

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 155 257**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **23 12173**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 01 N 11/00 (2023.01), F 01 N 3/023, 9/00**

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 09.11.23.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 16.05.25 Bulletin 25/20.

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) : **STELLANTIS AUTO SAS** Société par actions simplifiée (SAS) — FR.

⑦2 Inventeur(s) : **KLEIN REGIS, FOLLIOT PASCAL et GOGO MATTHIEU.**

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

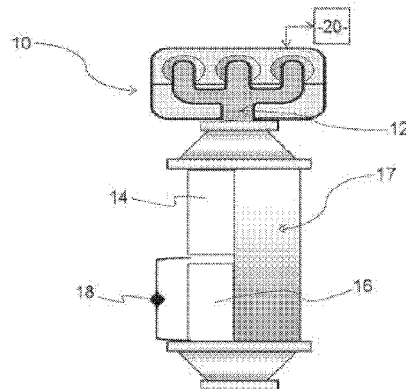
⑦4 Mandataire(s) :

⑤4 **PROCÉDÉ DE DÉTECTION DE MESURES ERRONÉES DE DIFFÉRENCE DE PRESSION À DES BORNES D'UN FILTRE À PARTICULES DE MOTEUR THERMIQUE.**

⑤7 L'invention porte sur un procédé de détection de mesures erronées de différence de pression à des bornes d'un filtre à particules (16) disposé sur une ligne d'échappement (12) d'un moteur thermique (10) comportant:

- une étape de mesure d'un chargement du filtre à particules (16) en fonction de mesures de différence de pression à des bornes d'un filtre à particules (16),
- une étape de mesure d'une durée de remplissage du filtre à particules (16) pour passer d'un seuil de chargement à un autre seuil de chargement,
- une étape de comparaison de la durée de remplissage mesurée avec une durée de remplissage de référence, et
- une étape de détection de mesures erronées de différence de pression dans le cas où la durée de remplissage mesurée est inférieure à la durée de remplissage de référence.

Figure 1



FR 3 155 257 - A1



Description

Titre de l'invention : PROCÉDÉ DE DÉTECTION DE MESURES ERRONÉES DE DIFFÉRENCE DE PRESSION À DES BORNES D'UN FILTRE À PARTICULES DE MOTEUR THERMIQUE

- [0001] La présente invention porte sur un procédé de détection de mesures erronées de différence de pression à des bornes d'un filtre à particules disposé sur une ligne d'échappement d'un moteur thermique. L'invention trouve une application particulièrement avantageuse, dans le domaine de l'automobile, avec les moteurs thermiques à essence dotés d'un filtre à particules associé à un capteur de pression différentielle.
- [0002] Lors de la combustion d'un mélange d'air et de carburant dans un moteur thermique, des particules solides ou liquides constituées essentiellement de suies à base de carbone et/ou de gouttelettes d'huile peuvent être émises. Ces particules ont typiquement une taille comprise entre quelques nanomètres et un micromètre. Pour les piéger, on peut avantageusement prévoir des filtres à particules, usuellement constitués d'une matrice minérale, de type céramique, de structure alvéolaire, définissant des canaux disposés sensiblement parallèlement à la direction générale d'écoulement des gaz d'échappement dans le filtre, et alternativement obturés du côté de la face d'entrée des gaz du filtre et du côté de la face de sortie des gaz du filtre, comme cela est décrit dans le document EP2426326.
- [0003] La ligne d'échappement est également munie d'un capteur de mesure de pression différentielle pour mesurer la différence de pression entre un piquage amont et un piquage aval du filtre à particules à partir de laquelle il est possible de déduire une masse de suies accumulées. A cet effet, on utilise une cartographie établissant une corrélation, en fonction du débit d'air admis, entre la mesure de différence de pression et la masse de suies dans le filtre à particules.
- [0004] La régénération du filtre à particules est pilotée lorsque ce dernier est suffisamment chargé en particules. A cet effet, on augmente la température dans la ligne d'échappement, ce qui entraîne la combustion des suies dans le filtre à particules. A l'issue de la régénération, le filtre à particules est débarrassé des suies qu'il contenait et un nouveau cycle de chargement commence.
- [0005] Afin de détecter des mesures erronées de la pression différentielle du capteur de mesure de pression différentielle, une stratégie appelée TuFrz, pour "tubes freezing" selon la terminologie anglosaxonne est apte à détecter des cas de gel dans les tuyaux reliés au capteur de mesure de pression différentielle. Cette stratégie fonctionne en-dessous de 0°C de température ambiante. Toutefois, au-dessus de 0°C, on a observé des cas inexplicables de mesures erronées de pression différentielle qui ne sont pas dus à

du gel et qui mènent à une détection erronée de seuil de chargement. L'atteinte d'un seuil de chargement important, notamment un seuil de colmatage, engendre des actions de reconfiguration du moteur thermique en mode dégradé (limitation de couple) ou une alerte au conducteur, par exemple par l'allumage d'un voyant, lui demandant de se rendre au garage pour effectuer une régénération après-vente du filtre à particules, alors qu'il s'agit probablement d'une fausse détection de seuil de chargement. En effet, des études ont montré que la majorité des cas de filtres à particules colmatés remontés par le calculateur du véhicule sont de fausses détections liées à des mesures erronées de pression différentielle aux bornes du filtre à particules.

[0006] L'invention vise à remédier efficacement aux inconvénients précités en proposant un procédé de détection de mesures erronées de différence de pression à des bornes d'un filtre à particules disposé sur une ligne d'échappement d'un moteur thermique comportant:

- une étape de mesure d'un chargement du filtre à particules en fonction de mesures de différence de pression à des bornes d'un filtre à particules,
- une étape de mesure d'une durée de remplissage du filtre à particules pour passer d'un seuil de chargement à un autre seuil de chargement,
- une étape de comparaison de la durée de remplissage mesurée avec une durée de remplissage de référence, et
- une étape de détection de mesures erronées de différence de pression dans le cas où la durée de remplissage mesurée est inférieure à la durée de remplissage de référence.

[0007] Selon une mise en œuvre de l'invention, le procédé comporte en outre une étape d'inhibition d'un diagnostic de fonctionnement du filtre à particules et de reconfigurations du moteur thermique et/ou d'alertes à un conducteur associées aux seuils de remplissage.

[0008] Selon une mise en œuvre de l'invention, ledit procédé comporte une étape de réhabilitation du diagnostic de fonctionnement du filtre à particules mise en œuvre lorsqu'au moins une condition de réhabilitation parmi les conditions suivantes est vérifiée:

- une régénération du filtre à particules vient de se terminer,
- un nombre minimum de points correspondant à un couple [différence de pression; débit de gaz d'échappement] a été obtenu pour effectuer un apprentissage d'un remplissage du filtre à particules,
- une temporisation sécuritaire depuis une détection de mesures erronées de différence de pression aux bornes du filtre à particules est supérieure à un seuil de temps prédéterminé.

[0009] Selon une mise en œuvre de l'invention, les seuils de chargement sont choisis parmi un premier seuil de chargement correspondant à un filtre à particules surchargé, un deuxième seuil de chargement correspondant à un filtre à particules surchargé, et un

troisième seuil de chargement correspondant à un filtre à particules colmaté.

- [0010] Selon une mise en œuvre de l'invention, la durée de remplissage de référence est obtenue dans des conditions réelles de roulage les plus sévères possibles maximisant une vitesse de remplissage du filtre à particules.
- [0011] L'invention a également pour objet un calculateur comportant une mémoire stockant des instructions logicielles pour la mise en œuvre d'un procédé tel que précédemment défini.
- [0012] L'invention concerne en outre un véhicule automobile comportant un calculateur tel que précédemment défini.
- [0013] Selon une réalisation de l'invention, ledit véhicule automobile comporte une ligne d'échappement sur laquelle est installée un filtre à particules et un capteur de pression différentielle aux bornes du filtre à particules.
- [0014] Selon une réalisation de l'invention, un catalyseur trois voies est installé sur la ligne d'échappement.
- [0015] Selon une réalisation de l'invention, ledit véhicule automobile comporte un moteur thermique à essence.
- [0016] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Ces figures ne sont données qu'à titre illustratif mais nullement limitatif de l'invention.
- [0017] [Fig.1] La [Fig.1] est une représentation schématique d'une ligne d'échappement d'un moteur thermique comportant un filtre à particules et un calculateur permettant la mise en œuvre du procédé selon l'invention;
- [0018] [Fig.2] La [Fig.2] est une représentation graphique d'une évolution d'une masse de suies estimées à partir d'une mesure de pression différentielle à des bornes d'un filtre à particules en fonction d'une durée de roulage respectivement pour des conditions sévères de roulage et des mesures erronées de pression différentielle;
- [0019] [Fig.3] La [Fig.3] est une représentation fonctionnelle de modules logiciels d'un calculateur mettant en œuvre le procédé selon l'invention de détection de mesures erronées de différence de pression à des bornes d'un filtre à particules disposé sur une ligne d'échappement d'un moteur thermique.
- [0020] La [Fig.1] montre un moteur thermique 10 notamment destiné à équiper un véhicule automobile. Le moteur thermique 10 est relié à une ligne d'échappement 12 pour l'évacuation des gaz brûlés produits par le fonctionnement du moteur thermique 10.
- [0021] La ligne d'échappement 12 comprend un organe 14 de dépollution de polluant gazeux, par exemple un catalyseur d'oxydation ou un catalyseur trois-voies. Le catalyseur trois-voies 14 permet notamment de réduire les oxydes d'azote en azote et en dioxyde de carbone, d'oxyder les monoxydes de carbone en dioxyde de carbone, et les hydrocarbures imbrûlés en dioxyde de carbone et en eau.

- [0022] La ligne d'échappement 12 comprend en outre un filtre à particules 16 pour filtrer des particules de suies dans les gaz d'échappement du moteur thermique 10. Le filtre à particules 16 est adapté à la filtration de particules de suies provenant de la combustion du carburant.
- [0023] Dans le filtre à particules 16, les gaz d'échappement traversent la matière composant le filtre à particules. Ainsi, lorsque le filtre à particules 16 est formé de canaux, chacun de ces canaux comprend une extrémité bouchée, de sorte que les gaz d'échappement s'écoulant dans le filtre à particules 16 passent de canaux en canaux, en traversant les parois des différents canaux du filtre à particules 16 pour sortir du filtre à particules 16. Le filtre à particules 16 peut être à base d'une matrice céramique poreuse, par exemple en cordiérite, mullite, titanate d'aluminium ou carbure de silicium. S'il y a lieu, l'organe 14 de dépollution et le filtre à particules 16 peuvent être implantés à l'intérieur d'une même enveloppe 17.
- [0024] La ligne d'échappement 12 est également munie d'un capteur de mesure de pression différentielle 18 entre l'amont et l'aval du filtre à particules 16 à partir de laquelle il est possible de déduire une masse de suies accumulées. A cet effet, le capteur 18 est connecté en amont et en aval du filtre à particules 16. En outre, une cartographie permet d'établir une corrélation, en fonction du débit d'air admis, entre la mesure de pression différentielle et la masse de suies dans le filtre à particules 16. Le capteur de pression différentielle 18 peut être un capteur à simple membrane ou à double membrane.
- [0025] Un calculateur 20, par exemple le calculateur moteur ou un autre calculateur dédié ou multifonction, permet de réaliser un diagnostic de fonctionnement du capteur de pression différentielle 18. Le calculateur 20 comporte une mémoire stockant des instructions logicielles pour la mise en œuvre d'un procédé de détection de mesures erronées de différence de pression aux bornes du filtre à particules.
- [0026] On décrit ci-après, en référence avec la [Fig.3], les différents modules fonctionnels M1-M4 du calculateur permettant la mise en œuvre du procédé selon l'invention.
- [0027] Le module M1 est apte à mesurer un chargement du filtre à particules 16 en fonction de mesures de différence de pression aux bornes d'un filtre à particules 16. A cet effet, le module M1 utilise une cartographie établissant une corrélation, en fonction du débit d'air admis, entre la mesure de différence de pression et la masse de suies dans le filtre à particules 16.
- [0028] Le module M1 est apte à détecter différents seuils de chargement du filtre à particules 16. Comme on peut le voir sur la [Fig.2], un premier seuil de chargement S1 correspond à un filtre à particules 16 surchargé par une masse de suies par exemple de l'ordre de 5 g. Lorsque le seuil S1 est détecté, le calculateur 20 favorise l'apport d'oxygène dans le filtre à particules 16 pour sa régénération.

- [0029] Un deuxième seuil de chargement S2 correspond à un filtre à particules 16 surchargé par une masse de suies par exemple de l'ordre de 10g. Lorsque le seuil S2 est détecté, le calculateur 20 pilote le moteur thermique 10 de façon à faire chauffer le filtre à particules 16 et lui apporter de l'oxygène.
- [0030] Un troisième seuil de chargement S3 correspond à un filtre colmaté par une masse de suies par exemple à hauteur de 15g. Lorsque le seuil S3 est détecté, le calculateur 20 engage des actions de reconfiguration du moteur thermique 10 en mode dégradé (limitation de couple) ou une alerte au conducteur, par exemple par l'allumage d'un voyant. C'est le seuil à éviter en cas de mesure erronée car le conducteur doit se rendre au garage pour effectuer une régénération après-vente.
- [0031] Le module M2 mesure d'une durée de remplissage T_{mes} du filtre à particules 16 pour passer d'un seuil de chargement à un autre seuil de chargement. Le module M2 compare la durée de remplissage mesurée T_{mes} avec une durée de remplissage de référence T_{ref} . La durée de remplissage de référence T_{ref} est obtenue dans des conditions réelles de roulage les plus sévères possibles maximisant une vitesse de remplissage du filtre à particules 16. Les conditions réelles de roulage maximisant une vitesse de remplissage du filtre à particules 16 peuvent être obtenues à basse température, par exemple à -20 degrés Celsius, des roulages courts enchaînés de type bouchon, et l'utilisation d'un carburant à faible volatilité de type à très bas PVR (pour "Pression Vapeur Raid" selon la terminologie anglosaxonne).
- [0032] Sur la [Fig.2], la courbe C1 en traits discontinus est représentative d'une masse de suies M_s en fonction du temps t correspond à une vitesse de chargement maximale pour un filtre à particules 16 fonctionnant dans des conditions sévères de roulage. Les 5 grammes de suies nécessaires pour passer du seuil S1 au seuil S2 peuvent être obtenus dans des conditions sévères de roulage en l'espace d'une durée de référence T_{ref} de 5 heures, ce qui peut représenter environ 75 kilomètres parcourus par le véhicule.
- [0033] La courbe en trait plein C2 a été obtenue d'après la mesure de différence de pression retournée par le capteur 18. Il en ressort qu'il n'aura fallu que 2 min soit 3 km pour que la masse de suies M_s dans le filtre à particules 16 augmente de 5 grammes et donc que l'on passe du seuil S1 au seuil S2. Dans ce cas, la durée de remplissage mesurée T_{mes} du filtre à particules 16 est inférieure à la durée de remplissage de référence T_{ref} .
- [0034] Le module M2 détecte alors que les mesures de différence de pression sont erronées et va envoyer un booléen d'implausibilité B_{imp} de la mesure de pression différentielle vers un module M3.
- [0035] Dans le cas où des mesures de différence de pression erronées sont détectées par le module M2, le module M3 qui reçoit le booléen B_{imp} inhibe un diagnostic de fonctionnement du filtre à particules 16 ainsi que des reconfigurations du moteur thermique

10 et/ou d'alertes au conducteur associées aux seuils de remplissage S1, S2, S3.

[0036] Un module M4 est apte à réhabiliter le diagnostic de fonctionnement du filtre à particules 16 lorsqu'au moins une condition de réhabilitation parmi les conditions suivantes est vérifiée:

- une régénération Regen du filtre à particules 16 vient de se terminer,
- un nombre minimum de points correspondant à un couple [différence de pression dP; débit de gaz d'échappement dV] a été obtenu pour effectuer un apprentissage d'un remplissage du filtre à particules 16,
- une temporisation sécuritaire Temp depuis une détection de mesures erronées de différence de pression aux bornes du filtre à particules 16 est supérieure à un seuil de temps prédéterminé.

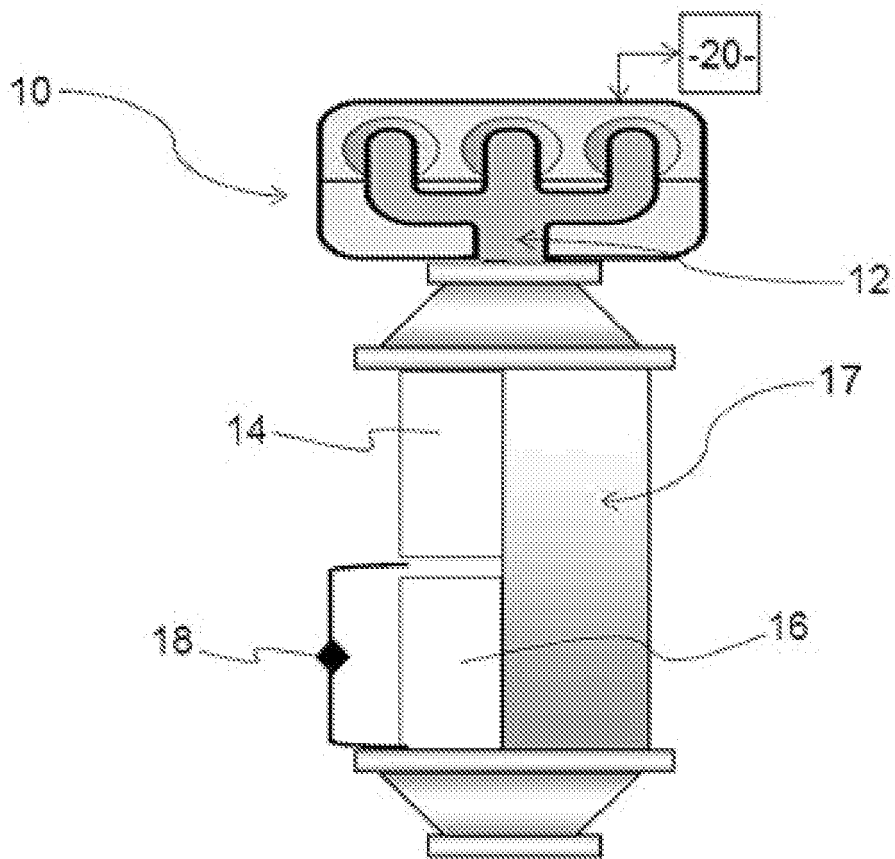
[0037] Le module M4 envoie alors un booléen Brehab au module M3 pour réhabiliter le diagnostic de fonctionnement du filtre à particules 16.

Revendications

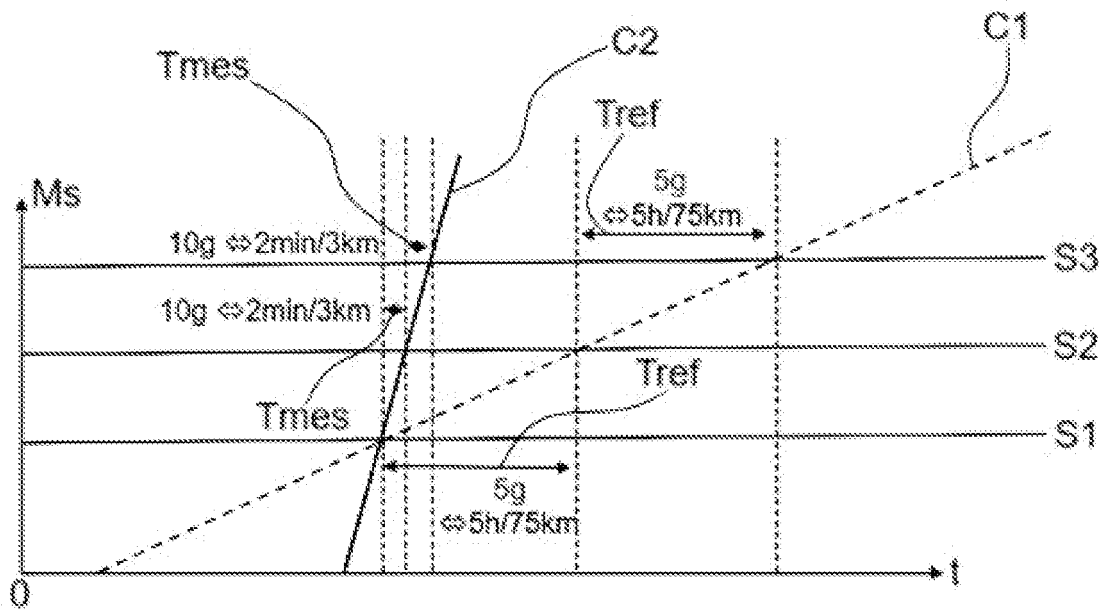
- [Revendication 1] Procédé de détection de mesures erronées de différence de pression à des bornes d'un filtre à particules (16) disposé sur une ligne d'échappement (12) d'un moteur thermique (10) caractérisé en ce qu'il comporte:
- une étape de mesure d'un chargement du filtre à particules (16) en fonction de mesures de différence de pression à des bornes d'un filtre à particules (16),
 - une étape de mesure d'une durée de remplissage du filtre à particules (16) pour passer d'un seuil de chargement à un autre seuil de chargement,
 - une étape de comparaison de la durée de remplissage mesurée (T_{mes}) avec une durée de remplissage de référence (T_{ref}), et
 - une étape de détection de mesures erronées de différence de pression dans le cas où la durée de remplissage mesurée (T_{mes}) est inférieure à la durée de remplissage de référence (T_{ref}).
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape d'inhibition d'un diagnostic de fonctionnement du filtre à particules (16) et de reconfigurations du moteur thermique (10) et/ou d'alertes à un conducteur associées aux seuils de remplissage (S1, S2, S3).
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de réhabilitation du diagnostic de fonctionnement du filtre à particules (16) mise en œuvre lorsqu'au moins une condition de réhabilitation parmi les conditions suivantes est vérifiée:
- une régénération du filtre à particules (16) vient de se terminer,
 - un nombre minimum de points correspondant à un couple [différence de pression (dP); débit de gaz d'échappement (dV)] a été obtenu pour effectuer un apprentissage d'un remplissage du filtre à particules (16),
 - une temporisation sécuritaire depuis une détection de mesures erronées de différence de pression aux bornes du filtre à particules (16) est supérieure à un seuil de temps prédéterminé.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les seuils de chargement sont choisis parmi un premier seuil de chargement (S1) correspondant à un filtre à particules (16) surchargé, un deuxième seuil de chargement (S2) correspondant à un filtre à particules (16) surchargé, et un troisième seuil (S3) de chargement correspondant à

- un filtre à particules (16) colmaté.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la durée de remplissage de référence (Tref) est obtenue dans des conditions réelles de roulage les plus sévères possibles maximisant une vitesse de remplissage du filtre à particules (16).
- [Revendication 6] Calculateur (20) comportant une mémoire stockant des instructions logicielles pour la mise en œuvre d'un procédé défini selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 7] Véhicule automobile comportant un calculateur (20) défini selon la revendication précédente.
- [Revendication 8] Véhicule automobile selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte une ligne d'échappement (12) sur laquelle est installée un filtre à particules (16) et un capteur de pression différentielle (18) aux bornes du filtre à particules (16).
- [Revendication 9] Véhicule selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'un catalyseur trois voies (14) est installé sur la ligne d'échappement (12).
- [Revendication 10] Véhicule automobile selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte un moteur thermique (10) à essence.

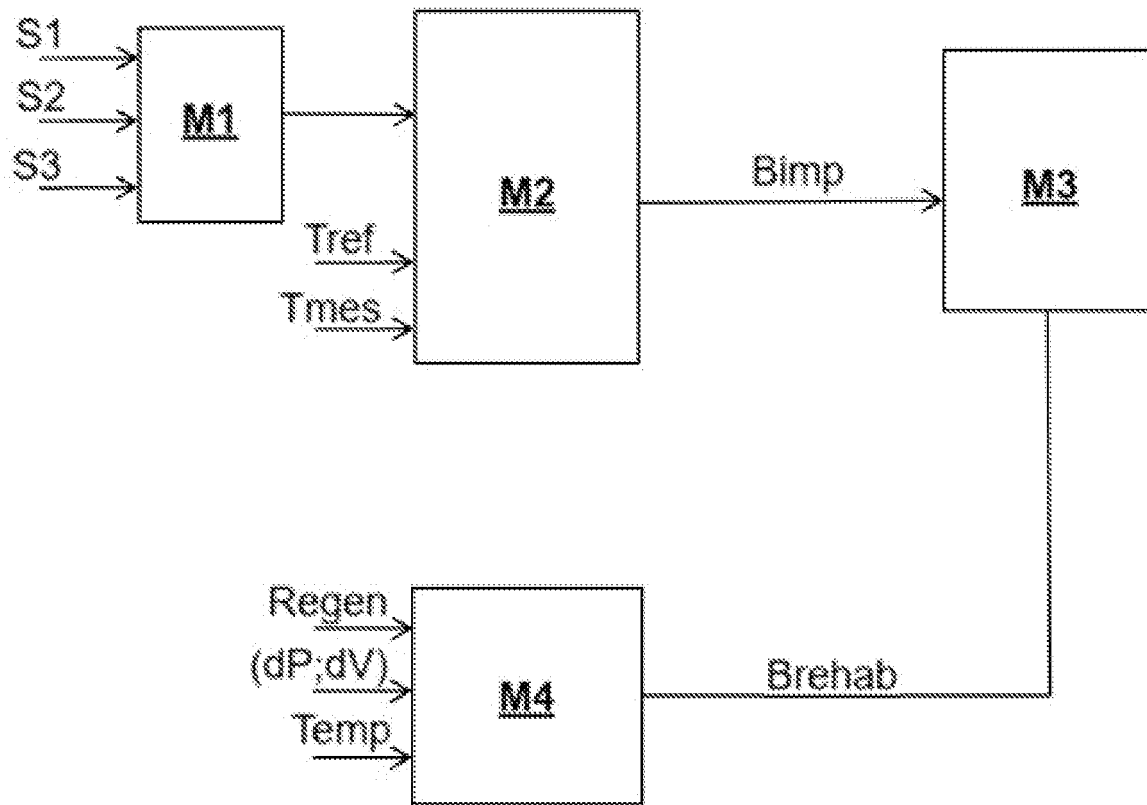
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 924070
FR 2312173

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		
A	US 10 156 175 B1 (HATTAR RAFAT F [US]) 18 décembre 2018 (2018-12-18) * colonne 6, ligne 51 - colonne 7, ligne 13; figures 1,3 * -----	1-10	F01N 11/00 F01N 3/023 F01N 9/00
A	DE 10 2017 204866 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 27 septembre 2018 (2018-09-27) * revendication 1 * -----	1-10	
A	US 2019/010853 A1 (STEPHANI MARTIN [DE] ET AL) 10 janvier 2019 (2019-01-10) * alinéa [0008] - alinéa [0014]; figures 1,2 * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 avril 2024		Zebst, Marc	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>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</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2312173 FA 924070**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **16-04-2024**
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 10156175 B1	18-12-2018	CN 110159404 A	23-08-2019
		DE 102019103370 A1	22-08-2019
		US 10156175 B1	18-12-2018

DE 102017204866 A1	27-09-2018	AUCUN	

US 2019010853 A1	10-01-2019	CN 109209589 A	15-01-2019
		DE 102017211575 A1	10-01-2019
		US 2019010853 A1	10-01-2019
