



(11) **EP 4 144 982 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**08.03.2023 Bulletin 2023/10**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**F02M 25/08<sup>(2006.01)</sup> F02M 35/10<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **22193365.8**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**F02M 25/0809; F02M 25/0827; F02M 25/089**

(22) Date de dépôt: **01.09.2022**

(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**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

(71) Demandeur: **Renault s.a.s**  
**92100 Boulogne Billancourt (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **GUEROUT, Romain**  
**95140 Lardy (FR)**  
• **NERRIERE, Aurélien**  
**95140 Lardy (FR)**  
• **PEREIRA, Luc**  
**95140 Lardy (FR)**

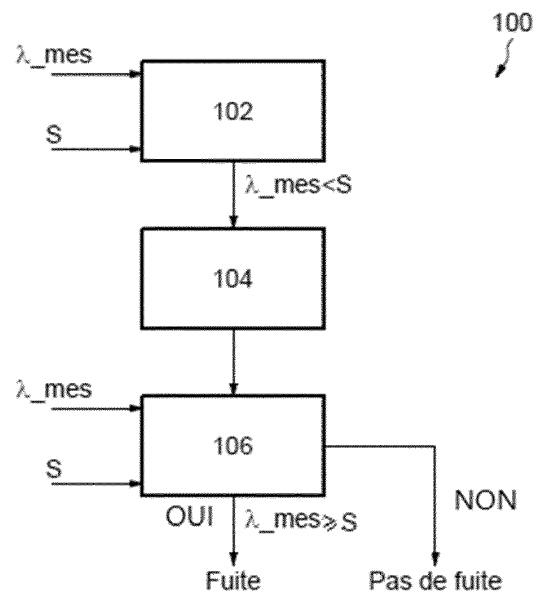
(30) Priorité: **06.09.2021 FR 2109298**

(54) **PROCÉDÉ ET SYSTÈME DE DÉTECTION D'UNE FUITE DE VAPEURS DE CARBURANT DANS UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE**

(57) Procédé (100) de détection d'une fuite de vapeur de carburant dans un circuit de purge d'un moteur à combustion interne comprenant un collecteur d'admission d'air frais comprenant un débitmètre et un système de dépollution comprenant au moins un premier dispositif de dépollution et au moins une première sonde de richesse en amont dudit dispositif, le moteur comprenant en outre un circuit de purge comprenant un réservoir de vapeurs de carburant, une pompe de purge et une vanne de purge reliée en aval du débitmètre.

Selon le procédé, on mesure la valeur de la richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) ; on compare ladite valeur de richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) avec une valeur de seuil (S) ; on ferme la vanne de purge si la richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) est inférieure à la valeur de seuil (S), on compare la richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) avec la valeur de seuil (S) après la fermeture de la vanne; et on détermine une fuite dans le circuit de purge si la richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) est supérieure ou égale à la valeur de seuil (S).

[Fig 2]



## Description

**[0001]** La présente invention concerne le domaine des moteurs à combustion interne, et plus particulièrement la détection d'une fuite de vapeurs de carburant, notamment d'essence.

**[0002]** Les véhicules automobiles équipés d'un moteur à allumage commandé sont dotés d'un réservoir de vapeurs de carburant, connu de l'homme du métier sous sa dénomination anglaise « canister », comprenant un filtre à charbon et configuré pour accumuler les vapeurs de carburant s'échappant du réservoir de carburant lorsque le véhicule est à l'arrêt ou que le véhicule fonctionne dans des conditions sévères.

**[0003]** Généralement, on utilise la dépression dans le collecteur d'admission situé en aval du boîtier papillon du moteur pour aspirer les vapeurs de carburant stockées dans le canister. Afin d'éviter que le canister soit trop chargé en vapeurs de carburant et qu'il y ait des fuites dans l'atmosphère, il est connu d'ouvrir une électrovanne de purge.

**[0004]** Au démarrage du véhicule, le moteur aspire les vapeurs de carburant contenues dans le canister afin de les brûler dans les chambres de combustion du moteur avec le carburant provenant des injecteurs de carburant du moteur. Cette aspiration est généralement réalisée par dépression du collecteur d'admission.

**[0005]** Toutefois, dans les véhicules automobiles comprenant un moteur fonctionnant selon le cycle de Miller et comprenant une recirculation partielle des gaz d'échappement à l'admission, le moteur n'est plus capable de générer une dépression suffisante à l'admission pour aspirer les vapeurs de carburant contenues dans le canister.

**[0006]** Pour remédier à cet inconvénient, il est connu d'intégrer une pompe de purge configurée pour aspirer les vapeurs de carburant contenues dans le canister et les envoyer dans l'admission du moteur.

**[0007]** La pompe à purge est reliée par un tuyau amont au canister, et par un tuyau aval à une électrovanne de purge. L'électrovanne de purge est reliée à l'admission du moteur, en aval du boîtier papillon, par encore un autre tuyau de liaison.

**[0008]** Lorsque le tuyau aval ou le tuyau de liaison entre l'électrovanne de purge et l'admission du moteur fuit ou se désemmance à une de ses extrémités, une partie au moins des vapeurs de carburant aspirées par la pompe pour être renvoyées à l'admission du moteur est susceptible de s'échapper dans le compartiment moteur et de provoquer un incendie.

**[0009]** Il est nécessaire de détecter de telles fuites afin d'éviter toute entrave à la sécurité du véhicule.

**[0010]** On peut se référer à cet égard au document EP 0 682 745 - B1 qui décrit un procédé de diagnostic de l'importance d'une fuite dans un système de purge de cartouche de filtrage dans lequel on pompe de l'air dans une zone entre le réservoir de carburant et la cartouche, on mesure la durée nécessaire pour que la pression mesurée par un capteur dans ladite zone s'élève d'une première pression jusqu'à une deuxième pression et on détermine l'importance de la fuite à partir de ladite durée.

**[0011]** Toutefois, un tel procédé est particulièrement intrusif puisqu'il nécessite la mise sous pression qui n'est pas pratiquée lors du fonctionnement normal du moteur. De plus, un tel procédé ne permet pas de détecter une fuite en aval de la pompe.

**[0012]** On connaît également le document FR 3 027 956 - A1 qui décrit un procédé de diagnostic de fonctionnement d'une vanne de purge d'un filtre à vapeurs de carburant basé sur des mesures de pression dans un collecteur d'admission d'un moteur à différents instants d'une opération forcée d'ouverture de la vanne. Un tel procédé ne permet pas non plus de détecter une fuite en aval de la pompe.

**[0013]** Il est également connu de prévoir un débitmètre sur un circuit d'admission d'air d'un moteur à essence afin de mesurer le seul débit d'air admis et de prévoir la réinjection des vapeurs de carburant en un point situé entre le débitmètre et le collecteur d'admission du moteur. Un tel procédé de détermination d'une fuite en aval de la pompe du canister est généralement réalisé sur le relâchement complet de la pédale d'accélérateur par le conducteur. Lors du lâché de pied, la vanne de purge du circuit canister est ouverte au maximum de sa capacité. Le moteur est alors régulé sur la pression de collecteur d'admission minimale pour se mettre au ralenti. Cette pression de collecteur correspond à un débit gazeux minimum qui entre dans le moteur et est composé de la somme du débit d'air d'admission et du débit de vapeurs de carburant envoyé par le circuit de réaspiration.

**[0014]** Le procédé comprend une étape dans laquelle on fait fonctionner la pompe de purge, ce qui se traduit par un débit de vapeurs qui suit un profil connu passant par une valeur maximale prédéterminée et qui retombe à zéro lorsque la vanne de purge est fermée.

**[0015]** Comme le moteur régule la pression de collecteur d'admission, c'est-à-dire son débit total, et que le débit de vapeurs est introduit entre le débitmètre et le collecteur d'admission, cela induit une chute de la valeur du débit d'air mesuré par le débitmètre. La détection d'une fuite de débit gazeux est basée sur l'observation de la chute du débit d'air mesuré par le débitmètre.

**[0016]** Toutefois, un tel procédé nécessite de forcer la pompe à fonctionner au maximum de sa capacité, ce qui dégrade sa durabilité.

**[0017]** Il existe un besoin d'améliorer la détection des fuites de vapeurs de carburant, notamment entre la pompe et l'admission du moteur.

**[0018]** L'objet de la présente invention est donc de fournir un procédé et un système de détection des fuites de vapeurs

de carburant, notamment entre la pompe et l'admission du moteur, capable de détecter une fuite de manière non intrusive, c'est-à-dire sans perturber le fonctionnement normal du moteur, et sans ajout de composant supplémentaire.

**[0019]** L'invention a pour objet un procédé de détection d'une fuite de vapeur de carburant dans un circuit de purge d'un moteur à combustion interne comprenant un collecteur d'admission d'air frais comprenant un débitmètre configuré pour mesurer le débit d'air frais entrant dans ledit collecteur, un collecteur d'échappement et un système de dépollution comprenant au moins un premier dispositif de dépollution et au moins une première sonde de richesse en amont du premier dispositif de dépollution, le moteur comprenant en outre un circuit de purge comprenant un réservoir de vapeurs de carburant relié à un réservoir à carburant, une pompe de purge reliée en aval du réservoir de vapeurs et une vanne de purge reliée en aval de la pompe et débouchant dans le conduit d'admission d'air en aval du débitmètre.

**[0020]** Selon le procédé,

- on mesure la valeur de la richesse réelle mesurée par la première sonde ;
- on compare ladite valeur de richesse réelle avec une valeur de seuil ;
- si la richesse réelle est inférieure à la valeur de seuil, correspondant à la richesse de consigne diminuée d'une marge prédéterminée, on ferme la vanne de purge ;
- après la fermeture de la vanne de purge, on compare à nouveau la richesse réelle avec la valeur de seuil ; et,
- si la richesse réelle est supérieure ou égale à la valeur de seuil, on détermine une fuite dans le circuit de purge.

**[0021]** Le procédé de détection d'une fuite est ainsi configuré pour établir un diagnostic non intrusif permettant d'avoir une présomption de fuite des tuyaux entre la pompe et l'admission du moteur

**[0022]** Ensuite, on peut procéder au diagnostic intrusif tel que décrit dans les documents précédemment cités lorsque la présomption est acquise, afin de confirmer le diagnostic de manière plus directe.

**[0023]** Cela permet de limiter nettement les occurrences du diagnostic intrusif, les cas où le diagnostic non intrusif conclue à l'absence de défaillance des tuyaux du circuit de purge ne nécessitant pas d'être revérifiés.

**[0024]** Par exemple, lorsqu'une fuite dans le circuit de purge est détectée, on émet une alerte sur le tableau de bord du véhicule.

**[0025]** Selon un deuxième aspect, l'invention concerne un système de détection d'une fuite de vapeur de carburant dans un circuit de purge d'un moteur à combustion interne comprenant un collecteur d'admission d'air frais comprenant un débitmètre configuré pour mesurer le débit d'air frais entrant dans ledit collecteur, un collecteur d'échappement et un système de dépollution comprenant au moins un premier dispositif de dépollution et au moins une première sonde de richesse en amont du premier dispositif de dépollution, le moteur comprenant en outre un circuit de purge comprenant un réservoir de vapeurs de carburant relié à un réservoir à carburant, une pompe de purge reliée en aval du réservoir de vapeurs et une vanne de purge reliée en aval de la pompe et débouchant dans le conduit d'admission d'air en aval du débitmètre.

**[0026]** Le système de détection comprend un module de comparaison de la valeur de richesse réelle avec une valeur de seuil et un module de commande de la fermeture de la vanne de purge lorsque la richesse réelle est inférieure à la valeur de seuil, si, après fermeture de la vanne de purge, la richesse réelle est supérieure ou égale à la valeur de seuil, le système de détection est configuré pour conclure qu'il y a une fuite sur le système de purge.

**[0027]** Par exemple, lorsqu'une fuite dans le circuit de purge est détectée, le système de détection est configuré pour émettre une alerte sur le tableau de bord du véhicule.

**[0028]** L'invention concerne en outre un groupe motopropulseur comprenant un collecteur d'admission d'air frais comprenant un débitmètre configuré pour mesurer le débit d'air frais entrant dans ledit collecteur, un collecteur d'échappement et un système de dépollution comprenant au moins un premier dispositif de dépollution et au moins une première sonde de richesse en amont du premier dispositif de dépollution, le moteur comprenant en outre un circuit de purge comprenant un réservoir de vapeurs de carburant relié à un réservoir à carburant, une pompe de purge reliée en aval du réservoir de vapeurs et une vanne de purge reliée en aval de la pompe et débouchant dans le conduit d'admission d'air en aval du débitmètre, et un système de détection de fuite tel que décrit précédemment.

**[0029]** Selon un autre aspect, l'invention concerne un véhicule automobile comprenant un groupe motopropulseur tel que décrit précédemment.

**[0030]** D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

[Fig 1] représente, de manière très schématique, un exemple de structure d'un moteur à combustion interne d'un véhicule automobile équipé d'un circuit de purge et un système de détection d'une fuite sur le circuit de purge selon l'invention ; et

[Fig 2] représente le synoptique d'un procédé de détection d'une fuite sur le circuit de purge selon l'invention mise en œuvre par le système de la figure 1.

**[0031]** Sur la figure 1, on a représenté, de manière schématique, la structure générale d'un moteur à combustion interne 10, notamment de type à allumage commandé fonctionnant à l'essence, d'un véhicule automobile.

**[0032]** Ces architectures sont données à titre d'exemple et ne limitent pas l'invention à la seule configuration à laquelle peut s'appliquer la détection d'une fuite de vapeurs de carburant selon l'invention.

**[0033]** Dans l'exemple illustré, le moteur à combustion interne 10 comprend, de manière non limitative, trois cylindres 12 en ligne, un collecteur d'admission d'air frais 14, un collecteur d'échappement 16 et un système de turbo-compression 18.

**[0034]** Les cylindres 12 sont alimentés en air par l'intermédiaire du collecteur d'admission 14, ou répartiteur d'admission, lui-même alimenté par une conduite 20 pourvue d'un filtre à air 22 et du compresseur 18b du turbocompresseur 18 du moteur 10.

**[0035]** De manière connue, le turbocompresseur 18 comporte essentiellement une turbine 18a entraînée par les gaz d'échappement et un compresseur 18b monté sur le même axe ou arbre que la turbine 18a et assurant une compression de l'air distribué par le filtre à air 22, dans le but d'augmenter la quantité (débit massique) d'air admise dans les cylindres 12 du moteur 10. La turbine 18a peut être du type « à géométrie variable », c'est-à-dire que la roue de la turbine est équipée d'ailettes à inclinaison variable afin de moduler la quantité d'énergie prélevée sur les gaz d'échappement, et ainsi la pression de suralimentation.

**[0036]** Un échangeur thermique 24 est placé après la sortie du compresseur 18b équipant la conduite d'alimentation 14a du collecteur d'admission 14 en air frais.

**[0037]** Le moteur à combustion interne 10 comprend ainsi un circuit d'admission Ca et un circuit d'échappement Ce.

**[0038]** Le circuit d'admission Ca comprend, d'amont en aval dans le sens de circulation de l'air :

- le filtre à air 22 ou boîte à air ;
- un débitmètre 26 disposé dans la conduite d'admission 20 en aval du filtre à air 22 ; le débitmètre 26 étant configuré pour mesurer la valeur réelle du débit d'air entrant dans le moteur 10 ;
- une vanne d'admission d'air 28 ;
- le compresseur 18b du turbocompresseur 18 configuré pour comprimer les gaz d'échappement recyclés à basse pression, tel que cela sera décrit ultérieurement ;
- un boîtier papillon 30 ou une vanne d'admission des gaz dans le moteur ;
- un échangeur thermique 32 configuré pour refroidir les gaz d'admission correspondant à un mélange d'air frais et de gaz recirculés après leur compression dans le compresseur 18b ; et
- le collecteur d'admission 14.

**[0039]** Le circuit d'échappement Ce comprend, d'amont en aval dans le sens de circulation des gaz brûlés :

- le collecteur d'échappement 16 ;
- la turbine 18a du turbocompresseur 18 configurée pour prélever de l'énergie sur les gaz d'échappement qui la traversent, ladite énergie de détente étant transmise au compresseur 18b par l'intermédiaire de l'arbre commun, pour la compression des gaz d'admission ; et
- un système 40 de dépollution des gaz de combustion du moteur.

**[0040]** En ce qui concerne le collecteur d'échappement 16, celui-ci récupère les gaz d'échappement issus de la combustion et évacue ces derniers vers l'extérieur, par l'intermédiaire d'un conduit d'échappement des gaz 34 débouchant sur la turbine 18a du turbocompresseur 18 et par une ligne d'échappement 36 montée en aval de ladite turbine 18a.

**[0041]** De manière non limitative, le moteur 10 comprend un circuit de recirculation partielle 38 des gaz d'échappement à l'admission, dit circuit « EGR » (« exhaust gas recirculation » en termes anglo-saxons).

**[0042]** Ce circuit 38, ici un circuit de recirculation des gaz d'échappement à basse pression, dit « EGR BP », prend naissance en un point de la ligne d'échappement 36, en aval de ladite turbine 18a, et notamment en aval du système 40 de dépollution des gaz et renvoie les gaz d'échappement en un point de la conduite 20 d'alimentation en air frais, en amont du compresseur 18b du turbocompresseur 18, notamment en aval du débitmètre 26. Le débitmètre 26 ne mesure que le débit d'air frais seul.

**[0043]** Tel qu'illustré, ce circuit 38 de recirculation comprend, dans le sens de circulation des gaz recyclés, un refroidisseur 38a, un filtre 38b, et une vanne « V EGR BP » 38c configurée pour réguler le débit des gaz d'échappement à basse pression. La vanne « V EGR BP » 38c est disposée en aval du refroidisseur 38a et en amont du compresseur 18b.

**[0044]** A titre d'exemple nullement limitatif, le système 40 de dépollution des gaz de combustion du moteur comprend un premier dispositif 42 comprenant deux catalyseurs 42a, 42b trois voies en séries chauffés électriquement, avec au moins une première sonde à oxygène 43a, de type proportionnelle, montée en amont du premier dispositif de dépollution 42, c'est-à-dire en amont desdits catalyseurs 42a, 42b.

**[0045]** De manière connue en soi, la première sonde à oxygène amont 43a sert généralement à réguler en boucle

fermée la valeur de la richesse du mélange air-carburant dans le moteur autour d'une valeur de consigne, par exemple la valeur 1 correspondant à un mélange air-carburant dans les proportions stœchiométriques.

[0046] En outre, une deuxième sonde à oxygène 43b, par exemple de type binaire ou proportionnelle, est le plus fréquemment montée en aval du premier dispositif de dépollution de manière à pouvoir corriger ladite valeur de consigne de la boucle de régulation de richesse précitée, notamment dans le but d'ajuster la quantité d'oxygène stockée à l'intérieur du premier dispositif de dépollution 42. Cependant la présence de cette deuxième sonde aval n'est pas indispensable à la réalisation de l'invention.

[0047] Le système 40 de dépollution des gaz comprend en outre un deuxième dispositif 44 qui est ici un filtre à particules fines, et un troisième dispositif 46 qui est ici un catalyseur trois voies. Il peut encore comprendre une troisième sonde à oxygène 43c, par exemple de type binaire, montée en aval du deuxième dispositif 44, par exemple à des fins de diagnostic.

[0048] Le moteur est associé à un circuit de carburant comprenant, par exemple, des injecteurs de carburant (non référencés) injectant de l'essence directement dans chaque cylindre à partir d'un réservoir 50 à carburant.

[0049] Le moteur comprend également un circuit de purge 60 des vapeurs de carburant comprenant un canister 62 ou réservoir de vapeurs de carburant 62 recevant des vapeurs de carburant du réservoir 50 à carburant par un premier tuyau 60a, une pompe active 64 reliée par un deuxième tuyau 60b en aval du canister 62 et une électrovanne de purge 66 reliée par un troisième tuyau 60c en aval de la pompe 64. L'électrovanne de purge 66 est reliée à l'admission du moteur, en aval du débitmètre 26 par un quatrième tuyau 60d.

[0050] Le moteur comprend une unité électronique de commande 70 configurée pour commander les différents éléments du moteur à combustion interne à partir de données recueillies par des capteurs à différents endroits du moteur.

[0051] Dans le moteur à allumage commandé, le point de fonctionnement régime-charge du moteur est réglé par le calculateur 70 du moteur en ajustant notamment une quantité d'air, une quantité des gaz de recirculation EGR BP, et une quantité de carburant. Par « quantité », on entend ici un débit massique.

[0052] Le débit d'air et le débit des gaz de recirculation EGR BP peuvent être réglés sur des valeurs de consigne par le calculateur 70 du moteur en ajustant d'une part la position du boîtier-papillon 30 et la pression de suralimentation du turbocompresseur 18, qui commande le débit gazeux total dans le moteur, et d'autre part celle de la vanne « V EGR BP » 38c du circuit de recirculation 38.

[0053] Le débit de carburant est quant à lui réglé par le calculateur 70 du moteur de manière à régler la richesse du mélange air-carburant admis dans les cylindres du moteur sur une valeur de consigne  $\lambda_{\text{cons}}$ , par exemple une valeur de richesse égale à 1 correspondant aux proportions stœchiométriques du mélange air-carburant. On se sert notamment d'un régulateur (non représenté de type PID) et de la valeur de la richesse réelle  $\lambda_{\text{mes}}$  déduite de la mesure de la première sonde de richesse 43a pour régler ladite valeur de richesse en boucle fermée sur la valeur de consigne. Dans des modes de régulation perfectionnés, il est connu de modifier ladite valeur de consigne  $\lambda_{\text{cons}}$  en fonction des indications de la deuxième sonde de richesse aval 43b, notamment pour permettre d'ajuster la masse d'oxygène stockée OS dans le premier dispositif de dépollution 42.

[0054] Le débit de carburant provient de deux sources possibles : d'une part d'un débit injecté par les injecteurs  $Q_{\text{carb\_inj}}$ , qui est réglé par le calculateur 70 du moteur via l'ajustement d'une durée d'ouverture des injecteurs, et d'autre part, en cas de purge des vapeurs de carburant, du débit de carburant provenant du circuit de purge 60 lorsque la pompe active 64 est mise en route et que l'électrovanne de purge 66 est ouverte.

[0055] Le calculateur 70 moteur comprend un module 72 de calcul de la quantité (débit massique) de carburant  $Q_{\text{carb\_inj}}$  à injecter par les injecteurs.

[0056] Ledit module de calcul 72 est configuré pour décomposer la quantité de carburant  $Q_{\text{carb\_inj}}$  à injecter par les injecteurs en trois termes suivants :

- A, une première quantité de carburant correspondant à un prépositionnement basé sur la quantité d'air admise  $Q_{\text{air}}$  et estimée par le calculateur 70, par exemple mesurée par le débitmètre 26 en négligeant de manière simplifiée le débit d'air provenant des vapeurs issues du circuit de purge. Cette quantité d'air  $Q_{\text{air}}$  correspond au point de fonctionnement régime-charge du moteur, c'est-à-dire au régime de rotation N et au couple T du moteur. Par exemple, dans le cas où la valeur de la consigne de richesse  $\lambda_{\text{cons}}$  est égale à 1, on compte 1 gramme d'essence pour 14,7 grammes d'air, correspondant ainsi aux proportions stœchiométriques. L'objectif de ce pré positionnement, qui correspond à un réglage en boucle ouverte de la richesse, est d'accélérer la régulation par la boucle fermée de la valeur de la richesse sur sa valeur de consigne, et de faire en sorte que la valeur réelle de la richesse  $\lambda_{\text{mes}}$  issue de la mesure de la première sonde de richesse 43a ne s'écarte que très peu de sa valeur de consigne  $\lambda_{\text{cons}}$ , de manière que les catalyseurs trois voies 42a, 42b du premier dispositif de dépollution fonctionnent dans leur fenêtre catalytique.
- B, une deuxième quantité correspondant à la quantité de carburant arrivant dans le circuit d'admission à partir de la purge du canister 62. On calcule ici ce débit de carburant comme égal au débit présent à la sortie de la pompe 64, et qui par conséquent, en l'absence de fuite dans les tuyaux montés en aval de ladite pompe, est ensuite introduit

dans sa totalité à l'admission du moteur, par exemple, le débit B peut être déterminé en multipliant la valeur du débit gazeux total de purge (air + carburant) à la sortie de la pompe par la concentration d'hydrocarbures présents dans ledit débit gazeux. Par exemple, la concentration d'hydrocarbures peut être mesurée à l'aide d'un capteur d'hydrocarbures (non représenté) monté directement à la sortie de la pompe de purge 64. Par exemple, on peut déterminer le débit gazeux total de purge à partir de la différence de pression aux bornes du système de purge 60 et de l'angle d'ouverture de la vanne de purge 66, et en utilisant un modèle de Barré Saint-Venant ; et

- C, une troisième quantité de carburant, qui est un terme correctif basé sur l'écart de richesse à la consigne obtenu à partir au moins de la première sonde de richesse amont 43a ou le cas échéant des deux sondes amont et aval 43a, 43b aux bornes du premier dispositif 42 de dépollution. Par exemple, on utilise la valeur mesurée  $\lambda_{mes}$  de la richesse par la première sonde proportionnelle 43a pour déterminer la richesse réelle du mélange air-carburant et on détermine un écart  $\Delta\lambda$  entre ladite valeur mesurée  $\lambda_{mes}$  et la consigne  $\lambda_{cons}$ . Cet écart  $\Delta\lambda$  est introduit dans le régulateur dont la sortie est la valeur du terme correctif de débit C à injecter par les injecteurs exclusivement.

**[0057]** La quantité de carburant à injecter par les injecteurs est calculée selon l'équation suivante :

$$Q_{carb\_inj} = A(N, T) - B(Canister) + C(\lambda_{mes} - \lambda_{cons})$$

**[0058]** En d'autres termes, la quantité de carburant à injecter par les injecteurs est calculée comme la somme d'une part, d'une quantité calculée en boucle ouverte correspondant à la différence entre la quantité de carburant totale A à introduire pour produire le couple T diminuée de la quantité de carburant B présente à la sortie de la pompe 64 et qui est normalement censée être envoyée en totalité à l'admission, et, d'autre part, d'un terme correctif C de réglage en boucle fermée.

**[0059]** Comme évoqué précédemment, la quantité calculée en boucle ouverte est normalement assez précise pour que le terme correctif C ne serve qu'à compenser des variabilités faibles du moteur (tolérances de fabrication, etc.), de sorte que la valeur de la richesse réelle  $\lambda_{mes}$  mesurée par la première sonde de richesse 43a ne s'éloigne que très peu d'une valeur attendue qui est la valeur de consigne.

**[0060]** De manière non limitative, on peut notamment considérer que si la valeur de la richesse mesurée est inférieure d'au moins dix pour cent à la valeur attendue, il y a une défaillance dans le système d'alimentation de carburant pris dans son ensemble. Par exemple, il peut s'agir à priori aussi bien d'un problème d'injecteur bouché, qui empêche d'injecter la quantité requise de carburant malgré l'augmentation de la durée d'ouverture des injecteurs, que d'un problème de fuite dans les tuyaux de circuit de purge montés en aval de la pompe 64, une partie du débit de carburant sortant de la pompe 64, qui sert à calculer la deuxième quantité B, ne parvenant en réalité pas à l'admission du moteur.

**[0061]** L'invention parvient à diagnostiquer plus spécifiquement la présence d'une fuite ou d'un désemmanchement des tuyaux montés en aval de la pompe 64.

**[0062]** Pour ce faire, le calculateur 70 moteur comprend en outre un module 74 de détection d'une fuite de vapeurs de carburant entre la pompe 64 de purge et l'admission.

**[0063]** Le module 74 de détection d'une fuite de vapeurs de carburant comprend un module de comparaison de la richesse réelle  $\lambda_{mes}$  obtenue via la première sonde de richesse proportionnelle 43a en amont du premier dispositif 42 de dépollution avec une valeur de seuil S. La valeur de seuil correspond à la richesse attendue (richesse de consigne) diminuée d'une marge prédéterminée.

**[0064]** Par exemple, la marge est égale à dix pour cent de la valeur de consigne. Notamment dans le cas d'un réglage sur une valeur de consigne égale à 1 sur un point de fonctionnement donné du moteur, le seuil S est par exemple égal à 0,9.

**[0065]** Si la richesse réelle  $\lambda_{mes}$  subit une importante dérive par rapport à la richesse attendue, en d'autres termes si elle est inférieure à la valeur de seuil S, on peut estimer qu'il y a une défaillance sur le système d'injection de carburant comprenant les injecteurs, ou sur la quantité de carburant qui provient du système de purge 60.

**[0066]** Le module 74 de détection d'une fuite de vapeurs de carburant comprend un module de détermination d'une consigne de fermeture de la vanne de purge 66 lorsque la richesse réelle  $\lambda_{mes}$  est inférieure à la valeur de seuil S correspondant à cet écart important par rapport à la richesse attendue.

**[0067]** Après la fermeture de la vanne de purge 66, la richesse réelle  $\lambda_{mes}$  mesurée par la première sonde proportionnelle 43a est à nouveau comparée avec la valeur de seuil S.

**[0068]** Si, après mise à zéro de la consigne de purge, c'est-à-dire en fermant la vanne de purge 66, et la richesse réelle  $\lambda_{mes}$  redevient voisine de la valeur attendue, c'est-à-dire qu'elle redevient supérieure ou égale à la valeur de seuil S, on peut conclure qu'il y a une fuite sur les tuyaux aval système de purge 60.

**[0069]** En effet, une fuite sur au moins un desdits tuyaux a pour conséquence qu'au moins une partie du débit de carburant sortant de la pompe 64 ne parvient pas à l'admission du moteur. Par conséquent, en assimilant la deuxième quantité de carburant B au débit issu de la pompe, on surestime cette deuxième quantité B de carburant supposée admise dans le moteur, et on sous-estime donc la quantité de carburant A-B à injecter en boucle ouverte par les injecteurs,

si bien que, avant que la boucle fermée ne puisse faire converger la richesse sur sa valeur de consigne, on observe des valeurs mesurées nettement inférieures à la consigne.

[0070] Puis, la fermeture de l'électrovanne ayant lieu, la consigne de purge est mise à zéro, c'est-à-dire que la valeur de la deuxième quantité B de carburant devient égale à zéro.

[0071] La quantité de carburant délivrée par les injecteurs est alors instantanément calculée comme la somme d'un prépositionnement correspondant à la seule première quantité de carburant A et du terme correctif de boucle fermée C.

[0072] Si la richesse revient à une valeur attendue (i.e. redevient supérieure ou égale à la valeur de seuil S), c'est-à-dire qu'elle se rapproche de la valeur de consigne, alors on peut avoir la présomption qu'il y a un problème de défaillance du circuit de purge, car on avait précédemment mis en évidence un défaut de contrôle de richesse sur une phase de purge dû à des vapeurs de carburant qui n'arrivent pas à l'admission du moteur.

[0073] Dans le cas contraire, c'est-à-dire si la richesse s'écarte toujours de la valeur attendue (i.e. reste inférieure à la valeur de seuil S), alors on peut conclure à un problème de défaillance du circuit d'injection de carburant par les injecteurs. Par exemple, il peut s'agir d'une perte de pression de la pompe à carburant ou d'une obturation d'un injecteur telle que le débit de carburant de consigne ne peut pas être obtenu, même en augmentant le temps d'injection dans les limites possibles.

[0074] Une fuite de vapeurs de carburant est ainsi détectée de manière différentielle par le module 74 de détection sur le système de purge 60 de manière non intrusive.

[0075] Le procédé 100 de détection d'une fuite de vapeurs de carburant entre la pompe 64 de purge et l'admission comprend une étape 102 de comparaison de la richesse réelle  $\lambda_{mes}$  issue de la première sonde proportionnelle 43a en amont du premier dispositif 42 de dépollution avec une valeur de seuil S.

[0076] Si la richesse réelle  $\lambda_{mes}$  subit une importante dérive par rapport à la richesse attendue S, on peut estimer qu'il y a une défaillance sur le système d'injection de carburant ou sur la quantité de carburant qui provient du système de purge 60.

[0077] Lorsque la richesse réelle  $\lambda_{mes}$  est inférieure à la valeur de seuil S correspondant à la richesse attendue, on ferme, à l'étape 104, la vanne de purge 66 et après la fermeture de la vanne on compare à nouveau, à l'étape 106, la richesse réelle  $\lambda_{mes}$  mesurée par la première sonde proportionnelle 43a avec la valeur de seuil S.

[0078] Si, après mise à zéro de la consigne de purge, c'est-à-dire en fermant la vanne de purge 66, et la richesse réelle  $\lambda_{mes}$  redevient supérieure ou égale à la valeur de seuil S, on peut conclure qu'il y a une fuite FUIITE sur le système de purge 60. Une alerte peut être affichée sur le tableau de bord du véhicule.

[0079] Si, après mise à zéro de la consigne de purge, c'est-à-dire en fermant la vanne de purge 66, et la richesse réelle  $\lambda_{mes}$  est toujours inférieure à la valeur de seuil S, il n'y a pas de fuite sur le système de purge 60.

[0080] La fuite peut provenir d'un autre endroit du système d'injection de carburant qu'il faut alors analyser en détail pour déterminer s'il s'agit d'un problème de pompe à injection, d'injecteur, de tuyauterie, etc.

[0081] Grâce à l'invention, on peut détecter une fuite de vapeurs de carburant sur le système de purge 60 de manière non intrusive.

## Revendications

1. Procédé (100) de détection d'une fuite de vapeur de carburant dans des tuyaux d'un circuit de purge (60) d'un moteur à combustion interne comprenant un circuit d'admission (Ca) comprenant un collecteur d'admission d'air frais (14), un débitmètre (26) disposé dans un conduit d'admission (20) en aval d'un filtre à air (22) et configuré pour mesurer le débit d'air frais entrant dans ledit collecteur (14), et un compresseur (18b) d'un turbocompresseur (18), le moteur comprenant en outre un circuit d'échappement (Ce) comprenant un collecteur d'échappement (16), une turbine (18a) du turbocompresseur (18) reliée au collecteur d'échappement (16) par un conduit d'échappement des gaz (34), un système de dépollution (40) disposé dans une ligne d'échappement (36) montée en aval de la turbine (18a) du turbocompresseur et comprenant au moins un premier dispositif de dépollution (42) et au moins une première sonde (43a) de richesse en amont du premier dispositif de dépollution (42), le moteur comprenant en outre un circuit de purge (60) comprenant un réservoir de vapeurs de carburant (62) relié à un réservoir à carburant par un premier tuyau (60a), une pompe de purge (64) reliée en aval du réservoir de vapeurs (62) par un deuxième tuyau (60b) et une vanne de purge (66) reliée en aval de la pompe (64) par un troisième tuyau (60c) et relié au conduit d'admission d'air (20) par un quatrième tuyau (60d) débouchant en aval du débitmètre (26), **caractérisé en ce que :**

- on mesure la valeur de la richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) mesurée par la première sonde (43a) située dans la ligne d'échappement (36) montée en aval de la turbine (18a) du turbocompresseur ;
- on compare ladite valeur de richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) avec une valeur de seuil (S) ;
- si la richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) est inférieure à la valeur de seuil (S), on ferme la vanne de purge (66) ;
- après la fermeture de la vanne de purge (66), on compare à nouveau la richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) avec la valeur

de seuil (S) ;

- si la richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) est supérieure ou égale à la valeur de seuil (S), on détermine une fuite des tuyaux (60a, 60b, 60c, 60d) dans le circuit de purge (60).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, lorsqu'une fuite dans le circuit de purge est détectée, on émet une alerte sur le tableau de bord du véhicule.

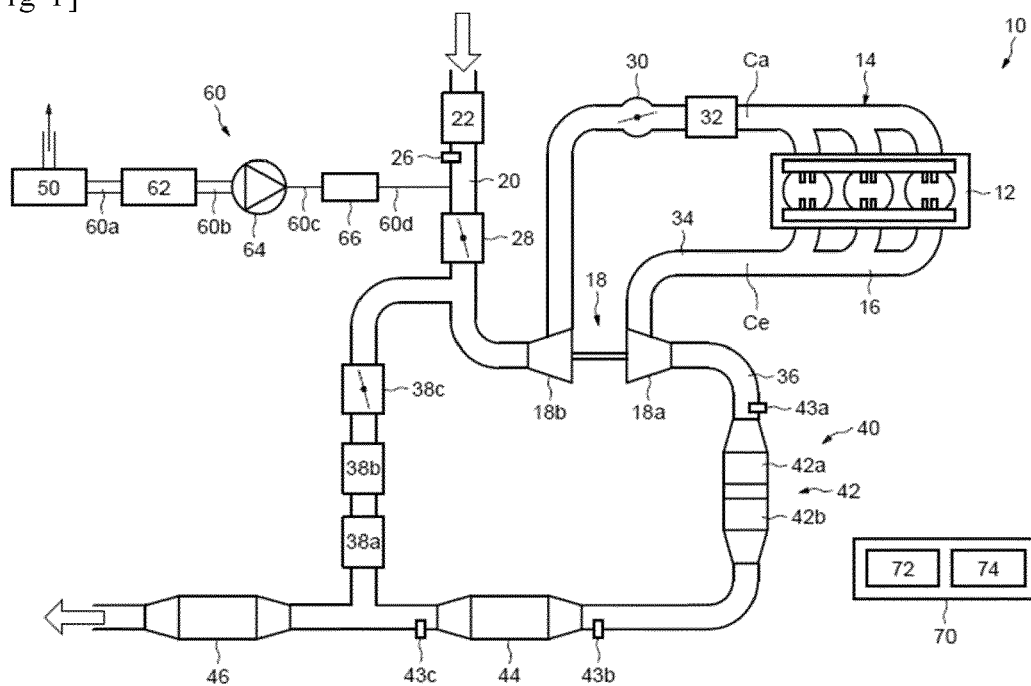
3. Système (74) de détection d'une fuite de vapeur de carburant dans des tuyaux d'un circuit de purge (60) d'un moteur à combustion interne comprenant circuit d'admission (Ca) comprenant un collecteur d'admission d'air frais (14) comprenant un débitmètre (26) disposé dans un conduit d'admission (20) en aval d'un filtre à air (22) et configuré pour mesurer le débit d'air frais entrant dans ledit collecteur (14), et un compresseur (18b) d'un turbocompresseur (18), le moteur comprenant en outre un circuit d'échappement (Ce) comprenant un collecteur d'échappement (16), une turbine (18a) du turbocompresseur (18) reliée au collecteur d'échappement (16) par un conduit d'échappement des gaz (34), et un système de dépollution (40) disposé dans une ligne d'échappement (36) montée en aval de la turbine (18a) du turbocompresseur et comprenant au moins un premier dispositif de dépollution (42) et au moins une première sonde (43a) de richesse en amont du premier dispositif de dépollution (42), le moteur comprenant en outre un circuit de purge (60) comprenant un réservoir de vapeurs de carburant (62) relié à un réservoir à carburant par un premier tuyau (60a), une pompe de purge (64) reliée en aval du réservoir de vapeurs (62) par un deuxième tuyau (60b) et une vanne de purge (66) reliée en aval de la pompe (64) par un troisième tuyau (60c) et relié au conduit d'admission d'air (20) par un quatrième tuyau (60d) débouchant en aval du débitmètre (26), **caractérisé en ce qu'il** comprend un module de comparaison de la valeur de richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) mesurée par la première sonde (43a) située dans la ligne d'échappement (36) montée en aval de la turbine (18a) du turbocompresseur avec une valeur de seuil (S) et un module de commande de la fermeture de la vanne de purge (66) lorsque la richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) est inférieure à la valeur de seuil (S), si, après fermeture de la vanne de purge (66), la richesse réelle ( $\lambda_{mes}$ ) mesurée par ladite première sonde (43a) est supérieure ou égale à la valeur de seuil (S), le système (74) de détection est configuré pour conclure qu'il y a une fuite des tuyaux (60a, 60b, 60c, 60d) du système de purge (60).

