

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

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

3 122 122

②① N° d'enregistrement national : **21 04326**

⑤① Int Cl⁸ : **B 60 H 3/06 (2020.12)**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF D'ESTIMATION DU TAUX DE COLMATAGE D'UN FILTRE À AIR D'UN VÉHICULE.

②② Date de dépôt : 26.04.21.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.10.22 Bulletin 22/43.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 24.11.23 Bulletin 23/47.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *PSA Automobiles SA Société anonyme — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *DUMUR DENIS, PAJOT KARINE et AUBRY VINCENT.*

⑦③ Titulaire(s) : *PSA Automobiles SA Société anonyme.*

⑦④ Mandataire(s) :

FR 3 122 122 - B1



Description

Titre de l'invention : DISPOSITIF D'ESTIMATION DU TAUX DE COLMATAGE D'UN FILTRE À AIR D'UN VÉHICULE

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention concerne les véhicules, et plus précisément le colmatage des filtres à air des installations de chauffage et/ou climatisation qui équipent certains véhicules.

Etat de la technique

[0002] Certains véhicules, éventuellement de type automobile, comprennent un habitacle alimenté en air traité par une installation de chauffage et/ou climatisation comprenant un filtre à air recevant des proportions d'air extérieur et d'air recirculé issu de l'habitacle définies par un taux de recirculation.

[0003] Ce filtre à air est destiné à filtrer (ou retenir) autant que possible au moins un polluant présent dans l'air extérieur et aussi possiblement dans l'air recirculé (par exemple du fait de l'ouverture d'une fenêtre).

[0004] On entend ici par « polluant » des poussières (de tailles importantes), des particules fines (par exemple de type PM10, PM2,5 ou PM1), un gaz inodore (par exemple de l'oxyde d'azote (ou NO_x) ou du monoxyde de carbone (ou CO)), un gaz odorant (par exemple un gaz carboné de type C_xH_y), du gaz carbonique (CO₂), des composés organiques volatils (ou COVs), ou un allergène extérieur produit par des végétaux (comme par exemple du pollen).

[0005] Le filtre à air se colmatant progressivement, et donc devenant moins efficace, il est proposé aux usagers de nombreux véhicules de le remplacer périodiquement. L'inconvénient principal de ce type de proposition réside dans le fait que le colmatage du filtre à air dépend non seulement de sa durée d'utilisation, mais aussi des zones dans lesquelles circule le véhicule qu'il équipe, et donc la période proposée s'avère souvent trop petite ou trop longue.

[0006] Il a été proposé d'équiper certains véhicules d'un dispositif de surveillance chargé d'estimer le taux de colmatage en fonction de l'appel de courant au niveau du groupe moto-ventilateur de l'installation de chauffage et/ou climatisation. Il est en effet considéré que plus le filtre à air est colmaté, plus les pertes de charge augmentent et donc plus l'appel de courant est important. Par conséquent, lorsque l'appel de courant devient supérieur à un seuil, on signale à l'utilisateur du véhicule que le filtre à air doit être remplacé. L'inconvénient principal de cette solution réside dans le fait qu'elle ne concerne que des polluants se présentant sous la forme de particules car seules ces dernières peuvent induire des pertes de charge. En d'autres termes, elle détecte un colmatage par perte de charge, mais pas une efficacité de dépollution réduite par sa-

turation.

[0007] L'invention a donc notamment pour but d'améliorer la situation.

Présentation de l'invention

[0008] Elle propose notamment à cet effet un dispositif d'estimation propre à équiper un véhicule comprenant un habitacle ayant un volume v_h prédéfini et alimenté en air traité par une installation de chauffage et/ou climatisation comprenant un filtre à air recevant, selon un débit en cours q , des proportions d'air extérieur et d'air recirculé issu de l'habitacle définies par un taux de recirculation m_r .

[0009] Ce dispositif d'estimation se caractérise par le fait qu'il comprend au moins un processeur et au moins une mémoire agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer un taux de colmatage t_c du filtre à air pour au moins un polluant en fonction d'un premier paramètre p_1 représentatif d'une efficacité de filtration du polluant par le filtre à air, d'une première concentration c_1 du polluant à l'intérieur de l'habitacle, d'une seconde concentration c_2 du polluant à l'extérieur de l'habitacle, et du taux de recirculation m_r .

[0010] Grâce à l'invention, on peut désormais estimer en temps quasi réel ou en temps différé au moins un taux de colmatage du filtre à air pour au moins un polluant, que ce dernier soit sous forme solide (ou particulaire) ou sous forme gazeuse, et sans qu'il faille utiliser des capteurs onéreux.

[0011] Le dispositif d'estimation selon l'invention peut comporter d'autres caractéristiques qui peuvent être prises séparément ou en combinaison, et notamment :

[0012] - ses processeur et mémoire peuvent être agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer le taux de colmatage t_c en utilisant une première équation $t_c = p_1 * (c_1 * q * (1 - m_r) + c_2 * q * m_r) * \Delta t$, où Δt est un pas d'échantillonnage ;

[0013] - le premier paramètre p_1 peut être égal à une efficacité de filtration en présence d'une fuite du filtre à air ;

[0014] - dans un premier mode de réalisation, ses processeur et mémoire peuvent être agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer la première concentration c_1 en fonction de la seconde concentration c_2 , d'un coefficient de pénétration c_p du polluant de l'extérieur de l'habitacle vers l'intérieur de l'habitacle, d'un second paramètre p_2 fonction des taux de recirculation m_r , débit en cours q , volume v_h et premier paramètre p_1 , et d'une précédente estimée c_{1a} de la première concentration c_1 ;

[0015] - dans ce premier mode de réalisation, ses processeur et mémoire peuvent être agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer la première concentration c_1 en utilisant une deuxième équation $c_1 = c_2 * c_p * (1 - p_2) + c_{1a} * p_2$;

[0016] - également dans ce premier mode de réalisation, ses processeur et mémoire peuvent

- agencés pour effectuer les opérations consistant à déterminer le coefficient de pénétration c_p en utilisant une troisième équation $c_p = m_r \cdot (1 - p_1) / (m_r \cdot (1 - p_1) + p_1)$;
- [0017] - également dans ce premier mode de réalisation, ses processeur et mémoire peuvent être agencés pour effectuer les opérations consistant à déterminer le second paramètre p_2 en utilisant une quatrième équation $p_2 = \exp(-(m_r + (1 - m_r) \cdot p_1) \cdot q \cdot \delta / v_h)$, où δ est une constante prédéfinie ;
- [0018] - dans un second mode de réalisation, la première concentration c_1 peut être une valeur déterminée et fournie par un capteur interne équipant l'habitacle ;
- [0019] - ses processeur et mémoire peuvent être agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer le premier paramètre p_1 en utilisant une cinquième équation $p_1 = p_3 \cdot (1 - q \cdot p_q - t_c \cdot p_{tc} + h_r \cdot p_{hr})$, où p_3 est une valeur prédéfinie initiale du premier paramètre p_1 , p_q est une valeur prédéfinie associée au débit en cours q , p_{tc} est une valeur prédéfinie associée au taux de colmatage t_c , h_r est un taux d'humidité relative de l'air extérieur, et p_{hr} est une valeur prédéfinie associée au taux d'humidité relative ;
- [0020] - ses processeur et mémoire peuvent être agencés pour effectuer les opérations consistant à comparer le taux de colmatage t_c à un seuil, et à déclencher la génération par le véhicule d'au moins un message d'avertissement lorsque le taux de colmatage t_c est supérieur à ce seuil.
- [0021] L'invention propose également un véhicule, éventuellement de type automobile, et comprenant, d'une part, un habitacle ayant un volume v_h prédéfini et alimenté en air traité par une installation de chauffage et/ou climatisation comprenant un filtre à air recevant, selon un débit en cours q , des proportions d'air extérieur et d'air recirculé issu de l'habitacle définis par un taux de recirculation m_r , et, d'autre part, un dispositif d'estimation du type de celui présenté ci-avant.
- [0022] Par exemple, le véhicule peut comprendre un capteur externe déterminant et fournissant la seconde concentration c_2 . En variante, le véhicule peut recevoir par voie d'ondes la seconde concentration c_2 d'un équipement de communication.

Brève description des figures

- [0023] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :
- [0024] [Fig.1] illustre schématiquement et fonctionnellement un exemple d'installation de chauffage et/ou climatisation installée dans un véhicule et comprenant un dispositif d'estimation selon l'invention, et
- [0025] [Fig.2] illustre schématiquement et fonctionnellement un exemple de réalisation d'un calculateur de supervision comprenant un exemple de réalisation d'un dispositif d'estimation selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

- [0026] L'invention a notamment pour but de proposer un dispositif d'estimation DE destiné à équiper un véhicule VT comprenant un habitacle H alimenté en air traité par une installation de chauffage et/ou climatisation IC comprenant un filtre à air FA recevant de l'air extérieur et de l'air recirculé (issu de l'habitacle H), afin d'estimer le taux de colmatage t_c de ce filtre à air FA.
- [0027] Dans ce qui suit, on considère, à titre d'exemple non limitatif, que le véhicule VT est terrestre et de type automobile. Il s'agit par exemple d'une voiture. Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de véhicule. Elle concerne en effet tout type de véhicule (terrestre, maritime (ou fluvial), ou aérien) comprenant au moins un habitacle destiné à être alimenté en air traité par une installation de chauffage et/ou climatisation.
- [0028] Par ailleurs, on considère dans ce qui suit, à titre d'exemple non limitatif, que l'installation IC est une installation de chauffage/climatisation. Mais l'installation IC pourrait être une installation de chauffage ou une installation de climatisation.
- [0029] On a schématiquement et fonctionnellement représenté sur la [Fig.1] un exemple d'installation de chauffage et/ou climatisation IC (ici une installation de chauffage/climatisation) implantée dans un véhicule VT comprenant un habitacle H (ayant un volume v_h) et un dispositif d'estimation DE selon l'invention. Ici, l'installation (de chauffage et/ou climatisation) IC est implantée dans le compartiment moteur CO du véhicule VT et destinée à alimenter l'habitacle H en air traité.
- [0030] Comme illustré, cette installation (de chauffage et/ou climatisation) IC comprend notamment un pulseur (ou groupe moto-ventilateur) PU, un filtre à air FA, une boucle froide (ou boucle de climatisation) BF, une boucle chaude (ou boucle de chauffage) BC, un volet d'alimentation VA, un volet de mixage VM, des volets de distribution Vj, et un calculateur de supervision CS.
- [0031] Le calculateur de supervision CS gère le fonctionnement de l'installation IC.
- [0032] Le pulseur PU est alimenté en air issu de l'extérieur de l'habitacle H via un premier conduit d'alimentation CA1 et/ou en air recirculé (ou recyclé) issu de l'intérieur de l'habitacle H via un second conduit d'alimentation CA2, et fournit à l'installation un débit d'air q . Les proportions d'air extérieur et d'air recirculé qui alimentent le pulseur PU sont définies par un taux de recirculation m_r et imposées par le volet d'alimentation VA installé en amont du pulseur PU.
- [0033] Ce volet d'alimentation VA peut prendre une position dite extérieure permettant d'alimenter l'habitacle H en air provenant exclusivement de l'extérieur (et correspondant à $m_r = 0\%$), une position dite recirculée permettant d'alimenter l'habitacle H en air exclusivement recirculé (et correspondant à $m_r = 100\%$ et illustrée sur la [Fig.1]), et au moins une position dite intermédiaire permettant d'alimenter l'habitacle H en un mélange d'air extérieur et d'air recirculé (et correspondant à $0\% < m_r < 100\%$).

- [0034] La position du volet d'alimentation VA, et donc le taux de recirculation mr , est contrôlé(e) par le calculateur de supervision CS qui contrôle aussi le débit d'air q fourni par le pulseur PU.
- [0035] Le filtre à air FA est installé en aval du volet d'alimentation VA. Dans l'exemple illustré non limitativement sur la [Fig.1], il est installé en aval du pulseur PU et en amont de la boucle froide BF. Mais il pourrait être installé en aval du volet d'alimentation VA et en amont du pulseur PU ou dans un circuit dédié à la dépollution de l'air.
- [0036] Ce filtre à air FA est chargé de filtrer dans l'air qui l'alimente (selon le débit d'air en cours q) au moins un polluant sous forme solide (comme par exemple des particules fines ou des poussières ou encore des pollens) ou sous forme gazeuse (comme par exemple CO, O₃, SO₂, NO₂, O₂, CO₂ ou C_xH_y).
- [0037] La boucle froide BF est alimentée en air par le pulseur PU. Elle comporte notamment un évaporateur EV, un compresseur, un condenseur et un circuit dans lequel circule un fluide frigorigène et qui est couplé à l'évaporateur EV, au compresseur et au condenseur. La sortie de l'évaporateur EV est couplée à un conduit qui alimente ici, d'une part, une chambre de mixage CM présentant une première entrée dont l'accès est contrôlé par le volet de mixage VM, et, d'autre part, la boucle chaude BC dont l'accès est contrôlé par le volet de mixage VM et la sortie alimente une seconde entrée de la chambre de mixage CM.
- [0038] La boucle chaude BC est destinée à chauffer l'air qui est issu (ici) de l'évaporateur EV et qui est destiné à l'habitable H, éventuellement après un mélange avec de l'air moins chaud présent dans la chambre de mixage CM. Elle comprend des moyens de chauffage MCH chargés, lorsqu'ils fonctionnent, de réchauffer l'air qui les traverse (ou longe) et qui est issu (ici) de l'évaporateur EV, afin de délivrer de l'air réchauffé sur leur sortie qui alimente la seconde entrée de la chambre de mixage CM.
- [0039] La chambre de mixage CM est connectée à des conduits qui sont, ici, destinés à alimenter des bouches de distribution placées dans l'habitable H et dédiées au dégivrage S1, à l'aération centrale S2, aux pieds avant S3 et aux pieds arrière S4. L'accès à ces conduits est contrôlé par les volets de distribution V_j (ici au nombre de deux ($j = 1$ ou 2), mais il pourrait y en avoir plus, par exemple trois ou quatre).
- [0040] Le volet de mixage VM est destiné à contrôler la répartition de l'air, qui est fourni par le volet d'alimentation VA, entre la chambre de mixage CM et les moyens de chauffage MCH. Il permet donc de mélanger (ou mixer) de façon contrôlée une partie de l'air qui a traversé la boucle froide BF (éventuellement en fonctionnement) et l'air qui a traversé la boucle chaude BC. Sa position dépend du mode de fonctionnement de l'installation IC.
- [0041] Comme illustré sur la [Fig.2], un dispositif d'estimation DE, selon l'invention,

comprend au moins un processeur PR et au moins une mémoire MD. Dans l'exemple illustré non limitativement sur la [Fig.1], ce processeur PR et cette mémoire MD font partie du calculateur de supervision CS qui est réalisé sous la forme d'une combinaison de circuits ou composants électriques ou électroniques (ou « hardware ») et de modules logiciels (ou « software »). Mais ils pourraient faire partie d'un calculateur dédié appartenant au dispositif d'estimation DE et couplé au calculateur de supervision CS.

[0042] Le processeur PR peut, par exemple, être un processeur de signal numérique (ou DSP (« Digital Signal Processor »)). Ce processeur PR peut comprendre des circuits intégrés (ou imprimés), ou bien plusieurs circuits intégrés (ou imprimés) reliés par des connections filaires ou non filaires. On entend par circuit intégré (ou imprimé) tout type de dispositif apte à effectuer au moins une opération électrique ou électronique. Ainsi, il peut, par exemple, s'agir d'un microcontrôleur.

[0043] La mémoire MD est vive afin de stocker des instructions (de programme) pour la mise en œuvre par le processeur PR de ses fonctionnalités.

[0044] Le processeur PR et la mémoire MD sont agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer le taux de colmatage t_c du filtre à air FA pour au moins un polluant (filtré par ce dernier) en fonction d'un premier paramètre p_1 représentatif d'une efficacité de filtration de ce polluant par le filtre à air FA, d'une première concentration c_1 de ce polluant à l'intérieur de l'habitacle H, d'une seconde concentration c_2 de ce polluant à l'extérieur de l'habitacle H, et du taux de circulation m_r .

[0045] Ainsi, on peut estimer en temps quasi réel ou en temps différé (selon l'origine de la seconde concentration c_2) au moins un taux de colmatage t_c du filtre à air FA pour au moins un polluant, que ce dernier soit sous forme solide (ou particulaire) ou sous forme gazeuse, et sans qu'il faille utiliser des capteurs onéreux. Il est important de noter que le (chaque) taux de colmatage t_c est ici également représentatif de l'efficacité de la dépollution assurée par le filtre à air FA, et donc du niveau de saturation de ce dernier (FA) pour le(s) polluant(s) considéré(s).

[0046] Il est également important de noter que le dispositif d'estimation DE peut estimer un unique taux de colmatage t_c pour un unique polluant ou pour un ensemble de polluants d'un même type (par exemple des particules fines de type PM10, PM2,5 et PM1), ou bien plusieurs (au moins deux) taux de colmatage t_c respectivement pour des polluants différents et/ou des ensembles différents de polluants d'un même type.

[0047] Par exemple, le processeur PR et la mémoire MD peuvent être agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer le taux de colmatage t_c en utilisant une première équation : $t_c = p_1 * (c_1 * q * (1 - m_r) + c_2 * q * m_r) * \Delta t$, où Δt est un pas d'échantillonnage (par exemple égal à 100 ms). Mais des variantes de cette première équation utilisant les mêmes variables (p_1 , c_1 , q , m_r et c_2) peuvent être utilisées.

