

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale

WO 2020/065147 A1

(43) Date de la publication internationale
02 avril 2020 (02.04.2020)

(51) Classification internationale des brevets :

F02D 41/10 (2006.01) F02M 26/05 (2016.01)
F02D 41/14 (2006.01) F02D 41/00 (2006.01)
F02D 41/24 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2019/051792

(22) Date de dépôt international :

17 juillet 2019 (17.07.2019)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1858931 28 septembre 2018 (28.09.2018) FR

(71) Déposant : PSA AUTOMOBILES SA [FR/FR] ; 2-10
Boulevard de l'Europe, 78300 Poissy (FR).

(72) Inventeurs : TAIBALY, Moustansir ; 164 BOULE-
VARD CHARLES DE GAULLE, 92700 COLOMBES
(FR). SELLE, Mathieu ; 16 RUE RENE CASSIN, 92500
RUEIL-MALMAISON (FR).

(74) Mandataire : BOURGUIGNON, Eric ; PSA AUTO-
MOBILES SA, VEIP-VV1400, ROUTE DE GIZY, 78140
VELIZY-VILLACOUBLAY (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM),
européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES,
FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(54) Title: COMBUSTION ENGINE CONTROL DEPENDING ON AN ESTIMATE OF THE EXHAUST GAS TEMPERATURE

(54) Titre : COMMANDE DE MOTEUR THERMIQUE EN FONCTION D'UNE ESTIMATION DE LA TEMPERATURE DE GAZ D'ÉCHAPPEMENT

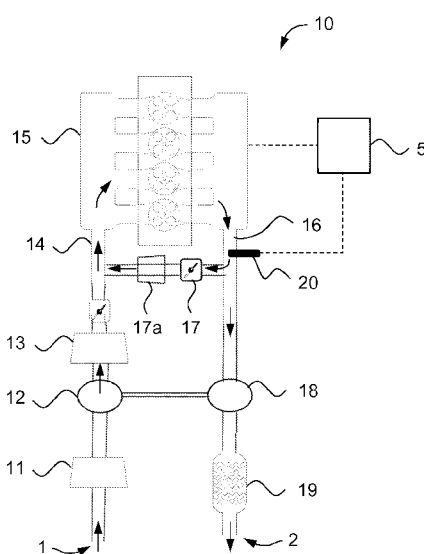


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a method for controlling a combustion engine (10), comprising the following steps of: estimating a temperature of exhaust gases generated by the engine (10) for a period comprising a transition phase and a stabilized phase, during which the temperature of the exhaust gases passes respectively from a variable state to a stabilized state, and controlling an actuator (5) of the engine (10) depending on the estimated temperature. According to the invention, the temperature of the exhaust gases is estimated by calculation from a first temperature output by a sensor (20) measuring the temperature of said exhaust gases and from a second temperature output by a preestablished model.

(57) Abrégé : La présente invention concerne une méthode de commande d'un moteur thermique (10) comprenant les étapes suivantes : estimation d'une température de gaz d'échappement générés par le moteur (10) durant une période comprenant une phase transitoire et une phase stabilisée durant lesquelles la température des gaz d'échappement passe respectivement d'un état variable à un état stabilisé, et commande d'un actionneur (5) du moteur (10) en fonction de la température estimée. Selon l'invention, la température des gaz d'échappement est estimée par calcul à partir d'une première température issue d'un capteur (20) mesurant la température desdits gaz d'échappement et d'une seconde température issue d'un modèle préétabli.

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))*

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

COMMANDE DE MOTEUR THERMIQUE EN FONCTION D'UNE ESTIMATION DE LA TEMPERATURE DE GAZ D'ECHAPPEMENT

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne, de manière générale, le domaine des moteurs
5 thermiques et porte plus précisément sur la détermination de la température des gaz
d'échappement issus de tels moteurs.

En matière de contrôles appliqués sur les moteurs à combustion, notamment
de contrôles anti-pollution, il devient nécessaire de bien connaître l'état des systèmes
liés à l'échappement des gaz pour pouvoir satisfaire des exigences devenant de plus
10 en plus sévères.

Pour ce faire, la présente invention propose une méthode de commande d'un
moteur thermique basée sur une estimation de la température des gaz
d'échappement, ainsi qu'un moteur thermique commandé selon cette méthode et un
véhicule automobile comprenant un tel moteur.

15

ART ANTÉRIEUR

Les moteurs concernés sont de préférence les moteurs suralimentés ou
atmosphériques, de type essence ou diesel. En utilisation, le système d'échappement
des moteurs traverse essentiellement deux phases, à savoir une première phase dite
20 transitoire et une seconde dite stabilisée. Durant la phase transitoire la température
des gaz varie et passe par différents niveaux plus ou moins élevés. Au terme de la
phase transitoire ces variations s'estompent pour enfin se stabiliser à un niveau
relativement constant dans la phase stabilisée.

De nos jours, les contrôles effectués sur les moteurs sont de plus en plus basés
25 sur des modèles théoriques ou pseudo-théoriques. Ces modèles permettent une
modélisation des valeurs de mesure au moyen d'équations physiques par exemple.
Afin que ces contrôles puissent être passés avec succès, il importe dans la pratique
de pouvoir ajuster la température des gaz d'échappement de manière aussi précise
que possible en tout temps, c'est-à-dire aussi bien durant la phase transitoire que
30 durant la phase stabilisée.

Pouvoir déterminer la température des gaz d'échappement, différentes solutions peuvent généralement être employées.

La première solution connue consiste à effectuer des mesures au moyen d'une sonde ou d'un capteur de température. Un tel capteur est typiquement placé au niveau
5 du collecteur d'échappement, à savoir en amont de la ligne de dépollution et, le cas échéant, en amont de la turbine d'entraînement du compresseur (turbocompresseur) et/ou du circuit EGR (*Exhaust Gas Recirculation*) relatif à la recirculation des gaz d'échappement.

Le premier inconvénient réside dans le fait que, de part cet emplacement, la
10 température mesurée par le capteur peut différer de celle mesurée plus en aval, typiquement dans le pot d'échappement lors des contrôles anti-pollution.

