

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.03.20.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 10.09.21 Bulletin 21/36.

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) : VITESCO TECHNOLOGIES GmbH—FR.

72 Inventeur(s) : POURNAIN Aymeric et COUTEAUX Julien.

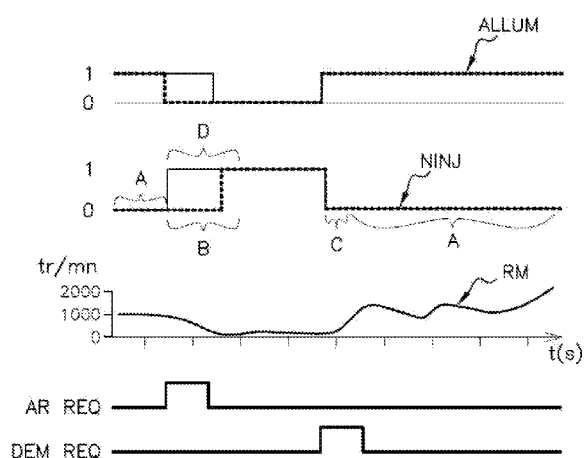
73 Titulaire(s) : VITESCO TECHNOLOGIES GmbH.

74 Mandataire(s) : VITESCO TECHNOLOGIES FRANCE SAS.

54 Calculateur moteur et procédé de commande d'un moteur associé.

57 L'invention concerne un contrôleur moteur (1) et un procédé de commande associé d'un moteur à combustion interne comprenant un ensemble de cylindres et pour chaque cylindre au moins un injecteur adapté pour injecter du carburant dans le cylindre, une soupape d'admission d'air dans le cylindre et au moins une bougie d'allumage adaptée pour initier la combustion du carburant présent dans le cylindre, le moteur à combustion interne comprenant en outre un catalyseur trois voies de gaz d'échappement. Le contrôleur moteur est configuré, lorsqu'une requête d'arrêt moteur est émise, pour :- Commander un arrêt de l'allumage de chaque bougie d'allumage (S31), - Commander, après l'arrêt de l'allumage de chaque bougie d'allumage, une injection de carburant à un instant déterminé du cycle moteur pendant un nombre prédéterminé de cycles moteur avant l'arrêt physique du moteur (S32), l'instant déterminé étant choisi de sorte que la soupape d'admission est fermée lors de l'injection du carburant dans le cylindre.

Figure de l'abrégé : Figure 3a



Description

Titre de l'invention : Calculateur moteur et procédé de commande d'un moteur associé

Domaine technique

[0001] L'invention concerne un calculateur moteur et un procédé de commande d'un moteur à combustion interne.

Technique antérieure

[0002] Dans les véhicules à essence, des catalyseurs trois voies sont utilisés pour réduire la quantité de polluants (hydrocarbures, monoxyde de carbone et oxydes d'azote) présents dans les gaz d'échappement.

[0003] Lors des phases de décélération, le mélange air/carburant est pauvre en carburant et contient donc une grande quantité de dioxygène qui est emmagasinée dans le catalyseur. La présence de cette grande quantité de dioxygène dans le catalyseur empêche le catalyseur trois voies de fonctionner correctement et de réduire efficacement la quantité d'oxyde d'azote présente dans les gaz d'échappement lors du redémarrage du moteur.

[0004] Il est connu, par exemple lorsque le mode automatique « stop and start » est activé, d'injecter au redémarrage du carburant en surplus afin de réduire la quantité de dioxygène emmagasinée par le catalyseur et de rétablir une bonne efficacité du catalyseur pour la réduction des oxydes d'azote présents dans les gaz d'échappement comme décrit dans le document JP200054826A1.

[0005] Jusqu'à présent, cette méthode était suffisante pour rétablir un bon régime de fonctionnement du catalyseur. Cependant, les normes gouvernementales anti-pollution ayant évolué, la quantité de polluants résiduelle en sortie du catalyseur est trop élevée pour répondre aux normes gouvernementales anti-pollution actuelles.

Exposé de l'invention

[0006] Un but de la présente invention est donc de réduire la quantité de polluants en sortie d'un catalyseur trois voies d'un moteur à essence lors du redémarrage automatique du moteur notamment.

[0007] Un autre but de la présente invention est de réduire la quantité d'oxyde d'azote produite par le véhicule lors du redémarrage.

[0008] Un autre but de la présente invention est de réduire la quantité de carburant utilisée pour réduire la quantité de dioxygène emmagasinée dans le catalyseur trois voies.

[0009] Il est proposé un contrôleur moteur d'un moteur à combustion interne comprenant un ensemble de cylindres et pour chaque cylindre au moins un injecteur adapté pour injecter du carburant dans le cylindre, une soupape d'admission d'air dans le cylindre

et au moins une bougie d'allumage adaptée pour initier la combustion du carburant dans le cylindre, le moteur à combustion interne comprenant en outre un catalyseur trois voies de gaz d'échappement. Le contrôleur moteur est en outre configuré, lors d'un arrêt moteur pour :

- commander un arrêt de l'allumage de chaque bougie d'allumage, et
- commander, après l'arrêt de l'allumage de chaque bougie d'allumage, une injection de carburant à un instant déterminé du cycle moteur pour au moins un cylindre respectif pendant un nombre prédéterminé de cycles moteur avant l'arrêt physique du moteur, l'instant déterminé étant choisi de sorte que la soupape d'admission est fermée lors de l'injection du carburant dans le cylindre.

[0010] Selon un autre aspect, il est proposé un moteur à combustion interne comprenant un ensemble de cylindres et pour chaque cylindre au moins un injecteur adapté pour injecter du carburant dans le cylindre, une soupape d'admission d'air dans le cylindre et au moins une bougie d'allumage adaptée pour initier la combustion du carburant dans le cylindre, le moteur à combustion interne comprenant en outre un catalyseur trois voies de gaz d'échappement. Le moteur comprend en outre un contrôleur moteur tel que décrit précédemment.

[0011] Selon un autre aspect, il est proposé un procédé de commande d'un moteur à combustion interne comprenant un ensemble de cylindres et pour chaque cylindre au moins un injecteur adapté pour injecter du carburant dans le cylindre, une soupape d'admission d'air dans le cylindre et au moins une bougie d'allumage adaptée pour initier la combustion du carburant dans le cylindre, le moteur à combustion interne comprenant en outre un catalyseur trois voies de gaz d'échappement, le procédé étant mis en œuvre par un contrôleur moteur et comprenant, lors d'un arrêt moteur, les étapes suivantes :

- commande d'un arrêt de l'allumage de chaque bougie d'allumage,
- commande, après l'arrêt de l'allumage de chaque bougie d'allumage, d'une injection de carburant à un instant déterminé du cycle moteur pour au moins un cylindre respectif pendant un nombre prédéterminé de cycles moteur avant l'arrêt physique du moteur, l'instant déterminé étant choisi de sorte que la soupape d'admission est fermée lors de l'injection du carburant dans le cylindre.

[0012] Selon un autre aspect, il est proposé un programme informatique comportant des instructions pour la mise en œuvre de tout ou partie d'un procédé tel que défini dans les présentes lorsque ce programme est exécuté par un processeur. Selon un autre aspect de l'invention, il est proposé un support d'enregistrement non transitoire, lisible par un ordinateur, sur lequel est enregistré un tel programme.

[0013] Les caractéristiques exposées dans les paragraphes suivants peuvent, optionnellement, être mises en œuvre. Elles peuvent être mises en œuvre indépendamment

les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- [0014] Dans un mode de réalisation, la commande d'injection de carburant et la commande d'arrêt de l'allumage sont mises en œuvre dans un même cycle moteur.
- [0015] Dans un mode de réalisation, le contrôleur moteur est configuré pour obtenir une estimation d'une quantité de dioxygène présente dans le catalyseur après émission de la requête d'arrêt moteur et pour commander l'injection, à chaque cycle moteur, d'une quantité de carburant déterminée dans au moins un cylindre en fonction de la quantité de dioxygène estimée.
- [0016] Dans un mode de réalisation, le contrôleur moteur est en outre configuré pour obtenir une estimation d'une efficacité du catalyseur et pour déterminer la quantité de carburant à injecter à chaque cycle moteur en fonction de l'efficacité du catalyseur estimée.
- [0017] Dans un mode de réalisation, le contrôleur moteur est en outre configuré pour obtenir une estimation d'une température du catalyseur et pour déterminer la quantité de carburant à injecter à chaque cycle moteur en outre en fonction de la température du catalyseur.
- [0018] Dans un mode de réalisation, l'instant d'injection du carburant se trouve, pour chaque cylindre, entre un point mort haut et un point mort bas d'une phase de détente.

Brève description des dessins

- [0019] D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse des dessins annexés, sur lesquels :
- [0020] [fig.1] représente un contrôleur moteur selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [0021] [fig.2] illustre un procédé de commande d'un moteur selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [0022] [fig.3a] représente un chronogramme comprenant des indicateurs d'injection et d'allumage pour différents modes de contrôle du moteur décrits en référence à la figure 2 ;
- [0023] [fig.3b] représente une comparaison d'un taux d'oxyde d'azote NOX et d'un rapport air/carburant mesuré pour des modes de contrôle du moteur décrits en référence aux figures 2 et 3A ;
- [0024] [fig.4] illustre un instant d'injection de carburant en fonction du cycle moteur selon un mode de réalisation de l'invention.

Description des modes de réalisation

- [0025] Les dessins et la description ci-après contiennent, pour l'essentiel, des éléments de caractère certain. Ils pourront donc non seulement servir à mieux faire comprendre la présente invention, mais aussi contribuer à sa définition, le cas échéant.
- [0026] Il est maintenant fait référence à la figure 1.

- [0027] La figure 1 représente de manière schématique un contrôleur moteur 1. Le contrôleur moteur 1 comprend un calculateur 11, par exemple un microprocesseur, un micro-contrôleur ou un processeur, et une mémoire 12 apte à stocker des instructions de programme informatique permettant au calculateur de mettre en œuvre notamment les étapes du procédé décrit ci-dessous. Le contrôleur moteur est apte à gérer différents modes de contrôle du moteur en fonction d'informations transmises par différents capteurs et à commander le moteur par le biais de différents actionneurs.
- [0028] En particulier, le contrôleur moteur 1 est apte à communiquer avec une pluralité de capteurs et d'actionneurs 2, 3, 4, 5 via des interfaces de communication dédiées 22, 23, 24, 25, respectivement. Par exemple, le contrôleur moteur 1 est apte à lire la position du vilebrequin, d'un ou plusieurs arbres à cames, d'obtenir la température et l'état du catalyseur via différents capteurs. Par ailleurs, le contrôleur moteur est également apte à commander l'injection de carburant ; l'allumage des bougies d'allumage ou la quantité de carburant à injecter par le biais de différents actionneurs notamment.
- [0029] La figure 2 illustre un procédé de commande d'un moteur à combustion interne selon un mode de réalisation de l'invention. Le procédé est mis en œuvre par le contrôleur moteur qui gère différents modes de fonctionnement du moteur en lisant les valeurs de différents capteurs et en contrôlant différents actionneurs. Les différents modes de fonctionnement du moteur sont gérés par le contrôleur moteur par le biais de différents modes de contrôle. Avantagusement, ces modes de contrôle sont prédéfinis lors d'une étape de configuration du contrôleur moteur et mis en œuvre lorsque des conditions d'activation sont remplies.
- [0030] On considère ici par exemple que le moteur est dans un mode de fonctionnement initial correspondant à une phase de roulage lors duquel la combustion du mélange air/carburant est permise. On considère que c'est le cas si au moins une bougie d'allumage d'un cylindre du moteur est allumée ou actionnée. Le contrôleur moteur est alors configuré pour contrôler le moteur selon un mode de contrôle A.
- [0031] Selon un mode de réalisation, le contrôleur moteur vérifie lors d'une étape S10 si une requête d'arrêt moteur a été émise. Si une requête d'arrêt moteur est émise, on peut, selon un mode de réalisation, vérifier, lors d'une étape S20 si d'autres conditions d'activation supplémentaires sont vérifiées. Par exemple, on peut vérifier si la température du catalyseur appartient à une plage nominale autorisée et/ou si le catalyseur n'est pas défectueux. Si c'est le cas, on met en œuvre une étape S30 d'arrêt moteur selon un mode de contrôle spécifique B. L'étape S20 comprend donc une sous-étape d'obtention de la température du catalyseur et une sous-étape d'obtention de l'état de fonctionnement du catalyseur par le biais de capteurs adaptés. On notera que lorsque le mode de contrôle spécifique B d'arrêt moteur est activé, il peut être interrompu lorsque l'une des conditions supplémentaires de l'étape S20 n'est plus vérifiée.

- [0032] Dans ce mode de contrôle spécifique B, le contrôleur moteur commande, dans une étape S31, un arrêt de l'allumage de chaque bougie dans chaque cylindre, en commandant par exemple l'extinction des bougies d'allumage de chaque cylindre ou l'inhibition de l'allumage des bougies d'allumage.
- [0033] Ensuite, lors d'une étape S32, le contrôleur moteur commande une injection de carburant pour au moins un cylindre pendant un nombre prédéterminé de cycles moteur, c'est-à-dire de tours du vilebrequin, avant l'arrêt physique du moteur. On notera qu'un cycle moteur correspond à deux tours de vilebrequin, soit à une rotation de la cible du vilebrequin de 720°CRK par rapport à sa position initiale. En particulier, une quantité de carburant prédéterminée est injectée à un instant déterminé du cycle moteur pour chaque cylindre.
- [0034] L'étape S32 comprend donc une étape de détermination de la quantité de carburant à injecter pour chaque cylindre pour un nombre prédéterminé de cycles moteurs. Le nombre de cycles moteurs pendant lequel le carburant est injecté peut être constant ou déterminé en fonction de la quantité totale de carburant à injecter par exemple.
- [0035] Avantageusement, la quantité de carburant à injecter est calculée en fonction d'un ou plusieurs des paramètres suivants :
- d'une quantité de dioxygène présente dans le catalyseur après l'émission de la requête d'arrêt moteur,
 - de la température du catalyseur,
 - de l'efficacité du catalyseur.
- [0036] Il peut s'agir de la quantité de carburant totale à injecter pendant la phase d'arrêt moteur ou de la quantité de carburant à injecter pour chaque cycle moteur dans chaque cylindre.
- [0037] Pour connaître la quantité de dioxygène présente dans le catalyseur après l'émission de la requête d'arrêt moteur, on estime la quantité d'air introduite dans le circuit d'échappement pendant chaque coupure d'injection. Une coupure d'injection intervient lors d'une phase de décélération lorsque le conducteur relâche l'accélérateur par exemple. En comptant le nombre de cycles moteurs pendant lesquels l'injection dans un cylindre est coupée pour chaque cylindre, on peut déterminer la quantité d'air introduite dans le catalyseur via le circuit d'échappement par admission d'air dans chaque cylindre. La quantité de dioxygène présente dans le catalyseur est obtenue en multipliant l'estimation de la quantité d'air introduite dans le catalyseur par la teneur en dioxygène de l'air.
- [0038] Avantageusement, à chaque reprise de l'injection avec allumage avant l'émission de la requête d'arrêt moteur, on détermine la quantité de dioxygène résiduelle dans le catalyseur en fonction de la quantité de carburant réinjectée dans le catalyseur. La quantité de carburant réinjectée dans le catalyseur peut être mesurée à l'aide de la

sonde lambda ou définie par une valeur de rapport air/carburant à atteindre par exemple. Elle peut aussi être déterminée à partir de la quantité de carburant injectée dans chaque cylindre. Dans ce cas, il s'agit de la portion de carburant en excès par rapport au rapport stœchiométrique permettant une combustion optimale de l'air introduit par la soupape d'admission dans le cylindre.

- [0039] On module de préférence la quantité de carburant à injecter en fonction de la température du catalyseur et de l'efficacité du catalyseur.
- [0040] En particulier, la quantité de carburant injectée est réduite lorsque l'efficacité du catalyseur est réduite. L'efficacité du catalyseur est estimée en fonction de la capacité de stockage en dioxygène du catalyseur. La capacité de stockage en dioxygène du catalyseur est mesurée à l'aide d'une sonde placée en aval du catalyseur selon une méthode connue de l'homme du métier. Lorsque la capacité de stockage en dioxygène du catalyseur est réduite, on injectera donc moins de carburant.
- [0041] De manière avantageuse, la température du catalyseur est également prise en compte pour moduler la quantité de carburant à injecter. En effet, la température a une influence sur la capacité de stockage en dioxygène du catalyseur au moment de l'arrêt moteur, l'efficacité du catalyseur étant évaluée le plus souvent dans des conditions prédéfinies de fonctionnement et avec une fréquence moindre que celle de mesure de la température du catalyseur.
- [0042] L'instant d'injection du carburant pouvant être utilisé est illustré en référence à la figure 4 pour un cylindre donné.
- [0043] La figure 4 représente de manière schématique un cycle moteur pour un cylindre d'un moteur à quatre temps. Le cycle moteur comprend, pour chaque cylindre, les phases d'échappement P1, d'admission P2, de compression P3 et de détente P4. Ces différentes phases du cycle moteur sont définies pour différentes positions du vilebrequin correspondant à des points morts hauts et des points morts bas du piston se déplaçant dans le cylindre considéré. On notera que les autres cylindres ont les mêmes phases mais décalées d'un multiple de 180°CRK (soit pour une rotation de 180° du vilebrequin). La phase d'échappement P1 se fait entre le point mort bas PMB1 et le point mort haut PMH1 lorsque la soupape d'échappement est ouverte. La phase d'admission P2 se fait entre le point mort haut PMH1 et le point mort bas PMB2 lorsque la soupape d'admission est ouverte. Les moments pendant lesquels les soupapes d'admission et d'échappement sont ouvertes sont illustrés par les rectangles AV OP et OV OP, respectivement. La phase de compression P3 se fait entre le point mort bas PMB2 et le point mort haut PMH2. La phase de détente P4 se fait entre le point mort haut PMH2 et le point mort bas PMB1. On notera que la combustion du mélange air/carburant a normalement lieu, lors de la phase de détente, appelée alors phase de combustion.
- [0044] Dans le cas présent, le contrôleur moteur ne permet pas l'allumage des bougies.

L'injection de carburant peut être mise en œuvre lorsque la soupape d'admission est fermée et dans une certaine mesure pendant que la soupape d'échappement est ouverte comme illustré par la double flèche INJ. Ainsi, le carburant présent dans le cylindre est envoyé vers le catalyseur lors de la phase d'échappement, pour peu qu'il ne soit pas introduit trop tardivement lors de la remontée du piston. On notera aussi qu'on injecte le carburant lorsque la soupape d'admission est fermée afin d'éviter un rejet du carburant dans le circuit d'admission.

- [0045] De manière avantageuse, l'injection peut se faire lors de la phase de détente P4 entre le point mort haut PMH2 et le point mort bas PMB1 précédant la prochaine phase d'échappement P1. On limite ainsi le temps passé par le carburant dans le piston avant d'être envoyé vers le catalyseur et on limite l'effet de dilution du carburant avec l'huile du carter.
- [0046] Par ailleurs, la plupart des moteurs étant maintenant à injection directe, l'injection se fait de manière avantageuse lorsque le piston n'est pas trop proche de l'injecteur, c'est-à-dire d'un point mort haut afin d'éviter le dépôt de carburant sur le piston et la production de particules lors de la reprise de la combustion.
- [0047] De manière particulièrement avantageuse, il existe une position du vilebrequin entre le point mort haut PMH2 et le point mort bas PMB1 de la phase de détente P4 d'un cylindre permettant de limiter la dilution et la production de particules. Celle-ci est indiquée de manière schématique par un trait mixte positionné entre 180° et 0° de la cible du vilebrequin sur la figure.
- [0048] Par ailleurs, comme illustré sur la figure 4, on notera que les soupapes d'admission et d'échappement peuvent être ouvertes au même moment et qu'en particulier la soupape d'échappement peut se fermer alors que la soupape d'admission est encore ouverte. Ainsi, une partie du carburant peut passer à travers la soupape d'admission à la fin de la phase d'échappement P1.
- [0049] On notera que si les soupapes d'admission et d'échappement sont ouvertes simultanément pendant une durée supérieure à une durée déterminée pendant la phase d'échappement P1, une partie du carburant injecté dans la soupape se retrouve dans le circuit d'admission. En revanche, si les soupapes d'admission et d'échappement sont ouvertes simultanément pendant une durée inférieure, le carburant présent dans la soupape d'admission est réinjecté dans le cylindre lors de la phase d'admission P2 suivante. Ainsi, l'étape S20 peut comprendre la vérification d'une condition d'activation supplémentaire pendant laquelle on s'assure que les soupapes d'admission et d'échappement ne sont pas ouvertes simultanément pendant une durée supérieure à un seuil déterminé. Cette vérification est pertinente par exemple lorsque le moteur est à distribution variable et que la position d'ouverture et de fermeture des soupapes d'admission et d'échappement est variable (« Variable Valve Timing » en anglais).

- [0050] Cela peut être mis en œuvre par exemple en vérifiant les valeurs de décalage angulaire de chaque arbre à came commandant l'ouverture des soupapes d'admission et d'échappement, respectivement, par rapport une position standard respective. Pour un couple de valeurs de décalage angulaire des arbres à cames d'admission et d'échappement, la mise en œuvre de l'étape S30 peut être autorisée ou interdite.
- [0051] On notera également que l'injection de carburant se fait de préférence lorsque le régime moteur est supérieur à un seuil prédéterminé correspondant de 150 tours par minute par exemple. On évite ainsi d'injecter du carburant en cas de perte de synchronisation du moteur. On peut s'assurer que ce seuil n'est pas atteint en choisissant un nombre approprié de cycles moteur pendant lesquels l'injection est autorisée par exemple.
- [0052] L'injection de carburant peut se faire au sein d'un même cycle moteur, dès lors qu'on arrête d'allumer les bougies d'allumages ou ultérieurement, par exemple lorsque le régime moteur est en dessous d'un seuil prédéterminé, par exemple en dessous de 800 tours par minute.
- [0053] Ensuite, lorsque le moteur est arrêté, le contrôleur moteur vérifie, lors d'une étape S40, si une requête de redémarrage moteur est émise.
- [0054] Si c'est le cas, le contrôleur moteur met en œuvre une étape S50 de redémarrage moteur.
- [0055] L'étape S50 comprend une sous-étape d'activation du démarreur et une sous-étape d'activation conjointe de l'injection et de l'allumage dans un même cycle moteur. On notera que lors de l'étape S30, la quantité de carburant injectée peut ne pas être suffisante pour purger totalement la quantité de dioxygène emmagasinée par le catalyseur. Dans ce cas, il est possible de réinjecter, lors de l'étape de redémarrage S50, du carburant en surplus afin de consommer la quantité de dioxygène restante dans le catalyseur. Ainsi, avantageusement, l'étape S50 de redémarrage du moteur comprend une évaluation de la quantité de dioxygène restante dans le catalyseur au redémarrage. La quantité de dioxygène restant dans le catalyseur est calculée en fonction de la quantité d'air introduite dans le circuit d'échappement pendant chaque coupure d'injection et en fonction de la quantité de carburant introduite lors de l'injection, avec ou sans allumage, de manière similaire à ce qui est décrit précédemment en référence à l'étape S30.
- [0056] Dans un mode de réalisation, lorsque les conditions d'activation supplémentaires ne sont pas vérifiées lors de l'étape S20, le contrôleur moteur met en œuvre, lors d'une étape S60, une étape d'arrêt moteur selon un mode de contrôle par défaut D correspondant à celui de l'art antérieur précédemment décrit.
- [0057] Dans ce mode de contrôle par défaut D, le contrôleur moteur commande un arrêt conjoint de l'injection et de l'allumage dans chaque cylindre au sein d'un même cycle

moteur.

- [0058] Ensuite, lorsque le moteur est physiquement arrêté, le contrôleur moteur vérifie, lors d'une étape S70, si une requête de redémarrage moteur est émise.
- [0059] Si c'est le cas, le contrôleur moteur met en œuvre une étape S80 de redémarrage moteur selon un mode de contrôle C.
- [0060] L'étape S80 comprend une sous-étape d'activation du démarreur, et une sous-étape d'activation conjointe de l'injection et de l'allumage pour un même cycle moteur conforme à l'art antérieur précédemment décrit. Lors de l'étape S80, on injecte une quantité déterminée de carburant en surplus afin de purger au redémarrage le dioxygène emmagasiné par le catalyseur lors de l'arrêt moteur notamment. Dans un mode de réalisation, le mode de contrôle de redémarrage décrit en référence à l'étape S50 est le même que celui décrit ici puisque dans les deux modes de contrôle, la quantité de carburant injectée en surplus est calculée en fonction de la quantité de dioxygène restante dans le catalyseur au redémarrage, lorsque la requête de redémarrage moteur est émise. L'arrêt moteur mis en œuvre lors de l'étape S60 ne permettant pas l'injection de carburant, la quantité de carburant à injecter est supérieure à la quantité de carburant injectée lors de l'étape S50. Par ailleurs, la quantité de carburant à injecter lors de la mise en œuvre de l'étape S80 est supérieure à la quantité de carburant injectée lors de l'étape S30 et de l'étape S50 éventuellement. En effet, lors d'un arrêt moteur standard tel que celui mis en œuvre lors de l'étape S60, du dioxygène supplémentaire est emmagasiné lors de l'arrêt moteur.
- [0061] Le procédé décrit précédemment peut s'appliquer de manière avantageuse aux modes d'arrêt et de redémarrage moteur automatique. Le procédé peut également s'appliquer suite à un arrêt et à un redémarrage moteur manuel. Les requêtes d'arrêt moteur et de redémarrage moteur sont alors émises par le contrôleur moteur ou par un autre calculateur dédié en fonction des valeurs lues par différents capteurs.
- [0062] Lorsque le moteur est arrêté et redémarré de manière automatique, le contrôleur moteur ou un autre module dédié comprenant un calculateur peut être configuré pour émettre une requête d'arrêt moteur par exemple lorsque le conducteur décélère en retirant son pied de la pédale d'accélération, débraie et appuie sur le frein pour s'arrêter et une requête de redémarrage moteur peut être émise lorsque le conducteur lâche le frein ou débraie conformément au mode d'arrêt et de redémarrage automatique connu sous le nom de « stop and start » en anglais. Dans un autre exemple, la requête d'arrêt moteur peut être émise en l'absence de freinage, notamment lorsque le conducteur décélère en relâchant la pédale d'accélération et la requête de redémarrage moteur peut être émise lorsque le conducteur rappuie sur la pédale d'accélération par exemple lorsque le véhicule est équipé d'une boîte automatique. Il s'agit d'un autre mode d'arrêt automatique du moteur se produisant en l'absence de freinage et lorsque le

moteur est en roue libre connu sous le nom de « sailing stop » en anglais. On notera par ailleurs que l'émission d'une requête d'arrêt moteur ou de redémarrage moteur par un module dédié n'est pas forcément prise en compte par le contrôleur moteur et qu'elle peut être soumise à la validation de conditions supplémentaires par le contrôleur moteur telles que la température du moteur ou l'état de fonctionnement du catalyseur par exemple avant de commander l'arrêt du moteur.

- [0063] Lorsque le moteur est arrêté et redémarré de manière manuelle, une requête d'arrêt/redémarrage moteur est émise lorsque le conducteur tourne la clé de contact ou appuie sur le bouton « marche/arrêt » du véhicule par exemple. Selon cette variante de réalisation, le mode de redémarrage peut être différent de celui mis en œuvre lors d'un redémarrage automatique, notamment en ce qu'il prend en compte des paramètres additionnels tel que la température du catalyseur et peut mettre en œuvre des sous-étapes additionnelles comme par exemple une sous-étape spécifique d'activation du catalyseur lorsque la température du catalyseur au redémarrage est trop faible.
- [0064] La figure 3a illustre un chronogramme représentant le régime moteur RM en tours par minute (tr/mn), un indicateur de non-injection NINJ et un indicateur d'allumage ALLUM en fonction des requêtes d'arrêt moteur AR REQ et de redémarrage moteur DEM REQ émises. Les courbes en trait pointillé sont relatives à l'application du mode de contrôle d'arrêt spécifique B et du mode de redémarrage C associé et les courbes en trait plein sont relatives à l'application du mode de contrôle d'arrêt par défaut D et du mode de redémarrage C associé tels que décrits précédemment en référence à la figure 2.
- [0065] Avant qu'une requête d'arrêt moteur ne soit émise ($AR\ REQ=0$), le moteur se trouve dans un mode de fonctionnement correspondant à un mode de contrôle A, lors duquel on injecte notamment du carburant dans au moins un cylindre et on procède à l'allumage des bougies d'allumage pour permettre la combustion du carburant lors d'une phase de roulage ($NINJ=0$, $ALLUM=1$).
- [0066] Selon l'invention, illustrée par les différentes courbes en pointillé, lorsqu'une requête d'arrêt moteur est émise ($AR\ REQ = 1$) et que le moteur est mis dans un mode de contrôle spécifique B dans lequel l'allumage est coupé ($ALLUM = 0$) mais l'injection de carburant est autorisée ($NINJ = 0$) pendant un nombre prédéterminé de cycles moteur, le régime moteur RM décroît alors. Ensuite, l'injection est coupée ($NINJ = 1$) pendant le nombre de cycles moteur restant avant l'arrêt physique du moteur et pendant l'arrêt physique du moteur ($RM = 0$ tr/mn).
- [0067] On profite ainsi de l'inertie du moteur pour envoyer le carburant dans le circuit d'échappement vers le catalyseur. Avantagusement, lorsque le nombre de cycles moteur restant avant l'arrêt physique du moteur est suffisant, l'intégralité du carburant présent dans les cylindres est envoyé dans le circuit d'échappement avant l'arrêt du

moteur. Il ne reste alors pas de carburant dans les cylindres lorsque le moteur est à l'arrêt.

- [0068] Lorsque une requête de démarrage moteur est émise ($DEM REQ=1$), le moteur est mis dans un mode de contrôle C lors duquel on actionne le démarreur puis on procède directement à l'allumage des bougies d'allumage ($ALLUM=1$) et à l'injection de carburant ($NINJ = 0$). On notera que, dans ce mode de réalisation, la quantité de carburant injectée dépend de la quantité de dioxygène restante dans le catalyseur au moment du redémarrage. On s'assure ainsi de réduire au maximum la quantité d'oxyde d'azote émise au redémarrage. L'association du mode d'arrêt spécifique B au mode de redémarrage C permet de réduire la quantité de carburant à injecter pour purger le catalyseur par rapport à l'association du mode d'arrêt par défaut D au mode de redémarrage C connue de l'art antérieur.
- [0069] Ensuite, le moteur entre à nouveau dans le mode de fonctionnement A lors duquel l'allumage et l'injection sont autorisées conjointement ($ALLUM = 1$, $NINJ = 0$).
- [0070] Les courbes en trait plein illustrent, le mode de contrôle d'arrêt par défaut D et de redémarrage C associé pouvant être mis en œuvre par exemple lorsqu'une ou plusieurs des conditions d'activation supplémentaires ne sont pas validées lors de l'étape S20 décrite en référence à la figure 2.
- [0071] Lorsque une requête d'arrêt moteur est émise, ici pour $AR REQ = 1$ par exemple, le moteur entre dans un mode d'arrêt moteur par défaut D dans lequel l'injection et l'allumage sont coupés ($NINJ=1$, $ALLUM^{\circ}=0$) conjointement pour tous les cylindres au sein d'un même cycle moteur. Le régime moteur décroît jusqu'à 0 tours par minute pour atteindre l'arrêt physique du moteur.
- [0072] Lorsque une requête de démarrage moteur est émise, ici pour $DEM REQ = 1$, le moteur entre dans un mode de redémarrage C lors duquel on actionne le démarreur puis on injecte du carburant en surplus ($NINJ=0$) lorsque les bougies d'allumage sont allumées ($ALLUM = 1$). Les hydrocarbures sont alors acheminés vers le catalyseur via le collecteur d'échappement. Les hydrocarbures réagissent alors avec le dioxygène emmagasiné dans le catalyseur, ce qui a pour effet de permettre une meilleure réduction des oxydes d'azote par le catalyseur.
- [0073] Ensuite, on procède à une injection de carburant standard, i.e. sans surplus ($NINJ = 0$) et le moteur entre dans un mode de fonctionnement par défaut A.
- [0074] La figure 3b illustre, en plus du régime moteur RM et des requêtes d'arrêt moteur AR REQ et de redémarrage moteur DEM REQ, un indicateur du taux d'oxyde d'azote NOX détecté en sortie du pot d'échappement ainsi qu'un indicateur du rapport air/carburant introduit dans le catalyseur mesuré par une sonde λ .
- [0075] Comme cela est visible sur la courbe NOX, la quantité d'Oxyde d'Azote mesurée représentée par la courbe en trait pointillé (mode d'arrêt spécifique et redémarrage

associé) diminue par rapport à la courbe en trait plein (mode d'arrêt par défaut et redémarrage associé). En effet, lorsque du carburant est injecté pendant la phase d'arrêt moteur (mode de contrôle B, courbe en trait pointillé, $NINJ=0$), il arrive dans le catalyseur avant le redémarrage du moteur. En revanche, lorsque du carburant est uniquement injecté en surplus lors la phase de redémarrage (mode de redémarrage C associé au mode d'arrêt par défaut D, courbe en trait plein, $NINJ=0$), on assiste à un pic d'oxyde d'azote puisque la quantité de dioxygène emmagasinée n'est pas partiellement réduite lorsque le moteur est redémarré.

- [0076] Cela est également visible sur la courbe λ en trait plein, où l'on constate qu'un mélange pauvre en carburant, i.e. avec un rapport air/carburant élevé, arrive dans le catalyseur lors de la phase d'arrêt moteur en l'absence d'injection de carburant (mode d'arrêt moteur D) ce qui a tendance à augmenter la quantité de dioxygène emmagasinée par le catalyseur. L'injection de carburant en surplus uniquement lors du redémarrage moteur (mode de redémarrage associé à un arrêt moteur par défaut) n'est donc pas suffisante pour réduire la quantité de dioxygène présente dans le catalyseur.
- [0077] En revanche, comme illustré par la courbe en trait pointillé, un mélange riche en carburant, i.e. pour un rapport air/carburant faible, arrive dans le catalyseur avant le redémarrage du moteur contribuant à une baisse de la quantité de dioxygène présente dans le catalyseur. Ainsi, la quantité d'oxyde d'azote produite après le redémarrage du moteur et la reprise de combustion est réduite.
- [0078] On constate par ailleurs, qu'en injectant du carburant lors de la phase d'arrêt du moteur (mode de contrôle B lors de l'arrêt du véhicule), la quantité de carburant à injecter pour réduire les émissions d'oxyde d'azote au redémarrage est inférieure à celle injectée après un arrêt moteur standard.

Revendications

- [Revendication 1] Contrôleur moteur (1) d'un moteur à combustion interne comprenant un ensemble de cylindres et pour chaque cylindre au moins un injecteur adapté pour injecter du carburant dans le cylindre, une soupape d'admission d'air dans le cylindre et au moins une bougie d'allumage adaptée pour initier la combustion du carburant dans le cylindre, le moteur à combustion interne comprenant en outre un catalyseur trois voies de gaz d'échappement, caractérisé en ce qu'il est en outre configuré, lors d'un arrêt moteur pour :
- a. Commander un arrêt de l'allumage de chaque bougie d'allumage (S31), et
 - b. Commander, après l'arrêt de l'allumage de chaque bougie d'allumage, une injection de carburant à un instant déterminé du cycle moteur pour au moins un cylindre respectif pendant un nombre prédéterminé de cycles moteur avant l'arrêt physique du moteur (S32), l'instant déterminé étant choisi de sorte que la soupape d'admission est fermée lors de l'injection du carburant dans le cylindre.
- [Revendication 2] Contrôleur moteur (1) selon la revendication 1, dans lequel la commande d'injection de carburant et la commande d'arrêt de l'allumage sont mises en œuvre dans un même cycle moteur.
- [Revendication 3] Contrôleur moteur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le contrôleur moteur est configuré pour obtenir une estimation d'une quantité de dioxygène présente dans le catalyseur après émission de la requête d'arrêt moteur et pour commander l'injection, à chaque cycle moteur, d'une quantité de carburant déterminée dans au moins un cylindre en fonction de la quantité de dioxygène estimée.
- [Revendication 4] Contrôleur moteur (1) selon la revendication 3, dans lequel le contrôleur moteur est en outre configuré pour obtenir une estimation d'une efficacité du catalyseur et pour déterminer la quantité de carburant à injecter à chaque cycle moteur en fonction de l'efficacité du catalyseur estimée.
- [Revendication 5] Contrôleur moteur (1) selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4,

dans lequel le contrôleur moteur est en outre configuré pour obtenir une estimation d'une température du catalyseur et pour déterminer la quantité de carburant à injecter à chaque cycle moteur en outre en fonction de la température du catalyseur.

[Revendication 6] Contrôleur moteur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'instant d'injection du carburant se trouve, pour chaque cylindre, entre un point mort haut et un point mort bas d'une phase de détente.

[Revendication 7] Moteur à combustion interne comprenant un ensemble de cylindres et pour chaque cylindre au moins un injecteur adapté pour injecter du carburant dans le cylindre, une soupape d'admission d'air dans le cylindre et au moins une bougie d'allumage adaptée pour initier la combustion du carburant dans le cylindre, le moteur à combustion interne comprenant en outre un catalyseur trois voies de gaz d'échappement, le moteur comprenant en outre un contrôleur moteur selon l'une quelconque des revendications précédentes.

[Revendication 8] Procédé de commande d'un moteur à combustion interne comprenant un ensemble de cylindres et pour chaque cylindre au moins un injecteur adapté pour injecter du carburant dans le cylindre, une soupape d'admission d'air dans le cylindre et au moins une bougie d'allumage adaptée pour initier la combustion du carburant dans le cylindre, le moteur à combustion interne comprenant en outre un catalyseur trois voies de gaz d'échappement, le procédé étant mis en œuvre par un contrôleur moteur et comprenant, lors d'un arrêt moteur, les étapes suivantes :

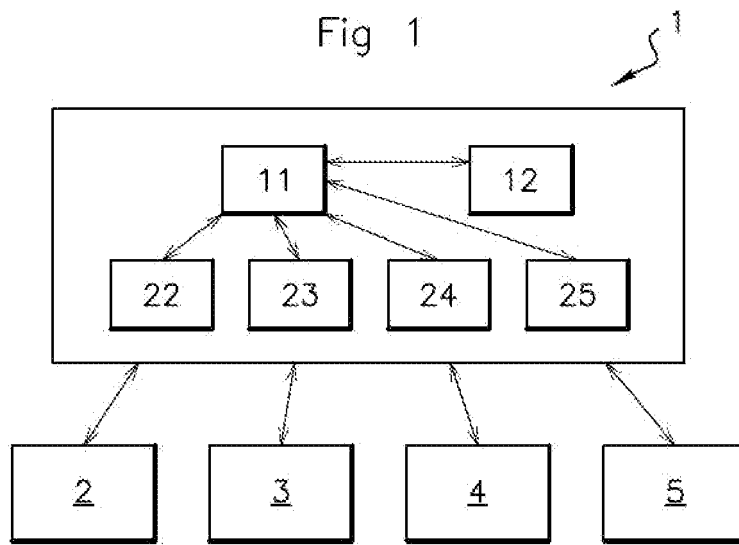
- a. Commande d'un arrêt de l'allumage de chaque bougie d'allumage (S31),
- b. Commande, après l'arrêt de l'allumage de chaque bougie d'allumage, d'une injection de carburant à un instant déterminé du cycle moteur pour au moins un cylindre respectif pendant un nombre prédéterminé de cycles moteur avant l'arrêt physique du moteur (S32), l'instant déterminé étant choisi de sorte que la soupape d'admission est fermée lors de l'injection du carburant dans le cylindre.

[Revendication 9] Procédé selon la revendication 8, dans lequel les étapes de commande d'injection de carburant et de commande d'arrêt de l'allumage sont

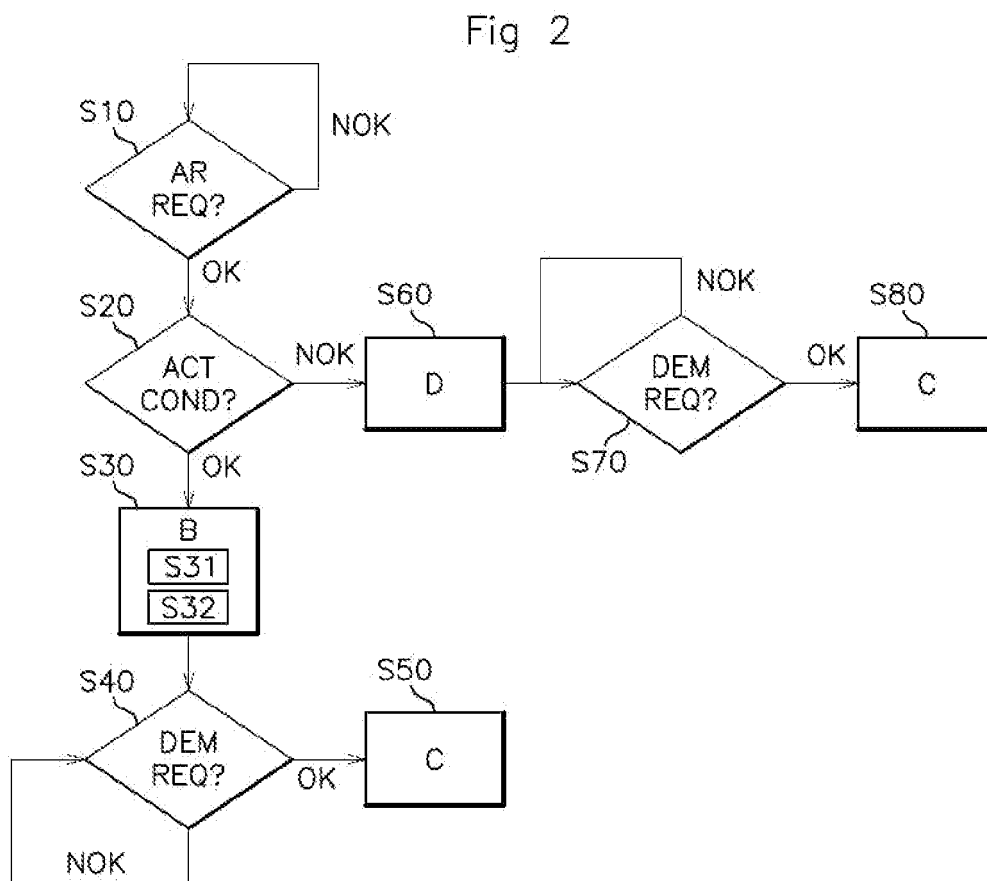
prises en œuvre dans un même cycle moteur.

- [Revendication 10] Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, dans lequel ledit procédé comprend en outre une obtention d'une estimation d'une quantité de dioxygène présente dans le catalyseur après émission de la requête d'arrêt moteur et une commande d'injection, à chaque cycle moteur d'une quantité de carburant déterminée dans au moins un cylindre en fonction de la quantité de dioxygène estimée.
- [Revendication 11] Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, dans lequel l'instant d'injection du carburant se trouve entre un point mort haut (PMH2) et un point mort bas (PMB1) d'une phase de détente (P4).
- [Revendication 12] Programme informatique comportant des instructions pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 11 lorsque ce programme est exécuté par un calculateur (11).
- [Revendication 13] Support d'enregistrement non transitoire lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 12 lorsque ce programme est exécuté par un calculateur (11).

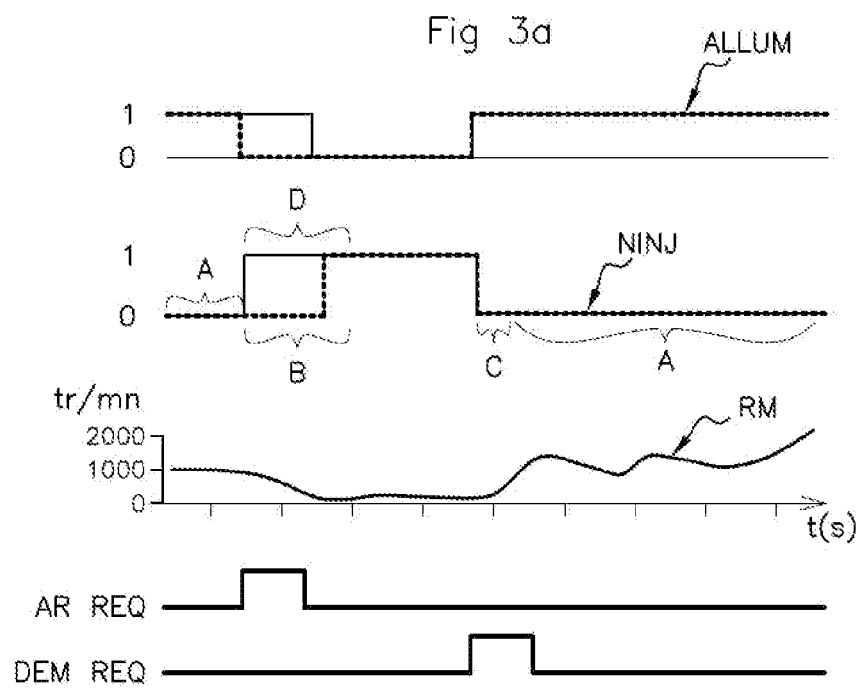
[Fig. 1]



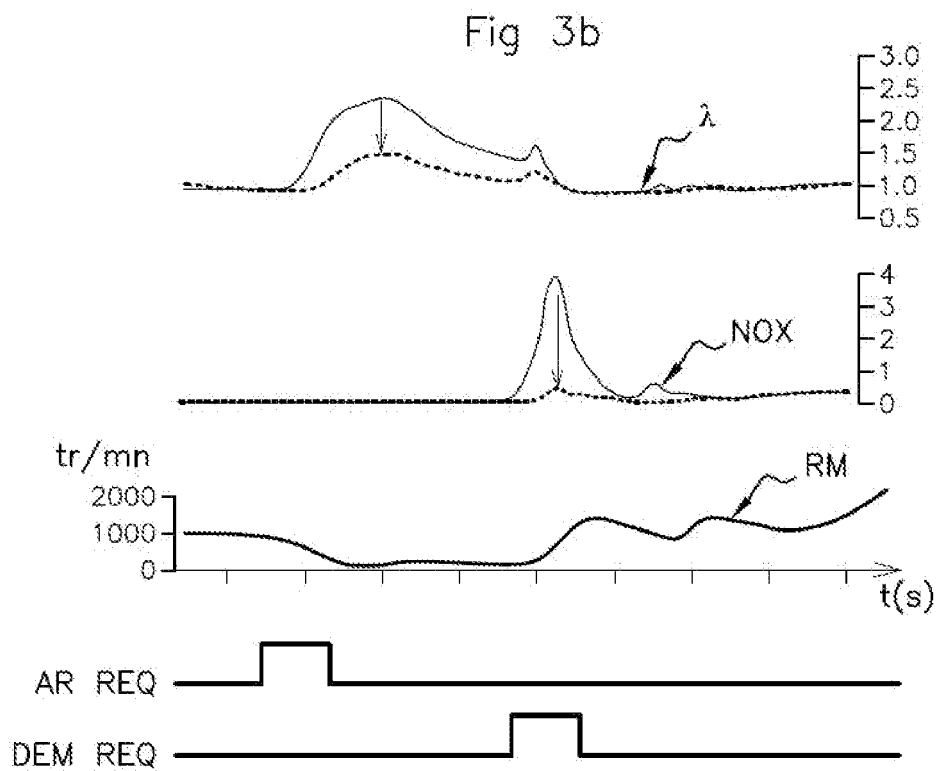
[Fig. 2]



[Fig. 3a]

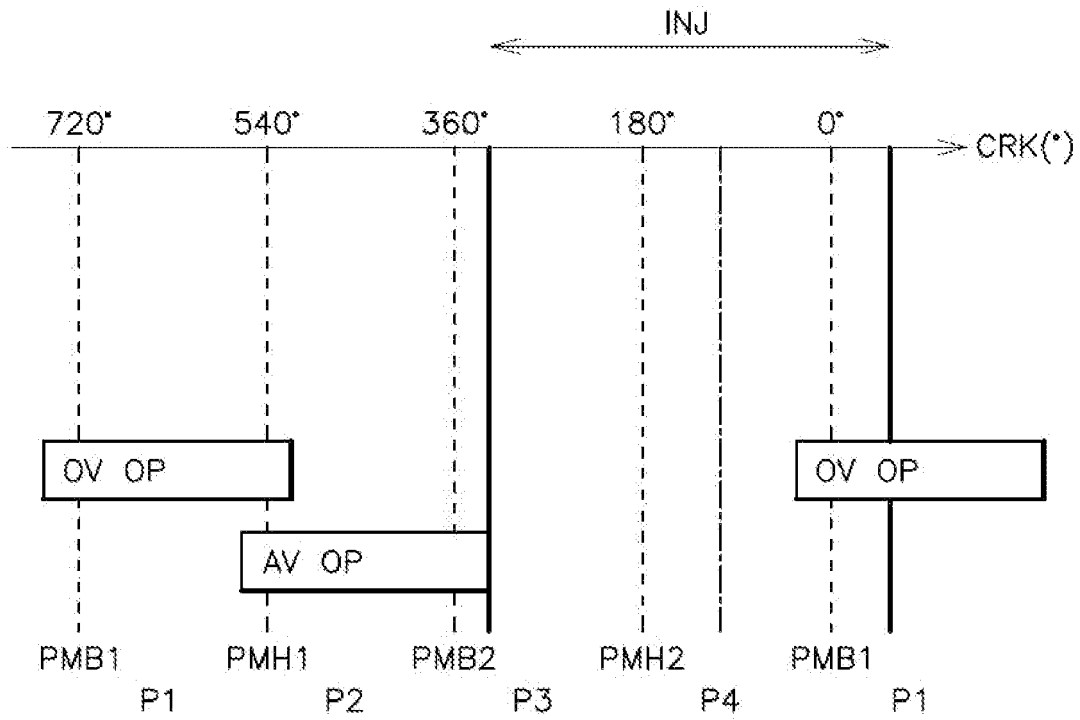


[Fig. 3b]



[Fig. 4]

Fig 4



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 878741
FR 2002262

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	FR 2 847 943 A1 (RENAULT SA [FR]) 4 juin 2004 (2004-06-04) * abrégé * * page 4, ligne 12 - ligne 21 * * page 10, ligne 7 - ligne 17 * * page 12, ligne 3 - ligne 9 * * revendication 1 *	1-13	F01N9/00 F01N11/00 F01N3/20 F02D43/00
X	US 2018/306134 A1 (UHRICH MICHAEL JAMES [US] ET AL) 25 octobre 2018 (2018-10-25) * alinéa [0005] * * alinéas [0045], [0049] * * alinéas [0051], [0052] * * alinéas [0057] - [0066] *	1-13	
A	US 2020/049043 A1 (NOSE YUKI [JP] ET AL) 13 février 2020 (2020-02-13) * abrégé * * alinéa [0040] *	1-13	
A	US 2018/320626 A1 (SURNILLA GOPICHANDRA [US] ET AL) 8 novembre 2018 (2018-11-08) * le document en entier *	1-13	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	EP 1 479 895 A2 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 24 novembre 2004 (2004-11-24) * le document en entier *	1-13	F02D F02P
A	DE 10 2013 202196 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 14 août 2014 (2014-08-14) * le document en entier *	1-13	
A	DE 11 2011 105110 T5 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 10 avril 2014 (2014-04-10) * le document en entier *	1-13	
A	DE 10 2017 218835 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 25 avril 2019 (2019-04-25) * le document en entier *	1-13	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 novembre 2020		Wettemann, Mark	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2002262 FA 878741**

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 **30-11-2020**
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
FR 2847943	A1	04-06-2004	AUCUN	
US 2018306134	A1	25-10-2018	CN 108730054 A	02-11-2018
			DE 102018109284 A1	25-10-2018
			US 2018306134 A1	25-10-2018
			US 2020003139 A1	02-01-2020
US 2020049043	A1	13-02-2020	CN 110821701 A	21-02-2020
			JP 2020023901 A	13-02-2020
			US 2020049043 A1	13-02-2020
US 2018320626	A1	08-11-2018	CN 108798921 A	13-11-2018
			DE 102018110407 A1	08-11-2018
			US 2018320626 A1	08-11-2018
EP 1479895	A2	24-11-2004	DE 10323249 A1	05-01-2005
			EP 1479895 A2	24-11-2004
DE 102013202196	A1	14-08-2014	AUCUN	
DE 112011105110	T5	10-04-2014	CN 103443431 A	11-12-2013
			DE 112011105110 T5	10-04-2014
			JP 5105008 B2	19-12-2012
			JP W02012131758 A1	24-07-2014
			US 2012253642 A1	04-10-2012
			WO 2012131758 A1	04-10-2012
DE 102017218835	A1	25-04-2019	AUCUN	