la boucle possible pour effectuer une convergence des paramètres.

20 [0074] Par exemple, pour tout paramètre convergé pour une n+1 nième boucle *Paramètre_convergé_x_n+1*, ce paramètre convergé peut être calculé par rapport à un paramètre convergé de la boucle n précédente *Paramètre_convergé_x_n* sur un autre point de fonctionnement en fonction du paramètre brut *Paramètre_x_n+1* selon l'équation suivante :

$$25 \quad Paramètre_convergé_x_n+1 = Paramètre_convergé_x_n + Paramètre_x_n+1 \cdot f$$

f étant un facteur de filtrage excluant une erreur de mesurer sur le paramètre associé multiplicatif, le paramètre *x* étant le paramètre de paramètres de position du déphaseur

d'admission, du déphaseur d'échappement, de levée de soupape, de section de papillon, de gain et de décalage d'injecteur.

5 [0075] Le facteur de filtrage permet de ne pas prendre la totalité de l'information *paramètre_x_n+1* fourni par la troisième étape. En effet, du fait des erreurs de mesures, des imprécisions de calcul, l'information *paramètre_x_n+1* peut être entachée d'une certaine erreur. Avec cet élément de filtrage, en fonction des conditions de fonctionnement, on peut régler la part d'information *paramètre_x_n+1* que l'on utilise pour mettre à jour le *Paramètre_convergé_x_n+1*.

10 [0076] On pourra ainsi faire en sorte qu'en début de vie du véhicule, quand les dispersions de fabrication font qu'il y a de forts écarts à rattraper, l'élément de filtrage laisse passer une forte proportion du *paramètre_x_n+1* ce qui permet de rattraper rapidement ces forts écarts.

15 [0077] Par contre, au fur et à mesure du temps, on peut considérer que le gros des écarts aura été rattrapé et que les écarts restants seront essentiellement dus à de l'encrassement et à de l'usure des actionneurs. Ces phénomènes physiques étant généralement assez lents en termes d'évolution, on pourra faire en sorte que le terme « facteur » filtre fortement l'évolution de *paramètre_convergé_x_n+1* pour suivre la dynamique d'évolution de ces phénomènes.

20 [0078] On calcule donc pour chaque paramètre pour les paramètres respectifs de position du déphaseur d'admission *Paramètre_vvta*, du déphaseur d'échappement *Paramètre_vvte*, de la levée de soupape *Paramètre_levee* qui peut se différencier en admission et échappement, du paramètre section du papillon *Paramètre_section*, du paramètre de gain d'injecteur *Paramètre_gain_injecteur* et du paramètre de décalage
25 d'injecteur *Paramètre_offset_injecteur*, une valeur de paramètre convergé. Cette valeur de paramètre convergé fait état de la correction nécessaire aux modèles de comportement d'un actionneur respectif pour modéliser au mieux la physique de chaque actionneur réel présent sur le système.

30 [0079] La cinquième étape de la présente invention, référencée 5 à la figure 1, concerne l'application des adaptatifs. Lors de cette étape, il va être analysé l'évolution de chacun des paramètres convergés calculés lors de la quatrième étape 4 et être déterminé à partir d'un critère d'évolution si le paramètre a atteint une valeur stable ou non. Tant que la valeur n'est pas stable, on considère que la correction que va apporter le paramètre

convergé n'est pas suffisamment robuste. On attend que les conditions soient réalisées pour repasser à la première étape 1 et continuer à mettre à jour, à partir des informations de mesure, le paramètre convergé.

5 [0080] Par contre, si le paramètre convergé réalise le critère, on considère le paramètre convergé suffisamment robuste. On peut donc corriger le modèle de comportement actionneur à partir de ce paramètre convergé. On stoppe donc l'évolution de ce paramètre convergé et on mémorise sa valeur. On le définit alors comme un adaptatif. Cet adaptatif est appliqué sur le modèle de comportement actionneur. Ceci est montré par la référence 6 avec adapt pour la sélection d'un adaptatif.

10 [0081] Ce modèle estime alors au plus juste le comportement physique de l'actionneur. Le paramètre convergé peut ensuite être remis à 0 et l'on attend que les conditions soient réalisées pour repasser à la première étape 1 et relancer une séquence de calcul du paramètre convergé. Ceci permet d'analyser en permanence les écarts du système et de calculer en continu des corrections à appliquer sur les modèles de comportement des
15 actionneurs.

