



(11) **EP 1 536 109 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
22.04.2009 Bulletin 2009/17

(51) Int Cl.:
F01N 3/023 ^(2006.01) **F01N 3/08** ^(2006.01)
F02D 41/02 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **04300805.1**

(22) Date de dépôt: **22.11.2004**

(54) **Procédé de commande de la régénération d'un piège intègre dans la ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne et système pour la mise en oeuvre**

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Regenerierung eines Partikelfilters in einer Verbrennungsmotorabgaseinrichtung

Method and apparatus for controlling the regeneration of a particulate filter installed in an exhaust gas system of a combustion engine

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorité: **27.11.2003 FR 0313897**

(43) Date de publication de la demande:
01.06.2005 Bulletin 2005/22

(73) Titulaire: **Peugeot Citroën Automobiles SA**
78943 Vélizy-Villacoublay Cedex (FR)

(72) Inventeurs:
• **Thauvin, Nicolas**
Versailles 78000 (FR)
• **Romieux, Sébastien**
Thiais 94320 (FR)

(74) Mandataire: **Fernandez, Francis Lionel**
PSA Peugeot Citroen
DRIA/PPIQ/VPI
Route de Gisy
Centre Technique de Vélizy
78943 Vélizy Villacoublay Cedex (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 810 367 **EP-A- 0 859 132**
EP-A- 0 992 668 **DE-A- 19 948 236**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 12, 3 janvier 2001 (2001-01-03) & JP 2000 240431 A (NISSAN MOTOR CO LTD), 5 septembre 2000 (2000-09-05)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 04, 31 mars 1998 (1998-03-31) & JP 09 324665 A (TOYOTA MOTOR CORP), 16 décembre 1997 (1997-12-16)**

EP 1 536 109 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé pour commander la régénération d'un piège pour substances polluantes émises par un moteur à combustion interne équipant un véhicule automobile ou routier. La présente invention

concerne également un système pour la mise en oeuvre de ce procédé.

[0002] On sait que le souci permanent des constructeurs de voitures ou de camions est la réduction des émissions polluantes des moteurs à combustion interne.

[0003] Différents systèmes ont déjà été développés pour réduire le niveau de ces émissions polluantes. Parmi les systèmes les plus performants figurent les systèmes de piégeage logés dans les lignes d'échappement des moteurs. De tels pièges ont pour fonction de retenir des composés chimiques polluants particuliers et ainsi d'éviter leur rejet à l'atmosphère. On connaît notamment les filtres à particules pour moteurs diesels ou encore les pièges à NOx (oxydes d'azote).

[0004] La capacité de stockage en substances polluantes de tels pièges étant nécessairement limitée, il convient de prévoir périodiquement leurs régénérations. Cependant, et malgré les nombreuses solutions déjà développées par les uns et par les autres, la gestion de la régénération d'un piège génère encore des difficultés.

[0005] En effet, considérons par exemple un filtre à particules. Une solution pour régénérer un tel filtre à particules consiste à opérer la combustion des particules qui y sont piégées. Pour provoquer la combustion des particules, il est nécessaire de les porter à des températures d'au moins 550°C. Compte tenu des conditions habituelles de circulation des véhicules, les gaz d'échappement des moteurs diesels n'atteignent naturellement que rarement ces températures. Ainsi, en circulation urbaine, les températures des gaz d'échappement évoluent généralement entre 150 et 250°C. Ne pouvant donc compter sur une régénération naturelle du filtre, il faut donc provoquer l'augmentation de la température des gaz d'échappement pour brûler les particules contenues dans le filtre et donc disposer des moyens appropriés pour cela. L'augmentation de température des gaz d'échappement est réalisée dans les moteurs et/ou au niveau des filtres à particules. L'augmentation de la température des gaz d'échappement dans les moteurs est, par exemple, obtenue par la postcombustion d'une certaine quantité de carburant injectée tardivement dans le cycle. L'augmentation de la température des gaz d'échappement dans les filtres à particules est elle, par exemple, obtenue par des moyens de chauffage électrique situés en amont ou à l'intérieur des filtres.

[0006] Cette augmentation provoquée de la température des gaz d'échappement pour brûler les particules est opérée périodiquement selon des stratégies prédéterminées. La régénération des moyens de chauffage peut être opérée simplement tous les X kilomètres, ou bien encore dès lors qu'une quantité prédéterminée de particules a été piégées dans le filtre ou bien encore dès lors que l'écart entre les pressions des gaz en aval et la pression en amont du filtre dépasse une valeur de seuil prédéterminée...

[0007] Quelle que soit la technique utilisée pour provoquer l'élévation de température des gaz d'échappement, l'opération de régénération entraîne une surconsommation de carburant par rapport au fonctionnement normal du moteur, que ce soit directement, par la postcombustion d'une certaine quantité de carburant, ou que ce soit indirectement, par consommation d'une certaine quantité de carburant pour fournir au moteur la puissance supplémentaire nécessaire à la production l'énergie consommée par les moyens d'aide à la régénération de type chauffage électrique ou autre. Par ailleurs, la présence d'un piège filtrant les gaz d'échappement provoque une perte de charge dans la ligne d'échappement, perte de charge plus ou moins importante selon la quantité de particules piégée. Cette contre-pression génère une augmentation de la charge du moteur et donc une augmentation de la consommation en carburant du moteur.

[0008] Ainsi donc, l'utilisation d'un piège dans la ligne d'échappement pour arrêter les substances polluantes avant leur rejet à l'atmosphère représente un coût en termes de consommation en carburant, coût qu'il convient donc de limiter. La présente invention se propose donc d'optimiser le fonctionnement des pièges et notamment le timing des régénérations et ce, pour limiter la surconsommation des moteurs liée à ces pièges.

[0009] Il est connu de DE 19948236 l'utilisation d'un système de navigation pour prédire les futures conditions de roulage à partir du moment où une décision de lancement d'une régénération a été prise. L'objectif est ici d'interdire d'opérer la régénération si celle-ci n'est pas souhaitable compte tenu de la position géographique du véhicule à l'instant donné, par exemple pour éviter de procéder à une régénération dans une zone sous alerte de pollution.

[0010] Le procédé de commande selon l'invention concerne la régénération d'un piège pour substances polluantes émises par un moteur à combustion interne équipant un véhicule automobile ou routier. Ce procédé de commande est destiné à piloter le fonctionnement de moyens de régénération périodique du piège en éliminant les substances qui y sont piégées.

[0011] Selon l'invention, le procédé de commande est caractérisé en ce que le moment de déclenchement de la régénération est choisi de manière à limiter la durée de la régénération et à limiter la surconsommation dudit moteur générée par le piège, le choix du moment étant basé sur la connaissance des conditions passées de fonctionnement dudit véhicule survenues depuis la dernière régénération et sur l'estimation des conditions futures de fonctionnement dudit véhicule, ces conditions futures étant fournies par des moyens de prédictions du fonctionnement du véhicule. Ladite détermination dudit moment de régénération consiste à rechercher un premier moment optimal théorique de

régénération qui minimise la surconsommation en carburant du moteur, puis à rechercher de part et d'autre dudit premier moment, à l'intérieur d'un intervalle prédéterminé, un second moment de régénération qui permette une régénération rapide, ledit second moment étant alors le moment choisi pour opérer la régénération effective du piège.

[0012] Selon une autre caractéristique du procédé objet de la présente invention, le moment de la régénération est défini sous la forme d'un nombre de kilomètres à parcourir par le véhicule à compter de la dernière régénération.

[0013] Selon une autre caractéristique du procédé objet de la présente invention, les moyens de prédiction du fonctionnement futur du véhicule comprennent un système de navigation et/ou des systèmes de type radio-traffic aptes à déterminer le trajet dudit véhicule et/ou les conditions de circulation à venir.

[0014] Selon une autre caractéristique du procédé objet de la présente invention, lesdites conditions futures de fonctionnement sont déduites des conditions de fonctionnement précédemment rencontrées par ledit véhicule.

[0015] Selon une autre caractéristique du procédé objet de la présente invention, les conditions de fonctionnement du véhicule sont modélisées sous la forme d'un nombre fini de type de roulage, à chaque type de roulage correspondant des plages de fonctionnement définies par les valeurs prises par des grandeurs caractéristiques appropriées tels que la vitesse véhicule et le couple moteur.

[0016] Selon une autre caractéristique du procédé objet de la présente invention, à chaque type de roulage est associée une distance de régénération optimisant la surconsommation en carburant et une durée de régénération correspondante.

[0017] Selon une autre caractéristique du procédé objet de la présente invention, le fonctionnement passé et futur du véhicule se retrouve exprimé sous la forme d'une succession de tronçons, chaque tronçon étant défini par un type de roulage donné et une donnée caractéristique telle que sa longueur en nombre de kilomètres.

Selon une autre caractéristique du procédé objet de la présente invention, le moment optimal théorique de régénération est déterminé par la formule générique :

$$\sum_i (D_i / \text{DistOptRege}_{R_i}) = 1$$

où D_i est la distance parcourue à l'intérieur du i ème tronçon et ou DistOptRege_{R_i} est la distance optimale théorique de régénération pour le type de roulage R_i correspondant au i ème tronçon.

Selon une autre caractéristique du procédé objet de la présente invention, la longueur de l'intervalle considéré autour du moment optimal théorique de régénération pour déterminer l'instant effectif de régénération est inférieur ou égale à sensiblement 30% de la distance correspondante au moment optimal théorique de régénération.

[0018] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la Fig. 1 représente un schéma synoptique illustrant un moteur diesel de véhicule automobile, et les différents organes associés à celui-ci,
- la Fig. 2 est un diagramme présentant le système de supervision du filtre selon l'invention,
- les Fig. 3 et Fig. 4 détaillent les sous modules du système de supervision,
- la Fig. 5 illustre schématiquement le procédé de choix de l'instant de régénération mis en oeuvre par le système de supervision selon l'invention.

[0019] On a en effet représenté sur la figure 1, un moteur diesel du type équipant un véhicule automobile, moteur désigné par la référence générale 1, ce moteur diesel étant équipé d'un filtre à particules 7. Il est bien évidemment que la présente invention ne se limite pas à ce seul type de moteur ou à cette seule application aux véhicules automobiles ou encore à ce seul type de piège mais concerne tous les moteurs à combustion interne quels que soient leurs types et quelles que soient leurs applications et ce, dans la mesure où le fonctionnement de ces moteurs provoque l'émission de composés chimiques polluants qui nécessitent pour leur traitement leur piégeage dans un piège approprié et la régénération périodique de ce dernier.

[0020] Le moteur diesel 1 est associé à des moyens d'admission d'air en entrée de celui-ci, qui sont désignés par la référence générale 2. En sortie, ce moteur est associé à une ligne d'échappement qui est désignée par la référence générale 3.

[0021] Des moyens de recyclage de gaz d'échappement du moteur en entrée de celui-ci sont également prévus et sont désignés par la référence générale 4.

[0022] Ces moyens sont alors interposés par exemple entre la sortie du moteur et les moyens 2 d'admission d'air

dans celui-ci.

[0023] La ligne d'échappement peut également être associée à un turbocompresseur désigné par la référence générale 5 et plus particulièrement à la portion de turbine de celui-ci, de façon classique.

[0024] Enfin, la ligne d'échappement comporte un catalyseur d'oxydation désigné par la référence générale 6, disposé en amont d'un filtre à particules désigné par la référence générale 7, disposé dans la ligne d'échappement.

[0025] Le moteur est également associé à un système d'alimentation par exemple commune en carburant des cylindres de celui-ci. Ce système est désigné par la référence générale 8 sur cette figure et comporte par exemple des injecteurs à haute pression à commande électrique associés à ces cylindres.

[0026] Bien entendu, d'autres systèmes d'alimentation à haute pression comme par exemple par injecteurs-pompes peuvent être envisagés. Dans l'exemple de réalisation représenté, le moteur est un moteur à quatre cylindres et comporte donc quatre injecteurs à commande électrique, respectivement 9,10,11 et 12.

[0027] Ces différents injecteurs sont associés par exemple à une rampe d'alimentation commune en carburant désignée par la référence générale 13 et reliée à des moyens d'alimentation en carburant désignés par la référence générale 14, comprenant par exemple une pompe à haute pression.

[0028] Ces moyens d'alimentation sont reliés à un réservoir de carburant désigné par la référence générale 15 et par exemple à des moyens d'ajout à ce carburant d'un additif destiné à se déposer sur le filtre à particules pour abaisser la température de combustion des particules piégées dans celui-ci.

[0029] En fait, cet additif peut par exemple être contenu dans un réservoir auxiliaire désigné par la référence générale 16 associé au réservoir de carburant 15 pour permettre l'injection d'une certaine quantité de cet additif dans le carburant.

[0030] D'autres moyens pour abaisser cette température peuvent également être utilisés comme par exemple un filtre à particules catalysé.

[0031] Enfin, ce moteur et les différents organes qui viennent d'être décrits sont également associés à des moyens de contrôle de leur fonctionnement désignés par la référence générale 17 sur cette figure, comprenant par exemple un calculateur approprié 18 associé à des moyens de stockage d'informations 19, et raccordé en entrée à différents moyens d'acquisition d'informations relatives à différents paramètres de fonctionnement de ce moteur et de ces organes, ce calculateur étant alors adapté pour contrôler le fonctionnement des moyens d'admission, des moyens de recyclage, du turbocompresseur et/ou du système d'alimentation pour contrôler le fonctionnement du moteur et notamment le couple engendré par celui-ci en fonction des conditions de roulage du véhicule de façon classique.

[0032] C'est ainsi par exemple que ce calculateur est relié à un capteur de pression différentielle 20 aux bornes du catalyseur et du filtre à particules, respectivement 6 et 7, à un ou plusieurs capteurs de température 21,22 et 23, respectivement en amont du catalyseur, entre ce catalyseur et le filtre à particules et en aval de ce filtre à particules dans la ligne d'échappement.

[0033] Le capteur de pression 20 peut également être relié aux bornes du filtre seul.

[0034] Le calculateur peut également recevoir une information de teneur en oxygène des gaz d'échappement à partir d'une sonde Lambda désignée par la référence générale 24 sur cette figure, intégrée dans la ligne d'échappement.

[0035] En sortie, ce calculateur est adapté pour piloter les moyens d'admission d'air, les moyens de recyclage de gaz d'échappement, le turbocompresseur, les moyens d'ajout au carburant de l'additif, les moyens d'alimentation en carburant de la rampe commune et les différents injecteurs associés aux cylindres du moteur.

[0036] En particulier, ce calculateur est adapté pour déclencher une phase de régénération du filtre à particules par combustion des particules piégées dans celui-ci en enclenchant une phase d'injections multiples de carburant dans les cylindres du moteur pendant leur phase de détente.

[0037] Les particules émises par le moteur au cours de son fonctionnement sont en effet piégées dans le filtre à particules. Il convient alors de régénérer celui-ci régulièrement par combustion de ces particules.

[0038] Les moyens de contrôle 17 sont également associés à des moyens de détermination de l'état d'activation du catalyseur d'oxydation 6 formés par le calculateur 18 de ceux-ci, pour, lors de la régénération du filtre, adapter de façon continue les conditions de déroulement de la phase d'injections multiples de carburant dans les cylindres du moteur afin de tenir compte de l'état d'activation du catalyseur.

[0039] Ceci est réalisé en commandant le phasage et/ou la quantité de carburant injecté lors des injections multiples pour adapter de façon continue la quantité d'hydrocarbures produite lors de cette phase par le moteur, au niveau d'activité du catalyseur et optimiser le fonctionnement de celui-ci, par pilotage du système d'alimentation en carburant 8.

[0040] Une surveillance en continu du niveau d'activité du catalyseur permet donc de commander en continu le phasage et/ou la quantité de carburant injecté pour optimiser en continu le fonctionnement du catalyseur et donc la température au sein de ce catalyseur en évitant toute dégradation de celui-ci, du filtre à particules ou encore du moteur et toute production de fumées ou d'odeurs.

[0041] L'état d'activation du catalyseur 6 peut être déterminé par le calculateur 18 par exemple à partir des informations délivrées par les capteurs de température 21 en entrée du catalyseur et 22 en sortie de celui-ci, de façon classique.

[0042] De préférence, le calculateur 18 est associé à une modélisation numérique intégrée du catalyseur pour connaître son état d'activité à partir des informations fournies par les capteurs.

[0043] Bien entendu, d'autres moyens peuvent être utilisés comme par exemple des moyens d'analyse de la composition chimique des gaz d'échappement en entrée et en sortie de ce catalyseur.

[0044] Comme cela a été indiqué précédemment, c'est le calculateur 18 qui déclenche la régénération du filtre à particules. Cette régénération est opérée par post injection de carburant. Ce carburant post-injecté va s'enflammer tardivement et brûler dans la ligne d'échappement et donc provoquer au droit du filtre la combustion des suies. La durée requise pour opérer la combustion des suies piégées dans le filtre et donc la quantité de carburant devant être post-injectée est directement dépendante du point de fonctionnement du moteur et en particulier de la température des gaz d'échappement.

[0045] En effet, il a été observé que l'efficacité de cette post injection peut être nulle ou presque dans certaines circonstances et notamment lorsque les gaz d'échappement sont trop froids ou leur débit trop faible. De sorte que pour des points particuliers de fonctionnement moteur, aucune régénération ne peut avoir lieu et ce, quelle que la quantité de carburant post-injectée.

[0046] Il en résulte donc que suivant le point de fonctionnement considéré, l'opération de régénération soit, ne peut être déclenchée soit, peut l'être mais avec une surconsommation plus ou moins importante en carburant.

[0047] Par ailleurs, la présence d'un tel filtre à particules dans la ligne d'échappement du moteur crée une perte de charges plus ou moins importante suivant son degré de remplissage. Cette perte de charge et donc la contre-pression en résultant génère une surconsommation du moteur, surconsommation qui est alors directement fonction du niveau de remplissage du filtre.

[0048] La présence d'un filtre à particules constitue donc en elle-même une source potentielle importante de surconsommation du moteur. La présente invention se propose donc de piloter le fonctionnement du filtre et notamment la phase de régénération du filtre à particules non pas en prenant en compte le seul degré de remplissage du filtre comme dans l'art antérieur, mais en prenant en compte principalement la surconsommation du moteur générée par le fonctionnement du filtre et ce, afin de limiter au maximum l'importance d'une telle surconsommation.

[0049] La présente invention se propose plus précisément de trouver un optimum entre des régénérations trop fréquentes qui induiraient une surconsommation globale du moteur élevée liée aux nombreuses post-injections et des régénérations trop espacées qui induiraient également une surconsommation globale du moteur élevée du fait de fortes contre-pressions à l'échappement.

[0050] L'optimisation de la stratégie de régénération consiste donc à choisir au mieux le déclenchement des phases de régénération.

[0051] On parvient à une telle optimisation en utilisant le procédé de pilotage décrit ci-après mis en oeuvre par le système suivant appelé superviseur constitué par un programme logiciel exécuté par le calculateur de contrôle moteur 18. Le superviseur reçoit via le calculateur 18 les informations relatives aux conditions d'utilisation du véhicule et de fonctionnement du moteur comme par exemple sa vitesse, la position de la pédale d'accélérateur, le régime de rotation du moteur, etc. Ces différentes informations d'entrée du programme sont analysées et en sortie, le superviseur déclenche et pilote les phases de régénération du filtre.

[0052] Conformément à la figure 2, le superviseur peut se composer principalement de trois modules. Un premier module de pilotage appelé NR, pour Nécessité de Régénérer, a plus particulièrement pour fonction de connaître le niveau de charge en suie du filtre et ses conséquences sur le fonctionnement du véhicule en terme de consommation de carburant.

[0053] Un second module appelé CR, pour Capacité de Régénérer, évalue l'efficacité d'une demande de régénération dans les conditions de fonctionnement du moteur actuelles ou à venir.

[0054] Un troisième module appelé D, pour Décider, exploite les informations reçues de deux premiers modules et déclenche les phases de régénération en minimisant l'impact sur la consommation du moteur et dans les cas critiques assure la sûreté de fonctionnement du filtre et du moteur.

[0055] Comme illustré à la figure 3, le premier module NR est lui-même composé de deux sous-modules. Le premier sous-module NR_MCF fournit le niveau de charge du filtre en masse de particules carbonées uniquement. Il s'agit de respecter les spécifications du fournisseur de la céramique formant le corps du filtre et notamment la charge maximale admissible en carbone afin de ne pas endommager le filtre lors de régénérations critique c'est-à-dire faible débit et masse de suies élevée. L'indicateur en sortie de ce sous-module doit caractériser différents états de charge allant de l'état « vide » jusqu'à l'état « charge maximale ».

[0056] Le second sous-module du module NR est le sous-module NR_MS qui fournit la distance optimale de régénération, évaluée à compter de la dernière régénération en date. La distance de régénération optimale va varier régulièrement selon les conditions de roulage rencontrées par le véhicule. L'indicateur en sortie du module doit caractériser la distance de régénération optimale du filtre et la situation du véhicule par rapport à cet optimum.

[0057] Comme illustré à la figure 4, le second module CR est également composé de deux sous-modules. Le premier sous-module CR_MCT caractérise la capacité de régénération dans les conditions actuelles d'utilisation du moteur et un des indicateurs en sortie du module est donc le taux de réussite d'une régénération éventuelle effectuée dans les conditions présentes et le second sous-module CR_MLT caractérise la capacité de régénération à venir et l'indicateur

en sortie est donc la probabilité de rencontrer des conditions plus favorables à la régénération que les conditions présentes.

[0058] Pour simplifier les temps de traitement et le fonctionnement du superviseur, les domaines d'utilisation du véhicule et du moteur ont été segmentés en un nombre prédéterminé N de types de roulage R_i (avec i allant de 1 à N). Selon un mode de réalisation de l'invention illustré à la figure 5, le domaine de fonctionnement du moteur a été décomposé en 5 types de roulage et les paramètres retenus pour caractériser ces types sont le couple moteur et la vitesse de déplacement véhicule.

[0059] Ce nombre de types de roulage et ces paramètres ne sont toutefois pas limitatifs de l'invention, N pouvant être plus ou moins important selon notamment les capacités de calcul de microprocesseur équipant le calculateur 18, de même les paramètres retenus pour caractériser les types de fonctionnement peuvent être plus ou moins nombreux, on pourrait par exemple prendre en compte le régime moteur, la température du liquide de refroidissement, etc.

[0060] Chaque type de roulage R_i est donc défini de manière à correspondre à un fonctionnement sensiblement homogène vis-à-vis du filtre à particules.

[0061] Pour chacun des types de roulage R_j , on détermine ensuite la distance optimale $DistOptRege_{R_j}$ de régénération minimisant la surconsommation liée au filtre phase de régénération comprise (dans l'hypothèse où le moteur fonctionne en régime stabilisé constamment à l'intérieur de cette type de roulage). Cette distance est définie à compter de la fin de la dernière régénération opérée sur le filtre.

[0062] Pour la ou les types de roulage où une régénération n'est pas possible compte tenu des conditions de fonctionnement qui y sont rencontrées, alors une distance $DistOptRege$ est déterminée par rapport au remplissage du filtre.

[0063] On détermine également pour chacun des types de roulage R_j , la durée de régénération du filtre $DureeRegeOpt_{R_j}$, lorsqu'elle est initiée à la distance optimale de régénération $DistOptRege_{R_j}$. Bien évidemment, pour le ou les types de roulage où une régénération n'est pas possible compte tenu des conditions de fonctionnement qui y sont rencontrées cette durée n'est pas calculée.

[0064] Ces différentes valeurs sont mises dans une ou plusieurs cartographies mémorisées par le système de contrôle moteur.

[0065] Le sous-module CR_MCT a plus particulièrement pour fonction de caractériser le fonctionnement du moteur et du véhicule et à identifier dans quel type de roulage R_i il se trouve. A partir des informations reçues des différents capteurs, le module CR_MCT calcule périodiquement la valeur du type de roulage où se trouve le moteur, cette valeur brute est ensuite filtrée pour éliminer les transitoires. Il en résulte l'information selon laquelle le véhicule se trouve à l'instant présent dans un type de roulage de fonctionnement R_i donné. Le module CR_MCT calcule par ailleurs la distance parcourue dans chaque type de roulage.

[0066] Le module CR_MCT est adapté pour identifier le type de roulage par exemple en calculant un critère de roulage instantané du véhicule selon la relation :

$$Cr_{inst} = V(1 + k C)$$

Avec

- Cr inst : Critère de roulage instantané
- V : Vitesse du véhicule
- C : Couple moteur
- K : Facteur de correction.

Ce critère de roulage instantané est ensuite lissé et comparé par le calculateur à des seuils prédéterminés correspondant aux différents types de roulage afin de déterminer le type de roulage actuel.

[0067] Bien entendu, d'autres variantes de réalisation peuvent être envisagées, par exemple en modifiant les paramètres pris en compte pour le calcul du critère instantané.

[0068] Les types de roulage ainsi déterminés sont mémorisés et comptabilisés à partir de la dernière régénération observée afin de constituer un historique des types de roulages suivis par le véhicule. Le fonctionnement du véhicule et du moteur se retrouve ainsi représenté sous la forme d'une succession de tronçons routiers, chaque tronçon se trouvant caractérisé par une longueur en nombre de kilomètre et un type de roulage donné. Bien évidemment d'autres grandeurs pourraient être prises en compte pour caractériser un tronçon comme le temps de roulage.

[0069] On note ainsi, par exemple, qu'à compter de la fin de la dernière régénération, le véhicule a parcouru 10 km en type de roulage R_4 , puis sur 45km de circulation en type de roulage R_1 , puis 10km en type de roulage R_2 , puis à nouveau 20km en type de roulage R_1 , etc. Chaque changement de type de roulage définissant un nouveau tronçon.

[0070] Cet historique depuis la dernière régénération peut se stocker informatiquement sous la forme d'un vecteur

$[(D_i, R_i)]$, i allant de 1 à M , avec M nombre de changements types de roulage de fonctionnement comptabilisé depuis la dernière régénération jusqu'à l'instant présent, R_i représentant le type de roulage rencontré lors du i ème tronçon et P_i représentant la longueur en kilomètres de tronçon.

[0071] Bien évidemment M qui est le nombre de tronçons rencontrés successivement par le véhicule et le moteur depuis la dernière régénération jusqu'à l'instant présent croît régulièrement au fur et à mesure de l'utilisation du véhicule et ce, jusqu'à l'instant de la nouvelle régénération qui remet alors les compteurs à zéro.

[0072] Le sous-module CR_MLT a lui plus particulièrement pour fonction de déterminer de façon prédictive les tronçons à venir, c'est-à-dire ceux destinés à être rencontrés au cours du présent trajet du véhicule ou des trajets à venir.

[0073] Ce sous module CR_MLT utilise les résultats du sous-module CR_MCT qu'il traite de façon statistique et/ou des informations spécifiques fournit par un système de navigation embarqué sur le véhicule.

[0074] En effet, à partir du critère de roulage instantané, le calculateur 18 est adapté pour construire un historique des conditions d'utilisation du véhicule et pour déclencher le stockage de celui-ci dans les moyens 19.

[0075] Cet historique permet de calculer la probabilité de rencontrer des conditions d'utilisation du véhicule plus favorable que les conditions d'utilisation actuelles.

[0076] Ces informations statistiques sur les conditions d'utilisation du véhicule donnent une indication sur l'opportunité de différer ou non le déclenchement de la régénération. Une indication statistique favorable autorise un report de ce déclenchement dans le cas où les conditions à court terme ne seraient pas favorables.

[0077] Un système de navigation 30 est par exemple du type apte à fournir un itinéraire après saisie du lieu de destination ou bien lorsque cette destination est connue par ailleurs et à guider l'automobiliste le long de cet itinéraire en utilisant par exemple la technologie GPS. Un tel appareil, spécifique ou intégré à un appareil de radio, peut également être apte à recevoir des informations sur le trafic routier et sur les restrictions de circulation et ce, afin d'affiner son guidage. Ce système de navigation est donc adapté pour communiquer au contrôle moteur des informations sur la nature du trajet et des conditions de circulation permettant d'être transcrites en types de roulage de fonctionnement du moteur.

[0078] A partir de ces données, le module CR_MLT est à même de prédire sur un horizon prédéterminé, les conditions de circulation du véhicule et de fonctionnement du moteur. Il est alors à même de discrétiser cet horizon sous la forme d'une succession de tronçons élémentaires T_k correspondant chacun à un type de roulage donné du véhicule.

[0079] Cette discrétisation peut, par exemple, s'exprimer sous la forme de la série de tronçons suivants (en prenant comme référence la position actuelle du véhicule) : tronçon T_{M+1} : sur 10km circulation en type de roulage R_1 , tronçon T_{M+2} : sur 25km circulation en type de roulage R_3 , T_{M+2} : 50km en type de roulage R_5 , T_{M+4} : à nouveau 5 km en type de roulage R_1 , etc.

[0080] Ce qui peut se représenter informatiquement par un vecteur formé des couples $[(R_k, D_k)]$, k allant de $M+1$ à P , où P représente le nombre total de tronçons considérés, R_k représente le type de roulage correspondant au k ème tronçon et D_k représentant la longueur en kilomètres de ce k ème tronçon.

[0081] Bien évidemment P qui est le nombre de tronçons devant être rencontrés successivement par le moteur pour un horizon donné de trajet décroît régulièrement au fur et à mesure de l'utilisation du véhicule et donc au fur et à mesure que l'on se rapproche du point d'arrivée pris en compte pour l'horizon considéré.

[0082] A partir des informations relatives aux tronçons passés $[(R_i, D_i)]$ et aux tronçons futurs $[(R_k, D_k)]$, le sous-module NR_MS est à même de déterminer une distance optimale théorique de régénération par:

$$(1) \text{DistOptRegeTh} = \sum_i D_i + \sum_k D_k$$

avec i allant de 1 à M , et k de $M+1$ à $M+Q$.

Q étant défini par la formule appropriée par :

$$(2) \sum_i (D_i / \text{DistOptRege}_{R_i}) + \sum_j (D_j / \text{DistOptRege}_{R_j}) = 1$$

soit encore

$$(3) \sum_j (D_j / \text{DistOptRege}_{R_j}) = 1 \text{ avec } j \text{ allant de } 1 \text{ à } M+Q$$

[0083] Il est bien évidemment que pour le dernier tronçon de rang $M+Q$, la distance prise en compte n'est pas nécessairement la distance totale D_{M+Q} mais la fraction D_{M+Q} appropriée ou bien l'on convient de considérer que le déclenchement d'une régénération débute un nouveau tronçon.

[0084] Ce calcul de la distance optimale théorique DistOptRegeTh ayant été accompli, on passe ensuite au calcul de la distance optimale réelle DistOptRege à laquelle sera déclenchée la régénération.

[0085] Pour ce faire, on isole un intervalle de confiance du type $[X\% \times \text{DistOptRegeTh}, Y\% \times \text{DistOptRegeTh}]$ avec X inférieur à 100% et Y supérieur à 100%, par exemple X est pris égal à 85% et Y à 110%.

[0086] On identifie alors tous les tronçons T_k qui sont compris, pour tout ou partie, à l'intérieur de cet intervalle. Compte tenu de la longueur de l'intervalle c'est un nombre relativement restreint de tronçons centrés autour du tronçon Q qui se trouvent ainsi sélectionnés.

[0087] Considérons par exemple qu'ils s'agissent des tronçons T_{M+Q-R} à T_{M+Q+S} .

[0088] On considère alors chacun des débuts de ces R+S+1 tronçons comme le début de la régénération et on calcule alors le temps nécessaire à la régénération. Si un tronçon est trop court pour accueillir toute la régénération, la régénération se poursuit sur le ou les tronçons suivants. Si un tronçon pris en compte dans un calcul de temps de régénération, interdit toute la régénération (température ou débit trop bas) alors le calcul s'arrête et une valeur prédéterminée est comptabilisée.

[0089] On enregistre ainsi le temps obtenu T_i pour chacun des tronçons.

[0090] On recommence ensuite une nouvelle itération sur les différents tronçons sélectionnés en considérant cette fois-ci la fin de chaque tronçon comme la fin de la régénération et on calcule alors à rebours le temps mis à régénérer. Si un tronçon est trop court pour accueillir toute la régénération, la régénération se poursuit sur le ou les tronçons précédents. Si un tronçon pris en compte dans un calcul de temps de régénération, interdit la régénération (température ou débit trop bas) alors le calcul s'arrête et aucune valeur prédéterminée n'est comptabilisée.

[0091] On enregistre le temps T_f obtenu pour chaque tronçon.

[0092] On détermine ensuite parmi les différents temps calculés, le temps le plus faible et on détermine alors la distance optimale de régénération comme étant celle correspondant à l'instant de déclenchement de la régénération ayant provoquée ce temps le plus faible. En cas d'égalité entre deux temps, c'est celui qui a sont instant de début ou de fin le plus proche de la distance optimale de régénération théorique qui sera préféré et la distance optimale de régénération réelle sera définie à partir de ce dernier.

[0093] Bien évidemment au fur et à mesure des kilomètres parcourus par le véhicule, la part dans le calcul de la distance optimale de régénération des tronçons passés augmentent et la part des tronçons prédits diminue. Cette évolution s'accompagne donc d'une éventuelle modification correspondante de la valeur de cette distance optimale de régénération. On fige toutefois cette valeur dès lors que le véhicule pénètre dans l'intervalle de confiance précité.

[0094] Par ailleurs, si lors du déclenchement de la régénération lorsque la distance optimale de régénération est atteinte, le type de roulage rencontré ne permet pas ou mal la régénération, alors la régénération est repoussée jusqu'à ce que le véhicule se trouve dans un nouveau type de roulage plus propice à la régénération du filtre.

[0095] On conçoit alors, que grâce à une telle structure, on optimise le déclenchement de la régénération.

Revendications

1. Procédé de commande de la régénération d'un piège (7) pour substances polluantes émises par un moteur à combustion interne équipant un véhicule automobile ou routier, comprenant des moyens pilotes (9,10,11,12) destinés à régénérer périodiquement ledit piège (7) en éliminant les substances qui y sont piégées, **caractérisé en ce que** le moment de la régénération est choisi de manière à limiter la durée de la régénération et à limiter la surconsommation dudit moteur générée par ledit piège, le choix dudit moment étant basé sur la connaissance des conditions passées de fonctionnement dudit véhicule survenues depuis la dernière régénération et sur l'estimation des conditions futures de fonctionnement dudit véhicule, ces conditions futures étant fournies par des moyens de prédictions (30) du fonctionnement du véhicule, ladite détermination dudit moment de régénération consistant à rechercher un premier moment optimal théorique de régénération qui minimise la surconsommation en carburant du moteur, puis à rechercher de part et d'autre dudit premier moment, à l'intérieur d'un intervalle prédéterminé, un second moment de régénération qui permette une régénération rapide, ledit second moment étant alors le moment choisi pour opérer la régénération effective du piège.
2. Procédé de régénération selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moment de la régénération est défini sous la forme d'un nombre de kilomètres à parcourir par ledit véhicule à compter de la dernière régénération.
3. Procédé de régénération selon l'une quelconque de la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de prédiction du fonctionnement futur dudit véhicule comprennent un système de navigation (30) et/ou des systèmes de type radio-traffic aptes à déterminer le trajet dudit véhicule et/ou les conditions de circulation à venir.
4. Procédé de régénération selon l'une quelconque de la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** lesdites conditions futures de fonctionnement sont déduites des conditions de fonctionnement précédemment rencontrées par ledit véhicule.
5. Procédé de régénération selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** lesdites conditions de fonctionnement dudit véhicules sont modélisées à partir d'un nombre fini de type de roulage, à chaque type de roulage correspondant des plages de fonctionnement définies par les valeurs prises par des grandeurs appropriées tels que la vitesse véhicule et le couple moteur.

6. Procédé de régénération selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'**a chaque type de roulage est associée une distance de régénération optimisant la surconsommation en carburant et une durée de régénération correspondante.
- 5 7. Procédé de régénération selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** ledit fonctionnement passe et futur du véhicule se retrouve exprime sous la forme d'une succession de tronçons, chaque tronçon étant défini par un type de roulage donne et une donnée caractéristique telle que sa longueur en nombre de kilomètres.
- 10 8. Procédé de régénération selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** ledit premier moment optimal théorique de régénération est déterminé par la formule générique :

$$15 \quad \sum_i (D_i / \text{DistOptRege}_{R_i}) = 1$$

où Di est la distance parcourue à l'intérieur du ième tronçon et où DistOptRegeRi est la distance optimale théorique de régénération pour le type de roulage correspondant au ième tronçon.

- 20 9. Procédé de régénération selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la longueur dudit intervalle autour du moment optimal théorique de régénération est inférieure ou égale à sensiblement 30% de la distance correspondante au moment optimal théorique de régénération.

25

Claims

- 30 1. Method of controlling the regeneration of a trap (7) for polluting substances emitted by an internal combustion engine fitted in a motor vehicle or road vehicle, comprising pilot means (9, 10, 11, 12) for periodically regenerating said trap (7) by eliminating the substances trapped therein, **characterized in that** the moment of regeneration is chosen in such a way as to limit the regeneration time and limit the overconsumption of said engine generated by said trap, the choice of said moment being based on the knowledge of the past operating conditions of said vehicle since the last regeneration and on the estimation of the future operating conditions of said vehicle, these future conditions being provided by means (30) of predicting the operation of the vehicle, said determination of said regeneration moment consisting in searching for a first theoretical optimum regeneration moment which minimizes the overconsumption of fuel of the engine, then in searching either side of said first moment, within a predetermined interval, for a second regeneration moment which allows for a rapid regeneration, said second moment then being the moment chosen to carry out the actual regeneration of the trap.
- 35
- 40 2. Regeneration method according to Claim 1, **characterized in that** the moment of regeneration is defined in the form of a number of kilometres to be travelled by said vehicle to be counted from the last regeneration.
- 45 3. Regeneration method according to either of Claims 1 or 2, **characterized in that** said means of predicting the future operation of said vehicle comprising navigation system (30) and/or radio-traffic type systems able to determine the power of said vehicle and/or the upcoming traffic conditions.
- 50 4. Regeneration method according to either of claims 1 or 2, **characterized in that** said future operating conditions are deduced from the operating conditions previously encountered by said vehicle.
- 55 5. Regeneration method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** said operating conditions of said vehicle are modelled on the basis of a finite number of running types, each running type having corresponding operating ranges defined by the values taken by appropriate quantities such as the vehicle speed and engine torque.
6. Regeneration method according to Claim 5, **characterized in that** each running type has associated regeneration distance optimizing the fuel overconsumption and corresponding regeneration time.
7. Regeneration method according to Claim 5, **characterized in that** said past and future operation of the vehicle is expressed in the form of a succession of sections, each section being defined by a given running type and a

characteristic datum such as its length in number of kilometres.

8. Regeneration method according to Claim 7, **characterized in that** said first theoretical optimum regeneration moment is determined by the generic formula:

$$\sum_i (D_i / \text{DistOptRege}_{R_i}) = 1$$

where D_i is the distance travelled within the i th section and where DistOptRege_{R_i} is the theoretical optimum regeneration distance for the running type corresponding to the i th section.

9. Regeneration method according to Claim 1, **characterized in that** the length of said interval around the theoretical optimum regeneration moment is less than or equal to roughly 30% of the corresponding distance at the theoretical optimum regeneration moment.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Regenerierens einer Falle (7) für verschmutzende Substanzen, die von einem Verbrennungsmotor abgegeben werden, der ein Kraft- oder Straßenfahrzeug ausstattet, das Steuermittel (9, 10, 11, 12) aufweist, die dazu bestimmt sind, die Falle (7) regelmäßig zu regenerieren, indem die Substanzen beseitigt werden, die dort gefangen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zeitpunkt des Regenerierens derart ausgewählt wird, dass die Dauer des Regenerierens beschränkt und der Überverbrauch des Motors, der durch die Falle erzeugt wird, beschränkt wird, wobei die Auswahl des Zeitpunkts auf der Kenntnis der vergangenen Betriebsbedingungen des Fahrzeugs, die seit dem letzten Regenerieren aufgetreten sind, und auf der Schätzung der zukünftigen Betriebsbedingungen des Fahrzeugs beruht, wobei diese zukünftigen Bedingungen von Vorhersagemitteln (30) des Betriebs des Fahrzeugs geliefert werden, wobei das Bestimmen des Regenerierungszeitpunkts darin besteht, einen ersten theoretischen optimalen Regenerierungszeitpunkt zu suchen, der den Überverbrauch an Kraftstoff des Motors minimiert, dann zu beiden Seiten des ersten Zeitpunkts innerhalb eines vorbestimmten Intervalls einen zweiten Regenerierungszeitpunkt zu suchen, der ein schnelles Regenerieren erlaubt, wobei der zweite Zeitpunkt der Zeitpunkt ist, der ausgewählt wird, um das effektive Regenerieren der Falle auszuführen.
2. Regenerierungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zeitpunkt des Regenerierens in der Form einer Anzahl von Kilometern, die das Fahrzeug ab der letzten Regenerierung zu fahren hat, definiert ist.
3. Regenerierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorhersagemittel des zukünftigen Betriebs des Fahrzeugs ein Navigationssystem (30) und/oder Systeme des Typs Verkehrsrundfunk aufweisen, die die Route des Fahrzeugs und/oder die kommenden Verkehrsbedingungen bestimmen können.
4. Regenerierungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zukünftigen Betriebsbedingungen aus zuvor von dem Fahrzeug angetroffenen Betriebsbedingungen abgeleitet werden.
5. Regenerierungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebsbedingungen des Fahrzeugs ausgehend von einer finiten Anzahl von Fahrtypen modelliert werden, wobei jedem Fahrtyp Betriebsbereiche entsprechen, die von den Werten definiert werden, die entsprechende Größen, wie zum Beispiel die Fahrzeuggeschwindigkeit und das Motordrehmoment, annehmen.
6. Regenerierungsverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit jedem Fahrtyp eine Regenerierungsentfernung verbunden ist, die den Überverbrauch an Kraftstoff und eine entsprechende Regenerierungsdauer optimiert.
7. Regenerierungsverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vergangene und der zukünftige Betrieb des Fahrzeugs in der Form einer Abfolge von Abschnitten ausgedrückt ist, wobei jeder Abschnitt von einem gegebenen Fahrtyp und von einer charakteristischen Information, wie zum Beispiel seiner Länge in Anzahl von Kilometern definiert ist.

EP 1 536 109 B1

8. Regenerierungsverfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste theoretische optimale Regenerierungszeitpunkt durch die generische Formel bestimmt wird:

5

$$\sum_i (D_i / \text{DistOptRege}_{Ri}) = 1$$

10

wobei D_i die innerhalb des i . Abschnitts zurückgelegte Entfernung ist und wobei DistOptRege_{Ri} die theoretische optimale Regenerierungsentfernung für den Fahrtyp ist, der dem i . Abschnitt entspricht.

9. Regenerierungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge des Intervalls um den theoretischen optimalen Regenerierungszeitpunkt kleiner oder gleich in etwa 30 % der entsprechenden Entfernung im theoretischen optimalen Regenerierungszeitpunkt ist.

15

20

25

30

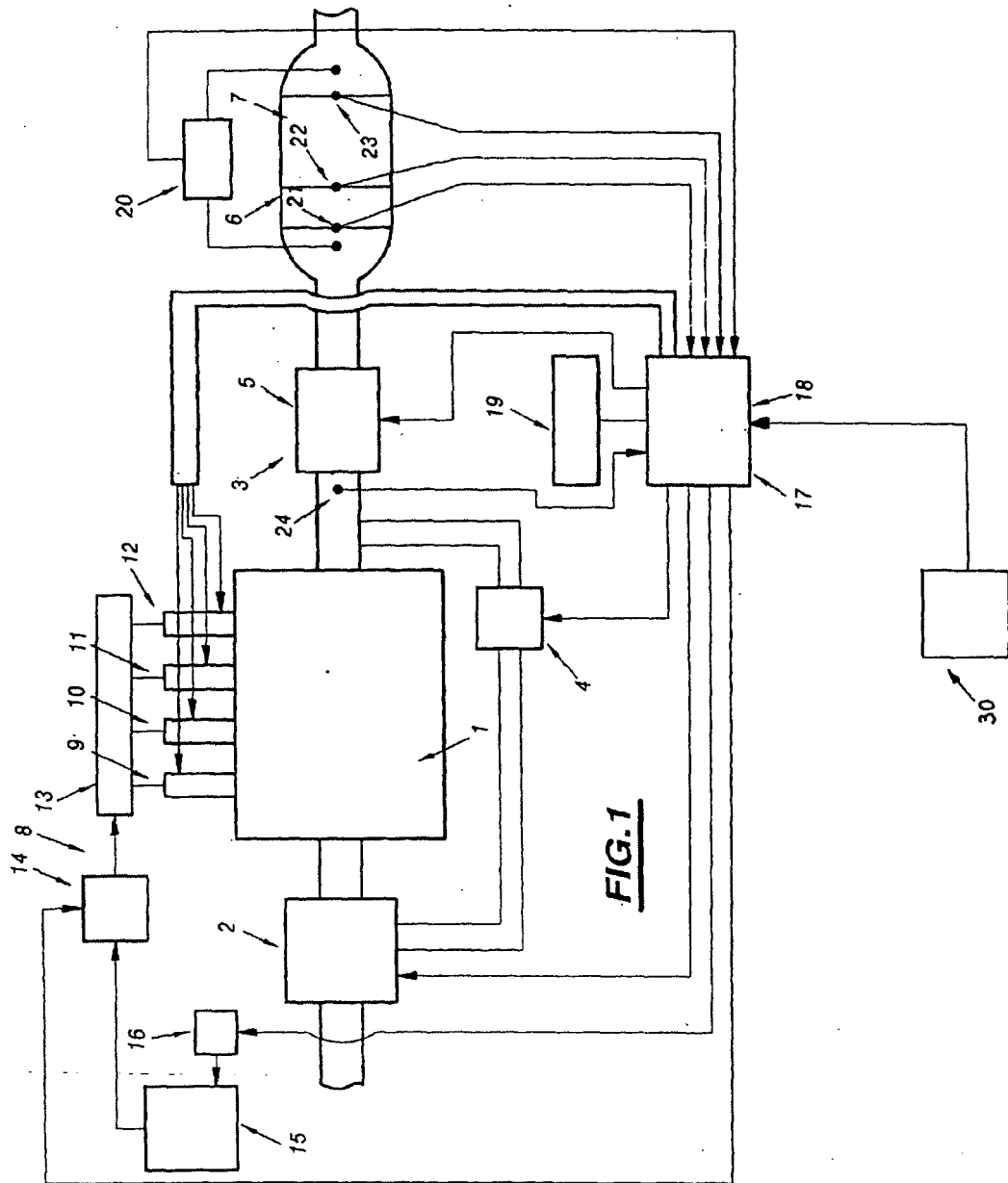
35

40

45

50

55



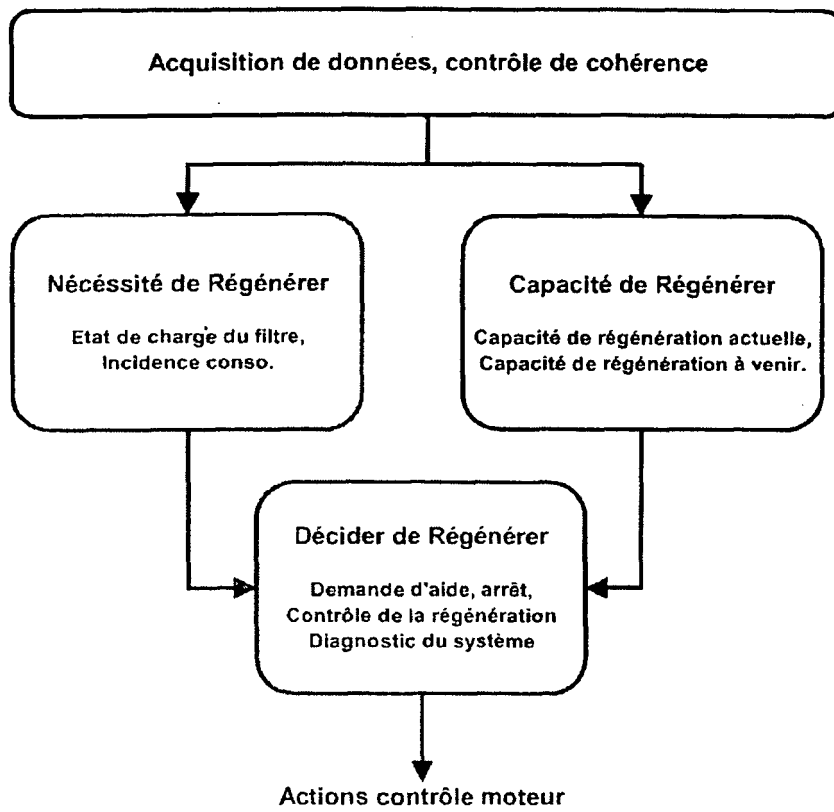


FIG.2

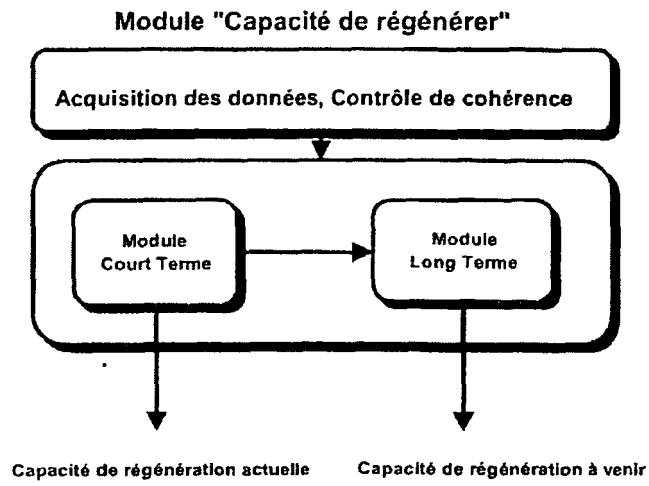


FIG.3

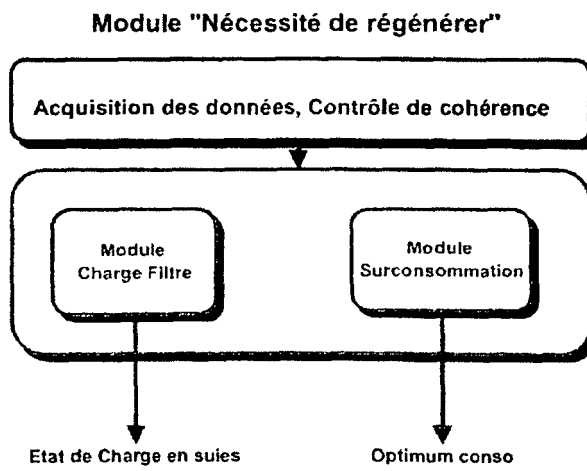


FIG.4

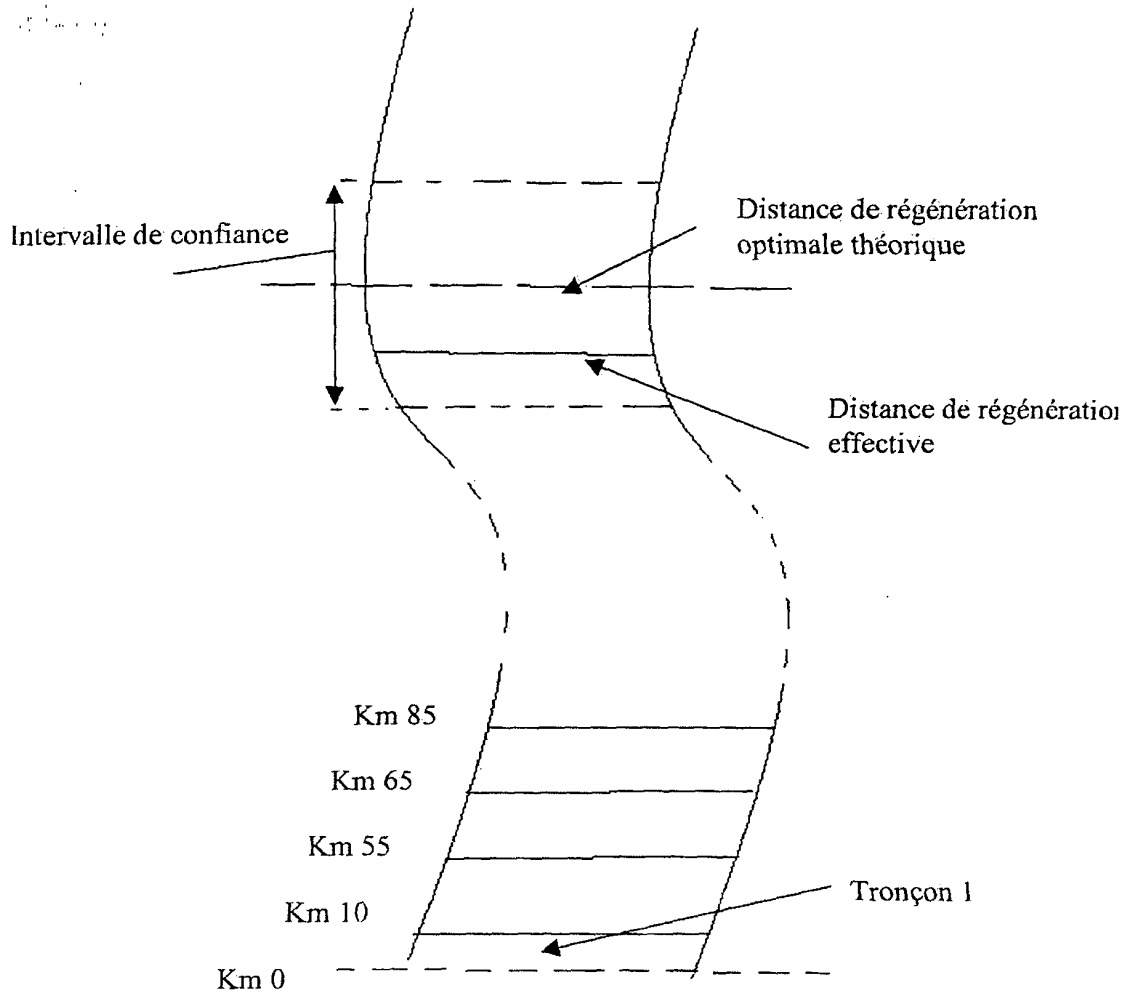


FIG. 5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- DE 19948236 [0009]