

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 120 253**

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

②1 N° d'enregistrement national : **21 01953**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 02 D 41/12 (2020.12), F 02 D 43/00, 41/30, F 01 N 3/20**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 01.03.21.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 02.09.22 Bulletin 22/35.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : **RENAULT s.a.s Société par actions simplifiée (SAS) — FR.**

⑦2 Inventeur(s) : **FASOLO Bertrand.**

⑦3 Titulaire(s) : **RENAULT s.a.s Société par actions simplifiée (SAS).**

⑦4 Mandataire(s) : **Casalonga.**

⑤4 Procédé et système de commande d'un moteur à combustion interne à allumage commandé en phase de levé de pied.

⑤7 Procédé de commande d'un moteur à combustion interne à allumage commandé de véhicule automobile, muni d'un système de traitement des espèces polluantes dans la ligne d'échappement et d'un calculateur configuré pour réaliser les étapes du procédé, le procédé comprenant les étapes suivantes:

Lorsque l'on détermine que le conducteur a levé le pied de la pédale d'accélérateur du véhicule après une phase d'accélération,

à chaque cycle de combustion tant que le levé de pied de la pédale d'accélérateur se maintient, on admet des gaz imbrulés dans la chambre de combustion après la combustion principale et on injecte au moins une quantité de carburant après la combustion à un instant prédéterminé du cycle de combustion sans déclencher de nouvelle combustion.

Figure pour l'abrégié : Pas de figure

FR 3 120 253 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé et système de commande d'un moteur à combustion interne à allumage commandé en phase de levé de pied.

Domaine technique

- [0001] L'invention a pour domaine technique la commande des moteurs à combustion interne à allumage commandé, et plus particulièrement, la commande de tels moteurs en vue de réduire l'émission d'espèces polluantes.
- [0002] Les véhicules automobiles munis d'un moteur à combustion interne à allumage commandé (du type fonctionnant notamment à l'essence) sont munis d'un système de post-traitement des espèces polluantes comprises dans les gaz d'échappement afin de satisfaire aux normes antipollution. Le système de post-traitement comprend généralement un catalyseur à trois voies qui est apte à oxyder les hydrocarbures imbrûlés (HC) et le monoxyde de carbone (CO), et à réduire les oxydes d'azote (NO_x).
- [0003] Les moteurs à allumage commandé fonctionnent sensiblement à richesse 1 (c'est-à-dire avec un mélange air-carburant dans les proportions stœchiométriques), les quantités de carburant injectées dans le moteur étant généralement ajustées pour que la richesse soit réglée en boucle fermée autour de la valeur 1.
- [0004] Cependant, pour que l'efficacité de traitement des différentes espèces polluantes soit optimale, il est aussi connu d'ajuster les quantités de carburant injectées dans le moteur de manière à régler la quantité d'oxygène stockée dans le catalyseur, dite aussi OS (acronyme anglais pour : Oxygen Storage), sur une valeur de consigne. Cette valeur de consigne est une valeur prédéterminée qui est strictement comprise entre zéro et la capacité maximale de stockage en oxygène du catalyseur, dite aussi OSC (acronyme anglais pour : Oxygen Storage Capacity).
- [0005] Cette valeur prédéterminée est à la fois suffisamment éloignée de zéro pour permettre une oxydation suffisante des HC et CO, et suffisamment éloignée de la valeur d'OSC pour permettre une réduction suffisante des NO_x. Elle peut être choisie de manière expérimentale et dépend d'une pluralité de paramètres comprenant au moins le débit des gaz de combustion traversant le catalyseur et la température du catalyseur.
- [0006] D'une manière générale, plus la quantité d'oxygène OS réellement présente dans le catalyseur se rapproche de zéro, plus l'efficacité d'oxydation des HC et CO diminue ; A l'inverse, plus elle se rapproche de l'OSC, plus l'efficacité de réduction des NO_x diminue.
- [0007] D'autre part, d'une manière générale, l'efficacité de traitement des espèces polluantes, et notamment l'efficacité de la réduction des NO_x, n'est bonne qu'à partir

d'une température du catalyseur assez élevée, de l'ordre de 400°C.

[0008] Suivant les phases de fonctionnement du véhicule, cette température élevée, et cette quantité d'oxygène stockée OS intermédiaire entre zéro et la capacité maximale de stockage en oxygène OSC du catalyseur peuvent être difficiles à obtenir ou peuvent interférer avec les requêtes du conducteur. C'est en particulier le cas lorsque le véhicule est soumis successivement à une phase de fonctionnement stabilisé à vitesse donnée, puis à une phase de décélération en levé de pied suivie d'une phase d'accélération. On observe alors les comportements suivants.

[0009] • Lors de la phase de fonctionnement stabilisé, le système de post-traitement des émissions et en particulier le catalyseur a préalablement été positionné par le système de contrôle du moteur (via le pilotage de la richesse des gaz sortie moteur) à son niveau optimal d'OS (acronyme pour « Oxygen Storage » : masse d'oxygène stockée dans le catalyseur) pour traiter de façon optimale les émissions. Il n'y a pas ou très peu d'émissions d'oxydes d'azote NOx.

[0010] • Lors de la phase de levé de pied de la pédale d'accélérateur, l'injection de carburant et l'allumage sont généralement coupés pour optimiser la consommation de carburant. Par ailleurs, le boîtier papillon d'admission d'air est généralement fermé jusqu'à ce que la pression dans le collecteur d'admission atteigne le niveau de pression minimale (Pcol_min) en dessous duquel la consommation d'huile augmente fortement. Le débit traversant le moteur ne peut donc pas être nul et de l'air frais est envoyé dans le système de post-traitement, ce qui n'est pas favorable au fonctionnement du catalyseur à trois voies. En effet, la quantité d'oxygène OS du catalyseur augmente alors jusqu'à saturer la masse maximale d'oxygène stockable dans le catalyseur jusqu'à sa valeur d'OSC lorsque le levé de pied est suffisamment long. Le catalyseur n'est donc plus à son niveau d'OS optimal permettant de réduire les NOx avec une efficacité suffisante. Par ailleurs, l'échappement étant refroidi par de l'air frais, les températures des différentes pièces (catalyseur, filtre à particules,...) du système de post-traitement baissent. Si la température chute en dessous d'une valeur de seuil, le système de post-traitement peut se désamorcer. Une telle perte d'efficacité peut ainsi avoir lieu lors d'une décélération longue dans une pente descendante par exemple.

[0011] • Lors de la phase d'accélération consécutive à la phase de décélération, une stratégie dite de « purge catalyseur » augmente la richesse au-delà de la stoechiométrie (enrichissement par exemple à 1,1) pour envoyer des gaz riches à l'échappement afin que l'OS du catalyseur retrouve le niveau attendu de cible d'OS. On rappelle que les espèces riches consomment l'oxygène stocké dans le catalyseur. Toutefois, la modification du niveau d'OS prend un certain temps durant lequel le catalyseur n'est pas en état de traiter les émissions de NOx à la sortie du moteur. En effet, l'efficacité de post-traitement des NOx baisse fortement en mélange pauvre jusqu'à être nulle. On observe

donc un fort pic d'émissions de NOx en sortie d'échappement durant cette phase. Cela est amplifié si la température du système de post traitement a diminué en dessous d'un seuil prédéterminé. Il est alors nécessaire de le chauffer de nouveau avant que les gaz d'échappement puissent être traités. Durant cette période de chauffe, les émissions d'oxydes d'azote NOx ne sont pas traitées, indépendamment de la richesse des gaz d'échappement ou du niveau d'OS du catalyseur. La stratégie de purge catalyseur a par ailleurs le désavantage d'augmenter la consommation de carburant (du fait de l'enrichissement) et les émissions de particules.

[0012] Il existe donc un besoin de supprimer le pic d'émissions d'oxydes d'azote NOx lors d'une phase d'accélération consécutive à une phase de décélération.

Etat de la technique antérieure

[0013] De l'état de la technique antérieure, on connaît les documents suivants :

[0014] Le document WO2020/066436 décrit une stratégie de purge en oxygène du catalyseur lors de la phase de réaccélération.

[0015] Le document FR3064683A1 décrit un procédé de contrôle d'un moteur à allumage commandé suralimenté avec un circuit de recirculation partielle des gaz d'échappement à l'admission (EGR). En cas de lever de pied, on commence par fermer la vanne EGR sans fermer le boîtier-papillon (i.e. on le laisse ouvert à sa position d'avant le lever de pied, voire on l'ouvre encore un peu plus), on maintient l'injection de carburant à richesse 1 pendant une durée prédéterminée correspondant au temps de transfert des gaz EGR entre la vanne EGR et le moteur ; pendant cette durée, on actionne un alternateur du moteur de manière à absorber le couple créé par la combustion et qui n'est pas souhaité par le conducteur ; puis après cette durée on ferme le boîtier-papillon et on arrête l'injection de carburant. Cette publication vise à résoudre un problème de pics de combustions anormales pendant la phase transitoire ainsi qu'un surcroît d'émissions polluantes lors du réattelage. On reste à richesse égale à 1 après le début du lever de pied, mais comme le papillon reste ouvert, une grande quantité d'oxygène est admise dans le moteur. Le débit carburant reste alors relativement important pour maintenir la stœchiométrie requise.

[0016] Le document FR3072418 décrit un procédé de contrôle d'un moteur à allumage commandé avec un circuit EGR dans lequel, lorsque le moteur fonctionne à l'état non allumé, en l'absence d'injection de carburant et d'allumage, par exemple sur un lever de pied, le boîtier papillon n'est pas fermé pour limiter les pertes par pompage et une vanne EGR est ouverte pour augmenter la recirculation des gaz. L'apport d'oxygène au système catalytique est ainsi limité, de sorte qu'au redémarrage du moteur, on limite les émissions d'oxyde d'azote. Cependant les émissions d'oxydes d'azote restent encore relativement élevées parce que, le papillon étant ouvert, il circule une quantité

d'oxygène encore relativement élevée malgré l'apport de gaz EGR.

[0017] La demande de brevet non examinée FR1911059 divulgue un procédé de réglage de la richesse dans un moteur à allumage commandé équipé d'un catalyseur amont et d'un catalyseur aval. La richesse est réglée en boucle fermée, par un premier régulateur, sur une valeur de consigne qui est corrigée en permanence par un deuxième régulateur en fonction de l'écart entre une valeur calculée de quantité d'oxygène stockée (OS) dans le catalyseur amont et une valeur de consigne de quantité d'oxygène. Cette valeur de consigne d'oxygène est à l'intérieur d'une plage qui est strictement comprise entre un seuil d'OS minimum et un seuil d'OS maximum, qui sont déterminées en permanence en fonction du débit des gaz d'échappement traversant le catalyseur amont et de la température du catalyseur amont, et dont le dépassement correspond respectivement à un début de fuites de CO ou à un début de fuites de NOx en aval du catalyseur amont. Selon ce document, en cas de lever de pied, on coupe l'injection de carburant, puis au réattelage on reprend les injections de carburant en remettant en route la régulation, mais on substitue à cette consigne d'OS, pendant une durée prédéterminée, une autre valeur qui est égale à la valeur de seuil minimum pour faire chuter rapidement la quantité d'OS présente dans le catalyseur amont. Ce document décrit un système visant à éviter de produire trop d'oxydes d'azote après un lever de pied. Cependant, en régulant la quantité d'OS sur le seuil d'OS minimum, cela conduit à enrichir assez fortement le mélange air-carburant, et donc à surconsommer.

[0018] Le problème technique de suppression du pic d'émissions d'oxydes d'azote NOx lors d'une phase d'accélération consécutive à une phase de décélération demeure ainsi à résoudre.

Exposé de l'invention

[0019] Un objet de l'invention est un procédé de commande d'un moteur à combustion interne à allumage commandé de véhicule automobile, muni d'un système de traitement des espèces polluantes dans la ligne d'échappement comprenant les étapes suivantes. Lorsque l'on détermine que le conducteur a levé le pied de la pédale d'accélérateur du véhicule après une phase d'accélération pendant une durée prédéterminée, à chaque cycle de combustion, tant que le levé de pied de la pédale d'accélérateur se maintient, on admet des gaz imbrulés dans la chambre de combustion après la combustion principale et on injecte au moins une quantité de carburant après la combustion à un instant prédéterminé du cycle de combustion sans déclencher de nouvelle combustion.

[0020] Lorsque le moteur comprend un système de décalage des levées des soupapes, pour admettre des gaz d'échappement imbrulés, on peut décaler les instants de levée de soupapes jusqu'à une valeur prédéterminée.

- [0021] La valeur prédéterminée peut être égale à la butée maximale.
- [0022] Lorsque le moteur comprend un circuit de recirculation des gaz d'échappement, pour admettre des gaz d'échappement imbrulés, on peut commander le circuit de sorte que le débit de recirculation des gaz d'échappement soit maximal.
- [0023] Lorsque le moteur comprend un système de levée variable des soupapes, pour admettre des gaz d'échappement imbrulés, on peut commander le système de levée variable des soupapes pour réduire les amplitudes et les étalements des levées d'admission afin de dégrader le rendement de remplissage admission du moteur.
- [0024] L'instant prédéterminé du cycle de combustion peut être compris entre le point mort haut de combustion de façon à ne pas brûler le carburant injecté et un instant ne générant pas à une dilution d'huile du fait de l'arrosage des fûts par les jets d'injecteur.
- [0025] L'instant prédéterminé du cycle de combustion peut être égal à 40° par rapport au point mort haut de combustion.
- [0026] L'avantage du procédé de commande selon l'invention est de permettre de réduire les pics d'émissions d'oxydes d'azote lors de la réaccélération suite à une phase de levée de la pédale d'accélérateur sans nécessiter de systèmes supplémentaires et à une moindre consommation de carburant par rapport à l'emploi d'une purge catalyseur.
- [0027] Un autre objet de l'invention est un système de commande d'un moteur à combustion interne à allumage commandé muni d'un système de traitement des espèces polluantes dans la ligne d'échappement et d'un calculateur configuré pour réaliser les étapes du procédé de commande défini ci-dessus.

Brève description des dessins

- [0028] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :
- [0029] - [fig.1] illustre l'évolution de la levée de soupapes en fonction de l'angle de vilebrequin sur un cycle de combustion selon l'invention, et
- [0030] - [fig.2] illustre l'évolution de la levée de soupapes en fonction de l'angle de vilebrequin sur un cycle de combustion sans décalage.

Description détaillée

- [0031] L'invention a pour objectif d'éliminer les pics d'émissions de NOx lors d'une phase d'accélération suivant une phase de levée de pied avec un procédé de commande du moteur optimisé lors de la phase de levée de pédale d'accélérateur permettant de réduire très fortement le débit de gaz d'échappement traversant le système de post-traitement, et de disposer de gaz d'échappement à la stœchiométrie (par exemple, richesse égale à 1) avec une surconsommation de carburant limitée.
- [0032] Afin de réduire fortement le débit de gaz d'échappement, on a vu précédemment

qu'il n'est pas possible de fermer davantage le boîtier papillon car la pression dans le collecteur d'admission passerait sous une valeur de seuil P_{col_min} avec à la clef des problèmes de consommation d'huile.