[0082] Un exemple de critère d'évolution peut être que l'on ne constate pas d'évolution supérieure à A% du paramètre convergé lors des trois derniers points de mesure prise, A pouvant être de 1 à 10% sans que cela soit limitatif.

20 [0083] L'invention concerne aussi un ensemble d'un groupe motopropulseur et de son unité de contrôle moteur, le groupe motopropulseur comprenant un moteur une ligne d'échappement, une ligne d'admission d'air avec un boîtier papillon et son actionneur, une ligne d'injection avec un injecteur de carburant avec son actionneur dans chaque cylindre du moteur, le moteur étant pourvu d'actionneurs de déphasage d'un arbre à cames et d'actionneurs de levée de soupape variable, aussi bien en admission qu'en échappement.

25 [0084] Selon l'invention, cet ensemble met en œuvre un tel procédé pour un recalage dans le contrôle moteur des modèles de comportement d'actionneurs. Dans cet ensemble, la ligne d'admission comporte un débitmètre disposé au niveau du boîtier papillon et un capteur de pression d'air et la ligne d'échappement comporte une sonde à oxygène, le contrôle moteur comportant des modèles de comportement et des moyens de recalage
30 des modèles de comportement.

[0085] L'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et illustrés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemples.

REVENDICATIONS

1. Procédé de recalage des modèles de comportement d'actionneurs de lignes d'admission d'air et d'injection de carburant de moteur à combustion interne de véhicule automobile, le moteur étant équipé d'actionneurs pilotés comprenant des actionneurs de déphasage d'un arbre à cames d'admission et d'échappement et des actionneurs de levée de soupape d'admission et d'échappement variable, un actionneur de boîtier papillon et un actionneur d'injecteur pour chaque cylindre du moteur, caractérisé en ce que le recalage des modèles de comportement se fait simultanément pour les actionneurs des lignes d'admission et d'injection en au moins un point de fonctionnement du moteur avec :
- pour les actionneurs de déphasage d'un arbre à cames et de levée de soupape variable d'admission ou d'échappement, selon un écart de débit cylindre entre une mesure réelle de débit et un modèle d'estimation d'un débit dans chaque cylindre,
 - pour l'actionneur de boîtier papillon, selon un écart de débit papillon entre une mesure réelle de débit et un modèle d'estimation du débit papillon,
 - pour ledit au moins un actionneur d'injecteur, selon un écart de richesse entre une mesure de richesse réelle et une consigne de richesse.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel il est défini au moins un adaptatif pour chaque actionneur, ledit au moins un adaptatif étant :
- pour l'actionneur de boîtier papillon, un adaptatif sur une section de passage par le papillon,
 - pour les actionneurs de déphasage d'arbres à cames, un adaptatif sur une valeur de déphasage pour chaque type de déphaseur d'admission ou d'échappement,
 - pour les actionneurs de levée de soupape variable, un adaptatif sur la hauteur de levée pour chaque type de soupape d'admission ou d'échappement,
 - pour l'actionneur d'injecteur, son modèle de comportement s'apparentant à une droite avec modulation d'une estimation du gain et d'un décalage, des adaptatifs respectivement sur le gain et le décalage.
3. Procédé selon la revendication 2, lequel ledit au moins un point de fonctionnement du moteur est sélectionné selon des conditions de fonctionnement et de stabilité du point,

- les conditions de fonctionnement concernant unitairement ou en combinaison une température du moteur se trouvant dans une plage de température du moteur prédéterminée, une température d'air extérieur se trouvant dans une plage de température d'air extérieur prédéterminée, une pression atmosphérique se trouvant dans une plage de pression atmosphérique prédéterminée, un mode de fonctionnement de moteur autre qu'un mode dégradé, un mode de phase de démarrage, un mode de chauffe catalyseur ou tout autre mode sortant du cadre habituel de fonctionnement du moteur,

- les conditions de stabilité attestant qu'un ou des paramètres de fonctionnement du moteur sont stables depuis une durée prédéterminée, ce ou ces paramètres étant choisis unitairement ou en combinaison entre un débit d'air entrant dans le moteur, un régime moteur, une position des actionneurs de la ligne d'admission à adapter, une mesure d'un ou de capteurs tels que débitmètre, capteur de pression d'admission d'air ou sonde à oxygène.

