

(19)



(11)

EP 2 956 656 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
22.03.2017 Bulletin 2017/12

(51) Int Cl.:
F02M 26/28 ^(2016.01) **F01P 3/12** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14705834.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2014/050117

(22) Date de dépôt: **22.01.2014**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2014/125181 (21.08.2014 Gazette 2014/34)

(54) **PROCÉDÉ DE PILOTAGE D'UNE VANNE DE RÉGULATION D'UN DÉBIT DE LIQUIDE DE
REFROIDISSEMENT DES GAZ DE RECIRCULATION D'UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE**

VERFAHREN ZUR REGELUNG EINES STEUERVENTILS ZUR STEUERUNG DES
DURCHFLUSSES EINES KÜHLMITTELS ZUR KÜHLUNG DER RÜCKGEFÜHRTEN GASE EINER
BRENNKRAFTMASCHINE

METHOD FOR CONTROLLING A CONTROL VALVE FOR CONTROLLING THE FLOW RATE OF A
COOLANT FOR COOLING THE RECIRCULATED GASES OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **15.02.2013 FR 1351334**

(43) Date de publication de la demande:
23.12.2015 Bulletin 2015/52

(73) Titulaire: **Renault S.A.S.
92100 Boulogne-Billancourt (FR)**

(72) Inventeurs:
• **HOUZE, Laurence
F-92000 Nanterre (FR)**
• **HENNEQUIN, Manuela
F-91590 Guigneville (FR)**
• **EMERY, Pascal
F-91120 Palaiseau (FR)**

(56) Documents cités:
**DE-A1-102009 028 932 JP-A- S55 131 557
US-A1- 2012 312 001**

EP 2 956 656 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne de manière générale le domaine de la recirculation des gaz brûlés depuis l'échappement vers l'admission d'un moteur à combustion interne.

[0002] Elle concerne plus particulièrement un procédé de pilotage d'une vanne de régulation d'un débit de liquide de refroidissement circulant dans un circuit de refroidissement d'une ligne de recirculation d'un moteur à combustion interne.

[0003] Elle concerne également un circuit de refroidissement des gaz brûlés circulant dans une ligne de recirculation d'un moteur à combustion interne comprenant :

- un échangeur thermique,
- deux conduits de circulation de liquide de refroidissement raccordés respectivement en entrée et en sortie dudit échangeur thermique, et
- une vanne de régulation d'un débit de liquide de refroidissement, qui est agencée sur l'un desdits conduits de circulation.

[0004] Elle concerne en outre un moteur à combustion interne comprenant :

- un bloc-moteur qui définit intérieurement des cylindres,
- une ligne d'admission de gaz d'admission dans lesdits cylindres,
- une ligne d'échappement des gaz brûlés hors desdits cylindres,
- une ligne de recirculation des gaz brûlés, qui prend naissance dans ladite ligne d'échappement et qui débouche dans ladite ligne d'admission.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

[0005] Les moteurs à combustion interne du type précité utilisent comme gaz d'admission un mélange d'air frais et de gaz brûlés. Ces gaz brûlés sont prélevés dans la ligne d'échappement, directement en aval du collecteur d'échappement du moteur à combustion interne, et sont introduits dans la ligne d'admission d'air frais, directement en amont du répartiteur d'air du moteur à combustion interne. Ils sont communément appelés gaz de recirculation ou gaz EGR (acronyme anglais de « Exhaust Gas Recirculation »).

[0006] Ces gaz de recirculation sont chargés de particules de suie et d'hydrocarbure en suspension lorsque ces gaz sont chauds.

[0007] Il est connu de refroidir ces gaz de recirculation par un circuit de refroidissement avant leur introduction dans la ligne d'admission d'air, de manière à assurer au moteur à combustion interne de meilleures performan-

ces.

[0008] Un tel circuit de refroidissement comprend alors un échangeur thermique, dit refroidisseur EGR, qui est traversé, d'une part, par les gaz de recirculation, et, d'autre part, par un liquide de refroidissement. Le circuit de refroidissement comporte également une vanne bistable, située en aval du refroidisseur EGR, qui est pilotée en position ouverte ou fermée en fonction de la température mesurée des gaz de recirculation.

[0009] L'ouverture de la vanne bistable génère un refroidissement important et brutal des gaz de recirculation, en particulier lorsque le moteur à combustion interne n'a pas encore atteint sa température optimale de fonctionnement.

[0010] Ce refroidissement brutal des gaz de recirculation expose le refroidisseur EGR à un dépôt important de particules de suie et d'hydrocarbure, ce qui provoque un encrassement rapide de ce refroidisseur EGR et réduit ses performances.

[0011] La fermeture de la vanne bistable interdit par ailleurs toute circulation de liquide de refroidissement dans le refroidisseur EGR, ce qui peut entraîner un défaut de refroidissement des gaz de recirculation et un rejet dans l'atmosphère d'une quantité importante de particules de suie et d'hydrocarbure.

[0012] En outre, dans cette configuration, le liquide de refroidissement bloqué dans le refroidisseur EGR risque d'atteindre sa température d'ébullition et d'occasionner une détérioration du refroidisseur EGR.

[0013] Un procédé similaire de pilotage d'une vanne de régulation est connu du DE102009028932 A1.

OBJET DE L'INVENTION

[0014] Afin de remédier à l'inconvénient précité de l'état de la technique, la présente invention propose un procédé de pilotage de la vanne de régulation plus fiable.

[0015] Plus particulièrement, on propose selon l'invention un procédé de pilotage d'une vanne de régulation d'un débit de liquide de refroidissement circulant dans un circuit de refroidissement d'une ligne de recirculation d'un moteur à combustion interne, qui comprend des étapes consistant à :

- a) acquérir la température dudit liquide de refroidissement,
- b) déterminer, en fonction de la température acquise à l'étape a), une consigne de pilotage de ladite vanne de régulation dans une position stable choisie parmi au moins trois positions stables, et
- c) piloter la vanne de régulation selon la consigne de pilotage déterminée à l'étape b).

[0016] Selon l'invention, à l'étape b), on mesure la température ambiante, on en déduit une température cible de liquide de refroidissement et on élabore la consigne de pilotage en fonction de la température du liquide de refroidissement mesurée et de la température cible.

[0017] Ainsi, grâce à l'invention, la vanne de régulation est pilotée entre un plus grand nombre de positions, ce qui permet une meilleure régulation du débit de liquide de refroidissement et évite tout problème d'ébullition ou de changement de température brusque.

[0018] Cette meilleure régulation réduit par ailleurs considérablement l'encrassement du circuit de refroidissement, notamment au démarrage du moteur ou lorsque la température ambiante est faible.

[0019] Enfin, le pilotage de la vanne de régulation en fonction de la température du liquide de refroidissement assure une régulation plus précise de la température des gaz de recirculation.

[0020] D'autres caractéristiques non limitatives et avantageuses du procédé de pilotage conforme à l'invention sont les suivantes :

- le circuit de refroidissement comportant un échangeur thermique positionné sur la ligne de recirculation, à l'étape a), on mesure la température du liquide de refroidissement dans ledit échangeur thermique ;
- le circuit de refroidissement comportant un échangeur thermique positionné sur la ligne de recirculation, à l'étape a), on mesure la température du liquide de refroidissement à distance dudit échangeur thermique ;
- à l'étape a), on mesure la température du liquide de refroidissement en aval dudit échangeur thermique ;
- à l'étape b), on estime une valeur de température du liquide de refroidissement en amont dudit échangeur thermique en fonction de la température mesurée de liquide de refroidissement, d'un débit de gaz brûlés dans ladite ligne de recirculation et d'une température de gaz brûlés dans ladite ligne de recirculation ;
- la charge (C) instantanée du moteur à combustion interne (1) et/ou le régime (R) instantané du moteur à combustion interne (1), et/ou le débit de carburant injecté dans des cylindres (11) du moteur à combustion interne (1) sont utilisés pour calculer la température cible (Tc).

[0021] L'invention propose également un circuit de refroidissement tel que défini dans l'introduction qui comprend une unité de pilotage de ladite vanne de régulation, qui est adaptée à mettre en oeuvre un procédé de pilotage tel que définit précédemment.

[0022] L'invention propose en outre un moteur à combustion interne tel que défini dans l'introduction qui comprend un circuit de refroidissement tel que défini précédemment, dont l'échangeur thermique est positionné sur ladite ligne de recirculation.

DESCRIPTION DETAILLÉE D'UN EXEMPLE DE RÉALISATION

[0023] La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs,

fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

[0024] Sur les dessins annexés :

- 5 - la figure 1 est une vue schématique d'un moteur à combustion interne selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique d'une partie du circuit de refroidissement secondaire selon un premier mode de réalisation du moteur à combustion interne de la figure 1 ;
- 10 - la figure 3 est un chronogramme illustrant les étapes de mise en oeuvre du procédé de pilotage de la vanne de régulation du circuit de refroidissement secondaire de la figure 2.

[0025] Dans la description, les termes « amont » et « aval » seront utilisés suivant le sens de l'écoulement des gaz, depuis le point de prélèvement de l'air frais dans l'atmosphère jusqu'à la sortie des gaz brûlés dans l'atmosphère.

[0026] Sur la figure 1, on a représenté schématiquement un moteur à combustion interne 1 de véhicule automobile, qui comprend un bloc-moteur 10 pourvu d'un vilebrequin et de quatre pistons (non représentés) logés dans quatre cylindres 11. Ce moteur est ici à allumage par compression (Diesel). Il pourrait également être à allumage commandé (Essence).

[0027] En amont des cylindres 11, le moteur à combustion interne 1 comporte une ligne d'admission 20 qui prélève l'air frais dans l'atmosphère et qui débouche dans un répartiteur d'air 25 agencé pour répartir l'air vers chacun des quatre cylindres 11 du bloc-moteur 10. Cette ligne d'admission 20 comporte, dans le sens d'écoulement de l'air frais, un filtre à air 21 qui filtre l'air frais prélevé dans l'atmosphère, un compresseur 22 qui comprime l'air frais filtré par le filtre à air 21, un refroidisseur d'air principal 23 qui refroidit cet air frais comprimé, et une vanne d'admission 24 qui permet de réguler le débit d'air frais débouchant dans le répartiteur d'air 25.

[0028] En sortie des cylindres 11, le moteur à combustion interne 1 comporte une ligne d'échappement 80 qui s'étend depuis un collecteur d'échappement 81 dans lequel débouchent les gaz qui ont été préalablement brûlés dans les cylindres 11, jusqu'à un silencieux d'échappement 87 permettant de détendre les gaz brûlés avant qu'ils ne soient évacués dans l'atmosphère. Elle comporte par ailleurs, dans le sens d'écoulement des gaz brûlés, une turbine 82, et un pot catalytique 83 de traitement des gaz brûlés.

[0029] La turbine 82 est entraînée en rotation par le flux de gaz brûlés sortant du collecteur d'échappement 81, et elle permet d'entraîner le compresseur 22 en rotation, grâce à des moyens de couplage mécanique tels qu'un simple arbre de transmission.

[0030] Le pot catalytique 83 est quant à lui ici un catalyseur trois voies qui renferme un catalyseur d'oxydation 84, un filtre à particules 85 et un piège à oxydes d'azote 86.

[0031] Ici, le moteur à combustion interne 1 comporte également une ligne de recirculation des gaz brûlés à haute pression, depuis la ligne d'échappement 80 vers la ligne d'admission 20. Cette ligne de recirculation est communément appelée ligne EGR-HP 40, conformément à l'acronyme anglo-saxon de « Exhaust Gaz Recirculation - High Pressure ». Elle prend naissance dans la ligne d'échappement 80, entre le collecteur d'échappement 81 et la turbine 82, et elle débouche dans la ligne d'admission 20, entre la vanne d'admission 24 et le répartiteur d'air 25.

[0032] Cette ligne EGR-HP 40 permet de prélever une partie des gaz brûlés circulant dans la ligne d'échappement 80, appelés gaz de recirculation ou gaz EGR, pour la réinjecter dans les cylindres 11 afin de réduire les émissions polluantes du moteur, et en particulier les émissions d'oxydes d'azote, de suie et de particules d'hydrocarbure.

[0033] Cette ligne EGR-HP 40 comporte une vanne EGR-HP 41 pour réguler le débit de gaz EGR débouchant dans le répartiteur d'air 25.

[0034] En complément ou en variante, cette ligne EGR-HP pourrait être complétée ou remplacée par une ligne de recirculation des gaz brûlés à basse pression, communément appelée ligne EGR-LP conformément à l'acronyme anglo-saxon de « Exhaust Gaz Recirculation - Low Pressure ». Cette ligne EGR-LP prendrait alors naissance dans la ligne d'échappement, à la sortie du pot catalytique, et déboucherait dans la ligne d'admission, entre le filtre à air et le compresseur.

[0035] Le moteur à combustion interne 1 comporte par ailleurs une ligne d'injection 60 de carburant dans les cylindres 11. Cette ligne d'injection 60 comporte une pompe d'injection 62 agencée pour prélever le carburant dans un réservoir 61 afin de l'amener sous pression dans un rail de distribution 63 qui débouche dans les cylindres 11 via quatre injecteurs 64.

[0036] Le moteur à combustion interne 1 comporte en outre un circuit de refroidissement primaire (non représenté), qui traverse notamment le bloc-moteur 10 et le refroidisseur d'air principal 23 et dans lequel circule un liquide de refroidissement.

[0037] Le moteur à combustion interne 1 comporte également un circuit de refroidissement secondaire 30, qui pourrait éventuellement être confondu avec le circuit de refroidissement primaire, et qui comporte un échangeur thermique 31 prévu pour refroidir les gaz EGR circulant dans la ligne EGR-HP 40 (ou, en variante, dans la ligne EGR-LP), de manière à réduire au mieux la température des gaz dans le répartiteur d'air 25 afin d'assurer au moteur à combustion interne 1 de meilleures performances.

[0038] Comme le montrent la figure 2, l'échangeur thermique 31, ici appelé refroidisseur EGR 31, est positionné sur la ligne EGR-HP 40 pour refroidir les gaz EGR.

[0039] Le refroidisseur EGR 31 comprend plus précisément une canalisation principale 31A au travers de laquelle circulent les gaz EGR, et une canalisation se-

condaire 31 B au travers de laquelle circule un liquide de refroidissement.

[0040] La canalisation principale 31A est connectée, d'un côté, à la ligne d'échappement 80 via un conduit amont 42 de la ligne EGR-HP 40, et, de l'autre, à la vanne EGR-HP 41 via un conduit aval 43 de la ligne EGR-HP 40.

[0041] La canalisation secondaire 31 B est quant à elle connectée au reste du circuit de refroidissement secondaire 30, d'un côté, par un conduit amont 33, et, de l'autre, par un conduit aval 34.

[0042] Le circuit de refroidissement secondaire 30 comprend par ailleurs une vanne de régulation 35 du débit de liquide de refroidissement.

[0043] Cette vanne de régulation 35 est ici agencée sur le conduit amont 33 du circuit de refroidissement secondaire 30. En variante, elle pourrait bien entendu être agencée ailleurs, par exemple sur le conduit aval.

[0044] La vanne de régulation 35 est adaptée à être pilotée dans l'une ou l'autre d'au moins trois positions stables, dont :

- une position extrême de fermeture dans laquelle elle obture totalement le conduit amont 33, de sorte que le débit du liquide de refroidissement circulant dans le circuit de refroidissement secondaire 30 est nul,
- une position extrême d'ouverture dans laquelle elle libère totalement le conduit amont 33, de sorte que le débit du liquide de refroidissement circulant dans le circuit de refroidissement secondaire 30 est maximal, et
- au moins une position intermédiaire dans laquelle elle obture partiellement le conduit amont 33, de sorte que le débit du liquide de refroidissement circulant dans le circuit de refroidissement secondaire 30 est non nul et est strictement inférieur au débit maximal.

[0045] La vanne de régulation 35 est ici un volet papillon, mais il pourrait bien entendu en être autrement.

[0046] Classiquement, la circulation du liquide de refroidissement dans ce circuit de refroidissement secondaire 30 est assurée par une pompe de mise en pression (non représentée). Le liquide de refroidissement utilisé ici est un mélange d'eau et de glycol.

[0047] Comme le montre la figure 1, pour piloter les différents organes du moteur à combustion interne 1, il est prévu un calculateur 100 comportant un processeur (CPU), une mémoire vive (RAM), une mémoire morte (ROM), des convertisseurs analogiques-numériques (A/D) et des interfaces d'entrée et de sortie.

[0048] Grâce à ses interfaces d'entrée, le calculateur 100 est adapté à recevoir de différents capteurs des signaux d'entrée relatifs au fonctionnement du moteur et aux conditions climatiques.

[0049] Parmi ces capteurs, il est notamment prévu une première sonde de température 101 qui permet de mesurer la température T_0 instantanée du liquide de refroidissement circulant dans le circuit de refroidissement secondaire 30.

[0050] Dans le mode de réalisation du moteur à combustion interne 1 représenté sur la figure 2, cette première sonde de température 101 est située dans le conduit aval 34. Dans ce mode de réalisation, il est par ailleurs prévu une seconde sonde de température 102 pour mesurer la température ambiante Ta, c'est-à-dire la température à l'extérieur du véhicule équipé du moteur à combustion interne 1.

[0051] Dans ce mode de réalisation, la première sonde de température sera donc positionnée à distance du refroidisseur EGR 31, de préférence à 10cm de celui-ci, de manière à ce que les mesures ne soient pas perturbées par le refroidisseur EGR 31.

[0052] Selon une variante non représentée, on pourrait toutefois prévoir que la première sonde de température soit située à l'intérieur du refroidisseur EGR lui-même.

[0053] Grâce à ces sondes de température et à différents autres capteurs, le calculateur 100 mémorise ainsi en continu dans sa mémoire vive :

- la charge C instantanée du moteur à combustion interne 1,
- le régime R instantané du moteur à combustion interne 1,
- la température To du liquide de refroidissement,
- la température ambiante Ta (dans le premier mode de réalisation), et
- le débit de carburant injecté dans les cylindres 11.

[0054] La charge C (également appelée « charge-moteur ») correspond au rapport du travail fourni par le moteur sur le travail maximal que pourrait développer ce moteur à un régime donné. Elle est généralement approximée à l'aide d'une variable appelée pression moyenne effective PME.

[0055] Le régime R correspond à la vitesse de rotation du vilebrequin, exprimée en tours par minute.

[0056] Grâce à une cartographie prédéterminée sur banc d'essais et mémorisée dans sa mémoire morte (ROM), le calculateur 100 est adapté à générer, pour chaque condition de fonctionnement du moteur, des signaux de sortie.

[0057] Enfin, grâce à ses interfaces de sortie, le calculateur 100 est adapté à transmettre ces signaux de sortie aux différents organes du moteur, notamment à la vanne de régulation 35.

[0058] Classiquement, lorsque le conducteur du véhicule automobile met le contact, le calculateur 100 s'initialise puis commande le démarreur et les injecteurs de carburant 64 pour que ceux-ci démarrent le moteur à combustion interne 1.

[0059] Lorsque le moteur est démarré, l'air frais prélevé dans l'atmosphère par la ligne d'admission 20 est filtré par le filtre à air 21, comprimé par le compresseur 22, refroidi par le refroidisseur d'air principal 23, puis brûlé dans les cylindres 11.

[0060] A leur sortie des cylindres 11, les gaz brûlés sont détendus dans la turbine 82, traités et filtrés dans

le pot catalytique 83, puis détendus à nouveau dans le silencieux d'échappement 84 avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

[0061] Une partie de ces gaz brûlés est toutefois prélevée par la ligne EGR-HP 40 pour être réinjectée dans la ligne d'admission 20. Ces gaz EGR sont alors préalablement refroidis dans le refroidisseur EGR 31.

[0062] Le calculateur 100 pilote à cet effet la vanne de régulation 35 du débit de liquide de refroidissement circulant dans le circuit de refroidissement secondaire 30, de manière que ces gaz EGR soient refroidis à la température souhaitée.

[0063] Ainsi, par exemple, au démarrage du moteur, lorsque la température ambiante Ta est faible, cette vanne de régulation 35 est pilotée en position extrême de fermeture (le temps que la température des gaz EGR augmente) avant d'être progressivement ouverte.

[0064] Selon une caractéristique particulièrement avantageuse de l'invention, le calculateur 100 est adapté à mettre en oeuvre un procédé de pilotage de la vanne de régulation 35 qui comprend les trois étapes suivantes :

- a) acquérir la température To du liquide de refroidissement,
- b) déterminer, en fonction de la température To acquise à l'étape a), une consigne de pilotage C1 de la vanne de régulation 35 dans l'une de ses positions stables, et
- c) piloter la vanne de régulation 35 selon cette consigne de pilotage C1.

[0065] Grâce à l'invention, le débit de liquide de refroidissement circulant dans le circuit de refroidissement secondaire 30 est régulé en fonction de la température To du liquide de refroidissement (et non en fonction de la température des gaz EGR), ce qui évite notamment tout risque d'ébullition ou de changement de température brusque du liquide de refroidissement, au bénéfice de la longévité du refroidisseur EGR 31.

[0066] On notera ici que plus le nombre de positions stables (dans lesquelles la vanne de régulation 35 pourra être piloté) sera grand, plus la régulation de la température des gaz EGR pourra être affinée, ce qui réduira en conséquence l'encrassement de la ligne EGR-HP 40, notamment lorsque la température ambiante Ta est faible.

[0067] Ainsi, si le nombre minimal de positions stables est de trois, on prévoira de préférence que la vanne de régulation 35 puisse présenter au moins cinq positions stables. On pourra bien entendu prévoir qu'elle puisse présenter plus de 10 positions stables.

[0068] Dans l'exemple qui sera exposé dans la suite de cet exposé, la vanne de régulation 35 pourra prendre une infinité de positions stables.

[0069] Lorsque le moteur à combustion interne 1 sera du type de celui représenté sur la figure 2, le procédé de pilotage de la vanne de régulation 35 sera mis en oeuvre

de la manière représentée sur l'ordinogramme de la figure 3.

[0070] Plus précisément, après le démarrage du moteur à combustion interne (opération 71), l'initialisation du calculateur 100 et le début de la circulation du liquide de refroidissement dans le circuit de refroidissement secondaire 30 (opération 72), le calculateur 100 met en oeuvre l'algorithme suivant.

[0071] Le calculateur 100 vérifie tout d'abord si un arrêt du moteur à combustion interne 1 est requis (opération 73).

[0072] Si une commande d'arrêt du moteur à combustion interne 1 est détectée, le calculateur 100 pilote l'arrêt de la pompe de mise en pression du liquide de refroidissement (opération 74) puis l'arrêt de l'injection de carburant dans les cylindres 11 (opération 75).

[0073] Dans le cas contraire, le calculateur 100 acquiert la température T_o du liquide de refroidissement en aval du refroidisseur EGR 31 (opération 76) ainsi que la température ambiante T_a (opération 77).

[0074] Le calculateur 100 calcule alors une température cible T_c de liquide de refroidissement en fonction au moins de la température ambiante T_a mesurée (opération 78). Cette température cible T_c correspond à la température optimale du liquide de refroidissement, assurant un encrassement réduit de la ligne EGR-HP 40.

[0075] Le calcul de cette température cible T_c est réalisé à l'aide d'une formule mathématique ou d'une cartographie mémorisée dans la mémoire morte (ROM) du calculateur 100 (cette cartographie faisant correspondre, à chaque température ambiante T_a , une température cible T_c).

[0076] En variante, on pourrait utiliser des paramètres supplémentaires pour calculer cette température cible T_c , par exemple la charge C instantanée du moteur à combustion interne 1 et/ou le régime R instantané du moteur à combustion interne 1, et/ou le débit de carburant injecté dans les cylindres 11.

[0077] Le calculateur 100 compare ensuite la température T_o du liquide de refroidissement mesurée avec la température cible T_c calculée (opération 79).

[0078] Si la température T_o du liquide de refroidissement est inférieure à la température cible T_c , alors la vanne de régulation 35 est pilotée à l'ouverture (opération 84), de manière à augmenter le débit de liquide de refroidissement circulant dans le refroidisseur EGR 31.

[0079] La consigne de pilotage $C1$ étant ici formée par l'angle d'ouverture que la vanne de régulation 35 doit prendre ($C1$ étant égal à zéro en position extrême de fermeture), cette consigne de pilotage $C1$ est calculée de la manière suivante (opération 83) :

$$C1(t + \Delta t) = C1(t) + k \cdot \Delta C1,$$

dans laquelle :

- t est le temps,
- k est une constante prédéterminée enregistrée dans la mémoire morte (ROM) du calculateur 100,
- Δt est une différence de temps (en l'occurrence le pas de temps entre deux calculs successifs de la consigne de pilotage $C1$), et
- $\Delta C1 = C1(t) - C1(t - \Delta t)$.

[0080] Au contraire, si la température T_o du liquide de refroidissement est supérieure ou égale à la température cible T_c , alors la vanne de régulation 35 est pilotée à la fermeture (opération 82), de manière à réduire le débit de liquide de refroidissement circulant dans le refroidisseur EGR 31.

[0081] La consigne de pilotage $C1$ est alors calculée de la manière suivante (opération 81) :

$$C1(t + \Delta t) = C1(t) - k \cdot \Delta C1.$$

[0082] Cette consigne de pilotage $C1$ est ensuite transmise à la vanne de régulation 35, qui s'ouvre ou se ferme en conséquence (opérations 82 ou 84).

[0083] Puis, le calculateur 100 revient au début de la boucle (opération 73).

[0084] La présente invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et représenté, mais l'homme du métier saura y apporter toute variante conforme à son esprit.

[0085] On pourra par exemple prévoir de piloter la vanne de régulation du débit de liquide de refroidissement autrement, notamment lorsque la sonde de température sera située dans le refroidisseur EGR ou en aval du refroidisseur EGR.

[0086] Dans cette variante, on pourra prévoir d'évaluer, en fonction de la température mesurée et éventuellement d'autres paramètres (par exemple le débit et la température des gaz EGR), une température estimée du liquide de refroidissement en amont du refroidisseur EGR.

[0087] Dans cette variante, le débit et la température des gaz EGR pourront être mesurés ou calculés en fonction du régime et du couple moteur.

Revendications

1. Procédé de pilotage d'une vanne de régulation (35) d'un débit de liquide de refroidissement circulant dans un circuit de refroidissement (30) d'une ligne de recirculation (20) d'un moteur à combustion interne (1), **caractérisé en ce qu'il** comprend des étapes consistant à :

- a) acquérir la température (T_o) dudit liquide de refroidissement,
- b) déterminer, en fonction de la température (T_o)

acquise à l'étape a), une consigne de pilotage (C1) de ladite vanne de régulation (35) dans une position stable choisie parmi au moins trois positions stables, et

c) piloter la vanne de régulation (35) selon la consigne de pilotage (C1) déterminée à l'étape b),

caractérisé en ce que à l'étape b), on détermine ladite consigne de pilotage (C1) en fonction de la température (To) du liquide de refroidissement acquise et d'une température cible (Tc) de liquide de refroidissement qui est déduite de la température ambiante (Ta) préalablement mesurée.

2. Procédé de pilotage selon la revendication 1, dans lequel, le circuit de refroidissement comportant un échangeur thermique positionné sur la ligne de recirculation, à l'étape a), on mesure la température du liquide de refroidissement dans ledit échangeur thermique.

3. Procédé de pilotage selon la revendication 1, dans lequel, le circuit de refroidissement (30) comportant un échangeur thermique (31) positionné sur la ligne de recirculation (20), à l'étape a), on mesure la température (To) du liquide de refroidissement à distance dudit échangeur thermique (31).

4. Procédé de pilotage selon la revendication 3, dans lequel à l'étape a), on mesure la température (To) du liquide de refroidissement en aval dudit échangeur thermique (31).

5. Procédé de pilotage selon l'une des revendications 2 ou 4, dans lequel, à l'étape b), on estime une valeur de température du liquide de refroidissement en amont dudit échangeur thermique en fonction de la température mesurée de liquide de refroidissement, d'un débit de gaz brûlés dans ladite ligne de recirculation et d'une température de gaz brûlés dans ladite ligne de recirculation.

6. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la charge (C) instantanée du moteur à combustion interne (1) et/ou le régime (R) instantané du moteur à combustion interne (1), et/ou le débit de carburant injecté dans des cylindres (11) du moteur à combustion interne (1) sont utilisés pour calculer la température cible (Tc).

7. Circuit de refroidissement (30) des gaz brûlés circulant dans une ligne de recirculation (20) d'un moteur à combustion interne (1), comprenant :

- un échangeur thermique (31) positionné sur ladite ligne de recirculation (20),
- deux conduits de circulation (33, 34) de liquide

de refroidissement raccordés respectivement en entrée et en sortie dudit échangeur thermique (31), et

- une vanne de régulation (35) d'un débit de liquide de refroidissement, qui est agencée sur l'un desdits conduits de circulation (33, 34), **caractérisé en ce qu'il** comprend une unité de pilotage (40) de ladite vanne de régulation (35), qui est adaptée à mettre en oeuvre un procédé de pilotage selon l'une des revendications 1 à 6.

8. Moteur à combustion interne (1) comprenant :

- un bloc-moteur qui définit intérieurement des cylindres,
- une ligne d'admission de gaz d'admission dans lesdits cylindres,
- une ligne d'échappement des gaz brûlés hors desdits cylindres,
- une ligne de recirculation (20) des gaz brûlés, qui prend naissance dans ladite ligne d'échappement et qui débouche dans ladite ligne d'admission, **caractérisé en ce qu'il** comprend un circuit de refroidissement (30) selon la revendication 7.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern eines Regelventils (35) einer Durchflussmenge eines in einem Kühlkreislauf (30) einer Rückführleitung (20) eines Verbrennungsmotors (1) zirkulierenden Kühlmittels, **dadurch gekennzeichnet, dass** es Schritte enthält, die darin bestehen:

- a) die Temperatur (To) des Kühlmittels zu erfassen,
- b) abhängig von der im Schritt a) erfassten Temperatur (To) einen Steuersollwert (C1) des Regelventils (35) in einer stabilen Stellung zu bestimmen, die unter mindestens drei stabilen Stellungen ausgewählt wird, und
- c) das Regelventil (35) gemäß dem im Schritt b) bestimmten Steuersollwert (C1) zu steuern,

dadurch gekennzeichnet, dass im Schritt b) der Steuersollwert (C1) abhängig von der erfassten Temperatur (To) des Kühlmittels und einer Zieltemperatur (Tc) des Kühlmittels bestimmt wird, die von der vorher gemessenen Umgebungstemperatur (Ta) abgeleitet wird.

2. Steuerverfahren nach Anspruch 1, wobei, da der Kühlkreislauf einen auf der Rückführleitung positionierten Wärmetauscher aufweist, im Schritt a) die Temperatur des Kühlmittels im Wärmetauscher gemessen wird.

3. Steuerverfahren nach Anspruch 1, wobei, da der Kühlkreislauf (30) einen auf der Rückföhrleitung (20) positionierten Wärmetauscher (31) aufweist, im Schritt a) die Temperatur (To) des Kühlmittels in Abstand zum Wärmetauscher (31) gemessen wird. 5
 4. Steuerverfahren nach Anspruch 3, wobei im Schritt a) die Temperatur (To) des Kühlmittels stromabwärts hinter dem Wärmetauscher (31) gemessen wird. 10
 5. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 4, wobei im Schritt b) ein Temperaturwert des Kühlmittels stromaufwärts vor dem Wärmetauscher abhängig von der gemessenen Temperatur des Kühlmittels, einer Durchflussmenge von Abgasen in der Rückföhrleitung und einer Temperatur von Abgasen in der Rückföhrleitung geschätzt wird. 15
 6. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die augenblickliche Last (C) des Verbrennungsmotors (1) und/oder die augenblickliche Drehzahl (R) des Verbrennungsmotors (1) und/oder die Durchflussmenge von in Zylinder (11) des Verbrennungsmotors (1) eingespeistem Kraftstoff verwendet werden, um die Zieltemperatur (Tc) zu berechnen. 20
 7. Kühlkreislauf (30) der in einer Rückföhrleitung (20) eines Verbrennungsmotors (1) zirkulierenden Abgase, der enthält: 30
 - einen auf der Rückföhrleitung (20) positionierten Wärmetauscher (31),
 - zwei Kühlmittelzirkulationsleitungen (33, 34), die am Eingang bzw. am Ausgang des Wärmetauschers (31) angeschlossen sind, und 35
 - ein Regelventil (35) einer Kühlmitteldurchflussmenge, das auf einer der Zirkulationsleitungen (33, 34) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Steuereinheit (40) des Regelventils (35) enthält, die geeignet ist, ein Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 durchzuführen. 40
 8. Verbrennungsmotor (1), der enthält: 45
 - einen Motorblock, der innen Zylinder definiert,
 - eine Ansaugleitung von Ansauggasen in die Zylinder, 50
 - eine Abgasleitung der Abgase aus den Zylindern,
 - eine Rückföhrleitung (20) der Abgase, die in der Abgasleitung beginnt und in die Ansaugleitung mündet, 55
- dadurch gekennzeichnet, dass** er einen Kühlkreislauf (30) nach Anspruch 7 enthält.

Claims

1. Method for controlling a regulating valve (35) that regulates a flowrate of liquid coolant circulating in a cooling circuit (30) of a recirculation line (20) of an internal combustion engine (1), **characterized in that** it comprises steps consisting in:
 - a) acquiring the temperature (To) of the said liquid coolant,
 - b) determining, as a function of the temperature (To) acquired at step a), a control point (C1) for the said regulating valve (35) in a stable position chosen from at least three stable positions, and
 - c) controlling the regulating valve (35) according to the control point (C1) determined in step b),

characterized in that, in step b), the said control point (C1) is determined as a function of the acquired temperature (To) of the liquid coolant and of a liquid coolant target temperature (Tc) which is deduced from the ambient temperature (Ta) measured beforehand.
2. Control method according to Claim 1, in which, with the cooling circuit comprising a heat exchanger positioned on the recirculation line, in step a) the temperature of the liquid coolant is measured inside the said heat exchanger.
3. Control method according to Claim 1, in which, with the cooling circuit (30) comprising a heat exchanger (31) positioned on the recirculation line (20), in step a) the temperature (To) of the liquid coolant is measured some distance away from the said heat exchanger (31).
4. Control method according to Claim 3, in which in step a) the temperature (To) of the liquid coolant is measured downstream of the said heat exchanger (31).
5. Control method according to one of Claims 2 and 4, in which, in step b) a value for the temperature of the liquid coolant upstream of the said heat exchanger is estimated as a function of the measured liquid coolant temperature, of a flowrate of burnt gases in the said recirculation line, and of a temperature of burnt gases in the said recirculation line.
6. Control method according to any one of Claims 1 to 5, in which the instantaneous load (C) on the internal combustion engine (1) and/or the instantaneous speed (R) of the internal combustion engine (1), and/or the flowrate of fuel injected into the cylinders (11) of the internal combustion engine (1) are used to calculate the target temperature (Tc).
7. Cooling circuit (30) for cooling the burnt gases cir-

culating in a recirculation line (20) of an internal combustion engine (1), comprising:

- a heat exchanger (31) positioned on the said recirculation line (20), 5
- two liquid-coolant circulation pipes (33, 34) connected respectively at the inlet and outlet of the said heat exchanger (31), and
- a regulating valve (35) for regulating a flowrate of liquid coolant, which valve is arranged on one of the said circulation pipes (33, 34), **characterized in that** it comprises a control unit (40) for controlling the said regulating valve (35), which is able to implement a control method according to one of Claims 1 to 6. 10 15

8. Internal combustion engine (1) comprising:

- an engine block which internally defines cylinders, 20
- an intake line admitting intake gas into the said cylinders,
- an exhaust line exhausting burnt gases from the said cylinders,
- an exhaust gas recirculation line (20) which starts in the said exhaust line and which opens into the said intake line, **characterized in that** it comprises a cooling circuit (30) according to Claim 7. 25 30

35

40

45

50

55

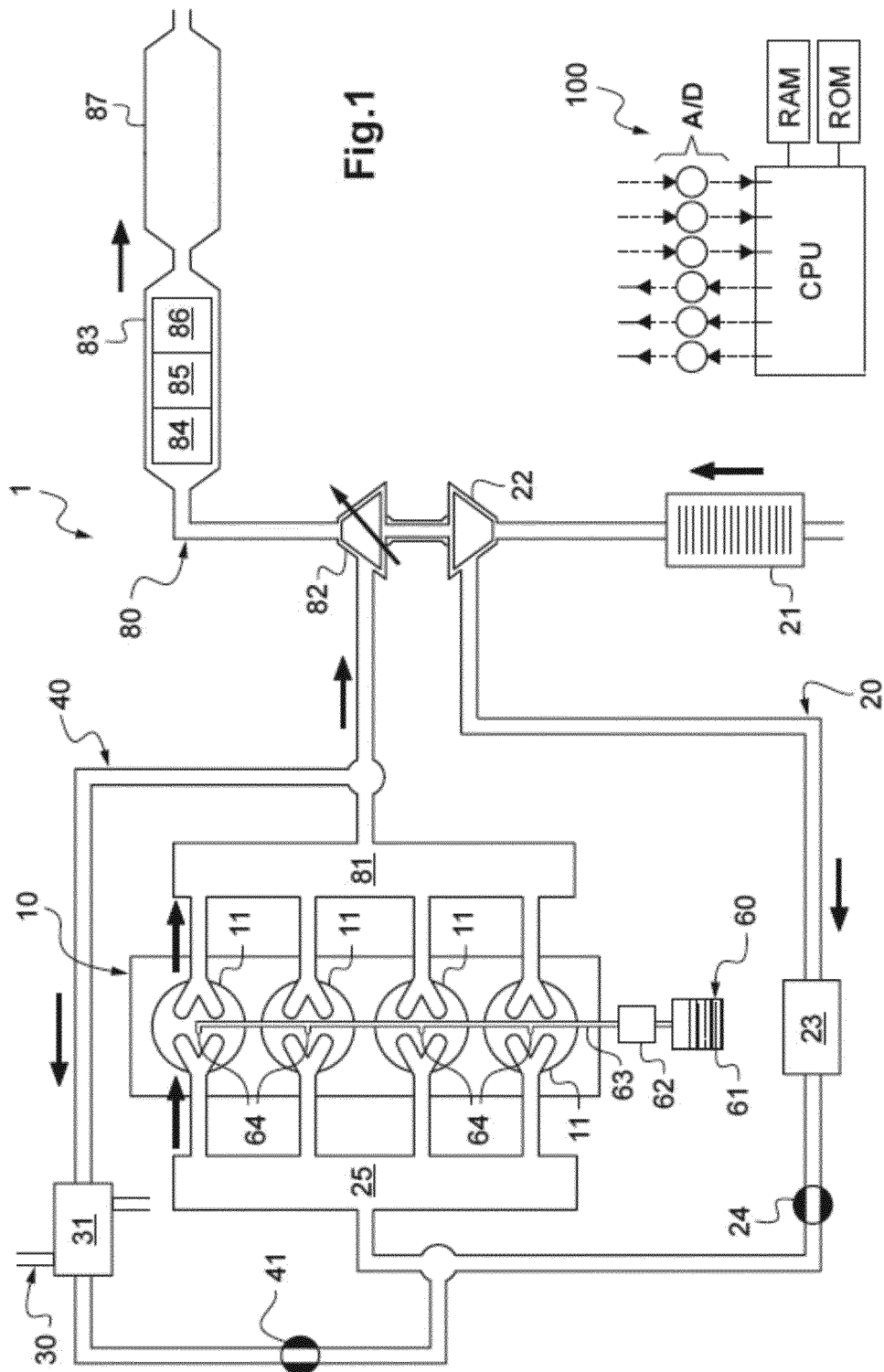


Fig.2

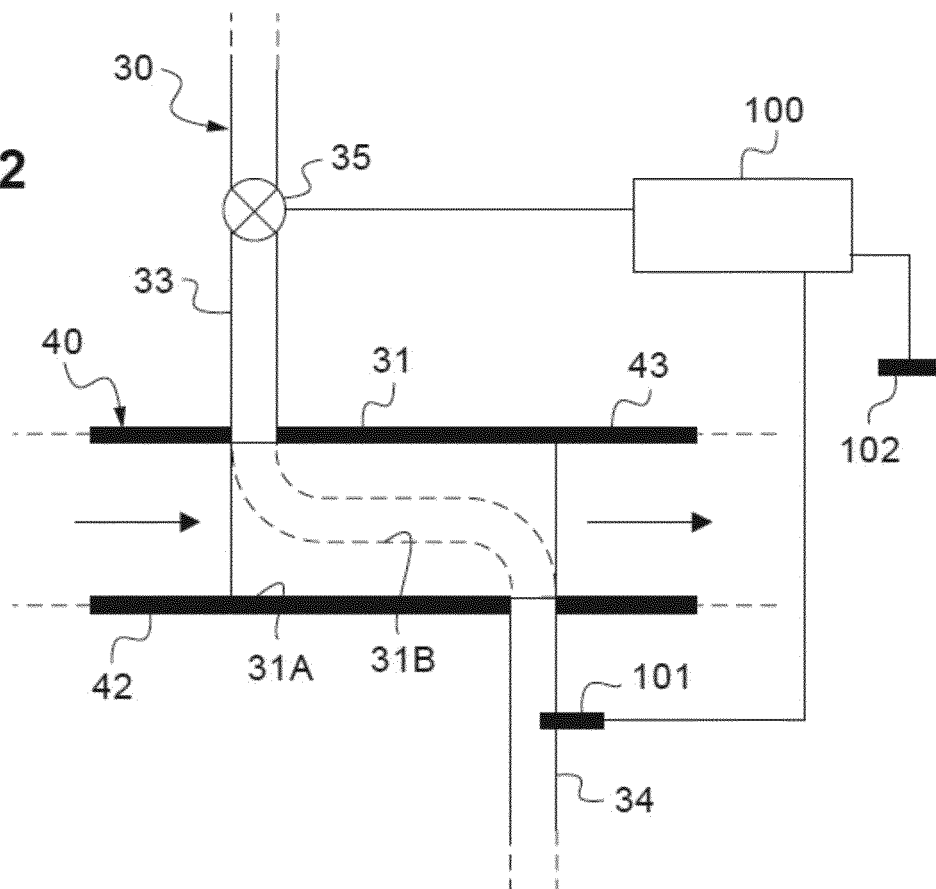
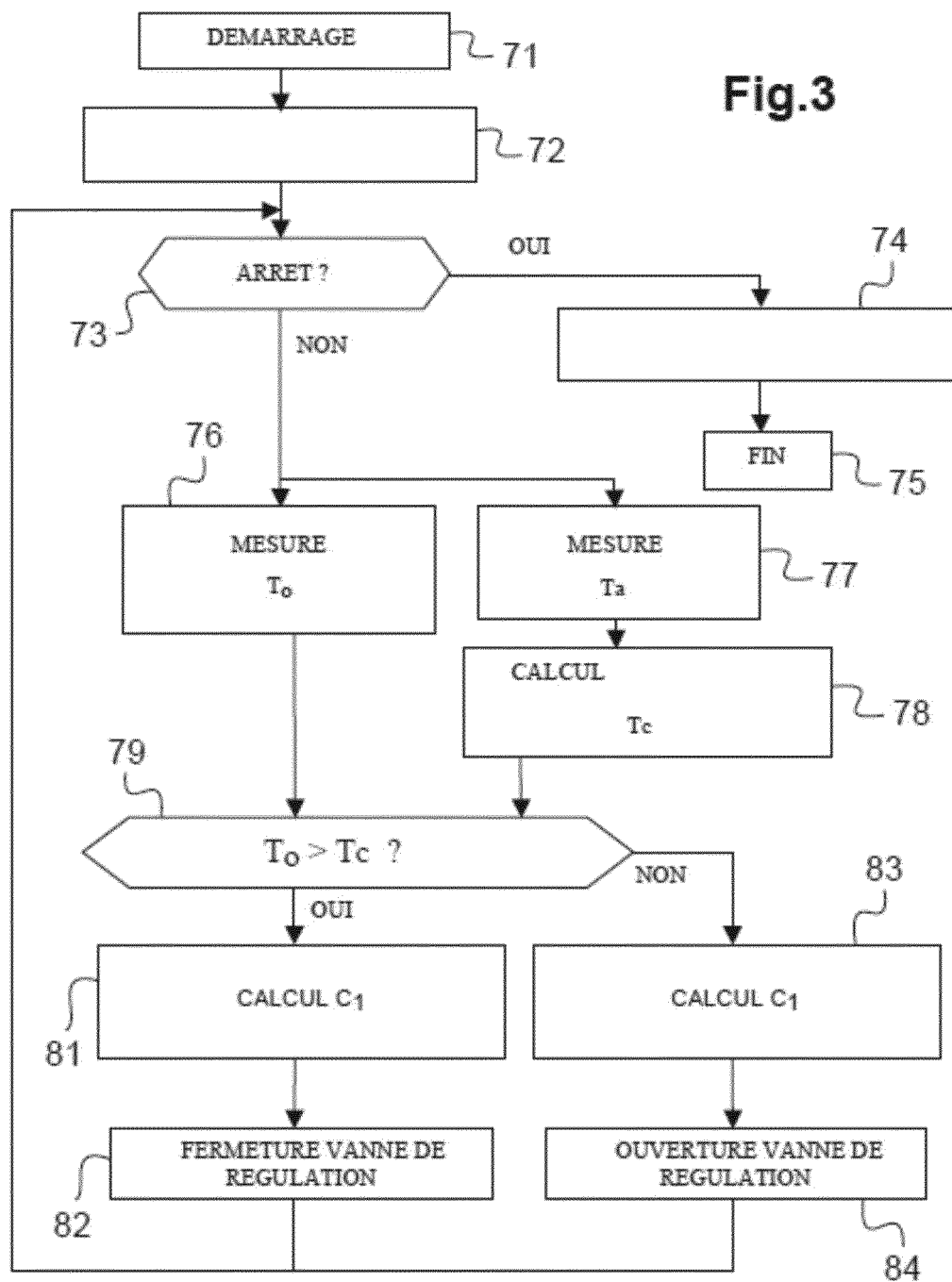


Fig.3



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- DE 102009028932 A1 [0013]