

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 116 563

21 N° d'enregistrement national : 20 12098

51 Int Cl⁸ : F 02 B 25/20 (2020.12), F 02 B 53/04, F 02 D 43/00,
41/04, 9/02

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 25.11.20.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 27.05.22 Bulletin 22/21.

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) : VITESCO TECHNOLOGIES GmbH—
DE.

72 Inventeur(s) : MOINE Xavier.

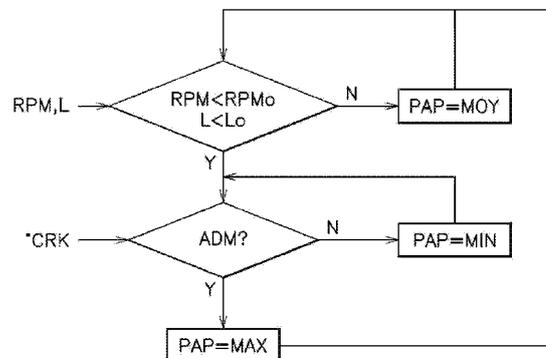
73 Titulaire(s) : VITESCO TECHNOLOGIES GmbH.

74 Mandataire(s) : VITESCO TECHNOLOGIES
FRANCE.

54 Procédé et système de régulation de la combustion d'un moteur à combustion interne.

57 Procédé de régulation de la combustion d'un moteur à combustion interne comportant, d'une part, une conduite d'alimentation en air munie de moyens permettant de réguler le flux d'air dans ladite conduite et, d'autre part, un unique cylindre associé auxdits moyens de régulation, comportant les étapes suivantes: - détermination du régime et/ou de la charge du moteur, et- lorsque le régime est en dessous d'une valeur prédéterminée et/ou la charge du moteur est en dessous d'une valeur prédéterminée, les moyens permettant de réguler le flux d'air dans la conduite d'alimentation sont commandés de telle sorte que le flux d'air est réduit au moins temporairement pendant qu'une soupape d'admission permettant d'introduire de l'air dans le cylindre correspondant à partir de ladite conduite d'alimentation est ouverte.

Figure de l'abrégié : Figure 6



FR 3 116 563 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé et système de régulation de la combustion d'un moteur à combustion interne

[0001] La présente divulgation concerne un procédé et un système correspondant pour la régulation de la combustion d'un moteur à combustion interne. Cette divulgation concerne plutôt une régulation d'un moteur à faible charge et à faible régime.

Domaine technique

[0002] La présente divulgation relève du domaine de la gestion de la combustion d'un moteur à combustion interne. Elle concerne plus particulièrement des moteurs monocylindres ou plus généralement des moteurs comportant un papillon des gaz pour chaque cylindre. Ce type de moteur est le plus souvent à allumage commandé.

Technique antérieure

[0003] Dans la conception d'un moteur à combustion interne, lorsque des performances élevées sont recherchées, les caractéristiques du moteur pour atteindre ces performances élevées vont le plus souvent à l'encontre de la stabilité de la combustion à faible régime et à faible charge. Dans ce type de moteur, à faible régime et faible charge, on constate le plus souvent, du fait de la structure du moteur, que des gaz brûlés restent dans la chambre de combustion en fin de phase d'admission. De ce fait, si aucune mesure n'est prise, les gaz brûlés résiduels viennent ralentir la vitesse de combustion et de ce fait le régime moteur devient instable.

[0004] Parmi les solutions connues pour remédier à ce problème, une solution consiste à injecter de l'air frais au niveau de l'échappement. Ainsi, le mélange air/carburant peut rester riche au niveau de la chambre de combustion lorsque les gaz d'échappement restent globalement tels que la sonde lambda détecte une richesse globale de 1. Ainsi un pot catalytique à trois voies équipant le moteur correspondant peut continuer à fonctionner efficacement.

[0005] Cette première solution implique de rajouter dans le moteur des moyens permettant l'injection d'air frais au niveau de l'échappement et implique donc un surcoût dans la fabrication du moteur.

[0006] Une autre solution consiste à adapter la forme de la chambre de combustion pour y favoriser des turbulences et ainsi un meilleur balayage de la chambre de combustion en fin de combustion.

[0007] Cette solution permet à moindre coût de favoriser la stabilité du moteur à faible régime et à faible charge mais est pénalisante pour les performances à hauts régimes et charge élevée.

[0008] La présente divulgation a alors pour but de fournir une solution permettant

d'améliorer la stabilité d'un moteur à faible régime et faible charge à moindre coût et sans détérioration des performances du moteur aux autres points de fonctionnement.

Résumé

- [0009] La présente divulgation vient améliorer la situation.
- [0010] Il est proposé tout d'abord un procédé de régulation de la combustion d'un moteur à combustion interne comportant, d'une part, une conduite d'alimentation en air munie de moyens permettant de réguler le flux d'air dans ladite conduite et, d'autre part, un unique cylindre associé auxdits moyens de régulation.
- [0011] Selon la présente divulgation, il est proposé que ledit procédé comporte les étapes suivantes :
- [0012] - détermination du régime et/ou de la charge du moteur, et
- [0013] - lorsque le régime est en dessous d'une valeur prédéterminée et/ou la charge du moteur est en dessous d'une valeur prédéterminée, les moyens permettant de réguler le flux d'air dans la conduite d'alimentation sont commandés de telle sorte que le flux d'air est réduit au moins temporairement pendant qu'une soupape d'admission permettant d'introduire de l'air dans le cylindre correspondant à partir de ladite conduite d'alimentation est ouverte.
- [0014] Ainsi, pendant toute l'ouverture de la soupape d'admission ou bien au moins pendant une partie de ce temps d'ouverture, l'arrivée d'air est limitée. Ceci crée en amont de la soupape d'admission une dépression qui favorise par la suite un meilleur remplissage d'air en amont de la soupape d'admission en créant une aspiration lorsque les moyens permettant de réguler le flux d'air dans la conduite d'alimentation reviennent dans une position permettant un flux d'air plus élevé.
- [0015] Dans le procédé de régulation proposé, le flux d'air peut par exemple être réduit dans la conduite d'alimentation pendant une période correspondant à au moins 180°CRK.
- [0016] Selon une forme de réalisation permettant un contrôle efficace et rapide des moyens permettant de réguler le flux d'air dans la conduite d'alimentation en air, ces derniers comportent par exemple une vanne papillon, la réduction du flux d'air étant obtenue en faisant pivoter ladite vanne papillon sans fermer celle-ci.
- [0017] Selon une variante, le procédé de régulation selon la présente divulgation comporte les étapes suivantes :
- [0018] - détermination du régime et de la charge moteur,
- [0019] - détermination d'une quantité de carburant à injecter et d'une masse d'air correspondante,
- [0020] - détermination d'une commande de position moyenne pour les moyens de régulation du flux d'air dans la conduite d'alimentation permettant d'obtenir la masse d'air déterminée au cours d'un cycle moteur,
- [0021] - commande de position desdits moyens de régulation pour limiter le flux d'air dans

la conduite d'alimentation par rapport à la commande de position moyenne au moins temporairement pendant l'ouverture de la soupape d'admission, et

[0022] - commande de position desdits moyens de régulation lorsque le flux d'air n'est pas limité pour que le flux d'air dans la conduite d'alimentation sur un cycle moteur permette de fournir la masse d'air déterminée.

[0023] Selon cette variante de réalisation de procédé de régulation selon la présente divulgation, le flux d'air peut être limité dans la conduite d'alimentation au moins pendant 180°CRK correspondant au passage par un point mort haut jusqu'au passage par le point mort bas suivant, une soupape d'admission étant ouverte.

[0024] La présente divulgation concerne en outre :

[0025] – un produit programme d'ordinateur, comprenant une série d'instructions de code pour la mise en œuvre d'un procédé de régulation de la combustion d'un moteur à combustion interne décrit ci-dessus, quand il est mis en œuvre par un calculateur ;

[0026] – un calculateur adapté pour la régulation de la combustion d'un moteur à combustion interne comportant, d'une part, une conduite d'alimentation en air munie de moyens permettant de réguler le flux d'air dans ladite conduite et, d'autre part, un unique cylindre associé auxdits moyens de régulation, caractérisé en ce que ledit calculateur est également adapté pour la mise en œuvre de chacune des étapes d'un procédé de régulation décrit ci-dessus ;

[0027] – un moteur à combustion interne comportant, d'une part, une conduite d'alimentation en air munie de moyens permettant de réguler le flux d'air dans ladite conduite et, d'autre part, un unique cylindre associé auxdits moyens de régulation, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un calculateur défini au paragraphe précédent : dans un tel moteur, les moyens permettant de réguler le flux d'air dans la conduite d'alimentation comportent avantageusement une vanne papillon motorisée.

Brève description des dessins

[0028] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse du dessin annexé, sur lequel :

Fig. 1

[0029] [fig.1] montre schématiquement un moteur monocylindre en coupe.

Fig. 2

[0030] [fig.2] montre schématiquement les variations de pression à l'entrée du cylindre du moteur de la [fig.1] avec une gestion de l'art antérieur.

Fig. 3

[0031] [fig.3] montre schématiquement le signal de commande pour une vanne papillon du moteur de la [fig.1] avec une gestion de l'art antérieur.

Fig. 4

[0032] [fig.4] montre schématiquement les variations de pression à l'entrée du cylindre du moteur de la [fig.1] avec une gestion selon la présente divulgation en comparaison avec les variations de la [fig.2].

Fig. 5

[0033] [fig.5] montre schématiquement le signal de commande pour la vanne papillon du moteur de la [fig.1] avec une gestion selon la présente divulgation.

Fig. 6

[0034] [fig.6] montre un exemple d'organigramme pour la mise en œuvre d'un mode de réalisation d'un procédé correspondant au signal de commande de la [fig.5].

Description des modes de réalisation

[0035] Il est maintenant fait référence à la [fig.1]. L'homme du métier reconnaît ici un moteur monocylindre représenté schématiquement en coupe. Ce moteur comporte ainsi un cylindre 2 dans lequel coulisse un piston 4 au-dessus duquel se trouve une chambre de combustion 6. Le piston 4 est relié par une bielle 8 à un volant moteur 10. Un capteur de position 12 permet de connaître la position angulaire du volant moteur 10 ainsi que la vitesse de rotation RPM de ce volant, qui correspond à la vitesse de rotation, ou régime, du moteur.

[0036] La chambre de combustion 6 est alimentée, d'une part, en carburant et, d'autre part, en air frais. Une conduite d'alimentation en carburant, schématisée par une flèche 14 vient alimenter un système d'injection 16 de carburant dans la chambre de combustion.

[0037] De l'air est amené vers la chambre de combustion 6 par une tubulure d'admission 18. Au moins une soupape d'admission 20 permet de commander l'entrée d'air dans la chambre de combustion. On supposera par la suite qu'il n'y a qu'une seule soupape d'admission 20. Le flux d'air dans la tubulure d'admission 18 est régulé par une vanne papillon motorisée 22. L'espace de la tubulure d'admission situé entre la vanne papillon motorisée 22 et la chambre de combustion 6 (ou la soupape d'admission 20) est appelé collecteur 24 (connu aussi sous le nom anglais « manifold »). Un capteur de pression 26 permet de connaître la pression dans ce collecteur 24.

[0038] Dans l'exemple illustré, le moteur est un moteur à allumage commandé par une bougie d'allumage 28.

[0039] Une unité de commande électronique 30, couramment appelée ECU, permet de contrôler et de commander le moteur. Cette unité est reliée notamment au système d'injection 16, à la bougie d'allumage 28 (ou plus généralement à un système d'allumage), au capteur de position 12, au capteur de pression 26 et à la vanne de papillon motorisée 22 (qui intègre aussi au moins un capteur de position du papillon).

[0040] La [fig.1] ne montre pas notamment le système d'échappement du moteur puisque la présente divulgation concerne plus particulièrement un système d'admission d'air dans

un moteur. Toutefois, l'homme du métier connaît des systèmes d'échappement de même que d'autres éléments d'un moteur non illustrés ici sur cette figure schématique.

[0041] La présente divulgation concerne plus particulièrement le fonctionnement du moteur de la [fig.1] lorsque le régime moteur RPM est faible et/ou que la charge du moteur L est faible également. Dans ces conditions, des gaz brûlés restent présents dans la chambre de combustion lors d'une admission d'air frais. En effet, il est prévu généralement que la soupape d'échappement et la soupape d'admission sont ouvertes pendant un même laps de temps au début de l'admission d'air frais. À haut régime et/ou en charge, cela permet à l'air frais qui rentre dans la chambre de combustion de chasser les gaz brûlés qui y restent. À faible régime et/ou à faible charge, l'air frais rentrant n'a pas assez d'énergie pour chasser tous les gaz brûlés. Le mélange dans la chambre de combustion contient alors partiellement des gaz brûlés qui ralentissent la combustion et le régime moteur devient de ce fait instable, c'est-à-dire qu'il varie de manière sensible (et incontrôlée).

[0042] Les figures 2 et 3 illustrent le fonctionnement habituel du moteur de la [fig.1] selon l'état de la technique antérieure à la présente divulgation. La [fig.2] illustre par une courbe 100 la pression dans le collecteur 24 telle qu'elle est vue par le capteur de pression 26. Tant que la soupape d'admission 20 est fermée, cette pression augmente pour atteindre une valeur maximale (correspondant sensiblement à la pression atmosphérique dans un moteur non suralimenté) un peu après que la soupape d'admission 20 commence à s'ouvrir. Les deux maxima de pression illustrés sur la [fig.2] sont distants de 720°CRK dans le cas d'un moteur fonctionnant selon un cycle à quatre temps.

[0043] La [fig.3] illustre la position angulaire d'un papillon 32 utilisé pour modifier la section de passage dans la tubulure d'admission 18. Ce papillon 32 est monté pivotant (et commandé par un moteur) autour d'un axe transversal à la tubulure d'admission 18 et on considère qu'il pivote entre deux extrêmes 0° et 90° (qui ne sont pas forcément atteints dans la pratique), 0° correspondant à une section de passage la plus réduite possible tandis que 90° correspond à une ouverture maximale et donc une section de passage la plus grande possible.

[0044] On appelle par la suite PAP la position du papillon 32 dans son boîtier, c'est-à-dire dans la vanne papillon motorisée 22. Dans l'état de l'art antérieur à la présente divulgation, le papillon 32 reste dans une même position angulaire MOY durant tout le cycle moteur (admission, compression, détente et échappement). Dans l'exemple illustré, MOY vaut par exemple 8°. Cette valeur angulaire est déterminée par l'unité de commande électronique 30 de telle sorte que la masse d'air admise dans la chambre de combustion 6 corresponde à la masse de carburant afin d'obtenir une combustion complète de ce dernier.

- [0045] De manière originale, il est proposé pour améliorer la combustion dans le moteur -à faible régime et/ou à faible charge, dans une variante de réalisation préférée, à faible régime et à faible charge- et améliorer la stabilité de la combustion, d'agir rapidement sur la vanne papillon motorisée 22 pour faire varier la position angulaire de son papillon 32 pendant le cycle de combustion de manière à réduire la section de passage dans la tubulure d'admission lors de l'admission d'air dans la chambre de combustion (par rapport à la position de ce papillon 32 pendant les autres phases du cycle). Il s'agit donc de faire varier la position du papillon 32, ce dernier étant plus fermé durant l'admission d'air dans la chambre de combustion.
- [0046] Pour que la quantité (masse) d'air entrant dans la chambre de combustion puisse correspondre à la quantité de carburant injectée, il faut adapter l'angle d'ouverture du papillon 32 en dehors de la phase d'admission.
- [0047] La [fig.5] illustre une commande d'ouverture du papillon 32 correspondant à des conditions en tous points similaires à celles des figures 2 et 3. Le régime RPM et la charge L du moteur sont les mêmes et on suppose que la même quantité de carburant doit être injectée. De ce fait, la même masse d'air doit être admise dans le moteur.
- [0048] Pour mémoire, dans la configuration des figures 2 et 3, pour admettre la bonne masse d'air, il a été déterminé que le papillon 32 devait être ouvert selon un angle $PAP=MOY$. À titre purement illustratif et non limitatif, on a par exemple $PAP=MOY=8^\circ$.
- [0049] Dans des conditions similaires, il est prévu sur la [fig.5] de fermer le papillon 32 de telle sorte que sa position angulaire soit $PAP=MIN$ avec $MIN < MOY$. À titre illustratif (et non limitatif), on aura par exemple $MIN=5^\circ$. Cette position n'est prise par le papillon 32 par exemple uniquement lorsque la soupape d'admission 20 est ouverte. Lorsque la soupape d'admission 20 est fermée, le papillon 32 prend une position angulaire $PAP=MAX$ avec $MAX > MOY$. À titre d'exemple illustratif et non limitatif, on peut par exemple avoir $MAX=9^\circ$.
- [0050] En commandant de la sorte la vanne papillon motorisée 22, on remarque que la courbe de pression dans le collecteur 24 varie. Sur la [fig.4], on a représenté par une courbe 200 les variations de pression dans le collecteur 24 correspondant à ce mode de pilotage de la vanne papillon motorisée 22. Cette [fig.4] reprend aussi la courbe 100 de la [fig.2] pour comparaison. On remarque notamment que juste avant l'ouverture de la soupape d'admission 20, la pression dans le collecteur 24 est supérieure à la pression observée lorsque le papillon 32 garde une position angulaire constante. Cette « surpression » est de l'ordre d'environ 100mbar. Elle permet, lorsque la soupape d'admission s'ouvre, d'empêcher un retour des gaz brûlés qui se trouvent à l'échappement, sensiblement à la pression atmosphérique, et facilite aussi, dans une moindre mesure, l'entrée d'air frais dans la chambre de combustion. Autrement dit,

l'air frais arrivant avec une pression supérieure chasse plus efficacement les gaz brûlés hors de la chambre de combustion.

- [0051] Généralement, la soupape d'admission 20 s'ouvre un peu avant le passage au point mort haut correspondant du piston 4 et se ferme après le passage suivant au point mort bas de ce piston 4. On prévoit avantageusement que le papillon 32 est dans sa position fermée (PAP=MIN) au moins entre le passage du piston 4 du point mort haut au point mort bas correspondant à une admission d'air.
- [0052] La position « fermée » du papillon n'est pas une position fixée une fois pour toutes. Elle dépend de la quantité d'air à admettre à chaque cycle dans le moteur. De même la position « ouverte » n'est pas fixe mais déterminée en fonction de la quantité d'air à admettre dans le moteur.
- [0053] La plage dans laquelle le papillon 32 prend sa position fermée peut être comme indiqué plus haut par exemple une plage de 180°CRK allant d'un point mort haut à un point mort bas durant laquelle la soupape d'admission 20 est ouverte.
- [0054] Cette plage peut être différente. Elle peut correspondre à la plage d'ouverture de la soupape d'admission (par exemple 10°CRK avant le point mort haut à 60°CRK après le point mort bas). Elle peut être réduite par rapport à la plage d'ouverture de la soupape d'admission, elle peut être plus grande que la plage d'ouverture de la soupape d'admission ou bien elle peut être à cheval sur une phase d'ouverture et une phase de fermeture de la soupape d'admission. On prévoit par exemple que la plage dans laquelle la section de la tubulure d'admission est limitée par la position « fermée » du papillon 32 correspond à au moins 90°CRK pendant lesquels la soupape d'admission est ouverte, avantageusement au moins 135°CRK et de préférence au moins 180°CRK.
- [0055] La description est faite ci-dessus pour un moteur monocylindre. L'homme du métier comprend aussi qu'elle peut être réalisée pour un moteur comportant plusieurs cylindres avec une vanne papillon (ou équivalent) motorisée pour commander le débit d'air alimentant chaque cylindre.
- [0056] La [fig.6] est un organigramme résumant un procédé permettant d'obtenir une combustion stable d'un moteur à faible régime et faible charge selon la présente divulgation.
- [0057] L'unité de commande électronique 30 connaît le régime RPM et la charge L du moteur. Ces valeurs sont comparées à une valeur de régime RPMo prédéterminée et à une valeur de charge Lo prédéterminée.
- [0058] Si le régime RPM est supérieur à RPMo ou si la charge L est supérieure à Lo, alors la vanne papillon motorisée 22 est commandée de telle sorte que son papillon 32 garde une position angulaire constante (PAP=MOY) pour chaque consigne de masse d'air.
- [0059] Par contre, si le régime RPM est inférieur à RPMo et que la charge du moteur est inférieure à Lo, alors le papillon 32 aura une position angulaire variable pour une même

consigne de masse d'air.

- [0060] Dans la forme de réalisation simplifiée illustrée ici, il est déterminé en fonction de la position angulaire du moteur ($^{\circ}\text{CRK}$) si le moteur est en phase d'admission ou non. Le cas échéant, la vanne papillon motorisée est commandée pour que le papillon prenne la position angulaire $\text{PAP}=\text{MIN}$ et sinon une commande est envoyée pour que la position du papillon soit $\text{PAP}=\text{MAX}$.

Application industrielle

- [0061] Les présentes solutions techniques peuvent trouver à s'appliquer notamment pour la gestion d'un moteur à combustion interne.
- [0062] La solution proposée par la présente divulgation permet d'améliorer la stabilité d'un moteur sans avoir à l'équiper d'éléments complémentaires. Les modifications à apporter sont simplement logicielles.
- [0063] La solution proposée n'appelle pas à augmenter la consommation de carburant. Elle permet une optimisation de la combustion et améliore le rendement du moteur à faible régime et/ou faible charge.
- [0064] Enfin, la stabilité du moteur à faible régime et/ou à faible charge ne se fait pas au détriment des performances du moteur.
- [0065] La présente divulgation ne se limite pas aux exemples de procédés et de systèmes décrits ci-dessus et aux variantes décrits ci-avant, seulement à titre d'exemples mais elle englobe toutes les variantes que pourra envisager l'homme de l'art dans le cadre de la protection recherchée.

Revendications

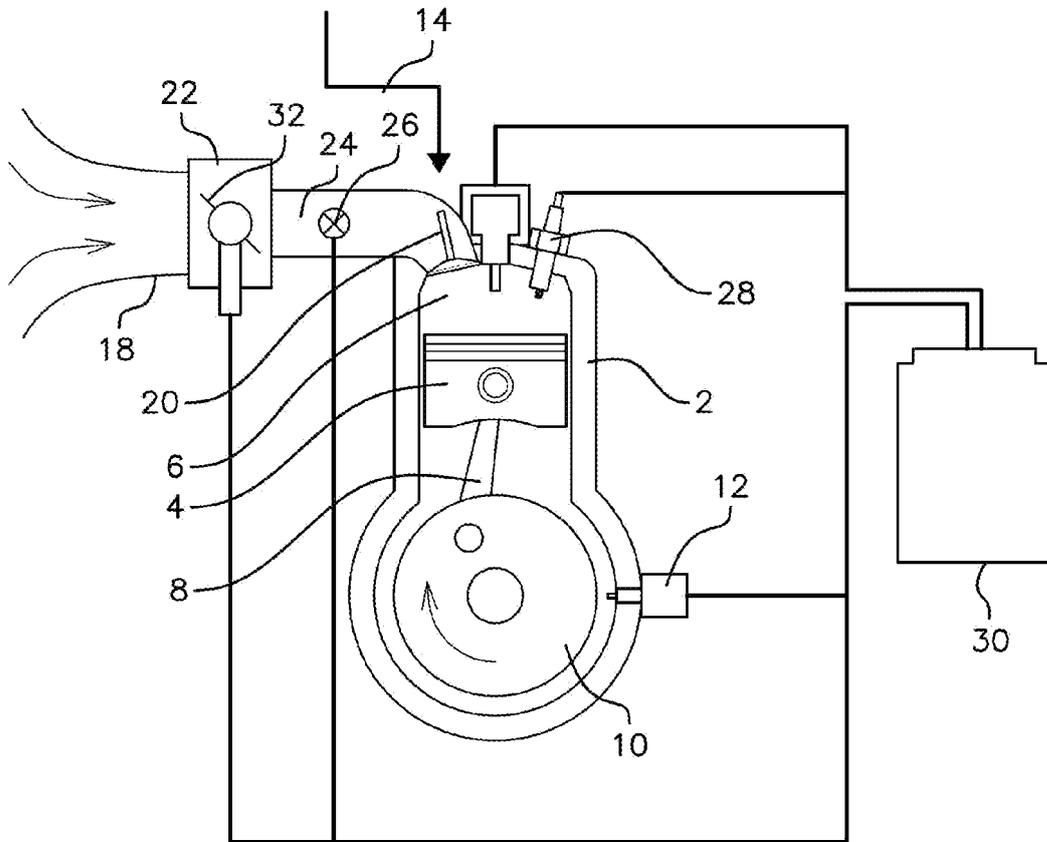
- [Revendication 1] Procédé de régulation de la combustion d'un moteur à combustion interne comportant, d'une part, une conduite d'alimentation (18) en air munie de moyens (22) permettant de réguler le flux d'air dans ladite conduite et, d'autre part, un unique cylindre (2) associé auxdits moyens (22) de régulation, caractérisé en ce que ledit procédé comporte les étapes suivantes :
- détermination du régime et/ou de la charge du moteur, et
 - lorsque le régime est en dessous d'une valeur prédéterminée et/ou la charge du moteur est en dessous d'une valeur prédéterminée, les moyens (22) permettant de réguler le flux d'air dans la conduite d'alimentation (18) sont commandés de telle sorte que le flux d'air est réduit au moins temporairement pendant qu'une soupape d'admission (20) permettant d'introduire de l'air dans le cylindre (2) correspondant à partir de ladite conduite d'alimentation (18) est ouverte.
- [Revendication 2] Procédé de régulation selon la revendication 1, caractérisé en ce que le flux d'air est réduit dans la conduite d'alimentation (18) pendant une période correspondant à au moins 180°CRK.
- [Revendication 3] Procédé de régulation selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens (22) permettant de réguler le flux d'air dans la conduite d'alimentation en air comportent une vanne papillon, la réduction du flux d'air est obtenue en faisant pivoter ladite vanne papillon sans fermer celle-ci.
- [Revendication 4] Procédé de régulation selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
- détermination du régime et de la charge moteur,
 - détermination d'une quantité de carburant à injecter et d'une masse d'air correspondante,
 - détermination d'une commande de position moyenne pour les moyens (22) de régulation du flux d'air dans la conduite d'alimentation permettant d'obtenir la masse d'air déterminée au cours d'un cycle moteur,
 - commande de position desdits moyens (22) de régulation pour limiter le flux d'air dans la conduite d'alimentation par rapport à la commande de position moyenne au moins temporairement pendant l'ouverture de la soupape d'admission (20), et
 - commande de position desdits moyens (22) de régulation lorsque le

flux d'air n'est pas limité pour que le flux d'air dans la conduite d'alimentation sur un cycle moteur permette de fournir la masse d'air déterminée.

- [Revendication 5] Procédé de régulation selon la revendication 4, caractérisé en ce que le flux d'air est limité dans la conduite d'alimentation (18) au moins pendant 180°CRK correspondant au passage par un point mort haut jusqu'au passage par le point mort bas suivant, une soupape d'admission (20) étant ouverte.
- [Revendication 6] Produit programme d'ordinateur, comprenant une série d'instructions de code pour la mise en œuvre d'un procédé de régulation de la combustion d'un moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 5, quand il est mis en œuvre par un ordinateur.
- [Revendication 7] Calculateur adapté pour la régulation de la combustion d'un moteur à combustion interne comportant, d'une part, une conduite d'alimentation (18) en air munie de moyens (22) permettant de réguler le flux d'air dans ladite conduite et, d'autre part, un unique cylindre (2) associé auxdits moyens (22) de régulation, caractérisé en ce que ledit calculateur est également adapté pour la mise en œuvre de chacune des étapes d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 5.
- [Revendication 8] Moteur à combustion interne comportant, d'une part, une conduite d'alimentation (18) en air munie de moyens (22) permettant de réguler le flux d'air dans ladite conduite et, d'autre part, un unique cylindre (2) associé auxdits moyens (22) de régulation, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un calculateur (30) selon la revendication 7.
- [Revendication 9] Moteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens (22) permettant de réguler le flux d'air dans la conduite d'alimentation comportent une vanne papillon motorisée.

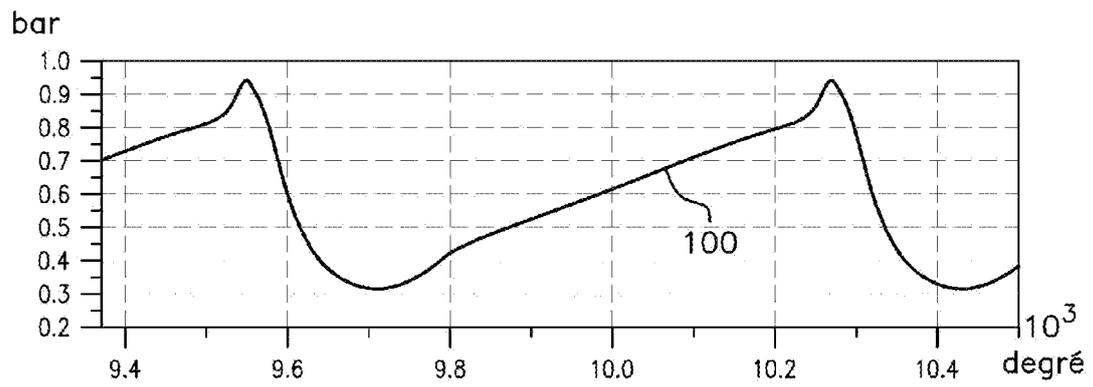
[Fig. 1]

Fig 1



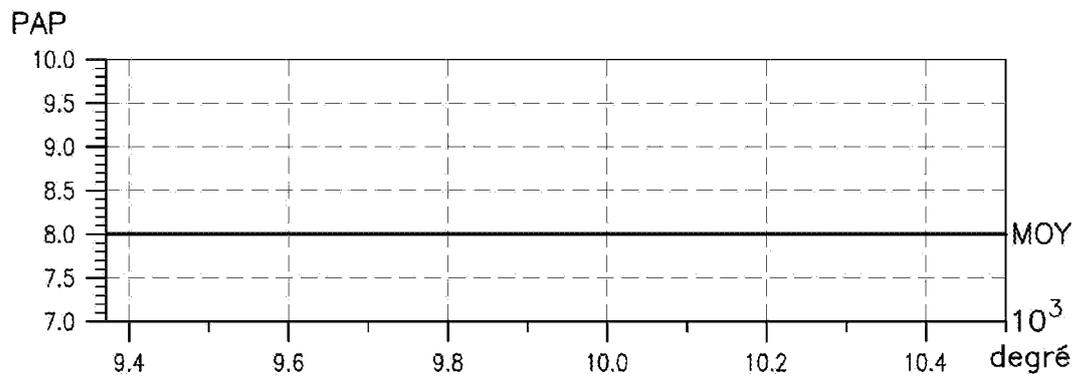
[Fig. 2]

Fig 2



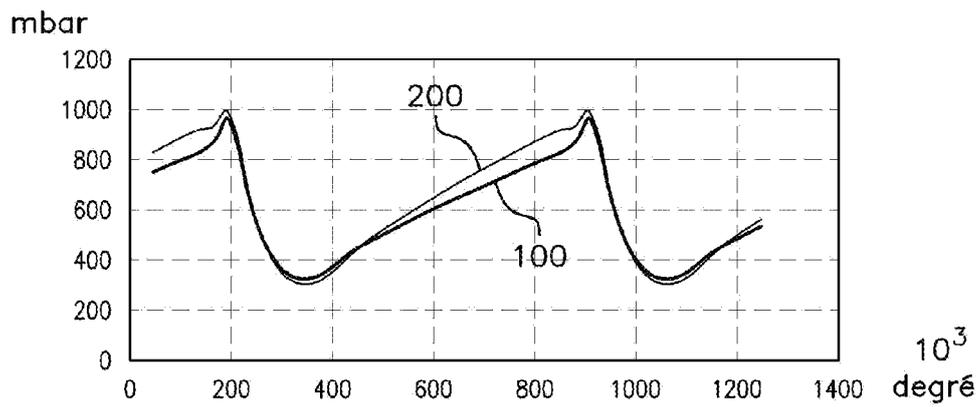
[Fig. 3]

Fig 3



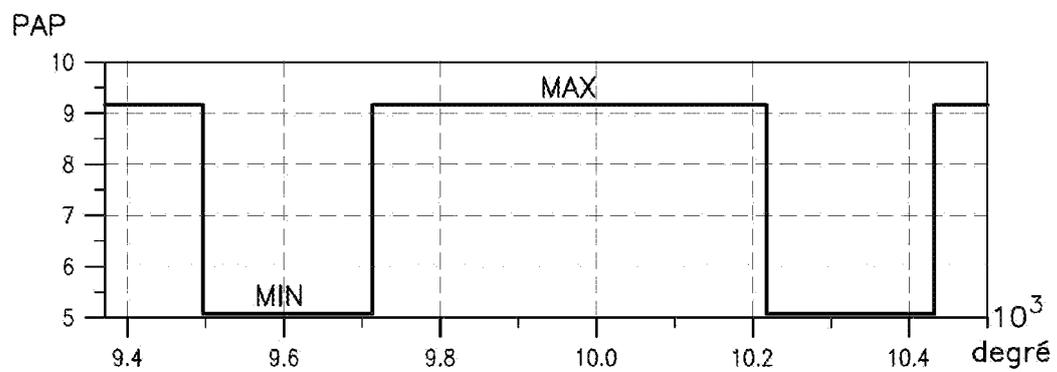
[Fig. 4]

Fig 4



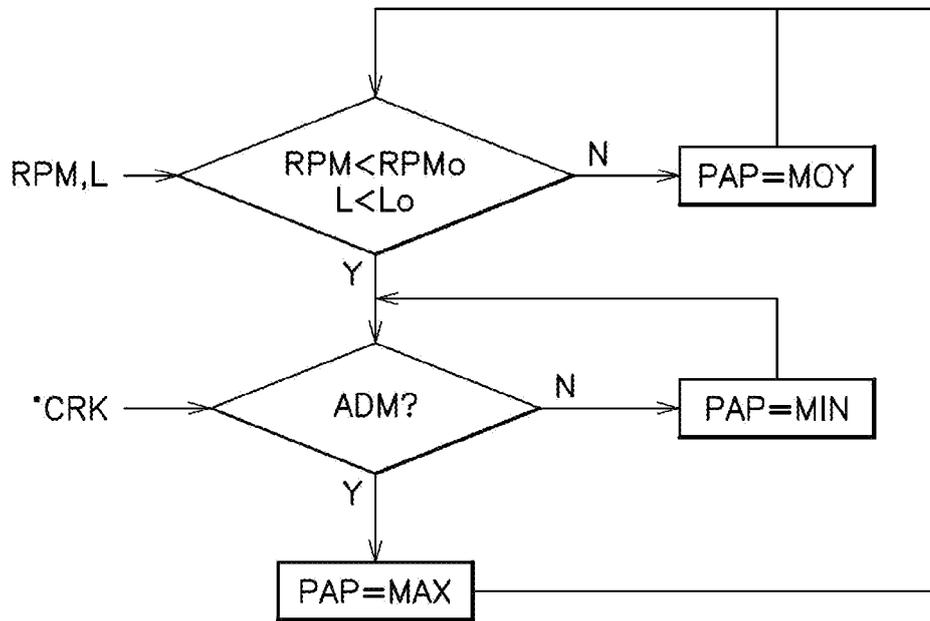
[Fig. 5]

Fig 5



[Fig. 6]

Fig 6



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche
N° d'enregistrement
nationalFA 886220
FR 2012098

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 10 2016 111505 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 12 janvier 2017 (2017-01-12) * abrégé * * figures 1-11 * * revendication 1 * * alinéa [0032] - alinéa [0055] * -----	1-9	F02B25/20 F02B53/04 F02D43/00 F02D41/04 F02D9/02
X	EP 2 639 431 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 18 septembre 2013 (2013-09-18) * abrégé * * figures 1-16 * * revendication 6 * * alinéa [0025] - alinéa [0050] * -----	1-9	
X	FR 3 089 562 A1 (RENAULT SAS [FR]; NISSAN MOTOR [JP]) 12 juin 2020 (2020-06-12) * abrégé * * figures 1-3 * * revendications 1-5 * * alinéa [0050] - alinéa [0063] * -----	1-9	
A	US 7 128 051 B2 (HITACHI LTD [JP]) 31 octobre 2006 (2006-10-31) * abrégé * * figures 1-25 * * revendications 1-5 * * colonne 2 - colonne 6 * -----	1-9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F02M F02B F02D
A	FUERHAPTER A ET AL: "HOMOGENE SELBSTZUENDUNG DIE PRAKTISCHE UMSETZUNG AM TRANSIENTEN VOLLMOTOR", MTZ - MOTORTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, SPRINGER, vol. 65, no. 2, 1 février 2004 (2004-02-01), pages 94-101, XP001198707, ISSN: 0024-8525 * page 94 - page 100 * -----	1-9	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
8 juin 2021		Juvenelle, Cyril	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2012098 FA 886220**

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 **08-06-2021**
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 102016111505 A1	12-01-2017	CN 106337746 A	18-01-2017
		DE 102016111505 A1	12-01-2017
		JP 6179563 B2	16-08-2017
		JP 2017020388 A	26-01-2017
		US 2017008527 A1	12-01-2017

EP 2639431 A1	18-09-2013	CN 102782288 A	14-11-2012
		EP 2639431 A1	18-09-2013
		JP 5418692 B2	19-02-2014
		JP W02012063314 A1	12-05-2014
		US 2012290197 A1	15-11-2012
WO 2012063314 A1	18-05-2012		

FR 3089562 A1	12-06-2020	AUCUN	

US 7128051 B2	31-10-2006	US 2002121266 A1	05-09-2002
		US 2005034706 A1	17-02-2005
		US 2006225698 A1	12-10-2006