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, dans lequel, sur le point de fonctionnement moteur sélectionné, il est déterminé des sensibilités respectives des modèles de comportement à adapter selon les écarts entre chaque mesure réelle et son modèle associé, une application d'un adaptatif sur un modèle d'estimation associé étant corrigée selon la sensibilité respective du modèle, avec une détermination de sensibilités respectives du débit cylindre aux positions des déphaseurs d'admission et d'échappement et respectivement à une position maximale de levée de la soupape, d'une sensibilité du débit papillon à une section de passage du papillon, de sensibilités respectives de la richesse au gain d'injecteur et au décalage d'injecteur, les sensibilités étant déterminées par dérivé mathématique des équations d'état du système, par calcul d'une variation locale autour d'un point de fonctionnement ou par identification lors d'une phase initiale de mise au point du moteur.

5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel il est travaillé par convergence d'un paramètre respectif pour la détermination de chaque adaptatif, chaque paramètre convergé prenant en compte les paramètres précédemment convergés pour des points de fonctionnement, et il est calculé:

- un écart de débit cylindre $\varepsilon_{Q_{cylindre_corrigé}}$ selon l'équation suivante :

$$\varepsilon_{Q_{cylindre_corrigé}} = \varepsilon_{Q_{cylindre}} - paramètre_convergé_vvt_a \times \frac{\partial Q_{cylindre}}{\partial VVT_A} - paramètre_convergé_vvt_e \times \frac{\partial Q_{cylindre}}{\partial VVT_E} - paramètre_convergé_levee \times \frac{\partial Q_{cylindre}}{\partial levee}$$

$\frac{\partial Q_{cylindre}}{\partial VVT_A}$ étant la sensibilité du débit cylindre à la position du déphaseur

d'admission sur le point de fonctionnement alors en vigueur, $\frac{\partial Q_{cylindre}}{\partial VVT_E}$ étant la

sensibilité du débit cylindre à la position du déphaseur d'échappement sur le point de

5 fonctionnement alors en vigueur, $\frac{\partial Q_{cylindre}}{\partial levee}$ la sensibilité du débit cylindre à la

position maximale de levée de la soupape sur le point de fonctionnement alors en

vigueur, $\varepsilon_{Q_{cylindre}}$ l'écart de débit cylindre non corrigé sur le point de fonctionnement

alors en vigueur, $paramètre_convergé_vvt_a$ et $paramètre_convergé_vvt_e$ étant les

paramètres de position respectivement du déphaseur d'admission et du déphaseur

10 d'échappement qui sont convergés pour les points de fonctionnement vus jusqu'à présent, et

- un écart de débit papillon corrigé $\varepsilon_{Q_{papillon_corrigé}}$ selon l'équation suivante :

$$\varepsilon_{Q_{papillon_corrigé}} = \varepsilon_{Q_{papillon}} - paramètre_convergé_section \times \frac{\partial Q_{papillon}}{\partial Section}$$

$\frac{\partial Q_{papillon}}{\partial Section}$ la sensibilité du débit papillon à la section de passage papillon sur le point

15 de fonctionnement sélectionné alors en vigueur, $\varepsilon_{Q_{papillon}}$ l'écart de débit papillon

non corrigé sur le point de fonctionnement sélectionné alors en vigueur,

$paramètre_convergé_section$ étant le paramètre de section du passage papillon

convergé pour les points de fonctionnement vus jusqu'à présent .

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel :

20 - un écart entre une mesure réelle de richesse et une consigne de richesse est corrigé

pour ne tenir compte que d'une dérive du modèle injecteur, l'écart de richesse non

corrigé, $\varepsilon_{Richesse}$, étant réduit à un écart de richesse injecteur

$\varepsilon_{Richesse_injecteur}$ et calculé selon l'équation suivante tenant compte d'un débit

estimé dans le cylindre $Débit_estimé_cylindre$ et d'un débit mesuré dans le cylindre

25 $Débit_mesuré_cylindre$:

$$\varepsilon_{Richesse_injecteur} = \varepsilon_{Richesse} \times \frac{Débit_estimé_cylindre}{Débit_mesuré_cylindre}$$

- un écart de richesse corrigé $\varepsilon_{\text{Richesse_corrigé}}$ étant calculé en fonction de l'écart de richesse injecteur $\varepsilon_{\text{Richesse_injecteur}}$ selon l'équation suivante :

$$\varepsilon_{\text{Richesse_corrigé}} = \varepsilon_{\text{Richesse_injecteur}} - \text{paramètre_convergé_Gain_injecteur} \times \frac{\partial \text{Richesse}}{\partial \text{Gain_injecteur}} - \text{paramètre_convergé_Offset_injecteur} \times \frac{\partial \text{Richesse}}{\partial \text{Offset_injecteur}}$$

5 $\frac{\partial \text{Richesse}}{\partial \text{Gain_injecteur}}$ étant la sensibilité de la richesse au gain injecteur sur le point de fonctionnement sélectionné alors en vigueur, $\frac{\partial \text{Richesse}}{\partial \text{Offset_injecteur}}$ la sensibilité de la richesse au décalage injecteur sur le point de fonctionnement sélectionné alors en vigueur,

10 $\text{paramètre_convergé_Gain_injecteur}$ étant le paramètre de gain d'injecteur convergé pour les points de fonctionnement vus jusqu'à présent et $\text{paramètre_convergé_Offset_injecteur}$ étant le paramètre de décalage d'injecteur convergé pour les points de fonctionnement vus jusqu'à présent.

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel il est déterminé un poids respectif sur le point de fonctionnement alors en vigueur qu'à chacun des paramètres sur son écart associé,

15 - avec comme poids de la position du déphaseur d'arbre à cames d'admission $\text{Poids_vvt_Qcylindre}$ sur le débit dans le cylindre:

$$\text{Poids_vvt_Qcylindre} = \frac{\frac{\partial \text{VVTa}}{\partial \text{Qcylindre}}}{\frac{\partial \text{QVVTa}}{\partial \text{Qcylindre}} + \frac{\partial \text{VVTe}}{\partial \text{Qcylindre}} + \frac{\partial \text{Levee}}{\partial \text{Qcylindre}}}$$

20 - avec comme poids de la position du déphaseur d'arbre à cames d'échappement $\text{Poids_vvt_Qcylindre}$ sur le débit dans le cylindre:

$$\text{Poids_vvt_Qcylindre} = \frac{\frac{\partial \text{VVTe}}{\partial \text{Qcylindre}}}{\frac{\partial \text{QVVTa}}{\partial \text{Qcylindre}} + \frac{\partial \text{VVTe}}{\partial \text{Qcylindre}} + \frac{\partial \text{Levee}}{\partial \text{Qcylindre}}}$$

- avec comme poids de la position de levée de soupape $\text{Poids_Levee_Qcylindre}$ sur le débit cylindre :

$$Poids_levee_Qcylindre = \frac{\frac{\delta Levee}{\delta Qcylindre}}{\frac{\delta VVTA}{\delta Qcylindre} + \frac{\delta VVTE}{\delta Qcylindre} + \frac{\delta Levee}{\delta Qcylindre}}$$

$\frac{\delta VVTE}{\delta Qcylindre}$ étant la sensibilité de la position du déphaseur d'échappement au débit

cylindre sur le point de fonctionnement sélectionné, $\frac{\delta Levee}{\delta Qcylindre}$ étant la sensibilité de

la position maximale de levée de la soupape au débit cylindre sur le point de

5 fonctionnement sélectionné, $\frac{\delta VVTA}{\delta Qcylindre}$ étant la sensibilité de la position du

déphaseur d'admission au débit cylindre sur le point de fonctionnement sélectionné,

- avec comme poids sur l'écart de débit papillon corrigé $\varepsilon_Qpapillon_corrigé$ un
10 poids égal à 1 ou $Poids_Section_Qpapillon = 1$

- et l'écart de richesse corrigé $\varepsilon_Richesse_corrigé$ étant distribué sur le gain d'injecteur $Gain_injecteur$ et le décalage d'injecteur $Offset_injecteur$ avec comme poids du gain d'injecteur sur la richesse $Poids_gain_injection_Richesse$:

$$Poids_gain_injection_Richesse = \frac{\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse}}{\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse} + \frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse}}$$

15 et comme poids du décalage d'injecteur sur la richesse :

$$Poids_offset_injection_Richesse = \frac{\frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse}}{\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse} + \frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse}}$$

$\frac{\delta Gain_injecteur}{\delta Richesse}$ étant la sensibilité du gain injecteur à la richesse sur le point de

fonctionnement sélectionné, $\frac{\delta Offset_injecteur}{\delta Richesse}$ la sensibilité du décalage injecteur à

la richesse sur le point de fonctionnement sélectionné,

20 **8.** Procédé selon la revendication 7, dans lequel il est déduit, à partir des poids sur le point de fonctionnement en vigueur, une valeur des paramètres à adapter pour absorber les écarts pour les paramètres respectifs de position du déphaseur

d'admission *Paramètre_vvta*, du déphaseur d'échappement *Paramètre_vvte*, de la levée de soupape *Paramètre_levee*, du paramètre section du papillon *Paramètre_section*, du paramètre de gain d'injecteur *Paramètre_gain_injecteur* et du paramètre de décalage d'injecteur *Paramètre_offset_injecteur* les formules suivantes :

$$5 \quad \text{Paramètre_vvta} = \frac{\delta VVTA}{\delta Q_{\text{cylindre}}} \times \varepsilon_{\text{Qcylindre_corrigé}} \times \text{Poids_vvta_Qcylindre}$$

$$\text{Paramètre_vvte} = \frac{\delta VVTE}{\delta Q_{\text{cylindre}}} \times \varepsilon_{\text{Qcylindre_corrigé}} \times \text{Poids_vvte_Qcylindre}$$

$$\text{Paramètre_levee} = \frac{\delta Levee}{\delta Q_{\text{cylindre}}} \times \varepsilon_{\text{Qcylindre_corrigé}} \times \text{Poids_Levee_Qcylindre}$$

$$\text{Paramètre_section} = \frac{\delta \text{section}}{\delta Q_{\text{papillon}}} \times \varepsilon_{\text{Qpapillon_corrigé}}$$

$$\text{Paramètre_gain_injecteur} =$$

$$\frac{\delta \text{Gain_injecteur}}{\delta \text{Richesse}} \times \varepsilon_{\text{Richesse_corrigé}} \times \text{Poids_gain_injection_Richesse}$$

$$\text{Paramètre_offset_injecteur} =$$

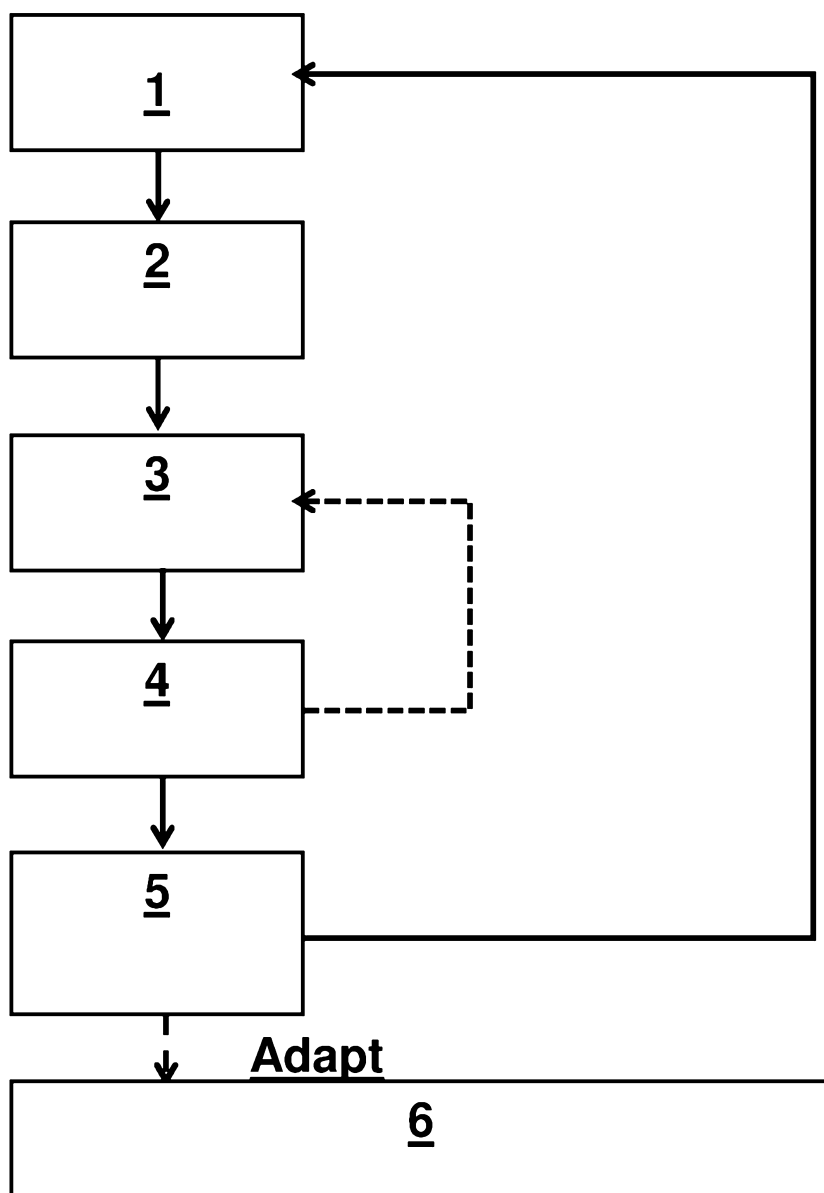
$$10 \quad \frac{\delta \text{Offset_injecteur}}{\delta \text{Richesse}} \times \varepsilon_{\text{Richesse_corrigé}} \times \text{Poids_Offset_injection_Richesse}$$

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, dans lequel pour tout paramètre convergé pour une n+1 ième boucle *Paramètre_convergé_x_n+1*, ce paramètre convergé est calculé par rapport à un paramètre convergé de la boucle n précédente *Paramètre_convergé_x_n* sur un autre point de fonctionnement en fonction du paramètre brut du point de fonctionnement en vigueur *Paramètre_x_n+1* selon l'équation suivante :

$$\text{Paramètre_convergé_x_n+1} = \text{Paramètre_convergé_x_n} + \text{Paramètre_x_n+1} \cdot f$$

- 20 *f* étant un facteur de filtrage excluant une erreur de mesure sur le paramètre associé multiplicatif, le paramètre x étant le paramètre respectif de position du déphaseur d'admission, du déphaseur d'échappement, de levée de soupape, de section de papillon, de gain et de décalage d'injecteur, et en fonction de la convergence du paramètre, quand un critère de stabilité du paramètre fonction d'un nombre de paramètres convergés successifs ne différant pas d'un pourcentage prédéterminé est rempli, il est estimé que le paramètre convergé a terminé sa convergence et le paramètre ainsi convergé est pris comme adaptatif pour l'actionneur associé.
- 25

10. Ensemble d'un groupe motopropulseur et de son unité de contrôle moteur, le groupe motopropulseur comprenant un moteur, une ligne d'échappement, une ligne d'admission d'air avec un boîtier papillon et son actionneur, une ligne d'injection de carburant avec un injecteur de carburant pour chaque cylindre du moteur avec son actionneur, le moteur étant pourvu d'actionneurs de déphasage d'un arbre à cames et d'actionneurs de levée de soupape variable, caractérisé en ce qu'il met en oeuvre un procédé pour un recalage dans le contrôle moteur des modèles de comportement d'actionneurs selon l'une quelconque des revendications précédentes, la ligne d'admission comportant un débitmètre disposé au niveau du boîtier papillon et un capteur de pression d'air et la ligne d'échappement comportant une sonde à oxygène, le contrôle moteur comportant des modèles de comportement et des moyens de recalage des modèles de comportement.

**FIG. 1**

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

WO 2013/026970 A1 (VALEO SYS CONTROLE MOTEUR SAS [FR]; COUSIN FREDERIC [FR]; FOURNIGAULT)

28 février 2013 (2013-02-28)

EP 0 670 419 A2 (HONDA MOTOR CO LTD [JP])

6 septembre 1995 (1995-09-06)

DE 102 24 213 C1 (SIEMENS AG [DE])

9 octobre 2003 (2003-10-09)

GB 2 362 226 A (FORD GLOBAL TECH INC [US])

14 novembre 2001 (2001-11-14)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT