

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
26 janvier 2017 (26.01.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/012706 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F02D 41/00 (2006.01) *F02D 41/04* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/001224

(22) Date de dépôt international :
14 juillet 2016 (14.07.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1556872 21 juillet 2015 (21.07.2015) FR

(71) Déposants : CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE [FR/FR]; 1, Avenue Paul Ourliac, (Service Intel-
lectual Property), 31100 Toulouse (FR). CONTINEN-
TAL AUTOMOTIVE GMBH [DE/DE]; Vahrenwalder
Strasse 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Inventeur : MAZENC, Christophe; 36, rue Travot, 31500
Toulouse (FR).

(74) Représentant commun : CONTINENTAL AUTOMO-
TIVE FRANCE; 1, Avenue Paul Ourliac, (Service Intel-
lectual Property), 31100 Toulouse (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.

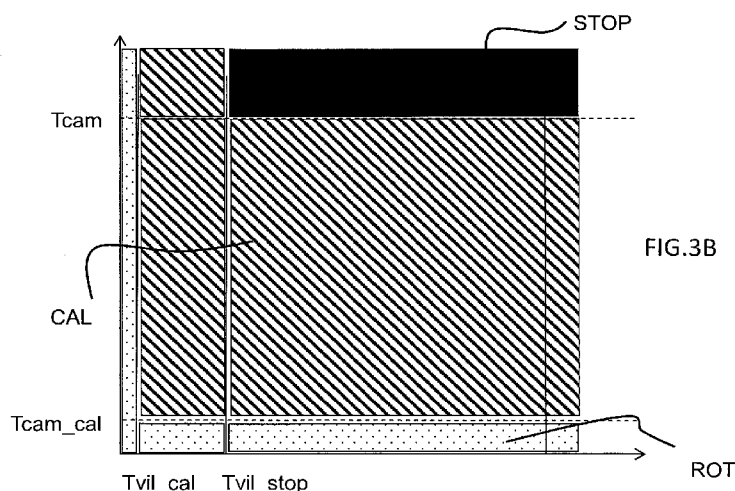
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, 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).

Publiée :

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

(54) Title : METHOD FOR DETERMINING THE STATE OF ROTATION OF A CAMSHAFT OF A VEHICLE ENGINE

(54) Titre : PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION DE L'ÉTAT DE ROTATION D'UN ARBRE À CAMES DE MOTEUR DE VÉHI-
CULE



(57) Abstract : The present invention relates to a method for determining the state of rotation of a camshaft of a vehicle engine, characterised in that said method for determining the state of rotation of the camshaft determines that the state of rotation of the camshaft is "currently stalling", corresponding to an intermediate state of rotation, when the time elapsed from the last detection of a tooth front of the camshaft wheel by the sensor is greater than Tcam_cal, Tcam_cal being defined as the theoretical time necessary in order for the camshaft to travel an angular distance equal to the maximum angular distance separating two consecutive tooth fronts of the camshaft wheel at a speed of rotation of the camshaft corresponding to a predetermined low engine speed which is higher than the minimum engine speed supported by said engine.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2017/012706 A1



La présente invention a pour objet un procédé de détermination de l'état de rotation d'un arbre à cames d'un moteur de véhicule, remarquable en ce que ledit procédé de détermination de l'état de rotation de l'arbre à cames détermine que l'état de rotation de l'arbre à cames est « en train de caler », correspondant à un état de rotation intermédiaire, lorsque la durée écoulée depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames par le capteur devient supérieure à T_{cam_cal} , T_{cam_cal} étant définie comme la durée théorique nécessaire pour que la roue d'arbre à cames parcourt une distance angulaire égale à la distance angulaire maximale séparant deux fronts de dents successifs de la roue d'arbre à cames à une vitesse de rotation de l'arbre à cames correspondant à un régime moteur bas prédéterminé, supérieur au régime moteur minimal supporté par ledit moteur.

Procédé de détermination
de l'état de rotation d'un arbre à cames de moteur de véhicule

L'invention concerne la détermination de l'état de rotation d'un arbre à cames, dans un moteur de véhicule. Plus précisément, le procédé de détermination de l'état de rotation d'un arbre à cames, selon l'invention, a pour objectif une détermination améliorée, plus rapide et plus précise, de l'état de rotation de l'arbre à cames, et par voie de
5 conséquence une connaissance plus précise de l'état de fonctionnement du moteur.

Il est bien connu de l'homme du métier qu'un système de motorisation de véhicule est notamment fondé sur un vilebrequin, auquel est couplée une roue de vilebrequin, et un arbre à cames, auquel est couplée une roue d'arbre à cames. Le vilebrequin transforme le mouvement rectiligne des pistons en un mouvement de rotation
10 d'entraînement de l'arbre moteur. L'arbre à cames, comme son nom l'indique, est muni de cames, et sa fonction est de transformer le mouvement de rotation de l'arbre moteur, imprimé par le vilebrequin, en un mouvement alterné, soit de translation, par exemple pour des soupapes, soit de rotation, par exemple pour des culbuteurs.

Dans ce contexte, l'une des fonctions du contrôle moteur d'un véhicule à
15 moteur thermique, consiste à gérer l'injection d'essence et l'allumage du moteur. Les moteurs thermiques actuels comprennent plusieurs cylindres et leur principe de fonctionnement est bien connu de l'homme du métier. Le contrôle moteur doit permettre l'injection de la bonne quantité d'essence au bon moment, dans le bon cylindre, afin d'optimiser la souplesse et la puissance du moteur et de minimiser la pollution induite. A
20 cette fin, il est nécessaire de connaître précisément la position angulaire de l'arbre moteur afin de s'assurer que l'injection d'essence soit réalisée dans le cylindre qui se trouve en phase d'admission. Tout ce processus de détermination du cylindre qui se trouve en phase d'admission, et dans lequel doit s'effectuer l'injection d'essence, correspond à ce que l'on appelle la synchronisation du moteur.

Ainsi, pour assurer un contrôle moteur adéquat, la connaissance de l'état de rotation du moteur est indispensable. Ce dernier peut prendre trois valeurs :

- i) soit le moteur est en rotation, lorsqu'il tourne à une vitesse comprise dans son domaine de fonctionnement, c'est-à-dire supérieure à la vitesse minimale supportée par le moteur, en deçà de laquelle le contrôle moteur n'est plus
30 possible ; il est alors « en rotation » ;
- ii) soit le moteur ne tourne pas du tout, il est alors « à l'arrêt » ;
- iii) soit l'état de rotation est indéterminé, parce qu'il ne peut être déterminé ni qu'il est « en rotation », ni qu'il est « à l'arrêt » ; il est alors « en train de caler ». Il est à noter que par l'expression « en train de caler » on entend un
35 moteur qui, en raison de sa faible inertie, présente un comportement très

imprévisible, comprenant un mouvement de rotation avant ou arrière, un acyclisme très important, la possibilité d'arrêt brutal ...etc. Cet état de rotation « en train de caler » est atteint, en particulier, lorsque le régime moteur atteint un seuil de calage à partir et en dessous duquel le moteur se trouve dans un état dans lequel son comportement devient donc imprévisible.

Pour connaître l'état de rotation du moteur, il est connu de s'intéresser à l'état de rotation de la roue de vilebrequin, qui est également celui du vilebrequin, et à l'état de rotation de la roue d'arbre à cames, qui est aussi celui de l'arbre à cames.

En effet, pour des raisons de fiabilité, l'arrêt de rotation du moteur est basé sur la vérification de la double-information selon laquelle le vilebrequin est arrêté et l'arbre à cames est arrêté.

Comme cela est connu de l'homme du métier, l'état de rotation du vilebrequin peut être connu par l'observation de la roue de vilebrequin. La roue de vilebrequin est une roue dentée dont la fonction principale est de permettre la détermination de la position angulaire du vilebrequin. A cette fin, la roue de vilebrequin comprend une pluralité de dents, numérotées à partir d'une référence correspondant par exemple à l'absence d'au moins une dent sur le pourtour de la roue. Typiquement, une roue de vilebrequin d'un moteur de véhicule comprend 60 dents réparties sur son pourtour, et un gap de deux dents manquantes. Le gap de deux dents manquantes sert de référence pour la détermination de la position angulaire de la roue de vilebrequin. Des moyens de détection adaptés, disposés à proximité de la roue de vilebrequin, détectent le passage des fronts des dents de la roue de vilebrequin, étant entendu que lesdits moyens de détections sont configurés pour détecter soit les fronts montant exclusivement, soit les fronts descendant exclusivement.

L'état de rotation du vilebrequin est alors déterminé en fonction du temps écoulé depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue de vilebrequin.

Le principe est alors que si les moyens de détection voient défiler des fronts de dents de la roue de vilebrequin, alors le vilebrequin est « en rotation ». Lorsque les moyens de détection ne voient plus défiler de fronts de dents de la roue de vilebrequin, alors le vilebrequin est « à l'arrêt ». De façon intermédiaire, lorsque le temps depuis la dernière détection d'un front de dent s'allonge, le vilebrequin est « en train de caler », le moteur étant en train de caler.

En pratique, les moteurs présentent des contraintes relatives au régime moteur, en vue de s'assurer de son fonctionnement normal. En dehors d'une fourchette de valeurs normales, le contrôle moteur est inopérant. On considère que les informations issues des moyens de détection permettant l'évaluation de l'état de rotation du vilebrequin ne sont pas fiables. En particulier, il est généralement défini, pour tout moteur, un régime

moteur minimal supporté par le moteur, le régime moteur minimal étant défini comme le régime moteur en dessous duquel le moteur se trouve dans des conditions de fonctionnement dans lesquelles son comportement devient totalement imprévisible et où il n'est plus possible d'assurer un contrôle moteur efficace ; ce régime correspond au seuil
5 de calage, conformément à la définition donnée précédemment de l'état de rotation « en train de caler ».

Le critère pour vérifier l'état de rotation du vilebrequin consiste donc, conformément à l'état de la technique, à évaluer le temps écoulé depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue de vilebrequin. Tant que ce temps est inférieur au
10 temps théorique T_{vil_cal} mis par la roue de vilebrequin pour parcourir, à une vitesse correspondant au régime moteur minimal supporté, une distance angulaire correspondant à la distance angulaire entre deux fronts successifs de dent de la roue de vilebrequin susceptibles d'être détectés par les moyens de détection, le vilebrequin est considéré « en rotation ». Dès que la durée écoulée depuis la dernière détection d'un front de dent
15 de la roue de vilebrequin devient supérieur à T_{vil_cal} , le vilebrequin est considéré « en train de caler ». Quand la même durée devient supérieure à une durée T_{vil_stop} , supérieure à T_{vil_cal} , objet d'une calibration, le vilebrequin est déterminé comme étant « à l'arrêt ». Ainsi, T_{vil_cal} est une valeur de mise au point qui permet de suspecter un arrêt du moteur imminent, se traduisant par l'état de rotation « en train de caler », en
20 l'espèce, du vilebrequin, et un comportement imprévisible du moteur, alors que T_{vil_stop} est une valeur de mise au point qui permet d'avoir la certitude que le vilebrequin est à l'arrêt complet.

De manière générale, lorsqu'il n'est pas possible de déterminer si le vilebrequin est « en rotation » ou « à l'arrêt », alors ledit vilebrequin est considéré « en
25 train de caler ».

A titre d'illustration, si l'on considère une roue de vilebrequin doté de 60 dents régulièrement réparties sur son pourtour, alors l'écart angulaire entre deux fronts de dent successifs est de 6° . A un régime moteur minimum supporté de 22 tours/min, T_{vil_cal} est égal à 0,045 sec. Alors, T_{vil_stop} est typiquement de l'ordre de 0,3 sec.

30 La machine d'états représentée à la figure 1 montre une machine d'états représentant les différents états de rotation du vilebrequin, tels que déterminés par le procédé connu décrit ci-dessus.

Comme cela est connu, pour s'assurer que l'information relative à l'état de rotation du vilebrequin est correcte et que ledit état de rotation peut permettre de
35 déterminer l'état de fonctionnement du moteur, il est nécessaire de vérifier la « proposition » d'état de rotation déterminée à partir du suivi du défilement des dents de la roue de vilebrequin en déterminant l'état de rotation de l'arbre à cames.

L'état de rotation du vilebrequin peut en effet être déterminé de façon erronée, pour de multiples raisons : dent cassée de la roue de vilebrequin, dysfonctionnement des moyens de détection des fronts de dent de la roue de vilebrequin ...etc.

L'arbre à cames est entraîné en rotation par l'intermédiaire d'un pignon qui lui transmet le mouvement de rotation du vilebrequin. En outre, l'arbre à cames présente des cames, qui permettent de transformer le mouvement de rotation de l'arbre moteur en un mouvement alterné, et ainsi de commander les soupapes. L'arbre à cames comporte également une roue d'arbre à cames visant à permettre la détermination de la position angulaire de l'arbre à came.

Cependant, il est possible, par des moyens similaires à ceux mis en œuvre pour la roue de vilebrequin, c'est-à-dire à l'aide d'un capteur détectant le passage des fronts des dents de la roue d'arbre à cames, de tenter de déterminer si l'arbre à cames est « en rotation » ou « à l'arrêt ». Selon l'état de l'art, le principe permettant la détermination de l'état de rotation de l'arbre à cames consiste, comme pour le vilebrequin, à évaluer le temps écoulé depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames. Tant que ce temps est inférieur au temps théorique T_{cam} mis par la roue d'arbre à cames pour parcourir, à une vitesse correspondant au régime moteur minimal supporté, une distance angulaire correspondant à la distance angulaire maximale entre deux fronts de dent de la roue d'arbre à cames, susceptibles d'être détectés par le capteur prévu à cet effet, l'arbre à cames est considéré « en rotation ». Dès que la durée écoulée depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames devient supérieure à T_{cam} , l'arbre à cames est considéré « à l'arrêt ».

Lorsqu'il n'est pas possible de déterminer si l'arbre à cames est « en rotation » ou « à l'arrêt », alors ledit arbre à cames est considéré « en train de caler ». Il est à noter cependant que, dans l'état de la technique, l'état de rotation de l'arbre à cames, conformément à la machine d'états représenté à la figure 1, peut passer de l'état « à l'arrêt » à l'état « en train de caler » après détection d'un premier front de dent de la roue d'arbre à cames et avant détection d'un second front de dent, puis passe à l'état « en rotation » après détection du second front de dent de la roue d'arbre à cames. Dans l'autre sens, partant de l'état de rotation « en rotation », la roue d'arbre à cames ne peut passer qu'à l'état « à l'arrêt », dès lors que le temps écoulé depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames dépasse T_{cam} .

S'il est déterminé que le vilebrequin et l'arbre à cames sont « en rotation » ou « à l'arrêt », nul doute que l'on peut déduire que le moteur lui-même est, respectivement, « en rotation » ou « à l'arrêt ».

Cependant, un défaut de cette technique connue réside dans le fait que la roue d'arbre à cames présente peu de dents, typiquement au nombre de quatre. De ce

fait, deux fronts de dent successifs sont séparés d'un degré angulaire important que la roue d'arbre à cames parcourt, à une vitesse de rotation correspondant au régime moteur minimal supporté par le moteur, en un temps assez long.

Ainsi, le temps de détection de l'arrêt de rotation de l'arbre à cames est très long, quelles que soient les conditions de fonctionnement dans lesquelles se trouve le moteur.

A titre d'illustration, au régime moteur minimal de 22 tours/min, pour un arbre à cames standard, dont la dent la plus longue mesure 146° , T_{cam} est égal à 1,11 sec. Pour ce calcul, les distances angulaires entre front CAM sont exprimées en $^\circ CRK$. Par conséquent la distance angulaire de la cible CAM est de $720^\circ CRK$ alors que physiquement elle ne fait que 360° .

Il existe donc un besoin pour un procédé de détermination de l'état de rotation de l'arbre à cames en un temps réduit, au moins dans des conditions de fonctionnement particulières du moteur.

Dans ce contexte, la présente invention vise un procédé permettant de déterminer l'état de rotation de l'arbre à cames, dans certaines conditions, en un temps beaucoup plus court que dans l'état de la technique.

A cette fin, le procédé de détermination de l'état de rotation de l'arbre à cames, selon l'invention, prévoit la détermination d'un ensemble de conditions dans lesquelles il est acceptable de définir un temps de parcours de la distance angulaire entre deux fronts de dent successifs de la roue d'arbre à cames beaucoup plus court, en considérant une vitesse de rotation de l'arbre à cames supérieure à celle correspondant au régime moteur minimal supporté par le moteur.

Plus précisément, la présente invention concerne un procédé de détermination de l'état de rotation d'un arbre à cames d'un moteur de véhicule, ledit moteur présentant un régime moteur et un régime moteur minimal supporté et ledit moteur comprenant :

- un vilebrequin, présentant un état de rotation,
- des moyens de détection de l'état de rotation du vilebrequin, notamment comme pouvant être « à l'arrêt »,
- un arbre à cames,
- une roue d'arbre à cames couplée audit arbre à cames, ladite roue d'arbre à cames comprenant une pluralité de dents présentant un degré angulaire séparant deux fronts de dent successifs dont la valeur la plus élevée est appelée degré angulaire maximal,
- un capteur prévu en vis-à-vis de la roue d'arbre à cames et apte à détecter le passage devant ledit capteur de tout front de dent de la roue d'arbre à cames,

ledit arbre à cames présentant un état de rotation, notamment caractérisé par le fait que ledit arbre à cames tourne ou ne tourne pas, ledit arbre à cames étant par conséquent apte à présenter les états de rotation « en rotation » ou « à l'arrêt ».

Le procédé est remarquable en ce que,

- 5
 - le moteur n'étant pas synchronisé, et
 - le vilebrequin étant détecté comme étant « à l'arrêt » ou le moteur n'étant pas engagé dans un processus de synchronisation,
 - et la roue d'arbre à cames présentant initialement l'état de rotation « en rotation »,
- 10 ledit procédé de détermination de l'état de rotation de l'arbre à cames détermine que l'état de rotation de l'arbre à cames est :
 - « en rotation », tant que la durée écoulée depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames par le capteur n'atteint pas la durée Tcam_cal, Tcam_cal étant définie comme la durée théorique nécessaire pour que la roue d'arbre à cames parcourt une distance angulaire égale à la distance angulaire maximale séparant deux fronts de dents successifs de la roue d'arbre à cames à une vitesse de rotation de l'arbre à cames correspondant à un régime moteur bas prédéterminé, supérieur au régime moteur minimal supporté par ledit moteur,
 - 15
 - « à l'arrêt », lorsque la durée écoulée depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames par le capteur devient supérieure à la durée Tcam, Tcam étant définie comme la durée théorique nécessaire pour que la roue d'arbre à cames parcourt une distance angulaire égale à la distance angulaire maximale séparant deux fronts de dents successifs de la roue d'arbre à cames à une vitesse de rotation de l'arbre à cames correspondant au régime moteur minimal supporté par ledit moteur,
 - 20
 - « en train de caler », correspondant à un état de rotation intermédiaire, lorsque la durée écoulée depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames par le capteur devient supérieure à Tcam_cal, avec Tcam_cal < Tcam, tout en étant inférieure à Tcam,
 - 25
 - 30
- et en ce que ledit procédé de détermination de l'état de rotation d'un arbre à cames détermine en outre que l'état de rotation de l'arbre à cames est « à l'arrêt » lorsque ledit procédé de détermination de l'état de rotation d'un arbre à cames a déterminé que l'état de rotation de l'arbre à cames est « en train de caler », et que :
 - 35
 - le moteur n'est pas synchronisé,
 - le vilebrequin a été détecté comme étant « à l'arrêt » ou le moteur n'étant pas engagé dans un processus de synchronisation,

la roue d'arbre à cames présentant initialement l'état de rotation « en rotation ».

A titre d'exemple, bien sûr non exclusif, comme cela sera détaillé plus loin, l'invention trouve une application avec l'exemple suivant : lors d'un démarrage du moteur après un long arrêt (moteur non synchronisé) ; le démarrage échoue sans que le moteur ait pu être synchronisé avec de fortes présomptions de rebonds moteur (rotation avant et arrière successives) et le vilebrequin est considéré arrêté par le contrôle moteur grâce à la cible CRK. Dans ces conditions, grâce à la cible CAM et à l'introduction d'un Tcam_cal (délai plus court) selon l'invention, le contrôle moteur pourra obtenir une confirmation de l'arrêt moteur plus rapidement et opter pour un processus de synchronisation "à risque" (synchronisation dès que possible, avec risque d'erreur, sans contrainte de distance angulaire parcourue au démarrage), plutôt qu'un processus de synchronisation "garantie" (synchronisation vérifiée sur un cycle moteur complet), afin par exemple, d'autoriser de réaliser un nouveau démarrage plus rapidement. Tcam_cal est égal au temps mis par la roue d'arbre à cames pour parcourir une distance angulaire égale à la distance angulaire maximale séparant deux fronts de dents successifs de la roue d'arbre à cames à une vitesse de rotation correspondant à un régime moteur bas prédéterminé. Le régime bas prédéterminé est supérieur au régime minimal supporté par le moteur.

Avantageusement, le moteur étant un moteur thermique de véhicule, le régime minimal supporté par le moteur est environ égal à 22 tours/min.

Avantageusement, le moteur étant un moteur thermique de véhicule, le régime bas prédéterminé est environ égal à 200 tours/min.

Avantageusement, Tcam_cal est environ égal à 0,12 sec. Pour ce calcul, les distances angulaires entre front CAM sont exprimées en °CRK. Par conséquent la distance angulaire de la cible CAM est de 720 °CRK alors que physiquement elle ne fait que 360°.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- **la figure 1** représente une machine d'états montrant les états de rotation de l'arbre à cames et les passages possibles de l'un à l'autre ;
- **la figure 2** représente un logigramme montrant les conditions dans lesquels le procédé de détermination de l'état de rotation du moteur, optimisé conformément à l'invention, peut être mis en œuvre ;
- **la figure 3A** représente un graphique montrant la détermination de l'état de rotation du moteur, en fonction du temps, selon l'état de la technique ;
- **la figure 3B** représente un graphique montrant la détermination de l'état de rotation du moteur, en fonction du temps, sous condition de contexte, conformément à la figure 2, selon l'invention.

Il faut noter que les figures exposent l'invention et peuvent bien entendu également servir à mieux définir l'invention.

L'invention est présentée principalement en vue d'une application dans un véhicule automobile. Cependant, d'autres applications sont également visées par la présente invention, notamment en vue d'une mise en œuvre dans tout type de véhicule terrestre.

Le procédé selon l'invention vise à permettre la détermination de l'état de rotation de l'arbre à cames en un temps réduit, dans certaines conditions.

L'idée de base consiste à s'autoriser à déterminer que l'arbre à cames n'est plus « en rotation » dès lors que le temps écoulé depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames par un capteur dédié atteint une durée T_{cam_cal} bien inférieure à T_{cam} .

T_{cam_cal} est ainsi défini comme le temps théorique mis par la roue d'arbre à cames pour parcourir, à une vitesse de rotation supérieure à la vitesse de rotation correspondant au régime moteur minimal supporté, la distance angulaire correspondant à la distance angulaire entre les deux fronts de dent successifs les plus éloignés l'un de l'autre de la roue d'arbre à cames.

Ayant choisi un régime moteur supérieur pour le calcul du temps théorique T_{cam_cal} , écoulé depuis la détection du dernier front de dent de la roue d'arbre à cames par le capteur prévu à cet effet, au-delà duquel l'arbre à cames n'est plus considéré en rotation, la détermination de l'état de rotation de l'arbre à cames comme n'étant plus « en rotation » est réalisée en un temps beaucoup plus court.

Cependant, il n'est pas envisageable de mettre en œuvre ce principe dans toutes les conditions de fonctionnement du moteur. En effet, dans certains cas, la considération que l'arbre à cames n'est plus en rotation dès lors qu'une durée supérieure à T_{cam_cal} s'est écoulée depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames serait erronée, notamment si le moteur est synchronisé. En effet, considérer que l'arbre à cames est à l'arrêt a des incidences au niveau de l'acquisition des données relatives à la rotation de l'arbre à cames, en particulier concernant sa vitesse de rotation, la position des fronts de dents de la roue d'arbre à cames ...etc. Or ces données sont utilisées, en particulier, afin de garantir la synchronisation du moteur pendant le fonctionnement de ce dernier sur toute la plage de régimes moteur nominale, entre le régime moteur minimal et un régime moteur maximal.

Il en va de même si le moteur est engagé dans une phase de synchronisation. En effet, considérer que l'arbre à cames est à l'arrêt a des incidences au niveau de l'acquisition des données relatives à la rotation de l'arbre à cames, en particulier concernant sa vitesse de rotation, la position des fronts de dents de la roue d'arbre à

cames ...etc. Or ces données sont utilisées, en particulier, afin de réaliser la synchronisation du moteur pendant le fonctionnement de ce dernier sur toute la plage de régimes moteur nominale, entre le régime moteur minimal et un régime moteur maximal.

En revanche, si le vilebrequin est à l'arrêt, le temps court T_{cam_cal} peut être
5 utilisé, car il est légitime de considérer, dans ce cas, que la phase de synchronisation est en suspens jusqu'à ce que le vilebrequin tourne.

Dans ces conditions, en référence à la figure 2, le procédé selon l'invention permet une détermination de l'état de rotation de l'arbre à cames comme n'étant plus « en rotation », et plus précisément comme étant « en train de caler », dans un contexte dans
10 lequel, selon le contrôle moteur, i) le moteur n'est pas synchronisé et dans lequel ii) le moteur n'est pas engagé dans un processus de synchronisation ou le vilebrequin est déterminé comme étant « à l'arrêt ».

Ainsi, comme le montre la figure 2, le dernier état de rotation connu de l'arbre à cames étant « en rotation », si l'une des deux conditions suivantes est vérifiée :

- 15
- le moteur est synchronisé, OU
 - l'arbre à cames est utilisé pour permettre la synchronisation du moteur ET l'état de rotation du vilebrequin n'est pas « à l'arrêt »,

alors, le procédé de détermination de l'état de rotation de l'arbre à cames, connu de l'état de la technique, s'applique, et l'état de rotation de l'arbre came devient « à l'arrêt » dès
20 lors que le temps écoulé depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames devient supérieur à T_{cam} , soit typiquement 1,1 sec pour reprendre l'exemple d'application numérique déjà cité.

A l'inverse, toujours en référence à la figure 2, si i) le moteur n'est pas synchronisé, par exemple parce que la synchronisation a été perdue, et si ii) le contrôle
25 moteur ne cherche pas à (re-)synchroniser le moteur, notamment à l'aide de l'arbre à cames, ou que l'état de rotation du vilebrequin est « à l'arrêt », alors le procédé de détermination accéléré, conformément à la présente invention, est mis en œuvre.

Dans ce cas, l'état de rotation de l'arbre à cames devient « en train de caler » dès lors que le temps écoulé depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue
30 d'arbre à cames devient supérieur à T_{cam_cal} .

Comme évoqué précédemment, la durée T_{cam_cal} correspond au temps théorique mis par la roue d'arbre à cames pour parcourir, à une vitesse de rotation supérieure à la vitesse de rotation correspondant au régime moteur minimal supporté, la distance angulaire correspondant à la distance angulaire entre les deux fronts de dent
35 successifs les plus éloignés l'un de l'autre de la roue d'arbre à cames. En pratique, même si le choix de T_{cam_cal} reste ouvert, il est préférable de le choisir supérieur à T_{vil_cal} , par exemple de l'ordre de $3 \times T_{vil_cal}$, et de telle façon qu'il corresponde à un régime moteur à

la fois très bas, typiquement nettement inférieur au régime ralenti du moteur. Il est rappelé que le régime moteur ralenti correspond à une situation dans laquelle le véhicule est à l'arrêt ; le conducteur ne demande pas de puissance, et le moteur ne doit développer alors qu'une puissance minimale permettant d'entretenir son propre mouvement à un régime optimal au point de vue mécanique, de la consommation de carburant, du bruit, du confort des passagers, ...etc. ainsi qu'au plan du fonctionnement du véhicule (alimentation électrique pour un système de climatisation, ...etc.). Le régime ralenti est nettement supérieur au régime moteur minimal supporté par le moteur. Ainsi, dans le contexte d'un véhicule automobile présentant un régime minimal supporté de 22 tours/min et un régime ralenti de l'ordre de 900 tours/min, il est pertinent de considérer, pour le calcul de T_{cam_cal} , un régime moteur bas de 200 tours/min, T_{cam_cal} étant alors égal à 0,12 sec, à comparer à T_{cam} qui, dans le même contexte, est égale à 1,1 sec. Pour ces calculs, les distances angulaires entre front CAM sont exprimées en °CRK. Par conséquent la distance angulaire de la cible CAM est de 720 °CRK alors que physiquement elle ne fait que 360°.

Alors, comme le montre la figure 3B, qui représente l'état de rotation du moteur en fonction, en abscisses, du temps écoulé depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue de vilebrequin et, en ordonnées, du temps écoulé depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames, l'état de rotation du moteur, dans le contexte conditionné conformément à la figure 2, est déterminable de façon bien plus rapide et précise.

En effet, partant d'un état de rotation du moteur comme étant « en rotation » ROT, ledit état de rotation du moteur devient « en train de caler » CAL dès lors que l'état de rotation du vilebrequin et celui de l'arbre à cames sont « en train de caler » et devient « à l'arrêt » STOP dès lors que l'état de rotation du vilebrequin et celui de l'arbre à cames sont « à l'arrêt ». Ainsi, dès que le temps écoulé depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames par le capteur prévu à cet effet atteint T_{cam_cal} , T_{cam_cal} étant choisi supérieur à la durée T_{vil_cal} permettant de déterminer que le vilebrequin est en train de caler, le moteur est considéré « en train de caler » CAL. T_{cam_cal} est typiquement égal à 0,12 sec, conformément au mode de réalisation déjà présenté.

Comparativement, dans les mêmes conditions, l'état de la technique ne permet la détermination de l'état de rotation du moteur que conformément à la figure 3A : il est alors nécessaire d'attendre que le temps écoulé depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames par le capteur prévu à cet effet atteigne T_{cam} , typiquement 1,1 sec conformément au mode de réalisation déjà présenté, pour déterminer que le moteur est en train de caler.

Le procédé de détermination de l'état de rotation de l'arbre à cames d'un moteur, et son impact sur la capacité à déterminer l'état de rotation du moteur, présente le double avantage d'être plus rapide dans certaines conditions et plus proche de la réalité physique.

5 En effet, dès que la synchronisation d'un moteur est perdue et que le vilebrequin passe à l'état de rotation « en train de caler », la probabilité est forte que le moteur lui-même est en train de caler. Selon l'état de la technique, cependant, il est nécessaire d'attendre d'avoir la certitude que l'arbre à cames n'est plus en rotation avant de déterminer que le moteur n'est plus en rotation également.

10 Dans un tel contexte, où la synchronisation du moteur est perdue, et non recherchée, il est en effet pertinent d'utiliser le temps de référence court T_{cam_cal} pour déterminer plus rapidement que l'arbre à cames est « en train de caler ». La plage de temps durant laquelle l'état de rotation du moteur peut être déterminé comme étant « en train de caler » est bien plus vaste que dans l'état de la technique, ce qui correspond
15 mieux à la réalité physique d'un moteur en train de caler, qui se traduit par une perte de synchronisation du moteur et la détection du calage du vilebrequin, sans qu'il soit nécessaire d'attendre l'arrêt de l'arbre à cames pour déterminer que le moteur n'est plus en rotation.

20 Il est précisé, en outre, que la présente invention n'est pas limitée aux exemples décrits ci-dessus et est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art.

REVENDICATIONS

1. Procédé de détermination de l'état de rotation d'un arbre à cames d'un moteur de véhicule, ledit moteur présentant un régime moteur et un régime moteur minimal supporté et ledit moteur comprenant :

- un vilebrequin, présentant un état de rotation,
- 5 • des moyens de détection de l'état de rotation du vilebrequin, notamment comme pouvant être « à l'arrêt »,
- un arbre à cames,
- une roue d'arbre à cames couplée audit arbre à cames, ladite roue d'arbre à cames comprenant une pluralité de dents présentant un degré angulaire
- 10 séparant deux fronts de dent successifs dont la valeur la plus élevée est appelée degré angulaire maximal,
- un capteur prévu en vis-à-vis de la roue d'arbre à cames et apte à détecter le passage devant ledit capteur de tout front de dent de la roue d'arbre à cames,
- ledit arbre à cames présentant un état de rotation, notamment caractérisé par le
- 15 fait que ledit arbre à cames tourne ou ne tourne pas, ledit arbre à cames étant par conséquent apte à présenter les états de rotation « en rotation » ou « à l'arrêt »,

caractérisé en ce que,

- le moteur n'étant pas synchronisé, et
- 20 • le vilebrequin étant détecté comme étant « à l'arrêt » ou le moteur n'étant pas engagé dans un processus de synchronisation,
- et la roue d'arbre à cames présentant initialement l'état de rotation « en rotation »,

ledit procédé de détermination de l'état de rotation de l'arbre à cames détermine que l'état

25 de rotation de l'arbre à cames est :

- « en rotation », tant que la durée écoulée depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames par le capteur n'atteint pas la durée Tcam_cal, Tcam_cal étant définie comme la durée théorique nécessaire pour
- 30 que la roue d'arbre à cames parcourt une distance angulaire égale à la distance angulaire maximale séparant deux fronts de dents successifs de la roue d'arbre à cames à une vitesse de rotation de l'arbre à cames correspondant à un régime

moteur bas prédéterminé, supérieur au régime moteur minimal supporté par ledit moteur,

- 5 • « à l'arrêt », lorsque la durée écoulée depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames par le capteur devient supérieure à la durée Tcam, Tcam étant définie comme la durée théorique nécessaire pour que la roue d'arbre à cames parcourt une distance angulaire égale à la distance angulaire maximale séparant deux fronts de dents successifs de la roue d'arbre à cames à une vitesse de rotation de l'arbre à cames correspondant au régime moteur minimal supporté par ledit moteur,
- 10 • « en train de caler », correspondant à un état de rotation intermédiaire, lorsque la durée écoulée depuis la dernière détection d'un front de dent de la roue d'arbre à cames par le capteur devient supérieure à Tcam_cal, avec $Tcam_cal < Tcam$, tout en étant inférieure à Tcam,

et **en ce que** ledit procédé de détermination de l'état de rotation d'un arbre à cames détermine en outre que l'état de rotation de l'arbre à cames est « à l'arrêt » lorsque ledit
15 procédé de détermination de l'état de rotation d'un arbre à cames a déterminé que l'état de rotation de l'arbre à cames est « en train de caler », et que :

- le moteur n'est pas synchronisé,
- le vilebrequin a été détecté comme étant « à l'arrêt » ou le moteur n'étant
20 pas engagé dans un processus de synchronisation,
- la roue d'arbre à cames présentant initialement l'état de rotation « en rotation ».

2. Procédé de détermination de l'état d'un arbre à cames d'un moteur de véhicule selon la revendication 1, le moteur étant un moteur thermique de véhicule,
25 **caractérisé en ce que** le régime minimal supporté par le moteur est environ égale à 22 tours/min.

3. Procédé de détermination de l'état d'un arbre à cames d'un moteur de véhicule selon l'une des revendications précédentes, le moteur étant un moteur thermique de véhicule, **caractérisé en ce que** le régime bas prédéterminé est environ égal
30 à 200 tours/min.

4. Procédé de détermination de l'état d'un arbre à cames d'un moteur de véhicule selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** Tcam_cal est environ égal à 0,12 sec.

1 / 2

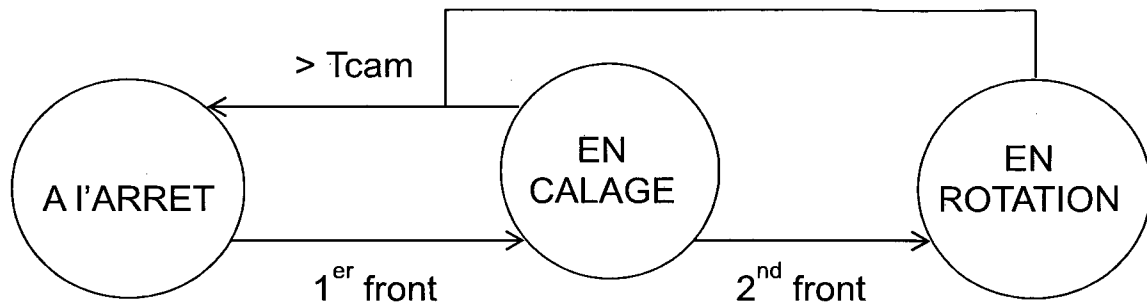


FIG.1

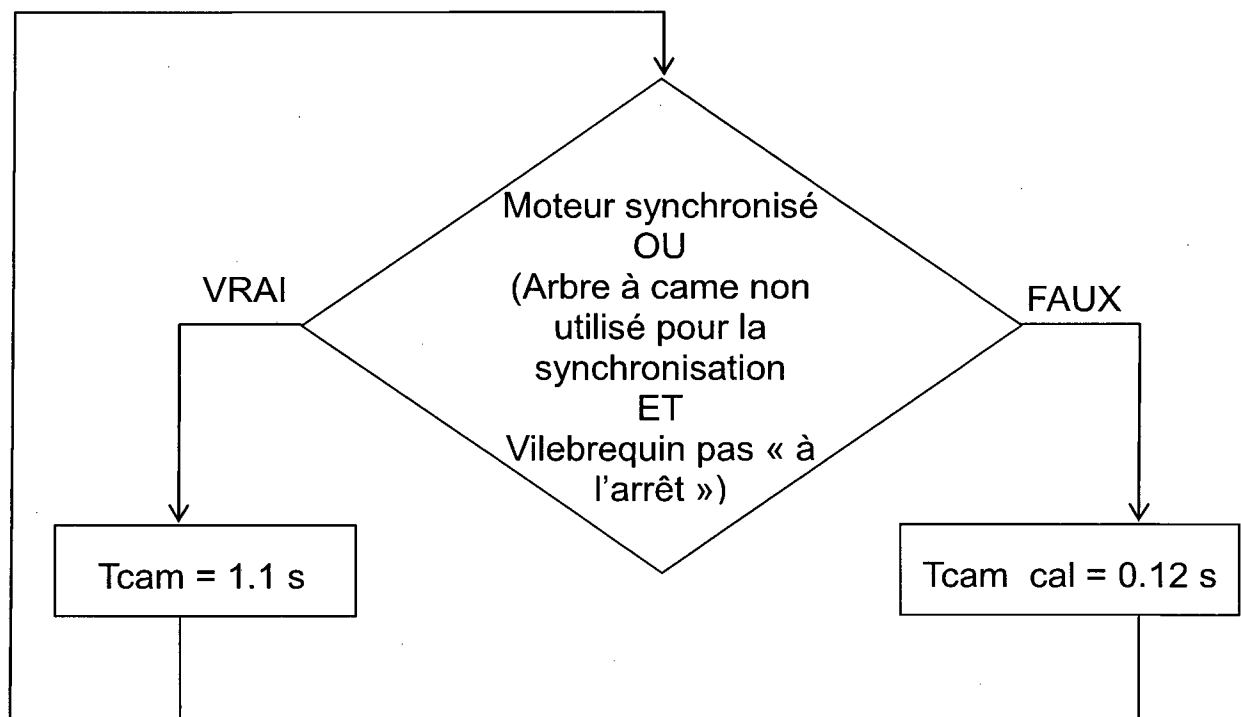
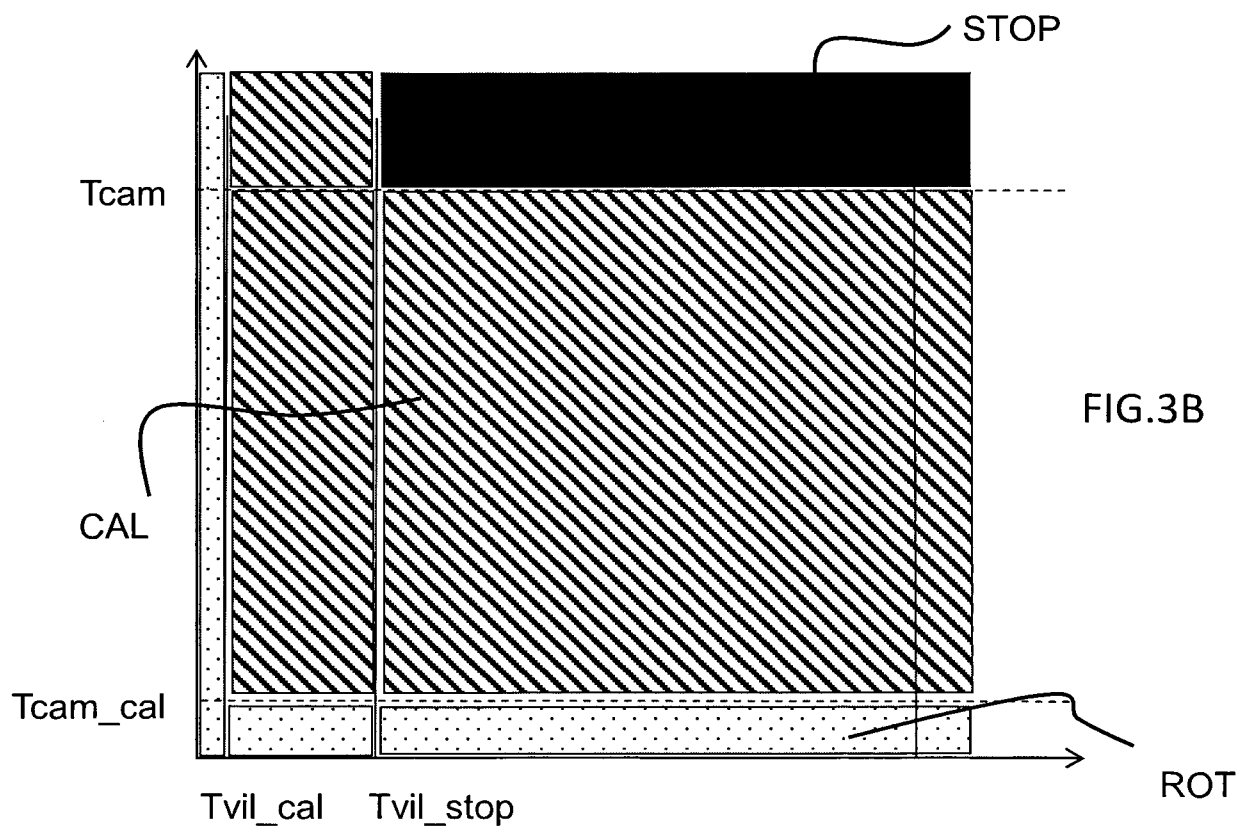
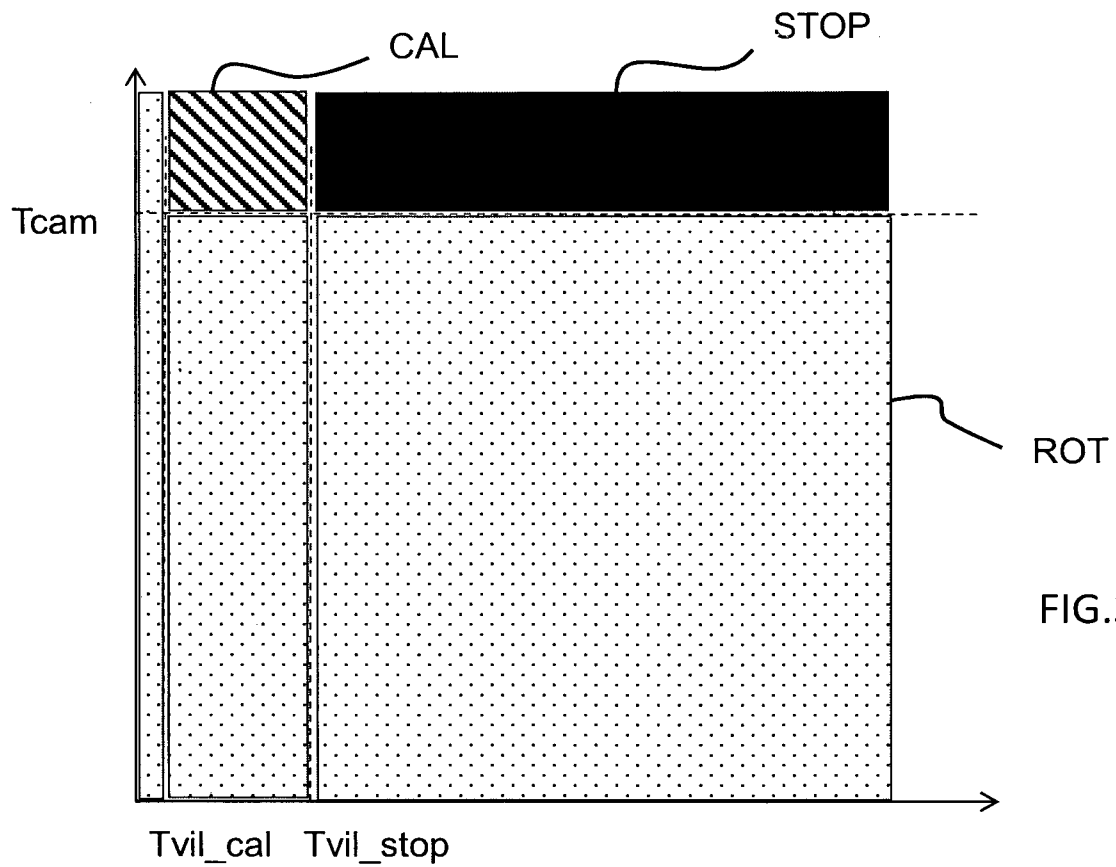


FIG.2

2 / 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/001224

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/00 F02D41/04
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 F01L

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	US 2009/265085 A1 (HORI YASUYOSHI [JP]) 22 October 2009 (2009-10-22) paragraph [0010] - paragraph [0017] paragraph [0032] - paragraph [0059]; figures 1,4-6 -----	1-4
X	US 2009/276145 A1 (SCHAFER JENS [DE] ET AL) 5 November 2009 (2009-11-05) paragraph [0007] - paragraph [0039]; figures 1,2 paragraph [0098] - paragraph [0107] -----	1-4
A	WO 03/018980 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; KANEKO TOMOHIRO [JP]) 6 March 2003 (2003-03-06) paragraph [0004] - paragraph [0015]; figures 1-6 -----	1-4



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

31 August 2016

Date of mailing of the international search report

07/09/2016

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

Cassiat, Clément

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/001224

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009265085	A1	22-10-2009	DE 102008035265 A1	29-10-2009
			JP 4776654 B2	21-09-2011
			JP 2009257182 A	05-11-2009
			US 2009265085 A1	22-10-2009

US 2009276145	A1	05-11-2009	CN 101421493 A	29-04-2009
			DE 102006017232 A1	25-10-2007
			EP 2010759 A1	07-01-2009
			JP 2009533592 A	17-09-2009
			US 2009276145 A1	05-11-2009
			WO 2007118758 A1	25-10-2007

WO 03018980	A1	06-03-2003	EP 1423590 A1	02-06-2004
			EP 1898074 A2	12-03-2008
			JP 3633531 B2	30-03-2005
			JP 2003065103 A	05-03-2003
			US 2004214689 A1	28-10-2004
			WO 03018980 A1	06-03-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/001224

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02D41/00 F02D41/04 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 F01L		
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	US 2009/265085 A1 (HORI YASUYOSHI [JP]) 22 octobre 2009 (2009-10-22) alinéa [0010] - alinéa [0017] alinéa [0032] - alinéa [0059]; figures 1,4-6	1-4
X	----- US 2009/276145 A1 (SCHAFER JENS [DE] ET AL) 5 novembre 2009 (2009-11-05) alinéa [0007] - alinéa [0039]; figures 1,2 alinéa [0098] - alinéa [0107]	1-4
A	----- WO 03/018980 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; KANEKO TOMOHIRO [JP]) 6 mars 2003 (2003-03-06) alinéa [0004] - alinéa [0015]; figures 1-6 -----	1-4
☐ 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 31 août 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 07/09/2016
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 Cassiat, Clément

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/001224

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2009265085	A1	22-10-2009	DE 102008035265 A1	29-10-2009
			JP 4776654 B2	21-09-2011
			JP 2009257182 A	05-11-2009
			US 2009265085 A1	22-10-2009

US 2009276145	A1	05-11-2009	CN 101421493 A	29-04-2009
			DE 102006017232 A1	25-10-2007
			EP 2010759 A1	07-01-2009
			JP 2009533592 A	17-09-2009
			US 2009276145 A1	05-11-2009
			WO 2007118758 A1	25-10-2007

WO 03018980	A1	06-03-2003	EP 1423590 A1	02-06-2004
			EP 1898074 A2	12-03-2008
			JP 3633531 B2	30-03-2005
			JP 2003065103 A	05-03-2003
			US 2004214689 A1	28-10-2004
			WO 03018980 A1	06-03-2003