Le second inconvénient provient de la construction de ces capteurs. En effet, pour éviter tout risque de casse pouvant provoquer d'autres dégâts subséquents au niveau d'autres composants, ces capteurs sont de nature massive et présentent
15 généralement un gros diamètre qui les rend plutôt volumineux. Or, tout gros capteur possède l'inconvénient de présenter une forte inertie thermique. Typiquement, le temps de réponse d'un tel capteur peut être de 10 secondes.

En revanche, il a été constaté que ces capteurs de température fournissent des valeurs de précision intéressante en phase stabilisée, à savoir une fois que le moteur
20 a atteint des caractéristiques ou performances que l'on pourrait qualifier de nominales.

La seconde solution connue pour déterminer la température des gaz d'échappement consiste à faire appel à une modélisation des valeurs de mesure au moyen d'un modèle typiquement basé sur des équations physiques et/ou des valeurs
25 empiriques. Généralement, la modélisation de la température des gaz d'échappement est estimée à partir de paramètres tels que la quantité de carburant injecté, l'avance à l'injection ou l'avance à l'allumage. Typiquement, le modèle de température est obtenu à partir d'une cartographie de différences de température entre l'admission et l'échappement. Cette différence de température est fonction du régime et du débit de
30 carburant. Des coefficients liés à différentes sensibilités (avance à l'injection ou

avance à l'allumage, température d'eau du moteur, richesse, pression de suralimentation, etc...) sont souvent encore appliqués à ces valeurs.

5 Cette seconde solution présente l'inconvénient d'être imparfaite notamment en raison du fait que la température des gaz d'échappement est très compliquée à modéliser. En effet, en raison du circuit EGR de recirculation des gaz et/ou de phénomènes complexes au niveau de la chambre de combustion, les résultats comportent des erreurs dont l'importance dépend de la qualité du modèle utilisé, ce qui rend cette solution inutilisable pour commander un moteur.

10 En revanche, la solution basée sur le modèle présente l'avantage de pouvoir fournir une réponse très dynamique. En effet, cette réponse peut être perçue comme immédiate ou instantanée étant donné qu'elle n'est frappée d'aucun retard ou décalage que ce soit au niveau temporel ou au niveau de la valeur de la grandeur considérée.

15 Le document WO2010130539 divulgue l'utilisation d'un capteur de température au sein du conduit d'échappement accompagné de l'utilisation de valeurs modèles. Ce document ne fait qu'utiliser, d'une manière dissociée, des valeurs modèles pour confirmer les valeurs de température détectées par le capteur de température.

20 Comme exposé ci-dessus, chacune de ces solutions présente au moins un inconvénient qui empêche d'estimer au mieux la valeur de la température des gaz d'échappement. Par conséquent, il existe un intérêt de trouver une nouvelle solution plus adéquate qui permette au moins en partie de résoudre les inconvénients précités.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

25 Dans ce but, un premier aspect de la présente invention porte sur une méthode de commande d'un moteur thermique basée sur une estimation de la température des gaz d'échappement générés par ce moteur. L'estimation de cette température peut de préférence être faite en tout temps, du moins durant une période comprenant une phase dite transitoire et une phase dite stabilisée durant lesquelles la température des gaz d'échappement passe respectivement d'un état variable à un état stabilisé. Selon
30 la présente invention, la température des gaz d'échappement est estimée par calcul à partir d'une première température issue d'un capteur mesurant la température

desdits gaz d'échappement et d'une seconde température issue d'un modèle préétabli.

Avantageusement, la solution apportée par la présente invention permet d'obtenir une meilleure estimation de la température des gaz d'échappement au sein du moteur, en particulier au collecteur d'échappement, aussi bien en phase transitoire qu'en phase stabilisée. Il s'ensuit une amélioration de la qualité des systèmes de régulations, notamment du système de régulation de la pression de suralimentation ainsi que du circuit air/EGR de recirculation des gaz dans le bloc moteur.

Avantageusement encore la présente invention permet de réduire le taux de nocivité des polluants émis à la source, à savoir au niveau du moteur, grâce notamment à une commande adéquate qui dépend de la température.

La solution apportée par cette invention présente également l'avantage de pouvoir être basée sur une combinaison de deux moyens complémentaires matérialisés par le capteur de température et le modèle préétabli. La complémentarité de ces moyens réside dans le fait qu'au moins un défaut de l'un de ces moyens peut être compensé par au moins un avantage apporté par l'autre moyen. Plus spécifiquement, les informations issues du modèle préétabli sont essentiellement utilisées durant la phase transitoire alors que celles issues du capteur sont essentiellement utilisées durant la phase stabilisée.

De préférence, le calcul permettant l'estimation de la température des gaz d'échappement est basé sur un modèle corrigé qui est obtenu en appliquant au moins une fonction corrective au modèle préétabli. Cette fonction corrective peut typiquement comprendre au moins une fonction logique ou mathématique.

Selon un mode de réalisation, la fonction corrective génère une constante dite de calibration qui est de préférence représentative de l'enthalpie des gaz à l'échappement. Typiquement, cette enthalpie peut être déterminée par le produit de deux valeurs où la première valeur est caractéristique du débit massique des gaz à l'échappement et la seconde valeur est caractéristique de la température des gaz d'échappement déterminée à partir du modèle préétabli.

De préférence encore, l'estimation de la température des gaz d'échappement est obtenue en soustrayant à la température issue du modèle préétabli une erreur de

ce modèle. Cette erreur est calculée par la différence entre la température du modèle corrigé et la température du capteur.

Selon un autre aspect, la présente invention porte également sur un moteur thermique commandé selon l'un quelconque des modes de réalisation de la méthode précitée. De préférence encore, le moteur thermique ou à combustion interne, est un
5 moteur de type suralimenté ou atmosphérique.

Enfin, selon un dernier aspect, la présente invention porte aussi sur un véhicule automobile comprenant un moteur thermique tel que celui brièvement décrit ci-dessus.

