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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
6 octobre 2016 (06.10.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/156715 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F02D 9/02 (2006.01) *F02D 41/00* (2006.01)
F02M 26/10 (2016.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/050678

(22) Date de dépôt international :
25 mars 2016 (25.03.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1552586 27 mars 2015 (27.03.2015) FR

(71) Déposant : **VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MOTEUR** [FR/—]; 14 avenue des Béguines, 95800 Cergy Saint Christophe (FR).

(72) Inventeurs : **LUTZ, Philippe**; 22 avenue de la Prise d'eau, 78100 Le Vesinet (FR). **POTTEAU, Sébastien**; 14 Sentes des Petites Terres, 78510 Triel Sur Seine (FR). **DAVID, Florent**; 1 rue des Velettes, 92150 Suresnes (FR).

(74) Mandataire : **BOUTROT, Dominique**; Valeo Systemes De Controle Moteur, 14 avenue des Béguines, 95800 Cergy Saint Christophe (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

(54) **Title** : DEVICE COMPRISING AN EXHAUST GAS RECIRCULATION CIRCUIT

(54) **Titre** : DISPOSITIF COMPORTANT UN CIRCUIT DE RECIRCULATION DE GAZ D'ECHAPPEMENT

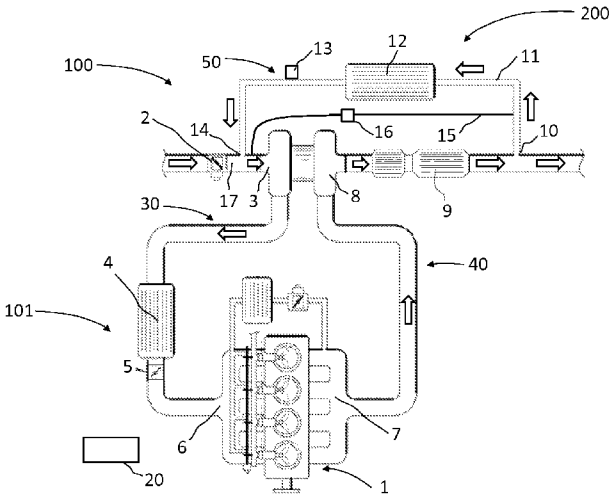

Fig. 1

(57) **Abstract** : The invention relates to a device comprising an exhaust gas recirculation circuit, said circuit including a channel having a cross-section selected so as to apply a minimum recirculated gas flow rate between the exhaust and the intake of an internal combustion engine.

(57) **Abrégé** : La présente invention propose un dispositif comportant un circuit de recirculation de gaz d'échappement, le circuit comportant un canal présentant une section de passage choisie pour imposer un débit minimum de gaz recirculés entre l'échappement et l'admission d'un moteur à combustion interne.

WO 2016/156715 A1

DISPOSITIF COMPORTANT UN CIRCUIT DE RECIRCULATION DE GAZ D'ECHAPPEMENT

La présente invention concerne un dispositif comportant un circuit de recirculation de gaz d'échappement, pour un moteur thermique.

On connait le principe de recirculer à l'admission une partie des gaz d'échappement d'un moteur à allumage commandé. La recirculation de gaz d'échappement est généralement désignée par EGR, comme l'abréviation du terme Anglais « Exhaust Gas Recirculation ». Par la suite, on parlera d'EGR.

Le fait de diluer l'air admis dans le moteur par des gaz d'échappement modifie le déroulement de la combustion du mélange carburé. Ainsi, la présence des gaz d'échappement, qui sont inertes chimiquement, et qui présentent une capacité calorifique élevée, permet de diminuer la température de combustion. De plus, la tendance à l'auto-inflammation du mélange est réduite, ce qui diminue la tendance au cliquetis. De manière générale, l'utilisation de recirculation de gaz d'échappement sur un moteur à essence permet de diminuer la consommation de carburant, ce qui en fait une technologie très intéressante, particulièrement lorsqu'elle est appliquée sur un moteur suralimenté. Par suralimenté, on entend que l'air d'admission du moteur est comprimé par un dispositif de suralimentation avant d'être admis dans le moteur. Il est ainsi bien connu de l'homme de métier d'effectuer une recirculation de gaz d'échappement de type « basse pression », dans laquelle une partie des gaz d'échappement est renvoyée vers le circuit d'admission, en amont du dispositif de suralimentation. Le débit de gaz recirculés est contrôlé par une vanne de dosage située sur le circuit de recirculation basse pression.

L'ajout de cette vanne augmente le coût et l'encombrement du système de recirculation de manière significative.

La présente invention a pour but de remédier à cet inconvénient en proposant un circuit de recirculation dépourvu de vanne EGR.

A cet effet, l'invention propose un dispositif comportant un circuit de recirculation d'EGR, le circuit comportant un canal présentant une section de passage choisie pour imposer un débit minimum de gaz recirculés entre l'échappement et l'admission d'un moteur à combustion interne.

Grâce à l'invention, le débit minimum peut être imposé de manière simple, en sélectionnant une section de passage appropriée au moteur à équiper.

Selon un mode de réalisation, le dispositif comporte en outre une vanne de dosage unique, agencée pour contrôler le débit traversant le circuit d'EGR.

Selon un mode de réalisation, la vanne de dosage est à l'extérieur du circuit de recirculation d'EGR.

Le circuit de recirculation ne comporte aucune vanne de dosage, son encombrement est donc réduit et sa construction simplifiée.

De préférence, la vanne de dosage est agencée pour modifier la section de passage de l'air entrant dans le moteur.

La vanne de dosage permet de régler le débit d'air frais entrant dans le moteur.

De préférence, les gaz d'échappement sortant du circuit EGR sont recirculés en aval de la vanne de dosage.

La vanne de dosage permet aussi de régler la différence de pression entre l'entrée et la sortie du circuit de recirculation des gaz d'échappement. Par conséquent, la vanne de dosage permet de régler le débit de gaz d'échappement recirculés, bien qu'elle ne soit pas traversée par les gaz d'échappement recirculés. Le circuit de recirculation ne comporte aucune vanne, ce qui rend sa construction particulièrement simple et son encombrement minimal.

Selon un mode de réalisation, la vanne de dosage est agencée pour pouvoir occuper seulement deux positions stables de fonctionnement, à savoir :

- une position de pleine ouverture,
- une position partiellement fermée dans laquelle la section de passage est plus petite que la section de passage dans la position de pleine ouverture.

En utilisant une vanne de dosage de construction simplifiée, avec seulement deux positions stables de fonctionnement, il est possible de réduire davantage le cout du système de recirculation de gaz d'échappement.

La section de passage de la vanne en position partiellement fermée représente 35% à 65% de la section de passage en position pleine ouverte. La position partiellement fermée permet de générer une dépression en amont du point de recirculation des gaz d'échappement afin d'augmenter le débit de gaz d'échappement recirculés.

La vanne comporte un volet mobile en rotation entre la position pleinement ouverte et la position partiellement fermée.

De préférence, l'ouverture de la vanne est contrôlée par une unité de commande du moteur thermique.

De préférence encore, les gaz d'échappement sont recirculés en amont d'un dispositif de suralimentation.

Le dispositif de suralimentation permet d'obtenir des performances élevées avec des moteurs de faible cylindrée. La réduction de cylindrée permet de réduire la consommation de carburant.

Selon un mode de réalisation, les gaz d'échappement recirculés sont prélevés en aval d'un dispositif de post-traitement des gaz d'échappement.

Ainsi la teneur en polluants dans les gaz d'échappement recirculés est réduite.

Selon un mode de réalisation, les gaz d'échappement recirculés sont prélevés en amont d'un dispositif de post-traitement des gaz d'échappement.

La pression des gaz d'échappement est ainsi plus élevée que si les gaz d'échappement sont prélevés en aval du dispositif de post-traitement, ce qui permet d'obtenir un débit élevé.

De préférence, le circuit de recirculation d'EGR comporte un échangeur de chaleur à travers lequel passent les gaz d'échappement circulant dans le canal.

L'échangeur de chaleur permet de refroidir les gaz d'échappement recirculés. L'efficacité de la recirculation de gaz d'échappement pour réduire la consommation de carburant est accrue lorsque les gaz recirculés sont à basse température.

Selon un mode de réalisation, l'échangeur de chaleur est agencé pour être refroidi par un liquide de refroidissement.

L'efficacité d'un échangeur refroidi par un liquide de refroidissement est accrue par rapport à un échangeur de type gaz/gaz. L'encombrement de l'échangeur peut donc être réduit.

Avantageusement, le dispositif comprend un capteur de température pour mesurer la température des gaz recirculés.

La température des gaz traversant le circuit de recirculation est un des facteurs permettant de déterminer le débit dans le circuit.

Selon un mode de réalisation, le capteur de température est disposé en aval de l'échangeur de chaleur.

Une mesure en aval de l'échangeur est plus représentative de la température à laquelle les gaz sortent du circuit de recirculation.

Alternativement, le capteur de température est disposé en amont de l'échangeur de chaleur.

Suivant la disposition des différents organes mécaniques, l'emplacement en amont de l'échangeur de chaleur peut être plus facilement accessible.

Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend un capteur mesurant la différence de pression entre une d'entrée du circuit et une sortie du circuit.

La différence de pression entre le point où les gaz d'échappement sont prélevés de l'échappement afin d'être recirculés et le point où les gaz d'échappement rejoignent l'admission du moteur est un autre facteur permettant de déterminer le débit dans le circuit.

Selon un mode de réalisation, la vanne de dosage comporte un volet rotatif pour réguler le débit passant dans la vanne.

L'invention concerne aussi un ensemble comprenant un dispositif tel que décrit précédemment et une deuxième vanne de dosage, la deuxième vanne de dosage étant disposée en aval du dispositif de suralimentation et contrôlant le débit de gaz entrant dans le moteur.

Cette deuxième vanne de dosage permet de régler le débit de mélange gazeux admis dans le moteur, ce mélange étant constitué notamment d'air frais et de gaz d'échappement recirculés entre l'échappement et l'admission.

Selon un mode de réalisation, la deuxième vanne de dosage comporte un volet rotatif pour réguler le débit passant dans la vanne.

Ce type de vanne génère peu de pertes de charges et permet d'obtenir des débits élevés.

L'invention concerne également un procédé de recirculation de gaz d'échappement, comportant l'étape de faire circuler les gaz EGR dans un canal d'un circuit de recirculation, avec un débit minimal imposé par une section de passage choisie du canal.

La section de passage du canal est déterminée à partir du point de fonctionnement moteur nécessitant le débit d'EGR maximal. La section de passage du canal sera ainsi déterminée à partir de ce débit maximal et des conditions de pression, température des gaz d'échappement correspondant à ce débit maximal. Sur chaque point de fonctionnement moteur, le débit d'EGR est choisi pour optimiser le fonctionnement du moteur, notamment pour réduire la consommation de carburant.

De préférence, le procédé comporte les étapes de :

- Estimer un débit d'EGR traversant le circuit
- Comparer le débit estimé avec un débit de consigne déterminé par une unité de commande.

Un débit de consigne est déterminé par une unité de commande du moteur. Ce débit de consigne correspond au débit permettant d'optimiser le fonctionnement du moteur, notamment la consommation de carburant. Si le débit estimé est inférieur au débit de consigne déterminé, le procédé comporte l'étape d'augmenter le débit d'EGR dans le circuit de recirculation, par rapport au débit minimal imposé par la section de passage du canal.

De préférence, l'augmentation du débit d'EGR est réalisée en fermant partiellement la vanne de dosage du débit d'air entrant dans un moteur.

La vanne de dosage permet ainsi de contrôler le débit d'EGR circulant dans le circuit d'EGR, bien que celui-ci ne comporte aucune vanne.

L'invention se rapporte aussi à un ensemble comportant un moteur à combustion interne, un circuit d'EGR, une vanne de dosage, mettant en œuvre un procédé tel que décrit précédemment.

De préférence, le moteur à combustion est de type à allumage commandé.

L'invention sera mieux comprise à la lecture des figures.

- La figure 1 représente de manière schématique l'architecture du système de recirculation de gaz d'échappement du moteur thermique.
- La figure 2 représente un mode de réglage du débit d'EGR.
- La figure 3 représente les différentes étapes de mise en œuvre du procédé de réglage du débit d'EGR.

On a représenté sur la figure 1 un dispositif 100 comportant :

- un moteur à combustion interne 1, de type à allumage commandé,
- un circuit d'EGR 50,
- une vanne de dosage 2.

Le moteur 1 comporte plusieurs cylindres, tous formant une chambre de combustion.

L'air comburant alimentant le moteur traverse la vanne de dosage 2, puis est comprimé par un dispositif de suralimentation, comprenant un compresseur 3 entrainé par une turbine 8 solidaire du même axe que le compresseur 3. Le flux gazeux sortant du compresseur 3 est refroidi dans l'échangeur de chaleur 4. Le débit de ce flux est ensuite ajusté par une deuxième vanne de dosage, constituée par le boitier papillon 5, et vient alimenter le moteur 1 en gaz comburant. Le répartiteur d'admission 6 permet de répartir le flux traversant le boitier papillon 5 entre les différents cylindres du moteur 1.

Le carburant est brulé dans les chambres de combustion, permettant ainsi au moteur de fournir de l'énergie mécanique.

Une unité de contrôle 20 pilote les différents actionneurs équipant le moteur, à partir des informations reçues des différents capteurs placés sur le moteur et des lois de contrôle implémentées dans la mémoire de l'unité de contrôle 20.

Le mélange gazeux résultant du processus de combustion est évacué du moteur 1 par le collecteur d'échappement 7. Les gaz d'échappement traversent la turbine 8 et fournissent, en s'y détendant, l'énergie mécanique nécessaire à la compression du mélange traversant le compresseur 3.

Après détente dans la turbine 8, les gaz d'échappement traversent un dispositif de post-traitement 9, dit catalyseur, qui catalyse les réactions chimiques d'oxydation et de réduction des

polluants se trouvant dans les gaz d'échappement, ces polluants provenant notamment d'une combustion incomplète.

La majorité des gaz d'échappement est ensuite rejetée à l'atmosphère. Une partie des gaz d'échappement est recyclée vers l'admission du moteur 1, par le circuit de recirculation 50.

Le dispositif 100 de la figure 1 comporte un circuit de recirculation d'EGR 50, le circuit 50 comportant un canal 11 présentant une section de passage choisie pour imposer un débit minimum de gaz recirculés entre l'échappement et l'admission du moteur à combustion interne 1.

Les gaz sont recyclés depuis le point de prélèvement 10 situé sur l'échappement, le point 10 schématisant l'entrée du circuit de recirculation 50. Le canal de recirculation 11 s'étend depuis le point 10.

Le dispositif 100 de la figure 1 comporte, en plus du circuit de recirculation d'EGR 50, une vanne de dosage 2 unique, agencée pour contrôler le débit traversant le circuit d'EGR 50.

Plus précisément, la vanne de dosage 2 est à l'extérieur du circuit de recirculation d'EGR 50, c'est-à-dire que les gaz d'échappement recirculés ne traversent pas la vanne 2.

La vanne de dosage 2 est agencée pour modifier le débit d'air entrant dans le moteur 1. En amont de la vanne 2, l'air est sensiblement à la pression atmosphérique. En position par défaut, la vanne de dosage 2 est grande ouverte. La pression en aval de la vanne de dosage 2 est alors également sensiblement égale à la pression atmosphérique. Lorsque la vanne de dosage 2 est partiellement fermée, celle-ci introduit une perte de charge et le débit d'air traversant la vanne de dosage 2 est réduit.

Le circuit 50 rejoint le circuit d'admission du moteur 1 au point 14, le canal de recirculation 11 y étant raccordé à la ligne d'admission. Le point de recirculation 14 est en aval de la vanne de dosage 2, les gaz d'échappement sont recirculés en aval de la vanne de dosage 2.

Selon un mode de réalisation, la vanne de dosage 2 est agencée pour pouvoir occuper seulement deux positions stables de fonctionnement, à savoir :

- une position de pleine ouverture,
- une position partiellement fermée dans laquelle la section de passage est plus petite que la section de passage dans la position de pleine ouverture.

Le système de recirculation des gaz d'échappement comporte alors deux simplifications par rapport à la configuration classique : aucune vanne de recirculation des gaz d'échappement n'est utilisée et la vanne de dosage de l'air admis est de construction simplifiée avec seulement deux positions de fonctionnement stables.

La section de passage de la vanne en position partiellement fermée représente 35% à 65% de la section de passage en position pleine ouverte. La position partiellement fermée permet de générer une dépression en amont du point de recirculation des gaz d'échappement afin d'augmenter le débit de gaz d'échappement recirculés. La section de passage de la vanne en position partiellement fermée est fixée par construction, et peut être modifiée simplement pour créer différentes références de vannes destinées à différents types de moteurs.

La vanne 2 comporte un volet 60 mobile en rotation entre la position pleinement ouverte et la position partiellement fermée.

L'ouverture de la vanne 2 est contrôlée par l'unité de commande 20 du moteur thermique.

Le point de recirculation 14 est situé entre la vanne de dosage 2 et le compresseur 3, les gaz d'échappement sont recirculés en amont du dispositif de suralimentation 3. Les gaz d'échappement recirculés traversent le compresseur 3, ce qui correspond à l'architecture « basse pression » pour le circuit de recirculation 50.

Le point d'entrée 10 du circuit de recirculation est en aval du catalyseur 9, les gaz d'échappement recirculés sont prélevés en aval d'un dispositif de post-traitement 9 des gaz d'échappement.

Les gaz recirculés sont ainsi débarrassés de la plupart des polluants et particules.

Selon un mode de réalisation non représenté, les gaz d'échappement recirculés sont prélevés en amont du dispositif de post-traitement des gaz d'échappement. Dans ce cas, les gaz sont à une pression plus élevée que lorsque le prélèvement a lieu en aval du dispositif de post-traitement des gaz d'échappement. A section de passage égale, le débit obtenu est ainsi plus élevé.

Le circuit de recirculation d'EGR 50 comporte un échangeur de chaleur 12 à travers lequel passent les gaz d'échappement circulant dans le canal 11. Les gaz traversant le circuit 50 sont ainsi refroidis, ce qui augmente leur effet bénéfique sur les gains de consommation de carburant, notamment en diminuant la tendance au cliquetis du moteur 1.

L'échangeur de chaleur 12 est agencé pour être refroidi par un liquide de refroidissement. La circulation de liquide de refroidissement ainsi que le raccordement à l'échangeur 12 n'ont pas été représentés. La circulation de liquide de refroidissement peut provenir d'une dérivation du circuit de refroidissement du moteur 1.

Le dispositif comprend un capteur de température 13 pour mesurer la température des gaz recirculés.

Sur la figure 1, le capteur de température 13 est disposé en aval de l'échangeur de chaleur 12.

La mesure de température réalisée est représentative de la température des gaz lorsqu'ils quittent le circuit de recirculation 50 et rejoignent le circuit d'admission. La température des gaz est un des facteurs pris en compte pour la détermination du débit de gaz recirculés traversant le circuit 50.

Selon un mode de réalisation non représenté, le capteur de température 13 est disposé en amont de l'échangeur de chaleur 12.

Le dispositif 100 comprend un capteur 16 mesurant la différence de pression entre une d'entrée 10 du circuit 50 et une sortie 14 du circuit 50. Un piquage est réalisé à proximité de l'entrée 10 du circuit 50, ainsi qu'à proximité de la sortie 14 du circuit 50. Ces piquages permettent de raccorder des portions de durite 15 au capteur 16, qui est ainsi soumis aux deux pressions à mesurer et peut déterminer la différence entre ces 2 pressions.

La vanne de dosage 2 comporte un volet rotatif pour réguler le débit passant dans la vanne.

Selon un mode de réalisation, l'ensemble 101 intègre le dispositif 100 et une vanne de dosage 5, la vanne de dosage 5 étant disposée en aval du dispositif de suralimentation 3 et contrôlant le débit de gaz entrant dans le moteur 1. Le débit de gaz entrant dans le moteur comprend le débit d'air frais traversant la vanne de dosage 2 ainsi que le débit de gaz d'EGR traversant le circuit 50.

La vanne de dosage 5 comporte un volet rotatif pour réguler le débit passant dans la vanne.

La vanne de dosage 5 est encore appelée boitier papillon.

La vanne de dosage 5 est traversée par un mélange d'air et d'EGR, la vanne de dosage 2 étant elle traversée par l'air mais pas par les gaz EGR.

La figure 3 illustre de façon schématique les différentes étapes du procédé d'utilisation du dispositif décrit précédemment.

Le procédé de recirculation de gaz d'échappement comporte l'étape de :

- Faire circuler les gaz EGR dans un canal 11 d'un circuit de recirculation 50, avec un débit minimal imposé par une section de passage choisie du canal 11. (étape 60)

La section de passage du canal 11 est déterminée à partir des données caractéristiques du fonctionnement moteur, notamment la pression et la température des gaz d'échappement, ainsi que l'évolution de la consommation de carburant en fonction du débit de gaz recirculés. Ces données sont déterminées pour plusieurs points de fonctionnement, englobant l'ensemble de la plage de couple et de régime moteur réalisable par le moteur 1. A partir de ces données, la section de passage du canal 11 est déterminée, en faisant en sorte que le débit d'EGR soit proche de sa valeur cible lorsque le moteur fonctionne dans des conditions proches de sa puissance maximale.

Selon un mode de réalisation, le procédé comporte les étapes de :

- Estimer un débit d'EGR traversant le circuit 50,
- Comparer le débit estimé avec un débit de consigne déterminé par une unité de commande 20. (étape 61)

Un débit de consigne est déterminé par l'unité de commande 20 du moteur 1. Ce débit de consigne, qui varie suivant le point de fonctionnement du moteur, correspond au débit permettant d'optimiser le fonctionnement du moteur 1. Le critère d'optimisation peut être notamment la minimisation de la consommation de carburant, ou encore des émissions de polluants. L'estimation du débit d'EGR par l'unité de commande 20 du moteur 1 est réalisée en utilisant les valeurs mesurées de la température des gaz recirculés et de la différence de pression entre l'amont et l'aval du circuit 50.

Le débit d'EGR estimé est comparé à une consigne de débit mémorisée par l'unité de commande 20.

Si le débit estimé est inférieur au débit de consigne déterminé, le procédé comporte l'étape de :

- augmenter le débit d'EGR dans le circuit de recirculation 50, par rapport au débit minimal imposé par la section de passage du canal 11.

Plus précisément, l'augmentation du débit d'EGR est réalisée en fermant partiellement la vanne de dosage 2 du débit d'air entrant dans le moteur 1.

La figure 2 illustre le mécanisme par lequel le débit d'EGR est augmenté.

La courbe C1 illustre l'évolution de la position angulaire de la vanne de dosage 2 en fonction du temps.

La courbe C2 illustre l'évolution de la pression des gaz d'échappement dans le circuit 50, à proximité du point 14 où le circuit 50 rejoint la ligne d'admission du moteur 1.

La courbe C3 illustre l'évolution de la pression en aval de la vanne 2, dans le tronçon 17 situé entre la vanne de dosage 2 et le point de recirculation 14.

La courbe C4 illustre l'évolution du débit d'EGR en fonction du temps.

Sur les courbes C1 à C4, le régime moteur est supposé constant.

Jusqu'au temps t1, la vanne de dosage 2 est complètement ouverte. La valeur C11 correspond à l'ouverture maximale de la vanne 2. La pression est identique de part et d'autre de la vanne 2, c'est-à-dire que la pression au niveau du tronçon 17, en aval de la vanne 2, est égale à la pression atmosphérique, comme schématisé sur la courbe C3 par la valeur C31.

A partir de l'instant t1, l'angle d'ouverture de la vanne de dosage 2 est diminué jusqu'à la valeur C12 afin de fermer partiellement la vanne 2. La fermeture partielle de la vanne de dosage 2 introduit une perte de charge, ce qui fait que la pression au niveau du tronçon 17, en aval de la vanne de dosage 2, diminue jusqu'à la valeur C32 et devient plus faible qu'en amont. La pression dans l'échappement, courbe C2, reste elle constante, à la valeur C21. La pression dans l'échappement est supérieure à la pression atmosphérique. La différence de pression entre l'entrée 10 et la sortie 14 du circuit de recirculation est donc augmentée, comme indiqué par les flèches séparant les courbes C2 et C3 sur la figure 2. La géométrie du circuit de recirculation 50 étant inchangée, l'augmentation de pression entre l'amont et l'aval du circuit 50 engendre une augmentation du débit, c'est-à-dire que le débit de gaz recirculés augmente, passant de la valeur C41 à la valeur C42. Bien que le circuit 50 de recirculation d'EGR soit dépourvu de vanne de dosage, le débit d'EGR traversant le circuit 50 peut être contrôlé grâce à la vanne de dosage 2 située en amont du circuit 50.

La section de passage du canal 11 est choisie pour qu'il ne soit pas nécessaire de fermer partiellement la vanne de dosage 2 pour atteindre le débit d'EGR recherché, lorsque le moteur 1 est utilisé à sa puissance maximale. En effet, la fermeture de la vanne de dosage 2 diminue la quantité d'air entrant dans le moteur 1 et limite donc la puissance maximale réalisable.

5

REVENDICATIONS

1. Dispositif (100) comportant un circuit de recirculation d'EGR (50), le circuit (50) comportant un canal (11) présentant une section de passage choisie pour imposer un débit minimum de gaz recirculés entre l'échappement et l'admission d'un moteur à combustion interne (1).
2. Dispositif (100) selon la revendication précédente comportant en outre une vanne de dosage (2) unique, agencée pour contrôler le débit traversant le circuit d'EGR (50).
3. Dispositif (100) selon la revendication précédente, la vanne de dosage (2) étant à l'extérieur du circuit de recirculation d'EGR (50).
4. Dispositif (100) selon l'une des revendications 2 ou 3, la vanne de dosage (2) étant agencée pour modifier le débit d'air entrant dans le moteur (1).
5. Dispositif (100) selon la revendication précédente, la vanne de dosage (2) étant agencée pour pouvoir occuper seulement deux positions stables de fonctionnement, à savoir :
   - une position de pleine ouverture,
   - une position partiellement fermée dans laquelle la section de passage est plus petite que la section de passage dans la position de pleine ouverture.
6. Dispositif (100) selon l'une des revendications 2 à 5, le dispositif étant agencé pour que les gaz d'échappement sortant du circuit EGR (50) soient recirculés en aval de la vanne de dosage (2).
7. Dispositif (100) selon l'une des revendications précédentes, le dispositif étant agencé pour que les gaz d'échappement soient recirculés en amont d'un dispositif de suralimentation (3).
8. Procédé de recirculation de gaz d'échappement, comportant l'étape suivante :
   - Faire circuler les gaz EGR dans un canal (11) d'un circuit de recirculation (50), avec un débit minimal imposé par une section de passage choisie du canal (11).(étape 60)
9. Procédé selon la revendication précédente, comportant les étapes suivantes :
   - Estimer un débit d'EGR traversant le circuit (50),
   - Comparer le débit estimé avec un débit de consigne déterminé par une unité de commande (20).(étape 61)
10. Procédé selon la revendication précédente, comportant l'étape suivante :
   - Après la comparaison du débit d'EGR estimé avec le débit de consigne, si le débit estimé est inférieur au débit de consigne déterminé, augmenter le débit d'EGR dans

le circuit de recirculation (50), par rapport au débit minimal imposé par la section de passage du canal (11). (étape 62)

11. Procédé selon la revendication précédente, l'augmentation du débit d'EGR étant réalisée en fermant partiellement la vanne de dosage (2) du débit d'air entrant dans le moteur (1). (étape 63)

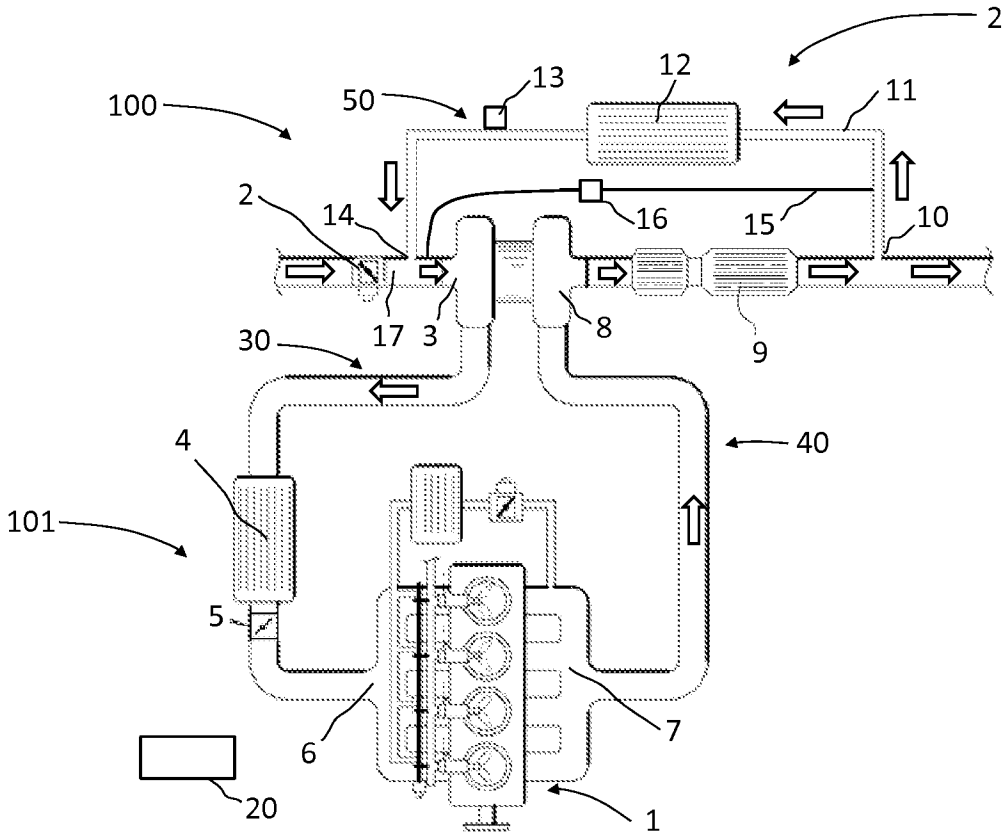
200
100
50
13
12
11
2
14
16
15
10
17
3
8
9
30
40
4
101
5
6
7
20
1

Fig. 1

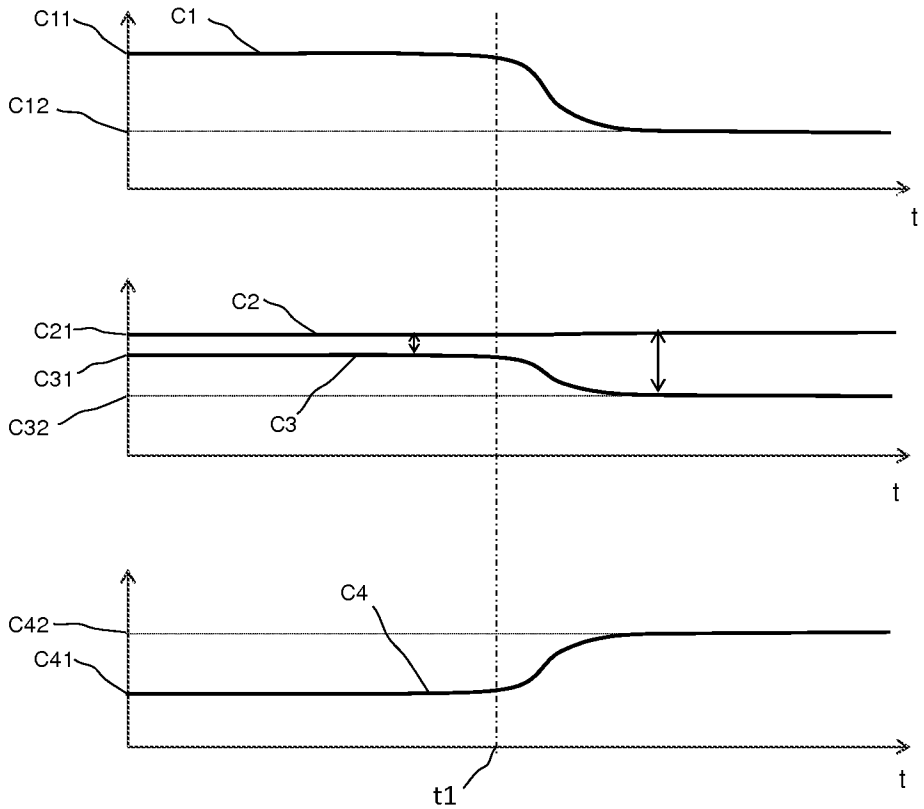
C11
C1
C12
t
C2
C21
C31
C32
C3
t
C4
C42
C41
t1
t

Fig. 2

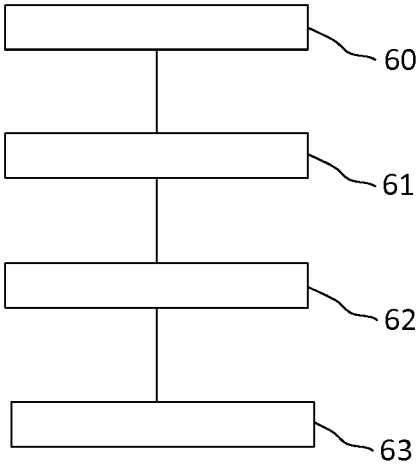

Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/050678

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D9/02 F02M26/10 F02D41/00
ADD.

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)
F02M F02D

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	FR 2 935 026 A1 (RENAULT SAS [FR]) 19 February 2010 (2010-02-19)	1-4,6-11
A	abstract page 7, line 24 - page 8, line 27 figure 3	5

X	US 2012/037134 A1 (JANKOVIC MRDJAN J [US] ET AL) 16 February 2012 (2012-02-16)	1-4,6-11
A	abstract figures 1-5 paragraph [0008]	5

X	DE 44 14 429 C1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]) 1 June 1995 (1995-06-01)	1-4,6-11
A	column 3, line 9 - line 21 figure 1	5

	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
30 May 2016	13/06/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Payr, Matthias

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/050678

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/231650 A1 (GRAY CHARLES L [US]) 25 November 2004 (2004-11-25)	1-4,6-11
A	figure 1 paragraph [0020] - paragraph [0022] -----	5

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2016/050678

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2935026 A1	19-02-2010	NONE	
US 2012037134 A1	16-02-2012	CN 102374045 A	14-03-2012
		DE 102011080316 A1	16-02-2012
		RU 2011133295 A	20-02-2013
		US 2012037134 A1	16-02-2012
DE 4414429 C1	01-06-1995	DE 4414429 C1	01-06-1995
		FR 2719082 A1	27-10-1995
		GB 2288851 A	01-11-1995
		IT MI950466 A1	26-10-1995
		US 5607010 A	04-03-1997
US 2004231650 A1	25-11-2004	US 2004231650 A1	25-11-2004
		WO 2006007465 A2	19-01-2006

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2016/050678

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F02D9/02 F02M26/10 F02D41/00
ADD.

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)
F02M F02D

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 2 935 026 A1 (RENAULT SAS [FR]) 19 février 2010 (2010-02-19)	1-4,6-11
A	abrégé page 7, ligne 24 - page 8, ligne 27 figure 3	5

X	US 2012/037134 A1 (JANKOVIC MRDJAN J [US] ET AL) 16 février 2012 (2012-02-16)	1-4,6-11
A	abrégé figures 1-5 alinéa [0008]	5

X	DE 44 14 429 C1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]) 1 juin 1995 (1995-06-01)	1-4,6-11
A	colonne 3, ligne 9 - ligne 21 figure 1	5

	-/--	

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] 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	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
30 mai 2016	13/06/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Payr, Matthias

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2016/050678

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2004/231650 A1 (GRAY CHARLES L [US]) 25 novembre 2004 (2004-11-25)	1-4,6-11
A	figure 1 alinéa [0020] - alinéa [0022]	5

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2016/050678

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2935026 A1	19-02-2010	AUCUN	
US 2012037134 A1	16-02-2012	CN 102374045 A	14-03-2012
		DE 102011080316 A1	16-02-2012
		RU 2011133295 A	20-02-2013
		US 2012037134 A1	16-02-2012
DE 4414429 C1	01-06-1995	DE 4414429 C1	01-06-1995
		FR 2719082 A1	27-10-1995
		GB 2288851 A	01-11-1995
		IT MI950466 A1	26-10-1995
		US 5607010 A	04-03-1997
US 2004231650 A1	25-11-2004	US 2004231650 A1	25-11-2004
		WO 2006007465 A2	19-01-2006