



(51) Classification internationale des brevets :
F02D 41/00 (2006.01) F02M 59/44 (2006.01)
F02D 41/38 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2016/050988

(22) Date de dépôt international :
27 avril 2016 (27.04.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1553810 28 avril 2015 (28.04.2015) FR

(71) Déposant : VALEO SYSTEMES DE CONTROLE MO-
TEUR [FR/FR]; 14, avenue des Béguines, 95800 Cergy
Saint-Christophe (FR).

(72) Inventeurs : FOURNIGAULT, Damien; 12, rue de l'Her-
mitage, 95300 Pontoise (FR). MOUGEOT, Daniel; 27 rue
Albert 1er, 92600 Asnières sur Seine (FR). FOUQUET,
Thibault; 7 rue Marcel Sembat, 78800 Houilles (FR).

(74) Mandataire : CORNUEJOLS, Christophe; 29, rue de
Lisbonne, 75008 Paris (FR).

(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.

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

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR DETERMINING THE RELATIVE ANGULAR TIMING BETWEEN A COMBUSTION ENGINE AND A FUEL INJECTION PUMP

(54) Titre : PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION DU CALAGE ANGULAIRE RELATIF ENTRE UN MOTEUR À COMBUSTION ET UNE POMPE D'ALIMENTATION DE CARBURANT

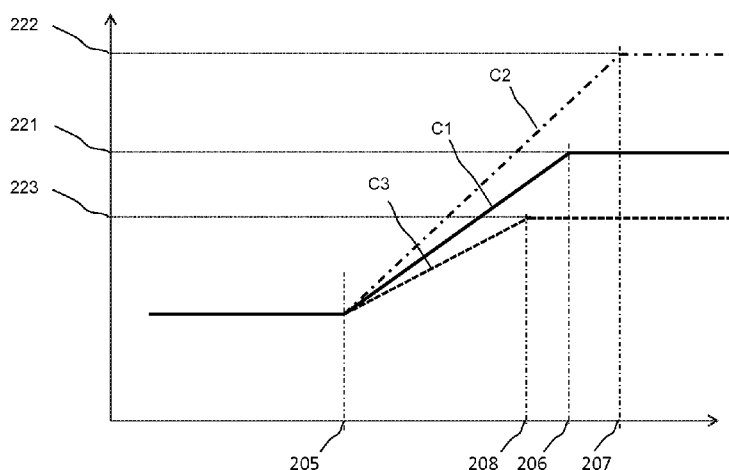


Fig. 4

(57) Abstract : The present invention proposes a method for determining the relative angular timing between a combustion engine (1) and a fuel injection pump (2) driven by the engine (1), involving the step of: - determining the angular timing at least at the initial start-up of the engine (1). (Step 102).

(57) Abrégé : La présente invention

[Suite sur la page suivante]



Publiée :

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

proposé un procédé de détermination du calage angulaire relatif entre un moteur à combustion (1) et une pompe d'alimentation de carburant (2) entraînée par le moteur (1), comprenant l'étape de: - déterminer le calage angulaire au moins au premier démarrage du moteur (1). (étape 102)

PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION DU CALAGE ANGULAIRE RELATIF ENTRE UN MOTEUR À COMBUSTION ET UNE POMPE D'ALIMENTATION DE CARBURANT

La présente invention concerne un procédé de détermination du calage angulaire d'une pompe d'alimentation en carburant équipant un moteur à combustion à injection directe, et son utilisation pour commander la vanne de régulation de pression de la pompe d'alimentation.

- 5 Il est bien connu d'assurer l'alimentation en carburant d'un moteur à combustion interne d'automobile par un dispositif d'injection directe. Par injection directe, on entend injection du carburant sous pression directement à l'intérieur de chacune des chambres de combustion du moteur.

La pompe d'alimentation haute pression refoule un volume de carburant dans une rampe
10 d'alimentation sur laquelle sont connectés fluidiquement les différents injecteurs. Le refoulement de carburant est réalisé par un piston de la pompe poussé par une came. Cette came fait généralement partie intégrante d'un arbre à came du moteur, cet arbre à cames assurant également la commande des soupapes permettant de gérer les flux de gaz entrant ou sortant des cylindres.

- 15 La pression obtenue peut être régulée par une vanne de régulation. En effet, il est souhaitable d'adapter la pression d'injection du carburant aux conditions d'utilisation du moteur, en particulier au régime de rotation et à la valeur du couple moteur produit. La position du piston refoulant le carburant, à l'instant où la vanne de régulation est commandée, est le principal paramètre déterminant la pression obtenue dans la rampe.
- 20 La commande de la vanne de régulation est gérée par l'unité électronique de pilotage du moteur.

Si le calage angulaire de la pompe d'alimentation haute pression par rapport à l'arbre à cames d'entraînement n'est pas exactement celui prévu lors de la conception, cela crée une variation de la position du piston à l'instant où la vanne de régulation est
25 commandée. Par conséquent, le volume de carburant refoulé dans la rampe par la pompe varie, ce qui a pour effet de faire varier la pression obtenue par rapport à la pression de consigne. La pulvérisation du carburant s'en trouve modifiée, ce qui affecte le processus de combustion, et peut provoquer suivant les cas une augmentation des émissions de

polluants, ou une baisse des performances du moteur ou encore une augmentation de la consommation de carburant.

L'écart entre le calage angulaire réel de la pompe haute pression et le calage théorique peut provenir de différents facteurs, comme la dispersion de production des différentes pièces de la pompe haute pression ou de celles participant à son actionnement, l'usure de ces pièces au cours de la vie du moteur, ou encore une erreur de montage.

Le but de la présente invention est de proposer un procédé permettant à l'unité de pilotage du moteur de détecter un éventuel décalage angulaire entre la pompe haute pression et le moteur, puis d'adapter le pilotage de la vanne de régulation de pression afin de compenser les effets de ce décalage angulaire, lorsque celui ci n'est pas trop élevé. En cas d'un décalage trop élevé pour être compensé, un défaut est diagnostiqué.

A cet effet, l'invention propose un procédé de détermination du calage angulaire relatif entre un moteur à combustion et une pompe d'alimentation de carburant entraînée par le moteur, comprenant l'étape de :

- déterminer le calage angulaire au moins au premier démarrage du moteur.

Les écarts de calage angulaire entre la pompe haute pression et le moteur, dus aux dispersions de fabrication des pièces, et ceux éventuellement dus à une erreur de montage, sont ainsi analysés dès la première mise en route du moteur.

Pour cela, le procédé comporte l'étape de :

- Obtenir une information de pression dans une rampe d'alimentation en carburant,
- Déterminer le calage angulaire relatif au moins en fonction l'information de pression obtenue.

La pression dans la rampe d'alimentation est mesurée au moyen d'un capteur de pression. L'analyse de la manière dont évolue la pression permet de déduire le calage angulaire.

Plus précisément, l'information de pression obtenue correspond à une position angulaire d'une pression maximale mesurée.

L'analyse de la valeur de la pression maximale dans la rampe d'alimentation, ainsi que la valeur angulaire pour laquelle cette pression maximale est obtenue, permet de déterminer le calage angulaire de la pompe haute pression.

De préférence, le procédé comporte l'étape de :

- Déterminer la pression maximale mesurée parmi une succession de mesure de pression dans la rampe.

La pression est mesurée périodiquement, à une fréquence permettant de suivre avec précision les évolutions de la pression dans la rampe d'alimentation.

- 5 Avantageusement, deux mesures successives sont séparées par un intervalle angulaire de position moteur prédéterminé.

Ainsi, le nombre d'échantillons de mesure pendant un cycle de fonctionnement moteur ne dépend pas du régime de rotation du moteur.

- De préférence, le calage angulaire est déterminé à partir de la différence entre la valeur angulaire à laquelle la pression dans la rampe est maximale, et une valeur de référence prédéterminée.
- 10

- La valeur de référence est déterminée pour un calage angulaire nominal, c'est-à-dire correspond exactement à la valeur théorique. Si le calage angulaire réel n'est pas égal à la valeur nominale, le maximum de pression dans la rampe se produira pour un angle différent de la valeur de référence.
- 15

Selon un mode de réalisation, le calage angulaire est égal à la différence entre la valeur angulaire à laquelle la pression dans la rampe est maximale, et une valeur de référence prédéterminée.

- L'écart entre le calage angulaire théorique et le calage angulaire réel de la pompe se retrouve sur la position angulaire du maximum de pression. Ainsi, la différence entre la valeur angulaire à laquelle la pression dans la rampe est maximale et la valeur de référence est sensiblement égale au calage angulaire réel de la pompe.
- 20

Selon un mode de réalisation, la valeur de référence prédéterminée est une valeur constante.

- 25 La valeur de référence de la position angulaire du maximum de pression peut être mémorisée dans l'unité de commande du moteur comme une valeur unique, ce qui minimise la mémoire nécessaire.

Alternativement, la valeur de référence prédéterminée est choisie en fonction du régime de rotation du moteur et du couple moteur.

- 30 La valeur de référence de la position angulaire du maximum de pression peut être mémorisée sous la forme d'un tableau de valeur dépendant du régime de rotation du

moteur et du couple délivré par le moteur. La modélisation du phénomène est ainsi plus précise, la détermination du calage angulaire est elle-même plus précise.

Selon une caractéristique de l'invention, la valeur de référence prédéterminée est choisie en fonction d'une température estimée du carburant.

- 5 La viscosité du carburant dépendant de la température, la courbe de montée en pression en fonction de l'angle de rotation de la pompe est affectée par la température du carburant. La prise en compte de la température du carburant permet donc une modélisation plus précise de la valeur de référence du calage angulaire de la pompe.

L'invention concerne aussi un procédé de diagnostic, comportant les étapes de :

- 10 - Déterminer le calage angulaire relatif entre un moteur à combustion interne et une pompe d'alimentation de carburant entraînée par le moteur, tel que décrit précédemment,
- Utiliser la valeur de calage angulaire déterminée pour diagnostiquer un défaut de calage angulaire.

- 15 Les dispersions de dimensions des constituants de la pompe créent un décalage angulaire relativement faible. Par contre, une défaillance mécanique de la pompe, ou de son mécanisme d'entraînement, peut introduire un décalage angulaire relativement fort, plus élevé que celui occasionné par les dispersions. Il en est de même pour une erreur de montage de la pompe sur le moteur. Lorsque la valeur du décalage angulaire déterminée
- 20 est élevée, cela signifie que le décalage angulaire provient d'un défaut du système et non de l'inévitable dispersion entre pièces produites en série.

- Selon une caractéristique de l'invention, le défaut de calage angulaire est diagnostiqué lorsque la différence entre la valeur angulaire à laquelle la pression dans la rampe est maximale et une valeur de référence prédéterminée est supérieure à une valeur
- 25 maximale prédéterminée.

- Selon une autre caractéristique de l'invention, le défaut de calage angulaire est diagnostiqué lorsque la différence entre la valeur angulaire à laquelle la pression dans la rampe est maximale et une valeur de référence prédéterminée est inférieure à une valeur minimale prédéterminée.

- 30 Une différence trop élevée en valeur absolue signifie qu'il y a une défaillance du système. Le signe de la différence indique le sens du décalage angulaire.

L'invention se rapporte également à un procédé de commande d'une vanne de régulation de pression comportant les étapes de :

- Diagnostiquer un défaut de calage angulaire tel que décrit précédemment,
- En absence de défaut de calage angulaire diagnostiqué, utiliser la valeur de calage angulaire pour définir l'instant de début de commande d'une vanne de régulation de pression de la pompe d'alimentation.

Lorsque le décalage angulaire de la pompe est faible, indiquant qu'il n'y a pas de défaut, il est possible de compenser ce décalage. Pour cela, l'instant de début de commande de la vanne de régulation de pression va être modifié afin de compenser l'effet provoqué par le décalage angulaire.

Avantageusement, l'instant de début de commande est égal à une valeur de consigne prédéterminée à laquelle est ajoutée une valeur corrective proportionnelle à la valeur du calage angulaire.

Le choix du coefficient de proportionnalité permet de définir le type de compensation réalisée. Un coefficient de proportionnalité égal à 1 signifie que l'intégralité du décalage angulaire calculé est compensée. Un coefficient compris entre 0 et 1 signifie que seulement une partie du décalage est compensée.

Avantageusement, le coefficient de proportionnalité entre la valeur corrective et le calage angulaire est compris entre 0,8 et 1.

Cette fourchette de valeur permet de compenser intégralement, ou pratiquement intégralement le décalage angulaire déterminé.

En variante, le coefficient de proportionnalité entre la valeur corrective et le calage angulaire est compris entre 0,4 et 0,8.

Dans ce cas, seulement une partie du décalage est compensée. Les modifications de la commande de la vanne de régulation sont adoucies par rapport à une compensation totale du décalage angulaire.

L'invention concerne également un procédé de contrôle, comportant les étapes de :

- Commander une vanne de régulation de pression d'une pompe d'alimentation entraînée par un moteur, tel que décrit précédemment,
- Mémoriser la valeur de l'instant de début de commande d'une vanne de régulation de pression dans une unité de commande du moteur.

Une fois que le décalage angulaire entre la pompe haute pression et le moteur a été déterminé, et que ce décalage est pris en compte pour le pilotage de la vanne de régulation de pression, la valeur de l'instant de début de commande est mémorisée dans l'unité de commande du moteur. Ainsi, l'instant de début de commande de la vanne peut
5 être optimisé à chaque démarrage du moteur, sans qu'il soit nécessaire d'attendre la fin de la procédure de détermination du calage angulaire.

L'invention se rapporte également à une unité de commande mettant en œuvre un procédé tel que décrit précédemment.

Le procédé décrit est implémenté dans un mémoire non volatile de l'unité de commande.

10 L'invention concerne enfin un ensemble comportant :

- un moteur à combustion interne,
- un système d'injection de carburant,
- une unité de commande telle que décrite précédemment, agencée pour commander le moteur à combustion interne.

15 L'unité de commande pilote le système d'injection de carburant ainsi que l'ensemble des autres capteurs et actionneurs équipant le moteur.

L'invention sera mieux comprise à la lecture des figures.

- La figure 1 représente de manière schématique un système d'injection de carburant pour un moteur à combustion, dans une phase de fonctionnement pendant laquelle la vanne de régulation de pression n'est pas commandée,
20
- La figure 2 représente le même système d'injection de carburant, dans une phase de fonctionnement pendant laquelle la vanne de régulation de pression est commandée,
- La figure 3 représente de manière schématique l'évolution de la position du piston de la pompe haute pression en fonction de la position angulaire du moteur, pour trois calages angulaires différents de la pompe d'alimentation,
25
- La figure 4 représente de manière schématique l'évolution de la pression dans la rampe d'alimentation en fonction de la position angulaire du moteur, pour trois calages angulaires différents de la pompe d'alimentation,
- La figure 5 représente de manière schématique l'évolution de la pression dans la rampe d'alimentation en fonction de la position angulaire du moteur, pour
30

une pompe affectée d'un décalage angulaire, avant et après compensation du décalage angulaire,

- La figure 6 représente de manière schématique l'évolution de la pression dans la rampe d'alimentation en fonction de la position angulaire du moteur, pour une pompe affectée d'un décalage angulaire dans le sens opposé au décalage de la pompe de la figure 5, avant et après compensation du décalage angulaire,

- La figure 7 représente de manière schématique l'évolution de la pression dans la rampe d'alimentation en fonction de la position angulaire du moteur, pour trois calages angulaires différents de la pompe d'alimentation, correspondant à une détection de défaut,

- La figure 8 est un schéma bloc illustrant les différentes étapes du procédé mis en œuvre par l'ensemble de la figure 1.

On a représenté sur la figure 1 un ensemble comportant :

- un moteur à combustion interne 1,
- un système d'injection de carburant 30,
- une unité de commande 50, agencée pour commander le moteur à combustion interne 1.

Le système d'injection de carburant 30 comporte une pompe d'alimentation haute pression 2, une rampe d'alimentation 3, et des injecteurs 5.

La pompe haute pression 2 alimente la rampe d'alimentation 3 en carburant sous haute pression.

Les injecteurs 5 débouchent chacun dans un cylindre du moteur 1 et sont alimentés en carburant par la rampe 3. Lorsqu'ils sont commandés par l'unité de pilotage 50 du moteur 1, les injecteurs 5 injectent le carburant sous pression dans chacun des cylindres du moteur 1. La rampe d'alimentation 3 comporte un capteur de pression 4. L'unité de commande 50 fait l'acquisition et le traitement du signal du capteur de pression 4 afin de déterminer la pression du carburant à l'intérieur de la rampe d'alimentation 3.

La came 6 de la pompe haute pression 2 est solidaire d'un arbre à cames du moteur 1. Le corps de la pompe haute pression 2 est fixé sur le moteur 1 de manière rigide. L'arbre à came actionnant la pompe haute pression 2 actionne également la commande des

soupapes permettant de gérer les flux gazeux dans les cylindres du moteur 1. L'arbre à cames est entraîné par le vilebrequin du moteur 1.

La pompe haute pression 2 comporte une chambre de compression 10 qui comprend deux passages 11 et 14 par lesquels le carburant peut circuler, et une paroi mobile
5 délimitée par le piston 7. La pompe haute pression 2 comporte également une électrovanne de régulation, comportant un électro-aimant 9 et une soupape 8 pouvant ouvrir ou fermer le passage 11. En absence de commande de l'électro-aimant 9, la soupape 8 est maintenue en position ouverte par le ressort 15. Lorsque l'électro-aimant 9
10 est commandé, la force générée par l'électro-aimant 9 est supérieure à celle exercée par le ressort de sorte que la soupape 8 vient obturer le passage 11, y interdisant le passage de carburant.

La chambre de compression 10 communique avec la rampe de distribution 3 par le passage 14. Le passage 14 est équipé d'un clapet anti-retour 13. Le clapet anti-retour 13 permet le passage du carburant depuis la chambre de compression 10 vers la rampe
15 d'alimentation 3, en empruntant le passage 14, lorsque la pression dans la chambre de compression 10 est plus élevée que la pression dans la rampe d'alimentation 3. A l'inverse, le clapet 13 empêche le carburant de passer de la rampe d'alimentation 3 vers la chambre de compression 10, même lorsque la pression est plus élevée dans la rampe d'alimentation 3 que dans la chambre de compression 10.

20 La came 6 imprime au piston 7 un mouvement de translation entre deux positions extrêmes. La figure 3 représente l'évolution de la position du piston 7 en fonction de la position angulaire de la came 6. La position 210 correspondant à la position du piston 7 pour laquelle le volume de la chambre de compression 10 est maximal est appelée point mort bas. La position 215 correspondant à la position du piston pour laquelle le volume
25 de la chambre de compression 10 est minimal est appelée point mort haut. Le piston 7 est agencé pour refouler le carburant dans la chambre de compression 10.

La came 6 possède plusieurs lobes afin de pouvoir effectuer plusieurs mises en pression pour chaque tour de l'arbre à cames.

La génération de la haute pression dans la rampe d'alimentation 3 est obtenue en
30 plusieurs phases.

Tout d'abord, le carburant est admis, sous faible pression, dans le passage d'alimentation 12. Cette pressurisation est assurée par une pompe électrique située dans le réservoir de carburant, non représentée.

Lorsque l'électro-aimant 9 n'est pas commandé, la soupape 8 ne repose pas sur son siège, de sorte que le passage 11 vers la chambre de compression 10 est ouvert. Le carburant peut ainsi être admis du passage 12 vers la chambre de compression 10.

Lorsque le piston 7 est repoussé par la came 6, le piston 7 refoule le carburant dans la chambre de compression 10.

Tant que l'électro-aimant 9 n'est pas commandé, la soupape 8 n'est pas plaquée sur son siège et le passage 11 est ouvert. La chambre de compression 10 étant ouverte d'un coté, la pression ne monte pas et le carburant est refoulé à l'admission de la pompe haute pression, par le passage 12, comme on peut le voir figure 1.

Lorsque l'électro-aimant 9 est commandé, la soupape 8 est plaquée sur son siège et le carburant refoulé par le piston 7 s'écoule vers la rampe 3 est passant par le clapet anti-retour 13, comme on peut le voir figure 2. Le volume délimité par la chambre de compression 10 et la rampe 3 étant fixe, et le carburant étant incompressible, la pression dans la rampe 3 augmente.

La valeur obtenue de la pression dépend de la raideur des pièces contenant le carburant sous-pression, du volume de carburant refoulé dans la rampe par le piston 7 et des fuites internes de la pompe.

Comme on peut le voir sur la figure 3, le volume refoulé dans la rampe dépend de la position du piston 7 au moment où la soupape 8 se ferme. Si la soupape 8 se ferme pour une position du piston 7 proche du point mort bas, un volume de carburant élevé est repoussé par le piston 7 et une augmentation de pression élevée est ainsi obtenue. A l'inverse, si la soupape 8 se ferme alors que le piston est proche du point mort haut, le volume de carburant refoulé sera faible, par conséquent l'augmentation de pression obtenue dans la rampe sera faible également. La position du piston 7 au moment où la soupape 8 se ferme conditionne donc l'augmentation de pression obtenue dans la rampe d'alimentation 3.

La position angulaire de l'arbre à cames du moteur 1 est mesurée par un capteur de position 16 fixé sur le moteur 1 et devant lequel passe une cible dentée solidaire de l'arbre à cames. Grâce à un traitement du signal du capteur de position 16, la position

angulaire de l'arbre à cames est connue en temps réel par l'unité de commande 50. Le calage angulaire entre la pompe et l'arbre à cames étant déterminé par construction, la position angulaire de la pompe peut donc être déterminée en temps réel. La position du piston 7 peut donc être estimée, il est ainsi possible de réguler la pression en jouant sur l'instant de commande de l'électro-aimant 9, afin d'obtenir la fermeture de la soupape 8 à l'instant permettant d'avoir le volume injecté souhaité.

L'instant de commande de l'électro-aimant 9 permet ainsi de réguler la pression à une valeur de consigne.

Si le calage angulaire réel entre la pompe haute pression 2 et l'arbre à cames d'entraînement n'est pas égal à la valeur de référence, le volume réellement refoulé par le piston 7 pour un instant de commande donné est différent du volume attendu, de sorte que la valeur de pression obtenue s'écarte de la valeur attendue.

La figure 3 illustre ce phénomène. On a représenté sur la figure 3 l'évolution de la course du piston 7 en fonction de la position angulaire de la came 6, pour trois calages angulaires distincts. La courbe A1 correspond à au calage angulaire nominal. La courbe A2 correspond à un calage angulaire dit « retardé », c'est-à-dire que le point mort haut est atteint pour une position angulaire de la came 6 plus élevée que pour A1. La courbe A3 correspond à un calage angulaire dit « anticipé », c'est-à-dire que le point mort haut est atteint pour une position angulaire de la came 6 plus faible que pour A1. On suppose que la forme de la came est inchangée entre les trois configurations schématisées et que seul le calage angulaire est modifié, de sorte que les trois courbes ont la même forme mais sont décalées le long de l'axe des abscisses. Si on commande la fermeture de l'électrovanne à l'instant 201, le piston 7 est à la position 211 lorsque le calage angulaire est nominal, courbe A1. Le volume de carburant injecté est proportionnel à l'écart entre la position 211 et le point mort haut 215. Lorsque le calage angulaire est retardé, courbe A2, la position du piston 7 à l'instant 201 vaut la valeur 212, qui est plus faible que pour le calage nominal. Le volume de carburant refoulé par le piston 7 est donc plus élevé que pour le calage angulaire nominal. A l'inverse, lorsque le calage angulaire est anticipé, courbe A3, la position du piston 7 à l'instant 201 vaut la valeur 213, qui est plus élevée que pour le calage nominal. Le volume de carburant refoulé par le piston 7 est donc plus faible que pour le calage nominal. Par souci de clarté, les effets ont été exagérés sur ces courbes.

Comme on peut le voir de façon schématique sur la figure 4, les variations du volume de carburant refoulé engendrent des variations de la pression de carburant dans la rampe 3.

La courbe C1 représente de façon schématique l'évolution de la pression dans la rampe en fonction de la position angulaire de l'arbre à cames, pour un calage angulaire nominal

de la pompe. La courbe C2 correspond au calage angulaire retardé, et la courbe C3 correspond au calage angulaire anticipé. Pour les trois calages angulaires, la fermeture de

l'électrovanne est commandée au même instant 205. Pour le calage nominal, la valeur maximale 221 de la pression est atteinte pour la position angulaire 206, pour lequel le

piston 7 atteint son point mort haut. Pour le calage angulaire retardé, le volume injecté est supérieur et le point mort haut est atteint pour une position angulaire plus élevée, de

sorte que la valeur maximale 222 est supérieure à celle obtenue pour le calage angulaire nominal, et est atteinte pour une valeur angulaire 207 plus élevée que la valeur 206

obtenue avec le calage angulaire nominal. A l'inverse, pour le calage angulaire anticipé, le volume injecté est inférieur et le point mort haut est atteint pour une position angulaire

plus faible, de sorte que la valeur maximale 223 est inférieure à celle obtenue pour le calage angulaire nominal, et est atteinte pour une valeur angulaire 208 plus faible que la

valeur 206.

En raison des variations de pressions générées par la dispersion de calage angulaire, les caractéristiques des jets de carburant délivrés par les injecteurs 5, comme la taille des

gouttelettes de carburant ou la géométrie du jet, sont modifiées. La combustion du mélange carburé s'en trouve pénalisée.

En raison des dispersions dimensionnelles des pièces participant à la chaîne de cotes définissant la position du piston 7 de la pompe haute pression 2, il existe parmi

l'ensemble des moteurs fabriqués une dispersion du calage angulaire de la pompe haute pression 2 par rapport à l'arbre à cames du moteur 1. L'usure des pièces au cours de la vie

du moteur et du véhicule contribue également à cette dispersion.

L'invention ici décrite permet de détecter et de compenser de légères variations du calage angulaire de la pompe haute pression 2 par rapport à l'arbre à cames. Dans le cas

d'un décalage important, pouvant se produire par exemple en cas de défaillance d'une pièce ou en cas d'erreur de montage, un défaut va être détecté et signalé par l'unité de

commande 50.

La figure 8 illustre sous forme de schéma bloc les différentes étapes du procédé.

Le procédé de détermination du calage angulaire relatif entre un moteur à combustion 1 et une pompe d'alimentation de carburant 2 entraînée par le moteur 1, comprend l'étape de déterminer le calage angulaire au moins au premier démarrage du moteur. (étape 102)

5 Pour cela, le procédé comporte les étapes suivantes :

- Obtenir une information de pression dans une rampe d'alimentation en carburant 3, (étape 100)
- Déterminer le calage angulaire relatif au moins en fonction l'information de pression obtenue. (étape 102)

10 Plus précisément, l'information de pression obtenue correspond à [une position angulaire d'] une pression maximale mesurée.

La pression dans la rampe est échantillonnée, et l'analyse des multiples échantillons permet de déterminer pour chaque course du piston 7 la valeur maximale de la pression du carburant dans la rampe 3. Le procédé détermine ainsi la pression maximale mesurée

15 parmi une succession de mesure de pression dans la rampe 3. (étape 101)

Afin d'avoir le même nombre d'échantillons à chaque course de piston, quelque soit le régime de rotation du moteur, deux mesures successives sont séparées par un intervalle angulaire de position moteur prédéterminé. L'unité de commande 50 gère une fréquence temporelle d'acquisition variable afin que les intervalles angulaires entre deux mesures

20 successives soient constants.

La valeur angulaire à laquelle la pression maximale est obtenue est également déterminée. Cette valeur est comparée à une référence prédéterminée R et le calage angulaire C est déterminé à partir de la différence D entre la valeur angulaire A à laquelle la pression dans la rampe 3 est maximale, et une valeur de référence prédéterminée R.

25 La valeur prédéterminée R est une valeur de référence qui a été déterminée pendant la phase de conception du moteur, en utilisant des composants aux caractéristiques nominales, c'est-à-dire ayant exactement les caractéristiques attendues.

Comme illustré sur la figure 5, le calage angulaire C est égal à la différence D entre la valeur angulaire A à laquelle la pression dans la rampe est maximale, et une valeur de

30 référence prédéterminée R.

Selon un mode de réalisation du procédé, la valeur de référence prédéterminée R est une valeur constante.

Selon un autre mode de réalisation du procédé, la valeur de référence prédéterminée R est choisie en fonction du régime de rotation du moteur et du couple moteur. La valeur de référence peut ainsi être adaptée finement aux différentes conditions de fonctionnement du moteur. L'ensemble des valeurs est mémorisé dans la mémoire de l'unité de commande 50 sous la forme d'un tableau bidimensionnel appelé cartographie, bien connue de l'homme de métier.

Selon un mode de réalisation, la valeur de référence prédéterminée R est choisie en fonction d'une température estimée du carburant.

Un terme correctif dépendant d'une température estimée de carburant est ajouté à la valeur déterminée en fonction du régime de rotation du moteur et du couple moteur. Ainsi, les effets de la température sur la viscosité du carburant peuvent être pris en compte.

Le procédé permet également de réaliser un diagnostic du calage angulaire de la pompe, et comporte les étapes :

- Déterminer le calage angulaire C relatif entre un moteur à combustion interne 1 et une pompe d'alimentation de carburant 2 entraînée par le moteur 1, tel que décrit précédemment,
- Utiliser la valeur de calage angulaire C déterminée pour diagnostiquer un défaut de calage angulaire. (étape 105)

Lorsque le calage angulaire de la pompe est très éloigné de sa valeur de référence, l'écart avec la valeur de référence n'est pas uniquement du à une dispersion des composants de la pompe ou de ceux participants à l'entraînement de la pompe. Cet écart a pour origine une anomalie, pouvant provenir d'une erreur de montage ou bien d'une défaillance d'un ou plusieurs composants.

Comme illustré sur la figure 7, un défaut de calage angulaire est diagnostiqué lorsque la différence entre la valeur angulaire A à laquelle la pression dans la rampe est maximale et une valeur de référence prédéterminée R est supérieure à une valeur maximale prédéterminée Amax. Amax est une valeur positive. Amax est déterminée à partir de la valeur 221 de la pression de référence et de la valeur 231 de la pression maximale acceptable. Le calage angulaire pour lequel la pression maximale est obtenue pour l'angle 210 est donc vu par l'unité de contrôle 50 comme un cas de défaillance.

De la même manière, un défaut de calage angulaire est diagnostiqué lorsque la différence entre la valeur angulaire A à laquelle la pression dans la rampe est maximale et une valeur de référence prédéterminée R est inférieure à une valeur minimale prédéterminée Amin. Amin est une valeur négative. Amin est déterminé à partir de la valeur 221 de la pression de référence et de la valeur 230 de la pression minimale acceptable. Le calage angulaire pour lequel la pression maximale est obtenue pour l'angle 209 est donc vu par l'unité de contrôle 50 comme un cas de défaillance. Le moteur est mis dans un mode de fonctionnement dans lequel régime de rotation et couple maximal sont limités, afin de ne pas endommager le moteur.

En l'absence de défaut diagnostiqué, le procédé va commander la vanne de régulation de pression dans le but de compenser le décalage angulaire de la pompe.

Pour cela, le procédé de commande d'une vanne de régulation de pression 8 comporte les étapes de :

- Diagnostiquer un défaut de calage angulaire tel que précédemment décrit,
- En absence de défaut de calage angulaire diagnostiqué, utiliser la valeur de calage angulaire C pour définir l'instant de début de commande IC1 d'une vanne de régulation de pression 8 de la pompe d'alimentation 2. (étape 103)

Comme visible sur les figures 5 et 6, l'instant de début de commande IC1 est égal à une valeur de consigne prédéterminée IC0 à laquelle est ajoutée une valeur corrective Ad proportionnelle à la valeur du calage angulaire C. Comme illustré par la courbe C3 de la figure 5, Lorsque le maximum de pression est atteint pour une valeur angulaire A inférieure à la valeur de référence R, cela signifie que le point mort haut du piston refoulant le carburant est atteint pour une valeur angulaire inférieure à celle de la référence. Pour un instant de fermeture de la vanne donné, la course utile de refoulement du carburant par le piston est donc tronquée.

En décalant l'instant de commande de l'électro-aimant de la vanne de régulation de pression afin d'anticiper la fermeture de la soupape 8, la course utile de refoulement du carburant par le piston peut être allongée, de façon à coïncider avec la valeur de référence. La courbe C3b montre l'évolution de la pression dans la rampe après compensation du décalage angulaire, c'est-à-dire en commandant la vanne à l'instant IC1. Sur l'exemple de la figure 5, le coefficient de proportionnalité entre le décalage angulaire de la pompe et la correction de l'instant de début de commande de l'électrovanne est

égal à 1, c'est-à-dire que le décalage angulaire de la pompe est totalement compensé. Autrement dit, Ad est égal à C .

En commandant la fermeture de l'électrovanne à l'instant $IC1$, la pression dans la rampe 3 atteint la valeur de référence 221. Les caractéristiques des jets d'injecteurs 5 sont ainsi les mêmes que pour un calage angulaire nominal. La robustesse du système est améliorée.

De la même manière, et comme illustré sur la figure 6, lorsque le maximum de pression est atteint pour une valeur angulaire A supérieure à la valeur de référence R , cela signifie que le point mort haut du piston 7 refoulant le carburant est atteint pour une valeur angulaire supérieure à celle de la référence. Pour un instant de fermeture de la vanne donné, la course utile de refoulement du carburant par le piston 7 est donc supérieure à celle de la référence.

En décalant l'instant de fermeture de la vanne de régulation de pression afin de retarder la fermeture de la vanne, la course utile de refoulement du carburant par le piston peut être raccourcie, de façon à coïncider avec celle de la valeur de référence. La courbe C2b montre l'évolution de la pression dans la rampe 3 après compensation du décalage angulaire, c'est-à-dire en commandant la vanne à l'instant $IC1$. Sur l'exemple de la figure 6, le coefficient de proportionnalité entre le décalage angulaire de la pompe et la correction de l'instant de début de commande de l'électrovanne est égal à 1, c'est-à-dire que le décalage angulaire est totalement compensé. Autrement dit, Ad est égal à C .

Selon un autre mode de réalisation, non illustré, le coefficient de proportionnalité entre la valeur corrective Ad et le calage angulaire C est compris entre 0,8 et 1.

La compensation du décalage angulaire de la pompe n'est alors que partielle. Plusieurs itérations du procédé seront nécessaires afin de totalement compenser le décalage angulaire.

Selon un autre mode de réalisation, non illustré, le coefficient de proportionnalité entre la valeur corrective Ad et le calage angulaire C est compris entre 0,4 et 0,8.

La compensation est alors moindre, il faudra davantage d'itérations pour totalement compenser le décalage angulaire.

Une fois la valeur de l'instant de début commande de la vanne déterminé, cette valeur est mémorisée dans l'unité de contrôle 50.

Le procédé de contrôle comporte ainsi les étapes de :

- Commander une vanne de régulation de pression 8 d'une pompe d'alimentation 2 entraînée par un moteur 1, tel que décrit précédemment,

- Mémoriser la valeur A de l'instant de début de commande IC1 d'une vanne de régulation de pression dans une unité de commande 50 du moteur 1. (étape 104)

5 Le procédé décrit est applicable à un moteur à distribution fixe, c'est-à-dire avec un calage angulaire entre arbre à cames et vilebrequin constant.

Le procédé est également applicable à un moteur à distribution variable, c'est-à-dire avec un calage angulaire entre arbre à came et vilebrequin pouvant être modifié suite à une commande émise par l'unité de contrôle 50.

10 La came actionnant le piston de la pompe haute pression 2 peut également être entraînée de manière indirecte par l'arbre à cames, notamment par une chaîne, une courroie crantée, ou par un engrainement de pignons.

Le procédé peut être appliqué, selon le principe décrit, à un moteur pour lequel l'entraînement de la came de la pompe haute pression 2 est assuré par le vilebrequin.

15 Le procédé est particulièrement applicable à un moteur à allumage commandé.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour diagnostiquer un défaut de calage angulaire, comportant les étapes de :

- déterminer le calage angulaire (C) relatif entre un moteur à combustion (1) et une pompe d'alimentation de carburant (2) entraînée par le moteur (1),
comprenant l'étape de :
 - déterminer le calage angulaire au moins au premier démarrage du moteur (1). (étape 102)
- Utiliser la valeur de calage angulaire (C) déterminée pour diagnostiquer un défaut de calage angulaire. (étape 105)

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la détermination du calage angulaire (C) comporte l'étape de :

- Obtenir une information de pression dans une rampe d'alimentation en carburant (3), (étape 100)
- Déterminer le calage angulaire relatif au moins en fonction de l'information de pression obtenue. (étape 102)

3. Procédé selon la revendication précédente, selon lequel :

L'information de pression obtenue correspond à une position angulaire d'une pression maximale mesurée.

4. Procédé selon la revendication précédente selon lequel :

Le calage angulaire (C) est déterminé à partir de la différence (D) entre la valeur angulaire (A) à laquelle la pression dans la rampe est maximale, et une valeur de référence prédéterminée (R).

5. Procédé selon la revendication précédente, selon lequel :

Le calage angulaire (C) est égal à la différence (D) entre la valeur angulaire (A) à laquelle la pression dans la rampe est maximale, et une valeur de référence prédéterminée (R).

6. Procédé selon l'une des revendications 4 à 5, selon lequel la valeur de référence prédéterminée (R) est choisie en fonction du régime de rotation du moteur et du couple moteur.

5 7. Procédé de commande d'une vanne de régulation de pression (8) comportant les étapes de :

- Diagnostiquer un défaut de calage angulaire selon le procédé selon l'une des revendications 1 à 6,
 - En absence de défaut de calage angulaire diagnostiqué, utiliser la valeur de calage angulaire (C) pour définir l'instant de début de commande (IC1) d'une vanne de
- 10 régulation de pression (8) de la pompe d'alimentation (2). (étape 103)

15 8. Procédé selon la revendication précédente, selon lequel l'instant de début de commande (IC1) est égal à une valeur de consigne prédéterminée (IC0) à laquelle est ajoutée une valeur corrective (Ad) proportionnelle à la valeur du calage angulaire (C).

1/4

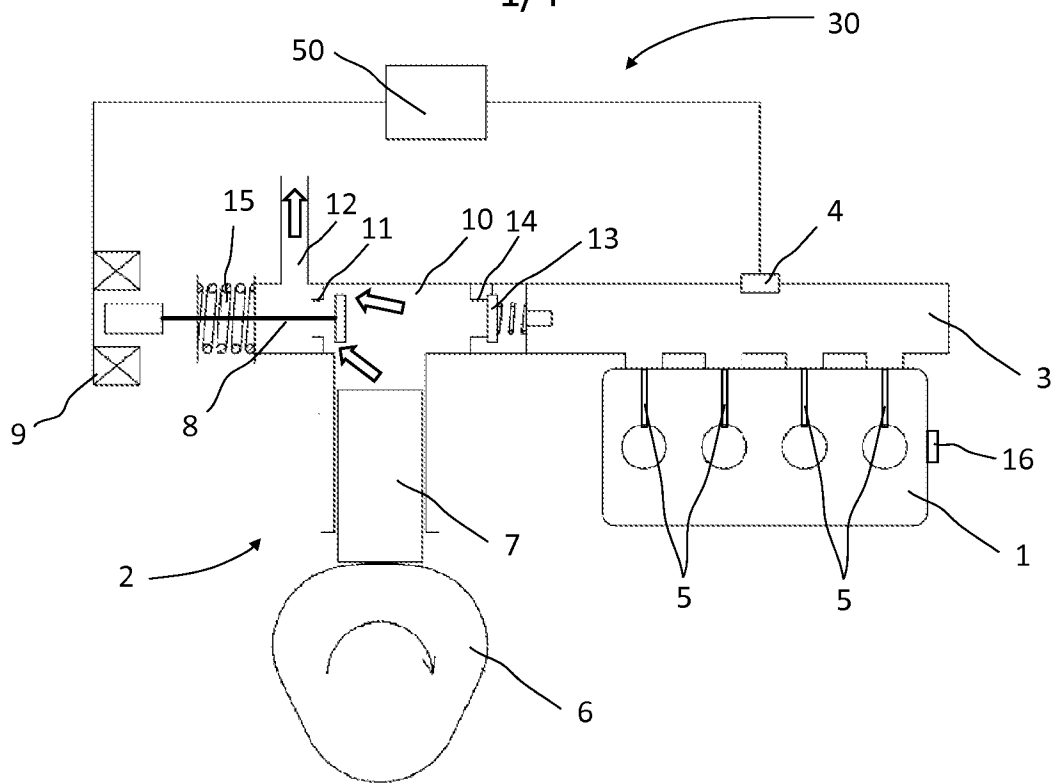


Fig. 1

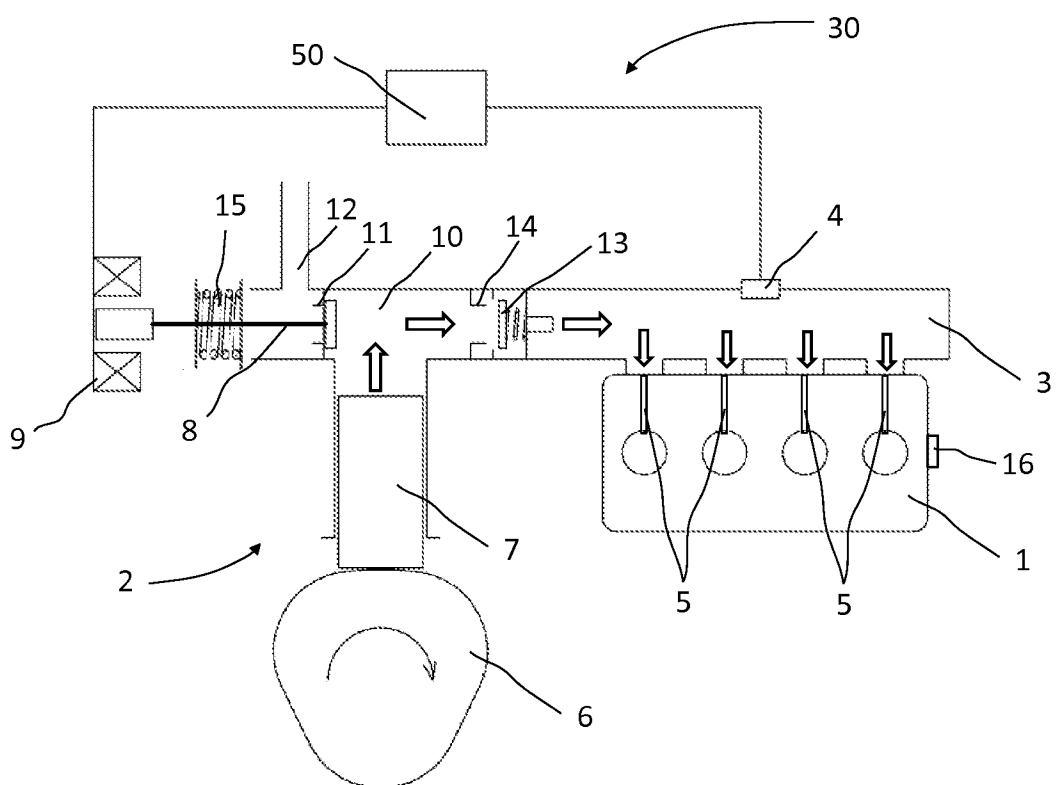


Fig. 2

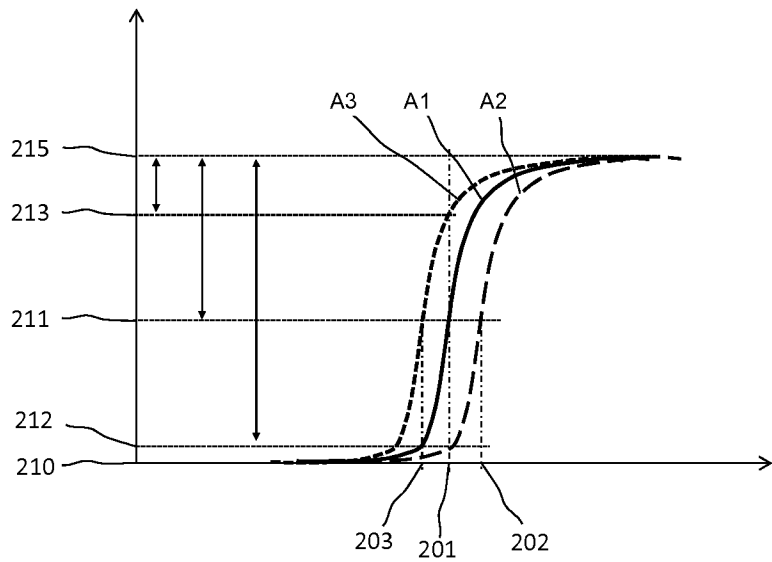


Fig. 3

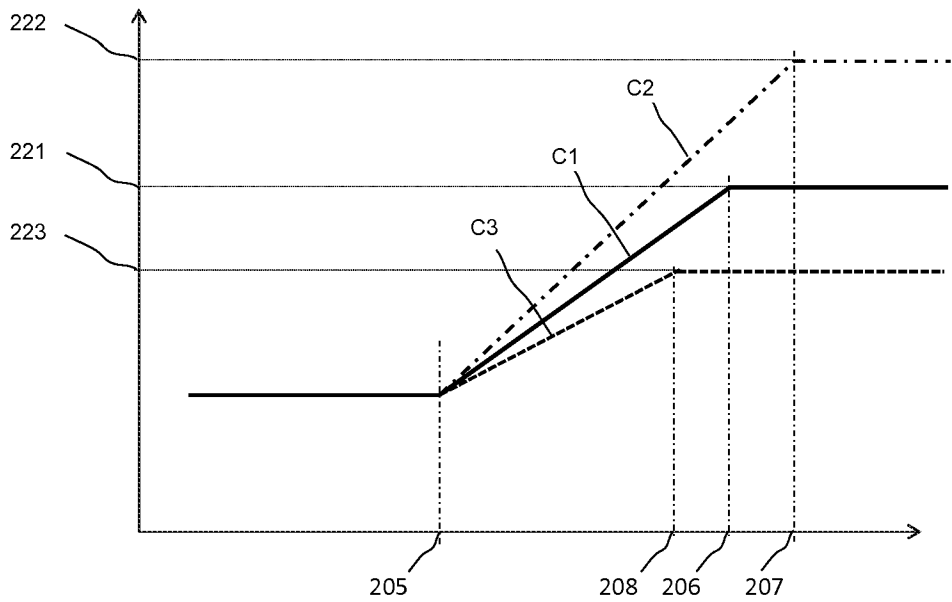


Fig. 4

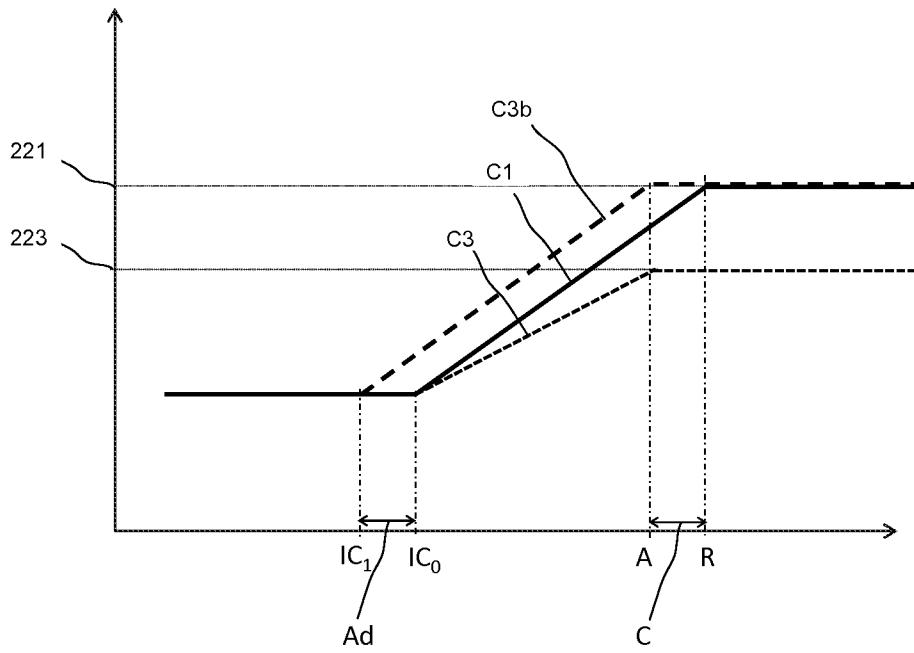


Fig. 5

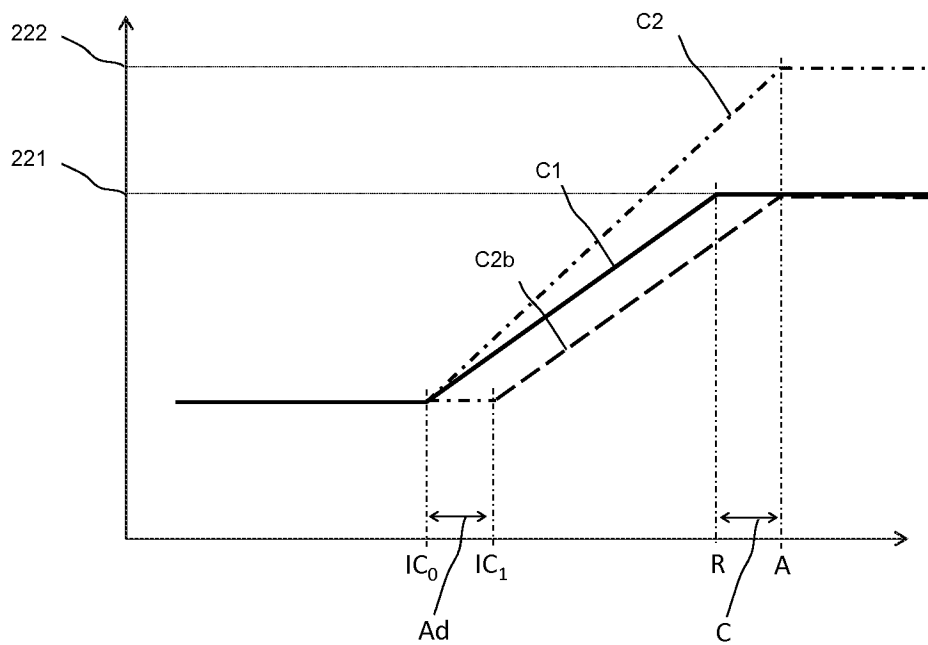


Fig. 6

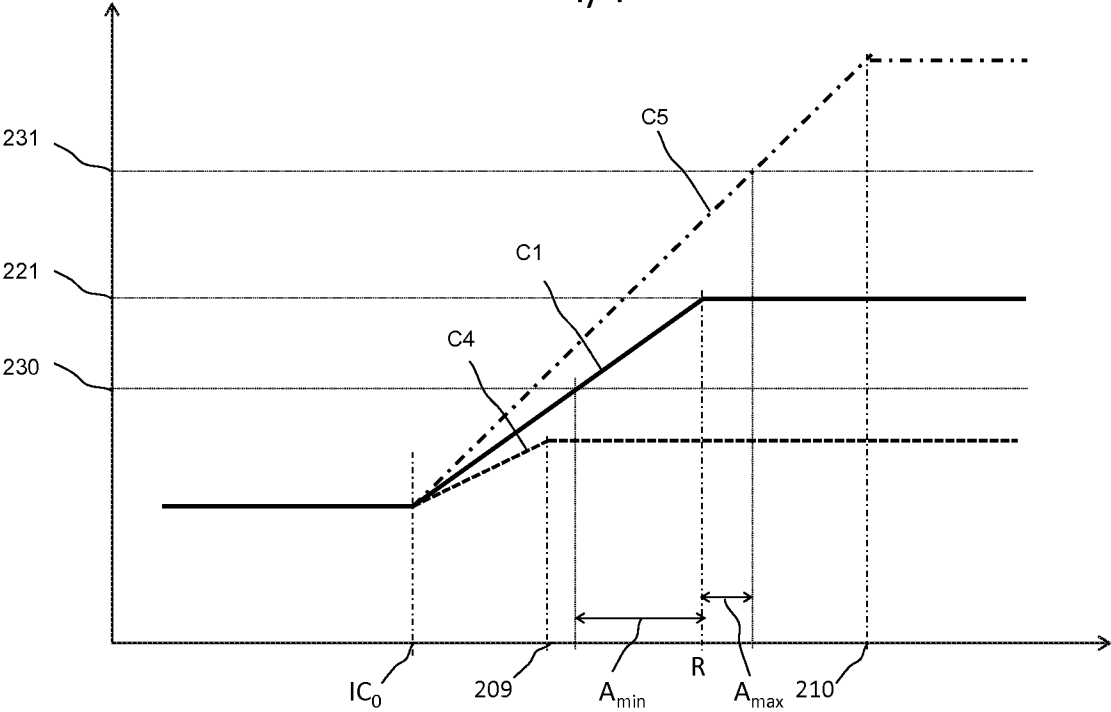


Fig. 7

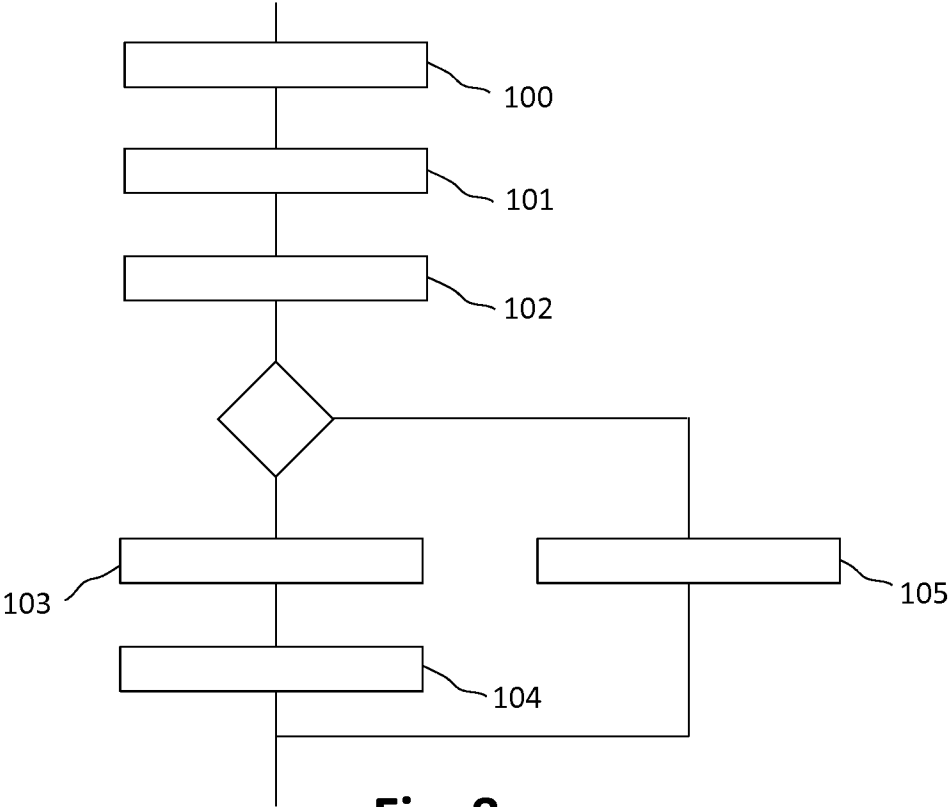


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2016/050988

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F02D41/00 F02D41/38 F02M59/44
 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 F02M

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	EP 2 634 407 A1 (VOLVO CAR CORP [SE]) 4 September 2013 (2013-09-04)	1,2
Y	paragraphs [0001], [0003], [0004] paragraphs [0008] - [0010] -----	3-8
Y	DE 199 47 764 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12 April 2001 (2001-04-12) abstract column 1, line 51 - column 3, line 36 -----	3-8
X,P	GB 2 526 323 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 25 November 2015 (2015-11-25) page 2, line 15 - page 6, line 26 page 7, lines 6-8,15-19 ----- -/-	1-8



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

4 July 2016

Date of mailing of the international search report

14/07/2016

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

Wettemann, Mark

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2016/050988

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2008 010053 B3 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 1 October 2009 (2009-10-01) abstract paragraphs [0002] - [0004] paragraphs [0008], [0009], [0015] paragraphs [0025] - [0028] -----	1-8
A	DE 100 23 227 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22 November 2001 (2001-11-22) abstract paragraph [0001] paragraphs [0006] - [0015] -----	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/050988

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2634407	A1	04-09-2013	NONE
DE 19947764	A1	12-04-2001	DE 19947764 A1 12-04-2001 FR 2799241 A1 06-04-2001 GB 2356710 A 30-05-2001 JP 2001140691 A 22-05-2001
GB 2526323	A	25-11-2015	NONE
DE 102008010053	B3	01-10-2009	NONE
DE 10023227	A1	22-11-2001	BR 0106433 A 16-04-2002 DE 10023227 A1 22-11-2001 EP 1283950 A1 19-02-2003 JP 2003532830 A 05-11-2003 MX PA02000380 A 30-07-2002 WO 0186131 A1 15-11-2001

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/050988

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02D41/00 F02D41/38 F02M59/44 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 F02M		
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	EP 2 634 407 A1 (VOLVO CAR CORP [SE]) 4 septembre 2013 (2013-09-04)	1,2
Y	alinéas [0001], [0003], [0004] alinéas [0008] - [0010] -----	3-8
Y	DE 199 47 764 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 12 avril 2001 (2001-04-12) abrégé colonne 1, ligne 51 - colonne 3, ligne 36 -----	3-8
X,P	GB 2 526 323 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 25 novembre 2015 (2015-11-25) page 2, ligne 15 - page 6, ligne 26 page 7, lignes 6-8,15-19 ----- -/-	1-8
☒ 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
4 juillet 2016		14/07/2016
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 Wettemann, Mark

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	DE 10 2008 010053 B3 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 1 octobre 2009 (2009-10-01) abrégé alinéas [0002] - [0004] alinéas [0008], [0009], [0015] alinéas [0025] - [0028] -----	1-8
A	DE 100 23 227 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 22 novembre 2001 (2001-11-22) abrégé alinéa [0001] alinéas [0006] - [0015] -----	1-8

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/050988

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2634407	A1	04-09-2013	AUCUN	
DE 19947764	A1	12-04-2001	DE 19947764 A1	12-04-2001
			FR 2799241 A1	06-04-2001
			GB 2356710 A	30-05-2001
			JP 2001140691 A	22-05-2001
GB 2526323	A	25-11-2015	AUCUN	
DE 102008010053	B3	01-10-2009	AUCUN	
DE 10023227	A1	22-11-2001	BR 0106433 A	16-04-2002
			DE 10023227 A1	22-11-2001
			EP 1283950 A1	19-02-2003
			JP 2003532830 A	05-11-2003
			MX PA02000380 A	30-07-2002
			WO 0186131 A1	15-11-2001