- [0048] On comprendra que cette première équation fournit une valeur « instantanée » (sur le pas d'échantillonnage Δt considéré) du taux de colmatage t_c considéré, ou en d'autres termes, la contribution au colmatage du filtre à air FA sur le pas d'échantillonnage Δt considéré. Par conséquent, si l'on veut connaître l'estimée du taux de colmatage t_c sur un intervalle temporel donné, le dispositif d'estimation DE doit effectuer la somme de toutes les contributions au colmatage du filtre à air FA sur tous les pas d'échantillonnage Δt contenus dans cet intervalle temporel donné.
- [0049] On notera que le premier paramètre p_1 est de préférence égal à une efficacité de filtration en présence d'une fuite du filtre à air FA. Mais dans une variante de réalisation le premier paramètre p_1 pourrait être égal à l'efficacité de filtration en l'absence de fuite du filtre à air FA.
- [0050] On notera également que la seconde concentration c_2 (d'un polluant ou d'un ensemble de polluants d'un même type) peut être une valeur qui est déterminée et fournie par un capteur externe équipant le véhicule VT. Lorsque plusieurs taux de colmatage t_c sont estimés, on est généralement contraint d'utiliser plusieurs capteurs externes dédiés respectivement aux différents polluants pris en compte. Mais dans une variante avantageuse, la seconde concentration c_2 peut être fournie par voie d'ondes par un équipement de communication communicant avec un module de communication MCN du véhicule VT et qui l'a obtenu d'un capteur installé dans la zone où circule le véhicule VT pendant le pas d'échantillonnage Δt considéré ou dans une base de données de qualité de l'air. Dans ce cas, chaque seconde concentration c_2 est associée à une position géographique et un intervalle temporel de validité permettant une corrélation avec la position géographique du véhicule VT à chaque pas d'échantillonnage Δt considéré. Cette variante permet de réduire les coûts et d'éviter les erreurs de mesure de c_2 et les opérations de maintenance de chaque capteur externe.
- [0051] On notera également que la première concentration c_1 (d'un polluant ou d'un ensemble de polluants d'un même type) peut être une valeur qui est déterminée et fournie par un capteur interne CC équipant l'habitacle H. Lorsque plusieurs taux de colmatage t_c sont estimés, on est généralement contraint d'utiliser plusieurs capteurs internes CC dédiés respectivement aux différents polluants pris en compte.
- [0052] Mais dans une variante de réalisation, le dispositif d'estimation DE peut être agencé pour estimer la première concentration c_1 sans chaque capteur interne CC, ce qui permet de réduire les coûts et d'éviter les erreurs de mesure de c_1 et les opérations de maintenance de chaque capteur interne CC. Dans ce cas, ses processeur PR et mémoire MD peuvent, par exemple, être agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer la première concentration c_1 en fonction de la seconde concentration c_2 , d'un coefficient de pénétration c_p de chaque polluant considéré de l'extérieur de l'habitacle

H vers l'intérieur de l'habitacle H (représentant l'efficacité de filtration en tenant compte du taux de recirculation mr), d'un second paramètre $p2$ qui est fonction des taux de recirculation mr , débit en cours q , volume vh et premier paramètre $p1$, et de la précédente estimée $c1a$ de la première concentration $c1$. On comprendra que la précédente estimée $c1a$ est celle qui a été estimée par le dispositif d'estimation DE pour le pas d'échantillonnage Δt qui s'est écoulé juste avant le pas d'échantillonnage Δt considéré pour le calcul de $c1$. En d'autres termes, $c1a$ est la valeur que présentait $c1$ lors du pas d'échantillonnage Δt précédent.

- [0053] Par exemple, le processeur PR et la mémoire MD peuvent être agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer la première concentration $c1$ en utilisant une deuxième équation : $c1 = c2 * cp * (1 - p2) + c1a * p2$. Mais des variantes de cette deuxième équation utilisant les mêmes variables ($c2$, cp , $p2$ et $c2$) peuvent être utilisées.
- [0054] Egalement par exemple, le processeur PR et la mémoire MD peuvent être agencés pour effectuer les opérations consistant à déterminer le coefficient de pénétration cp en utilisant une troisième équation : $cp = mr * (1 - p1) / (mr * (1 - p1) + p1)$. Mais des variantes de cette troisième équation utilisant les mêmes variables (mr et $p1$) peuvent être utilisées.
- [0055] Egalement par exemple, le processeur PR et la mémoire MD peuvent être agencés pour effectuer les opérations consistant à déterminer le second paramètre $p2$ en utilisant une quatrième équation : $p2 = \exp(-(mr + (1 - mr) * p1) * q * \delta / vh)$, où δ est une constante prédéfinie.
- [0056] Egalement par exemple, le processeur PR et la mémoire MD peuvent être agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer le premier paramètre $p1$ en utilisant une cinquième équation : $p1 = p3 * (1 - q * pq - tc * ptc + hr * phr)$.
- [0057] $p3$ est une valeur prédéfinie initiale du premier paramètre $p1$, c'est-à-dire la valeur de $p1$ au début de l'intervalle temporel donné sur lequel on estime le (chaque) taux de colmatage tc . Lorsque le filtre à air FA est neuf, $p3$ est l'efficacité de filtration initiale, laquelle est fournie par le fabricant du filtre à air FA.
- [0058] pq est une valeur de correction prédéfinie qui est associée au débit en cours q , et qui est fournie par le fabricant du filtre à air FA.
- [0059] ptc est une valeur prédéfinie qui est associée au taux de colmatage tc et qui est fournie par le fabricant du filtre à air FA.
- [0060] hr est le taux d'humidité relative de l'air extérieur. Il peut être déterminé par un capteur externe équipant le véhicule VT ou fourni par voie d'ondes par un équipement de communication communicant avec le module de communication MCN de ce dernier (VT) et qui l'a obtenu d'un capteur installé dans la zone où circule le véhicule VT pendant le pas d'échantillonnage Δt considéré ou dans une base de données de

qualité de l'air. Dans ce cas, chaque taux d'humidité relative hr est associé à une position géographique et un intervalle temporel de validité permettant une corrélation avec la position géographique du véhicule VT à chaque pas d'échantillonnage Δt considéré.

[0061] phr est une valeur prédéfinie associée au taux d'humidité relative et qui est fournie par le fabricant du filtre à air FA.

[0062] On notera que dans la cinquième équation $p1$ est fonction du taux de colmatage tc et dans la première équation tc est fonction du premier paramètre $p1$. Par conséquent, lorsque l'on estime tc on utilise la dernière valeur connue de $p1$ (estimée lors du dernier pas d'échantillonnage Δt), et après chaque estimation de tc on estime (ou met à jour) le premier paramètre $p1$ pour qu'il puisse être utilisé lors de l'estimation suivante de tc .

[0063] On notera également que le dispositif d'estimation DE peut aussi éventuellement prendre en compte au moins un autre paramètre ou variable ou constante additionnel pour affiner l'une au moins de ses estimations et déterminations, comme par exemple et non limitativement la concentration initiale d'un polluant dans l'habitacle H après le remplacement ou nettoyage du filtre à air FA, une fuite via un accès d'air, une ouverture temporaire d'un ouvrant (porte ou fenêtre) du véhicule VT pendant un intervalle temporaire, un coefficient de déposition de polluant dans l'habitacle H, ou le mode de fonctionnement de l'installation IC (chauffage, ventilation ou refroidissement).

[0064] Egalement par exemple, le processeur PR et la mémoire MD peuvent être agencés pour effectuer les opérations consistant à comparer le (chaque) taux de colmatage tc à un seuil, et à déclencher la génération par le véhicule VT d'au moins un message d'avertissement lorsque ce taux de colmatage tc est supérieur à ce seuil. Ce message d'avertissement a pour objectif de signaler à l'utilisateur du véhicule VT que le filtre à air FA doit être prochainement remplacé (ou nettoyé). Cela est particulièrement avantageux car désormais l'utilisateur est informé du remplacement ou nettoyage lorsque cela est effectivement nécessaire, et non pas de façon programmée périodiquement.

[0065] Le déclenchement précité se fait par la transmission d'un signal ou message dédié à un calculateur du véhicule VT qui se charge alors, par exemple, de provoquer l'affichage d'un témoin de service ou d'un message d'avertissement textuel dédié sur un écran du véhicule VT, comme par exemple celui du tableau de bord ou celui du combiné central, et/ou la diffusion d'un message d'avertissement sonore (ou audio) dédié via au moins un haut-parleur présent dans le véhicule VT.

[0066] On notera également, comme illustré non limitativement sur la [Fig.2], que le calculateur de supervision CS (ou l'éventuel calculateur du dispositif d'estimation DE) peut aussi comprendre, en complément des mémoire vive MD et processeur PR, une

mémoire de masse MM, notamment pour le stockage des paramètres et variables estimés ou déterminés ou fournis (notamment q et m_r), des éventuelles données de qualité de l'air, et des données intermédiaires intervenant dans tous ses calculs et traitements. Par ailleurs, ce calculateur de supervision CS (ou l'éventuel calculateur du dispositif d'estimation DE) peut aussi comprendre une interface d'entrée IE pour la réception d'au moins le débit d'air en cours q et le taux de recirculation en cours m_r , les mesures effectuées par les éventuels capteurs interne(s) et/ou externe(s), et les éventuelles données de qualité de l'air (associées à des positions géographiques et intervalles temporels de validité) pour les utiliser dans des calculs ou traitements, éventuellement après les avoir mis en forme et/ou démodulés et/ou amplifiés, de façon connue en soi, au moyen d'un processeur de signal numérique PR'. De plus, ce calculateur de supervision CS (ou l'éventuel calculateur du dispositif d'estimation DE) peut aussi comprendre une interface de sortie IS, notamment pour délivrer le signal ou message destiné à déclencher l'avertissement de l'utilisateur du véhicule VT.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif d'estimation (DE) propre à équiper un véhicule (VT) comprenant un habitacle (H) ayant un volume v_h prédéfini et alimenté en air traité par une installation de chauffage et/ou climatisation (IC) comprenant un filtre à air (FA) recevant, selon un débit en cours q , des proportions d'air extérieur et d'air recirculé issu dudit habitacle (H) définies par un taux de recirculation m_r , le dispositif d'estimation (DE) comprend au moins un processeur (PR) et au moins une mémoire (MD) agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer un taux de colmatage t_c dudit filtre à air (FA) pour au moins un polluant en fonction d'un premier paramètre p_1 représentatif d'une efficacité de filtration dudit polluant par ledit filtre à air (FA), d'une première concentration c_1 dudit polluant à l'intérieur dudit habitacle (H), d'une seconde concentration c_2 dudit polluant à l'extérieur dudit habitacle (H), et dudit taux de recirculation m_r , caractérisé en ce que lesdits processeur (PR) et mémoire (MD) sont agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer ledit taux de colmatage t_c en utilisant une première équation $t_c = p_1 * (c_1 * q * (1 - m_r) + c_2 * q * m_r) * \Delta t$, où Δt est un pas d'échantillonnage.
- [Revendication 2] Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits processeur (PR) et mémoire (MD) sont agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer ladite première concentration c_1 en fonction de ladite seconde concentration c_2 , d'un coefficient de pénétration c_p dudit polluant de l'extérieur dudit habitacle (H) vers l'intérieur dudit habitacle (H), d'un second paramètre p_2 fonction desdits taux de recirculation m_r , débit en cours q , volume v_h et premier paramètre p_1 , et d'une précédente concentration estimée c_{1a} de ladite première concentration c_1 .
- [Revendication 3] Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits processeur (PR) et mémoire (MD) sont agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer ladite première concentration c_1 en utilisant une deuxième équation $c_1 = c_2 * c_p * (1 - p_2) + c_{1a} * p_2$.
- [Revendication 4] Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que lesdits processeur (PR) et mémoire (MD) sont agencés pour effectuer les opérations consistant à déterminer ledit coefficient de pénétration c_p en utilisant une troisième équation $c_p = m_r * (1 - p_1) / (m_r * (1 - p_1) + p_1)$.
- [Revendication 5] Dispositif selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que

lesdits processeur (PR) et mémoire (MD) sont agencés pour effectuer les opérations consistant à déterminer ledit second paramètre p_2 en utilisant une quatrième équation $p_2 = \exp(-(mr + (1 - mr)*p_1)*q*\delta/vh)$, où δ est une constante prédéfinie.

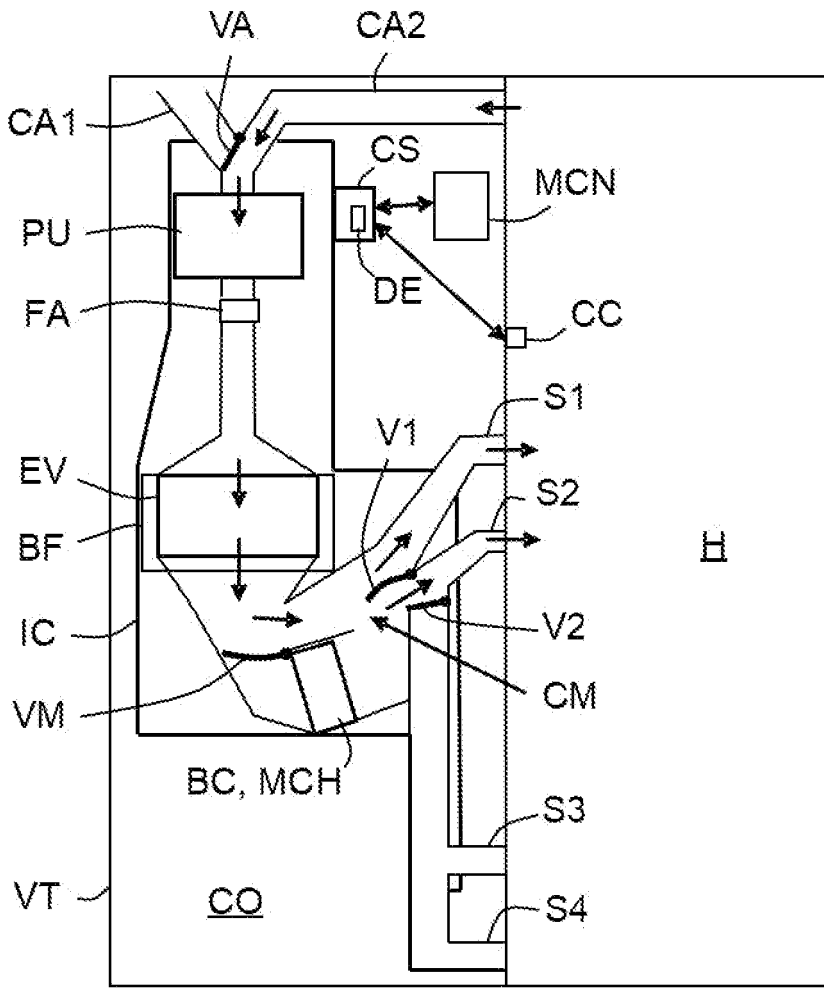
[Revendication 6] Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite première concentration c_1 est une valeur déterminée et fournie par un capteur interne (CC) équipant ledit habitacle (H).

[Revendication 7] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que lesdits processeur (PR) et mémoire (MD) sont agencés pour effectuer les opérations consistant à estimer ledit premier paramètre p_1 en utilisant une cinquième équation $p_1 = p_3*(1 - q*pq - tc*ptc + hr*phr)$, où p_3 est une valeur prédéfinie initiale dudit premier paramètre p_1 , pq est une valeur prédéfinie associée audit débit en cours q , ptc est une valeur prédéfinie associée audit taux de colmatage tc , hr est un taux d'humidité relative dudit air extérieur, et phr est une valeur prédéfinie associée audit taux d'humidité relative.

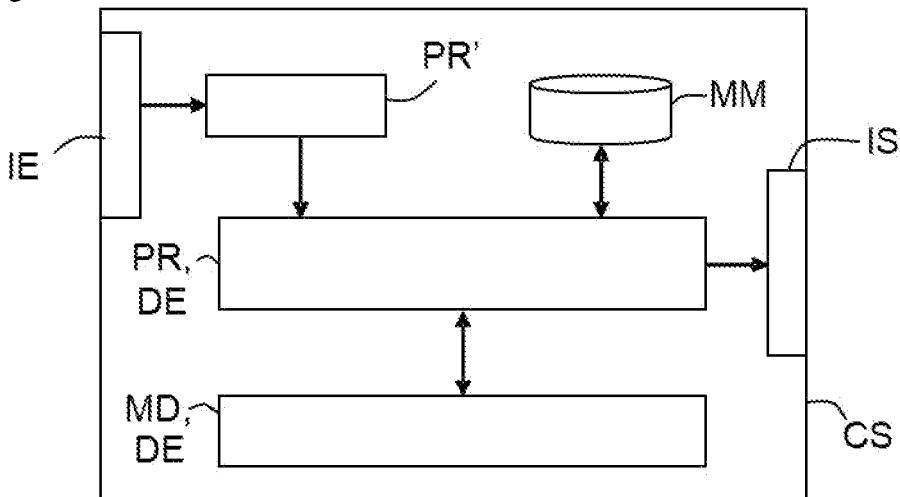
[Revendication 8] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lesdits processeur (PR) et mémoire (MD) sont agencés pour effectuer les opérations consistant à comparer ledit taux de colmatage tc à un seuil, et à déclencher la génération par ledit véhicule (VT) d'au moins un message d'avertissement lorsque ledit taux de colmatage tc est supérieur audit seuil.

[Revendication 9] Véhicule (VT) comprenant un habitacle (H) ayant un volume v_h prédéfini et alimenté en air traité par une installation de chauffage et/ou climatisation (IC) comprenant un filtre à air (FA) recevant, selon un débit en cours q , des proportions d'air extérieur et d'air recirculé issu dudit habitacle (H) définis par un taux de recirculation mr , caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif d'estimation (DE) selon l'une des revendications précédentes.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 3 628 388 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES
[FR]) 1 avril 2020 (2020-04-01)

FR 3 031 574 A1 (PEUGEOT CITROEN
AUTOMOBILES SA [FR])
15 juillet 2016 (2016-07-15)

EP 1 800 919 A2 (SANDEN CORP [JP])
27 juin 2007 (2007-06-27)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT