



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
16.08.2006 Bulletin 2006/33

(51) Int Cl.:
F02D 41/14^(2006.01) F02D 43/00^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 05300981.7

(22) Date de dépôt: 30.11.2005

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(71) Demandeur: Renault s.a.s.
92100 Boulogne Billancourt (FR)

(72) Inventeurs:
• BUIS, Emmanuel
93470, COUBRON (FR)
• FONTVIEILLE, Laurent
91190, GIF SUR YVETTE (FR)

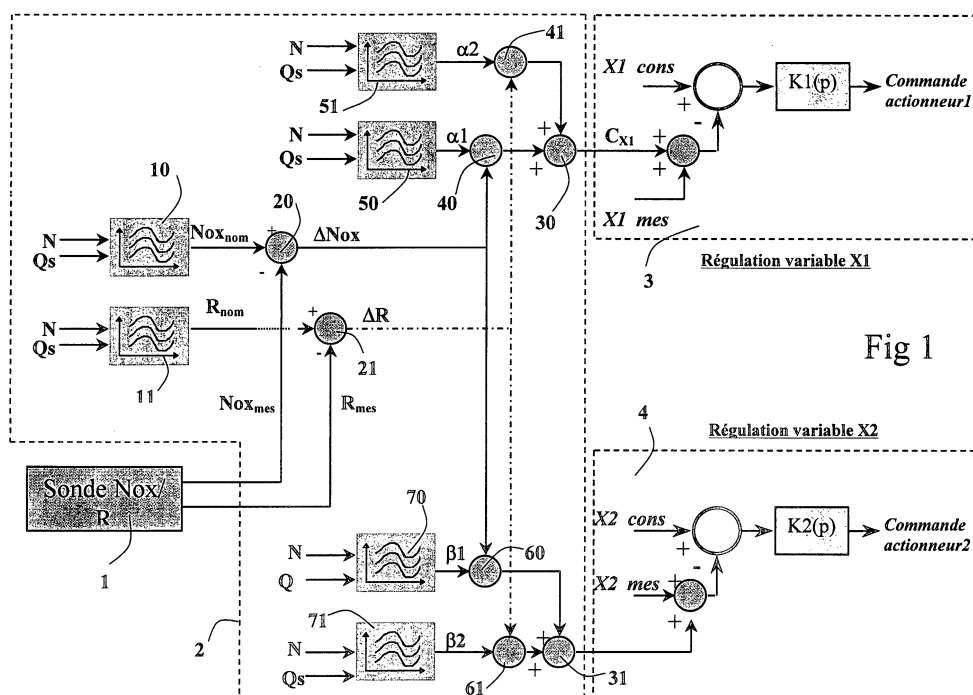
(30) Priorité: 23.12.2004 FR 0413796

(54) Procédé de commande d'un moteur à combustion interne pour réduire les dispersions des émissions de polluants.

(57) Selon ce procédé, au cours du fonctionnement du moteur :

- on mesure des grandeurs caractéristiques des gaz d'échappement, comportant au moins la concentration en Nox (Nox) et la richesse à l'échappement (R),
- on détermine des écarts (ΔNox et ΔR) entre des valeurs mesurées (Nox_{mes} , R_{mes}) et des valeurs nominales (Nox_{nom} , R_{nom}) des dites grandeurs, et
- on élabore, à partir des dits écarts et de tables de corrections prédéterminées, des instructions de cor-

rection pour corriger des paramètres (X_i) de contrôle moteur de manière à réduire les dits écarts, et, pour chaque zone de fonctionnement, on détermine, parmi l'ensemble des dits paramètres (X_i), un nombre limité de paramètres prépondérants (X_1 , X_2), et on corrige seulement ces paramètres prépondérants, par des valeurs de correction (C_{X_1} , C_{X_2}), obtenues par l'utilisation de cartographies de correction (50, 51, 70, 71) prédéterminées et mémorisées dans un calculateur (2).



Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de commande d'un moteur à combustion interne visant à réduire les dispersions des émissions de polluants, particulièrement visant à contrôler finement la concentration d'oxydes d'azote (Nox) et la quantité de particules dans les gaz d'échappement.

[0002] L'invention se situe donc dans le domaine du contrôle moteur, c'est à dire de la gestion d'un moteur à combustion interne au moyen de l'ensemble de des capteurs et actionneurs qui l'équipent. L'ensemble des lois de commande, appelées stratégies logicielles, et des paramètres de caractérisation, appelés calibrations, d'un moteur est contenu dans un calculateur appelé unité de contrôle électronique, ou UCE.

[0003] Le contrôle et la commande du fonctionnement d'un moteur sont assurés par des capteurs et des actionneurs, selon des réglages définis lors de la mise au point du moteur. Toutefois des différences de fabrication ou des différences de vieillissement entraînent des dispersions sur ces éléments, et donc des différences dans les actions effectivement réalisées, quand bien même la commande de ces actions serait identique, ou encore des différences dans des valeurs de mesures, quand bien même les phénomènes mesurés seraient identiques. Par exemple, dans le cas d'actionneurs dispersés, un même signal de commande peut entraîner deux positions différentes ; dans le cas de capteurs dispersés, une même grandeur physique peut entraîner deux grandeurs de mesure différentes.

[0004] Les réglages de base du moteur sont réalisés pour des actionneurs et des capteurs nominaux. Des dispersions, telles que mentionnées ci-dessus, sur les actionneurs et les capteurs entraînent une dérive de ces réglages de base d'un véhicule à un autre. De ce fait, ces dispersions entraînent également une dispersion sur les émissions de polluants, ce qui nécessite de prendre une marge de sécurité plus grande que réellement nécessaire vis à vis des normes d'émission de polluants, pour avoir une garantie que la norme sera réellement respectée. Il en résulte qu'il devient d'autant plus difficile d'atteindre des objectifs de mise au point qui sont particulièrement contraignants.

[0005] En particulier, la maîtrise fine de la concentration de Nox et de la quantité de particules dans les gaz d'échappement est rendue alors encore plus complexe.

[0006] Les capteurs de Nox disponibles sur le marché permettent de mesurer la concentration de Nox dans les gaz d'échappement. La plupart de ces capteurs contiennent également une sonde à oxygène. Ils permettent donc de combiner la mesure de la concentration de Nox à l'échappement avec celle de la richesse à l'échappement.

[0007] On connaît déjà, notamment par les documents EP126707A1 ou US6581571, des stratégies de gestion moteur visant à la réduction des effets des dispersions des capteurs ou actionneurs, ces dispersions apparaissant, soit, pour un même moteur, du fait de son vieillissement qui modifie ses réglages d'origine, soit pour un groupe de moteurs théoriquement identiques, du fait de leurs composants ou accessoires qui ne sont pas parfaitement identiques. Une telle stratégie consiste de manière générale à balayer dans un premier temps l'ensemble des combinaisons possibles de dispersions pour mesurer leur effet sur les émissions de Nox ou autres composants ou paramètres des gaz d'échappement, mesurées par une sonde à oxygène ou d'autres capteurs. Puis, grâce notamment à l'utilisation d'une matrice d'apprentissage adaptative, on inverse le processus de manière à associer à une valeur combinée de Nox et de richesse mesurée par la sonde, un jeu de corrections appropriées pour retrouver les conditions de bases souhaitées pour le fonctionnement du moteur. Cette méthode est très lourde à mettre en place, à cause du nombre et de la taille très importante des cartographies de correction, nécessaires pour tenir compte des diverses dispersions possibles.

[0008] La présente invention a pour but de résoudre ces problèmes et vise en particulier à fournir un procédé de gestion d'un moteur à combustion interne qui permettent de réduire fiablement les émissions de polluants, notamment en réduisant les dispersions de Nox et de particules émises par le moteur, par l'utilisation d'une information sur la valeur de la concentration en Nox et sur la richesse à l'échappement, délivrée par un capteur de Nox comportant une sonde à oxygène, placé sur l'échappement du moteur.

[0009] L'invention vise particulièrement pour cela à contrôler le plus finement possible la concentration de Nox et la quantité de particules dans les gaz d'échappement, tout en minimisant le nombre et la taille des matrices des cartographies de correction nécessaires.

[0010] Avec ces objectifs en vue, l'invention a pour objet un procédé de commande d'un moteur à combustion interne selon lequel, au cours du fonctionnement du moteur :

- on mesure des grandeurs caractéristiques des gaz d'échappement, comportant au moins la concentration en Nox et la richesse à l'échappement R,
- on détermine des écarts entre des valeurs mesurées et des valeurs nominales des dites grandeurs, les dites valeurs nominales étant déterminées préalablement pour un moteur de référence, et
- on élabore ensuite, à partir des dits écarts et de tables de corrections prédéterminées, des instructions de correction pour corriger des paramètres (Xi) de contrôle moteur de manière à réduire les dits écarts.

[0011] Selon l'invention, le procédé est caractérisé en ce que, pour chaque zone de fonctionnement, on détermine, parmi l'ensemble des dits paramètres Xi, un nombre limité de paramètres prépondérants, par exemple deux paramètres

X1, X2, et on corrige seulement ces paramètres prépondérants, par des valeurs de correction Cxi, par exemple respectivement Cx1, Cx2, obtenues par l'utilisation de cartographies de correction prédéterminées et mémorisées dans un calculateur.

5 [0012] Selon une disposition particulière de l'invention, la détermination des paramètres prépondérants sur chaque zone de fonctionnement est réalisée par l'utilisation de modèles établissant la concentration en Nox et en particules à l'échappement en fonction des variations de chacun des paramètres, et en simulant les dispersions sur chaque paramètre.

[0013] Pour simplifier la mise en oeuvre de l'invention, on ne retiendra généralement que deux paramètres prépondérants, X1, X2 pour chaque zone de fonctionnement.

10 [0014] Selon une autre disposition particulière de l'invention, les valeurs des corrections Cx1, Cx2 à appliquer aux paramètres prépondérants X1, X2 sont des fonctions linéaires des dits écarts des grandeurs (Nox, R) caractéristiques des gaz d'échappement, selon des équations: $C_{X1} = \alpha_1 \cdot \Delta Nox + \alpha_2 \cdot \Delta R$, $C_{X2} = \beta_1 \cdot \Delta Nox + \beta_2 \cdot \Delta R$, où α_1 , α_2 , β_1 , β_2 , sont des coefficients prédéterminés inscrits dans les dites cartographies de correction.

15 [0015] Les couples de paramètres prépondérants qui seront corrigés conformément à l'invention pourront donc être, et seront même généralement, différents d'une zone de fonctionnement à l'autre. Dans des zones différentes, un même paramètre pourra cependant être utilisé en conjonction avec d'autres paramètres différents. Et un même couple de paramètres pourra être utilisé dans des zones différentes, avec des coefficients α_1 , α_2 , β_1 , β_2 , différents, ces coefficients dépendant du point de fonctionnement considéré.

20 [0016] Selon un aspect particulier de l'invention, les coefficients, tels que α_1 , α_2 , β_1 , β_2 , ... sont déterminés préalablement par un calcul de minimisation d'un critère quadratique de type :

$$J(Ci) = \Delta Nox_1^2 + b \cdot \Delta Part_1^2$$

25 avec :

[0017] ΔNox_1 et $\Delta Part_1$ étant les dispersions respectivement des Nox et des particules engendrées en chaque point de fonctionnement défini par un régime moteur (N) et un débit système (Q_s) par les dispersions $\Delta X1$, $\Delta X2$, etc. des différents paramètres de contrôle moteur (X1, X2, etc.) corrigées des valeurs de corrections C1, C2, etc., selon les équations :

30

$$\Delta Nox_1 = f'_{N, Q_s} (\Delta X1 + C1, \Delta X2 + C2, \Delta X3 + C3, \Delta X4 + C4, \dots)$$

35

$$\Delta Part_1 = g'_{N, Q_s} (\Delta X1 + C1, \Delta X2 + C2, \Delta X3 + C3, \Delta X4 + C4, \dots)$$

et b étant un facteur de pondération.

40 [0018] L'invention a aussi pour objet un moteur à combustion interne équipé d'une sonde Nox à l'échappement et d'un calculateur de gestion du fonctionnement du moteur pour fournir des paramètres Xi de contrôle moteur, caractérisé en ce que le calculateur comporte en mémoire des tables de coefficients α_1 , α_2 , β_1 , β_2 , ... déterminés préalablement par un calcul de minimisation d'un critère quadratique de type :

45

$$J(Ci) = \Delta Nox_1^2 + b \cdot \Delta Part_1^2$$

avec :

50 [0019] ΔNox_1 et $\Delta Part_1$ étant les dispersions respectivement des Nox et des particules engendrées en chaque point de fonctionnement défini par un régime moteur (N) et un débit système (Q_s) par les dispersions $\Delta X1$, $\Delta X2$, etc. des différents paramètres de contrôle moteur (X1, X2, etc.) corrigées des valeurs de corrections C1, C2, etc., selon les équations :

55

$$\Delta Nox_1 = f'_{N, Q_s} (\Delta X1 + C1, \Delta X2 + C2, \Delta X3 + C3, \Delta X4 + C4, \dots)$$

$$\Delta Part_1 = g'_{N,Qs} (\Delta X1 + C1, \Delta X2 + C2, \Delta X3 + C3, \Delta X4 + C4, \dots)$$

5 et b étant un facteur de pondération,
et le calculateur comporte par ailleurs des moyens de calculs pour déterminer à partir des dits coefficients des valeurs de correction Cx1, Cx2, ... à appliquer à des paramètres de contrôle moteur prépondérants X1, X2, ... les dites valeurs de correction étant des fonctions linéaires des écarts du taux de Nox et de la richesse à l'échappement par rapport à des valeurs nominales, selon des équations:

10

$$C_{X1} = \alpha_1 \cdot \Delta Nox + \alpha_2 \cdot \Delta R \quad , \quad C_{X2} = \beta_1 \cdot \Delta Nox + \beta_2 \cdot \Delta R \quad , \quad C_{X3} = \dots$$

15 **[0020]** D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront dans la description qui va être faite d'un exemple de réalisation de l'invention.

[0021] On se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma illustrant la stratégie de commande conforme à l'invention,
- la figure 2 est un diagramme montrant les résultats comparatifs obtenus par la mise en oeuvre de l'invention.

20

[0022] Un moteur à combustion interne, concerné par l'invention, est classiquement équipé d'actionneurs (turbocompresseur, vanne "egr", volet à l'admission, etc.) et de capteurs (débitmètre, etc.) utilisés pour le contrôle des paramètres de réglage moteur, ainsi que d'une sonde Nox à l'échappement permettant la mesure de la concentration de Nox à l'échappement (Nox) et la mesure de la richesse échappement (R). Un calculateur contient les stratégies de contrôle du moteur, notamment les stratégies de réduction des dispersions. Il reçoit les mesures effectuées par les capteurs et élabore la commande des différents actionneurs.

25

[0023] Les différents paramètres de réglage du moteur (débit d'air, pression collecteur, quantité d'essence préinjectée, avance, etc.) sont contrôlés en boucle ouverte ou en boucle fermée.

[0024] Des cartographies de consigne sont établies pour chaque point de fonctionnement défini par le régime N et le débit système Qs.

30

[0025] Le débit système Qs est la quantité d'essence représentative du couple demandé au moteur, par exemple par le conducteur d'un véhicule équipé de ce moteur. Le débit système a une valeur relativement dispersée, à cause de la dispersion des injecteurs.

[0026] Les paramètres régulés du contrôle moteur, tels que le débit d'air, sont soumis à la fois aux dispersions de consigne engendrées par les dispersions du débit système Qs et aux dispersions de mesure engendrées par les dispersions capteur.

35

[0027] Les paramètres non régulés du contrôle moteur, tels que le débit de pré-injection, sont soumis à la fois aux dispersions de consigne engendrées par les dispersions du débit système et aux dispersions des actionneurs.

[0028] Il est rappelé que, sur un point de fonctionnement défini par le régime N et le débit système Qs, les émissions de Nox et de particules dépendent au premier ordre d'un certain nombre de paramètres de réglage du moteur, :

40

$$Nox = f_{N,Qs} (X1, X2, X3, X4, X5, X6, \dots)$$

45

$$Part = g_{N,Qs} (X1, X2, X3, X4, X5, X6, \dots)$$

50 **[0029]** Ces paramètres de réglage peuvent par exemple être le débit d'air admis à l'admission, la pression collecteur, l'avance de l'injection principale, le débit de préinjection, la pression rail, etc.

[0030] Les différentes dispersions décrites précédemment engendrent des dispersions sur ces paramètres de réglage moteur et donc sur les émissions de Nox et de particules, comme l'illustre les équations suivantes :

55

$$\Delta Nox = f'_{N,Qs} (\Delta X1, \Delta X2, \Delta X3, \Delta X4, \Delta X5, \Delta X6, \dots)$$

$$\Delta Part = g'_{N,Qs} (\Delta X 1, \Delta X 2, \Delta X 3, \Delta X 4, \Delta X 5, \Delta X 6, \dots)$$

5 **[0031]** Il est rappelé que l'objectif de la stratégie selon l'invention est de trouver des facteurs de correction applicables sur au moins quelques-uns de ces paramètres de réglage, en fonction de la concentration en Nox et de la richesse à l'échappement, afin de minimiser les dispersions Nox/Particules.

10 **[0032]** Pour cela, on utilise la sonde Nox placée sur l'échappement du moteur. Une telle sonde permet de déterminer l'écart de la richesse, ΔR , et de la concentration de Nox, ΔNox , par rapport à des valeurs nominales, déterminées précédemment sur un véhicule nominal, c'est à dire avec des capteurs et des actionneurs non dispersés :

$$\Delta Nox = Nox_{mes} - Nox_{nom} = f'_{N,Qs} (\Delta X 1, \Delta X 2, \dots)$$

15

$$\Delta R = R_{mes} - R_{nom} = h_{N,Qs} (\Delta X 1, \Delta X 2, \dots)$$

20 **[0033]** Nox_{mes} étant la valeur de Nox mesurée par la sonde, et Nox_{nom} étant la valeur nominale de référence ; et R_{mes} étant la valeur de R mesurée par la sonde, et R_{nom} étant la valeur nominale de référence.

[0034] L'objectif de la stratégie revient à trouver des valeurs de correction C_i , $i=1\dots n$, en chaque point de fonctionnement défini par N et Q_s , et en fonction des écarts déterminés sur les Nox et la richesse, tels que

25

$$C_i = f_i(N, Q_s, \Delta Nox, \Delta R),$$

une telle valeur de correction étant définie pour chacun des paramètres de réglage utiles afin que l'application de la correction vienne minimiser les dispersions Nox/ Particules.

30 **[0035]** Les valeurs de correction C_i seront, de manière générale, calculés par minimisation d'un critère quadratique du type :

$$J(C_i, i = 1 \dots n) = \Delta Nox_1^2 + b. \Delta Part_1^2$$

35

avec :

40

$$\Delta Nox_1 = f'_{N,Qs} (\Delta X 1 + C 1, \Delta X 2 + C 2, \Delta X 3 + C 3, \Delta X 4 + C 4, \dots)$$

$$\Delta Part_1 = g'_{N,Qs} (\Delta X 1 + C 1, \Delta X 2 + C 2, \Delta X 3 + C 3, \Delta X 4 + C 4, \dots)$$

45

[0036] On peut rajouter au critère d'optimisation J d'autres termes tels que le bruit ou la consommation.

[0037] Pour la mise en oeuvre de l'invention, on considère que les émissions de Nox et particules dépendent au premier ordre des six paramètres de réglage suivants : débit d'air, pression collecteur, avance, pression rail, débit de pré-injection, et séparation.

50 **[0038]** Dans une première phase, on cherche à simplifier le problème en comparant l'influence des différents paramètres sur les dispersions Nox/Particules pour pouvoir ne garder que deux paramètres prépondérants, que l'on viendra ensuite corriger dans une seconde phase. L'influence des différents paramètres pouvant dépendre du point de fonctionnement, pour le choix des paramètres influents, on pourra donc distinguer différentes zones de fonctionnement du moteur.

55 **[0039]** Des plans d'expérience permettent d'obtenir des modèles des émissions de Nox, Particules, et de la richesse d'échappement en fonction des six paramètres précités.

[0040] Ces modèles permettent alors de choisir les paramètres les plus influents sur les émissions de Nox et particules,

en fonction des points de fonctionnement.

[0041] Il a ainsi été constaté que, dans un exemple considéré ici, les paramètres les plus influents pour les points de fonctionnement du moteur à faible charge sont le débit d'air et l'avance, et, pour les points de fonctionnement du moteur à forte charge, ce sont le débit d'air et la pression collecteur.

5 **[0042]** Par la suite, on considérera que :

- dans une zone 1 de fonctionnement à faible charge, les paramètres à corriger sont appelés X1 et X2, X1 correspondant, dans l'exemple présenté, au débit d'air, et X2 correspondant à l'avance,
- dans une zone 2 de fonctionnement à forte charge, les paramètres à corriger sont appelés Y1 et Y2, Y1 correspondant, dans l'exemple présenté, au débit d'air, et Y2 correspondant à la pression collecteur.

10 **[0043]** La stratégie de recalage consiste ensuite à venir corriger, sur chacune des zones de fonctionnement 1 et 2, les deux paramètres de réglage prépondérants dans chaque zone par des facteurs de correction Ci fonction du point de fonctionnement et de l'écart en Nox et en richesse par rapport aux valeurs nominales mesuré par la sonde Nox, selon l'équation générale :

$$X_{i_{\text{corrigé}}} = X_i + C_i$$

20 **[0044]** Xi étant le paramètre à corriger, et Ci la valeur de la correction à lui appliquer.

[0045] La détermination de cette valeur de correction repose sur la minimisation d'un critère quadratique du type :

$$25 \quad J(C_i) = \Delta Nox_1^2 + b \cdot \Delta Part_1^2$$

avec :

$$30 \quad \Delta Nox_1 = f'_{N,Q_s}(\Delta X1 + C1, \Delta X2 + C2)$$

$$35 \quad \Delta Part_1 = g'_{N,Q_s}(\Delta X1 + C1, \Delta X2 + C2)$$

et b étant un facteur de pondération déterminé expérimentalement par ailleurs, en fonction de la réelle importance de la dispersion entre Nox et Part.

40 **[0046]** J est donc fonction des Ci mais également des différents ΔX1 et ΔX2. Afin de rendre les valeurs Ci optimales en moyenne sur l'ensemble des combinaisons de dispersions possibles, on choisit comme nouveau critère de minimisation, le critère J1 qui est la somme de critères J sur un ensemble de couple de dispersions (ΔX1, ΔX2) :

$$45 \quad J_1(C_i) = \sum_{(\Delta X1, \Delta X2)} J(\Delta X1, \Delta X2, C_i)$$

50 **[0047]** L'exposé ci-dessus utilisé pour des paramètres X1 et X2 dans la zone 1, s'appliquera de même pour n'importe quelle autre zone, en particulier pour les paramètres Y1 et Y2 dans la zone 2.

[0048] Les valeurs de correction à appliquer sur chacun des paramètres sont linéairement dépendantes des écarts en Nox et en R mesuré par la sonde Nox :

[0049] Dans la zone 1 :

$$55 \quad C_{X1} = \alpha_1 \cdot \Delta Nox + \alpha_2 \cdot \Delta R$$

$$C_{X2} = \beta_1 \cdot \Delta Nox + \beta_2 \cdot \Delta R$$

5 [0050] Dans la zone 2 :

$$C_{Y1} = \alpha'_1 \cdot \Delta Nox + \alpha'_2 \cdot \Delta R$$

10

$$C_{Y2} = \beta'_1 \cdot \Delta Nox + \beta'_2 \cdot \Delta R$$

15 [0051] Les coefficients $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2, \alpha'_1, \alpha'_2, \beta'_1, \beta'_2$ sont déterminés préalablement comme indiqué précédemment par minimisation du critère J1 sur chacun des points de fonctionnement (N, Qs) et sont donc dépendants du dit point de fonctionnement.

[0052] L'expression de la stratégie selon l'invention aboutit donc à huit cartographies de correction $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2, \alpha'_1, \alpha'_2, \beta'_1, \beta'_2$, à partir desquelles sont déterminées les valeurs de corrections $C_{X1}, C_{X2}, C_{Y1}, C_{Y2}$ à appliquer sur les paramètres dispersés X1, X2, Y1, Y2.

20 [0053] Les corrections Ci pourront par exemple être appliquées sous forme d'offset sur la valeur de consigne ou la valeur de mesure du paramètre dispersé, comme on le verra par la suite. Le calcul de l'écart entre la mesure Nox/Richesse de la sonde Nox et les valeurs nominales Nox/Richesse pour déterminer les corrections Ci sera effectué sur des points de fonctionnement stabilisés.

25 [0054] Le schéma de la figure 1 illustre la mise en oeuvre de l'invention pour la correction des dispersions sur deux paramètres X1 et X2 à un point de fonctionnement, déterminé par le régime N du moteur, et son couple, représenté par le débit système Qs.

[0055] Les valeurs de Nox et R mesurées par la sonde Nox 1 sont introduite dans le calculateur 2, où elles sont comparées par les comparateurs 20, 21 à des valeurs nominales Nox_{nom} et R_{nom} fournies par les tables 10, 11 en fonction des valeurs N et Qs, pour fournir les écarts ΔNox et ΔR .

30 [0056] La valeur de correction C_{X1} est calculée par l'additionneur 30 qui effectue la somme des produits $\alpha_1 \cdot \Delta Nox$ et $\alpha_2 \cdot \Delta R$ obtenus par les multiplicateurs 40, 41, les coefficients α_1 et α_2 étant obtenus à partir des cartographies 50, 51 en fonction de N et Qs.

[0057] De manière similaire, la valeur de correction C_{X2} est calculée par l'additionneur 31 qui effectue la somme des produits $\beta_1 \cdot \Delta Nox$ et $\beta_2 \cdot \Delta R$ obtenus par les multiplicateurs 60, 61, les coefficients β_1 et β_2 étant obtenus à partir des

35

cartographies 70, 71 en fonction de N et Qs.
[0058] Les valeurs correctives C_{X1} et C_{X2} sont ensuite introduites dans les boucles de régulation classiques 3 et 4 des paramètres de commande des actionneurs, qui fournissent, par sommation respectivement avec les valeurs mesurées X1_mes et X2_mes des deux paramètres considérés, puis comparaison aux valeurs de consigne X1_cons et X2_cons, les signaux K1(p) et K2(p) de commandes des actionneurs respectifs.

40 [0059] Pour évaluer l'efficacité du procédé selon l'invention sur la réduction des dispersions Nox/Particules, les inventeurs ont réalisé une simulation dont les résultats sont représentés sur le diagramme de la figure 2, qui représente la quantité de particules en fonction des Nox, tous deux exprimés en mg/km.

[0060] Un balayage de l'ensemble des combinaisons possibles de dispersions des paramètres de réglage permet le calcul de l'ensemble des dispersions Nox/Particules résultantes. Pour chacune des combinaisons possibles, on a calculé les émissions Nox/ Particules correspondantes, représentées par les nuages de points du diagramme.

45

[0061] Le nuage A de points dispersés en forme d'hyperbole représente les résultats obtenus sans mise en oeuvre de l'invention. Le petit nuage B de points regroupés représente les résultats obtenus grâce à la mise en oeuvre de l'invention. On constate aisément que l'invention permet de réduire de manière très significative la dispersion du rapport Nox/particules, en particulier en restant situé en dessous du tracé C correspondant à la norme Euro IV.

50

Revendications

1. Procédé de commande d'un moteur à combustion interne selon lequel, au cours du fonctionnement du moteur :

55

- on mesure des grandeurs caractéristiques des gaz d'échappement, comportant au moins la concentration en Nox (Nox) et la richesse à l'échappement (R),

EP 1 691 062 A1

- on détermine des écarts (ΔNox et ΔR) entre des valeurs mesurées (Nox_{mes} , R_{mes}) et des valeurs nominales (Nox_{nom} , R_{nom}) des dites grandeurs, et
- on élabore, à partir des dits écarts et de tables de corrections prédéterminées, des instructions de correction pour corriger des paramètres (X_i) de contrôle moteur de manière à réduire les dits écarts,

5 **caractérisé en ce que**, pour chaque zone de fonctionnement, on détermine, parmi l'ensemble des dits paramètres (X_i), un nombre limité de paramètres prépondérants (X_1 , X_2), et on corrige seulement ces paramètres prépondérants, par des valeurs de correction (C_{X_1} , C_{X_2}), obtenues par l'utilisation de cartographies de correction (50, 51, 70, 71) prédéterminées et mémorisées dans un calculateur (2).

10 **2.** Procédé de commande selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la détermination des paramètres prépondérants (X_1 , X_2) sur chaque zone de fonctionnement est réalisée par l'utilisation de modèles établissant la concentration en Nox et en particules à l'échappement en fonction des variations de chacun des paramètres de contrôle moteur (X_i), et en simulant les dispersions sur chaque paramètre.

15 **3.** Procédé de commande selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'on** n'utilise que deux paramètres prépondérants (X_1 , X_2 ; Y_1 , Y_2) pour chaque zone de fonctionnement.

20 **4.** Procédé de commande selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les valeurs des corrections (C_{X_1} , C_{X_2}) à appliquer aux paramètres prépondérants (X_1 , X_2) sont des fonctions linéaires des dits écarts des grandeurs (Nox , R) caractéristiques des gaz d'échappement, selon des équations de type:

$$25 \quad C_{X_1} = \alpha_1 \cdot \Delta\text{Nox} + \alpha_2 \cdot \Delta R \quad , \quad C_{X_2} = \beta_1 \cdot \Delta\text{Nox} + \beta_2 \cdot \Delta R \quad ,$$

où α_1 , α_2 , β_1 , β_2 , sont des coefficients prédéterminés inscrits dans les dites cartographies de correction.

30 **5.** Procédé de commande selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les coefficients (α_1 , α_2 , β_1 , β_2), sont déterminés préalablement par un calcul de minimisation d'un critère quadratique de type :

$$J(C_i) = \Delta\text{Nox}_1^2 + b \cdot \Delta\text{Part}_1^2 \quad \text{avec :}$$

35 ΔNox_1 et ΔPart_1 étant les dispersions respectivement des Nox et des particules engendrées en chaque point de fonctionnement défini par un régime moteur (N) et un débit système (Q_s) par les dispersions ΔX_1 , ΔX_2 , etc. des différents paramètres de contrôle moteur (X_1 , X_2 , etc.) corrigées des valeurs de corrections C_1 , C_2 , etc., selon les équations :

$$40 \quad \Delta\text{Nox}_1 = f'_{N, Q_s} (\Delta X_1 + C_1, \Delta X_2 + C_2, \Delta X_3 + C_3, \Delta X_4 + C_4, \dots)$$

$$45 \quad \Delta\text{Part}_1 = g'_{N, Q_s} (\Delta X_1 + C_1, \Delta X_2 + C_2, \Delta X_3 + C_3, \Delta X_4 + C_4, \dots)$$

et b étant un facteur de pondération.

50 **6.** Moteur à combustion interne équipé d'une sonde Nox à l'échappement et d'un calculateur de gestion du fonctionnement du moteur pour fournir des paramètres X_i de contrôle moteur, **caractérisé en ce que** le calculateur comporte en mémoire des tables de coefficients (α_1 , α_2 , β_1 , β_2), déterminés préalablement par un calcul de minimisation d'un critère quadratique :

$$55 \quad J(C_i) = \Delta\text{Nox}_1^2 + b \cdot \Delta\text{Part}_1^2$$

EP 1 691 062 A1

avec :

ΔNox_1 et ΔPart_1 étant les dispersions respectivement des Nox et des particules engendrées en chaque point de fonctionnement défini par un régime moteur (N) et un débit système (Q_s) par les dispersions $\Delta X1$, $\Delta X2$, etc. des différents paramètres de contrôle moteur (X1, X2, etc.) corrigées des valeurs de corrections C1, C2, etc., selon les équations :

$$\Delta\text{Nox}_1 = f'_{N,Q_s} (\Delta X1 + C1, \Delta X2 + C2, \Delta X3 + C3, \Delta X4 + C4, \dots)$$

$$\Delta\text{Part}_1 = g'_{N,Q_s} (\Delta X1 + C1, \Delta X2 + C2, \Delta X3 + C3, \Delta X4 + C4, \dots)$$

et b étant un facteur de pondération,

et le calculateur comporte par ailleurs des moyens de calculs pour déterminer à partir des dits coefficients (α_1 , α_2 , β_1 , β_2) des valeurs de correction (C_{X1} , C_{X2}) à appliquer à des paramètres de contrôle moteur prépondérants (X1, X2), les dites valeurs de correction étant des fonctions linéaires des écarts du taux de Nox et de la richesse à l'échappement par rapport à des valeurs nominales, selon des équations:

$$C_{X1} = \alpha_1 \cdot \Delta\text{Nox} + \alpha_2 \cdot \Delta R \quad ,$$

$$C_{X2} = \beta_1 \cdot \Delta\text{Nox} + \beta_2 \cdot \Delta R \quad .$$

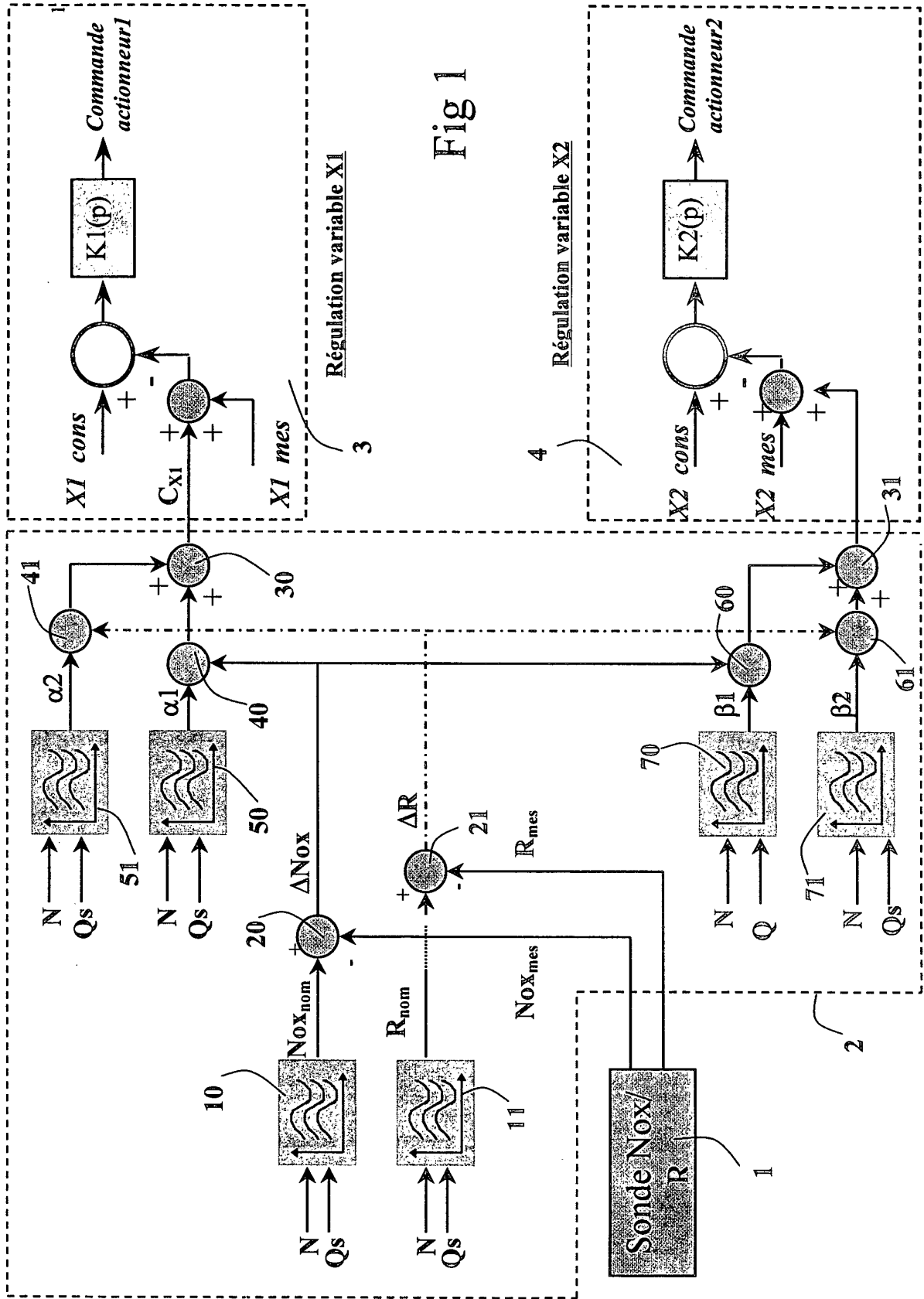


Fig 1

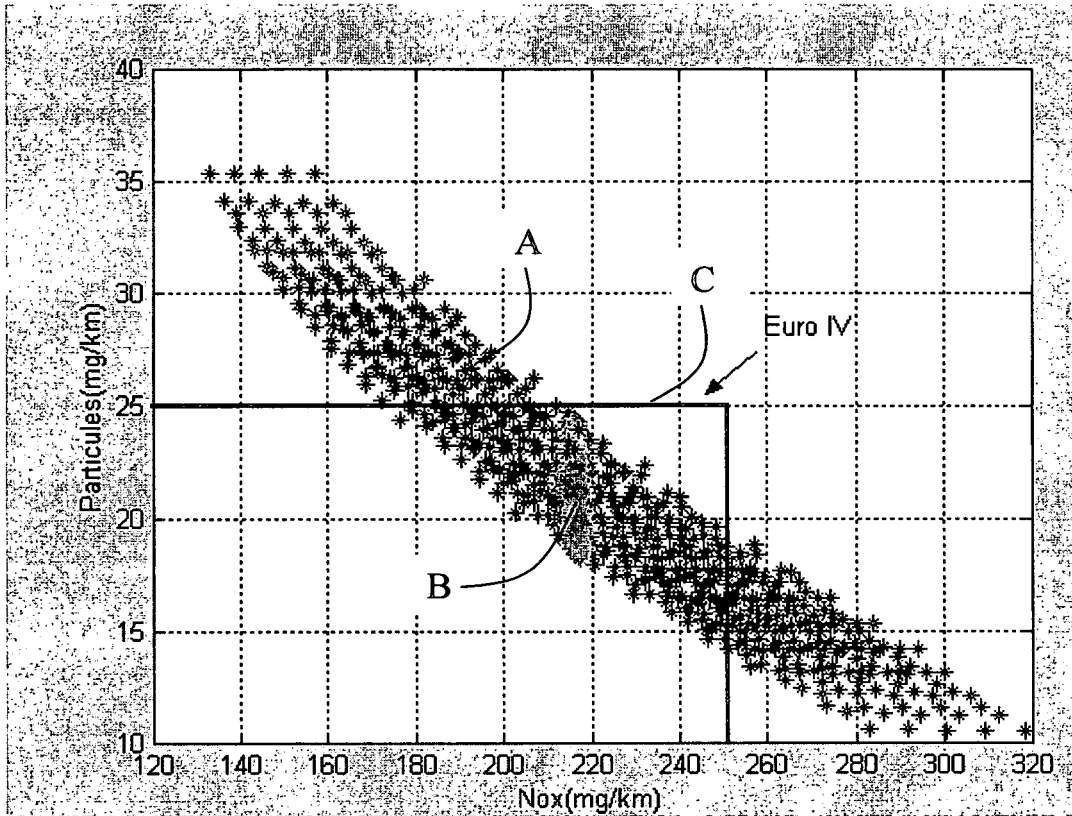


Fig 2



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	FR 2 849 112 A (RENAULT) 25 juin 2004 (2004-06-25) * page 9, ligne 6 - page 14, ligne 19; figures * -----	1,6	F02D41/14 F02D43/00
A,D	US 6 581 571 B2 (KUBESH ET AL.) 24 juin 2003 (2003-06-24) * colonne 2, ligne 21 - colonne 3, ligne 54; figures * -----	1,6	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F02D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 14 mars 2006	Examineur Libeaut, L
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

2

EPO FORM 1503_03_82 (F04C02)

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

EP 05 30 0981

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

14-03-2006

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2849112	A	25-06-2004	EP 1590562 A1	02-11-2005
			WO 2004065774 A1	05-08-2004

US 6581571	B2	24-06-2003	BR 0202170 A	01-04-2003
			CA 2382903 A1	12-12-2002
			DE 50201495 D1	16-12-2004
			EP 1267071 A1	18-12-2002
			MX PA02005570 A	18-12-2002
			US 2002185107 A1	12-12-2002

EPO FORM P0460

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