[0033] Il est par contre possible de réduire le rendement volumétrique à l'admission du moteur. Le rendement volumétrique η_{rdvl} se calcule par une équation dite « formule de remplissage » comme le rapport entre la masse d'air réellement aspirée par rapport à la masse d'air qui aurait pu théoriquement rentrer en considérant le volume total des cylindres. Il est calculé par application de l'équation suivante.

$$[0034] \quad \eta_{rdvl} = \frac{Q_{mot} \cdot 120}{N \cdot \text{Cylindrée} \cdot \frac{P_{coll}}{T_{coll} \cdot r}}$$

[0035] avec

[0036] η_{rdvl} : le rendement volumétrique (adimensionné)

[0037] Q_{mot} : le débit total entrant réellement (en kg/s)

[0038] Cylindrée : la cylindrée du moteur (en m³)

[0039] P_{coll} : la pression dans le collecteur d'admission (en Pascal)

[0040] T_{coll} : la température dans le collecteur d'admission (en K)

[0041] r : constante (massique) des gaz parfaits pour l'air = 287,058 (J·kg⁻¹·K⁻¹)

[0042] N : la vitesse de rotation (en tour/min)

[0043] Comme on peut le voir, la valeur du rendement volumétrique dépend au moins de la vitesse de rotation du moteur et de la pression dans le collecteur d'admission du moteur. Ensuite, selon la définition technique du moteur, elle peut aussi dépendre du réglage d'autres équipements présents.

[0044] Pour obtenir le résultat escompté, on peut employer un système de décalage de levée des soupapes VVT (acronyme anglophone pour « Variable Valve Timing ») pour augmenter le taux de gaz brûlés résiduels dans la chambre, un système de recirculation des gaz d'échappement EGR (acronyme anglophone pour « Exhaust Gas Recirculation ») pour saturer le collecteur d'admission et substituer des gaz d'échappement à l'air frais admis, ou un système de levée variable VVL (acronyme anglophone pour « Variable Valve Lift ») pour dégrader le rendement de remplissage avec une loi d'arbre à cames d'admission à levées et étalements réduits.

[0045] Dans le cas particulier d'un moteur à combustion interne muni d'un système de décalage de levée des soupapes VVT, on peut réaliser une étape de décalage les instants de levée de soupapes VVT jusqu'à leurs butées maximales (par exemple +40/40°Vil), dans ces conditions de levée de pied. Cela a pour effet de générer une phase de croisement des deux lois d'arbres à cames au point mort haut PMH admission (dit aussi PMH « point mort haut » croisement et noté PMHc) tel qu'illustré par la [fig.1]. Cela a pour effet de réadmettre les gaz brûlés présents dans le collecteur

d'échappement dans le cylindre. La réadmission est possible car la pression dans le collecteur d'admission est inférieure à la pression dans le collecteur d'échappement.

- [0046] On notera que par opposition, la pratique dans l'état de l'art est de ne pas décaler les levées des soupapes lors des phases de levée de la pédale d'accélérateur, car il n'y a pas d'injection de carburant ou de combustion. La [fig.2] illustre l'évolution des levées de soupapes en fonction de l'angle du vilebrequin dans un tel cas.
- [0047] Dans le cas d'un moteur à combustion interne muni d'un système de levée variable des soupapes VVL, on peut réaliser une étape de réglage de la position d'une levée variable des soupapes VVL (acronyme pour « Valve variable lift »), etc. En d'autres termes, on modifie la loi d'ouverture des soupapes (plus ou moins haute, plus ou moins étalée) pour modifier la perméabilité des chambres de combustion du moteur.
- [0048] Afin d'obtenir des gaz d'échappement à la stœchiométrie (par exemple, une richesse égale à 1) avec une surconsommation limitée, le procédé de commande comprend par ailleurs une étape d'allumage/injection spécifique.
- [0049] Comme on l'a vu précédemment, le débit d'air-frais est fortement réduit mais n'est pas pour autant nul. Il subsiste un débit résiduel nécessitant donc d'injecter une quantité de carburant permettant de maintenir la richesse à l'échappement à la valeur requise (i.e. richesse égale à 1). En effet, que les gaz admis soient de l'air frais ou des gaz d'échappement recirculés, leur présence génère une dilution des gaz dans la ligne d'échappement, ce qui abaisse la richesse à l'échappement.
- [0050] Néanmoins, pour éviter que cette injection de carburant ne génère un couple qui n'est pas requis par le conducteur, et pénalise le frein moteur en phase de décélération, la solution consiste à effectuer une post-injection de faible quantité dans la phase de détente du cycle sans activer l'allumage. Le carburant ainsi injecté ne brûle pas dans le cylindre mais est évacué à l'échappement dans le catalyseur où il contribue à la richesse. Ceci permet de plus d'y générer un exotherme et d'en maintenir la température pour une efficacité de post-traitement maximale. Le désamorçage du système de post traitement dû à une baisse de la température en dessous de la valeur de seuil est ainsi évité.
- [0051] La post-injection doit ainsi réalisée après le PMH combustion de façon à ne pas brûler ce qui implique une valeur de déphasage par rapport à la position angulaire du vilebrequin plutôt élevée. La post-injection doit aussi être réalisée de sorte à ne pas générer une dilution d'huile du fait de l'arrosage des fûts par les jets d'injecteur, ce qui implique une valeur de déphasage par rapport à la position angulaire du vilebrequin plutôt faible.
- [0052] La valeur optimale de déphasage par rapport au vilebrequin dépend donc de la conception du système d'injection/combustion. Typiquement, une valeur optimale est de 40°Vil.

- [0053] Par ailleurs, il est à noter que le débit d'air-frais étant faible, les quantités de carburant post-injectées sont également faibles. Il est alors possible d'être en butée sur la quantité minimale injectable par le système d'injection (typiquement 2 mg/coup). Dans de tels cas, on réduit le nombre d'injections par cycle (exemple : moins de 4 par cycle pour un moteur 4 cylindres) de sorte à augmenter la quantité de carburant injectée par injection.
- [0054] Grace aux deux étapes décrites ci-dessus, il est donc possible d'avoir un très faible débit de gaz échappement à la stœchiométrie (richesse 1) sur toute la phase de lever de pied. On conserve ainsi le niveau optimal d'OS du catalyseur car il n'y a pas d'oxygène dans les gaz, ni d'espèces riches.
- [0055] Par ailleurs, l'exotherme créé dans le catalyseur par la post-injection permet de conserver les niveaux de température interne du catalyseur voire de les améliorer, ce qui est favorable à l'efficacité de traitement des polluants.
- [0056] A la réaccélération, il n'y a donc plus de pic d'émission d'oxydes d'azote NO_x et il n'est plus besoin de faire appel à une purge catalyseur avec enrichissement.

Revendications

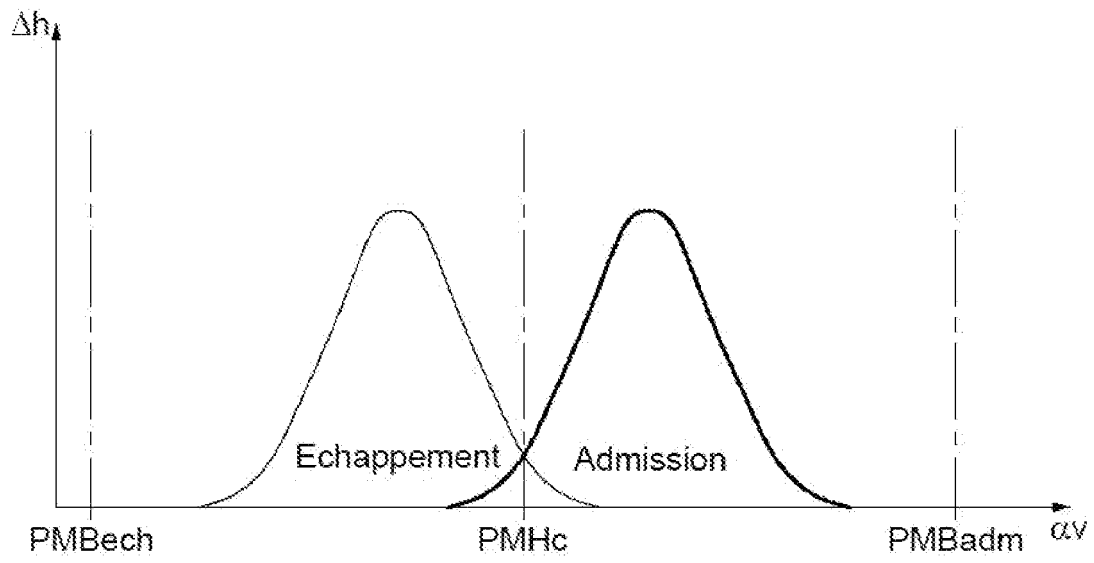
- [Revendication 1] Procédé de commande d'un moteur à combustion interne à allumage commandé de véhicule automobile, muni d'un système de traitement des espèces polluantes dans la ligne d'échappement du véhicule, le procédé comprenant les étapes suivantes :
lorsque l'on détermine que le conducteur a levé le pied de la pédale d'accélérateur du véhicule après une phase d'accélération pendant une durée prédéterminée,
à chaque cycle de combustion tant que le levé de pied de la pédale d'accélérateur se maintient, on admet des gaz imbrulés dans la chambre de combustion après la combustion principale et on injecte au moins une quantité de carburant après la combustion à un instant prédéterminé du cycle de combustion sans déclencher de nouvelle combustion.
- [Revendication 2] Procédé de commande selon la revendication 1, le moteur comprenant un système de décalage des levées des soupapes, dans lequel pour admettre des gaz d'échappement imbrulés, on décale les instants de levée de soupapes jusqu'à une valeur prédéterminée.
- [Revendication 3] Procédé de commande selon la revendication 2, la valeur prédéterminée est égale à la butée maximale.
- [Revendication 4] Procédé de commande selon la revendication 1, le moteur comprenant un circuit de recirculation des gaz d'échappement, dans lequel pour admettre des gaz d'échappement imbrulés, on commande le circuit de recirculation des gaz d'échappement de sorte que le débit de recirculation des gaz d'échappement soit maximal.
- [Revendication 5] Procédé de commande selon la revendication 1, le moteur comprenant un système de levée variable des soupapes, dans lequel pour admettre des gaz d'échappement imbrulés, on commande le système de levée variable des soupapes pour réduire les amplitudes et les étalements des levées d'admission afin de dégrader le rendement de remplissage admission du moteur.
- [Revendication 6] Procédé de commande selon la revendication 1, dans lequel l'instant prédéterminé du cycle de combustion est compris entre le point mort haut de combustion de façon à ne pas brûler et un instant ne générant pas à une dilution d'huile du fait de l'arrosage des fûts par les jets d'injecteur.
- [Revendication 7] Procédé de commande selon la revendication 1, dans lequel l'instant prédéterminé du cycle de combustion est égal à 40° par rapport au point

mort haut de combustion.

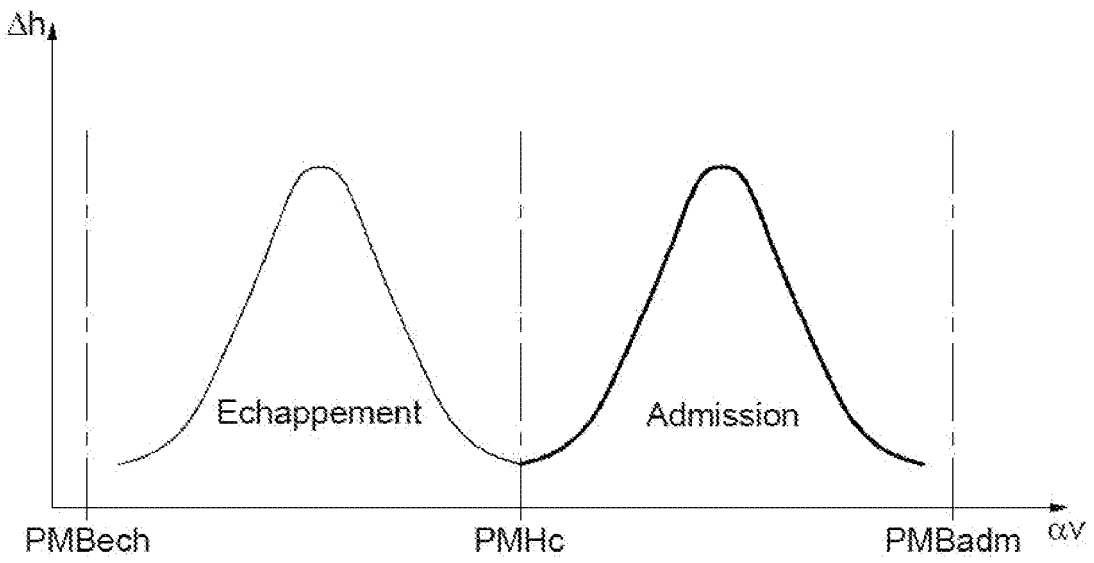
[Revendication 8]

Systeme de commande d'un moteur à combustion interne à allumage commandé muni d'un système de traitement des espèces polluantes dans la ligne d'échappement et d'un calculateur configuré pour réaliser les étapes d'un procédé de commande selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

[Fig. 1]



[Fig. 2]





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 890012
FR 2101953

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	DE 101 39 199 B4 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 22 juin 2011 (2011-06-22)	1,4,6-8	F02D41/12 F02D43/00
A	* alinéas [0001] - [0017]; figure 1 * -----	2,3,5	F02D41/30 F01N3/20
Y	FR 2 907 510 A3 (RENAULT SAS [FR]) 25 avril 2008 (2008-04-25)	1,4,6-8	
A	* revendications 1-6 * -----	2,3,5	
Y	US 2007/130925 A1 (UENO SHOUICHIROU [JP]) 14 juin 2007 (2007-06-14)	1,4,6-8	
A	* alinéas [0067], [0079] * -----	2,3,5	
A	US 2016/363070 A1 (HOTTA SHINTARO [JP]) 15 décembre 2016 (2016-12-15)	1-8	
	* alinéas [0041] - [0049], [0063] - [0066]; figures 4,5 * -----		
A	US 10 393 043 B2 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS LLC [US]) 27 août 2019 (2019-08-27)	1-8	
	* colonne 8, ligne 62 - colonne 10, ligne 25; figures 6,7 * * colonne 15, ligne 19 - colonne 15, ligne 22 * -----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F02D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 novembre 2021		Deseau, Richard	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2101953 FA 890012**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **16-11-2021**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 10139199	B4	22-06-2011	AUCUN	

FR 2907510	A3	25-04-2008	AUCUN	

US 2007130925	A1	14-06-2007	CN 1982683 A	20-06-2007
			EP 1798405 A1	20-06-2007
			JP 4720476 B2	13-07-2011
			JP 2007162568 A	28-06-2007
			US 2007130925 A1	14-06-2007

US 2016363070	A1	15-12-2016	CN 106246368 A	21-12-2016
			EP 3103993 A1	14-12-2016
			JP 6350397 B2	04-07-2018
			JP 2017002792 A	05-01-2017
			US 2016363070 A1	15-12-2016

US 10393043	B2	27-08-2019	CN 109209588 A	15-01-2019
			DE 102018116109 A1	10-01-2019
			US 2019010883 A1	10-01-2019