10

BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée qui va suivre et qui présente différents modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples nullement
15 limitatifs et illustrés par les figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 représente de façon schématique la circulation des gaz au sein d'un moteur et au travers des éléments principaux qui lui sont associés ;

- la figure 2 représente, sous la forme d'un premier schéma-bloc, l'idée de base sur laquelle se fonde la présente invention ;

- la figure 3 est une illustration graphique de courbes de températures obtenues par différents moyens, dont celui proposé par la solution que propose la présente invention, par rapport à la courbe de température physique réelle ; et

- la figure 4 représente, sous la forme d'un second schéma-bloc, le processus d'estimation de la température des gaz d'échappement selon l'invention.

25

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

En référence à la figure 1, celle-ci illustre la circulation bien connue des gaz, au travers d'un moteur 10, plus précisément d'un système-moteur comportant une prise d'air en entrée 1 et un échappement en sortie 2. Tel qu'illustré dans cette figure, l'air

admis en entrée traverse successivement un filtre à air 11, un compresseur 12 et un refroidisseur d'air de suralimentation 13 avant de pénétrer dans le bloc-moteur 15 au travers du collecteur d'admission 14. Les gaz ressortent du bloc-moteur 15 par le collecteur d'échappement 16. Une partie de ces gaz peut être réinjectée dans le collecteur d'admission 14 au moyen du système 17 de recirculation des gaz d'échappement suivi d'un échangeur 17a. Ce système permet de réduire les émissions d'oxydes d'azotes (NOx) et de mieux satisfaire aux normes antipollution sans devoir modifier la structure du moteur. La partie des gaz d'échappement qui n'est pas réinjectée dans ce système est dirigé vers une turbine 18 qui permet d'entraîner le compresseur par une liaison mécanique. En sortie de la turbine, les gaz passent au travers d'un système de dépollution 19 avant de ressortir du circuit à l'échappement.

Comme représenté sur la figure 1, la mesure de la température des gaz d'échappement est généralement effectuée au niveau du collecteur d'échappement 16 par un capteur 20 de température. Cette mesure de température est typiquement destinée à être utilisée par un actionneur 5, tel qu'un injecteur ou un dispositif d'allumage, pour la commande du moteur 10.

La figure 2 représente, sous forme d'un schéma-bloc, l'idée de base sur laquelle se fonde la présente invention. Pour pouvoir améliorer l'estimation d'une grandeur caractéristique des gaz d'échappement, telle que la température par exemple, l'invention propose d'obtenir cette grandeur sur la base d'une combinaison d'au moins deux informations I1, I2. La première information I1 est issue d'un capteur, tel que le capteur de température 20 par exemple, et la seconde information I2 est issue d'un modèle préétabli 30. La combinaison des informations I1, I2 issues de ces deux moyens 20, 30 est schématiquement illustrée par un dynamiseur 40 duquel est obtenue une troisième information I3 correspondant l'estimation de la grandeur recherchée.

Le modèle préétabli 30 permet d'obtenir une modélisation de l'information I2 qu'il délivre sur la base d'au moins un paramètre d'entrée P. Ces paramètres peuvent faire référence à différentes grandeurs et peuvent concerner par exemple, le débit en carburant, le régime du moteur, différentes valeurs d'avance à l'injection, une température telle que celle du plénum, des débits/avances de type post injection, une pression telle que celle du plénum ou encore la température de l'eau de

refroidissement du moteur. Ce modèle est dit préétabli car, sur la base d'algorithmes prédéfinis, prenant en compte au moins un paramètre P comme donnée d'entrée, il permet d'obtenir en sortie l'information I2. Ces algorithmes peuvent par exemple être obtenus sur banc moteur.

5 De préférence, au moins une des informations I1, I2, I3 comprend, comme grandeur, une valeur de température. Dans les modes de réalisation qui vont être présentés plus en détail ci-après, l'ensemble de ces informations I1, I2, I3 ont pour grandeurs des températures. Cependant, certaines des informations, notamment des informations utilisées comme valeurs d'entrée I1, I2, pourraient refléter au moins une
10 autre grandeur telle que par exemple un taux en dioxygène (O2) des gaz d'échappement. Ainsi, dans la description qui va suivre, le capteur 20 sera de préférence décrit comme étant un capteur de température délivrant une température notée Tc, le modèle préétabli 30 sera de préférence configuré pour délivrer une température notée Tm et le dynamiseur 40 sera de préférence configuré pour délivrer
15 une température notée Td, en particulier la température des gaz d'échappement estimée selon l'invention.

La figure 3 donne une illustration graphique de différentes courbes de températures obtenues par différents moyens. En abscisse se trouve le temps et en ordonnée la température. La période temporelle présentée dans ce graphique
20 comprend une première portion ou phase dite transitoire Ph_T et une seconde portion ou phase dite stabilisée Ph_S. Typiquement, on peut considérer être en phase stabilisée lorsque le couple moteur varie de moins de 5%, en moins de 1 seconde. A contrario, on peut considérer être en phase transitoire lorsque le couple moteur varie de plus de 5%, en moins de 1 secondes.

25 La première courbe 21, illustrée en trait interrompu fin dans ce graphique, est celle donnée par le capteur de température 20. Ce dernier mesure la température des gaz d'échappement, de préférence au niveau du collecteur d'échappement 16, comme illustré dans la figure 1.

La seconde courbe 31, illustrée en trait mixte, est celle donnée par le
30 modèle préétabli 30. Ce dernier modélise, par calcul, la température des gaz d'échappement sur la base d'au moins un paramètre P.

La troisième courbe 41, illustrée en trait fort sur la figure 3, est celle obtenue par le dynamiseur 40 selon la solution de l'invention.

Enfin, la dernière courbe 51, illustrée en trait interrompu fort, est représentative de la température physique réelle des gaz d'échappement. C'est donc
5 cette courbe de température que l'on cherche à obtenir ou à pouvoir imiter du mieux possible grâce au dynamiseur 40.

De ce graphique, il faut remarquer que la courbe de température 21 fournie par le capteur 20, délivre une information retardée et filtrée par rapport à l'information physique réelle illustrée par la courbe 51. Ce décalage ou déviation de la
10 température fournie par le capteur 20 découle essentiellement de l'inertie thermique de ce capteur. Ainsi, durant la phase transitoire Ph_T , on constate sur ce graphique que la réponse, à savoir l'information, donnée par le capteur 20 n'est pas conforme aux attentes illustrées par la courbe 51 dans cette même phase. En revanche, durant la phase stabilisée Ph_s , il a été constaté que la réponse donnée par le capteur 20 était
15 une information précise, du moins plus précise que celle donnée par le modèle préétabli 30. En effet, à l'image de la courbe 31, on remarque que le modèle préétabli fournit une bonne réponse durant la phase transitoire Ph_T , alors que cette réponse est moins bonne que celle donnée par le capteur 20 durant la phase stabilisée Ph_s . Durant la phase transitoire Ph_T , on peut constater sur la figure 3 que, bien que s'écartant
20 parfois en ordonnée des valeurs de températures physiques réelles, le modèle préétabli 30 à l'avantage de présenter une dynamique qui est proche de celle de la courbe 51.

La réponse fournie par la courbe 41 issue, selon l'invention, du dynamiseur 40 résulte de la fusion de l'information I2 générée par le modèle préétabli
25 30 durant la phase transitoire Ph_T , et de l'information I1 générée par le capteur 20 durant la phase stabilisée Ph_s . Ainsi, durant la plus grande partie de la phase transitoire la température issue par le dynamiseur 40 a avantageusement tendance à être proche de la valeur fournie par le modèle préétabli 30, et au terme de cette phase transitoire elle converge vers la valeur fournie par le capteur 20 pour finalement
30 essentiellement correspondre à la température donnée par le capteur durant la phase stabilisée.

Sur la base de ce qui précède, le premier objet de l'invention se rapporte à une méthode de commande d'un moteur thermique 10. Cette méthode comprend une première étape dans laquelle est effectuée une estimation de la température des gaz d'échappement générés par le moteur 10. Cette estimation durant une période
5 comprenant une phase transitoire et une phase stabilisée durant lesquelles la température des gaz d'échappement passe respectivement d'un état variable à un état stabilisé, comme illustré dans la figure 3. Bien entendu, il faut comprendre que l'estimation de cette température n'est pas effectuée une seule fois au cours de cette période, mais qu'elle est répétée de nombreuses fois, comme illustré par tous les
10 points que forment la courbe 41 à la figure 3. Le pas des mesures, à savoir l'intervalle de temps entre deux mesures consécutives, peut être de l'ordre de 0.1 seconde par exemple. Chaque point de la courbe 41 correspond à l'estimation de la température issue du dynamiseur 40. Pour cette raison, cette température est dite dynamisée et est notée T_d .

15 Comme schématiquement illustré à la figure 2, la température des estimée T_d des gaz d'échappement est, selon l'invention, obtenue par calcul à partir d'une première température T_c (I1) issue du capteur 20 de température et d'une seconde température T_m (I2) issue du modèle préétabli 30.

Selon un mode de réalisation préféré, le capteur 20 et le modèle préétabli
20 30 constituent deux moyens complémentaires. En effet et comme expliqué en référence à la figure 3, ces moyens se complètent en ce sens que les informations issues de l'un de ces moyens sont essentiellement exploitées durant la phase transitoire, alors que les informations issues de l'autre moyen sont essentiellement exploitées durant la phase stabilisée. Plus spécifiquement, selon l'invention le modèle
25 préétabli 30 est essentiellement utilisé durant la phase transitoire Ph_T alors que le capteur 20 est essentiellement utilisé durant la phase stabilisée Ph_S .

De la figure 3, on a pu constater que la valeur fournie par le modèle préétabli 30 n'était pas correcte en tout temps. Ceci est principalement dû au fait que la modélisation de la température des gaz d'échappement effectuée par les
30 algorithmes qui sont à la base de ce modèle est imparfaite. Ainsi, il existe une erreur générée par ce modèle. Cette erreur peut être regardée comme étant la différence entre la valeur (T_m) donnée par ce modèle et la valeur physique (T_{ph}) réelle.

Pour cette raison, le calcul permettant l'estimation de la température des gaz d'échappement sera de préférence basé sur un modèle corrigé, obtenu en appliquant au moins une fonction correctrice Fc au modèle préétabli 30. Selon un mode de réalisation préféré, la fonction correctrice comprend au moins une fonction logique.

5 De préférence, cette fonction correctrice se compose d'une pluralité de fonctions logiques ou mathématiques. Ces dernières peuvent être matérialisées par des pas de programmation pour un logiciel ou par des bascules au sein d'un circuit logique ou électronique. Un tel circuit pouvant être obtenu à partir d'une pluralité de composants électroniques interconnectés à l'aide d'un circuit imprimé par exemple.

10 Dans une forme de réalisation préférée, la fonction correctrice Fc génère une constante de calibration CST. De préférence encore, cette constante de calibration est au moins représentative ou fonction de l'enthalpie à l'échappement. L'enthalpie à l'échappement est une caractéristique basée sur le produit de deux valeurs, dont la première valeur est représentative du débit massique des gaz et la
15 seconde valeur est représentative de la température issue du modèle préétabli.

De préférence encore, l'estimation de la température des gaz d'échappement, à savoir la température dynamisée Td, est obtenue en soustrayant à la température Tm issue du modèle préétabli 30 une erreur Err de ce modèle calculée par la différence entre la température Tmc fournie par le modèle corrigé et la
20 température Tc du capteur. Ce mode de réalisation est illustré par la figure 4 et découle du raisonnement expliqué ci-dessous.

Comme mentionné précédemment, le modèle prédéfini est entaché d'une erreur Err (ou correction à apporter) pouvant être perçue comme étant la différence entre la température issue de ce modèle Tm et la valeur physique réelle Tph. De ce
25 constat, on obtient la première expression suivante :

$$(1) \text{ Err} = T_m - T_{ph}.$$

Or, dans la pratique la température physique Tph sera donnée par le capteur 20 du fait que c'est ce moyen qui physiquement prend la température des gaz d'échappement. Dans une situation théorique où le capteur 20 serait idéal, la valeur
30 de température Tc fournie par ce capteur 20 devrait être en tout temps égale à la valeur physique (réelle) Tph issue de la courbe correspondante 51 (Fig. 3). Or, pour

obtenir la valeur physique T_{ph} , on a pu constater qu'il convient également d'apporter une correction à la valeur T_c fournie par le capteur, en raison de l'information retardée que délivre ce dernier. Cette correction peut être assimilée à la constante de calibration CST.

5 Etant donné que la valeur T_c , mise pour la valeur T_{ph} dans l'expression (1), doit être corrigée de la constante de calibration CST, il s'ensuit qu'une correction équivalente doit aussi être appliquée à la valeur T_m (issue du modèle préétabli) pour que l'expression (1) demeure correcte. Appliquée à la valeur T_m , cette correction (donnée par la constante de calibration CST) permet d'obtenir la valeur corrigée du
10 modèle, notée T_{mc} :

$$(2) \text{ Err} = T_{mc} - T_c.$$

L'erreur Err du modèle n'est rien d'autre que la correction que l'on va devoir apporter à ce modèle. Ainsi, la température dynamique T_d recherchée est obtenue en corrigeant la valeur T_m d'une valeur égale à l'erreur Err :

15 (3) $T_d = T_m - \text{Err}.$

En d'autres termes, on obtient à l'aide de l'expression (2) dans (3) :

$$(4) T_d = T_m - (T_{mc} - T_c).$$

Ainsi selon cette dernière expression (4), il apparaît que la température dynamique T_d , fournie par le dynamiseur 40, peut être obtenue en soustrayant à la
20 température T_m issue du modèle préétabli, l'erreur de ce modèle qui est calculée par la différence entre la température T_{mc} issue du modèle corrigé et la température T_c issue du capteur.

Avantageusement, on constate que ce mode de réalisation est basé sur une seule expression (4) qui est applicable en tout temps, à savoir aussi bien durant
25 la phase transitoire que durant la phase stabilisée. En d'autres termes, la solution proposée par la présente invention, dans ce mode de réalisation, ne nécessite aucune commutation d'étapes ou d'algorithmes pour pouvoir passer d'une phase à une autre. Ce mode de réalisation a donc l'avantage d'être applicable sur toute la période que durent les mesures, notamment les mesures de la température des gaz
30 d'échappement effectuées au moyen du capteur 20. En effet, dans un résonnement

inverse, on a l'expression suivante sur laquelle est basée la détermination de la température dynamique T_d :

$$(1') \quad T_d = T_m - (T_{mc} - T_c).$$

A partir de cette expression, les deux phases sont successivement considérées :

5 A) Phase transitoire :

En phase transitoire Ph_T et dans le cas théorique parfait où la correction de délai et de filtrage, apportée par la constante de calibration CST, est parfaitement calibrée, à savoir déterminée ou ajustée, on a :

$$(2') \quad T_{mc} = T_c.$$

10 Donc, en plaçant l'expression (2') dans (1') on obtient :

$$(3') \quad T_d = T_m.$$

Cette dernière expression (3') correspond bien au but initialement recherché, à savoir qu'en phase transitoire Ph_T la température dynamisée T_d issue du dynamiseur 40 corresponde à celle donnée par le modèle préétabli 30.

15 B) Phase stabilisée :

En phase stabilisée Ph_s on a :

$$(4') \quad T_{mc} = T_m.$$

Donc, en plaçant l'expression (4') dans (1') on obtient :

$$(5') \quad T_d = T_c.$$

20 Cette dernière expression (5') correspond également bien au but initialement recherché, à savoir qu'en phase stabilisée Ph_s la température dynamisée T_d issue du dynamiseur 40 corresponde à celle donnée par le capteur 20.

25 En référence à la figure 4, celle-ci donne une illustration de la matérialisation de ce mode de réalisation, à savoir de la détermination de la température dynamisée T_d sur la base de l'expression (4) ou (1') mentionnée ci-dessus. Comme mentionné précédemment, cette matérialisation peut être, par exemple, obtenue au moyen d'un circuit logique dont les composants tels que bascules, mémoires ou registres sont schématiquement illustrés par les éléments

situés à l'intérieur du dynamiseur 40. Ce dernier est connecté d'une part au capteur 20 de température et d'autre part au modèle préétabli 30. Le modèle préétabli fourni en sa sortie une information comprenant au moins une valeur de température T_m qu'il a modélisé à partir d'un paramètre P_1 ou d'une pluralité de paramètres notés P_1 à P_x fourni en entrée du modèle. Le capteur 20 fournit quant à lui la valeur de température T_c qu'il a mesuré.

La constante CST de calibration permet de déterminer la correction qu'il convient d'apporter à la valeur de température T_m , afin d'obtenir une température de modèle corrigée T_{mc} . Cette constante de calibration est de préférence déterminée sur la base d'une constante dite de temps C_{stT} et d'une constante dite de filtre C_{stF} . Typiquement, la constante de calibration est obtenue à partir de l'enthalpie à l'échappement qui peut être déterminée par une entité 42. Telle qu'illustré dans cette figure 4, cette entité fait partie du dynamiseur 40. Toutefois, en variante, cette entité 42 pourrait être externe au dynamiseur 40. Comme illustré dans cette figure, l'enthalpie à l'échappement peut être déterminée à partir d'un paramètre provenant du modèle et /ou à partir d'au moins un paramètre additionnelle P_+ provenant d'une autre entité externe.

L'erreur Err de la valeur de température T_m issue du modèle préétabli 30, ou en d'autres termes la correction à apporter à la valeur issue de ce modèle, est déterminée par l'entité 43 sur la base des valeurs T_{mc} et T_c . Enfin, cette erreur Err est appliquée à la valeur T_m par une dernière entité 44 de manière à obtenir en sortie du dynamiseur 40 la valeur correspondant à la température dynamisée T_d .

De préférence, les entités 42, 43 et 44 sont des unités logiques matérialisées par des composants électroniques, telles que des bascules, ou mises en œuvre au moyen de pas de programmation d'un logiciel configuré pour être implémenté dans une commande de moteur 5.

Le second objet de la présente invention porte sur un moteur thermique 10 configuré pour être commandé par l'un quelconque des modes de réalisation de la méthode décrite précédemment. Pour ce faire et comme illustré sur la figure 1, le moteur thermique 10 peut être commandé par un actionneur 5 configuré selon cette méthode. Une telle configuration peut être obtenue, par exemple, au moyen du dynamiseur 40.

Enfin, le dernier objet de la présente invention porte sur un véhicule automobile comprenant un moteur thermique 10 selon le second objet mentionné ci-dessus.

- 5 Bien que les objets de la présente invention ont été décrits en référence à des exemples spécifiques, diverses modifications et/ou améliorations évidentes pourraient être apportées à aux modes de réalisation décrits sans s'écarter de l'esprit et de l'étendue de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Méthode de commande d'un moteur thermique (10) comprenant les étapes suivantes :

- estimation d'une température de gaz d'échappement générés par ledit moteur (10) durant une période comprenant une phase transitoire (Ph_T) et une phase stabilisée (Ph_S) durant lesquelles la température des gaz d'échappement passe respectivement d'un état variable à un état stabilisé,
- commande d'un actionneur (5) du moteur (10) en fonction de ladite température estimée (T_d),

10 caractérisée en ce que la température des gaz d'échappement est estimée par calcul à partir d'une première température (T_c) issue d'un capteur (20) mesurant la température desdits gaz d'échappement et d'une seconde température (T_m) issue d'un modèle préétabli (30).

15 2. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que le capteur (20) et le modèle préétabli (30) constituent deux moyens complémentaires dans lesquels le modèle préétabli (30) est essentiellement utilisé durant la phase transitoire (Ph_T) et le capteur (20) est essentiellement utilisé durant la phase stabilisée (Ph_S).

20

3. Méthode selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit calcul est basé sur un modèle corrigé qui est obtenu en appliquant au moins une fonction corrective au modèle préétabli.

25 4. Méthode selon la revendication 3, caractérisée en ce que ladite fonction corrective comprend au moins une fonction logique.

5. Méthode selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que la fonction correctrice génère une constante de calibration (CST) représentative de l'enthalpie à l'échappement.

5 6. Méthode selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'enthalpie à l'échappement est déterminée par le produit d'une première valeur, caractéristique du débit massique des gaz à l'échappement, par une seconde valeur caractéristique de la température des gaz d'échappement déterminée à partir du modèle préétabli (30).

10

7. Méthode selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisée en ce que l'estimation de la température des gaz d'échappement est obtenue en soustrayant à ladite seconde température (T_m), issue du modèle préétabli, une erreur (Err) du modèle préétabli (30) calculée par la différence entre la température (T_{mc}) du
15 modèle corrigé et la température (T_c) du capteur (20).

8. Méthode selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit moteur thermique (10) est un moteur de type suralimenté ou atmosphérique.

20

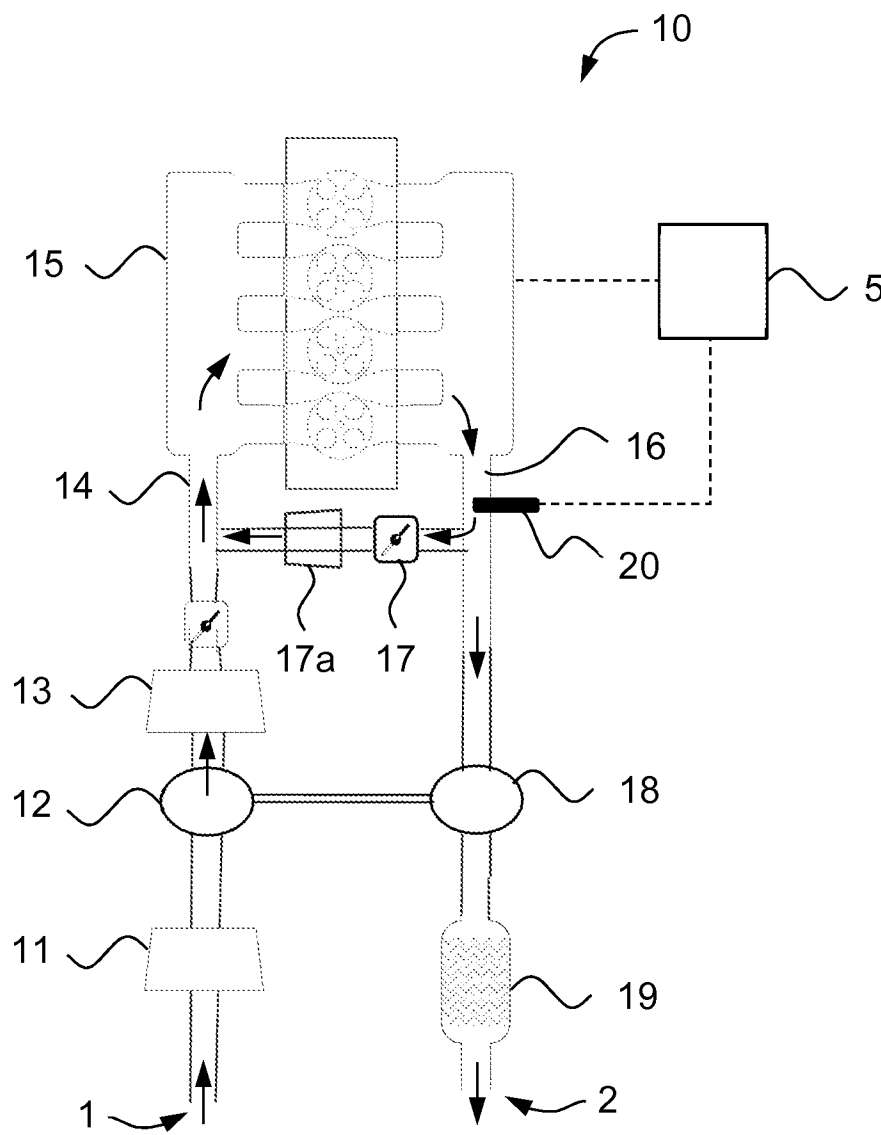


Fig. 1

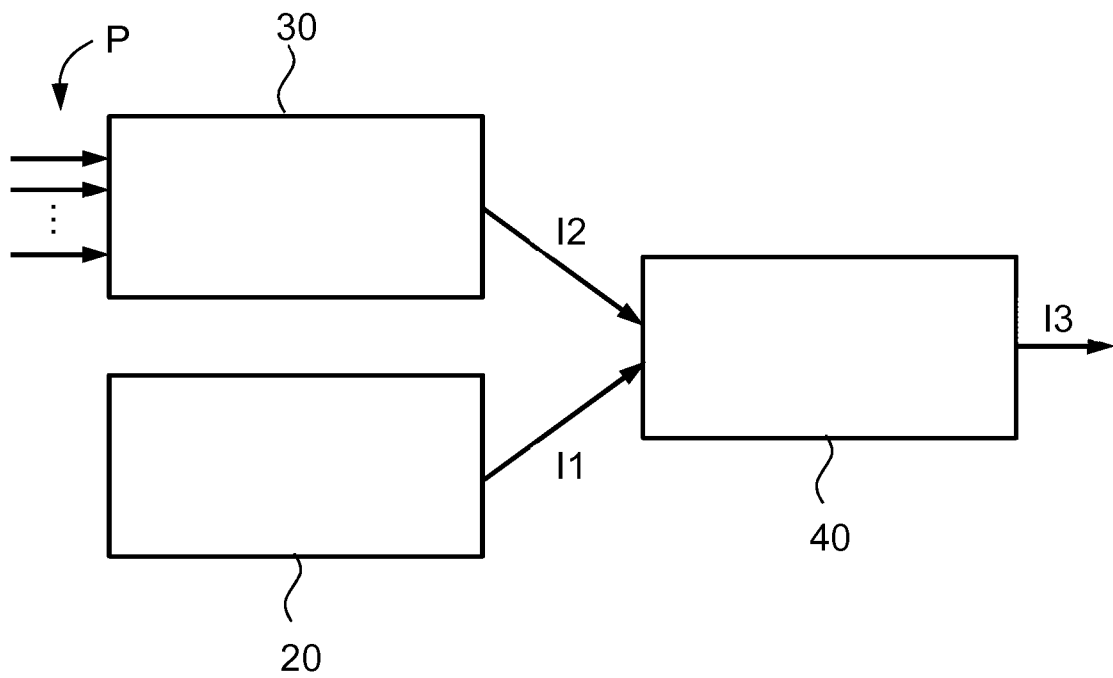


Fig. 2

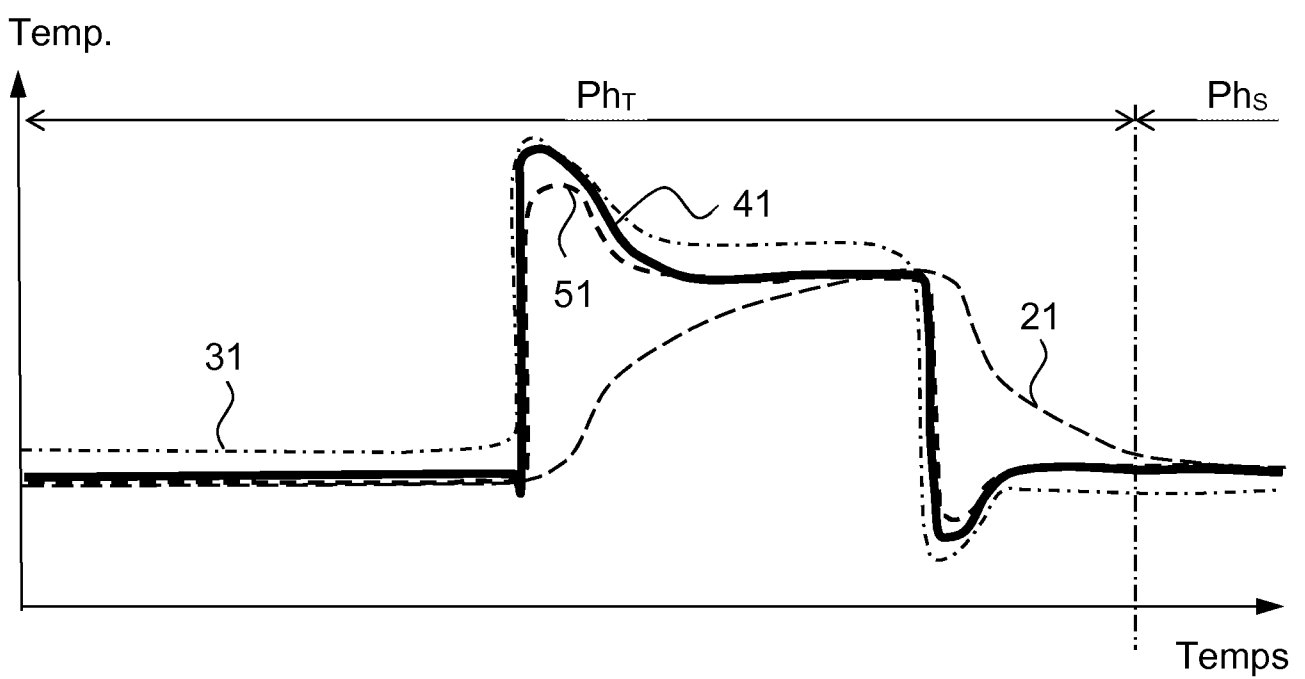


Fig. 3

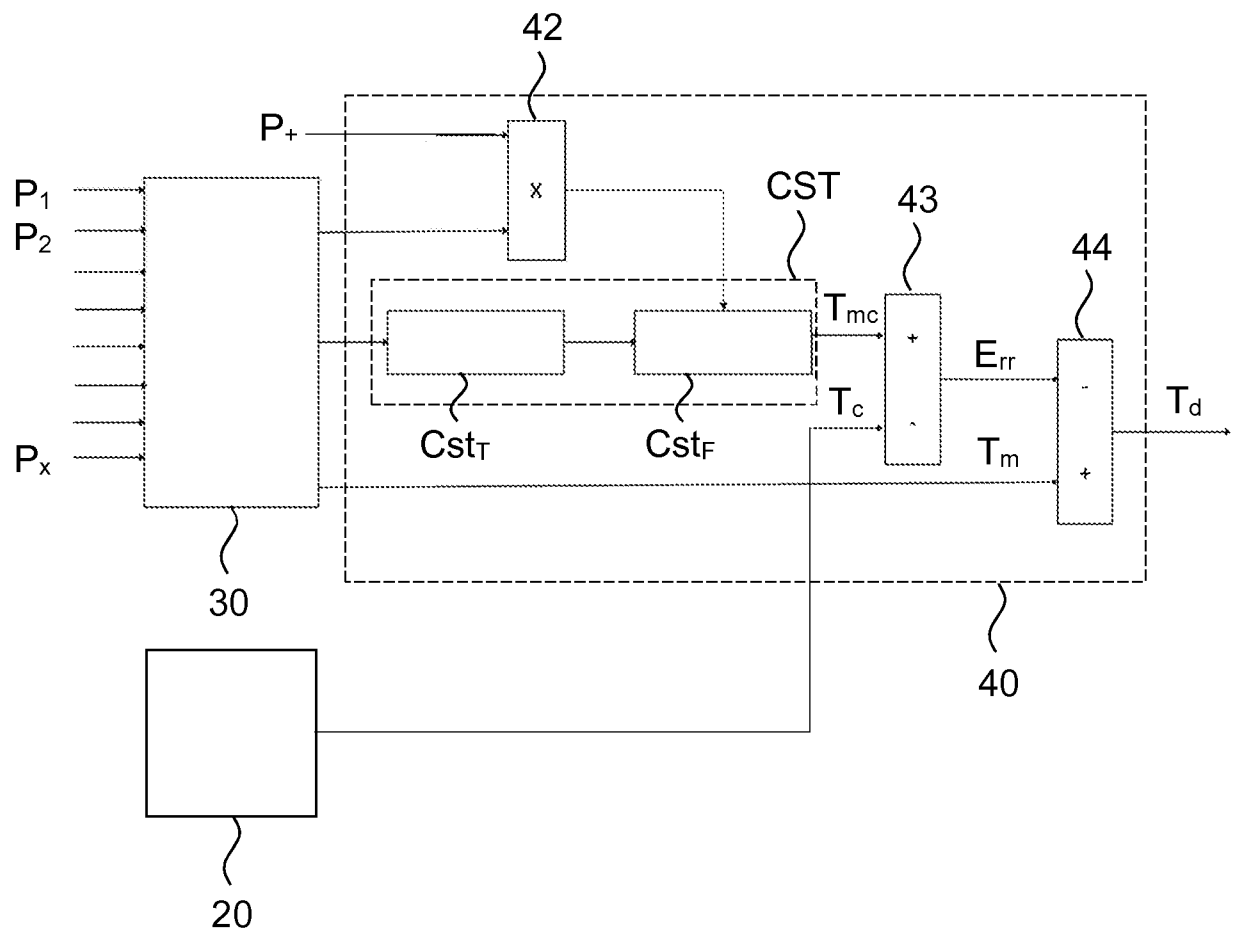


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2019/051792**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****F02D 41/10**(2006.01)i; **F02D 41/14**(2006.01)i; **F02D 41/24**(2006.01)i; **F02M 26/05**(2016.01)i; **F02D 41/00**(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D; F02M; F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	FR 2955356 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22 July 2011 (2011-07-22) pages 1,9-12; figures	1-6,8 7
X A	US 2013003778 A1 (TUGNOLO MANUEL [IT] ET AL) 03 January 2013 (2013-01-03) paragraphs [0002], [0021], [0029], [0092] - [0112]; figures 1,3	1-6,8 7
X A	US 2009141768 A1 (HE YONGSHENG [US] ET AL) 04 June 2009 (2009-06-04) paragraphs [0003], [0010], [0013] - [0016]; figures 1,3,4	1-6,8 7
X A	EP 2615283 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 17 July 2013 (2013-07-17) paragraphs [0002], [0003], [0005], [0010], [0012] paragraphs [0019] - [0034]; figures	1-6,8 7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 September 2019

Date of mailing of the international search report

26 September 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Aign, Torsten

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2019/051792

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
FR	2955356	A1	22 July 2011	CN	102135026	A	27 July 2011
				DE	102010001090	A1	28 July 2011
				FR	2955356	A1	22 July 2011
US	2013003778	A1	03 January 2013	CN	102852609	A	02 January 2013
				GB	2492355	A	02 January 2013
				US	2013003778	A1	03 January 2013
US	2009141768	A1	04 June 2009	CN	101685044	A	31 March 2010
				US	2009141768	A1	04 June 2009
EP	2615283	A1	17 July 2013	CN	103195592	A	10 July 2013
				EP	2615283	A1	17 July 2013
				US	2013174547	A1	11 July 2013

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2019/051792

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02D41/10 F02D41/14 F02D41/24 F02M26/05 ADD. F02D41/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F02D F02M F01N		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 955 356 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22 juillet 2011 (2011-07-22)	1-6,8
A	pages 1,9-12; figures -----	7
X	US 2013/003778 A1 (TUGNOLO MANUEL [IT] ET AL) 3 janvier 2013 (2013-01-03)	1-6,8
A	alinéas [0002], [0021], [0029], [0092] - [0112]; figures 1,3 -----	7
X	US 2009/141768 A1 (HE YONGSHENG [US] ET AL) 4 juin 2009 (2009-06-04)	1-6,8
A	alinéas [0003], [0010], [0013] - [0016]; figures 1,3,4 -----	7
X	EP 2 615 283 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 17 juillet 2013 (2013-07-17)	1-6,8
A	alinéas [0002], [0003], [0005], [0010], [0012] alinéas [0019] - [0034]; figures -----	7
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 17 septembre 2019		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 26/09/2019
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Aign, Torsten

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2019/051792

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2955356	A1	22-07-2011	CN 102135026 A	27-07-2011
			DE 102010001090 A1	28-07-2011
			FR 2955356 A1	22-07-2011

US 2013003778	A1	03-01-2013	CN 102852609 A	02-01-2013
			GB 2492355 A	02-01-2013
			US 2013003778 A1	03-01-2013

US 2009141768	A1	04-06-2009	CN 101685044 A	31-03-2010
			US 2009141768 A1	04-06-2009

EP 2615283	A1	17-07-2013	CN 103195592 A	10-07-2013
			EP 2615283 A1	17-07-2013
			US 2013174547 A1	11-07-2013
