

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 077 341

21 N° d'enregistrement national : 18 50614

51 Int Cl⁸ : F 02 D 28/00 (2018.01), F 01 N 3/023, F 02 D 41/30

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 26.01.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 02.08.19 Bulletin 19/31.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

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

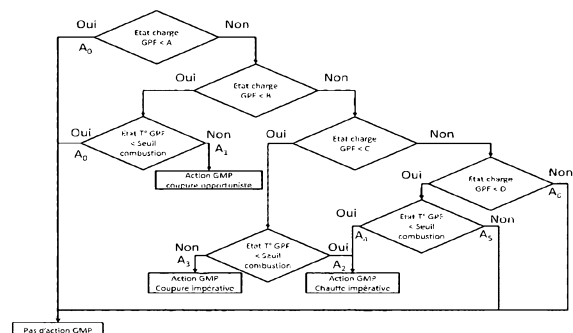
72 Inventeur(s) : MILHAU YOHAN, DUBILLARD FREDERIC et LEBORGNE LUDMILA.

73 Titulaire(s) : PSA AUTOMOBILES SA Société anonyme.

74 Mandataire(s) : PSA AUTOMOBILES SA.

54 SYSTEME ET PROCEDE DE PILOTAGE DE LA REGENERATION D'UN FILTRE A PARTICULES DE VEHICULE, ET VEHICULE AUTOMOBILE LES INCORPORANT.

57 Système de pilotage de la régénération d'un filtre à particules de véhicule à motorisation hybride dans lequel on prédéfinit une pluralité de stratégies de pilotage de régénération du filtre à particules ($A_{>2}$, $A_{>4}$) combinant un pilotage du moteur thermique avec un pilotage d'une autre source motrice, chacune des stratégies de pilotage de régénération du filtre à particules ($A_{>2}$, $A_{>4}$), lorsque une température instantanée du filtre à particules est inférieure à la température de régénération et que le niveau de charge en particules du filtre est supérieur à un niveau de charge minimal, imposant au moteur thermique une limite maximale en couple à produire pour une montée en température du filtre à particules pendant une durée prédéterminée.



FR 3 077 341 - A1



**SYSTEME ET PROCEDE DE PILOTAGE DE LA REGENERATION
D'UN FILTRE A PARTICULES DE VEHICULE, ET VEHICULE
AUTOMOBILE LES INCORPORANT**

5 L'invention a pour objet un système de pilotage de la régénération
d'un filtre à particules de véhicule à motorisation hybride. Plus
particulièrement, l'invention entend proposer une solution pour gérer de
façon optimum la régénération de tels filtres équipant ce type de
véhicules, placés, à l'heure actuelle, dans la ligne d'échappement des gaz
10 de combustion émis par un moteur thermique d'un véhicule.

Dans la suite, l'invention est présentée en lien avec l'une de ces
applications, plus précisément une application à un véhicule automobile à
hybridation électrique, c'est-à-dire comportant le moteur thermique et au
moins un moteur électrique associé à des moyens de stockage d'énergie
15 12, soit un bloc batterie.

Toutefois, il doit être noté que la présente invention n'est pas limitée
à l'utilisation d'une machine (moteur) électrique dans un véhicule hybride,
le véhicule pouvant par exemple comporter une chaîne de transmission
comprenant au moins le moteur thermique et au moins une machine (ou
20 moteur) hydraulique ou encore à air comprimé.

Les constructeurs automobiles s'efforcent de diminuer ou même
d'éliminer la pollution de leurs véhicules par différents moyens, par
exemple en diminuant la consommation en carburant et/ou en filtrant les
gaz d'échappement.

25 Des filtres à particules ont alors été développés et équipent
maintenant de plus en plus de véhicules, qu'ils soient à moteur à essence
ou diesel. Ces filtres, catalysés ou non, sont généralement constitués par
des blocs cylindriques en céramiques formant une multitude de canaux
parallèles de petits diamètres (de l'ordre de la dizaine de microns). Les
30 gaz d'échappement traversent le filtre et les particules qu'ils contiennent
sont piégées dans les canaux. Ces filtres à particules fonctionnent
correctement mais présentent cependant l'inconvénient de devoir être
régénérés régulièrement pour éliminer les particules qui tendent à

obstruer les canaux du filtre. L'élimination des particules s'effectuent généralement par combustion en chauffant le filtre.

Lorsque la température du filtre à particules atteint un seuil, et en présence d'oxygène, alors les particules vont brûler et le filtre va se décharger des particules.

Pour un véhicule automobile conventionnel, c'est-à-dire à motorisation thermique uniquement, lorsque le filtre à particules est suffisamment chargé, des stratégies de pilotage du moteur thermique interviennent pour monter en température le filtre via par exemple une dégradation de la combustion du moteur thermique afin de libérer plus d'énergie thermique pour chauffer le filtre. Une fois le filtre à particules chaud, c'est-à-dire lorsqu'il a atteint ou dépassé sa température de seuil de régénération permettant la combustion des particules, l'apport d'oxygène se fait soit lors des phases de décélération dépendant d'une demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur, soit en injectant un mélange pauvre en carburant, donc riche en oxygène, soit en injectant de l'air dans la ligne d'échappement par des moyens spécifiques.

Dans un véhicule automobile hybride, par exemple comportant une motorisation électrique ne dégageant pas la chaleur d'un moteur thermique, l'apport en couple de la motorisation électrique a pour effet de diminuer la fréquence des situations de vie permettant la régénération du filtre à particules telles qu'envisagées dans un véhicule automobile conventionnel. Par ailleurs, la modification des points de fonctionnement du moteur thermique, qui dégradent volontairement la combustion du moteur thermique afin de libérer plus d'énergie thermique pour chauffer le filtre, cela dégrade le rendement global du moteur : consommation de carburant, et plus d'émissions polluantes durant cette phase.

Néanmoins on connaît à l'heure actuelle des procédés permettant de régénérer le filtre à particules d'un véhicule à motorisation hybride mais ces systèmes ne permettent pas de gérer de façon optimum à la fois la régénération du filtre à particules et la gestion des couples moteur thermique et électrique au regard d'une part de la demande de puissance

motrice instantanée de la part du conducteur prioritaire et d'autre part d'une utilisation optimisée du couple électrique vis-à-vis du couple moteur thermique.

5 Ainsi, on connaît par exemple le brevet DE-A-10 2011 050 980 qui décrit, pour un mode de conduite purement électrique (dans lequel le véhicule hybride est entraîné uniquement par la machine électrique), une régénération du filtre à particules par la simple mise en marche du moteur à combustion en fonction de la vitesse du véhicule, ce qui n'est pas optimisé ni pour la consommation de carburant, ni pour les émissions
10 polluantes.

La présente invention a notamment pour but d'éviter ces inconvénients de la technique antérieure et de proposer un système de pilotage de la régénération d'un filtre à particules de véhicule hybride permettant de gérer le plus efficacement possible, sans nécessiter de
15 changements structurels, le groupe motopropulseur afin de minimiser l'utilisation d'une carburation spécifique du moteur thermique pour la gestion du filtre à particules.

Dans ce but, la présente invention propose un système de pilotage de la régénération d'un filtre à particules de véhicule à motorisation
20 hybride, comportant :

- un moteur thermique;
- au moins une autre source motrice;
- un filtre à particules du gaz d'échappement du moteur thermique, ce filtre présentant une température de régénération destinée à
25 permettre la combustion des particules et étant chauffé lors de l'utilisation du moteur thermique; et
- un moyen d'analyse et de commande apte à déterminer une température instantanée du filtre à particules et un niveau de charge en particules du filtre;

30 ce système étant tel que qu'une pluralité de stratégies de pilotage de régénération du filtre à particules combinant un pilotage du moteur thermique avec un pilotage de l'autre source motrice sont prédéfinis dans le moyen d'analyse et de commande, chacune des stratégies de pilotage

de régénération du filtre à particules, lorsque le moyen d'analyse et de commande détecte que la température instantanée du filtre à particules est inférieure à la température de régénération et que le niveau de charge en particules du filtre est supérieur à un niveau de charge minimal, imposant au moteur thermique une limite maximale en couple à produire pour une montée en température du filtre à particules pendant une durée prédéterminée.

Grâce à l'invention, il est dorénavant possible d'optimiser la consommation globale de carburant fossile, tout en assurant une régénération parfaite du filtre à particules d'un véhicule hybride. En effet, la limite maximale en couple à produire pour une montée en température du filtre à particules autorise le moteur thermique à rester sur des points de fonctionnement optimaux vis-à-vis de sa consommation en carburant, et de ses émissions polluantes, tout en permettant la montée en température du filtre à particules.

Avantageusement, la limite maximale en couple à produire pour une montée en température du filtre à particules correspond à un point de fonctionnement du moteur thermique à rendement optimal.

On entendra par point de fonctionnement du moteur thermique à rendement optimal, le fait que les paramètres de combustion du moteur thermique comme la richesse du mélange air carburant, l'avance ou le retard à l'injection de carburant par rapport au point mort haut d'un piston du moteur thermique, l'avance ou le retard à l'allumage par rapport au point mort haut d'un piston du moteur thermique, ou le remplissage ou taux de compression du moteur thermique (pour ne citer que les paramètres les plus courants) ne sont pas dégradés vis-à-vis de la consommation de carburant ou des émissions polluantes.

Avantageusement, les stratégies de pilotage de régénération du filtre à particules sont établies en fonction d'une pluralité de seuils de niveau de charge en particules du filtre à particules, d'une demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur, de la température instantanée du filtre, et d'une sollicitation maximum de l'autre source motrice.

Ainsi, le système selon l'invention permet en outre une régénération passive du filtre à particules lorsque cela est possible : c'est-à-dire que, compte tenu d'une température particulière supérieures à la température de régénération et d'un niveau de charge du filtre à particules élevé, aucune stratégie spécifique n'est alors mise en œuvre pour la régénération du filtre à particules par rapport à celle mise en œuvre avec un véhicule conventionnel, à savoir qu'un simple apport en oxygène est suffisant. Le système selon l'invention permet également d'éviter d'avoir à utiliser un filtre à particules actif nécessitant un ou plusieurs composants supplémentaires dont notamment un cinquième injecteur de carburant dans une ligne d'échappement du moteur thermique.

Enfin, grâce au système selon l'invention, on peut réaliser un gain économique car, du fait de son processus optimisé de régénération, un dimensionnement important du filtre à particules n'est plus une nécessité, autrement dit un filtre à particules à faible capacité de charge en particules est parfaitement envisageable/utilisable.

On entend par l'expression « niveau de charge » relativement au filtre à particules la masse de particules présentes, ou piégées, dans le filtre à particules. Outre un poids ou une masse de particules, ce niveau de charge du filtre à particules peut également s'exprimer avec un pourcentage de remplissage dudit filtre par les particules au regard d'une capacité maximum de présence, ou de capture, de particules dans le filtre. Ainsi, par exemple, un niveau de charge de 50% du filtre à particules signifie que ce dernier retient, ou a piégé, une quantité de particules (exprimé en masse, et éventuellement en volume) égale à la moitié de sa capacité maximum.

On entend par l'expression « demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur », la volonté du conducteur d'accélérer ou de freiner le déplacement du véhicule. Cette demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur s'exprime en puissance (Watt, noté de façon abrégé W), mais à une vitesse et une masse donnée du véhicule s'exprime de façon équivalente en couple (Newton mètre, noté de façon abrégé Nm), en accélération (en mètre par

seconde au carré, soit $m.s^{-2}$) et dépend principalement, par exemple, des positions d'une pédale d'accélération et d'une pédale de frein, de l'état d'un levier de vitesse d'une boîte de vitesses, du mode de conduite sélectionné, de la vitesse du véhicule et/ou des aides à la conduite.

5 On entend par l'expression « moyen d'analyse et de commande » un système embarqué équipant à l'heure actuelle les véhicules, notamment ceux du type à motorisation hybride, et qui a pour fonction d'analyser, enregistrer/stocker des informations/données, contrôler (notamment via des capteurs) et commander les différents organes fonctionnels d'un
10 véhicule. Un tel moyen est bien connu de l'homme du métier. On notera que, de façon classique, le moyen d'analyse et de commande est relié à l'ensemble des capteurs ou analogues du véhicule, ce qui lui permet de mesurer, ou de calculer, des paramètres extérieurs tels que la température extérieure, l'altitude ou une pente (via une géo-localisation),
15 ou encore des caractéristiques propres au véhicule telles que la température du catalyseur ou le niveau de charge du bloc batterie (le stockeur d'énergie de l'autre source motrice). Ces capteurs ou analogues sont ainsi considérés comme partie intégrante du moyen d'analyse et de commande du système selon l'invention.

20 Avantageusement, les seuils de niveau de charge en particules sont prédéfinis dans le moyen d'analyse et de commande.

 Avantageusement, la valeur d'au moins un seuil de niveau de charge en particules du filtre à particules présente un hystérésis destiné à confirmer la détermination, par le moyen d'analyse et de commande, du
25 niveau de charge.

 La valeur d'au moins un seuil de charge en particules du filtre à particules présente ainsi un hystérésis représentant entre 0,5% et 10% de la valeur dudit seuil de niveau. Cet hystérésis permet de confirmer que le seuil en question est bien effectivement atteint.

30 De préférence, chaque seuil de niveau de charge du filtre présente un tel hystérésis destiné à anticiper la valeur du seuil considéré lors de la mesure.

Cet hystérésis se retrouve dans les systèmes de commande électrique/électronique, et est variable dans une large gamme allant de 0,5% à 10% de la valeur du seuil considéré, préférentiellement de 1% à 7% et de façon encore préférée de 1% à 5% de ladite valeur.

5 Selon une possibilité offerte par l'invention, le système selon l'invention comprend un seuil critique de niveau de charge en particules dudit filtre nécessitant un remplacement du filtre à particules.

10 Avantageusement, la température de régénération du filtre à particules est variable en fonction de la température climatique, de l'altitude et/ou du nombre de cycles d'utilisation du filtre à particules.

Bien entendu, ce sont les paramètres principaux influant a priori sur la température de seuil de régénération mais il est bien entendu que cette liste n'est pas exhaustive et que la détermination de cette température de seuil de régénération pourra être fonction d'autres critères.

15 Avantageusement la température de régénération du filtre à particules est définie par le moyen d'analyse et de commande.

Avantageusement l'autre source motrice consiste en au moins un moteur électrique.

20 Dans le même but, la présente invention propose également un véhicule automobile hybride comportant au moins un système de pilotage tel que précédemment décrit.

25 Toujours dans le même but, la présente invention propose un procédé de pilotage de la régénération d'un filtre à particules d'un véhicule à motorisation hybride, ayant une pluralité de stratégies de pilotage de régénération du filtre à particules combinant un pilotage d'un moteur thermique avec un pilotage d'une autre source motrice, qui sont prédéfinis dans un moyen d'analyse et de commande, chacune des stratégies de pilotage de régénération du filtre à particules, lorsque le moyen d'analyse et de commande détecte qu'une température instantanée du filtre à
30 particules est inférieure à sa température de régénération et que le niveau de charge en particules du filtre est supérieur à un niveau de charge minimal, impose au moteur thermique une limite maximale en couple à

produire pour une montée en température du filtre à particules pendant une durée prédéterminée.

Les avantages du procédé et du véhicule automobile hybride conformes à l'invention étant similaires à ceux du système de pilotage de la régénération d'un filtre à particules de véhicule à motorisation hybride énumérés plus haut, ils ne sont pas répétés ici.

D'autres aspects et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'un mode particulier de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'un véhicule hybride selon un mode de réalisation du système selon l'invention ;
- la figure 2 est un schéma illustrant quatre niveaux ou états de charge d'un filtre à particules selon un mode d'exécution du système et du procédé selon l'invention ;
- la figure 3 est un autre schéma illustrant les différentes actions ou stratégies de gestion du groupe motopropulseur en fonction d'une part de la charge du filtre à particules et de sa température ;
- la figure 4 illustre schématiquement, sur un organigramme ou un logigramme, le principe du système et du procédé selon l'invention ;
- la figure 5 illustre un exemple d'exécution d'une action ou stratégie de gestion du groupe motopropulseur dans les cas (ou phases) notés A₂ et A₄ présentés sur la figure 3 ;
- la figure 6 illustre un autre exemple d'exécution d'une action ou stratégie de gestion du groupe motopropulseur dans les cas notés A₂ et A₄ présentés sur la figure 3 ;
- la figure 7 illustre un autre exemple d'exécution d'une action ou stratégie de gestion du groupe motopropulseur dans le cas noté A₃ présenté sur la figure 3.

A nouveau, il est rappelé que l'invention est illustrée ici dans un exemple avec un véhicule hybride électrique mais la machine électrique

peut être remplacée par exemple par une technologie pneumatique ou hydraulique, de préférence hydraulique.

5 Par ailleurs, il doit être noté que la présente invention n'entend pas modifier le filtre à particules utilisé classiquement pour un véhicule à motorisation hybride, voire pour un véhicule conventionnel. En outre, l'invention ne prévoit aucune modification, ajout ou suppression, au niveau de la structure ou de l'architecture du véhicule, plus précisément dans la ligne d'échappement.

10 La figure 1 présente un véhicule automobile, pouvant servir à illustrer l'invention, comprenant par exemple les équipements et organes suivants.

Cette figure présente un véhicule hybride comportant un moteur thermique 2, qu'il soit un moteur à essence ou diesel, entraînant par un embrayage 4 piloté de manière automatique, une transmission 6 présentant différents rapports de vitesse, reliée aux roues avant motrices 8 de ce véhicule.

15 Une ligne d'échappement 50 dispose de moyens aptes à traiter les gaz d'échappement, dont notamment les imbrulés, provenant de la chambre de combustion du moteur thermique 2. Dans le cadre de la présente invention, ces moyens consistent plus particulièrement en un filtre à particules 40 de ligne d'échappement 50. Ce filtre à particules 40 peut être catalysé ou non.

20 L'arbre d'entrée de la transmission 6 recevant le mouvement de l'embrayage 4, comporte une machine électrique avant de traction 10 alimentée par une batterie basse tension de traction 12. De cette manière la machine électrique avant 10 peut délivrer un couple sur les roues motrices 8 sans passer par l'embrayage 4, en utilisant les différents rapports de vitesse proposés par la transmission 6.

25 Un chargeur embarqué 14 peut être relié par une prise extérieure 16 à un réseau de distribution d'électricité, pour recharger la batterie de traction 12 quand le véhicule est à l'arrêt. La batterie de traction 12 présente une basse tension, qui peut être par exemple de 220 ou 300 Volts (V).

La batterie de traction 12 alimente aussi une machine électrique arrière de traction 18 reliée successivement par un réducteur 20 et un système de crabotage 22, à un différentiel arrière 24 répartissant le mouvement vers les roues arrière du véhicule 26.

5 Un alternateur, également désigné alterno-démarrreur, 30 relié en permanence par une courroie 32 au moteur thermique 2, alimente un réseau de bord 34 comportant une batterie très basse tension. En complément la batterie du réseau de bord 34 peut être chargée par un convertisseur de tension continue DC/DC 36, recevant une énergie
10 électrique de la batterie de traction 12, ou d'une machine électrique avant 10 ou arrière 18 si le niveau d'énergie de cette batterie de traction est insuffisant.

Lors des freinages du véhicule ou d'un relâchement de la pédale d'accélérateur, les machines électriques 10, 18 travaillent en génératrice en délivrant un couple de freinage, pour recharger la batterie de traction
15 12 et récupérer une énergie.

Un moyen d'analyse et de commande, non représenté sur les figures annexées, contrôle le fonctionnement de ce groupe motopropulseur pour répondre aux demandes du conducteur tout en optimisant les
20 consommations d'énergie et les émissions de gaz polluants selon des stratégies classiques.

Dans cet exemple d'exécution, la batterie de traction 12 constitue le stockeur d'énergie selon l'invention tandis que l'ensemble formé par la machine électrique avant de traction 10 et la machine électrique arrière de
25 traction 18 constitue l'autre source motrice (hybride) selon l'invention.

Sur la figure 2 sont visibles cinq états de charge en particules du filtre à particules 40 lors d'une charge 41 puis d'une décharge 42 d'un filtre à particules 40 de véhicule à motorisation hybride. Le passage entre chaque niveau dépend d'un seuil représentatif d'une masse en particules
30 ou d'un pourcentage de remplissage du filtre à particules 40. L'état de charge peut être calculé ou mesuré, par le moyen d'analyse et de commande, selon diverses méthodes connues de l'homme du métier.

Les niveaux (ou seuils) de charge A, B, C et D peuvent dépendre de différents paramètres, tels que par exemple l'altitude ou le vieillissement du filtre à particules 40. On peut associer un hystérésis 43 à chacun de ces seuils respectifs A à D, dont la valeur peut également dépendre de multiples paramètres. Cet hystérésis correspond à une marge représentant entre 0,5% et 10% de la valeur dudit niveau de charge.

A titre d'exemple, les valeurs suivantes sont considérées pour les différents niveaux ou seuils de charge, le décalage pour chaque niveau/seuil étant considéré équivalent pour chaque niveau/seuil et égal à 0,8 gramme (gr) :

- le niveau/seuil A est égal à 2,5 gr ;
- le niveau/seuil B est égal à 3,5 gr ;
- le niveau/seuil C est égal à 4 gr ; et
- le niveau/seuil D est égal à 6 gr.

Les seuils d'hystérésis 43 peuvent s'intercaler, ainsi certains niveaux de charge peuvent ne pas apparaître lors d'une charge 41 ou décharge 42. Evidemment, dans un tel cas, l'hystérésis 43 lié à l'un des seuils A à D s'avère variable pour au moins deux seuils consécutifs, l'une des marges formées par cet hystérésis 43 de l'un de ces deux seuils étant suffisamment important pour inclure l'autre niveau/seuil de charge.

Pour qu'il y ait une combustion des particules, la température instantanée du filtre à particules 40 doit être supérieure à un seuil de température de régénération T (non représenté). Ce seuil de température de régénération T peut dépendre de plusieurs paramètres, dont en particulier la température climatique ou extérieure, l'altitude et/ou le vieillissement (ou le nombre de cycles d'utilisation) du filtre à particules 40. On peut associer un hystérésis à ce seuil de température de régénération T, dont la valeur ou la marge peut également dépendre de multiples paramètres.

A titre d'exemple, on considère ici que le seuil de température est égal à 600°C (degré Celsius).

Le tableau représenté sur la figure 3 représente la combinatoire entre l'état ou le niveau de charge du filtre à particules 40 entre les

niveaux de charge A, B, C, D et sa capacité à s'auto-régénérer. L'axe des abscisses principal, repéré par « niveau de charge (g) » sur la figure 3, indique un niveau de charge en particules croissant de gauche à droite. Ainsi, entre l'origine du repère et le niveau noté A, le filtre à particules est considéré comme vide soit non chargé en particules. Entre le niveau noté A et le niveau noté B, le filtre à particules est considéré comme faiblement chargé en particules. Entre le niveau noté B et le niveau noté C, le filtre à particules est considéré comme chargé en particules. Entre le niveau noté C et le niveau noté D, le filtre à particules est considéré comme très chargé en particules. Enfin, après le niveau noté D, le filtre à particules est considéré comme critiquelement chargé en particules.

La figure 3 présente en outre un second axe des abscisses noté « Température (°C) », qui ne représente pas une température croissante de gauche à droite, mais qui schématise une division en deux parties de chaque intervalle entre deux niveaux de charge A, B, C, D consécutifs, précédemment décrits et notés par « vide, faible, chargé, très chargé, critique ». La première partie désignée « faible » correspond à une température instantanée du filtre 40 inférieure à la susdite température de régénération T, et la deuxième partie désignée « élevée » correspond à une température instantanée du filtre 40 supérieure à la température de régénération T.

L'invention utilise les mesures de température instantanée du filtre à particules 40 et celles relatives à son niveau de charge en particules pour déterminer quelle stratégie adoptée afin de régénérer le filtre à particules 40, tout en optimisant la combustion de carburant fossile, c'est-à-dire en utilisant au minimum le moteur thermique 2.

Ainsi, dans le mode d'exécution choisi ici pour illustrer l'invention, sept stratégies A_0 à A_6 sont définis et en fonction de chacune d'elle, une réponse appropriée va être mise en œuvre par le système selon l'invention.

On notera dans tout le texte de ce document, et par soucis de clarté, que les références A_0 à A_6 sont confondues avec leur désignation. Ainsi, une première stratégie A_0 correspondant à une première phase A_0 sera

désignée par stratégie A_0 ou phase A_0 , une deuxième stratégie A_1 correspondant à une deuxième phase A_1 sera désignée par stratégie A_1 ou phase A_1 , et ainsi de suite. Chaque phase correspond à une situation particulière décrite ci-dessous.

5 On appliquera la même simplification pour les seuils ou niveaux de charges en particules A, B, C, D, qui deviennent seuil A, seuil B et ainsi de suite.

 La figure 3 a également un troisième axe des abscisses noté « action GMP » et désignant les stratégies ou phases A_0 à A_6 en fonction des
10 seuils A, B, C, D et de la température du filtre à particules 40 selon qu'elle est en dessous ou au-dessus de la température de régénération T.

 Dans la phase A_0 , le filtre à particules 40 est vide, ou faiblement chargé (en particules) et froid (à une température inférieure à la température de régénération T). Dans cette situation, le système et
15 procédé selon l'invention n'applique aucun levier (ou stratégie) au groupe motopropulseur.

 On comprendra par groupe motopropulseur dans tout le texte de ce document, l'ensemble des moteurs contribuant à la traction du véhicule hybride.

20 Dans la phase A_1 , le filtre à particules 40 est faiblement chargé en particules et suffisamment chaud (température supérieure à la température de régénération T) pour s'auto-régénérer en cas d'apport d'oxygène. La stratégie A_1 du système selon l'invention pour le groupe motopropulseur associée à cet phase A_1 est de démarrer et de coupler le
25 moteur thermique 2, s'il ne l'était pas déjà, aux roues du véhicule, et en cas de décélération du véhicule suffisamment importante demandée par le conducteur qui correspond à une demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur négative, la stratégie A_1 mettra le
30 moteur en mode de coupure injection. La coupure injection consiste en un système qui coupe l'arrivée du carburant à la pompe à injection du moteur. Cette phase de coupure injection permettra l'apport de l'oxygène dans le filtre à particules 40 et donc d'amorcer sa régénération.

Dans les phases A_2 et A_4 , le filtre à particules 40 est chargé ou très chargé et n'est pas suffisamment chaud pour s'auto-régénérer en cas d'apport d'oxygène, sa température étant inférieure à la température de régénération T. L'objectif du système et du procédé selon l'invention est donc de chauffer le filtre à particules 40 le plus rapidement possible.

Ainsi, au niveau du groupe motopropulseur, le moteur thermique 2 est démarré et couplé aux roues. Le moyen d'analyse et de commande impose au moteur thermique une limite maximale en couple à produire pour une montée en température du filtre à particules pendant une durée prédéterminée.

Ainsi, en cas de faible demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur, la pédale d'accélération n'étant pas suffisamment enfoncée, le moteur thermique réalise une recharge électrique de la batterie de traction 12, l'autre source motrice 10, 18 assurant la traction du véhicule.

Pour chauffer le filtre à particule, les stratégies A_2 et A_4 imposent donc au moteur thermique la limite maximale en couple à produire pour une montée en température du filtre à particules pendant une durée prédéterminée.

Cette limite maximale en couple correspond à un faible couple à ne pas franchir, et non pas au couple maximal que peut produire le moteur thermique 2. Cette limite maximale en couple est suffisamment faible pour autoriser le moteur thermique à rester sur des points de fonctionnement optimaux vis-à-vis de sa consommation en carburant et de ses émissions polluantes, tout en permettant la montée en température du filtre à particules.

Cette limite maximale en couple à produire pour une montée en température du filtre à particules 40 correspond à un point de fonctionnement du moteur thermique 2 à rendement optimal.

La phase A_3 correspond au filtre à particules chargé et dont sa température est supérieure à la température de régénération T.

La phase A_5 correspond au filtre à particules très chargé et dont sa température est supérieure à la température de régénération T.

La phase A_6 correspond au filtre à particules trop chargé, et donc un chargement critique, et dont sa température est supérieure ou inférieure à la température de régénération T . Le seuil D est donc un niveau ou seuil de charge critique en particules du filtre nécessitant un remplacement du
5 filtre à particules 40. La stratégie A_6 ne provoquera donc pas une régénération de ce filtre à particules 40 sous peine de l'endommager. La stratégie A_6 indiquera au conducteur la nécessité de remplacer le filtre à particules.

10 La figure 4 illustre le principe du système et du procédé selon l'invention. Sur cette figure, les termes GMP et GPF illustrent respectivement le groupe motopulseur et le filtre à particules 40.

Cet organigramme présente les réponses apportées par le système et le procédé selon l'invention en fonction des stratégies A_0 à A_6 définies
15 en lien avec la figure 3.

Ainsi, lorsque le niveau de charge du filtre à particules 40 est inférieur au seuil A , ou supérieur au seuil D , on n'envisage aucune action GMP spécifique et cela correspond respectivement à la stratégie A_0 et A_6 précédemment décrites.

20 Lorsque ce niveau de charge est compris entre le seuil A et le seuil D , on compare la température instantanée du filtre à particules 40 à la température de régénération T . Si cette température instantanée est au moins égale à la température de régénération T , le système ou procédé réalise la régénération du filtre 40 soit :

- 25 - si la demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur le permet, la coupure d'injection de carburant du moteur thermique 2, c'est la stratégie A_1 ,
- soit par une coupure impérative d'injection de carburant pour envoyer plus d'oxygène au niveau du filtre à particules 40 et
30 permettre sa régénération, c'est la stratégie A_3 ,
- ou encore sans action particulière sur le groupe motopulseur, c'est la stratégie A_5 : La coupure de l'injection de carburant est interdite.

Si, au contraire, la température instantanée du filtre à particules 40 est inférieure à la température de seuil de régénération T pour sa régénération, on cherche à chauffer le filtre à particules :

- 5 - de façon impérative. C'est l'action de la stratégie A_4 sur le moteur thermique,
- ou opportuniste en fonction de la demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur, c'est la stratégie A_2 .

Les figures 5 et 6 illustrent respectivement une situation dans laquelle la ou les batteries ne sont pas pleines et peuvent encore stocker de l'électricité, et une situation dans laquelle les batteries du véhicule sont pleinement chargées et ne peuvent accepter un complément de charge électrique.

Par exemple, pour chauffer le filtre à particules 40, on impose la limite maximale en couple à produire au moteur thermique 2, par exemple de 100 Nm (Newton mètre). Pour respecter l'interprétation de la demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur, désignée par IVC sur les figures, l'autre source motrice complète le couple manquant.

Sur la figure 5, l'autre source motrice ici la machine électrique, prélève de façon dégressive du couple moteur thermique noté CMOT sur les figures 5 à 7, jusqu'à deux secondes, pour charger les batteries afin que le moteur thermique 2 puisse réaliser la limite maximale en couple à produire de 100 Nm. Comme cela est visible sur cette figure, à partir de deux secondes, la demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur est supérieure à la limite maximale en couple à produire. De ce fait la machine électrique (sur les figures 5 à 7, le couple électrique est noté C_{elec}) ne prélève plus de couple au moteur thermique 2. Par ce biais, l'utilisation du couple moteur thermique se fait au juste nécessaire.

Durant l'exécution du mode de réalisation représenté sur la figure 5, le moteur thermique 2 a chauffé le filtre à particules 40.

Sur la figure 6, la limitation de la machine électrique est défini à -50 Nm étant donné que le couple électrique est saturé (la batterie électrique étant pleine, elle ne peut plus recevoir/stocker d'énergie). La demande de

puissance motrice instantanée de la part du conducteur étant prioritaire sur le besoin de chauffe du filtre à particules 40, on ne peut pas satisfaire la limite maximale en couple à produire requis pour la chauffe (soit ici 100 Nm) entre zéro et une seconde.

5 Dans la phase A₃, le filtre à particules 40 est chargé et suffisamment chaud pour s'auto-régénérer en cas d'apport d'oxygène. L'objectif est ici à nouveau d'apporter le maximum d'oxygène au filtre à particules 40, autrement dit, suivant une option préférée, il est nécessaire de réduire au maximum la contribution à la traction du véhicule du couple moteur thermique. Le moyen d'analyse et de commande tente, selon une
10 première possibilité, de demander au moteur thermique 2 un couple équivalent aux couples de pertes mécaniques, c'est-à-dire un couple correspondant à une coupure d'injection de carburant, et si le moteur thermique 2 ne peut réaliser cette demande, alors la ou les machines
15 électriques réalisent la demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur et les pertes mécaniques du moteur thermique 2.

Sur la figure 7, un exemple d'une telle stratégie est représenté. Les pertes du moteur thermique 2 sont considérées ici de -25 Nm. Après 3,5 secondes, la machine/moteur électrique est saturé du fait d'une demande
20 de puissance motrice instantanée de la part du conducteur importante et le moteur thermique 2 réalise le complément de couple pour satisfaire l'IVC.

Dans l'hypothèse où la demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur devient trop importante, on applique la stratégie
25 des phases A₂ et A₄ décrite précédemment.

Dans la phase A₅, le filtre à particules 40 est très chargé et suffisamment chaud pour s'auto-régénérer en cas d'apport d'oxygène. Dans ce cas, le niveau de charge du filtre à particules 40 est très important, l'apport d'oxygène via la coupure injection peut entraîner une
30 combustion très importante et une montée en température instantanée du filtre à particules 40 trop importante. La coupure injection (en carburant) est donc interdite. L'apport d'oxygène se fera à l'aide d'une stratégie

utilisée dans les applications conventionnelles telle que la combustion en mélange pauvre en carburant.

5 Dans la phase A₆, le filtre à particules 40 est quasiment colmaté, la stratégie A₆ crée alerte visuelle et/ou sonore informe le conducteur qu'une intervention chez un professionnel est nécessaire. la stratégie A₆ va en outre interdire l'apport d'oxygène.

REVENDEICATIONS

1. Système de pilotage de la régénération d'un filtre à particules de véhicule à motorisation hybride, comportant :

- 5
- un moteur thermique (2) ;
 - au moins une autre source motrice (10, 18) ;
 - un filtre à particules (40) du gaz d'échappement dudit moteur thermique (2), le filtre (40) présentant une température de régénération destinée à permettre la combustion desdites

10

 - particules et étant chauffé lors de l'utilisation du moteur thermique (2) ; et
 - un moyen d'analyse et de commande apte à déterminer une température instantanée du filtre à particules (40) et un niveau de charge en particules dudit filtre (40) ;

15

caractérisé en ce qu'une pluralité de stratégies de pilotage de régénération du filtre à particules (A_2 , A_4) combinant un pilotage du moteur thermique (2) avec un pilotage de l'autre source motrice (10, 18) sont prédéfinis dans le moyen d'analyse et de commande, chacune desdites

20

stratégies de pilotage de régénération du filtre à particules (A_2 , A_4), lorsque le moyen d'analyse et de commande détecte que la température instantanée du filtre à particules (40) est inférieure à la température de régénération et que le niveau de charge en particules dudit filtre (40) est supérieur à un niveau de charge minimal (A), imposant audit moteur thermique (2) une limite maximale en couple à produire pour une montée

25

en température du filtre à particules pendant une durée prédéterminée.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite limite maximale en couple à produire pour une montée en température du filtre à particules correspond à un point de fonctionnement du moteur thermique (2) à rendement optimal.

30

3. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les stratégies de pilotage de régénération du filtre à particules (A_2 , A_4) sont établies en fonction d'une pluralité de seuils de niveau de charge en particules (A, B, C, D) du filtre à particules (40), d'une

demande de puissance motrice instantanée de la part du conducteur, de la température instantanée dudit filtre (40), et d'une sollicitation maximum de l'autre source motrice (10, 18).

5 4. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les seuils de niveau de charge en particules (A, B, C, D) sont prédéfinis dans le moyen d'analyse et de commande.

10 5. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la valeur d'au moins un seuil de niveau de charge en particules (A, B, C, D) du filtre à particules (40) présente un hystérésis (43) destiné à confirmer la détermination, par le moyen d'analyse et de commande, dudit niveau de charge (A, B, C ou D).

15 6. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la température de régénération du filtre à particules (40) est variable en fonction de la température climatique, de l'altitude et/ou du nombre de cycles d'utilisation du filtre à particules (40).

20 7. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la température de régénération du filtre à particules (40) est définie par le moyen d'analyse et de commande.

8. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'autre source motrice (10, 18) consiste en au moins un moteur électrique.

25 9. Véhicule automobile hybride, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un système de pilotage selon l'une quelconque des revendications précédentes.

30 10. Procédé de pilotage de la régénération d'un filtre à particules d'un véhicule à motorisation hybride, caractérisé en ce qu'une pluralité de stratégies de pilotage de régénération du filtre à particules (A₂, A₄) combinant un pilotage d'un moteur thermique (2) avec un pilotage d'une autre source motrice (10, 18) sont prédéfinis dans un moyen d'analyse et de commande, chacune desdites stratégies de pilotage de régénération du filtre à particules (A₂, A₄), lorsque le moyen d'analyse et de commande

détecte qu'une température instantanée du filtre à particules (40) est inférieure à sa température de régénération et que le niveau de charge en particules dudit filtre (40) est supérieur à un niveau de charge minimal (A), impose audit moteur thermique (2) une limite maximale en couple à produire pour une montée en température du filtre à particules pendant une durée prédéterminée.

Fig. 1

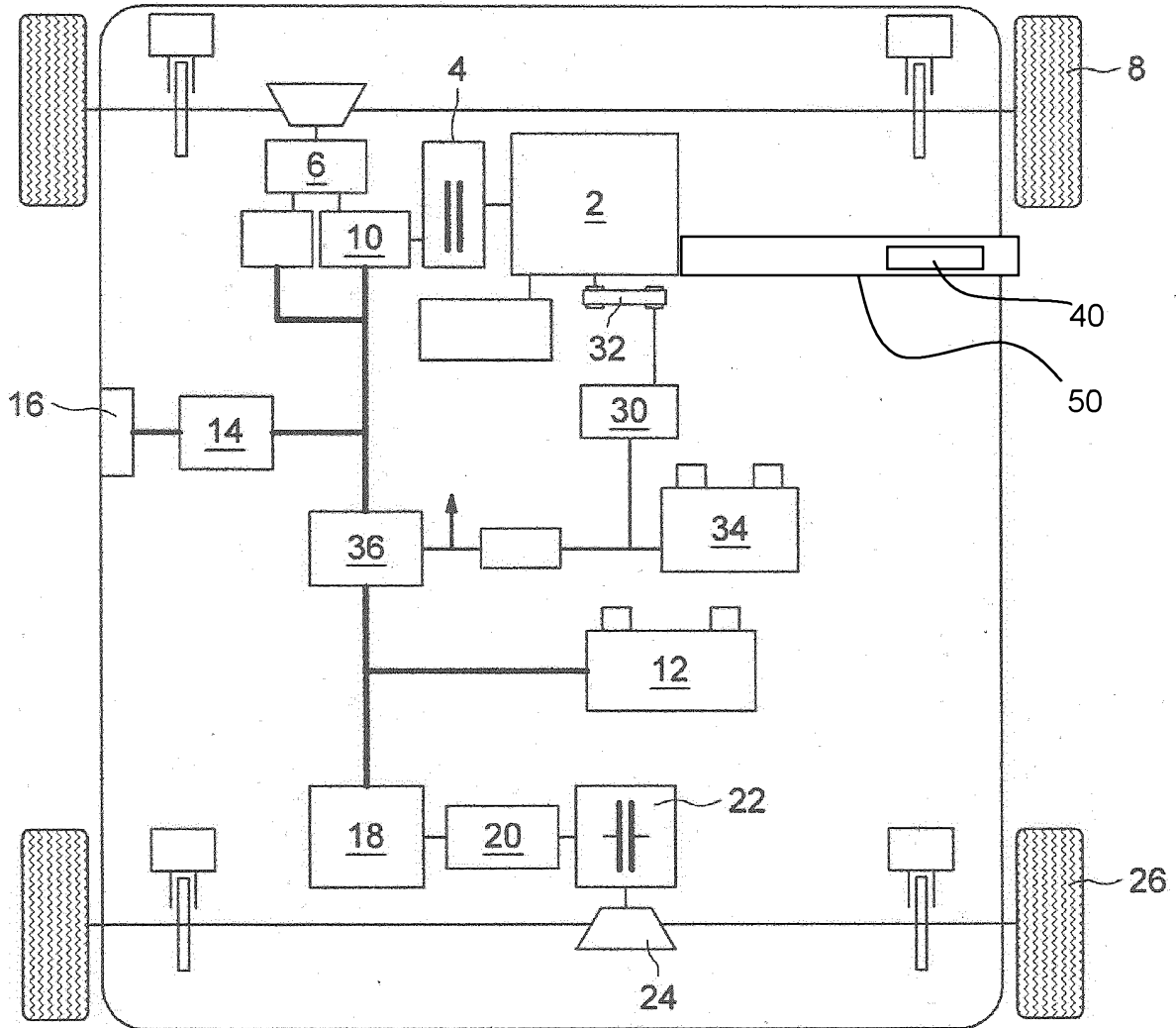


Fig. 2

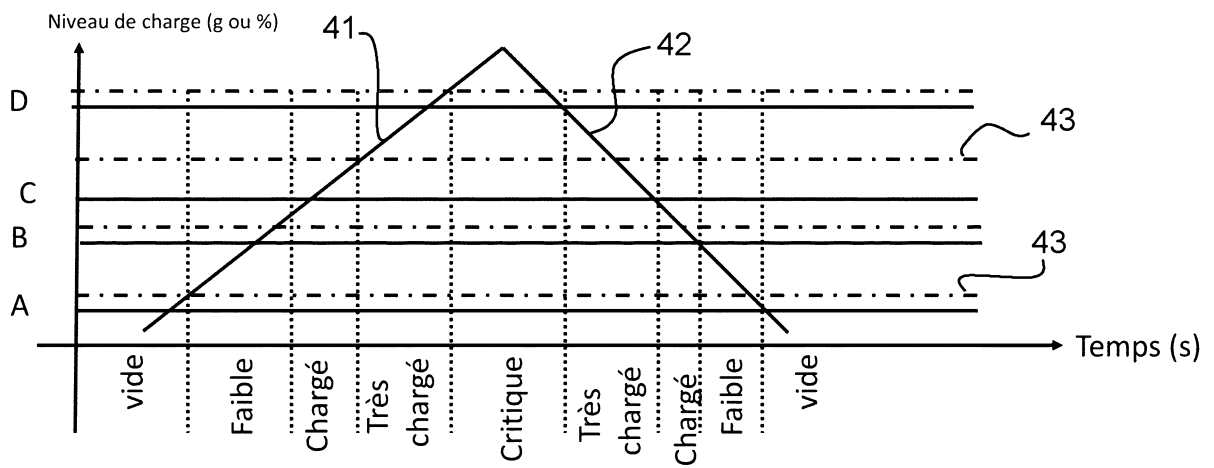


Fig. 3

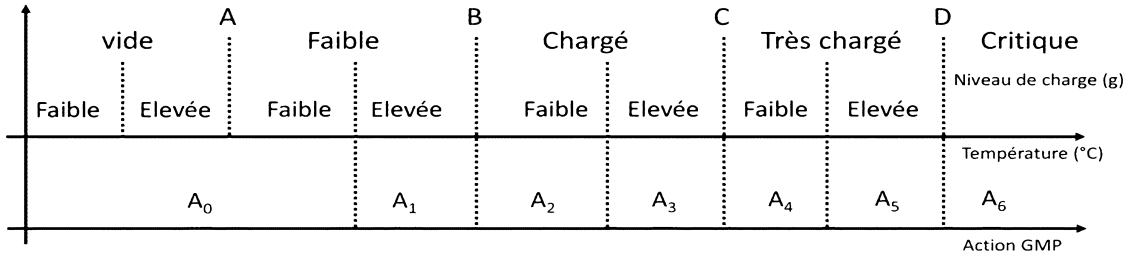


Fig. 4

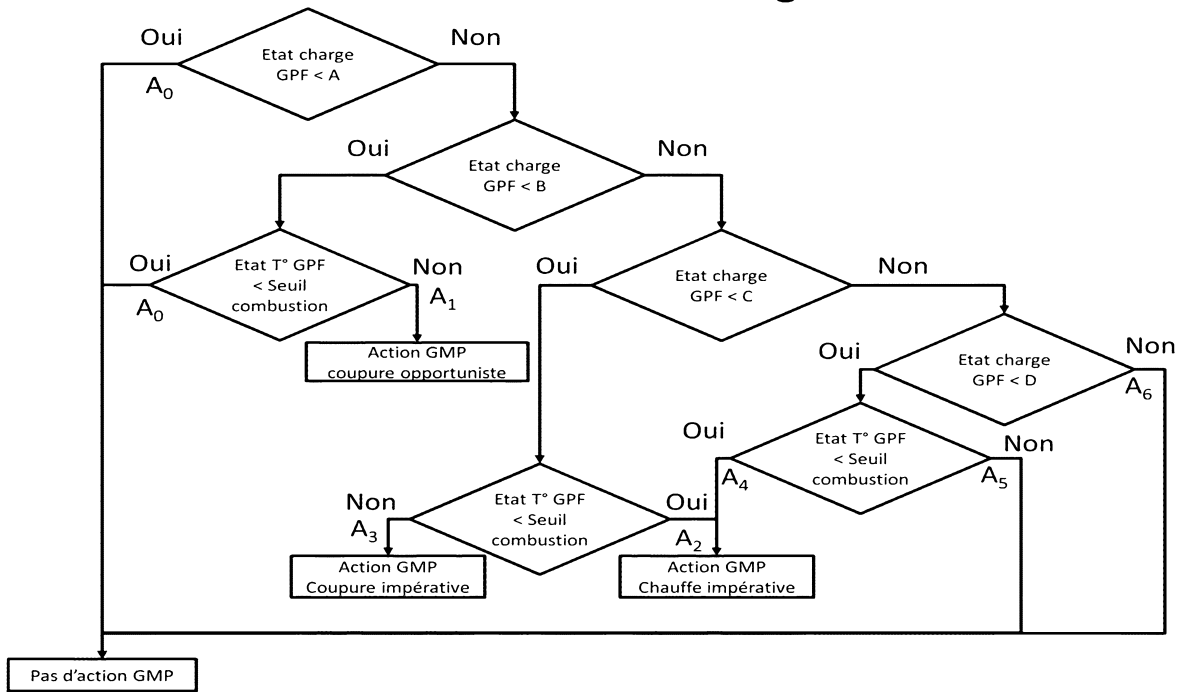


Fig. 5

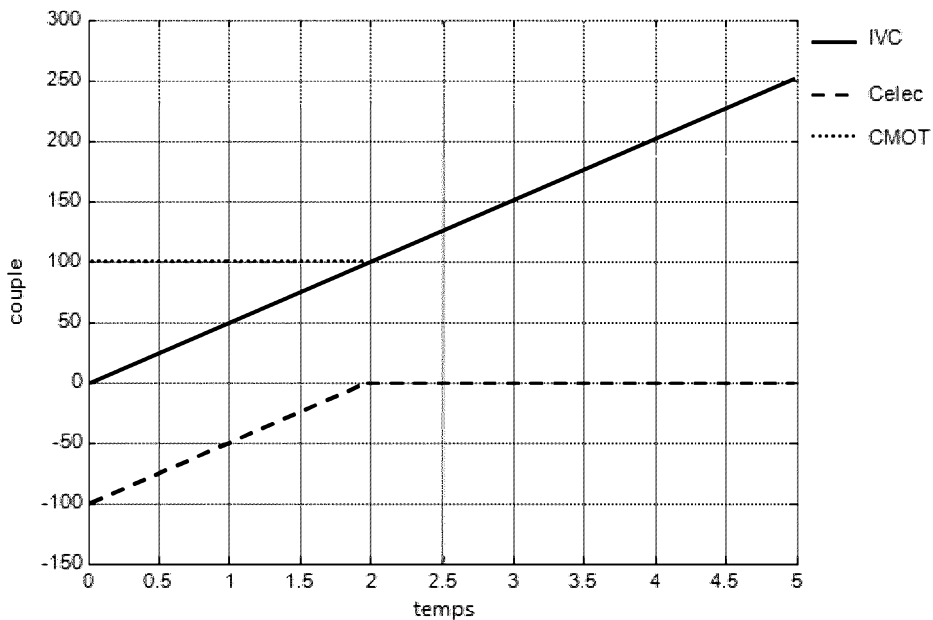


Fig. 6

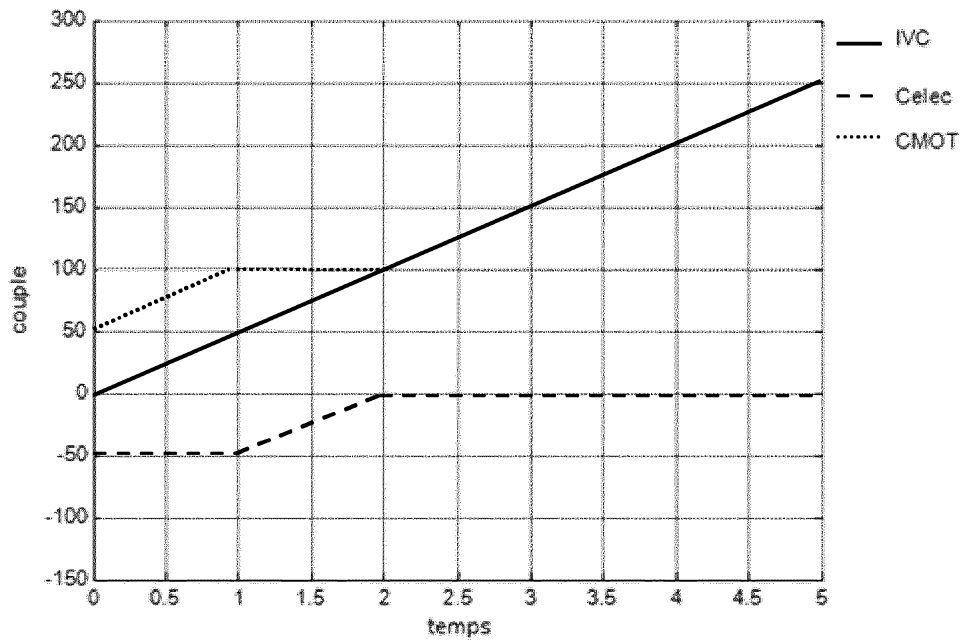
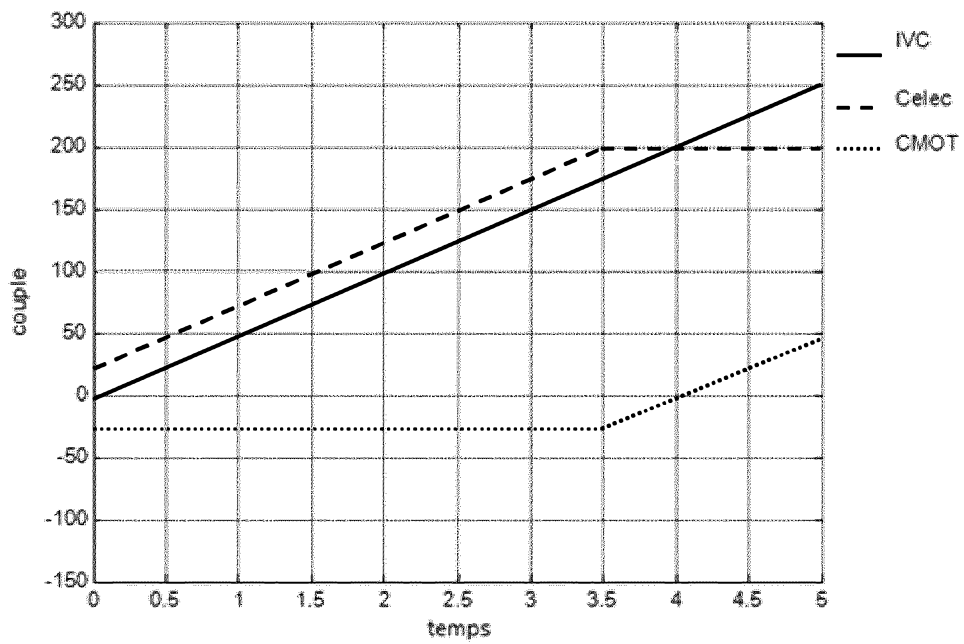


Fig. 7





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 848912
FR 1850614

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 6 901 751 B2 (CUMMINS INC [US]) 7 juin 2005 (2005-06-07)	1,4,5, 7-10	F02D28/00 F02D41/30
Y	* colonne 15, ligne 5 - colonne 16, ligne 7; figures 5-6,9-10 *	3,6	F01N3/023

X	DE 10 2007 015875 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 9 octobre 2008 (2008-10-09)	1,2,7-10	
Y	* alinéa [0003]; revendications 1,4; figure 2 * * alinéa [0016] - alinéa [0017] *	3,6	

X	US 2007/204594 A1 (ISHII HIROSHI [JP]) 6 septembre 2007 (2007-09-06)	1,10	
Y	* alinéa [0061] - alinéa [0062]; figures 11,12,28 * * alinéa [0069] - alinéa [0091] * * alinéa [0120] - alinéa [0121] *	3	

X	DE 10 2014 220860 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 21 avril 2016 (2016-04-21)	1,2	
Y	* alinéa [0048] - alinéa [0049]; figures 3-5 * * alinéa [0106] - alinéa [0126]; revendications 1,4 *	3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F02D B60W

Y	DE 10 2011 112343 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 7 mars 2013 (2013-03-07) * le document en entier *	6	

X	GB 2 344 059 A (ROVER GROUP [GB]) 31 mai 2000 (2000-05-31) * le document en entier *	1-10	

X	FR 2 919 665 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 6 février 2009 (2009-02-06) * alinéa [0021] - alinéa [0024]; revendication 1; figures 3-4 *	1	

	-/--		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 octobre 2018		Rocabruna Vilardell	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche
N° d'enregistrement
nationalFA 848912
FR 1850614

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 4 335 429 A (KAWAKATSU SHIRO) 15 juin 1982 (1982-06-15) * colonne 3, ligne 59 - colonne 5, ligne 26; figure 2 * * colonne 13, ligne 19 - ligne 28 * * colonne 14, ligne 42 - ligne 49 *	2	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
X	EP 2 036 793 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 18 mars 2009 (2009-03-18) * alinéa [0097] - alinéa [0104] *	1	
X	FR 2 816 664 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 17 mai 2002 (2002-05-17) * page 3; revendication 1 *	1	
X	FR 2 920 474 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]) 6 mars 2009 (2009-03-06) * alinéa [0021] - alinéa [0024]; revendications 5-7 *	1	
X	US 2016/153329 A1 (KIM MINSU [KR]) 2 juin 2016 (2016-06-02) * alinéa [0041] - alinéa [0043]; figure 2 * * alinéa [0070] - alinéa [0071] *	1	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 octobre 2018		Rocabruna Vilardell	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1850614 FA 848912**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **05-10-2018**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
US 6901751	B2	07-06-2005	GB 2384728 A US 2003145582 A1 US 2004237513 A1	06-08-2003 07-08-2003 02-12-2004
DE 102007015875	A1	09-10-2008	DE 102007015875 A1 WO 2008119589 A1	09-10-2008 09-10-2008
US 2007204594	A1	06-09-2007	AUCUN	
DE 102014220860	A1	21-04-2016	AUCUN	
DE 102011112343	A1	07-03-2013	AUCUN	
GB 2344059	A	31-05-2000	AUCUN	
FR 2919665	A1	06-02-2009	AUCUN	
US 4335429	A	15-06-1982	JP S6157204 B2 JP S55127221 A US 4335429 A	05-12-1986 01-10-1980 15-06-1982
EP 2036793	A2	18-03-2009	CN 101362439 A EP 2036793 A2 JP 4973374 B2 JP 2009041403 A US 2009043437 A1	11-02-2009 18-03-2009 11-07-2012 26-02-2009 12-02-2009
FR 2816664	A1	17-05-2002	AUCUN	
FR 2920474	A1	06-03-2009	AUCUN	
US 2016153329	A1	02-06-2016	CN 105649718 A DE 102015111132 A1 KR 20160066243 A US 2016153329 A1	08-06-2016 02-06-2016 10-06-2016 02-06-2016