(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 947 867**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **09 03395**

(51) Int Cl[8] : ***F 02 D 23/00*** *(2006.01), F 02 D 35/02, 43/00, F 02 M 35/10*

(12) DEMANDE DE CERTIFICAT D'UTILITE A3

(22) **Date de dépôt :** 09.07.09.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 14.01.11 Bulletin 11/02.

(56) **Les certificats d'utilité ne sont pas soumis à la procédure de rapport de recherche.**

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :** Certificat d'utilité resultant de la transformation volontaire de la demande de brevet déposée le 09/07/09.

(71) **Demandeur(s) :** *RENAULT S.A.S.* — FR.

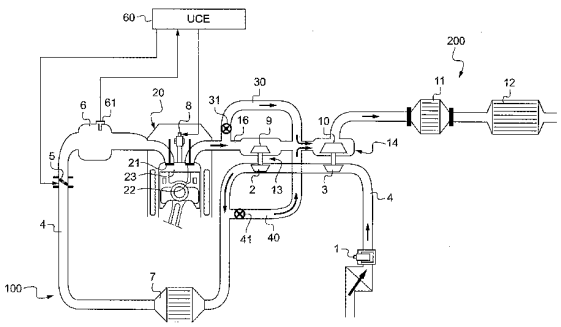
(72) **Inventeur(s) :** COSADIAN IMRAN et WILLIAM JOHANN.

(73) **Titulaire(s) :** RENAULT S.A.S..

(74) **Mandataire(s) :** CORALIS.

(54) MOTEUR A COMBUSTION INTERNE POUR VEHICULE AUTOMOBILE SURALIMENTE PAR DEUX TURBOCOMPRESSEURS.

(57) L'invention concerne un moteur à combustion interne pour véhicule automobile suralimenté par deux turbocompresseurs (13,14) en série, les compresseurs (2, 3) desdits turbocompresseurs étant placés sur le trajet d'un conduit d'admission (4) du moteur, et les turbines desdits turbocompresseurs étant placées sur le trajet d'un conduit d'échappement (16) du moteur, caractérisé en ce qu'il comporte un conduit de recirculation (40) des gaz circulant dans le conduit d'admission comprenant une section de passage de ces gaz réglable, ledit conduit de recirculation étant agencé pour, lorsque cette section de passage est non nulle, augmenter le débit de gaz circulant dans la turbine (10) du turbocompresseurs (14) dont le compresseur (3) est situé le plus en amont dans le conduit d'admission, par rapport au débit de gaz traversant cette turbine lorsque la section de passage des gaz dudit conduit de recirculation est nulle, ou diminuer le débit de gaz circulant dans le compresseur de ce turbocompresseurs, par rapport au débit de gaz traversant ce compresseur lorsque la section de passage des gaz dudit conduit de recirculation est nulle.



FR 2 947 867 - A3

Domaine technique auquel se rapporte l'invention

La présente invention concerne un moteur à combustion interne pour véhicule automobile suralimenté par deux turbocompresseurs en série, les compresseurs desdits turbocompresseurs étant placés sur le trajet d'un conduit d'admission du moteur, et les turbines desdits turbocompresseurs étant placés sur le trajet d'un conduit d'échappement du moteur.

Arrière-plan technologique

Certains moteurs à combustion interne à très hautes performances sont suralimentés par deux turbocompresseurs disposés en série.

Un premier turbocompresseur de petite taille assure des performances optimales à bas régime et notamment un couple moteur élevé. Un deuxième turbocompresseur de plus grande taille fournit la puissance nécessaire pour atteindre les pressions de suralimentation élevées répondant aux besoins du moteur en suralimentation à haut régime.

Dans les régimes intermédiaires du moteur, par exemple entre 2000 et 2500 tours par minutes, les deux turbocompresseurs fonctionnent en même temps. A ces régimes, lorsque le moteur doit passer rapidement d'un fonctionnement en basse charge à un fonctionnement en charge élevée, par exemple lors d'une brusque accélération, l'inertie du deuxième turbocompresseur due à sa grande taille diminue l'agrément de conduite.

Le conducteur ressent en effet l'inertie de ce deuxième turbocompresseur, dont les pales tournent à une vitesse relativement lente aux régimes intermédiaires et présentent une accélération lente. L'accès au régime de puissance maximale du moteur est ainsi ralenti par le temps nécessaire à l'augmentation de la vitesse de rotation des pales du deuxième turbocompresseur.

Objet de l'invention

Le but de la présente invention est d'améliorer l'agrément de conduite du véhicule en limitant le temps nécessaire au moteur pour atteindre son régime le plus élevé.

A cet effet, on propose selon l'invention un moteur à combustion interne tel que définit en introduction, comportant un conduit de recirculation des gaz circulant dans le conduit d'admission comprenant une section de passage de ces gaz réglable, ledit conduit de recirculation étant agencé pour, lorsque cette section de passage est non nulle, augmenter le débit de gaz circulant dans la turbine du turbocompresseur dont le compresseur est situé le plus en amont dans le conduit d'admission, par rapport au débit de gaz traversant cette turbine lorsque la section de passage des gaz dudit conduit de recirculation est nulle, ou diminuer le débit

de gaz circulant dans le compresseur de ce turbocompresseur, par rapport au débit de gaz traversant ce compresseur lorsque la section de passage des gaz dudit conduit de recirculation est nulle.

Ainsi, lorsque ledit conduit de recirculation des gaz circulant dans le conduit d'admission est au moins partiellement ouvert, le débit de gaz d'échappement traversant la turbine du turbocompresseur à basse pression est augmenté.

En particulier, ce débit est augmenté dans les conditions de régime intermédiaires du moteur. La vitesse de rotation de cette turbine en régime intermédiaire est ainsi augmentée.

Dans ces conditions, si les besoins du moteur en suralimentation augmentent brusquement, par exemple, lors d'une demande d'accélération brusque du véhicule, la turbine du turbocompresseur à basse pression atteint plus rapidement la vitesse nécessaire pour répondre au besoin en suralimentation du moteur.

Le conducteur ressent moins l'inertie du turbocompresseur à basse pression et le confort de conduite est ainsi amélioré.

Selon d'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives du moteur selon l'invention

- ledit conduit de recirculation est piqué, en entrée, sur le conduit d'admission en aval des deux turbocompresseur et, en sortie, sur le conduit d'échappement, entre les turbines des deux turbocompresseurs ;
- ledit conduit de recirculation est piqué sur le conduit d'admission, son entrée étant disposée en amont des deux turbocompresseurs et sa sortie étant disposée entre les deux compresseurs des deux turbocompresseurs ;
- il comporte un conduit de dérivation piqué sur le conduit d'échappement de part et d'autre de la turbine du turbocompresseur dont le compresseur est situé le plus en aval dans le conduit d'admission ;
- il comporte une unité de commande électronique programmée pour régler la section de passage des gaz dans ledit conduit de recirculation de telle sorte que, si le régime du moteur est inférieur à une première valeur seuil de régime, la section de passage des gaz dans ledit conduit de recirculation est nulle ;
- l'unité de commande électronique est programmée pour régler la section de passage des gaz dans ledit conduit de recirculation de telle sorte que, si le régime du moteur est supérieur à ladite première valeur seuil de régime et inférieure à une deuxième valeur seuil de régime, la section de passage des gaz

dans ledit conduit de recirculation est non nulle ;

- l'unité de commande électronique est programmée pour régler la section de passage des gaz dans ledit conduit de recirculation de telle sorte que, si le régime du moteur est supérieur à ladite deuxième valeur seuil de régime, la section de passage des gaz dans ledit conduit de recirculation est nulle ;

- la valeur de ladite première valeur seuil de régime dépend du sens de variation du régime du moteur ; et,

- la valeur de ladite deuxième valeur seuil de régime dépend du sens de variation du régime du moteur.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE D'UN EXEMPLE DE RÉALISATION

La description qui va suivre, en regard des dessins annexés, donnée à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

Sur les dessins annexés :

- la figure 1 est une vue schématique des différents organes d'un moteur à combustion interne selon un premier mode de réalisation de l'invention ; et

- la figure 2 est une vue schématique des différents organes d'un moteur à combustion interne selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

En préliminaire, on notera que les éléments identiques ou similaires dans les deux modes de réalisation de l'invention représentés sur les figures seront référencés par les mêmes signes de référence et ne seront pas décrits à chaque fois.

Sur les figures 1 et 2, on a représenté un moteur à combustion interne suralimenté comportant une chambre de combustion 23 alimentée en air frais par une ligne d'admission 100 et débouchant en aval sur une ligne d'échappement 200.

La ligne d'admission 100 comporte une conduite d'admission 4 dans laquelle circule de l'air frais. Le débit d'air frais est mesuré en entrée de la conduite d'admission 4 par un débitmètre d'air 1.

Le moteur comprend deux turbocompresseurs 13, 14 comportant chacun une turbine 9, 10 entraînante et une turbine entraînée 2, 3 appelée compresseur 2, 3.

La turbine 9, 10 de chaque turbocompresseur 13, 14 est placée dans un conduit d'échappement 16 et entraîne le compresseur 2, 3 de chaque turbocompresseur 13, 14 placée dans la conduite d'admission 4 afin de comprimer l'air frais y circulant.

Le turbocompresseur 13 dont la turbine 9 est situé le plus en amont dans

le conduit d'échappement 16 est de plus petite taille que l'autre turbocompresseur 14. Ce turbocompresseur 13 est appelé « turbocompresseur à haute pression » 13 et l'autre turbocompresseur est appelé « turbocompresseur à basse pression » 14.

La compression des gaz circulant dans le conduit d'admission par les compresseurs 2, 3 ayant pour effet de réchauffer ceux-ci, il est prévu sur le trajet de la conduite d'admission 4, en aval des deux compresseurs 2, 3, un refroidisseur 7 qui refroidit les gaz en sortie des deux turbocompresseurs 13, 14.

La conduite d'admission 4 débouche dans un répartiteur 6. Elle comporte en amont de ce répartiteur 6 un volet d'admission 5. L'orientation du volet d'admission 5 par rapport à l'axe de la conduite d'admission 4 contrôle le débit de gaz entrant dans le collecteur 6.

Le répartiteur 6 est relié à une valve d'admission 21 d'un cylindre 20 du moteur. Les gaz comprimés par les compresseurs 2, 3 entrent via cette valve d'admission 21 dans une chambre de combustion 23 du cylindre 20 et il est prévu un injecteur 8 qui injecte le carburant dans cette chambre de combustion 23.

Le moteur comporte avantageusement une unité de commande électronique 60 qui commande par exemple la quantité de carburant injecté par l'injecteur 8 dans la chambre de combustion 23 ainsi que le moment où est réalisée cette injection.

Cette unité de commande électronique 60 reçoit également des informations provenant de différents capteurs du moteur, par exemple du capteur de pression 61 disposé dans le répartiteur 6.

Elle est également programmée pour maintenir la pression de suralimentation à une valeur de consigne déterminée en fonction des paramètres de fonctionnement du moteur, par exemple, le régime et la charge du moteur.

Cette valeur de consigne est d'autant plus élevée que la charge du moteur est importante.

La pression de suralimentation correspond à la pression des gaz dans le conduit d'admission en aval du compresseur 2 du turbocompresseur à haute pression 13. Elle peut également être mesurée dans le répartiteur 6, par exemple par le capteur de pression 61.

Après la combustion, les gaz d'échappement résiduels sont expulsés hors de la chambre de combustion 23 par une valve d'échappement 22 dans la conduite d'échappement 16 de la ligne d'échappement 200.

Les gaz d'échappement circulent dans la conduite d'échappement 16 pour arriver à la turbine 9 du turbocompresseur à haute pression 13 puis à la

turbine 10 du turbocompresseur à basse pression 14. Ils traversent ensuite des dispositifs de retraitement des gaz d'échappement 11, 12 de la ligne d'échappement 200 avant d'être libérés dans l'atmosphère.

Un conduit de dérivation 30 est piqué sur le conduit d'échappement, de part et d'autre de la turbine 9 du turbocompresseur à haute pression 13. Le débit des gaz d'échappement traversant ce conduit de dérivation 30 est régulé par une vanne 31 dont l'ouverture est commandée par l'unité de commande électronique 60. La vanne 31 est une vanne du type « wastegate ».

En variante, cette vanne peut être remplacée par un volet orientable.

L'unité de commande électronique 30 est programmée pour commander l'ouverture de cette vanne 31 de manière à maintenir la pression de suralimentation à sa valeur de consigne.

Ainsi, pour des régimes faible du moteur, la vanne 31 ferme le conduit de dérivation 30. Les gaz d'échappement traversent alors les deux turbines 9, 10 des deux turbocompresseurs 13, 14. La suralimentation du moteur est assurée principalement par le turbocompresseur à haute pression 13 car le turbocompresseur à basse pression 14 est peu sollicité à faibles régimes du moteur.

A des régimes intermédiaires du moteur, par exemple compris entre 2000 et 2500 tours par minute, l'unité de commande électronique 30 commande une ouverture progressive de la vanne 31, ce qui autorise le passage d'une partie des gaz d'échappement dans le conduit de dérivation 30.

La suralimentation du moteur est alors assurée par les deux turbocompresseurs 13, 14.

A haut régime du moteur, l'unité de commande électronique 30 commande l'ouverture totale du conduit de dérivation 30. Les gaz d'échappement sont alors acheminés majoritairement par ce conduit de dérivation 30 et traversent la turbine 10 du turbocompresseur à basse pression 14, qui assure alors principalement la suralimentation du moteur.

La turbine 10 du turbocompresseur à basse pression 14 est ici également munie d'une soupape de dérivation (non représentée), aussi appelée « wastegate », dont l'ouverture est commandée par l'unité de commande électronique 60, en fonction au moins des informations transmises par les capteurs de pression du moteur, de manière à maintenir la pression de suralimentation à sa valeur de consigne .

Lorsqu'elle est ouverte, cette soupape de dérivation crée une fuite de gaz d'échappement. La rotation de la turbine correspondante peut alors être

ralentie. La pression de suralimentation diminue alors.

L'ouverture de chaque soupape de dérivation est donc commandée par l'unité de commande électronique 60 pour ralentir la vitesse de rotation de la turbine 9, 10 correspondante, afin d'éviter notamment des phénomènes de surpressions et l'endommagement du turbocompresseur 13, 14 correspondant.

De manière remarquable, ce moteur comporte en outre un conduit de recirculation 40;50 des gaz circulant dans le conduit d'admission 4. Ce conduit de recirculation 40;50 présente une section de passage réglable.

On entend ici par « section de passage réglable » une section de passage que l'on peut ajuster à au moins deux valeurs distinctes, correspondant par exemple respectivement à un conduit de recirculation 40;50 complètement ouvert et un conduit de recirculation 40;50 complètement fermé.

De préférence, la section de passage des gaz dans le conduit de recirculation 40;50 peut être ajustée à une pluralité de valeurs discrètes ou variant de manière continue, grâce à une vanne 41;51 dont l'ouverture est commandée par l'unité de commande électronique 60.

En variante, ladite section de passage des gaz peut être réglée par un volet orientable ou tout autre moyen connu de l'homme du métier.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, représenté sur la figure 1, ce conduit de recirculation 40 est agencé pour augmenter le débit de gaz circulant dans la turbine 10 du turbocompresseur à basse pression 14 lorsque la vanne 41 est ouverte et libère une section de passage des gaz non nulle dans ce conduit de recirculation 40.

Ce débit est augmenté par rapport au débit de gaz traversant ladite turbine 10 lorsque la section de passage des gaz dudit conduit de recirculation 40 est nulle.

Le conduit de recirculation 40 est piqué, en entrée, sur le conduit d'admission 4 en aval des deux compresseurs 2, 3 et, en sortie, sur le conduit d'échappement 16, entre les turbines 9, 10 des deux turbocompresseurs 13, 14.

Lorsque la vanne 41 disposée dans ce conduit de recirculation 40 est au moins partiellement ouverte et délimite une section de passage non nulle des gaz dans ce conduit de recirculation 40, une partie de l'air circulant dans le conduit d'admission 4 et comprimé à haute pression par son passage à travers les deux compresseurs 2, 3 est prélevé par ce conduit de recirculation 40 et acheminé vers le conduit d'échappement 16, à l'entrée de la turbine 10 du turbocompresseur à basse pression 14.

Ainsi, le débit des gaz traversant la turbine 10 du turbocompresseur à

basse pression 14 est augmenté par cet apport de gaz circulant dans le conduit d'admission 4. La vitesse de rotation de la turbine 10 du turbocompresseur à basse pression 14 est ainsi augmentée.

Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, représenté sur la figure 2, le conduit de recirculation 50 est agencé pour diminuer le débit de gaz circulant dans le compresseur 2 du turbocompresseur à basse pression 14 lorsque la vanne 51 est au moins partiellement ouverte et délimite une section de passage des gaz non nulle dans le conduit de recirculation 50.

Ce débit est diminué par rapport au débit de gaz traversant ce compresseur 2 lorsque la section de passage des gaz dudit conduit de recirculation 50 est nulle.

Le conduit de recirculation 50 est piqué sur le conduit d'admission 4, de part et d'autre du compresseur 3 du turbocompresseur à basse pression 14, de manière à contourner celui-ci. La sortie du conduit de recirculation 50 est piquée entre les deux compresseurs 2, 3 des turbocompresseurs 13, 14.

Lorsque la vanne 51 disposée dans ce conduit de recirculation 50 est au moins partiellement ouverte, de manière à définir une section de passage non nulle des gaz dans ce conduit de recirculation 50, une partie de l'air circulant dans le conduit d'admission 4 en amont du compresseur 3 du turbocompresseur à basse pression 14 est prélevé par ce conduit de recirculation 50 et réinjectée dans le conduit d'admission 4 en entrée du compresseur 2 du turbocompresseur à haute pression 13.

En conséquence, au moins une partie du gaz circulant dans le conduit d'admission 4 n'est pas comprimé par le compresseur 3 du turbocompresseur à basse pression 14 et la pression de suralimentation mesurée dans le répartiteur 6 diminue.

Cependant, la valeur de consigne de la pression de suralimentation n'est pas modifiée par l'ouverture partielle ou totale de la vanne 51. Ainsi, l'unité de commande électronique 60 commande une fermeture des soupapes de dérivation des turbines 9, 10 des deux turbocompresseurs 13, 14 afin d'augmenter la vitesse de rotation de ces turbines, et donc des compresseurs 2, 3 correspondant, pour maintenir la pression de suralimentation à sa valeur de consigne.

La vitesse de rotation de la turbine 10 du turbocompresseur à basse pression 14 est ainsi augmentée.

Quel que soit le mode de réalisation du moteur, à bas régime du moteur, c'est-à-dire lorsque le régime du moteur est inférieur à une première valeur seuil, l'unité de commande électronique 60 est, de préférence, avantageusement

programmée pour fermer le conduit de recirculation 40;50. La section de passage des gaz dans le conduit de recirculation 40;50 est alors nulle.

Le débit de gaz d'échappement dans la turbine 10 du turbocompresseur à basse pression 14 est alors faible.

La première valeur seuil est par exemple comprise entre 1600 et 2400 tours par minutes, par exemple égale à 2000 tours par minutes.

Avantageusement, à des valeurs de régime intermédiaires, par exemple pour un régime supérieur à ladite première valeur seuil et inférieur à une deuxième valeur seuil, l'unité de commande électronique 60 est programmée pour ouvrir au moins partiellement la vanne 41;51 disposée dans le conduit de recirculation 40;50.

Celle-ci délimite alors une section de passage des gaz dans ledit conduit de recirculation 40;50 non nulle. Le conduit de recirculation 40;50 est partiellement ou complètement ouvert.

Conformément aux deux modes de réalisation décrit plus haut, le débit des gaz d'échappement traversant la turbine 10 du turbocompresseur à basse pression 14 est alors augmenté. La vitesse de rotation de la turbine 10 est augmenté en conséquence.

Ainsi, en cas d'augmentation brusque du régime et/ou de la charge du moteur et donc de la valeur de consigne de la pression de suralimentation, la turbine 10 du turbocompresseur à basse pression 14 atteint plus rapidement une vitesse élevée. La pression de suralimentation atteint ainsi plus rapidement sa nouvelle valeur de consigne.

Le confort de conduite est amélioré car le conducteur ne ressent pas l'inertie du turbocompresseur à basse pression 14.

La deuxième valeur seuil de régime est par exemple comprise entre 2500 et 3000 tours par minute.

De préférence, si le régime du moteur devient supérieur à la deuxième valeur seuil de régime, le volet 41;51 ferme à nouveau ledit conduit de recirculation de telle sorte que ladite section de passage des gaz dans ce conduit est nulle.

A haut régime, le turbocompresseur à basse pression 14 a atteint une vitesse de rotation suffisamment élevée et tout les gaz circulant dans le conduit d'admission sont acheminés jusqu'à la chambre de combustion du moteur pour atteindre la pression de suralimentation de consigne élevée du moteur.

La présente invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés mais l'homme du métier saura y apporter toute variante

conforme à son esprit.

Le moteur peut par exemple comporter un dispositif de recirculation des gaz d'échappement.

En outre, l'unité de commande électronique peut être programmée pour commander l'ouverture et la fermeture du conduit de recirculation selon une commande à hystérésis.

Dans ce cas, lesdites première et deuxième valeurs seuil de régime dépendent du sens de variation du régime du moteur.

Lorsque le régime augmente, l'unité de commande électronique commande alors l'ouverture de la vanne disposée dans le conduit de recirculation lorsque le régime est supérieur à une première valeur seuil et inférieur à une deuxième valeur seuil. Lorsque le régime augmente, l'unité de commande électronique commande la fermeture de la vanne disposée dans le conduit de recirculation lorsque le régime est inférieur à cette première valeur seuil ou supérieur à cette deuxième valeur seuil.

Lorsque le régime diminue, l'unité de commande électronique commande l'ouverture de la vanne disposée dans le conduit de recirculation lorsque le régime est supérieur à une autre première valeur seuil distincte de la première valeur seuil et inférieur à une autre deuxième valeur seuil distincte de la deuxième valeur seuil. L'unité de commande électronique commande alors la fermeture de la vanne disposée dans le conduit de recirculation lorsque le régime est inférieur à cette autre première valeur seuil ou supérieur à cette autre deuxième valeur seuil.

En variante, seule l'une des première et deuxième valeurs seuil de régime dépend du sens de variation du régime du moteur.

REVENDICATIONS

1. Moteur à combustion interne pour véhicule automobile suralimenté par deux turbocompresseurs (13,14) en série, les compresseurs (2, 3) desdits turbocompresseurs (13, 14) étant placés sur le trajet d'un conduit d'admission (4) du moteur, et les turbines desdits turbocompresseurs (13, 14) étant placées sur le trajet d'un conduit d'échappement (16) du moteur, caractérisé en ce qu'il comporte un conduit de recirculation (40;50) des gaz circulant dans le conduit d'admission (4) comprenant une section de passage de ces gaz réglable, ledit conduit de recirculation (40;50) étant agencé pour, lorsque cette section de passage est non nulle, augmenter le débit de gaz circulant dans la turbine (10) du turbocompresseurs (14) dont le compresseur (3) est situé le plus en amont dans le conduit d'admission (4), par rapport au débit de gaz traversant cette turbine (10) lorsque la section de passage des gaz dudit conduit de recirculation est nulle, ou diminuer le débit de gaz circulant dans le compresseur (3) de ce turbocompresseurs (14), par rapport au débit de gaz traversant ce compresseur (3) lorsque la section de passage des gaz dudit conduit de recirculation (40;50) est nulle.

2. Moteur selon la revendication précédente, dans lequel ledit conduit de recirculation (40) est piqué, en entrée, sur le conduit d'admission (4) en aval des compresseurs (2, 3) des deux turbocompresseurs (13, 14) et, en sortie, sur le conduit d'échappement (16), entre les turbines (9, 10) des deux turbocompresseurs (13, 14).

3. Moteur selon la revendication 1, dans lequel ledit conduit de recirculation (50) est piqué sur le conduit d'admission (4), son entrée étant disposée en amont des compresseurs (2, 3) des deux turbocompresseurs (13, 14) et sa sortie étant disposée entre les deux compresseurs (2, 3) des deux turbocompresseurs (13, 14).

4. Moteur selon l'une des revendications précédentes, comportant un conduit de dérivation (30) piqué sur le conduit d'échappement (16) de part et d'autre de la turbine (9) du turbocompresseur (13) dont le compresseur (2) est situé le plus en aval dans le conduit d'admission (4).

5. Moteur selon l'une des revendication précédente, comportant une unité de commande électronique (60) programmée pour régler la section de passage des gaz dans ledit conduit de recirculation (40;50) de telle sorte que, si le régime du moteur est inférieur à une première valeur seuil de régime, la section de passage des gaz dans ledit conduit de recirculation (40;50) est nulle.

6. Moteur selon la revendication précédente, dans lequel ladite unité de commande électronique (60) est programmée pour régler la section de passage des gaz dans ledit conduit de recirculation (40;50) de telle sorte que, si le régime du moteur est supérieur à ladite première valeur seuil de régime et inférieure à une deuxième valeur seuil de régime, la section de passage des gaz dans ledit conduit de recirculation (40;50) est non nulle.

7. Moteur selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel ladite unité de commande électronique (60) est programmée pour régler la section de passage des gaz dans ledit conduit de recirculation (40;50) de telle sorte que, si le régime du moteur est supérieur à ladite deuxième valeur seuil de régime, la section de passage des gaz dans ledit conduit de recirculation (40;50) est nulle.

8. Moteur selon l'une des trois revendications précédentes, dans lequel la valeur de ladite première valeur seuil de régime dépend du sens de variation du régime du moteur.

9. Moteur selon l'une des trois revendications précédentes, dans lequel la valeur de ladite deuxième valeur seuil de régime dépend du sens de variation du régime du moteur.

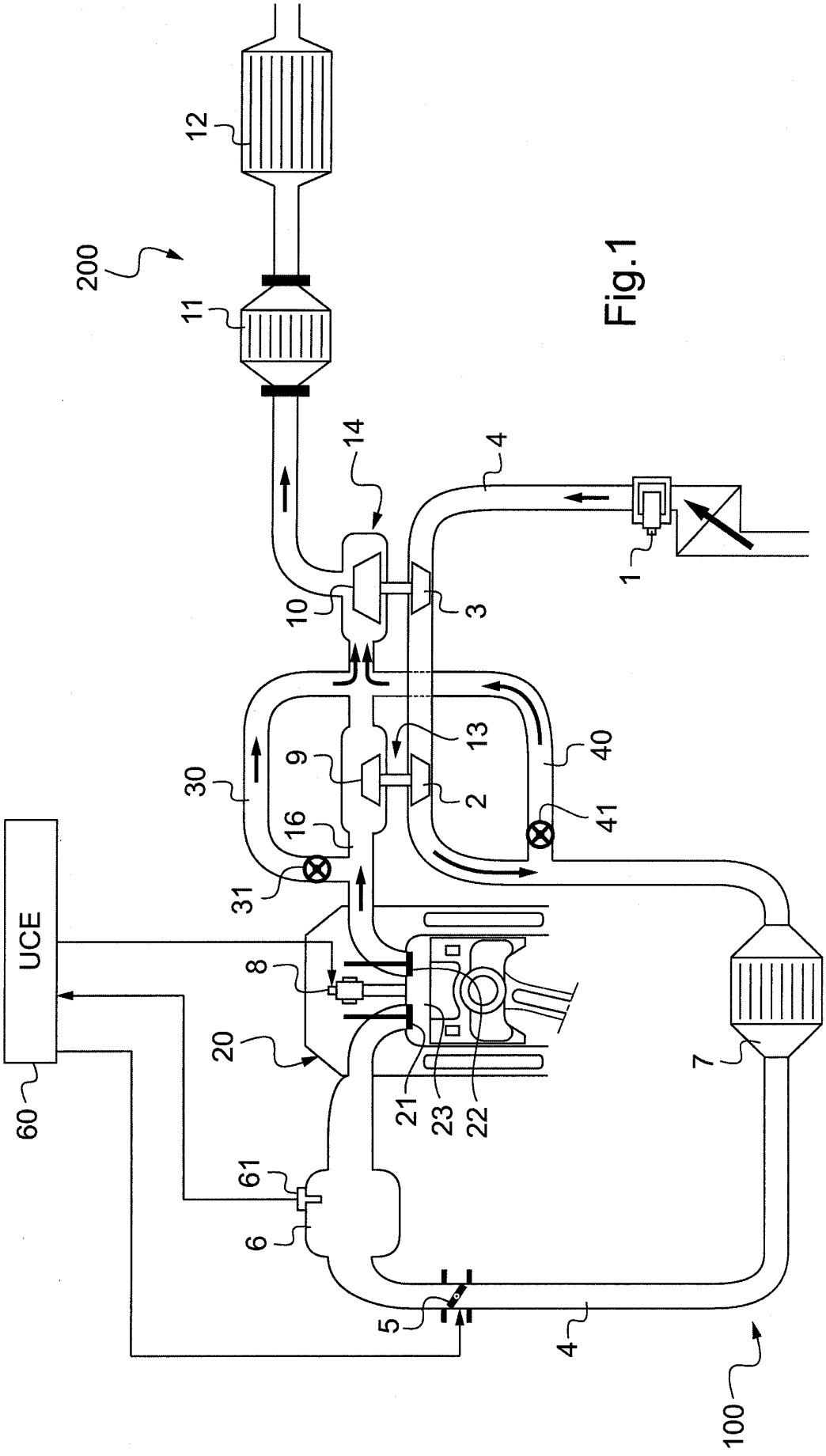

200
12
11
14
4
1
10
3
30
9
13
40
2
41
16
31
UCE
8
20
60
21
23
22
7
61
6
5
4
100

Fig.1

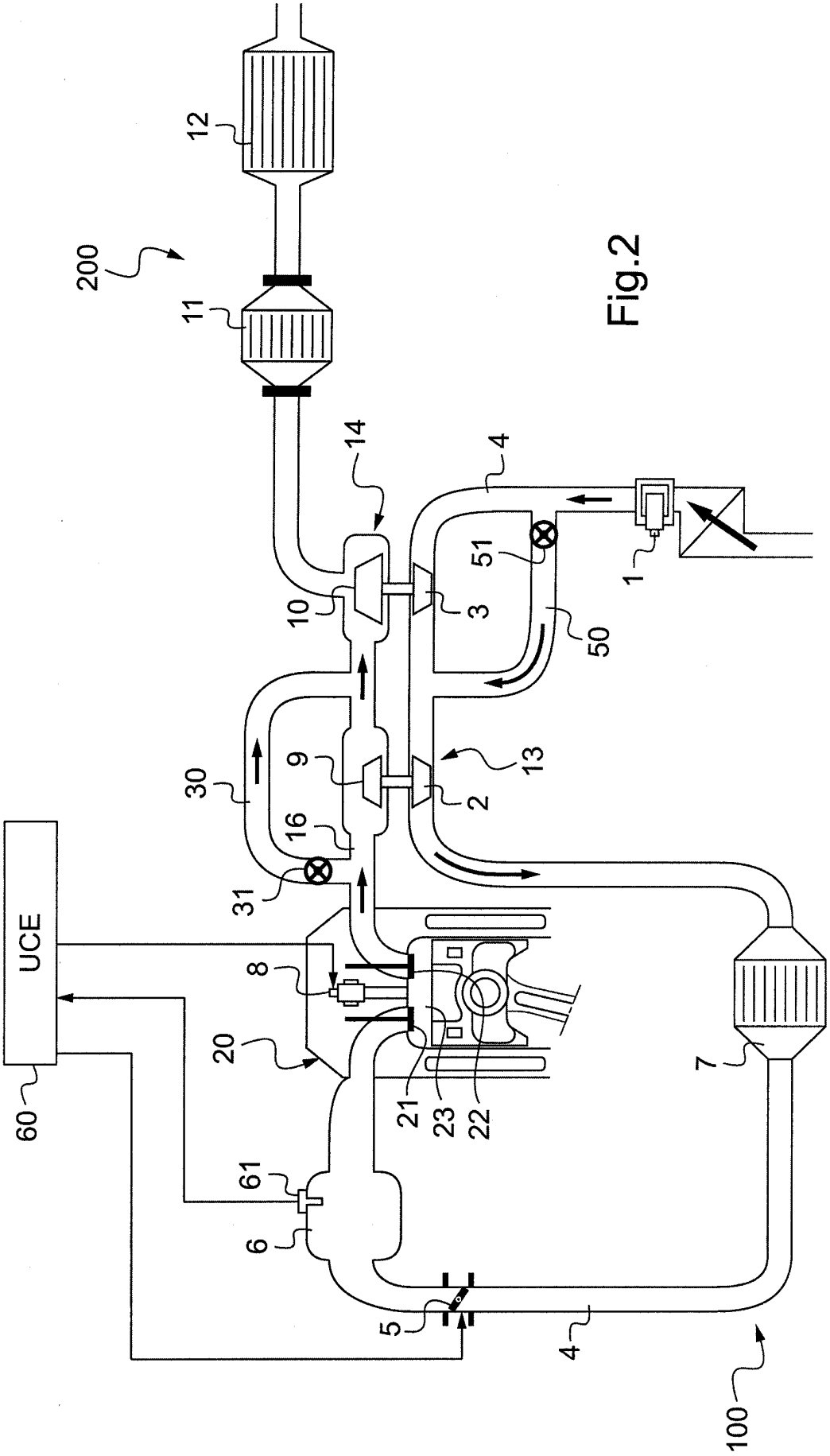

200
12
11
14
4
51
1
10
3
50
30
9
13
2
16
31
UCE
8
20
60
21
23
22
7
61
6
5
4
100

Fig.2