4. Système selon la revendication 3, dans lequel, lorsqu'une fuite dans le circuit de purge est détectée, le système (74) de détection est configuré pour émettre une alerte sur le tableau de bord du véhicule.

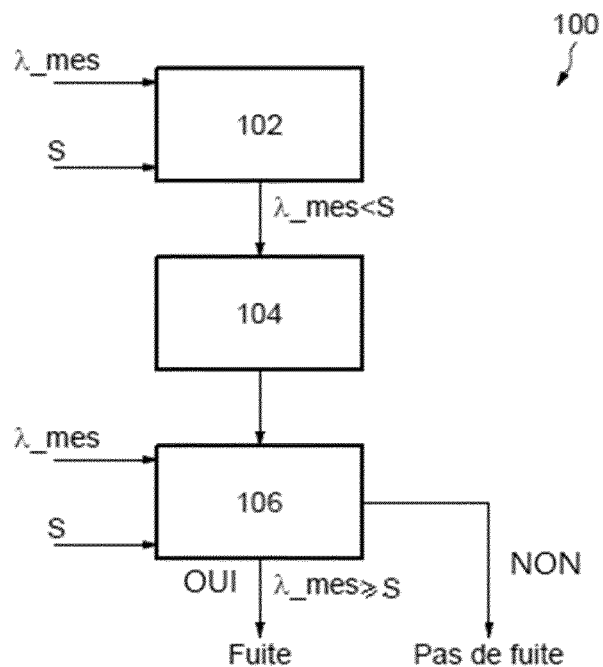
5. Groupe motopropulseur (1) comprenant un circuit d'admission (Ca) comprenant collecteur d'admission d'air frais (14) comprenant un débitmètre (26) disposé dans un conduit d'admission (20) en aval d'un filtre à air (22) et configuré pour mesurer le débit d'air frais entrant dans ledit collecteur (14), et un compresseur (18b) d'un turbocompresseur (18), le moteur comprenant en outre un circuit d'échappement (Ce) comprenant un collecteur d'échappement (16), une turbine (18a) du turbocompresseur (18) reliée au collecteur d'échappement (16) par un conduit d'échappement des gaz (34), et un système de dépollution (40) disposé dans une ligne d'échappement (36) montée en aval de la turbine (18a) du turbocompresseur et comprenant au moins un premier dispositif de dépollution (42) et au moins une première sonde (43a) de richesse en amont du premier dispositif de dépollution (42), le moteur comprenant en outre un circuit de purge (60) comprenant un réservoir de vapeurs de carburant (62) relié à un réservoir à carburant par un premier tuyau (60a), une pompe de purge (64) reliée en aval du réservoir de vapeurs (62) par un deuxième tuyau (60b) et une vanne de purge (66) reliée en aval de la pompe (64) par un troisième tuyau (60c) et reliée au conduit d'admission d'air (20) en aval du débitmètre (26) par un quatrième tuyau (60d) débouchant, et un système (74) de détection de fuite selon la revendication 3 ou 4.

6. Véhicule automobile comprenant un groupe motopropulseur (1) selon la revendication 5.

[Fig 1]



[Fig 2]





## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 19 3365

## DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                            | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                  | Revendication concernée                                                                                                                                                                                                                                                  | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>X</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>US 2017/314512 A1 (DUDAR AED M [US])</b><br><b>2 novembre 2017 (2017-11-02)</b><br><b>* alinéa [0047]; figures *</b><br>----- | <b>1-6</b>                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>INV.</b><br><b>F02M25/08</b><br><br><b>ADD.</b><br><b>F02M35/10</b> |
| <b>A</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>EP 2 201 235 B1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE])</b><br><b>3 avril 2013 (2013-04-03)</b><br><b>* abrégé; figures *</b><br>-----       | <b>1-6</b>                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)</b>                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>F02M</b>                                                            |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                        |
| Lieu de la recherche<br><b>Munich</b>                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                  | Date d'achèvement de la recherche<br><b>26 janvier 2023</b>                                                                                                                                                                                                              | Examineur<br><b>Godrie, Pierre</b>                                     |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |                                                                                                                                  | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>.....<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                                        |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 22 19 3365

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

26-01-2023

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| <b>US 2017314512 A1</b>                         | <b>02-11-2017</b>      | <b>AUCUN</b>                            |                        |
| <b>EP 2201235 B1</b>                            | <b>03-04-2013</b>      | <b>DE 102007043908 A1</b>               | <b>09-04-2009</b>      |
|                                                 |                        | <b>EP 2201235 A1</b>                    | <b>30-06-2010</b>      |
|                                                 |                        | <b>JP 2010539372 A</b>                  | <b>16-12-2010</b>      |
|                                                 |                        | <b>US 2010263730 A1</b>                 | <b>21-10-2010</b>      |
|                                                 |                        | <b>WO 2009037150 A1</b>                 | <b>26-03-2009</b>      |

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**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**

- EP 0682745 B1 [0010]
- FR 3027956 A1 [0012]