

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

①1 N° de publication : **3 140 908**

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

②1 N° d'enregistrement national : **22 10598**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 02 D 23/02 (2023.01), F 02 D 41/02**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 14.10.22.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de mise à la disposition du public de la
 demande : 19.04.24 Bulletin 24/16.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de
 recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
 présent fascicule*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux
 apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : **PSA AUTOMOBILES SA Société par
 actions simplifiée (SAS) — FR.**

⑦② Inventeur(s) : **FOUQUET FABIEN, CHASSAGNARD
 SYLVAIN et ACHIR ALI.**

⑦③ Titulaire(s) : **STELLANTIS AUTO SAS Société par
 actions simplifiée.**

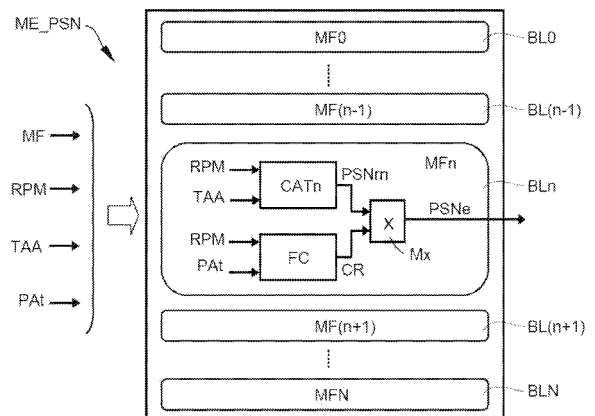
⑦④ Mandataire(s) :

⑤④ **PROCÉDÉ D'ESTIMATION DE LA PRESSION DE SURALIMENTATION NATURELLE DANS UN MOTEUR
 THERMIQUE ESSENCE ÉQUIPÉ D'UN TURBOCOMPRESSEUR DE TYPE À GÉOMETRIE VARIABLE.**

⑤⑦ Le procédé est du type dans lequel la pression de suralimentation naturelle est estimée au moyen d'un modèle d'es-

timisation (ME_PSN) alimenté par des informations représentatives d'une situation de vie courante du moteur thermique comprenant une information de régime moteur (RPM) et une information de pression atmosphérique (PA_t). Conformément à l'invention, les informations comprennent également un mode de fonctionnement (MF) du moteur thermique et une température d'air à l'admission (TAA), le mode de fonctionnement sélectionnant un bloc fonctionnel (BL_n) du modèle d'estimation correspondant à la situation de vie courante à laquelle est associé un calage de distribution déterminé du moteur thermique.

Figure 5



FR 3 140 908 - A1



Description

Titre de l'invention : PROCÉDÉ D'ESTIMATION DE LA PRESSION DE SURALIMENTATION NATURELLE DANS UN MOTEUR THERMIQUE ESSENCE ÉQUIPÉ D'UN TURBOCOM- PRESSEUR DE TYPE À GÉOMETRIE VARIABLE

- [0001] La présente invention concerne de manière générale la commande des moteurs thermiques suralimentés de type essence. Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un procédé d'estimation de la pression de suralimentation naturelle dans un moteur thermique essence équipé d'un turbocompresseur de type à géométrie variable.
- [0002] De manière générale, dans un véhicule automobile, le moteur thermique est piloté au moyen de lois de commande. Ces lois commandent les différents actionneurs du moteur thermique à partir notamment d'informations mesurées fournies par des capteurs et d'informations estimées fournies par des modèles d'estimation, ces informations représentant des paramètres et grandeurs physiques qui influencent le fonctionnement du moteur. La précision des informations de mesure et estimées est essentielle à un fonctionnement optimal de moteur thermique, pour répondre à des demandes de couple moteur et réduire les émissions polluantes.
- [0003] Dans le système d'alimentation en air du moteur thermique, la pression d'admission est la pression présente dans le répartiteur d'admission d'air qui va permettre de faire entrer l'air frais nécessaire à la combustion dans les cylindres du moteur. La pression d'admission détermine donc directement la charge en air du moteur pour un régime donné et un calage de distribution donné. Ainsi, afin d'obtenir une pression d'admission requise pour répondre à une demande de couple effectuée par le conducteur du véhicule, le calage de la distribution est adapté au régime moteur courant et les actionneurs du papillon des gaz et du turbocompresseur sont pilotés par des stratégies de régulation de la charge en air qui se basent sur une estimation d'une pression de suralimentation naturelle du moteur thermique.
- [0004] La pression de suralimentation naturelle est la pression présente dans le répartiteur d'admission d'air du moteur lorsque le système d'alimentation en air fonctionne en accord acoustique, dans un régime de résonance, avec le papillon des gaz complètement ouvert et le turbocompresseur non activé. Ce régime de résonance permet de bénéficier d'une suralimentation naturelle qui augmente le remplissage en air des cylindres du moteur, avec une pression d'admission qui est alors supérieure à la pression atmosphérique. La pression de suralimentation naturelle représente donc la performance maximale que peut atteindre le moteur thermique en termes de charge en air, et donc de couple moteur, en fonctionnement atmosphérique, pour un régime

moteur et un calage de distribution donnés.

- [0005] La pression de suralimentation naturelle est utilisée notamment pour l'estimation du remplissage en air des cylindres du moteur thermique, ainsi que pour la commande du papillon des gaz et du turbocompresseur.
- [0006] A la [Fig.1], il est montré un diagramme illustrant les zones de fonctionnement d'un moteur thermique essence turbocompressé, avec l'évolution de la charge en air CH qui est indiquée en fonction du régime moteur RPM, pour un calage de distribution donné. La pression de suralimentation naturelle est présente dans une zone de transition TAS entre une zone de fonctionnement dite atmosphérique ZAT et une zone de fonctionnement dite suralimentée ZSA.
- [0007] Ainsi, la pression de suralimentation naturelle permet de définir la zone atmosphérique ZAT dans laquelle le pilotage de la charge en air intervient via le papillon et la zone suralimentée ZSA dans laquelle le pilotage de la charge en air intervient via le turbocompresseur.
- [0008] La connaissance de la pression de suralimentation naturelle est nécessaire pour coordonner et gérer le fonctionnement des actionneurs du papillon des gaz et du turbocompresseur. Lorsque la demande de couple effectuée par le conducteur nécessite d'avoir une pression d'admission dans le répartiteur d'air inférieure à la pression de suralimentation naturelle, le pilotage de la charge en air s'effectue à l'aide du papillon des gaz seul et le moteur fonctionne alors dans sa zone atmosphérique ZAT, comme un moteur atmosphérique. Lorsque la demande de couple nécessite d'avoir une pression d'admission supérieure à la pression de suralimentation naturelle, le turbocompresseur est activé et le moteur fonctionne alors dans sa zone suralimentée ZSA. Plus l'estimation de la pression de suralimentation naturelle est précise, meilleure est le pilotage de la charge en air aux abords de la zone de transition TAS. Une estimation précise de la pression de suralimentation naturelle est donc importante pour un pilotage optimal d'un moteur thermique suralimenté.
- [0009] Dans l'état de la technique, il est connu d'estimer la pression de suralimentation naturelle du moteur thermique essence turbocompressé au moyen d'un modèle d'estimation basé typiquement sur une cartographie. En référence à la [Fig.2], un modèle d'estimation M_PSNr , sous la forme d'une cartographie, fournit une première estimation $PSNr$ de la pression de suralimentation naturelle en fonction du régime moteur RPM et du calage de la distribution CAL. Le modèle d'estimation M_PSNr est établi pour des conditions de référence et la pression de suralimentation naturelle estimée $PSNr$ est corrigée en fonction de l'altitude. La fonction de correction C_ALT reçoit en entrée une information de pression atmosphérique PAT et délivre en sortie un coefficient de correction altimétrique COR. Le coefficient de correction altimétrique COR est appliqué à la pression de suralimentation naturelle estimée $PSNr$ afin

d'obtenir une pression de suralimentation naturelle courante $PSNc = COR \times PSNr$.

- [0010] Le modèle d'estimation décrit ci-dessus est un modèle empirique qui été conçu à l'origine pour les moteurs thermiques essence équipés d'un turbocompresseur à turbine à géométrie fixe, dit aussi turbocompresseur « TGF » par la suite. Des essais de roulage de véhicule en conditions froides (température extérieure inférieure à -10°C) réalisés par l'entité inventive ont fait apparaître que le modèle d'estimation susmentionné de la technique antérieure manque de précision pour les moteurs thermiques essence suralimentés de nouvelle génération, équipés d'un turbocompresseur à turbine à géométrie variable, dit aussi turbocompresseur « TGV » par la suite.
- [0011] A titre illustratif et relativement à l'inconvénient indiqué ci-dessus, il est montré à la [Fig.3] des premiers et deuxièmes relevés, A et B, d'un roulage effectué en conditions froides, avec une température extérieure de -16°C , d'un véhicule équipé d'un moteur thermique essence ayant un turbocompresseur « TGV », qui est piloté en faisant appel au modèle d'estimation de la pression de suralimentation naturelle selon la technique antérieure. Les premiers relevés A, montrés en haut de la [Fig.3], sont des relevés de mesure des évolutions dans le temps (t) de la pression de suralimentation naturelle estimée $PSNc$ donnée par le modèle d'estimation de la technique antérieure, la pression d'admission PAA et la pression d'air PPA en amont du papillon des gaz, avec la pression (P) indiquée en millibar (noté « mb ») et le temps indiqué en seconde (s). Les deuxièmes relevés B, montrés en bas de la [Fig.3], sont des relevés de mesure des évolutions dans le temps (t) de la position PP de l'actionneur du papillon des gaz et de la position PT de l'actionneur de la turbine à géométrie variable du turbocompresseur « TGV », avec la position d'actionneur (PA) indiquée en pourcent (%) de la dynamique totale d'actionnement et le temps indiqué en seconde (s).
- [0012] La zone ZG montré à la [Fig.3] correspond à une plage de fonctionnement du moteur thermique dans laquelle le turbocompresseur « TGV » est inactif, avec la turbine ouverte (position PT) et le papillon des gaz (position PP) ouvert. Dans cette zone de fonctionnement ZG, la pression d'air PPA en amont du papillon des gaz est sensiblement égale à la pression de suralimentation naturelle réelle. Comme visible à la [Fig.3], il apparait dans cette zone ZG une erreur d'estimation EE1 entre la pression de suralimentation naturelle estimée $PSNc$ et la pression de suralimentation naturelle réelle (représentée par PPA) qui est de l'ordre de 500 mb.
- [0013] Le manque de précision susmentionnée de l'estimation de la pression de suralimentation naturelle résulte notamment en une mauvaise estimation du remplissage en air des cylindres du moteur thermique et une mauvaise gestion des actionneurs du pavillon des gaz et du turbocompresseur qui permettent la régulation de la pression d'admission. La gestion du couple moteur peut être affectée négativement par un suivi défectueux du remplissage en air.

- [0014] Il est souhaitable de proposer un procédé perfectionné ne présentant pas les inconvénients susmentionnés de la technique antérieure, pour une estimation plus fine de la pression de suralimentation naturelle dans un moteur thermique essence équipé d'un turbocompresseur de type à géométrie variable, et autorisant une simplification des essais de calibration et une réduction de la durée de réalisation de ceux-ci.
- [0015] Selon un premier aspect, l'invention concerne un procédé mis en œuvre par ordinateur pour estimer la pression de suralimentation naturelle d'un moteur thermique essence équipé d'un turbocompresseur à turbine à géométrie variable, le procédé étant du type dans lequel la pression de suralimentation naturelle est estimée au moyen d'un modèle d'estimation alimenté par des informations représentatives d'une situation de vie courante du moteur thermique comprenant une information de régime moteur et une information de pression atmosphérique. Conformément à l'invention, lesdites informations comprennent également une information de mode de fonctionnement du moteur thermique et une information de température d'air à l'admission, l'information de mode de fonctionnement sélectionnant un bloc fonctionnel du modèle d'estimation correspondant à la situation de vie courante à laquelle est associé un calage de distribution déterminé du moteur thermique.
- [0016] Pour les moteurs thermiques munis de turbocompresseurs à turbine à géométrie variable, la pression de suralimentation naturelle est beaucoup plus élevée qu'avec un turbocompresseur à turbine à géométrie fixe. L'évolution de la pression de suralimentation naturelle est aussi plus importante vis-à-vis des conditions extérieures, non seulement de la pression atmosphérique, mais aussi de la température ambiante. En effet, pour une température ambiante faible, la densité de l'air étant plus importante à une puissance donnée de turbocompresseur, la pression en sortie du turbocompresseur sera plus élevée que pour une température ambiante standard de 25°C. De même, si la température en amont de la turbine du turbocompresseur est plus importante, pour une position donnée de la turbine, la puissance délivrée par la turbine augmente et la pression de suralimentation augmente donc également. Ces phénomènes sont moins sensibles avec un turbocompresseur à turbine à géométrie fixe car la perméabilité de sa turbine est supérieure à celle de la turbine à géométrie variable, ce qui entraîne une sensibilité moindre de la pression de suralimentation naturelle vis-à-vis des conditions extérieures. C'est la raison pour laquelle l'invention prend en compte la température de l'air à l'admission pour l'estimation de la pression de suralimentation naturelle, de façon à tenir compte de cette sensibilité accrue aux conditions extérieures due à la turbine à géométrie variable.
- [0017] Selon une caractéristique particulière, l'information de température d'air à l'admission représente la température de l'air à une entrée d'air de la turbine à géométrie variable.

- [0018] Selon une autre caractéristique particulière, l'information de température d'air à l'admission est délivrée par un capteur de température placé à l'entrée d'air de la turbine à géométrie variable.
- [0019] En plaçant le capteur de température à l'entrée de la turbine à géométrie variable, l'invention permet une mesure de la température de l'air entrant au plus près de celle-ci, ce qui permet la prise en compte d'une condition aux bornes de la turbine, en l'occurrence la température, ayant un fort impact sur la précision du modèle d'estimation de la pression de suralimentation naturelle.
- [0020] Selon encore une autre caractéristique particulière, le bloc fonctionnel sélectionné du modèle d'estimation comprend une évaluation de la pression de suralimentation naturelle à une altitude de référence en fonction de l'information de régime moteur et de l'information de température d'air à l'admission et une correction altimétrique ultérieure de l'évaluation en fonction de l'information de régime moteur et de l'information de pression atmosphérique.
- [0021] Selon encore une autre caractéristique particulière, le modèle d'évaluation est basé sur une cartographie, la cartographie comprenant une pluralité de sections correspondant à une pluralité de blocs fonctionnels du modèle d'estimation associés à différentes situations de vie du moteur thermique.
- [0022] L'invention concerne aussi un calculateur comportant une mémoire dans laquelle sont stockées des instructions de programme pour la mise en œuvre du procédé décrit brièvement ci-dessus. Selon une forme de réalisation particulière, le calculateur est un calculateur de contrôle moteur d'un véhicule.
- [0023] L'invention concerne aussi un véhicule comprenant un calculateur comme indiqué ci-dessus.
- [0024] D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée ci-dessous d'une forme de réalisation particulière de l'invention, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :
- [0025] [Fig.1] est un diagramme illustrant les zones de fonctionnement d'un moteur thermique essence turbocompressé.
- [0026] [Fig.2] est un bloc-diagramme simplifié montrant la solution de l'état de la technique pour estimer la pression de suralimentation naturelle d'un moteur thermique essence turbocompressé.
- [0027] [Fig.3] montre des relevés de roulage de véhicule, dans des conditions froides, des pressions dans la boucle d'admission d'air d'un moteur thermique essence équipé d'un turbocompresseur de type à géométrie variable.
- [0028] [Fig.4] est un bloc-diagramme de principe relatif à la mise en œuvre du procédé selon l'invention dans un moteur thermique essence équipé d'un turbocompresseur de type à géométrie variable.

- [0029] [Fig.5] montre schématiquement le traitement effectué dans le procédé de l'invention pour estimer la pression de suralimentation naturelle dans un moteur thermique essence équipé d'un turbocompresseur de type à géométrie variable.
- [0030] [Fig.6] illustre une méthode pour déterminer la pression de suralimentation naturelle lors de la calibration du modèle d'estimation de celle-ci dans un moteur thermique essence équipé d'un turbocompresseur de type à géométrie variable.
- [0031] [Fig.7] montre des relevés de roulage montrant l'amélioration de la précision apportée par le procédé selon l'invention pour l'estimation de la pression de suralimentation naturelle, comparativement au procédé de la technique antérieure.
- [0032] En référence à la [Fig.4], dans la forme de réalisation particulière décrite ici, le procédé selon l'invention est mis en œuvre dans un calculateur de commande CCM d'un véhicule, tel qu'un calculateur de contrôle moteur, ayant à charge la commande d'un moteur thermique MT du véhicule. Le moteur thermique MT est un moteur essence suralimenté équipé d'un turbocompresseur de type à géométrie variable TC_GV.
- [0033] Un système logiciel embarqué SLE est contenu dans une mémoire MEM du calculateur CCM et a pour fonction la commande générale du moteur thermique MT. Les communications de données pour la commande du moteur thermique MT, entre le système logiciel embarqué SLE et différents actionneurs et capteurs du moteur thermique MT, sont réalisées typiquement à travers un réseau de communication de données du véhicule, par exemple un bus de type CAN (non représenté).
- [0034] Le système logiciel embarqué SLE comprend notamment un module logiciel MOD_SAA chargé de la mise en œuvre de la stratégie de pilotage SAA de la boucle d'admission d'air.
- [0035] Le module logiciel MOD_SAA inclut notamment un sous-module d'estimation ME_PSN, typiquement sous la forme d'une cartographie, et un sous-module logiciel MR_RA.
- [0036] Le sous-module ME_PSN est chargé de fournir une estimation PSNe de la pression de suralimentation naturelle par la mise en œuvre du procédé selon l'invention. Le sous-module ME_PSN met en œuvre le procédé selon l'invention par l'exécution d'instructions de code de programme par un processeur (non représenté) du calculateur CCM.
- [0037] Le sous-module logiciel MR_RA est chargé de la régulation du remplissage en air des cylindres du moteur thermique MT et comprend notamment un bloc fonctionnel ME_RA de modèle d'estimation du remplissage en air et un bloc fonctionnel CDA de commande d'actionneurs. Le bloc de commande d'actionneurs CDA comporte une fonction CPP de commande de la position du papillon des gaz et une fonction CPT de commande de la position de la turbine à géométrie variable (non représentée) du turbo-

- compresseur TC_GV. Les fonctions CPP et CPT délivrent des commandes de position PP et PT pour le papillon des gaz et la turbine à géométrie variable, respectivement.
- [0038] Comme visible à la [Fig.4], le sous-module d'estimation ME_PSN reçoit en entrée une information de mode de fonctionnement MF, une information de régime moteur RPM, une information de pression atmosphérique PAt et une information de température d'air à l'admission TAA et délivre en sortie la pression de suralimentation naturelle estimée PSNe.
- [0039] L'information de mode de fonctionnement MF est fournie au sous-module d'estimation ME_PSN par une stratégie de pilotage du moteur implantée dans le calculateur de contrôle moteur CCM. Cette stratégie de pilotage gère une pluralité de modes de fonctionnement, MF0,... MFn,... MFN, qui correspondent à différents réglages du moteur thermique MT, en particulier le calage de la distribution, adaptés pour répondre aux demandes du conducteur et aux diverses situations de vie du moteur. L'information de régime moteur RPM est disponible dans le calculateur de contrôle moteur CCM et est fournie au sous-module d'estimation ME_PSN. L'information de pression atmosphérique PAt est fournie au sous-module d'estimation ME_PSN typiquement par un capteur de pression atmosphérique CPA disponible pour la gestion du moteur thermique MT. L'information de température d'air à l'admission TAA est fournie au sous-module d'estimation ME_PSN par un capteur de température CT localisé au niveau de l'entrée d'air du turbocompresseur TC_GV. Le sous-module d'estimation ME_PSN attribue, en fonction des entrées MF, RPM, PAt et TAA, une valeur à la pression de suralimentation naturelle estimée PSNe qui est déduite à partir des informations enregistrées dans sa cartographie.
- [0040] La pression de suralimentation naturelle estimée PSNe délivrée par le sous-module d'estimation ME_PSN est exploitée par le sous-module d'estimation ME_RA pour établir une estimation du remplissage en air des cylindres du moteur thermique MT.
- [0041] La pression de suralimentation naturelle estimée PSNe est exploitée également par les fonctions CPP et CPT du bloc de commande d'actionneurs CDA pour établir la commande de position du papillon des gaz et la commande de position de la turbine à géométrie variable du turbocompresseur TC_GV.
- [0042] Comme représenté schématiquement à la [Fig.4], le moteur thermique MT comporte une boucle d'admission d'air ayant essentiellement un filtre à air FA, un débitmètre d'air DEB, un boîtier de papillon des gaz PD, le turbocompresseur TC_GV, une sonde Lambda SL, des capteurs de pression MAP et APP mesurant respectivement la pression d'admission PAA et la pression d'air PPA en amont du papillon des gaz, et des circuits de recirculation des gaz d'échappement de type « haute pression » avec une vanne EGR_HP et de type « basse pression » avec une vanne EGR_BP. Des échangeurs thermiques ET1 et ET2 sont prévus pour le refroidissement respectivement

du flux d'air comprimé en sortie du turbocompresseur TC_GV et du flux de gaz d'échappement en sortie de la vanne EGR_BP.

- [0043] Le filtre à air FA assure le filtrage d'un flux d'air frais entrant AIR. Le débitmètre d'air DEB fournit la mesure du débit du flux d'air frais entrant AIR dont la température susmentionnée TAA est mesurée par le capteur CT au plus près de l'entrée d'air du turbocompresseur TC_GV. Le turbocompresseur TC_GV assure une montée en pression réglable du flux d'air frais entrant AIR pour la suralimentation en air. Le réglage de la géométrie variable de la turbine d'air du turbocompresseur TC_GV est piloté par la commande de position PT susmentionnée. Le refroidissement du flux d'air comprimé par l'échangeur thermique ET1 autorise un meilleur remplissage en air des cylindres du moteur thermique MT. Le boîtier de papillon des gaz PD reçoit la commande de position PP susmentionnée pour doser la quantité d'air frais admis dans les cylindres du moteur thermique MT.
- [0044] En référence plus particulièrement à la [Fig.5], il est maintenant décrit plus en détail l'architecture et le fonctionnement du sous-module d'estimation ME_PSN chargé d'établir la pression de suralimentation naturelle estimée PSNe.
- [0045] De manière générale, conformément au procédé de l'invention, il est considéré en premier lieu le mode de fonctionnement courant du moteur thermique qui impose un réglage adéquat du calage de la distribution pour une demande de régime moteur et de charge donnée. Cela permet de prendre compte indirectement, de manière comportementale, les conditions aux bornes de la turbine à géométrie variable du turbocompresseur. De plus, le procédé de l'invention considère également la température d'air à l'admission pour améliorer la prise compte des conditions extérieures de température et des effets thermiques concomitants en entrée du turbocompresseur.
- [0046] Comme visible à la [Fig.5], le sous-module d'estimation ME_PSN est organisé en N blocs fonctionnels BL0 à BLN correspondant respectivement aux N modes de fonctionnement MF0 à MFN susmentionnés du moteur thermique MT. L'information de mode de fonctionnement MF sélectionne le bloc fonctionnel chargé de l'estimation, ici le bloc BLn à titre illustratif. Le bloc BLn comprend une fonction d'estimation CATn, une fonction de correction altimétrique FC et un multiplicateur Mx.
- [0047] La fonction CATn est une section dédiée au bloc BLn d'une cartographie d'estimation pour une altitude de référence déterminée. La fonction CATn délivre une pression de suralimentation naturelle estimée PSNrn, pour l'altitude de référence susmentionnée, qui correspond aux informations entrantes RPM et TAA. La fonction de correction altimétrique FC reçoit les informations entrantes RPM et PA_t et délivre en sortie un coefficient de correction altimétrique CR. Le coefficient de correction altimétrique CR est appliqué à la pression de suralimentation naturelle estimée PSNrn afin d'obtenir la pression de suralimentation naturelle estimée courante PSNe = CR x

PSN_{rn} qui correspond aux informations entrantes MF, RPM, TAA et PAt.

- [0048] Dans la présente invention, la cartographie du modèle d'estimation de la pression de suralimentation naturelle est réalisée à l'aide d'une gamme d'essais type dans les différentes conditions de régime moteur, de mode de fonctionnement et de température extérieure pour une altitude de référence.
- [0049] La [Fig.6] illustre la détermination de la pression de suralimentation naturelle PSN lors de ces essais pour un mode de fonctionnement MF donné, à un régime moteur RPM et des conditions extérieures de température TAA et de pression atmosphérique PAt imposées. La pression de suralimentation naturelle PSN est obtenue dans le répartiteur d'admission d'air lorsque le papillon des gaz est pleinement ouvert et que la turbine à géométrie variable l'est aussi (turbocompresseur inactif). A la [Fig.6], la pression de suralimentation naturelle PSN correspond au premier point P_PSN pour lequel la pression d'admission PAA et la pression d'air PPA en amont du papillon des gaz sont égales, en ayant alors $PSN = PAA = PPA$.
- [0050] A titre comparatif et afin de faire apparaître clairement l'amélioration en termes de précision apportée par le procédé d'estimation selon l'invention, les relevés de roulage A de la [Fig.3] relatifs à la technique antérieure ont été repris à la [Fig.7] en y superposant la courbe obtenue avec le procédé de l'invention de la pression de suralimentation naturelle estimée PSN_e dans les mêmes conditions de roulage, à savoir une température extérieure de -16°C, et le même véhicule équipé d'un moteur thermique essence avec un turbocompresseur de type à géométrie variable. Comme visible à la [Fig.7], dans la zone ZG, l'erreur d'estimation EE2 entre la pression PSN_e de suralimentation naturelle estimée conformément l'invention et la pression de suralimentation naturelle réelle (représentée par PPA) est de l'ordre de 100 mb au point considéré, alors que celle EE1 entre la pression PSN_c de suralimentation naturelle estimée conformément à la technique antérieure et la pression de suralimentation naturelle réelle (représentée par PPA) est de l'ordre de 500 mb.
- [0051] Le procédé selon l'invention permet d'obtenir une pression de suralimentation naturelle estimée beaucoup plus proche de la pression réelle, quel que soit le point de fonctionnement du moteur thermique et les conditions extérieures de pression atmosphérique et de température. Le procédé selon l'invention prend avantageusement en compte la température extérieure via la température d'air à l'admission. Il permet également une meilleure prise en compte du point de fonctionnement du moteur en termes de calage de distribution en s'adaptant au mode de fonctionnement courant du moteur thermique. Le calage de la distribution, à l'admission et à l'échappement, en fonction de la demande du conducteur en termes de régime moteur et de couple, est avantageusement pris en compte via le mode de fonctionnement courant du moteur thermique.

- [0052] Le procédé selon l'invention permet une meilleure performance de la stratégie d'estimation de la pression de suralimentation naturelle. Il en résulte un meilleur pilotage du remplissage en air du moteur thermique et donc une meilleure prestation de conduite pour le conducteur.
- [0053] Par ailleurs, le procédé selon l'invention offre un autre avantage appréciable qui est que le modèle d'estimation est plus simple à calibrer que celui de la technique antérieure, ce qui procure un gain de temps et d'efficacité pour la mise au point.
- [0054] Bien que le procédé selon l'invention soit conçu pour les applications avec turbocompresseur à turbine à géométrie variable, il peut être utilisé également sans inconvénient pour les applications avec turbocompresseur à turbine à géométrie fixe, ce qui facilite la standardisation.
- [0055] Le procédé selon l'invention est bien adapté pour répondre aux besoins du pilotage du moteur thermique essence de nouvelle génération adoptant le cycle de combustion de Miller couplé à un turbocompresseur avec turbine à géométrie variable. Cette solution de motorisation thermique essence se généralise dans le but de réduire les émissions polluantes dans le cadre des réglementations dite « Euro7 » pour l'Europe, « Sulev30 » pour les Etats-Unis d'Amérique et « China7 » pour la Chine.
- [0056] L'invention ne se limite pas à la forme de réalisation particulière qui a été décrite ici à titre d'exemple. L'homme du métier, selon les applications de l'invention, pourra apporter différentes modifications et variantes entrant dans le champ de protection de l'invention.

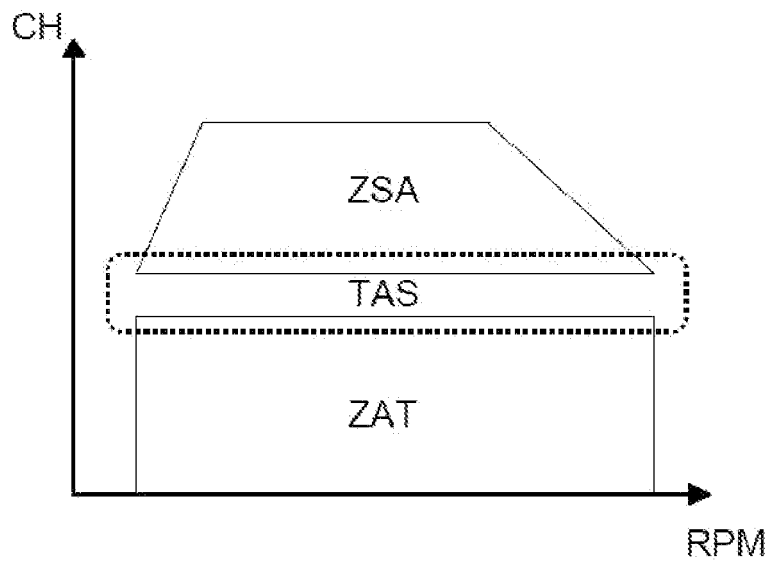
Revendications

- [Revendication 1] Procédé mis en œuvre par ordinateur pour estimer la pression de suralimentation naturelle (PSNe) d'un moteur thermique essence équipé d'un turbocompresseur à turbine à géométrie variable (MT, TC_GV), ledit procédé étant du type dans lequel ladite pression de suralimentation naturelle est estimée au moyen d'un modèle d'estimation (ME_PSN) alimenté par des informations représentatives d'une situation de vie courante dudit moteur thermique comprenant une information de régime moteur (RPM) et une information de pression atmosphérique (PA_t), caractérisé en ce que lesdites informations comprennent également une information de mode de fonctionnement (MF) dudit moteur thermique (MT) et une information de température d'air à l'admission (TAA), ladite information de mode de fonctionnement (MF) sélectionnant un bloc fonctionnel (BL_n) dudit modèle d'estimation (ME_PSN) correspondant à ladite situation de vie courante à laquelle est associé un calage de distribution déterminé dudit moteur thermique (MT).
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite information de température d'air à l'admission (TAA) représente la température de l'air à une entrée d'air de ladite turbine à géométrie variable (TC_GV).
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite information de température d'air à l'admission (TAA) est délivrée par un capteur de température (CT) placé à ladite entrée d'air de ladite turbine à géométrie variable (TC_GV).
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit bloc fonctionnel sélectionné (BL_n) dudit modèle d'estimation (ME_PSN) comprend une évaluation (CAT_n, PSN_m) de ladite pression de suralimentation naturelle à une altitude de référence en fonction de ladite information de régime moteur (RPM) et de ladite information de température d'air à l'admission (TAA) et une correction altimétrique ultérieure (FC) de ladite évaluation en fonction de ladite information de régime moteur (RPM) et de ladite information de pression atmosphérique (PA_t).
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit modèle d'évaluation (ME_PSN) est basé sur une cartographie, ladite cartographie comprenant une pluralité de sections (CAT_n) correspondant à une pluralité de dits blocs fonctionnels (BL_n)

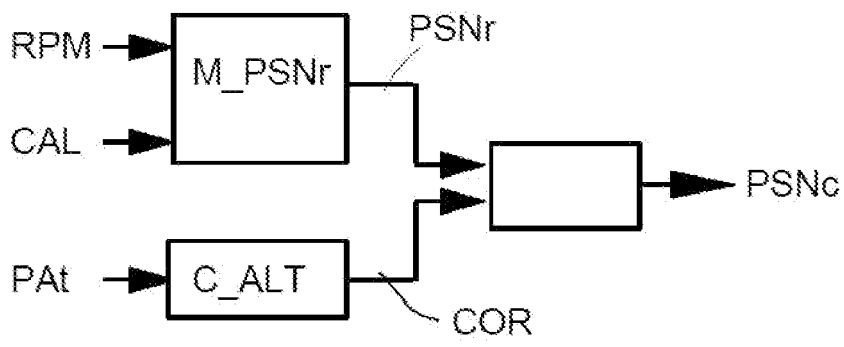
dudit modèle d'estimation (ME_PSN) associés à différentes dites situations de vie dudit moteur thermique (MT).

- [Revendication 6] Calculateur (CCM) comportant une mémoire (MEM) stockant des instructions de programme (MOD_SAA, ME_PSN) pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.
- [Revendication 7] Calculateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit calculateur est un calculateur de contrôle moteur (CCM) d'un véhicule.
- [Revendication 8] Véhicule comprenant un calculateur (CCM) selon la revendication 6 ou 7.

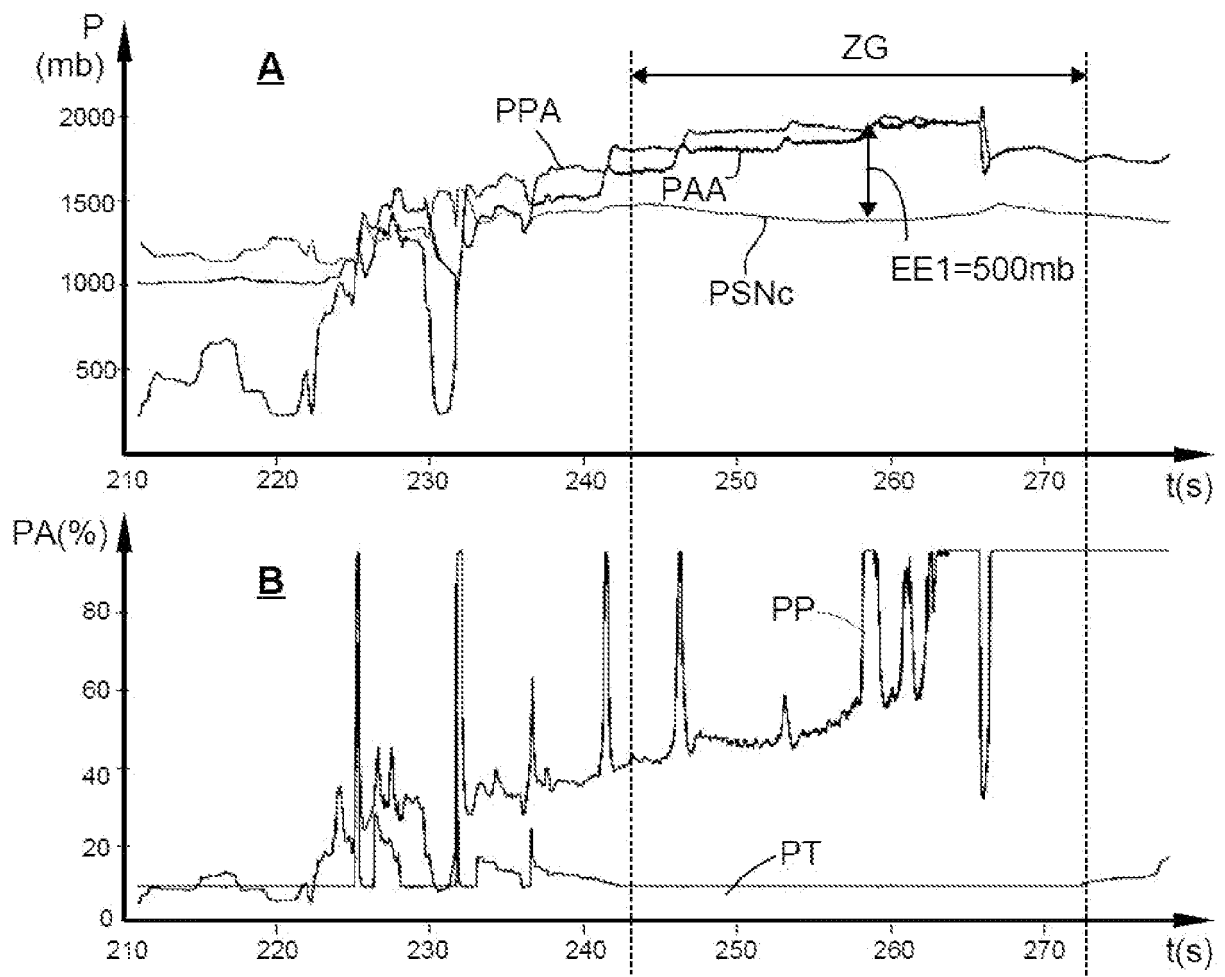
[Fig. 1]



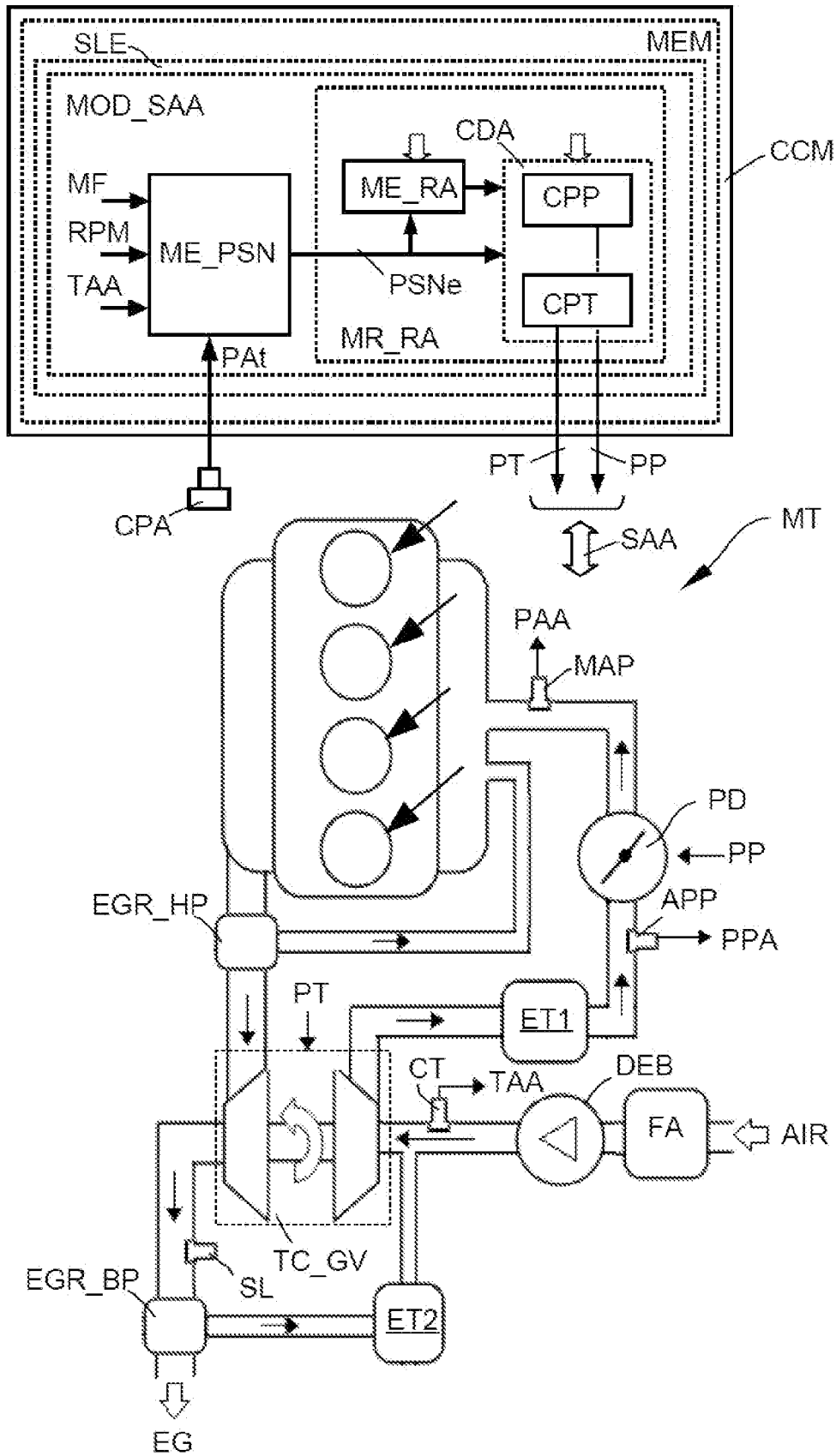
[Fig. 2]



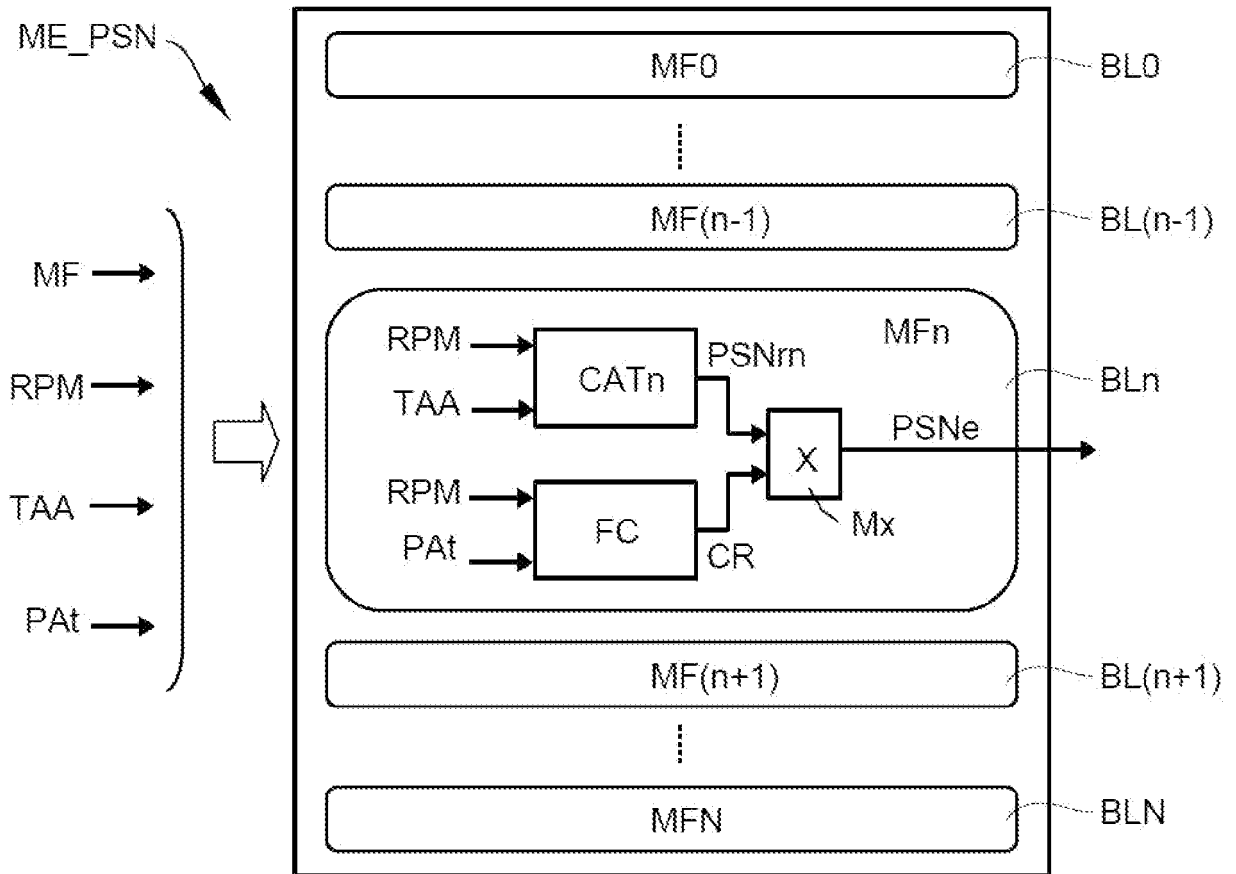
[Fig. 3]



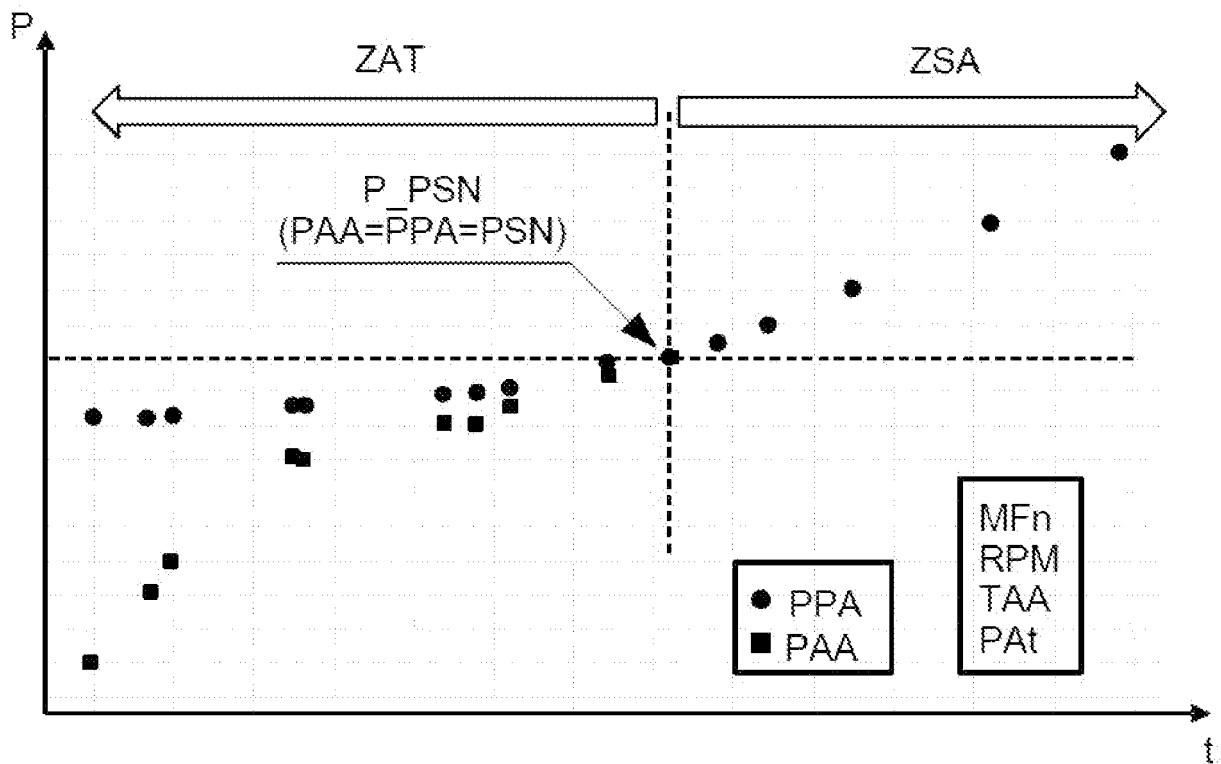
[Fig. 4]



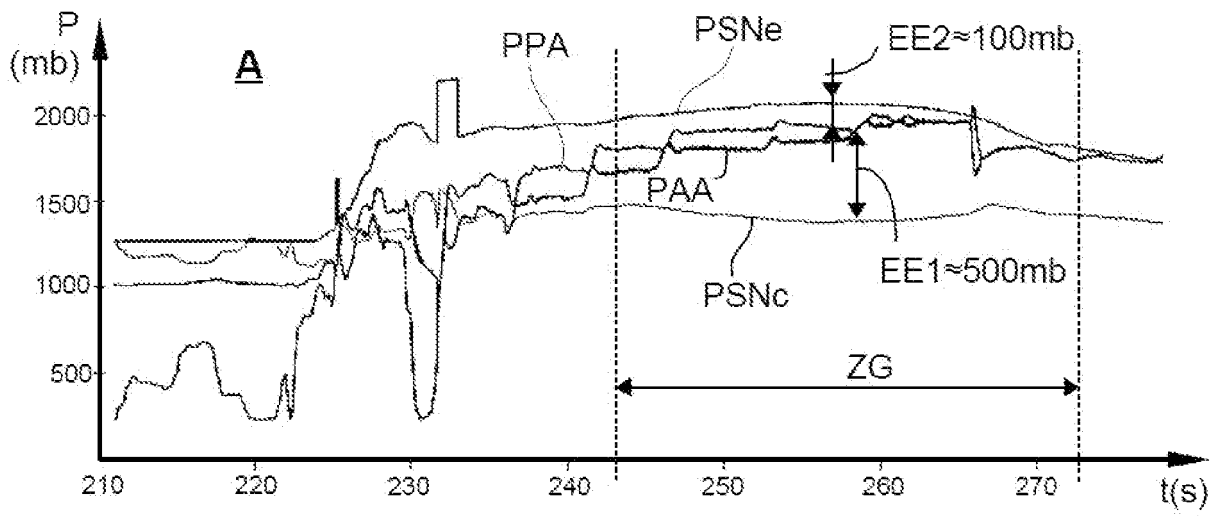
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 912122
FR 2210598

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	US 10 900 426 B2 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD [JP]) 26 janvier 2021 (2021-01-26) * colonne 7, ligne 50 - colonne 8, ligne 4 * * colonne 8, lignes 34-39; revendications 1-17; figures 1-17 * * colonne 9, lignes 37-60 * -----	1-8	F02D23/02 F02D41/02
A	US 2013/245916 A1 (KURASHIMA YOSHIKUNI [JP]) 19 septembre 2013 (2013-09-19) * revendications 1-4; figures 1-10 * -----	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F02D F02B
A	FR 3 017 902 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 28 août 2015 (2015-08-28) * revendications 1-3; figure 1 * -----	1-8	
A	WO 01/48363 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; ENGEL GERHARD [DE] ET AL.) 5 juillet 2001 (2001-07-05) * page 9, alinéa 3; revendications 1-5; figures 1,2 * -----	1-8	
A	EP 3 103 991 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 14 décembre 2016 (2016-12-14) * revendication 1; figure 1 * -----	1-8	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 mai 2023		Boye, Michael	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
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		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	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2210598 FA 912122**

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 **04-05-2023**
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
US 10900426	B2	26-01-2021	DE 112017000237 T5	04-10-2018
			JP 6545290 B2	17-07-2019
			JP WO2017130675 A1	30-08-2018
			US 2020109673 A1	09-04-2020
			WO 2017130675 A1	03-08-2017

US 2013245916	A1	19-09-2013	CN 103306842 A	18-09-2013
			DE 102013204558 A1	19-09-2013
			JP 2013189964 A	26-09-2013
			US 2013245916 A1	19-09-2013

FR 3017902	A1	28-08-2015	CN 106030078 A	12-10-2016
			FR 3017902 A1	28-08-2015
			US 2017122231 A1	04-05-2017
			WO 2015128069 A1	03-09-2015

WO 0148363	A1	05-07-2001	DE 19963358 A1	12-07-2001
			EP 1247016 A1	09-10-2002
			ES 2240169 T3	16-10-2005
			JP 4646178 B2	09-03-2011
			JP 2003518581 A	10-06-2003
			US 6715287 B1	06-04-2004
			WO 0148363 A1	05-07-2001

EP 3103991	A1	14-12-2016	CN 106246393 A	21-12-2016
			EP 3103991 A1	14-12-2016
			JP 6264326 B2	24-01-2018
			JP 2017002788 A	05-01-2017
			US 2016363043 A1	15-12-2016
