



(51) Classification internationale des brevets :
F02D 41/06 (2006.01) F02P 5/15 (2006.01)
F02D 41/08 (2006.01) F02D 41/00 (2006.01)

(74) Mandataire : **RENOUS-CHAN, Veronique**; Peugeot Citroen Automobiles SA, Propriété Industrielle, 18 rue des Fauvelles, 92250 La Garenne Colombes (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/050625

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Date de dépôt international :
22 mars 2016 (22.03.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1552864 2 avril 2015 (02.04.2015) FR

(71) Déposant : **PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA** [FR/FR]; Route de Gisy, 78140 Velizy Villacoublay (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

(72) Inventeurs : **LEFEBVRE, Ludovic**; 33 Avenue Henri Barbusse, 92700 Colombes (FR). **JIANG, Xiao Mei**; 7 Rue Des Sources, 25310 Glay (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR AUTOMATICALLY STARTING A SPARK-IGNITION INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Titre : PROCÉDE DE DEMARRAGE AUTOMATIQUE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A ALLUMAGE COMMANDE

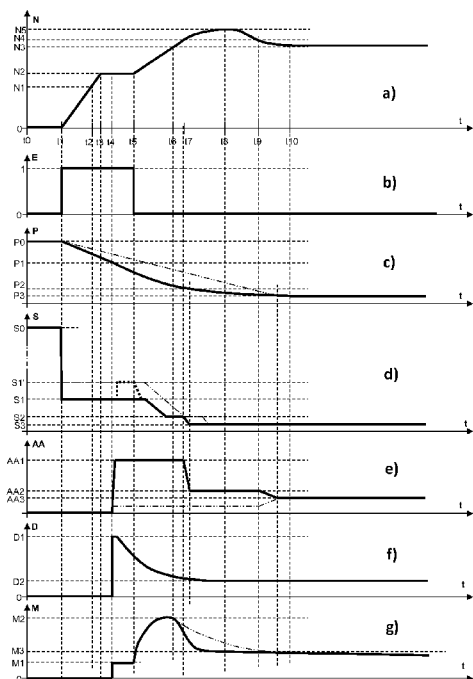


FIG. 3

(57) Abstract : The invention relates to an internal combustion engine automatic start method including steps that involve controlling the power-up of an electrical machine; setting, on an air actuator, a lower opening cross-section value to a reference value (S1'); comparing the speed (N) of the engine with a speed threshold (N1) and comparing a pressure (P) in the intake manifold with a threshold (P1); controlling injection of a fuel load (M) and ignition advance to a maximum value (AA1) when the engine speed (N) rises above the speed threshold (N1) and the pressure (P) in the intake manifold falls below the threshold (P1); turning off the electrical machine when a first combustion occurs; and controlling the operation parameters of the engine.

(57) Abrégé : Procédé de démarrage automatique d'un moteur à combustion interne, comprenant des étapes consistant - à commander la mise sous tension d'une machine électrique; - à imposer à un actionneur d'air une valeur (S1') de section d'ouverture inférieure e à une valeur (S1') référentielle; - à comparer le régime (N) du moteur avec un seuil (N1) de régime et comparer une pression (P) dans le répartiteur d'admission à un seuil (P1); - à commander l'injection d'une masse (M) de carburant et l'avance à l'allumage vers une valeur (AA1) maximale, lorsque le seuil de régime (N1) est franchi vers le haut par le régime (N) du moteur et que le seuil (P1) est franchi vers le bas par la pression (P) dans le répartiteur d'admission; - à couper la machine électrique dès l'occurrence d'une première combustion; - à réguler les paramètres de fonctionnement du moteur.



SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)

PROCEDE DE DEMARRAGE AUTOMATIQUE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A ALLUMAGE COMMANDE

[0001] L'invention a trait à un procédé de démarrage automatique de
5 moteur à combustion interne dans un véhicule automobile, en vue de
diminuer la consommation en essence durant les phases de démarrage.

[0002] L'évolution des réglementations environnementales vers des
niveaux d'émissions polluantes et de gaz à effet de serre de plus en plus
bas, ainsi que la demande croissante des clients pour des véhicules
10 automobiles présentant une consommation réduite en carburant, ont conduit
au cours de ces dernières années, à l'électrification des groupes
motopropulseurs. Ces groupes motopropulseurs peuvent être électrifiés
selon différents niveaux. Ainsi, certains de ces groupes motopropulseurs
sont hybrides et comportent une fonction de démarrage et d'arrêt
15 automatiques, couramment désignée sous l'anglicisme « *Stop and Start* », du
moteur à combustion interne, également désigné sous la dénomination
« moteur thermique » dans ce document.

[0003] La fonction « *Stop and Start* » permet l'arrêt et le redémarrage du
moteur thermique d'un véhicule en fonction de stratégies prédéfinies, par
20 exemple en cas d'arrêt prolongé du véhicule ou lors de la réception d'une
commande de démarrage, suite à la coupure automatique du moteur
thermique. Avantageusement, une telle fonction permet une réduction de la
consommation de carburant en milieu urbain. On retrouve notamment cette
fonction dans les véhicules automobiles

- 25 – « *micro-hybrid* ». Dans ces véhicules, le groupe motopropulseur
comprend un moteur thermique, ainsi qu'une fonction de démarrage et
d'arrêt automatiques, pouvant être réalisée par une machine électrique,
tel un démarreur (éventuellement renforcé par rapport aux démarreurs
conventionnels), ou encore un alerno-démarreur ;
- 30 – « *mild-hybrid* ». Dans ces véhicules, le groupe motopropulseur est
équipé d'une machine électrique présentant des performances
supérieures à celle des systèmes « *micro-hybrid* ». Ainsi, en plus de la
fonction d'arrêt et de démarrage automatiques, la machine électrique
participe au déplacement du véhicule en fournissant une puissance
35 mécanique additionnelle à celle du moteur thermique lors des phases
d'accélération, et permet, par ailleurs, la récupération de l'énergie

cinétique du véhicule (via une transformation en énergie électrique puis un stockage dans des batteries) lors des phases de décélération et de freinage ;

- 5 – « *full-hybrid* ». Dans ces véhicules, le groupe motopropulseur est équipé d'une machine électrique présentant des performances supérieures à celle des systèmes « *mild-hybrid* ». Notamment, l'utilisation de batteries de puissance et d'énergie plus élevées permet des roulages en mode électrique pur, généralement de 1 à 20 km, le moteur thermique étant alors coupé durant cette phase ;
- 10 – « *full hybrid plug-in* ». Ces véhicules comprennent, par rapport aux véhicules « *full-hybrid* » une batterie de capacité supérieure, permettent de stocker/libérer plus de puissance et d'énergie électrique et proposent, par ailleurs, un raccordement au réseau électrique afin de recharger la batterie entre deux roulages. Il devient ainsi possible, en
15 mode électrique pur, de parcourir des distances allant de 15 à 50 km et d'atteindre une vitesse de 130 km/h.

[0004] Actuellement, les véhicules automobiles « *micro-hybrid* », présentent par rapport aux véhicules munis de groupes motopropulseurs non-hybridés, des gains de consommation en carburant pouvant atteindre
20 entre 15 et 20% en circulation urbaine.

[0005] Cependant, les fonctions de démarrage et d'arrêt automatiques de ces véhicules, présentent des pénalités en consommation électrique, en carburant, ainsi qu'en émission de polluants à chaque redémarrage du moteur. Ainsi, durant l'application d'un cycle d'homologation, tel le cycle
25 européen de conduite ECE-EUDC, la masse de carburant consommée en phase de redémarrage par la fonction de démarrage et d'arrêt automatiques, représente couramment 1% de la masse totale de carburant consommée sur l'ensemble de ce cycle.

[0006] Ceci justifie la mise en place de stratégies visant à optimiser les
30 conditions

- d'arrêt automatique du moteur thermique, en assurant par exemple : une combustion stable, des niveaux acoustiques et vibratoires maîtrisés, des éléments de dépollutions amorcés, un temps d'arrêt du véhicule suffisamment long ;
- 35 – des phases de démarrage ou de redémarrage du moteur thermique après son arrêt, en contrôlant par exemple :

- la consommation en carburant et les émissions polluantes via les différents organes et paramètres accessibles pour la boucle d'air et pour la combustion ;
- la qualité de redémarrage, tel le temps pour atteindre le régime de ralenti moteur stabilisé, les valeurs de dépassement du régime de ralenti moteur stabilisé (valeurs dites d'« *over shoot* »), la durée totale de (re)démarrage, ainsi que les niveaux acoustiques et vibratoires résultants.

[0007] Un exemple de stratégie d'optimisation d'une fonction de démarrage, est décrit dans le document FR2797473. Ce document propose un procédé de démarrage d'un moteur à combustion interne à allumage commandé, consistant, lors d'un d'ordre de démarrage moteur, à commander le démarrage d'une machine électrique, et imposer à l'organe de réglage de débit d'air du répartiteur d'admission, ainsi qu'à l'avance d'allumage, des positions minimales. Lorsqu'un seuil de régime de la machine électrique est franchi par le haut, et qu'un seuil de pression dans le répartiteur d'admission est franchi par le bas, du carburant est alors injecté. La machine électrique est par la suite coupée, et les paramètres de fonctionnement du moteur sont régulés pour établir son régime ralenti, l'avance est notamment augmentée lorsque le moteur entre dans une phase de régulation de ralenti.

[0008] Une telle stratégie demeure cependant perfectible en de nombreux points. Il s'avère notamment nécessaire, compte-tenu des réglementations actuelles, de pouvoir encore diminuer la consommation en carburant, les émissions polluantes, ainsi qu'améliorer le comportement acoustique et vibratoire du groupe motopropulseur. Il serait, par ailleurs, particulièrement avantageux, après réception d'une commande démarrage, de pouvoir atteindre plus rapidement le régime de ralenti moteur stabilisé, et ainsi permettre un démarrage plus rapide du véhicule.

[0009] Un premier objet est de répondre à l'ensemble des inconvénients précités.

[0010] Un deuxième objet est de proposer une stratégie optimisant le démarrage ou le redémarrage d'une motorisation essence équipée ou non d'une fonction de démarrage et d'arrêt automatiques, et ce pour tout type de véhicule, hybride ou non.

[0011] Un troisième objet est de diminuer la consommation en carburant durant les phases de démarrage ou redémarrage.

[0012] Un quatrième objet est d'améliorer le comportement acoustique et vibratoire du groupe motopulseur.

[0013] A cet effet, il est proposé, selon un premier aspect, un procédé de démarrage automatique d'un moteur à combustion interne à allumage commandé pour véhicule automobile, le moteur étant couplé à une machine électrique apte à permettre son entraînement, le moteur étant connecté en entrée à un répartiteur d'admission et en sortie à un collecteur d'échappement, un actionneur d'air étant disposé en amont du répartiteur d'admission, notamment de sorte à réguler le débit d'air au travers de celui-ci, ce procédé comprenant des étapes consistant :

- lors de la réception d'une commande démarrage, à commander la mise sous tension de la machine électrique, notamment de sorte à débiter l'entraînement du moteur ;
- lorsque la mise en entraînement du moteur débute, à imposer à l'actionneur d'air une première valeur de section d'ouverture, inférieure à une valeur référentielle, cette valeur référentielle étant calculée en fonction de l'état thermique du moteur et étant notamment apte à garantir la réussite d'une première combustion dès l'occurrence d'un premier cycle de combustion dans un cylindre du moteur ;
- à comparer le régime du moteur avec un premier seuil de régime, et comparer la pression dans le répartiteur d'admission à un premier seuil de pression ;
- à commander l'injection d'une masse de carburant dans le moteur et à commander l'avance à l'allumage depuis une valeur initiale nulle vers une valeur maximale, lorsque le premier seuil de régime est franchi vers le haut par le régime du moteur et que le premier seuil de pression est franchi vers le bas par la pression dans le répartiteur d'admission ;
- à couper la machine électrique, suite à l'occurrence d'une première combustion dans un cylindre du moteur ;
- à réguler ensuite les paramètres de fonctionnement du moteur pour converger vers une consigne de régime ralenti, notamment apte à permettre l'établissement du régime de ralenti du moteur.

[0014] On comprend au sens de l'invention par « commander l'avance à l'allumage depuis une valeur initiale nulle vers une valeur maximale » le fait qu'on commande l'avance à l'allumage d'abord à une valeur initiale nulle puis, progressivement, vers une valeur maximale.

[0015] Avantageusement, ce procédé, comprend en outre des étapes consistant :

- à compter le nombre de Point Moteur Haut pour chaque cylindre du moteur et comparer ce nombre avec un nombre prédéfini ;
- 5 – lorsque le nombre de Point Moteur Haut compté atteint le nombre prédéfini et en l'absence d'une première combustion, à imposer à l'actionneur d'air la valeur référentielle pour section d'ouverture, de sorte à réaliser une première combustion dans un cylindre du moteur, puis à commander une diminution progressive de cette valeur
- 10 référentielle de section d'ouverture vers la première valeur de section d'ouverture.

[0016] Avantageusement, dans ce procédé, la masse de carburant est injectée durant une durée, cette durée étant commandée de sorte à :

- être maintenue constante à une première valeur lorsque la valeur de
- 15 l'avance à l'allumage est commandée entre sa valeur nulle initiale et sa valeur maximale ;
- être diminuée progressivement depuis la première valeur vers une deuxième valeur correspondant à la durée d'injection appliquée pour le régime de ralenti du moteur, dès que la valeur de l'avance à l'allumage
- 20 a atteint sa valeur maximale.

[0017] Avantageusement, dans ce procédé, la masse de carburant est injectée à une valeur constante du début de son injection à l'occurrence d'une première combustion dans un cylindre du moteur. Comme détaillé ultérieurement à l'aide des figures, la masse de carburant injectée est de

25 préférence injectée à un valeur constante jusqu'à l'occurrence de la première combustion puis elle varie pendant toute la phase de démarrage, jusqu'à la phase de régulation de régime de ralenti du moteur thermique, où la masse de carburant injectée converge progressivement et rapidement vers une autre valeur.

30 [0018] Avantageusement, dans ce procédé, entre un instant d'occurrence d'une première combustion dans un cylindre du moteur et un instant de franchissement vers le haut de la consigne de régime ralenti par le régime du moteur

- la valeur de section d'ouverture de l'actionneur d'air est
- 35 progressivement commandée vers une deuxième valeur de section d'ouverture inférieure à la première valeur de section d'ouverture ;

- la masse de carburant injectée est progressivement augmentée jusqu'à atteindre une valeur maximale.

[0019] Avantageusement, dans ce procédé, dès l'atteinte de la valeur maximale de masse de carburant, la masse de carburant est commandée de sorte à converger progressivement vers une valeur inférieure, cette valeur inférieure correspondant à la masse de carburant injectée lors du régime de ralenti du moteur.

[0020] Avantageusement, dans ce procédé, lorsqu'un deuxième seuil de pression, inférieur au premier seuil de pression est franchi vers le bas par la pression dans le répartiteur d'admission,

- la valeur de section d'ouverture de l'actionneur d'air est commandée progressivement vers une troisième valeur de section d'ouverture inférieure à la deuxième valeur de section d'ouverture ;
- la valeur de l'avance à l'allumage est commandée progressivement de sa valeur maximale vers une deuxième valeur inférieure à la valeur maximale.

[0021] Avantageusement, ce procédé comprend

- une détection d'une phase de régulation du régime de ralenti du moteur par comparaison du régime du moteur avec une valeur de consigne franchie vers le bas ;
- la commande progressive de l'avance à l'allumage vers une valeur finale, inférieure à la deuxième valeur, dès détection de l'occurrence de la phase de régulation du régime de ralenti du moteur.

[0022] Il est proposé, selon un deuxième aspect, un calculateur équipant un véhicule automobile, configuré pour appliquer le procédé de démarrage automatique d'un moteur résumé ci-dessus.

[0023] D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description de modes de réalisation, faite ci-après en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 illustre un véhicule automobile comprenant un moteur et un calculateur programmé pour réguler des paramètres de fonctionnement d'un moteur selon divers modes de réalisation ;
- la figure 2 illustre la régulation d'une valeur d'ouverture de l'actionneur d'air d'un répartiteur d'admission d'un moteur selon divers modes de réalisation ;

- la figure 3 illustre la régulation de paramètres de fonctionnement d'un moteur selon divers modes de réalisation.

[0024] Sur la figure 1 est représenté un véhicule **100** automobile comprenant un moteur **1** à combustion interne à allumage commandé (appellation faisant référence à la combustion qui le caractérise) ou plus couramment appelé moteur **1** essence. Le moteur **1** comprend au minimum un cylindre définissant une chambre de combustion, auquel est associé, dans une portion supérieure, un dispositif d'allumage, telle une bougie, permettant de produire l'étincelle nécessaire à la combustion d'un mélange air/carburant. Le cylindre est d'une part associé à une soupape d'admission qui contrôle une admission d'air ou du mélange air/carburant à l'intérieur de la chambre de combustion, et d'autre part, à une soupape d'échappement qui contrôle une évacuation, hors de la chambre de combustion, de gaz d'échappement issus de la combustion du mélange air/carburant.

[0025] Chaque cylindre du moteur **1** est connecté au répartiteur d'admission et au collecteur d'échappement, respectivement via l'intermédiaire d'une tubulure d'admission et une tubulure d'échappement, permettant l'admission de l'air ou du mélange air/carburant et l'échappement des gaz de combustion au travers de chaque cylindre. Le collecteur d'échappement est, à quant à lui, connecté à un catalyseur pour lequel sont disposées en amont et aval des sondes permettant de déterminer le débit d'air au travers ainsi que la masse d'oxygène présente au sein de ce dernier. Dans le cas d'une motorisation à injection indirecte, la masse de carburant est injectée par des injecteurs dans les tubulures d'admission, tandis que dans le cas d'une injection directe la masse carburant est directement injectée dans chaque cylindre. Par ailleurs, un actionneur d'air, tel un papillon motorisé, est disposé en amont du répartiteur d'admission du moteur **1** de sorte à réguler le débit d'air au travers de celui-ci, et donc la masse d'air circulant vers les différents cylindres du moteur **1**.

[0026] Le moteur **1** à allumage commandé est piloté par un calculateur **2** (également appelé contrôle moteur), ce calculateur **2** étant programmé pour répondre au mieux à la volonté du conducteur, retransmise notamment via une pédale d'accélérateur. Ainsi, le calculateur **2** reçoit diverses informations, et notamment celle issue d'un capteur positionné sur la pédale d'accélérateur, cette information lui permettant de contrôler notamment le régime de fonctionnement du moteur **1**.

[0027] Le moteur **1** à allumage commandé fonctionne selon un cycle de quatre temps défini dans l'ordre suivant : une admission, une compression au terme de laquelle ont lieu l'inflammation et la combustion du mélange air/carburant, une détente et un échappement.

5 [0028] Le travail produit par le moteur **1** à allumage commandé provient de la combustion, initiée par le dispositif d'allumage du mélange air/carburant comprimé au sein du cylindre par un piston se déplaçant de façon alternative, entre une position extrême haute et une position extrême basse, par rapport au cylindre, respectivement appelées position Point Mort
10 Haut (PMH) et position Point Mort Bas (PMB). Le mouvement alternatif du piston permet l'entraînement en rotation d'un vilebrequin par l'intermédiaire d'une bielle reliant le piston au vilebrequin, le mouvement du vilebrequin étant ensuite transmis aux roues par l'intermédiaire de différents mécanismes.

15 [0029] Lors d'un cycle moteur, l'allumage du mélange air/carburant, via le dispositif d'allumage, se produit en amont de la position PMH du piston à l'issue de la phase de compression. Afin de calibrer l'allumage, les motoristes définissent un paramètre appelé « avance à l'allumage » correspondant à un écart angulaire (exprimé par exemple en degré), ayant
20 pour référentiel le vilebrequin, entre l'instant de l'allumage et l'instant du passage du piston en position point mort haut (PMH), la position point mort haut (PMH) du piston correspondant à la position de référence.

[0030] Avantagusement, le calculateur **2** est relié avec différents capteurs qui lui fournissent en temps réel des données sur le véhicule **100**
25 automobile, et notamment sur le moteur **1**. Parmi ces données, on trouve notamment :

- le régime **N** du moteur: il correspond au nombre de rotation effectué par le moteur **1**, et plus précisément par le vilebrequin, par unité de temps. Il est exprimé généralement en tour/minute et est mesuré par un
30 capteur de vitesse de rotation ;
- la température moteur : elle correspond à la température du liquide de refroidissement (par exemple un mélange eau/antigel), ou la température de l'huile de lubrification au niveau du cylindre, ou encore la température du matériau d'un constituant sensible du moteur **1** (ex :
35 une zone de la culasse). Elle est mesurée généralement par une sonde de température ;

- la position de l'accélérateur : elle correspond au niveau d'enfoncement de la pédale d'accélérateur, cet enfoncement étant généralement mesuré par un capteur de position sur la pédale d'accélérateur ;
- la pression **P** dans le répartiteur d'admission : elle correspond à la pression de l'air dans cet organe, celle-ci étant mesurée par un capteur placé dans le répartiteur d'admission ;
- le débit d'air à travers le catalyseur et le taux d'oxygène dans le catalyseur : ils sont mesurés par les sondes placées en amont et en aval du catalyseur, et permettent au calculateur **2** d'évaluer la masse d'oxygène stockée dans le catalyseur.

[0031] Une machine électrique est, par ailleurs, couplée au moteur **1** afin de permettre son entraînement et sa mise en rotation lors de la réception d'une commande de démarrage ou de redémarrage par le calculateur **2**. Une commande de démarrage est, à titre d'exemple, générée lors de l'actionnement de la clef de contact ou par pression sur un bouton de démarrage. Une commande de redémarrage est, à titre d'exemple, générée lors du relâchement de la pédale de frein, de l'enfoncement de la pédale d'accélérateur ou de la pédale d'embrayage, ou lors d'un changement de position du levier de changement de rapport de vitesse, suite à un arrêt du véhicule **100** automobile. La machine électrique est, à titre d'exemple, un démarreur ou un alerno-démarreur. Dans ce dernier cas, la machine électrique fournit de l'énergie électrique à différents consommateurs électriques du véhicule **100** automobile (par exemple : pompes, compresseurs, capteurs, actionneurs) une fois le processus de démarrage finalisé. L'ensemble ou une partie de ces consommateurs peuvent par ailleurs être alimentés électriquement par une source d'énergie externe, indépendante de l'alternateur, telle une batterie électrique haute ou basse tension.

[0032] Avantageusement, grâce aux retours d'informations des différents capteurs, le calculateur **2** élabore et contrôle des stratégies de commande du moteur **1**, notamment via

- la génération de signaux de commande pilotant l'injection (par exemple : masse de carburant injectée, durée de l'injection) ;
- la génération de signaux de commande pilotant la mise en marche ou l'arrêt de la machine électrique entraînant le moteur **1** lors du démarrage ;

- la génération de signaux de commande pilotant chaque dispositif d'allumage, permettant de contrôler indépendamment l'allumage de chaque cylindre, et par conséquent l'avance à l'allumage ;
- la génération de signaux de commande pilotant l'actionneur d'air (par exemple : papillon motorisé) en amont du répartiteur d'admission, permettant ainsi la régulation de la pression d'air dans cet organe.

[0033] La figure 2 présente, à titre d'exemple, deux diagrammes a), b), illustrant chacun en ordonnée l'évolution de la section **S** d'ouverture (dite aussi section de passage) de l'actionneur d'air du répartiteur d'admission, pilotée par le calculateur **2**, en fonction du temps **t** en abscisse. Le diagramme a) illustre l'état de l'art à des fins de compréhension, tandis que le diagramme b) illustre des exemples de modes de réalisation, présentant divers avantages vis-à-vis de cet état de l'art.

[0034] En référence au diagramme a), à un instant **t₀**, le calculateur **2** réceptionne une commande de démarrage, et commande alors l'entraînement du moteur **1** par la machine électrique. Le calculateur **2** calcule par ailleurs, à cet instant, une valeur/section d'ouverture pour l'actionneur d'air, telle une section efficace de passage en degrés ou en millimètres carrés, afin de réguler le débit d'air entrant vers le répartiteur d'admission et les différents cylindres du moteur **1**. Dans l'état de l'art, cette valeur est une valeur **S1'** référentielle, apte à garantir la réussite d'une première combustion dès l'occurrence d'un premier cycle de combustion dans un cylindre du moteur **1**. La valeur **S1'** référentielle est une valeur calculée en fonction notamment de l'état thermique du moteur **1** et de l'enfoncement de la pédale d'accélérateur, et peut donc varier en fonction des motorisations. De même, en fonction de la thermique du moteur **1**, et de la nature du carburant (par exemple : taux d'alcool dans l'essence), le calculateur **2** détermine une période **T** d'application pour cette valeur **S1'** référentielle. Généralement, le calcul de la valeur **S1'** référentielle par le calculateur **2** est basé sur les informations remontées par les différents capteurs, des modèles mathématiques et/ou des tables de mesures préenregistrées, et prend en compte pour son calcul :

- le calcul d'une valeur (flèche **21**) d'ouverture de l'actionneur d'air (section de passage du papillon) permettant de compenser les pertes globales moteur, par exemple les frottements ;
- le calcul d'une valeur (flèche **22**) d'ouverture de l'actionneur d'air permettant de générer une réserve de couple. Une telle réserve de

couple, prend généralement en compte, lors de son calcul, le couple prélevé par chaque consommateur électrique, ainsi qu'un couple permettant d'assurer le décollage du véhicule **100** automobile ;

- le calcul d'une valeur (flèche **23**) d'ouverture de l'actionneur d'air permettant la réalisation du Couple Moyen Indiqué Haute Pression, couramment désigné sous l'acronyme CMI HP, celui-ci étant fonction du régime **N** du moteur **1** et de la position de la pédale d'accélération ;

- le calcul d'une valeur (flèche **24**) de correction d'ouverture de l'actionneur d'air, en fonction de l'état thermique du moteur **1**. Cette valeur est déterminée par le calculateur **2** pour des paramètres d'injections (ex : durée/instant d'injection, valeur d'avance à l'allumage) et de gestion de la circulation de l'air (ouverture du papillon, volume d'air dans le répartiteur d'admission), ces paramètres de fonctionnement du moteur **1** étant fixés lors d'une phase en boucle ouverte par la calculateur **2**. La boucle ouverte correspond, ici, à une période durant le démarrage du véhicule **100**, pour laquelle les paramètres d'injections et de gestion de la circulation d'air ne s'autorégulent pas entre eux : le calculateur **2** envoie des valeurs de consignes, et les résultats obtenus via l'application de ces consignes, n'influent pas sur la stratégie de commande au pas temporel suivant. Par opposition, lors d'une phase ultérieure en boucle fermée, le calculateur **2** prend conjointement en compte les résultats obtenus via l'application des différents paramètres de fonctionnement du moteur **1**, pour calculer au pas temporel suivant les valeurs de ces paramètres ;

- le calcul d'une valeur (flèche **25**) de compensation, désignée couramment sous l'anglicisme « *offset* », d'ouverture de l'actionneur d'air en fonction de l'état thermique du moteur **1**.

[0035] Ainsi, sur le diagramme a) représentant l'état de l'art, la valeur **S1'** référentielle est commandée par le calculateur **2**, en tant que section d'ouverture de l'actionneur d'air durant la période **T** prédéterminée. Avantagusement, la période **T** est déterminée de sorte à couvrir l'occurrence d'une première combustion (non représentée), ainsi que l'instant **ti** où le moteur **1** tourne de manière autonome, c'est-à-dire sans entraînement de la machine électrique, qui est alors coupée. A la fin de cette période **T**, la valeur (flèche **25**) de compensation (« *offset* ») d'ouverture de l'actionneur d'air est alors progressivement réduite (flèche **26**) jusqu'à une

deuxième valeur **S2**, correspondant à une annulation de cet offset. Couramment, la réduction progressive de l'offset est déterminée par le calculateur **2** en fonction de l'état thermique du moteur **1**. La section **S** d'ouverture de l'actionneur d'air est ensuite maintenue constante à la
5 deuxième valeur **S2**, jusqu'à un instant prédéterminé **tii** à partir duquel débute la transition de la commande en boucle ouverte des paramètres d'injection et de la gestion de la circulation d'air, vers une gestion en boucle fermée de ces paramètres réalisée à partir d'un instant prédéterminé **tiii**. Ainsi, entre les instants **tii** et **tiii**, le calculateur **2** réduit progressivement la
10 section d'ouverture de l'actionneur d'air vers une troisième valeur **S3** se rapportant à une ouverture de l'actionneur d'air en régime de ralenti stabilisé. A l'instant **tiii**, les paramètres sont alors régulés en boucle fermée par le calculateur **2** en vue de converger vers le régime de ralenti moteur stabilisé.

15 [0036] Le régime de ralenti moteur stabilisé est, à titre d'exemple, déterminé par le calculateur **2** lors du démarrage en fonction de la thermique du moteur **1**, et du temps d'arrêt du véhicule **100**. Ainsi, selon divers modes de réalisation, le calculateur **2** calcule une consigne **N3** de régime ralenti, apte à permettre l'établissement du régime de ralenti du moteur **1**, en
20 estimant la masse d'oxygène présente dans le catalyseur connecté au collecteur d'échappement en sortie du moteur **1**. Une telle estimation par le calculateur **2** prend notamment en compte le calcul de la durée d'injection de carburant en phase de démarrage ou de redémarrage. Par exemple, à chaque démarrage, le calculateur **2** réalise une estimation de la masse
25 d'oxygène, dès que les sondes placées en amont et en aval du catalyseur présentent des conditions de fonctionnement en accord avec des seuils préconfigurés (par exemple : tensions, températures). La masse d'oxygène étant initialement fixée à une valeur par défaut, cette valeur est ensuite actualisée selon que le moteur est tournant ou arrêté. Dans le cas d'un
30 moteur **1** tournant, la masse d'oxygène stockée dans le catalyseur est calculée à partir de l'intégrale du débit d'air cylindre converti par le calculateur **2** en masse d'oxygène. Ce débit est ensuite pondéré par un facteur multiplicatif, calculé en fonction de l'état des sondes. Avantageusement, ceci permet de repérer les différentes transitions de
35 mélanges riche/pauvre ou pauvre/riche au niveau du catalyseur, pour en déduire l'évolution de la masse d'oxygène. En phase d'arrêt, la dernière

valeur de masse d'oxygène dans le catalyseur est stockée en mémoire. Ainsi, dans le cas d'un moteur à l'arrêt, la masse d'oxygène stockée dans le catalyseur est calculée à partir de la dernière valeur actualisée en phase de moteur **1** tournant, pondérée par une valeur d'offset configurable. La durée d'injection de carburant en phase de démarrage ou de redémarrage automatique (fonction « *Stop and Start* »), est alors ajustée par le calculateur **2**, via un facteur calculé en fonction de la masse d'oxygène estimée dans le catalyseur, du régime **N** du moteur **1**, de son état thermique (par exemple : température du liquide de refroidissement, d'huile de lubrification, de l'air d'admission), de la pression atmosphérique et du temps passé à l'arrêt.

[0037] On observe, par ailleurs, sur le diagramme a) de la figure 2, à l'instant **tiii** une valeur (flèche **27**) d'ouverture résiduelle de l'actionneur d'air par rapport à la troisième valeur **S3**. L'amplitude de cette flèche **27** est ici donnée à titre d'exemple purement illustratif. Cette valeur résiduelle tend généralement vers zéro, et est calculée de sorte à anticiper la différence de comportement dynamique entre les paramètres d'injection et les paramètres de gestion de la circulation de l'air dans le moteur **1**.

[0038] En référence maintenant, au diagramme b) de la figure 2, dans un premier mode de réalisation illustré en trait plein, à l'instant **t0**, lors de la réception d'une commande de démarrage, le calculateur **2** calcule la valeur **S1'** référentielle, et impose alors à l'actionneur d'air une première valeur **S1** d'ouverture, réduite par rapport à la valeur **S1'** référentielle. Avantagusement, cette première valeur **S1** d'ouverture réduite est déterminée, notamment, en fonction de l'enfoncement de la pédale d'accélération, de l'état thermique du moteur **1** (par exemple : température du liquide de refroidissement), et du prélèvement de couple des différents consommateurs (par exemple : alternateur, pompe d'injection, compresseur de climatisation). Ainsi, sur ce diagramme, la première valeur **S1** d'ouverture réduite, peut être vue comme une valeur (flèche **28**) d'offset diminuée par rapport à la valeur (flèche **25** pointillée en trait fin) d'offset d'ouverture de l'actionneur d'air calculé pour la valeur **S1'** référentielle.

[0039] A titre d'exemple, on réduit par rapport à la valeur **S1'** référentielle, l'angle d'ouverture de l'actionneur d'air, d'une valeur comprise entre un et quatre degrés. On dégrade donc temporairement l'aérodynamique de l'air dans le répartiteur d'admission et dans les différents cylindres.

Avantageusement, on accélère ainsi la mise en dépression du répartiteur d'admission. La première valeur **S1** d'ouverture réduite est alors maintenue constante durant préférentiellement la même période **T** déterminée pour l'état de l'art du diagramme a). En alternative, cette période **T** peut être

[0040] Dans un mode de réalisation, lorsque le moteur thermique se trouve en phase d'arrêt automatique par la fonction « *Stop and Start* », une première évolution spécifique de l'angle d'ouverture de l'actionneur d'air est réalisée, lors du redémarrage suivant du moteur **1**, en fonction de l'évolution du régime moteur. Lorsque le moteur thermique se trouve en phase d'arrêt par la clef de contact, une seconde évolution spécifique de l'angle d'ouverture de l'actionneur d'air est réalisée, lors du démarrage suivant du moteur **1**, en fonction de l'évolution du régime moteur. Ainsi, dans ce mode de réalisation, ces évolutions de l'angle d'ouverture de l'actionneur d'air sont différentes selon les situations : redémarrage après une phase d'arrêt automatique et démarrage ou redémarrage par la clef de contact.

[0041] Dans un autre mode de réalisation, pour les véhicules **100** automobiles de type « *flex-fuel* », un offset négatif est par ailleurs ajouté durant la phase de démarrage, puis progressivement ramené vers 0 lorsque le moteur tourne de manière autonome (après obtention d'une première combustion), en vue d'éviter tout risque de calage du moteur **1**.

[0042] Dans un autre mode de réalisation, illustré en traits pointillés épais sur ce même diagramme, le calculateur **2** calcule un instant **tiv**, survenant durant la période **T** prédéterminée, cet instant correspondant à un nombre prédéterminé de Point Mort Haut PMH (ou un nombre prédéterminé de temps moteur), pour lequel une première combustion n'a pas encore été réalisée avec la première valeur **S1** d'ouverture réduite. A titre d'exemple, le calculateur **2** compte le nombre de Point Moteur Haut pour chaque cylindre du moteur **1** et compare ce nombre avec un nombre prédéfini (configurable). Afin de garantir cette première combustion durant la période **T**, le calculateur **2** applique alors, dès l'instant **tiv**, une valeur d'offset (flèche **29**), afin d'amener la valeur d'ouverture de l'actionneur d'air depuis la première valeur **S1** d'ouverture réduite à la valeur **S1'** référentielle. A l'instant **ti**, lorsque le moteur **1** tourne de manière autonome, le calculateur **2** diminue alors progressivement (pente pointillée **30**) l'ouverture de l'actionneur d'air de la valeur **S1'** référentielle vers la première valeur **S1** d'ouverture réduite, et si

celle-ci est atteinte avant la fin de la période **T** prédéterminée, la maintient jusqu'à la fin de cette période **T**.

[0043] Les différents modes de réalisations du diagramme b) suivent ensuite une même stratégie pilotée par le calculateur **2** (courbe commune en trait plein à partir de la fin de la période **T** prédéterminée). A la fin de la période **T** prédéterminée, le calculateur **2** réduit progressivement (flèche **31**) la section d'ouverture de l'actionneur d'air, depuis la première valeur **S1**, jusqu'à atteindre la deuxième valeur **S2**. Cette réduction progressive est déterminée par le calculateur **2** en fonction de l'état thermique du moteur **1**.

La section **S** d'ouverture de l'actionneur d'air est ensuite maintenue constante à la deuxième valeur **S2**, jusqu'à un instant prédéterminé **tii'**. A partir de cet instant **tii'** débute alors la transition de la commande en boucle ouverte des paramètres de fonctionnement du moteur **1** (paramètres d'injection et de gestion de la circulation d'air) vers une commande en boucle fermée de ces paramètres, effective à partir d'un instant prédéterminé **tiii'**. Pour cet instant **tiii'**, la section **S** d'ouverture est alors à la troisième valeur **S3** se rapportant à une ouverture de l'actionneur d'air en régime de ralenti stabilisé. Ainsi, entre les instants **tii'** et **tiii'**, le calculateur **2** réduit progressivement (en fonction de la thermique du moteur **1**) la valeur d'ouverture de l'actionneur d'air de la deuxième valeur **S2** vers la troisième valeur **S3** se rapportant à l'ouverture de l'actionneur d'air en régime de ralenti stabilisé. A l'instant **tiii'**, les paramètres de fonctionnement du moteur **1** sont alors régulés en boucle fermée par le calculateur **2** : ces paramètres convergent alors vers des valeurs assurant le régime de ralenti moteur stabilisé. Par ailleurs, à des fins illustratives, on observe encore ici, à titre d'exemple, une valeur (flèche **27**) d'ouverture résiduelle de l'actionneur d'air par rapport à la troisième valeur **S3** à l'instant **tiii'**.

[0044] Les modes de réalisation décrits sur le diagramme b) présentent plusieurs avantages par rapport à l'état de l'art. Tout d'abord, la première valeur **S1** étant réduite par rapport à la valeur **S1'** référentielle. On accélère ainsi la mise en dépression du répartiteur d'admission. Ceci permet d'avancer l'instant de transition de commande en boucle ouverte des paramètres de fonctionnement du moteur **1** (par exemple : paramètres d'injection et de gestion de la circulation d'air) vers une régulation en boucle fermée, et ainsi aussi obtenir un instant de bouclage en boucle fermée anticipé. On constate ainsi sur le diagramme b) que l'instant **tii'** est avancé

par rapport à l'instant **tii**, de même pour l'instant **tiii**' par rapport à l'instant **tiii**. On rentre donc plus rapidement en phase de régulation de ralenti moteur, par rapport à l'état de l'art, ce qui permet donc de réduire la durée totale de démarrage. Par ailleurs, l'accélération de la mise en dépression du répartiteur d'admission contribue à la réduction de la consommation de carburant associée au démarrage ou au redémarrage. Ensuite, le mode de réalisation illustré en trait pointillé (augmentation de l'offset à la valeur **S1'** référentielle) ne se limite pas à détecter et pallier à une simple combustion tardive au-delà d'un nombre prédéterminé de Point Moteur Haut. Ce nombre est en effet paramétrable et prend en compte des paramètres tels que le type de démarrage du véhicule **100** (ex : démarrage automatique via la fonction « *Stop and Start* », démarrage sous clef, redémarrage sous clef), son altitude (par exemple : pression atmosphérique, pression dans le répartiteur d'admission), ou encore l'état thermique du moteur **1**. Ainsi, si un démarrage n'est pas réalisable avec la première valeur **S1**, le calculateur **2** est capable d'anticiper le fait que ce démarrage ne se produira pas non plus à un nombre déterminé de Point Moteur Haut, et rehausser préventivement cette valeur vers la valeur **S1'** référentielle, afin d'assurer une première combustion dans un cylindre du moteur **1**. Le calculateur **2** n'attend donc pas nécessairement l'occurrence de ce nombre déterminé de Point Mort Haut (ou de temps moteur) dans les cylindres du moteur **1**. Par exemple, en fonction des conditions extérieures (pressions, températures), le calculateur **2** peut anticiper le fait qu'à l'instant **ti**, c'est-à-dire au bout d'un nombre prédéfini de Point Mort Haut (PMH), l'application de la première valeur **S1** ne permettra pas d'atteindre une première combustion. Dans ce cas, il peut appliquer dès l'instant **t0** de démarrage la valeur **S1'** référentielle, qu'il diminue ensuite progressivement (en fonction de la thermique du moteur **1**) à la première valeur **S1** réduite dès que le moteur **1** tourne de manière autonome. On garantit donc, grâce à cette action préventive, un démarrage du moteur **1** sous toutes conditions de pressions, altitudes, températures, tout en assurant une durée de démarrage diminuée par rapport à l'état de l'art. Selon une autre stratégie, le nombre de Point Mort Haut (PMH) étant configurable, on peut aussi volontairement choisir de retarder l'instant de première combustion d'un ou deux Point Moteur Haut. Bien que le démarrage du moteur **1** thermique s'en voit alors retardé, un tel retard demeure cependant imperceptible pour le conducteur et permet l'établissement de

meilleures conditions de démarrage : optimisation du régime moteur, de la pression d'air dans le répartiteur d'admission, de la pression et température dans la chambre de combustion. Avantageusement, ceci participe à améliorer les conditions vibratoires (ébranlement du moteur 1) lors des démarrages ou redémarrages successifs, ces conditions étant perceptibles par le conducteur. Le confort de ce dernier s'en voit donc amélioré.

[0045] Parallèlement à la commande de la section **S** d'ouverture de l'actionneur d'air, le calculateur 2 commande divers paramètres de fonctionnement du moteur 1, tels que la valeur de l'avance à l'allumage et les paramètres d'injection (masse de carburant injectée, durée d'injection). Comme il va être maintenant vu sur la figure 3, ces paramètres sont notamment régulés par le calculateur 2 en fonction de la pression d'air dans le répartiteur d'admission (ou dans les chambres de combustion), ainsi que du régime du moteur 1.

[0046] Sur la figure 3, on observe sept diagrammes présentant une pour une même d'échelle d'abscisse, des évolutions temporelles de différents paramètres de fonctionnement du moteur 1 :

- le diagramme a) illustre en ordonnée le régime **N** du moteur 1 en fonction du temps **t** en abscisse, lors d'une phase de démarrage (ou de redémarrage) du moteur 1 ;
- le diagramme b) illustre en ordonnée l'état binaire **E** de la machine électrique en fonction du temps **t** en abscisse, lors d'une phase de démarrage (ou de redémarrage) du moteur 1 ;
- le diagramme c) illustre en ordonnée la pression **P** dans le répartiteur d'admission (ou dans les chambres de combustion) en fonction du temps **t** en abscisse, lors d'une phase de démarrage (ou de redémarrage) du moteur 1 ;
- le diagramme d) illustre en ordonnée la section **S** d'ouverture, dite aussi section de passage, de l'actionneur d'air (ex : papillon) en fonction du temps **t** en abscisse lors d'une phase de démarrage (ou de redémarrage) du moteur 1 ;
- le diagramme e) illustre en ordonnée la valeur de l'avance à l'allumage **AA** en fonction du temps **t** en abscisse, lors d'une phase de démarrage (ou de redémarrage) du moteur 1 ;

- le diagramme f) illustre en ordonnée la durée **D** d'injection du carburant en fonction du temps **t** en abscisse, lors d'une phase de démarrage (ou de redémarrage) du moteur **1** ;
- le diagramme g) illustre en ordonnée la masse **M** de carburant injectée en fonction du temps **t** en abscisse, lors d'une phase de démarrage (ou de redémarrage) du moteur **1**.

[0047] Sur les diagrammes de cette figure 3, les modes de réalisations sont illustrés en traits épais pleins, ou traits épais pointillés. L'état de l'art est quant à lui illustré en traits fins mixtes, afin d'observer les avantages des modes de réalisations vis-à-vis de celui-ci.

[0048] A l'instant **t0**, le calculateur **2** réceptionne une commande de démarrage (ou de redémarrage), et commande alors l'entraînement du moteur **1** par la machine électrique. La commande de démarrage est, par exemple, réalisée suite à une action du conducteur prise en compte par le calculateur **2** : via la clef de contact, par pression sur un bouton de démarrage, un relâchement de la pédale de frein, un enfoncement de la pédale d'embrayage, un passage de la première vitesse, ou encore un enfoncement de la pédale d'accélérateur. Le régime **N** du moteur est alors nul, la machine électrique est mise sous tension mais ne fonctionne pas encore (état binaire **E** à « 0 »). La pression **P** dans le répartiteur d'admission est égale à une valeur de pression **P0** atmosphérique extérieure au véhicule **100**, la section **S** d'ouverture de l'actionneur d'air est à une valeur **S0** de repos prise lorsque le moteur **1** est à l'arrêt (ici, en position ouverte car valeur positive) et l'avance à l'allumage **AA** est nulle. A cet instant, l'injection de carburant n'a pas encore débuté, les valeurs de durée **D** d'injection ainsi que de masse **M** de carburant injectée sont donc nulles.

[0049] A l'instant **t1**, la machine électrique est mise en marche, en mode démarreur, afin d'entraîner le moteur **1** : son état binaire **E** passe donc à la valeur « 1 ». Immédiatement à la suite de cet instant **t1**, la machine électrique entraîne en rotation le moteur **1** thermique, qui voit donc son régime **N** augmenter. La mise en mouvement des organes internes du moteur **1** (rotation du vilebrequin, distribution, translation des pistons et des soupapes) engendre alors une mise en dépression de l'air dans le répartiteur d'admission : la pression **P** de l'air dans celui-ci commence à décroître. L'actionneur d'air adopte une position telle que sa section d'ouverture soit à la première valeur **S1**, inférieure à la valeur **S1'** référentielle préalablement

déterminée par le calculateur **2**. Les autres paramètres de fonctionnement du moteur **1** demeurent, quant à eux, inchangés.

[0050] A l'instant **t2**, le moteur est encore entraîné via la machine électrique (en mode démarreur), le régime **N** du moteur thermique atteint alors vers le haut (c'est-à-dire par le bas) un premier seuil **N1** de régime connu (préconfiguré) du calculateur **2**. A titre d'exemple, le calculateur **2** détermine l'atteinte du premier seuil **N1** par comparaison avec la valeur courante de régime **N** du moteur **1**. Parallèlement, la pression **P** dans le répartiteur d'admission continue encore de diminuer. Cette valeur de pression **P** est, en outre, comparée par le calculateur **2** avec un premier seuil **P1** de pression prédéfini, connu de celui-ci. Dans l'exemple illustré sur le diagramme c), ce premier seuil **P1** de pression n'est ici pas encore atteint vers le bas (c'est-à-dire par le haut). Cependant dans un autre exemple, ce premier seuil de pression **P1** peut être atteint, avant l'atteinte du premier seuil **N1**. Ici, à l'instant **t2**, la machine électrique demeure en état de fonctionnement (état binaire **E** à « 1 ») en mode démarreur, et le régime **N** du moteur **1** continue par conséquent à augmenter. Les autres paramètres de fonctionnement du moteur **1** (position de l'actionneur d'air, injection nulle) sont commandés par le calculateur **2** de sorte à rester inchangés. Le calculateur **2** veille, en effet, à garder ces paramètres constants, tant qu'il ne détecte pas que les seuils **N1** de régime et **P1** de pression sont tous les deux atteints.

[0051] A l'instant **t3**, la machine électrique entraîne à son régime de rotation maximal le moteur **1**. Le moteur **1** atteint donc un deuxième seuil **N2** de régime, se rapportant au régime maximal de la machine électrique selon la démultiplication de vitesse de rotation entre la machine électrique et le moteur **1**. Le moteur **1**, sous l'entraînement de la machine électrique, et en l'absence de première combustion, demeure donc entraîné de manière constante à ce deuxième seuil **N2**. A cet instant, la pression **P** dans le répartiteur d'admission continue de décroître, mais n'atteint pas encore le premier seuil **P1** de pression. Une fois encore, les autres paramètres de fonctionnement du moteur **1** (position de l'actionneur d'air, injection nulle) sont commandés par le calculateur **2** de sorte à rester inchangés.

[0052] A l'instant **t4**, la pression **P** dans le répartiteur d'admission continue à diminuer et atteint vers le bas le seuil **P1** de pression. L'atteinte du premier seuil **N1** de régime moteur étant déjà survenue (ici à l'instant **t2**),

la machine électrique est maintenue sous fonctionnement en mode démarreur et le calculateur **2** commande alors l'injection de carburant : par injection directe ou indirecte via les tubulures d'admission en fonction de la structure du moteur **1**. Plus précisément, le calculateur **2** commande :

- 5 – l'injection d'une masse **M1** de carburant dans le moteur **1** durant une durée **D1** ;
- l'avance à l'allumage **AA** depuis sa valeur initiale nulle vers une valeur **AA1** maximale.

Le calculateur **2** maintient par ailleurs la section **S** de passage (c'est-à-dire l'ouverture) l'actionneur d'air à la première valeur **S1**. Dans un mode de réalisation, si une première combustion n'est toujours pas détectée au bout d'un nombre prédéfini de Point Moteur Haut, le calculateur **2** commande l'ouverture de l'actionneur d'air à la valeur **S1'** référentielle, qu'il réduit ensuite progressivement vers la première valeur **S1** dès la réalisation de la première combustion (ici à l'instant **t5**). Ce mode de réalisation est ici illustré en traits pointillés épais sur le diagramme d) et a été précédemment exposé au cours de la description de la figure 2. On note, par ailleurs, que les instants sont ici donnés à titre d'exemple purement illustratif : les seuils **N1** de régime et **P1** de pression dans le répartiteur d'admission peuvent en effet survenir avant ou après l'un par rapport à l'autre, voire en même temps et dans ce cas les instants **t2**, **t3**, **t4** sont simultanés.

[0053] A l'instant **t5** survient une première combustion dans un cylindre du moteur **1**. La machine électrique est alors désactivée (état binaire **E** à « 0 ») par le calculateur **2** de son mode démarreur, et cesse d'entraîner le moteur **1** thermique, qui tourne alors de manière autonome. Si cette machine électrique peut également fonctionner en mode alternateur, celle-ci est alors commandée par le calculateur **2** dans ce mode afin d'alimenter électriquement les différents consommateurs électriques du véhicule **100**. Le cas contraire, celle-ci est totalement désactivée jusqu'à la réception de la prochaine commande de démarrage ou redémarrage. Par ailleurs, entre les instants **t4** et **t5** :

- la pression **P** dans le répartiteur d'admission continue à décroître sous l'effet de la rotation du moteur **1** ;
- l'avance à l'allumage **AA** atteint progressivement la valeur **AA1** commandée à l'instant **t4**, puis est maintenue constante durant cet intervalle de temps par le calculateur **2** ;

- la durée **D** d'injection est maintenue constante à une première valeur **D1**, le temps que l'avance à l'allumage **AA** atteigne la valeur maximale **AA1** : c'est-à-dire lorsque la valeur de l'avance à l'allumage **AA** transite encore entre sa valeur nulle initiale et sa valeur **AA1** maximale. La durée d'injection **D** est par la suite diminuée progressivement depuis la première valeur **D1** vers une deuxième valeur **D2**, correspondant à la durée d'injection appliquée pour le régime de ralenti du moteur 1. Cette diminution de durée d'injection **D** débute dès que la valeur de l'avance à l'allumage **AA** atteint sa valeur **AA1** maximale et s'effectue à mesure que la pression **P** diminue au sein du répartiteur d'admission ;
- la masse **M** de carburant est injectée à une valeur constante **M1**, depuis le début de l'injection jusqu' à l'occurrence de la première combustion dans un cylindre du moteur 1, réalisée à l'instant **t5**.

[0054] A l'instant **t6**, le régime **N** du moteur 1 franchit vers le haut la consigne **N3** de régime ralenti du moteur. L'instant de dépassement de cette consigne **N3**, correspond au début d'une phase de dépassement du régime de ralenti moteur, couramment connue sous la dénomination de phase « *d'over shoot* ». En parallèle, la pression **P** dans le répartiteur d'admission continue à décroître, ainsi que la durée **D** d'injection de carburant, en lien avec l'évolution de la dépression dans le répartiteur d'admission. Par ailleurs entre les instants **t5** et **t6**

- la valeur de section **S** d'ouverture de l'actionneur d'air est progressivement commandée par le calculateur 2 vers une deuxième valeur **S2** de section d'ouverture inférieure à la première valeur **S1** de section d'ouverture ;
- la pression **P** dans le répartiteur d'admission et la durée **D** d'injection de carburant continuent à décroître ;
- la masse **M** de carburant injectée est progressivement augmentée, en conséquence de l'évolution des paramètres précédents, jusqu'à atteindre une valeur **M2** maximale. La masse **M** de carburant injecté est, par la suite, diminuée progressivement depuis la valeur **M2** maximale vers une valeur **M3** inférieure, cette valeur **M3** inférieure correspondant à la masse **M** de carburant injectée lors du régime de ralenti du moteur 1. Cette diminution masse **M** de carburant injecté est commandée par le calculateur 2, dès l'atteinte de la valeur **M2** maximale.

[0055] A l'instant **t7**, la pression **P** dans le répartiteur d'admission atteint un second seuil **P2** de pression. Avantageusement, cet instant correspond au début de la transition des paramètres de fonctionnement du moteur **1**, d'une régulation en boucle ouverte vers une régulation progressive en boucle fermée (voir figure 2 précédemment décrite). A cet instant, la durée **D** d'injection continue encore à décroître et le calculateur **2** commande progressivement

- la section **S** d'ouverture de l'actionneur d'air vers la troisième valeur **S3** de section d'ouverture inférieure à la deuxième valeur **S2** de section d'ouverture ;
- la valeur de l'avance à l'allumage **AA** de sa valeur **AA1** maximale vers une deuxième valeur **AA2** inférieure à la valeur **AA1** maximale.

La commande par le calculateur **2** des paramètres de fonctionnement du moteur **1**, notamment la diminution de la section **S** d'ouverture de l'actionneur d'air, de la durée d'injection, de l'avance à l'allumage, couplée à la diminution progressive et continue de la pression **P** au sein du répartiteur d'admission, amène alors le régime **N** du moteur **1** thermique à continuer d'augmenter jusqu'à une valeur **N5** maximale, couramment connue sous le nom de régime d' « *over shoot* ». Cette valeur **N5** maximale (régime d' « *over shoot* ») est ici atteinte à l'instant **t8**. Par ailleurs, entre les instants **t7** et **t8**, via l'application des commandes issues du calculateur **2**

- la durée **D** d'injection atteint la deuxième valeur **D2**, correspondant à la durée d'injection appliquée pour le régime de ralenti du moteur **1**, et est maintenue constante ;
- la section **S** d'ouverture de l'actionneur d'air atteint la troisième valeur **S3**, correspondant à l'ouverture de l'actionneur d'air appliquée lors du régime de ralenti moteur, et est maintenue constante ;
- la valeur de l'avance à l'allumage **AA** atteint la deuxième valeur **AA2** ;
- la masse **M** de carburant injectée converge vers la valeur **M3**, qui est la masse de carburant consommée lors du régime de ralenti du moteur **1**.

[0056] A l'instant **t9**, le régime **N** du moteur thermique franchit vers le bas une consigne **N4**. Selon divers modes de réalisation, la consigne **N4** correspond à la valeur la consigne de régime ralenti **N3** additionnée à un nombre prédéfini de régime moteur (par exemple : 50 tours/min) ou multipliée par un facteur prédéfini paramétrable (par exemple : 1.1). Avantageusement, l'atteinte de cette consigne **N4** vers le bas, correspond à

la fin de la phase d' « *over shoot* » du moteur 1. A partir de cet instant, commence alors la phase de régulation du régime de ralenti moteur et l'avance à l'allumage **AA** est progressivement commandée vers une valeur **AA3** finale de consigne. Le calculateur 2 peut, par exemple, détecter le début de la phase de régulation du régime de ralenti du moteur à l'instant **t9**, par comparaison entre le régime **N** du moteur et la valeur de consigne **N4** qui est préalablement paramétrée ou estimée par le calculateur 2.

[0057] Enfin, à l'instant **t10**, le régime **N** moteur est stabilisé à la consigne **N3**, correspondant à la valeur constante de régime de ralenti du moteur 1. La pression **P** dans le répartiteur d'admission a atteint une valeur **P3** stabilisée, l'avance l'allumage a convergé vers la valeur **AA3** finale de consigne. Tous les autres paramètres sont maintenus constants, sauf la masse **M** de carburant injecté qui diminue progressivement, à mesure que les transferts thermiques vers les parois de la chambre de combustion diminuent sous l'effet de la montée en température des parois, du liquide de refroidissement et de l'huile de lubrification du moteur 1. La phase de démarrage du moteur 1 thermique est alors achevée.

[0058] Avantageusement, grâce aux modes de réalisations illustrés sur cette figure et vis-à-vis de l'état de l'art (en trait mixte), on constate que la pression **P** dans le répartiteur d'admission converge plus rapidement vers la valeur **P3** de pression minimale grâce à la valeur **S1** de section **S** d'ouverture alors prise par l'actionneur d'air, inférieure à la valeur **S1'** référentielle. En effet, une section **S** d'ouverture de l'actionneur d'air plus importante, implique une moindre augmentation de l'avance à l'allumage **AA**, et donc un bouclage plus tardif des paramètres de fonctionnement du moteur 1. Par opposition, dans les modes de réalisations illustrés, la convergence de l'avance à l'allumage **AA** vers une valeur **AA3** finale de consigne s'effectue par le haut, grâce à une ouverture réduite de l'actionneur d'air et à une mise en dépression plus rapide du répartiteur d'admission, la pression **P** dans le répartiteur d'admission convergeant plus rapidement vers la valeur **P3**. Ceci permet d'atteindre plus rapidement le régime de régulation en boucle fermée des paramètres de fonctionnement du moteur 1. Il s'ensuit que la masse de carburant consommée dans les modes de réalisations proposés s'en voit réduite.

[0059] Avantageusement, les modes de réalisations précédemment décrits permettent, durant une phase de démarrage, de vider plus rapidement l'air

contenu initialement dans le répartiteur d'admission et dans la chambre de combustion des cylindres. Dès l'instant de début de l'opération de démarrage, sous l'action de la machine électrique, certains pistons commencent leur phase de descente dans leur cylindre correspondant, les soupapes d'admission d'air étant ouvertes. La pression d'air dans le répartiteur d'admission diminue donc plus rapidement, et sa valeur **P3** de pression minimale (point bas) est atteinte entre au moins 0.5 et 1 seconde plus rapidement. La quantité de carburant injectée suit en parallèle la même évolution. Il devient ainsi possible, durant la phase de démarrage, de commencer à réduire plus tôt la quantité de carburant injectée, et ce sans pour autant dégrader le régime de dépassement de la consigne de ralenti moteur (régime d'« *over shoot* »). La régulation en boucle fermée des paramètres d'injection et de gestion de la circulation d'air, est en effet anticipée, ce qui permet d'abaisser les différents seuils de régimes moteur, en particulier le régime moteur auquel intervient la transition vers la régulation en boucle fermée des paramètres d'injection et de gestion de la circulation d'air, ainsi que le régime d'« *over shoot* » grâce à la diminution, pendant toute la phase de démarrage ou de redémarrage, des quantités d'air et de carburant admises dans les chambres de combustion. La phase de dépassement de la consigne de ralenti moteur se voit donc aussi améliorée, via à une baisse de l'amplitude maximale du régime de rotation moteur durant cette phase. L'anticipation de la régulation en boucle fermée des paramètres d'injection et de gestion de la circulation d'air permet également d'optimiser le pilotage de la section **S** d'ouverture de l'actionneur d'air et de l'avance à l'allumage **AA**, ce qui permet une réduction supplémentaire de la consommation de carburant.

[0060] Par ailleurs, la réduction de carburant injecté est variable selon la thermique du moteur **1** à l'instant de son démarrage ou redémarrage, et est fonction de l'état d'amorçage des différents organes de post-traitement des émissions polluantes du moteur **1**, tels le catalyseur à trois voies, les pièges à oxydes d'azote, combinés ou non avec la boucle de recirculation des gaz d'échappement (EGR). Ainsi, pour un démarrage ou un redémarrage, le calculateur **2** peut décider d'appliquer les modes de réalisation précédemment décrits, seulement si une ou plusieurs des conditions suivantes sont réunies :

- la température du moteur 1 (par exemple : la température de son liquide de refroidissement) dépasse une consigne de température préconfigurée, par exemple 30 à 40°C ;
- la température de l'air dans le répartiteur d'admission en entrée des
5 chambres de combustion, dépasse une consigne préconfigurée de température ;
- l'ensemble des organes de dépollution sont amorcés, par exemple en évaluant, la température des gaz d'échappement ou la température dans le catalyseur.

10

[0061] Avantageusement, pour les modes de réalisation précédemment décrits, le calculateur 2 différencie les différents types de démarrage ou redémarrage, tels les démarrages automatiques via la fonction « *Stop and Start* » ou les démarrages sous clef, et prend en compte la thermique du
15 moteur 1 ainsi que son altitude, pour piloter les différents paramètres d'injection et de gestion de la circulation de l'air. Les modes de réalisations précédemment décrits sont donc applicables à tout véhicule 100 automobile muni d'une machine électrique pour l'entraînement de son moteur 1 lors d'un démarrage, équipé ou non de la fonction « *Stop and Start* ».

20

[0062] Avantageusement, les modes de réalisations précédemment décrits permettent d'économiser une masse de carburant comprise entre 0.7 et 1g lors de l'application d'un cycle de conduite ECE-EUDC (cycle européen de conduite), et comprise entre 0.3 et 0.6g pour l'application d'un cycle de
25 conduite WLTC (acronyme anglais de « *World harmonized Light vehicles Test Cycle* »).

[0063] Ces modes de réalisation permettent, en outre, d'améliorer le comportement acoustique et vibratoire du groupe motopropulseur, grâce au contrôle par le calculateur 2 du nombre de Point Mort Haut avant une
30 première combustion dans un cylindre du moteur 1.

[0064] Plus généralement, l'ensemble des modes de réalisations proposés contribuent à la réduction des émissions polluantes d'un véhicule 100 automobile.

REVENDICATIONS

1. Procédé de démarrage automatique d'un moteur (1) à combustion interne à allumage commandé pour véhicule (100) automobile, le moteur (1) étant couplé à une machine électrique apte à permettre son entraînement, le moteur (1) étant connecté en entrée à un répartiteur d'admission et en sortie à un collecteur d'échappement, un actionneur d'air étant disposé en amont du répartiteur d'admission, notamment de sorte à réguler le débit d'air au travers de celui-ci, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend des étapes consistant :

- lors de la réception d'une commande démarrage, à commander la mise sous tension de la machine électrique, notamment de sorte à débiter l'entraînement du moteur (1) ;
- lorsque la mise en entraînement du moteur (1) débute, à imposer à l'actionneur d'air une première valeur (S1) de section d'ouverture inférieure à une valeur (S1') référentielle, cette valeur (S1') référentielle étant calculée en fonction de l'état thermique du moteur (1) et étant notamment apte à garantir la réussite d'une première combustion dès l'occurrence d'un premier cycle de combustion dans un cylindre du moteur (1) ;
- à comparer le régime (N) du moteur (1) avec un premier seuil (N1) de régime, et comparer la pression (P) dans le répartiteur d'admission à un premier seuil (P1) de pression ;
- à commander l'injection d'une masse (M) de carburant dans le moteur (1) et à commander l'avance à l'allumage depuis une valeur initiale nulle vers une valeur (AA1) maximale, lorsque le premier seuil de régime (N1) est franchi vers le haut par le régime (N) du moteur et que le premier seuil (P1) de pression est franchi vers le bas par la pression (P) dans le répartiteur d'admission ;
- à couper la machine électrique suite à l'occurrence d'une première combustion dans un cylindre du moteur (1) ;
- à réguler ensuite les paramètres de fonctionnement du moteur (1) pour converger vers une consigne (N3) de régime ralenti, notamment apte à permettre l'établissement du régime de ralenti du moteur (1).

2. Procédé selon la revendication 1, comprenant en outre des étapes consistant :

- à compter le nombre de Point Moteur Haut pour chaque cylindre du moteur (1) et comparer ce nombre avec un nombre prédéfini ;
- lorsque le nombre de Point Moteur Haut compté atteint le nombre prédéfini et en l'absence d'une première combustion, à imposer à l'actionneur d'air la valeur (S1') référentielle pour section d'ouverture, de sorte à réaliser une première combustion dans un cylindre du moteur (1), puis à commander une diminution progressive de cette valeur (S1') référentielle de section d'ouverture vers la première valeur (S1) de section d'ouverture.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle la masse (M) de carburant est injectée durant une durée (D), cette durée (D) étant commandée de sorte à :

- être maintenue constante à une première valeur (D1) lorsque la valeur de l'avance à l'allumage est commandée entre sa valeur nulle initiale et sa valeur (AA1) maximale ;
- être diminuée progressivement depuis la première valeur (D1) vers une deuxième valeur (D2) correspondant à la durée d'injection appliquée pour le régime de ralenti du moteur (1), dès que la valeur de l'avance à l'allumage a atteint sa valeur (AA1) maximale.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans laquelle la masse (M) de carburant est injectée à une valeur (M1) constante du début de son injection à l'occurrence d'une première combustion dans un cylindre du moteur (1).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle, entre un instant d'occurrence d'une première combustion dans un cylindre du moteur (1) et un instant de franchissement vers le haut de la consigne (N3) de régime ralenti par le régime (N) du moteur (1)

- la valeur de section d'ouverture de l'actionneur d'air est progressivement commandée vers une deuxième valeur (S2) de section d'ouverture inférieure à la première valeur (S1) de section d'ouverture ;
- la masse (M) de carburant injectée est progressivement augmentée jusqu'à atteindre une valeur (M2) maximale.

6. Procédé selon la revendication 5, dans laquelle dès l'atteinte de la valeur (M2) maximale de masse (M) de carburant, la masse (M) de carburant est commandée de sorte à converger progressivement vers une valeur (M3)

inférieure, cette valeur (**M3**) inférieure correspondant à la masse (**M**) de carburant injectée lors du régime de ralenti du moteur (1).

7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, dans laquelle lorsqu'un deuxième seuil (**P2**) de pression, inférieur au premier seuil (**P1**) de pression est franchi vers le bas par la pression (**P**) dans le répartiteur d'admission,

- la valeur de section d'ouverture de l'actionneur d'air est commandée progressivement vers une troisième valeur (**S3**) de section d'ouverture inférieure à la deuxième valeur (**S2**) de section d'ouverture ;
- la valeur de l'avance à l'allumage est commandée progressivement de sa valeur (**AA1**) maximale vers une deuxième valeur (**AA2**) inférieure à la valeur (**AA1**) maximale.

8. Procédé selon la revendication 7, comprenant

- une détection d'une phase de régulation du régime de ralenti du moteur (1) par comparaison du régime (**N**) du moteur (1) avec une valeur de consigne (**N4**) franchie vers le bas ;
- la commande progressive de l'avance à l'allumage vers une valeur (**AA3**) finale, inférieure à la deuxième valeur (**AA2**), dès détection de l'occurrence de la phase de régulation du régime de ralenti du moteur (1).

9. Calculateur (2) équipant un véhicule (100) automobile, configuré pour appliquer un procédé de démarrage automatique d'un moteur (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.

1/3

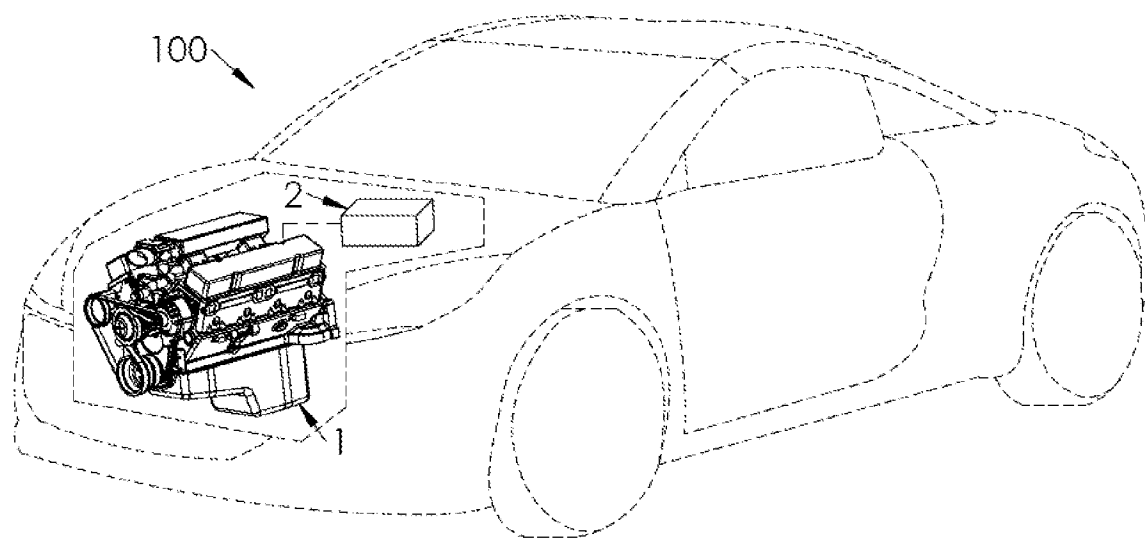


FIG. 1

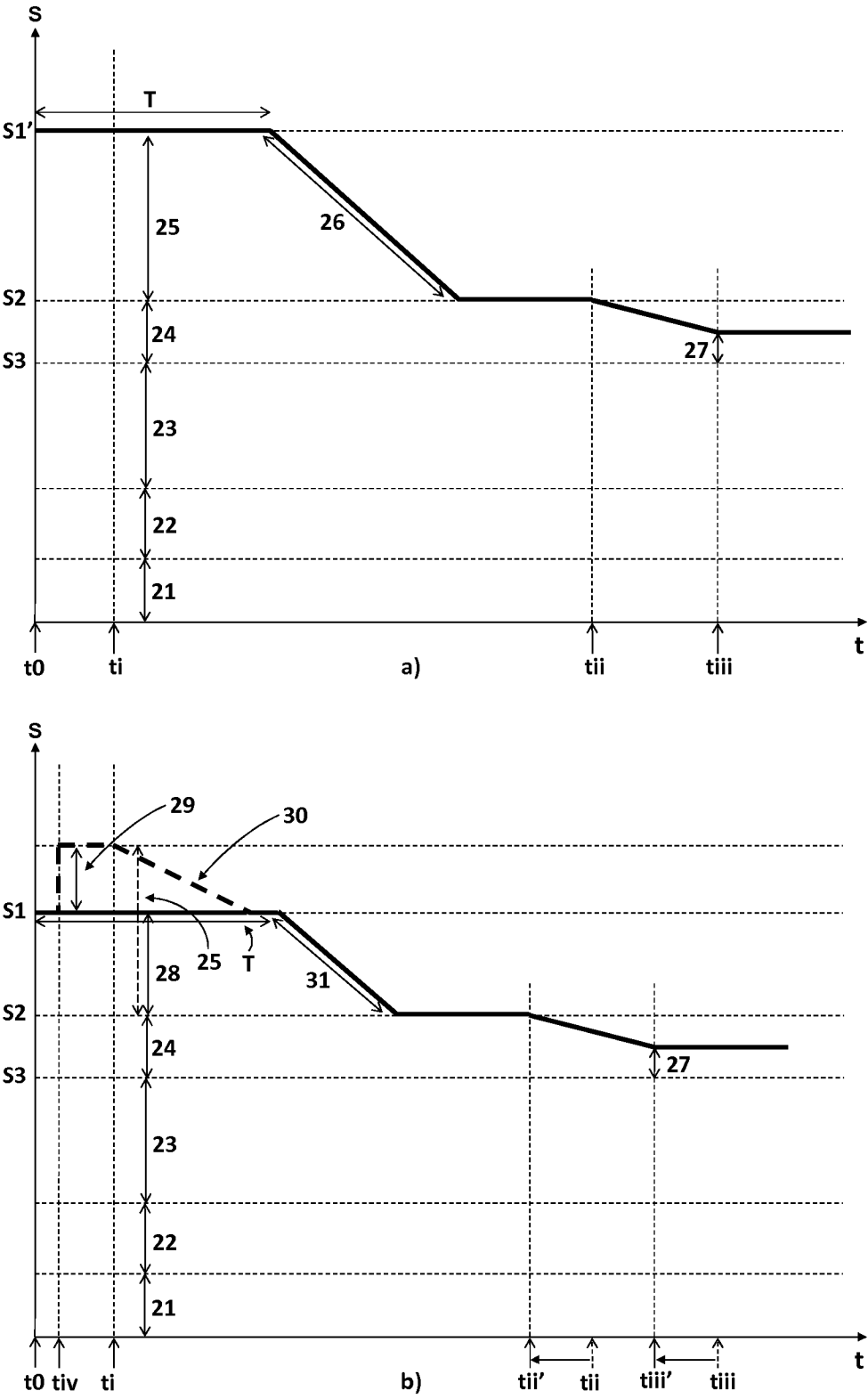


FIG. 2

3/3

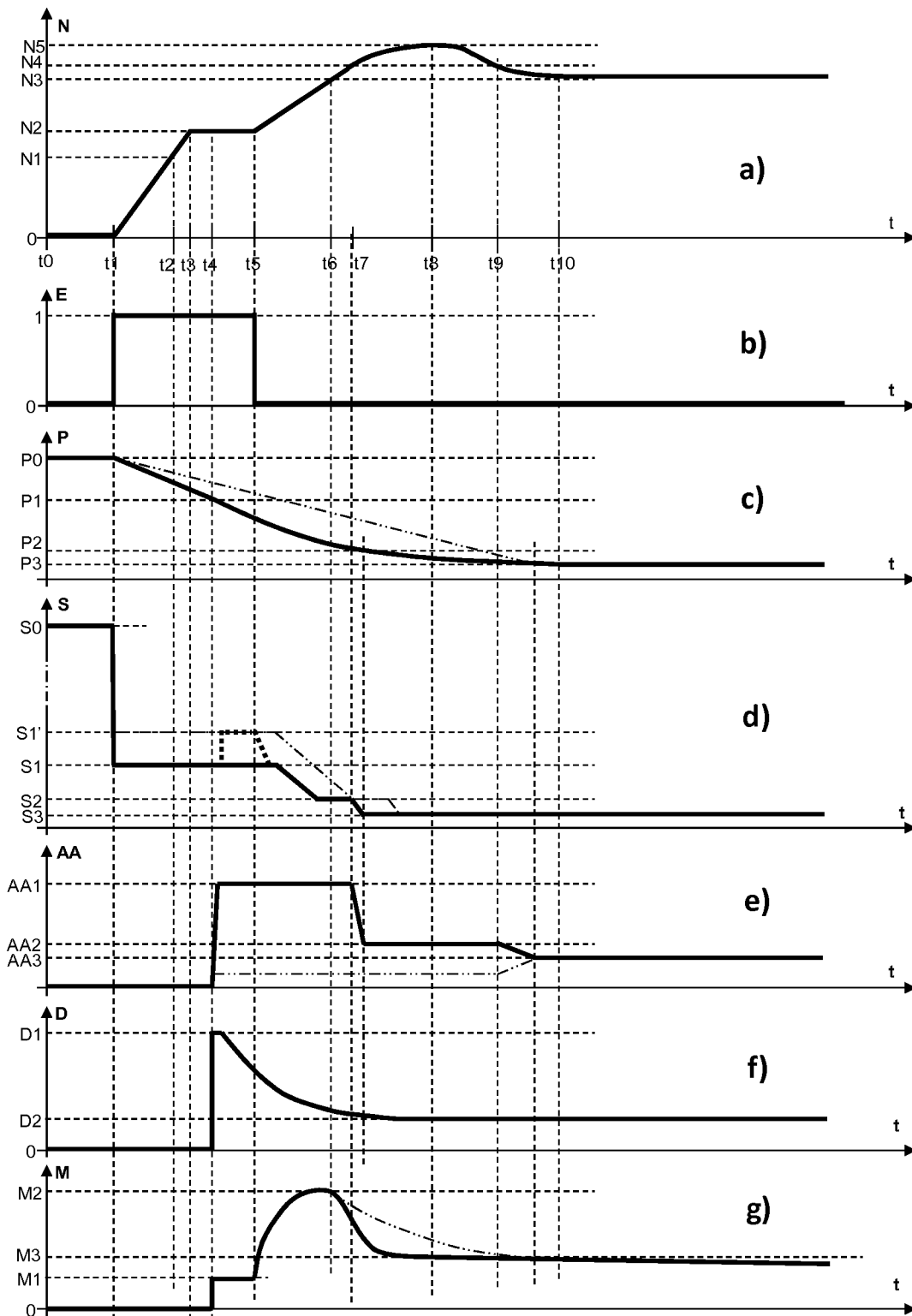


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/050625

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/06 F02D41/08 F02P5/15 F02D41/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D F02P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 797 473 A1 (RENAULT [FR]) 16 February 2001 (2001-02-16)	1,9
Y	abstract; claim 1; figure 2	4
A	page 7, line 25 - page 11, line 15 -----	5-8
X	WO 01/75300 A1 (SIEMENS AG [DE]; BAYERLE KLAUS [DE]; HAFT GERHARD [DE]; PROBST GREGOR) 11 October 2001 (2001-10-11)	1,9
	abstract; claims 1,2,8; figures 2,3 page 6, line 36 - page 8, line 33 -----	
Y	US 2013/173145 A1 (YASUDA HAJIME [JP] ET AL) 4 July 2013 (2013-07-04)	4
A	abstract; figures 3,5 paragraph [0049] - paragraph [0070] paragraph [0087] - paragraph [0109] -----	2,3
	-/-	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 May 2016

Date of mailing of the international search report

31/05/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van der Staay, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/050625

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 342 898 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 10 September 2003 (2003-09-10) abstract; figures 2a-2f paragraph [0024] - paragraph [0027] -----	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/050625

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2797473	A1	16-02-2001	DE 60016107 D1 30-12-2004
		DE 60016107 T2 21-04-2005	
		EP 1076177 A1 14-02-2001	
		ES 2226742 T3 01-04-2005	
		FR 2797473 A1 16-02-2001	
WO 0175300	A1	11-10-2001	EP 1269010 A1 02-01-2003
		US 2003150430 A1 14-08-2003	
		WO 0175300 A1 11-10-2001	
US 2013173145	A1	04-07-2013	CN 103261645 A 21-08-2013
		EP 2660451 A1 06-11-2013	
		JP 5673692 B2 18-02-2015	
		RU 2013111542 A 10-02-2015	
		US 2013173145 A1 04-07-2013	
		WO 2012091014 A1 05-07-2012	
EP 1342898	A2	10-09-2003	CN 1442608 A 17-09-2003
		DE 60310629 T2 26-04-2007	
		EP 1342898 A2 10-09-2003	
		JP 4013594 B2 28-11-2007	
		JP 2003254141 A 10-09-2003	
		US 2003168041 A1 11-09-2003	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/050625

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02D41/06 F02D41/08 F02P5/15 F02D41/00 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F02D F02P		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 797 473 A1 (RENAULT [FR]) 16 février 2001 (2001-02-16)	1,9
Y	abrégé; revendication 1; figure 2	4
A	page 7, ligne 25 - page 11, ligne 15 -----	5-8
X	WO 01/75300 A1 (SIEMENS AG [DE]; BAYERLE KLAUS [DE]; HAFT GERHARD [DE]; PROBST GREGOR) 11 octobre 2001 (2001-10-11) abrégé; revendications 1,2,8; figures 2,3 page 6, ligne 36 - page 8, ligne 33 -----	1,9
Y	US 2013/173145 A1 (YASUDA HAJIME [JP] ET AL) 4 juillet 2013 (2013-07-04)	4
A	abrégé; figures 3,5 alinéa [0049] - alinéa [0070] alinéa [0087] - alinéa [0109] -----	2,3
-/-		
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
23 mai 2016	31/05/2016	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Van der Staay, Frank

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 342 898 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 10 septembre 2003 (2003-09-10) abrégé; figures 2a-2f alinéa [0024] - alinéa [0027] -----	3

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/050625

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)			Date de publication
FR 2797473	A1	16-02-2001	DE	60016107	D1	30-12-2004
			DE	60016107	T2	21-04-2005
			EP	1076177	A1	14-02-2001
			ES	2226742	T3	01-04-2005
			FR	2797473	A1	16-02-2001

WO 0175300	A1	11-10-2001	EP	1269010	A1	02-01-2003
			US	2003150430	A1	14-08-2003
			WO	0175300	A1	11-10-2001

US 2013173145	A1	04-07-2013	CN	103261645	A	21-08-2013
			EP	2660451	A1	06-11-2013
			JP	5673692	B2	18-02-2015
			RU	2013111542	A	10-02-2015
			US	2013173145	A1	04-07-2013
			WO	2012091014	A1	05-07-2012

EP 1342898	A2	10-09-2003	CN	1442608	A	17-09-2003
			DE	60310629	T2	26-04-2007
			EP	1342898	A2	10-09-2003
			JP	4013594	B2	28-11-2007
			JP	2003254141	A	10-09-2003
			US	2003168041	A1	11-09-2003
