

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

①① N° de publication : **3 147 326**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②① N° d'enregistrement national : **23 03025**
⑤① Int Cl⁸ : **F 02 D 41/02 (2023.01), F 02 D 23/02**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ STRATEGIE DE COORDINATION DE LA REGULATION DE CHARGE EN AIR D'UN MOTEUR
A COMBUSTION INTERNE ESSENCE TURBOCOMPRESSE.

②② Date de dépôt : 29.03.23.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 04.10.24 Bulletin 24/40.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 14.02.25 Bulletin 25/07.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ 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) : *ACHIR ALI, CHASSAGNARD
SYLVAIN, RAILLON KEVIN et FOUQUET FABIEN.*

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

⑦④ Mandataire(s) :

FR 3 147 326 - B1



Description

Titre de l'invention : STRATEGIE DE COORDINATION DE LA REGULATION DE CHARGE EN AIR D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE ESSENCE TURBOCOMPRESSE

- [0001] L'invention porte sur un procédé de coordination de la régulation de charge en air d'un moteur à combustion interne à essence, turbocompressé par l'action d'une turbine entraînée par le flux gazeux dans une ligne d'échappement et laquelle turbine entraîne un turbocompresseur alimenté en air par un circuit d'entrée d'air et alimentant un circuit d'air de suralimentation, directement ou au travers d'un refroidisseur d'air, jusqu'à un papillon motorisé délivrant l'air à un circuit répartiteur d'air alimentant directement ledit moteur, selon lequel on régule la charge du moteur, laquelle est variable entre le niveau de charge le plus bas dans une zone atmosphérique correspondant au turbocompresseur plein ouvert et où le papillon est régulé, et le niveau de charge le plus haut dans une zone suralimentée correspondant au papillon plein ouvert et où le turbocompresseur est régulé, en passant par un niveau de charge intermédiaire dans une zone mixte de transition, où le papillon et/ou le turbocompresseur peut être régulé, où la pression est variable autour d'une pression de suralimentation naturelle, d'une première valeur de biais papillon dans une première zone de transition supérieure de la zone mixte de transition vers la zone suralimentée, et d'une première valeur de biais turbocompresseur dans une première zone de transition inférieure de la zone mixte de transition vers zone atmosphérique.
- [0002] L'invention concerne le domaine de la commande des moteurs thermiques suralimentés de type essence.
- [0003] La régulation de la charge en air d'un moteur à combustion interne équipé d'un turbocompresseur à géométrie fixe (TGF) est réalisée via le boîtier papillon dans une zone atmosphérique ZAT, et via le turbocompresseur dans une zone suralimentée ZSA. Ces deux zones sont définies par la notion de suralimentation naturelle (pression qui règne dans le répartiteur admission lorsque les actionneurs turbine et papillon se trouvent en position de pleine ouverture).
- [0004] 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 permet 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.

- [0005] La pression de suralimentation naturelle PSN 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 PSN 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.
- [0006] La pression de suralimentation naturelle PSN 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.
- [0007] 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 PSN 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] Ainsi, selon l'art antérieur, la régulation de charge par le turbocompresseur est activée si la consigne de suralimentation est supérieure à la pression de suralimentation naturelle PSN. En revanche, la régulation de charge par le papillon quant à elle est activée si la pression dans le répartiteur admission est inférieure à la pression de suralimentation naturelle PSN.

- [0010] Pour de nouveaux moteurs équipés de turbocompresseurs à géométrie variable (TGV), cette pression de suralimentation naturelle PSN est plus élevée et dépend non seulement des conditions extérieures (pression et température ambiante) mais également des conditions aux bornes de la turbine (température principalement). Ces nouvelles dépendances rendent l'estimation de la pression de suralimentation peu robuste et biaisée, impactant ainsi la coordination de la régulation de charge. En effet, dans bien des cas, les deux actionneurs peuvent se retrouver plein ouverts en même temps, sans pouvoir de régulation sur la charge, générant par conséquent une erreur de régulation de charge voire même la remontée de défauts entraînant une limitation de puissance.
- [0011] La bonne estimation de la pression de suralimentation naturelle est donc importante pour le pilotage du moteur et de sa suralimentation. Elle facilite les essais de calibration et la détermination des paramètres de commande du moteur.
- [0012] L'objectif de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en proposant une robustification de la stratégie de coordination des actionneurs de régulation de la charge en air. Elle consiste en la prise en compte de la saturation des actionneurs dans la coordination de la régulation de la charge en air dans la zone où l'estimation de la pression de suralimentation naturelle est biaisée ou peu robuste.
- [0013] Pour atteindre cet objectif, l'invention propose d'améliorer le procédé selon l'art antérieur décrit en introduction, pour éviter une régulation simultanée par le papillon et le turbocompresseur, et se caractérise en ce qu'on crée, dans la zone mixte de transition, deux autres zones de transition, une deuxième zone de transition supérieure entre la première zone de transition supérieure de la zone mixte de transition et la zone suralimentée, et une deuxième zone de transition inférieure entre la première zone de transition inférieure de la zone mixte de transition et la zone atmosphérique, et où la pression est variable autour d'une pression de suralimentation naturelle, d'une deuxième valeur de biais papillon vers la deuxième zone suralimentée, et d'une deuxième valeur de biais turbocompresseur vers la première zone atmosphérique, et où on active la régulation de charge par le turbocompresseur si la consigne de pression de suralimentation n'est pas supérieure à la pression de suralimentation naturelle moins la première valeur de biais turbocompresseur et si la consigne de pression de suralimentation est supérieure à la pression de suralimentation naturelle moins la deuxième valeur de biais turbocompresseur et que la position papillon est supérieure à un seuil papillon correspondant au papillon saturé ouvert, tandis que l'on active la régulation de charge par le papillon si la mesure de pression répartiteur n'est pas inférieure à la pression de suralimentation naturelle plus la première valeur de biais papillon et si la mesure de pression répartiteur est inférieure à la pression de suralimentation naturelle moins la deuxième valeur de biais papillon et que la position turbocompresseur est in-

- férieure à un seuil turbocompresseur correspondant au turbocompresseur saturé ouvert.
- [0014] Grâce à l'invention, on évite que les deux actionneurs turbocompresseur et papillon puissent être saturés en même temps.
- [0015] Avantageusement, on minimise par simulation la première valeur de biais papillon et la première valeur de biais turbocompresseur.
- [0016] Ainsi on réduit la largeur de la zone mixte de transition, car le risque de saturation simultanée des actionneurs est levé.
- [0017] Avantageusement, on choisit la première valeur de biais papillon et la première valeur de biais turbocompresseur plus faibles que des valeurs de biais papillon et de biais turbocompresseur dans une simulation où la zone mixte de transition est limitée à la première zone de transition supérieure et à la première zone de transition inférieure, sans deuxième zone de transition supérieure ni deuxième zone de transition inférieure.
- [0018] Ainsi on réduit, par rapport à l'art antérieur, la largeur de la zone mixte de transition, car le risque de saturation simultanée des actionneurs est levé.
- [0019] Avantageusement, on minimise par simulation la deuxième valeur de biais papillon et la deuxième valeur de biais turbocompresseur.
- [0020] Ainsi on réduit la largeur de la zone mixte de transition.
- [0021] Plus particulièrement, on choisit la première valeur de biais papillon égale à la première valeur de biais turbocompresseur.
- [0022] Ainsi on simplifie les calculs par réduction du nombre de paramètres.
- [0023] Plus particulièrement, on choisit la deuxième valeur de biais papillon égale à la deuxième valeur de biais turbocompresseur.
- [0024] Ainsi on simplifie les calculs par réduction du nombre de paramètres.
- [0025] Plus particulièrement, on introduit une hystérésis sur la position des actionneurs afin de supprimer ou minimiser d'éventuels bruits pouvant perturber la stratégie de coordination.
- [0026] On fiabilise ainsi la simulation et les calculs de régulation.
- [0027] L'invention concerne encore un calculateur de commande de véhicule automobile comportant une mémoire stockant des instructions de programme pour la mise en œuvre du procédé et pour la commande du papillon motorisé et du turbocompresseur.
- [0028] Ainsi l'optimisation de la régulation peut être effectuée en tout lieu.
- [0029] L'invention concerne encore un véhicule automobile comportant un moteur à combustion interne à essence turbocompressé par l'action d'une turbine entraînée par un flux gazeux dans une ligne d'échappement et laquelle turbine entraîne un turbocompresseur alimenté en air par un circuit d'entrée d'air et alimentant un circuit d'air de suralimentation, directement ou au travers d'un refroidisseur d'air, jusqu'à un papillon motorisé délivrant l'air à un circuit répartiteur d'air alimentant directement ledit moteur, ledit véhicule automobile comportant un tel calculateur de commande.

- [0030] Ainsi l'optimisation de la régulation peut être effectuée quelle que soit la position du véhicule.
- [0031] L'invention sera davantage détaillée par la description de modes de réalisation non limitatifs, et sur la base des figures annexées illustrant des variantes de l'invention, dans lesquelles :
- [Fig.1] illustre schématiquement l'architecture d'un ensemble de motorisation, comportant un moteur à combustion interne, et représentant les différents éléments mis en jeu dans l'invention;
 - [Fig.2] à [Fig.4] illustrent l'art antérieur :
 - [Fig.2] est un diagramme de pression en fonction du temps montrant les effets d'un problème de saturation des actionneurs lors d'un roulage en conditions froides;
 - [Fig.3] illustre schématiquement un détail de la stratégie d'activation de la régulation de charge par la turbine selon l'art antérieur;
 - [Fig.4] illustre schématiquement un détail de la stratégie d'activation de la régulation de charge par le papillon selon l'art antérieur;
 - [Fig.5] illustre schématiquement la nouvelle coordination, selon l'invention, du pilotage de la charge par le papillon ou le turbocompresseur ;
 - [Fig.6] illustre schématiquement un détail de la nouvelle stratégie d'activation de la régulation de charge par le turbocompresseur, selon l'invention ;
 - [Fig.7] illustre schématiquement un détail de la nouvelle stratégie d'activation de la régulation de charge par le papillon, selon l'invention ;
 - [Fig.8] illustre schématiquement un véhicule automobile comportant un calculateur pour le pilotage de la régulation d'un moteur selon [Fig.1], selon le procédé de l'invention.
- [0032] L'invention concerne la stratégie de coordination de la régulation de charge en air d'un moteur à combustion interne essence turbocompressé.
- [0033] Il s'agit, selon l'invention, d'éviter des situations où les actionneurs papillon et turbocompresseur seraient saturés en position, c'est-à-dire se retrouvant plein ouverts en même temps.
- [0034]) La cause racine est liée à la non-robustesse de la stratégie de coordination de la régulation de la charge. Et plus précisément à une erreur d'estimation de la pression de suralimentation naturelle utilisée pour sélectionner la zone d'activation du papillon ou du turbocompresseur. Bien que cette dernière puisse être consolidée en prenant en compte les conditions externes, et notamment la température, il subsiste néanmoins des cas où les deux actionneurs restent toujours saturés. Par ailleurs, d'autres cas de «saturation d'actionneurs» peuvent aussi être rencontrés pendant la vie du véhicule à cause du vieillissement.

- [0035] Pour ne pas se retrouver avec l'actionneur papillon et l'actionneur turbocompresseur saturés au même temps, on prend en compte la position de ces deux actionneurs dans la stratégie de coordination de la régulation de la charge en air. Ainsi, en zone atmosphérique ZAT, si le papillon se trouve saturé ouvert alors que la régulation du turbocompresseur est encore désactivée, cette dernière pourra alors être activée pour reprendre la main sur la régulation de la charge. De la même manière, en zone suralimentée ZSA, si le turbocompresseur se trouve saturé ouvert, alors que la régulation du papillon est encore désactivée, cette dernière pourra alors être activée pour reprendre la main sur la régulation de la charge. Ces conditions additionnelles liées à la saturation des actionneurs sont utilisées uniquement dans la zone où la pression de suralimentation naturelle est biaisée ou imprécise. Dans le reste du champ moteur, la coordination de l'art antérieur est utilisée afin de bénéficier d'une réactivité instantanée à la volonté conducteur (sans attendre de savoir si l'actionneur sera saturé ou pas).
- [0036] L'invention propose une solution non intrusive, car elle vient s'ajouter en complément à la solution de l'art antérieur pour combler une faiblesse bien localisée. Elle permet de garantir la réalisation de la demande en couple dans les conditions limites de fonctionnement autour de la transition atmosphérique/suralimentée. Elle permet également d'apporter une robustesse vis-à-vis du vieillissement du moteur et d'empêcher la remontée de défauts intempestifs.
- [0037] [Fig.1] montre l'architecture d'un ensemble de motorisation comportant un moteur 1 à combustion interne. Ce moteur 1 est turbocompressé par l'action d'une turbine 2 entraînée par un flux gazeux dans une ligne d'échappement 3, comportant non limitativement un catalyseur 31, un silencieux intermédiaire 32, et un silencieux arrière 33 débouchant à l'air libre. La turbine 2 entraîne un turbocompresseur 4, qui est alimenté en air par un circuit d'entrée d'air 5, comportant non limitativement une boîte à air 51 et un filtre à air 52. La turbine 2 gère la position du turbocompresseur 4. Ce turbocompresseur 4 est non limitativement monté en parallèle d'une soupape de décharge 41. Le turbocompresseur 4 alimente un circuit d'air de suralimentation 6, directement ou au travers d'un refroidisseur d'air 7, jusqu'à un papillon motorisé 8 qui gère la position du papillon et délivre l'air à un circuit répartiteur d'air 9 alimentant directement le moteur 1.
- [0038] [Fig.2] est un diagramme de charge en fonction du régime, qui illustre schématiquement la coordination du pilotage de la charge par le papillon et le turbo selon l'art antérieur de la stratégie de régulation de la charge. On y distingue trois zones : en haut du diagramme une zone suralimentée ZSA où la régulation de la charge se fait uniquement via le turbocompresseur, et où le papillon est maintenu plein ouvert, en bas du diagramme une zone atmosphérique ZAT (où la régulation de la charge se fait uniquement via le papillon, et où le turbocompresseur est maintenu plein ouvert, et une

zone mixte de transition TAS (entre les traits interrompus), où la régulation de la charge peut se faire via les deux actionneurs au même temps ; la pression de suralimentation naturelle est présente dans cette zone mixte de transition TAS.

- [0039] Cette zone mixte de transition TAS doit être choisie aussi étroite que possible afin de favoriser la régulation de la charge avec un papillon plein ouvert afin de minimiser les pertes par pompage, tout en absorbant le manque de précision du modèle de suralimentation naturelle.
- [0040] Le principe de fonctionnement de la stratégie de coordination de la régulation de la charge selon l'art antérieur est illustré par [Fig.3] et [Fig.4], qui détaillent respectivement la régulation de charge par la turbine et par le papillon.
- [0041] Selon [Fig.3], la stratégie de coordination de la régulation de la charge selon l'art antérieur consiste à réguler la charge via le turbocompresseur (couplé à la turbine), et à comparer la consigne de pression de suralimentation CPS à la pression de suralimentation naturelle. Si cette dernière est supérieure à la pression de suralimentation naturelle estimée PSNE moins un biais turbocompresseur appelé « Biais_tur » (représentant la largeur de la zone mixte de transition TAS du côté de la zone atmosphérique ZAT où le turbocompresseur est plein ouvert, au-dessous du trait mixte de [Fig.2] qui représente la pression de suralimentation naturelle), alors, la régulation turbocompresseur est activée : ART activation de la régulation du turbocompresseur.
- [0042] Selon [Fig.4], la stratégie de coordination de la régulation de la charge selon l'art antérieur consiste à réguler la charge via le papillon, et à comparer la mesure de la pression répartiteur MPR à la pression de suralimentation naturelle. Si cette dernière est inférieure à la pression de suralimentation naturelle estimée PSNE plus un biais papillon appelé « Biais_pap » (représentant la largeur de la zone mixte de transition TAS côté papillon du côté de la zone suralimentée ZSA où le papillon est plein ouvert, au-dessus du trait mixte de [Fig.2] qui représente la pression de suralimentation naturelle), alors, la régulation du papillon est activée : ARP activation de la régulation du papillon.
- [0043] On comprend alors que, si, le modèle de pression de suralimentation naturelle n'est pas biaisée de plus de biais papillon « Biais_pap » ou de moins de biais turbocompresseur « Biais_tur », alors, les deux actionneurs ne peuvent jamais se retrouver saturés au même temps car on sera toujours dans la zone de régulation mixte. Cependant, on ne peut pas élargir cette zone indéfiniment à cause des pertes par pompage citées précédemment.
- [0044] On se propose donc d'élargir cette zone d'un côté ou de l'autre uniquement si l'un des actionneurs est saturé. Ce nouveau fonctionnement selon l'invention est illustré en [Fig.5].
- [0045] [Fig.5] est un diagramme de charge en fonction du régime, qui illustre schéma-

tiquement la nouvelle coordination, selon l'invention, du pilotage de la charge par le papillon et le turbocompresseur. Ce diagramme comporte les mêmes zones que celui de [Fig.2] illustrant l'art antérieur, et la zone mixte de transition TAS comporte, au-delà et de part et d'autre d'une première zone de transition inférieure PZTI et d'une première zone de transition supérieure PZTS, correspondant sensiblement aux zones inférieure et supérieure de la zone de transition TAS de [Fig.2] et correspondant respectivement aux biais Biais_tur et Biais_pap, deux autres zones de transition représentées en hachures : une deuxième zone de transition inférieure DZTI et une deuxième zone de transition supérieure DZTS.

- [0046] . Les seuils de biais papillon «Biais_pap» et de biais turbocompresseur «Biais_turb», de l'art antérieur, sont remplacés respectivement par une première valeur de biais papillon «Biais_1_pap» et une première valeur de biais turbocompresseur «Biais_1_turb», définissant la première zone de transition inférieure PZTI et la première zone de transition supérieure PZTS.
- [0047] On définit, de part et d'autre du trait mixte qui représente la pression de suralimentation naturelle PSN, deux nouveaux seuils : une deuxième valeur de biais papillon «Biais_2_pap» et une deuxième valeur de biais turbocompresseur «Biais_2_turb», définissant la deuxième zone de transition inférieure DZTI et la deuxième zone de transition supérieure DZTS.
- [0048] Le nouveau fonctionnement de la stratégie de coordination est défini par [Fig.6] et [Fig.7].
- [0049] [Fig.6] illustre schématiquement un détail de la nouvelle stratégie d'activation de la régulation de charge par le turbocompresseur. Si la consigne de pression de suralimentation CPS n'est pas supérieure à la pression de suralimentation naturelle estimée PSNE moins une première valeur de biais turbocompresseur «Biais_1_tur», mais est supérieure à la pression de suralimentation naturelle estimée PSNE moins un deuxième valeur de biais turbocompresseur « Biais_2_tur » (zone hachurée inférieure de [Fig.5]) et que la consigne de position papillon CSP est supérieure à un seuil papillon SP « seuil_pap » (papillon saturé ouvert), alors la régulation de la charge via le turbocompresseur est réactivée : ART activation de la régulation du turbocompresseur.
- [0050] [Fig.7] illustre schématiquement un détail de la nouvelle stratégie d'activation de la régulation de charge par le papillon. D'une manière analogue, si la mesure de pression répartiteur MPR n'est pas inférieure à la pression de suralimentation naturelle estimée PSNE plus une première valeur de biais papillon «Biais_1_pap», mais inférieure à la pression de suralimentation naturelle estimée PSNE plus une deuxième valeur de biais papillon «Biais_2_pap» (zone hachurée supérieure de [Fig.5]) et que la position turbocompresseur, dite consigne turbocompresseur CT, est inférieure à un seuil turbocompresseur « seuil_turbo » ST (turbo saturé ouvert), alors la régulation de la charge via le

papillon est réactivée : ARP activation de la régulation du papillon.

- [0051] Selon la nouvelle stratégie, la zone mixte de transition TAS définie par les seuils correspondant à la première valeur de biais papillon «Biais_1_pap» et à la première valeur de biais turbocompresseur «Biais_1_turb» pourra être choisie plus étroite que celle de l'art antérieur définie par le biais papillon «Biais_pap» et le biais turbocompresseur «Biais_tur», car le risque de saturation des actionneurs est désormais levé.
- [0052] Enfin, pour des raisons d'implémentation, une hystérésis sur la position des actionneurs est introduit afin de supprimer ou minimiser d'éventuels bruits pouvant perturber la stratégie de coordination.
- [0053] La nouvelle stratégie est comparée à la stratégie de l'art antérieur sur un roulage véhicule représentatif, ce qui permet de constater que les nouveaux booléens d'activation des boucles de régulation sont désormais activés correctement.
- [0054] En somme, l'invention perfectionne l'art antérieur, et permet de consolider la coordination du pilotage des actionneurs pour les moteurs à combustion interne essence munis d'un turbocompresseur à géométrie variable. Elle permet de garantir le suivi de couple dans la zone de transition atmosphérique/suralimenté et pendant le vieillissement du moteur. Enfin, elle peut limiter les pertes par pompage, et par conséquence la consommation de carburant car elle permet de réduire la taille de la zone de double régulation (papillon et turbocompresseur). Cette solution est avantageuse pour toutes les applications où une turbocompression à géométrie variable (TGV) est utilisée. Elle reste également valide pour les applications avec turbocompression à géométrie fixe (TGF).

Revendications

[Revendication 1]

Procédé de coordination de la régulation de charge en air d'un moteur (1) à combustion interne à essence, turbocompressé par l'action d'une turbine (2) entraînée par un flux gazeux dans une ligne d'échappement (3) et laquelle turbine (2) entraîne un turbocompresseur (4) alimenté en air par un circuit d'entrée d'air (5) et alimentant un circuit d'air de suralimentation (6), directement ou au travers d'un refroidisseur d'air (7), jusqu'à un papillon motorisé (8) délivrant l'air à un circuit répartiteur d'air (9) alimentant directement ledit moteur (1), selon lequel on régule la charge du moteur, laquelle est variable entre le niveau de charge le plus bas dans une zone atmosphérique (ZAT) correspondant au turbocompresseur plein ouvert et où le papillon est régulé, et le niveau de charge le plus haut dans une zone suralimentée (ZSA) correspondant au papillon plein ouvert et où le turbocompresseur est régulé, en passant par un niveau de charge intermédiaire dans une zone mixte de transition (TAS), où le papillon et/ou le turbocompresseur peut être régulé, où la pression est variable autour d'une pression de suralimentation naturelle, d'une première valeur de biais papillon «Biais_1_pap» dans une première zone de transition supérieure (PZTS) de la zone mixte de transition (TAS) vers la deuxième zone suralimentée (ZSA), et d'une première valeur de biais turbocompresseur «Biais_1_tur» dans une première zone de transition inférieure (PZTI) de la zone mixte de transition (TAS) vers la première zone atmosphérique (ZAT), caractérisé en ce que, pour éviter une régulation simultanée par le papillon et le turbocompresseur, on élargit la zone mixte de transition (TAS) par au moins une deuxième zone de transition, une deuxième zone de transition supérieure (DZTS) entre la première zone de transition supérieure (PZTS) de la zone mixte de transition (TAS) et la zone suralimentée (ZSA), et/ou une deuxième zone de transition inférieure (DZTI) entre la première zone de transition inférieure (PZTI) de la zone mixte de transition (TAS) et la zone atmosphérique (ZAT), uniquement si l'un des actionneurs turbine ou/et papillon est saturé, et où la pression est variable autour d'une pression de suralimentation naturelle (PSN), d'une deuxième valeur de biais papillon «Biais_2_pap» vers la deuxième zone suralimentée (ZSA), et d'une deuxième valeur de biais turbocompresseur «Biais_2_tur» vers la première zone atmosphérique (ZAT), et où on active la régulation de charge par le turbocompresseur si la

consigne de pression de suralimentation (CPS) n'est pas supérieure à la pression de suralimentation naturelle estimée (PSNE) moins la première valeur de biais turbocompresseur «Biais_1_tur», et si la consigne de pression de suralimentation (CPS) est supérieure à la pression de suralimentation naturelle estimée (PSNE) moins la deuxième valeur de biais turbocompresseur «Biais_2_tur» et que la position de consigne papillon (CP) est supérieure à un seuil papillon (SP) «seuil_pap» correspondant au papillon saturé ouvert, tandis que l'on active la régulation de charge par le papillon si la mesure de pression répartiteur (MPR) n'est pas inférieure à la pression de suralimentation naturelle estimée (PSNE) plus la première valeur de biais papillon «Biais_1_pap», et si la mesure de pression répartiteur (MPR) est inférieure à la pression de suralimentation naturelle estimée (PSNE) plus un «Biais_2_pap» et que la position de consigne turbocompresseur (CT) est inférieure à un seuil turbocompresseur (ST) «seuil_turbo» correspondant au turbocompresseur saturé ouvert.

- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'on minimise par simulation la première valeur de biais papillon «Biais_1_pap» et la première valeur de biais turbocompresseur «Biais_1_tur».
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'on choisit la première valeur de biais papillon «Biais_1_pap» et la première valeur de biais turbocompresseur «Biais_1_tur» plus faibles que des valeurs de biais papillon «Biais_pap» et de biais turbocompresseur «Biais_tur» dans une simulation où la zone mixte de transition (TAS) est limitée à la première zone de transition supérieure (PZTS) et à la première zone de transition inférieure (PZTI), sans deuxième zone de transition supérieure (DZTS) ni deuxième zone de transition inférieure (DZTI).
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce qu'on minimise par simulation la deuxième valeur de biais papillon «Biais_2_pap» et la deuxième valeur de biais turbocompresseur «Biais_2_tur».
- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce qu'on choisit la première valeur de biais papillon «Biais_1_pap» égale à la première valeur de biais turbocompresseur «Biais_1_tur».
- [Revendication 6] Procédé selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce qu'on choisit la deuxième valeur de biais papillon «Biais_2_pap» égale à la deuxième valeur de biais turbocompresseur «Biais_2_tur».
- [Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce qu'on

introduit une hystérésis sur la position des actionneurs afin de supprimer ou minimiser d'éventuels bruits pouvant perturber la stratégie de coordination.

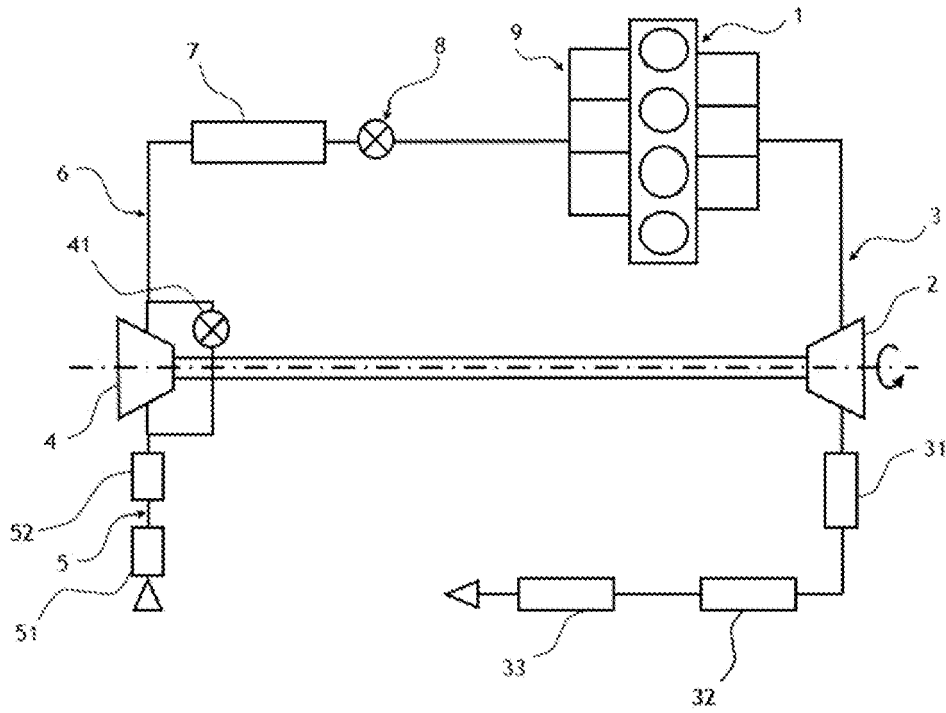
[Revendication 8]

Calculateur de commande (100) de véhicule automobile (1000) comportant une mémoire stockant des instructions de programme pour la mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 7 et pour la commande du papillon motorisé (8) et du turbocompresseur (4).

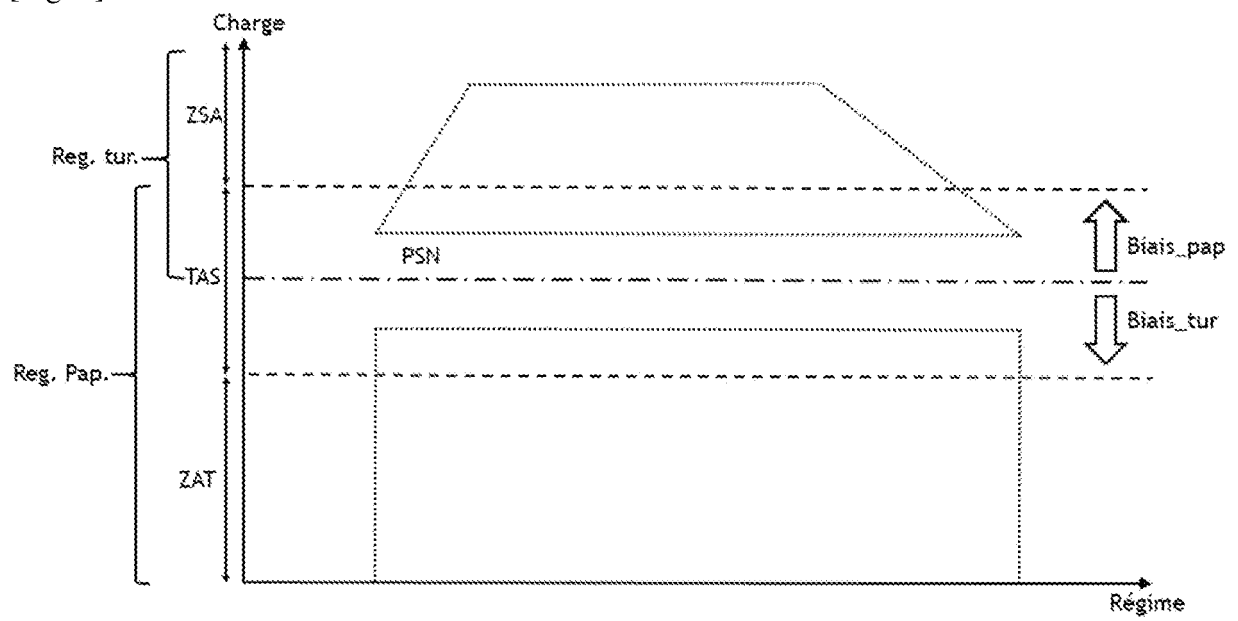
[Revendication 9]

Véhicule automobile (1000) comportant un moteur (1) à combustion interne à essence turbocompressé par l'action d'une turbine (2) entraînée par un flux gazeux dans une ligne d'échappement (3) et laquelle turbine (2) entraîne un turbocompresseur (4) alimenté en air par un circuit d'entrée d'air (5) et alimentant un circuit d'air de suralimentation (6), directement ou au travers d'un refroidisseur d'air (7), jusqu'à un papillon motorisé (8) délivrant l'air à un circuit répartiteur d'air (9) alimentant directement ledit moteur (1), ledit véhicule automobile (1000) comportant un calculateur de commande (100) selon la revendication 8.

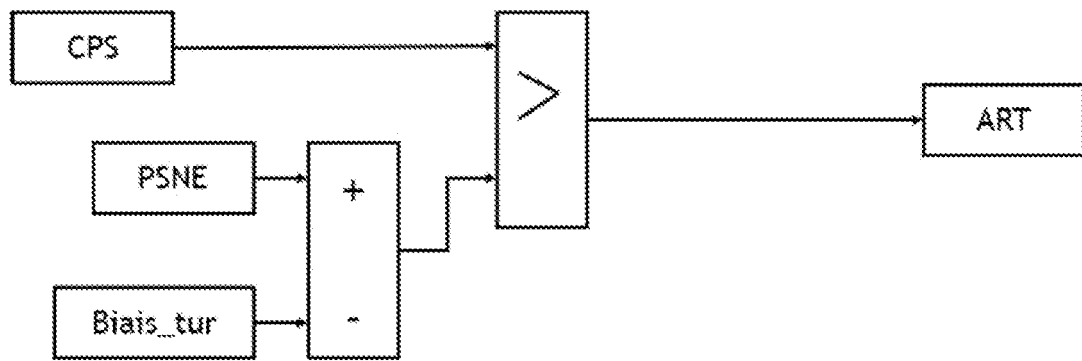
[Fig. 1]



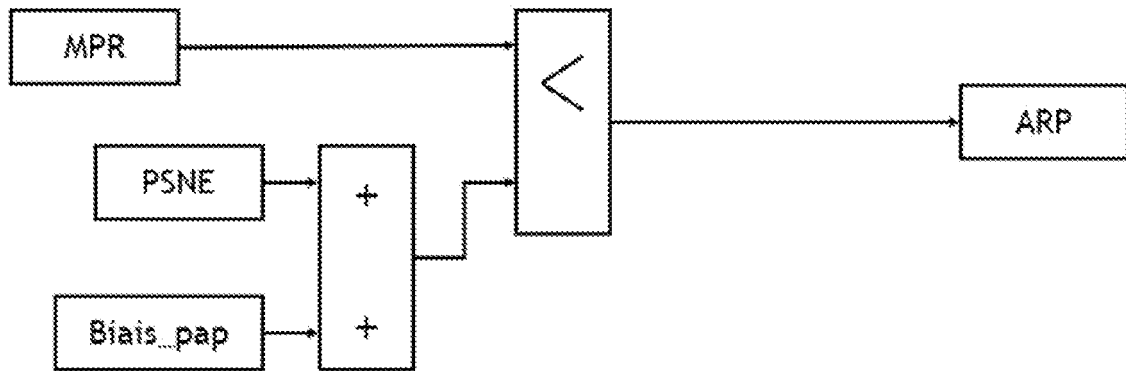
[Fig. 2]



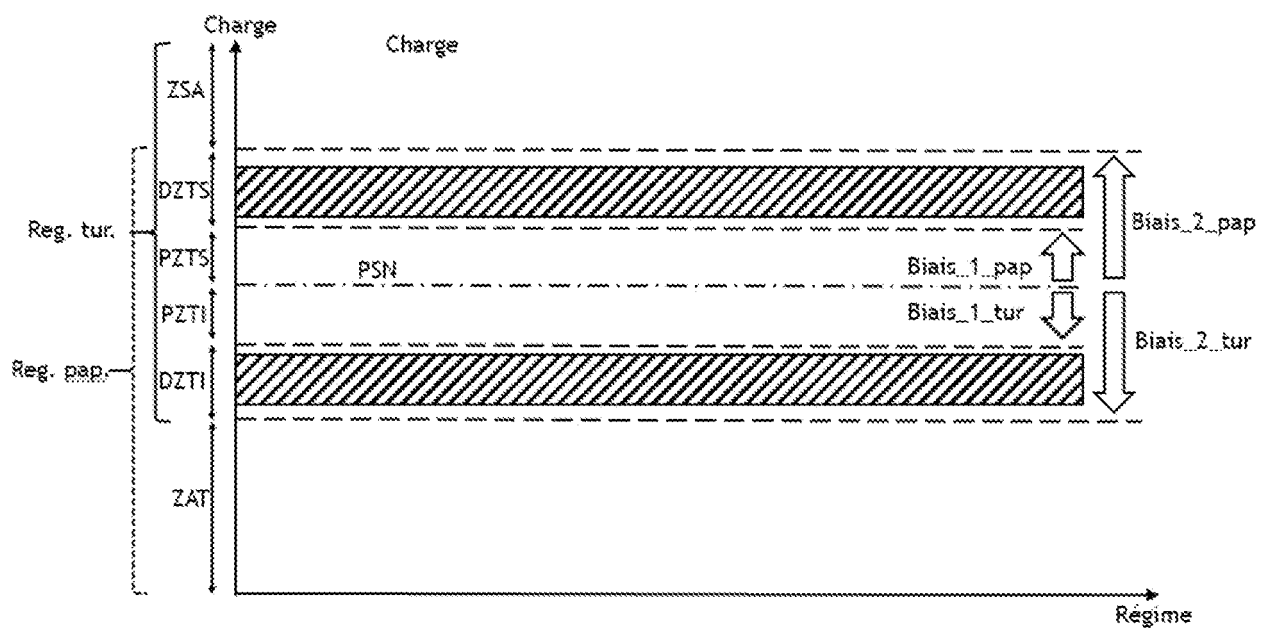
[Fig. 3]



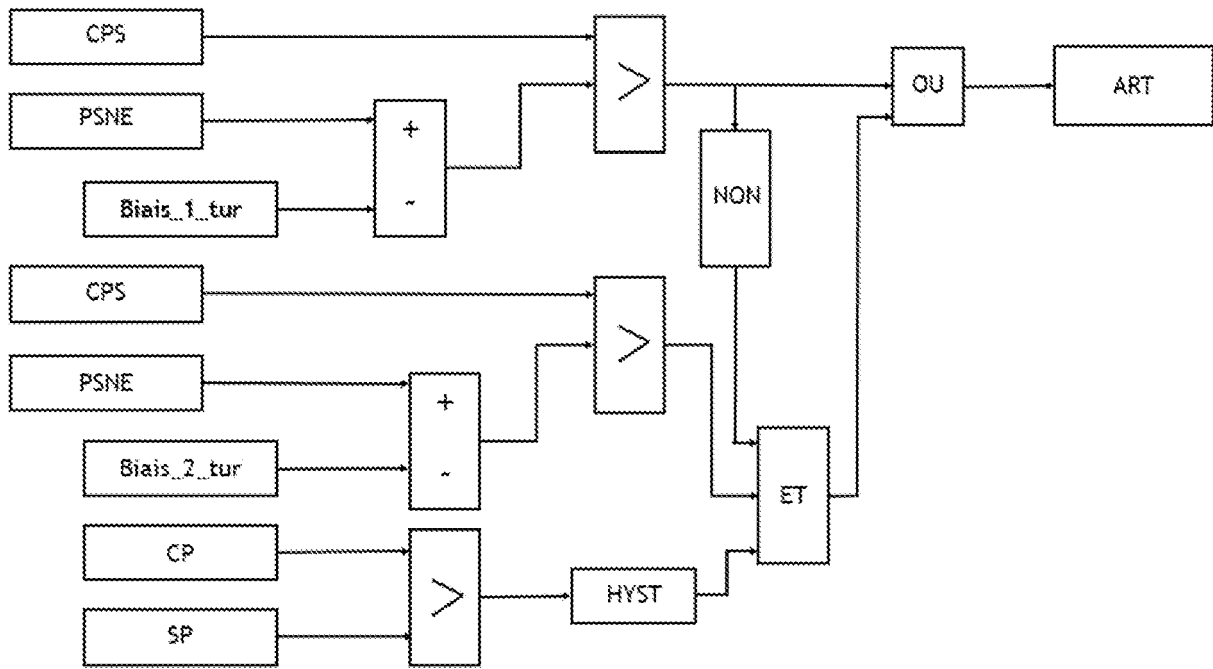
[Fig. 4]



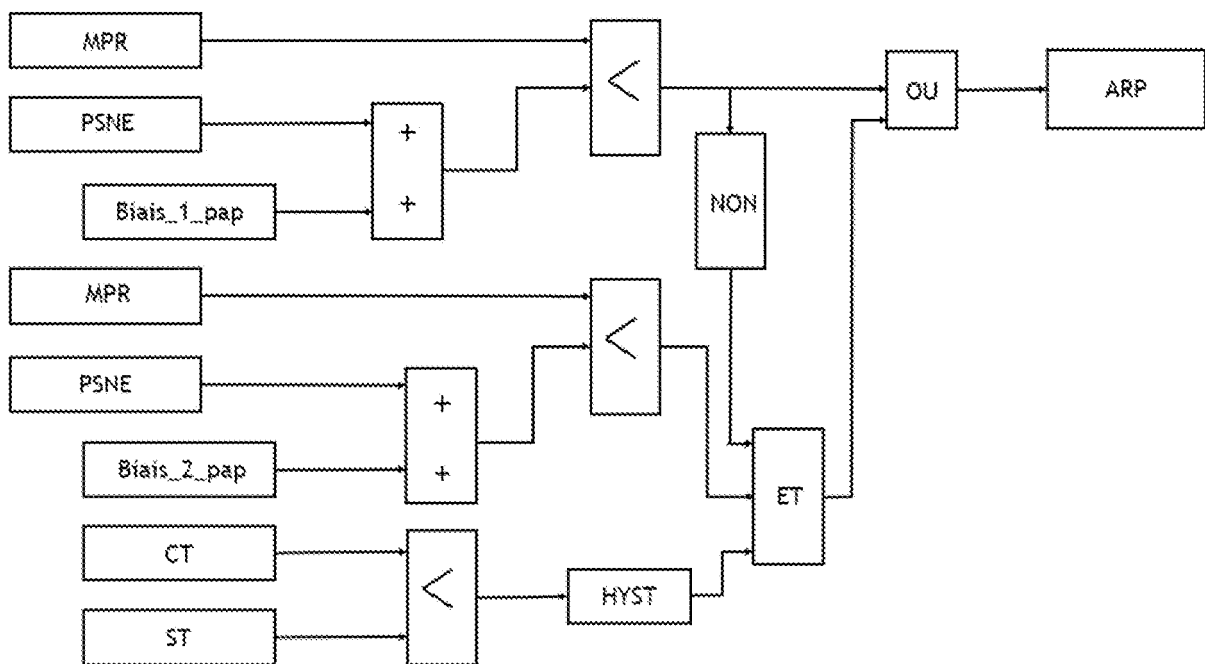
[Fig. 5]



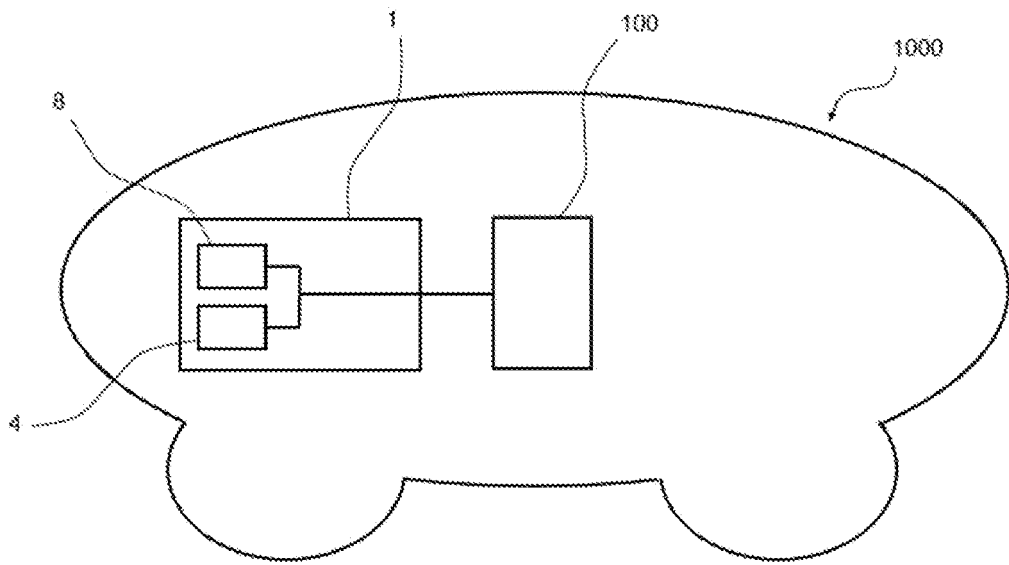
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

EP 3 006 702 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP])
13 avril 2016 (2016-04-13)

US 2016/003133 A1 (MIHARA NORIYUKI [JP])
7 janvier 2016 (2016-01-07)

US 2006/213194 A1 (HASEGAWA JUN [JP])
28 septembre 2006 (2006-09-28)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT