

(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
22 juin 2017 (22.06.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/102074 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F02D 41/00 (2006.01) *F02D 41/26* (2006.01)
G01M 15/06 (2006.01) *F02D 41/06* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/002094

(22) Date de dépôt international :
12 décembre 2016 (12.12.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
62/268,952 17 décembre 2015 (17.12.2015) US
1654361 17 mai 2016 (17.05.2016) FR

(71) Déposants : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE** [FR/FR]; (Service Intellectual Property), 1, Avenue Paul Ourliac, 31100 Toulouse (FR). **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Inventeurs : **LEFEVRE, Julien**; 61, rue de la menthe, 31170 Tournefeuille (FR). **ZOUBOFF, Pierre**; 37, Allée du Mont Blanc, 31770 Colomiers (FR).

(74) Représentant commun : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE**; (Service Intellectual Property), 1, Avenue Paul Ourliac, 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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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 : ESTIMATIVE METHOD FOR SYNCHRONISING AN ENGINE

(54) Titre : PROCEDE ESTIMATIF DE SYNCHRONISATION D'UN MOTEUR

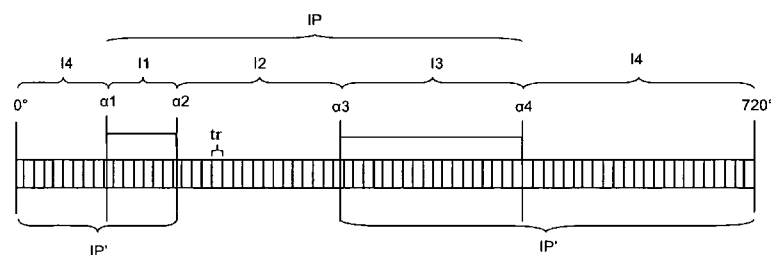


FIG. 2

(57) Abstract : A synchronisation method, estimating the angular position of an engine, modulo an engine cycle, using a crankshaft sensor comprising a crankshaft detector opposite a crankshaft toothed wheel, performing two revolutions per engine cycle, and comprising a large number of regular teeth and at least one marker, and at least one camshaft sensor, each camshaft sensor comprising a camshaft detector opposite a camshaft toothed wheel, performing one revolution per engine cycle, and comprising a small number of teeth, the method producing a continuous interval (IP) containing said angular position of the engine.

(57) Abrégé : Procédé de synchronisation, estimant la position angulaire d'un moteur, modulo un cycle moteur, au moyen d'un capteur vilebrequin comprenant un détecteur vilebrequin en regard d'une roue dentée vilebrequin, effectuant deux tours par cycle moteur, et comprenant un grand nombre de dents régulières et au moins un repère, et d'au moins un capteur arbre à cames, chaque capteur arbre à cames comprenant un détecteur arbre à cames en regard d'une roue dentée arbre à cames, effectuant un tour par cycle moteur, et comprenant un petit nombre de dents, le procédé produisant un intervalle (IP) continu, contenant ladite position angulaire du moteur.



WO 2017/102074 A1

PROCEDE ESTIMATIF DE SYNCHRONISATION D'UN MOTEUR

La présente invention concerne un procédé de synchronisation d'un moteur. La synchronisation d'un moteur est l'opération qui consiste à déterminer la position angulaire d'un moteur. Cette détermination est essentielle afin de pouvoir ensuite contrôler le moteur et réaliser, au bon moment dans le cycle moteur, certaines opérations
5 telles que l'injection de carburant ou l'allumage.

Un moteur, tel un moteur à explosion, comporte pour cela un capteur vilebrequin et au moins un capteur arbre à cames.

Un capteur vilebrequin comprend une roue dentée vilebrequin, solidaire en rotation du vilebrequin, comprenant un grand nombre de dents régulières et au moins un
10 repère. Le capteur vilebrequin comprend encore un détecteur vilebrequin en regard de ladite roue dentée vilebrequin apte à détecter une présence/absence de matière et ainsi à détecter une dent ou un créneau.

La roue dentée vilebrequin est angulairement divisée équitablement en un grand nombre de dents régulières permettant ainsi de connaître avec précision la position
15 angulaire du vilebrequin. La roue dentée vilebrequin comprend encore au moins un repère permettant un repérage absolu d'une position angulaire donnée. Ledit repère est généralement associé à une position du moteur, telle que classiquement le point mort haut du premier cylindre.

Cependant, pour un moteur quatre temps, un vilebrequin effectue exactement
20 deux tours par cycle moteur. Aussi la connaissance de la position angulaire d'un repère indique la position angulaire du vilebrequin mais est insuffisante pour indiquer la position angulaire du moteur. Celle-ci est connue avec une incertitude fonction du produit du nombre de repères sur la roue vilebrequin par le nombre de tours de vilebrequin par cycle moteur. Ainsi avec une roue vilebrequin comprenant un unique repère, l'incertitude est
25 d'un repère sur deux.

Il peut être utilisé, en complément ou alternativement, au moins un capteur arbre à cames.

Un capteur arbre à cames comprend une roue dentée arbre à cames, solidaire en rotation d'un arbre à cames, comprenant un petit nombre de dents, avantagement irrégulières. Le capteur arbre à cames comprend encore un détecteur
30 arbre à cames en regard de ladite roue dentée arbre à cames apte à détecter une présence/absence de matière et ainsi à détecter une dent ou un créneau.

Un arbre à cames effectue exactement un tour par cycle du moteur. Les dents de la roue dentée arbre à cames présentent généralement des différences dans leurs
35 longueurs de dent ou de créneau, qui permettent de les identifier.

Ceci permet, en croisant les informations issues du capteur vilebrequin et du (ou des) capteur(s) arbre à cames, de déterminer exactement la position angulaire du moteur, modulo un cycle moteur, soit modulo 720°.

Plusieurs approches sont possibles. Ainsi selon FR 2981121, de la déposante, il est connu de déterminer une position angulaire modulo un tour de vilebrequin, soit modulo 360° , soit un tour sur deux, en utilisant un repère présent sur la roue dentée vilebrequin, et de lever le doute sur le tour en fonction des mesures de positions et/ou longueurs angulaires des dents indiquées par un capteur arbre à came. Le principe de cette approche consiste à faire des hypothèses sur la position angulaire du moteur, dès qu'un repère est observé, et d'invalider toutes les hypothèses sauf une dernière, au fur et à mesure de l'arrivée de nouveaux événements (« début de dent », « fin de dent ») principalement issus du capteur arbre à came.

Le principal inconvénient de cette approche est sa durée. Cette approche nécessite d'attendre un repère qui peut nécessiter un demi cycle moteur, puis la réception et le traitement des événements issus du capteur arbre à came jusqu'à être capable d'éliminer les hypothèses surnuméraires.

De FR 3004218, de la déposante, il est connu d'utiliser tous les événements issus tant d'un capteur vilebrequin (« repère ») que d'au moins un capteur arbre à came (« début de dent » et/ou « fin de dent »), afin d'identifier au moins un profil de dent arbre à cames au plus tôt. Ici tous les événements disponibles sont mis à profit, sans nécessairement attendre un repère, afin de gagner du temps. Afin d'augmenter le nombre d'évènement plusieurs capteurs arbre à cames sont avantageusement employés.

Le principe de cette approche consiste, ici encore à faire des hypothèses sur la position angulaire du moteur, pouvant être plus nombreuses que dans l'approche précédente, et d'invalider toutes les hypothèses sauf une dernière, au fur et à mesure de l'arrivée de nouveaux événements issus du capteur vilebrequin et des capteurs arbre à came (« repère », « début de dent », « fin de dent »).

Même si elle s'avère en moyenne plus rapide, le principal inconvénient de cette approche est sa durée.

De manière générale, toutes les approches connues visent à déterminer une synchronisation exacte, sous forme d'une valeur angulaire unique de la position angulaire du moteur. Pour cela, les événements issus des capteurs vilebrequin et arbre à came sont utilisés pour éliminer des hypothèses jusqu'à n'en conserver qu'une seule. Aussi il est nécessaire d'attendre un nombre important d'évènements permettant d'invalider toutes les hypothèses surnuméraires, pour n'en conserver qu'une dernière.

L'invention, au contraire, change drastiquement de paradigme, et ne cherche plus à obtenir nécessairement une synchronisation exacte et une unique valeur de position angulaire, mais détermine une synchronisation estimée sous forme d'un intervalle continu contenant ladite position angulaire.

Ceci est particulièrement avantageux en ce que certaines opérations, telle que l'injection de carburant, ne nécessitent pas une position angulaire précise, mais peuvent se contenter d'une estimation plus ou moins précise de cette position angulaire. Ainsi, un

tel intervalle continu, contenant ladite position angulaire, pour peu que son étendue soit suffisamment réduite pour les besoins de l'opération, peut convenir, et peut avantageusement être obtenu beaucoup plus rapidement qu'une position angulaire unique et notamment bien avant qu'un premier repère vilebrequin ne soit détecté.

5 Il s'ensuit que là où les méthodes de l'art antérieur produisent une synchronisation exacte en moyenne après 500° à 720°CRK, l'invention produit une synchronisation estimative en moins de 360°CRK.

L'invention concerne un procédé de synchronisation, estimant la position angulaire d'un moteur, modulo un cycle moteur, au moyen d'un capteur vilebrequin
10 comprenant un détecteur vilebrequin en regard d'une roue dentée vilebrequin, effectuant deux tours par cycle moteur, et comprenant un grand nombre de dents régulières et au moins un repère, le détecteur vilebrequin étant apte à produire un évènement « dent » correspondant à chacune desdites dents et un évènement « repère » pour un repère, et
15 d'au moins un capteur arbre à cames, chaque capteur arbre à cames comprenant un détecteur arbre à cames en regard d'une roue dentée arbre à cames, effectuant un tour par cycle moteur, et comprenant un petit nombre de dents, un détecteur arbre à cames étant apte à produire un évènement « début de dent » pour chaque front montant et/ou un évènement « fin de dent » pour chaque front descendant, le procédé produisant un intervalle continu, contenant ladite position angulaire du moteur, comprenant les étapes
20 suivantes :

- détermination d'un intervalle, typiquement discontinu, contenant la position angulaire, en fonction des évènements produits,
- extraction, à partir de l'intervalle précédemment déterminé, d'un intervalle continu de la plus grande étendue ne contenant pas la position angulaire,
- 25 • inversion, modulo un cycle moteur, de l'intervalle précédemment extrait, afin d'obtenir un intervalle continu, contenant la position angulaire.

Selon une autre caractéristique, le procédé comprend une réitération des étapes de détermination, extraction et inversion, après réception d'au moins un nouvel évènement parmi « repère », « début de dent » ou « fin de dent ».

30 Selon une autre caractéristique, le procédé comprend encore les étapes suivantes :

- discrétisation de la plage angulaire du cycle moteur en un nombre de tronçons,
- affectation à chaque tronçon d'un indicateur binaire, fonction de la possible présence de la position angulaire dans ledit tronçon.

35 Selon une autre caractéristique, l'indicateur affecté à un tronçon ne contenant pas la position angulaire est non nul et l'indicateur affecté à un tronçon pouvant contenir la position angulaire est nul, et le procédé comprend encore l'étape suivante :

- sommation cumulée des indicateurs sur les tronçons successifs, avec remise à zéro à chaque indicateur nul, la plus grande valeur de cumul indiquant l'intervalle

continu de la plus grande étendue ne contenant pas la position angulaire.

L'invention concerne encore un dispositif comprenant un calculateur électronique implémentant un tel procédé.

L'invention concerne encore un procédé de contrôle moteur, autorisant une
5 injection de carburant, en fonction de la position angulaire estimée par un tel procédé de synchronisation, dès que l'étendue de l'intervalle continu produit est inférieure à un seuil.

Selon une autre caractéristique, le seuil est égal à 150°.

La description détaillée est donnée ci-après en relation avec des dessins sur lesquels :

- 10 - la **figure 1** montre sur un diagramme temporel, un signal vilebrequin illustratif et un signal arbre à cames illustratif en regard, sur un cycle moteur complet,
- la **figure 2** montre sur un diagramme angulaire couvrant un cycle moteur, un intervalle candidat à contenir la position angulaire du moteur,
- les **figures 3 et 4** illustrent les étapes d'extraction du plus grand intervalle
15 continu ne contenant pas la position angulaire et d'inversion pour produire un intervalle produit.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement de la description détaillée donnée ci-après à titre indicatif.

Le vilebrequin est l'arbre de sortie d'un moteur. Il tourne entraîné directement
20 par la ou les bielles. Il effectue exactement deux tours par cycle moteur. Un arbre à cames, commandant les soupapes, est un arbre entraîné indirectement, via une transmission de distribution, par le vilebrequin, et effectue un tour par cycle moteur. Un cycle moteur est alors classiquement repéré en fonction de l'angle d'orientation du vilebrequin sur 720°. On parle dans ce cas de degrés vilebrequin ou °CRK (de l'anglais
25 « crank » : vilebrequin).

Un capteur vilebrequin ou CRK permet de connaître la position angulaire du vilebrequin. Pour cela, un capteur vilebrequin comprend une roue dentée vilebrequin et un détecteur vilebrequin, disposé en regard de ladite roue dentée vilebrequin et apte à détecter une présence/absence de matière et ainsi à détecter une dent ou un créneau. La
30 roue dentée vilebrequin est solidaire en rotation du vilebrequin, tandis que le détecteur vilebrequin est fixe. La roue dentée vilebrequin comprend un grand nombre de dents régulières généralement angulairement équitablement répartis et au moins un repère. Dans un mode de réalisation classique un unique repère permet de déterminer une position angulaire particulière à chaque tour de vilebrequin, de manière absolue. La roue
35 dentée vilebrequin est angulairement divisée équitablement en un grand nombre de dents régulières permettant de connaître avec précision la position angulaire du vilebrequin, en comptant les dents, relativement au repère. Le repère est généralement associé à une position du moteur, telle que classiquement le point mort haut d'un cylindre, par exemple le premier cylindre, repéré TDC0 (de l'anglais « top dead center » signifiant point mort

haut) sur la **figure 1**. L'angle entre le repère et ladite position TDC0 du moteur est constant et connu par conception. Il est, dans l'exemple de la **figure 1**, égal à 78°CRK.

Le détecteur vilebrequin disposé en regard de la roue dentée vilebrequin est apte à détecter une présence de matière en regard d'une dent et une absence de matière en regard d'un creux ou créneau. Le détecteur vilebrequin ou une unité de traitement, que l'on associe et confond au détecteur vilebrequin pour les besoins de la présente, est apte à produire un évènement « dent » d pour chacune des N dents de la roue dentée vilebrequin. Un tel évènement « dent » d correspondant typiquement à un front pour chaque dent. Compte tenu du grand nombre de dents présents sur la roue dentée vilebrequin, un seul front par dent, parmi le front montant ou le front descendant, peut être retenu. De manière classique le front descendant est utilisé pour former l'évènement « dent » d.

Le détecteur vilebrequin est encore apte à produire un évènement « repère » T lorsqu'il détecte un repère.

Selon un mode de réalisation courant, mais non obligatoire, la roue dentée vilebrequin est angulairement équitablement divisée en 60 dents régulières. Deux dents consécutives sont supprimées afin de former le repère. Ceci conduit, à un signal CRK, tel que vu par le détecteur vilebrequin, tel qu'illustré à la partie supérieure de la **figure 1**. Le signal CRK présente, périodiquement, un évènement « repère » T au niveau des 2 dents manquantes.

Un capteur arbre à cames ou CAM permet de connaître la position angulaire d'un arbre à cames. Un arbre à cames effectue, généralement en synchronisme avec le vilebrequin, un tour par cycle moteur. Aussi la connaissance de la position angulaire d'un arbre à cames renseigne sur la position angulaire du moteur.

Pour connaître la position angulaire de l'arbre à cames, le capteur arbre à cames CAM comprend une roue dentée arbre à cames et un détecteur arbre à cames, disposé en regard de ladite roue dentée arbre à cames et apte à détecter une présence/absence de matière et ainsi à détecter une dent ou un créneau. La roue dentée arbre à cames est solidaire en rotation de l'arbre à cames, tandis que le détecteur arbre à cames est fixe. La roue dentée arbre à cames comprend un petit nombre de dents, avantageusement irrégulières.

Cette irrégularité peut être mise à profit pour réaliser une identification des dents et créneaux de la roue dentée arbre à cames en fonction des positions des fronts montants et/ou des fronts descendants et/ou des longueurs respectives des dents et/ou créneaux, en relation avec un profil de roue dentée arbre à cames connu.

Un arbre à cames effectue exactement un tour par cycle du moteur. Aussi une détermination de la position angulaire d'un arbre à cames détermine complètement la position angulaire du moteur.

Le détecteur arbre à cames disposé en regard de la roue dentée arbre à

comes est apte à détecter une présence de matière en regard d'une dent et une absence de matière en regard d'un creux ou créneau. Le détecteur arbre à cames ou une unité de traitement, que l'on associe et confond au détecteur arbre à cames pour les besoins de la présente, est apte à produire un événement « début de dent » et/ou un événement « fin de dent » pour chacune des dents de la roue dentée arbre à cames. Un événement « début de dent » correspondant typiquement à un front montant d'une dent. Un événement « fin de dent » correspondant typiquement à un front descendant d'une dent. Compte tenu du petit nombre de dents présents sur la roue dentée arbre à cames, tous les fronts, montant et descendant, sont avantageusement retenus. Cependant dans certains cas, par exemple du fait de la forme des dents ou de la technologie du détecteur, il n'est pas possible d'obtenir des événements marqués sur un des types de fronts. Dans ce cas on se contente des fronts descendants « fin de dent » ou des fronts montants « début de dent ».

Une utilisation de plusieurs capteurs arbres à cames, avantageusement décalés angulairement, permet de multiplier les événements et ainsi d'accélérer la synchronisation.

Un moteur en ligne comprend un arbre à cames admission et un arbre à cames échappement. Un moteur en V comprend deux arbres à cames admission et deux arbres à cames échappement. Si chaque arbre à cames comprend un capteur CAM, il est possible d'avoir deux ou même quatre signaux CAM.

En corrélant au moins un signal CAM, issu d'un capteur arbre à cames avec un signal CRK issu d'un capteur vilebrequin, il est possible, en éliminant le temps, de graduer un signal arbre à cames angulairement plutôt que temporellement.

Il convient de noter ici que les angles utilisés sont, par convention, repérés relativement à un cycle moteur, soit modulo 720° . Ils sont donc doubles des angles effectifs de rotation pour l'arbre à cames ou sa roue dentée. Ainsi, par exemple, lorsqu'il est écrit qu'une petite dent PD1, PD2 présente une longueur/étendue angulaire de 44° , une petite dent occupe effectivement sur la roue dentée arbre à cames un secteur angulaire de 22° .

Muni d'une telle graduation angulaire, il est possible en comparant les longueurs angulaires des dents, les longueurs angulaires des creux, la distance angulaire entre un événement « repère » T précédent et la première dent ou le premier creux, et/ou la distance angulaire entre la dernière dent ou le dernier creux et un événement « repère » T suivant, avec un profil connu de la roue dentée arbre à cames, de déterminer, par toute méthode de reconnaissance de forme, la position angulaire de la roue dentée arbre à cames.

Selon un mode de réalisation possible, la roue dentée arbre à came comprend quatre dents irrégulières et quatre creux les séparant, irréguliers aussi, soit une première petite dent PD1, suivie d'un premier petit creux PC1, suivi d'une première grande

dent GD1, suivie d'un deuxième petit creux PC2, suivi d'une deuxième grande dent GD2, suivie d'un premier grand creux GC1, suivi d'une deuxième petite dent PD2, suivie d'un deuxième grand creux GC2. Les petites dents PD1, PD2 présentent une longueur/étendue angulaire de 44° , les petits creux PC1, PC2 présentent une longueur/étendue angulaire de 34° , les grandes dents GD1, GD2 présentent une longueur/étendue angulaire de 146° , et les grands creux GC1, GC2 présentent une longueur/étendue angulaire de 136° . La roue dentée arbre à cames correspond à une étendue totale (pour un tour) de 720° . Le début ou front montant de la première petite dent PD1 est situé ici 76° après un évènement « repère » T de la roue dentée vilebrequin, mais cette distance angulaire peut varier en fonction du calage de la distribution. Ceci produit un signal CAM tel qu'illustré à la partie inférieure de la **figure 1**.

Tout évènement est entaché d'une possible erreur sur sa valeur angulaire. On estime une telle erreur, due à des causes mécaniques et/ou électriques, à une valeur de $\pm 20^\circ$. Cette erreur doit être prise en compte dans tout procédé de synchronisation lors de l'identification d'un évènement.

Le calage ou déphasage angulaire de la distribution, qui influe sur les distances angulaires entre un évènement vilebrequin (« dent », « repère ») et un évènement arbre à cames (« début de dent », « fin de dent »), ou encore entre deux évènements arbre à cames, qu'ils soient issus d'un même arbre à cames à des temps différents ou de deux arbres à cames différents, se trouve perturbé par la présence d'un dispositif variable de modification du séquençage soupape (en anglais « Variable Valve Timing » ou VVT). Un tel dispositif, pouvant être présent sur chaque arbre à cames, introduit un décalage angulaire variable. De plus la valeur de ce décalage est encore inconnue lorsque l'on réalise la synchronisation. La valeur de ce décalage, peut typiquement varier entre 0 et 50°CRK pour un arbre à cames d'admission et entre -50 et 0°CRK pour un arbre à cames d'échappement.

Tant cette erreur que ce décalage doivent être pris en compte, au moyen d'une tolérance, lorsque l'on considère la position angulaire d'un évènement pour réaliser une synchronisation par identification d'au moins un évènement.

Dans les méthodes de synchronisation connues, la position angulaire du moteur est initialement inconnue. Aussi l'intervalle candidat pour la position angulaire couvre un cycle moteur complet, soit un intervalle d'étendue 720°CRK . Selon la méthode de synchronisation envisagée, par exemple celle de FR 2981121 ou celle de FR 3004218, un nouvel évènement permet de réduire l'intervalle candidat, en confirmant au moins un intervalle possible, ou en retirant au moins un intervalle impossible.

Tout est défini modulo un cycle moteur, soit modulo 720°CRK .

Le nombre de tels intervalles dépend de la récurrence dudit évènement. Ainsi, si ledit évènement est un évènement « repère », se produisant deux fois par cycle moteur, deux positions angulaires du moteur, distantes de 360°CRK , sont possibles. Il

s'ensuit que l'intervalle candidat devient deux sous-intervalles sensiblement centrés sur les deux positions angulaires du moteur et d'étendue fonction des différentes tolérances, les deux sous-intervalles complémentaires étant impossibles. Du fait des tolérances, les deux sous-intervalles possibles peuvent se chevaucher, au moins partiellement.

5 Alternativement, si ledit évènement est un évènement arbre à cames, « début de dent » ou « fin de dent », la dent n'étant pas encore identifiée, cet évènement se produit potentiellement autant de fois par cycle moteur qu'il y a de dents, soit quatre fois avec l'exemple illustré. Il s'ensuit que l'intervalle candidat devient quatre sous-intervalles sensiblement centrés sur chacune des positions angulaires du moteur correspondant à
10 chacune des dents et d'étendue fonction des différentes tolérances, les quatre sous-intervalles complémentaires étant impossibles ou non candidats. Du fait des tolérances, certains des quatre sous-intervalles possibles peuvent se chevaucher, au moins partiellement.

Il en résulte, à ce stade du procédé de synchronisation, que l'ensemble des
15 solutions pour la position angulaire du moteur comprend une partition de l'intervalle complet du cycle moteur, le plus souvent sous forme d'un intervalle discontinu. Un exemple d'un tel intervalle discontinu est illustré à la **figure 2**.

Les méthodes de synchronisation de l'art antérieur, en ce qu'elles recherchent une position angulaire unique et/ou précise, poursuivent le procédé en traitant de
20 nouveaux évènements, jusqu'à n'obtenir qu'un unique intervalle continu. Ceci rallonge en conséquence le temps d'obtention du résultat.

Au contraire, selon l'invention, une solution est proposée plus rapidement en proposant un intervalle continu/unique, quitte à ce que son étendue soit plus grande.

Pour cela, l'invention réalise une synchronisation, estimant la position
25 angulaire, en produisant un intervalle continu, contenant ladite position angulaire. Ceci peut être réalisé très tôt, dès qu'au moins un évènement a été reçu et traité.

Avantageusement ledit intervalle continu produit est le plus petit possible afin d'améliorer la définition de l'estimation de la position angulaire du moteur.

Pour cela, contrairement à l'art antérieur qui poursuit le traitement des
30 évènements pour éliminer des hypothèses, l'invention rend continu l'intervalle candidat courant en extrayant le plus petit intervalle continu dans lequel peut se trouver la position angulaire du vilebrequin.

L'invention s'applique à un intervalle candidat, tel qu'illustré à la **figure 2**. Cet intervalle candidat est obtenu par toute méthode. Il peut s'agir, par exemple, de celle
35 de FR 298112 ou encore celle de FR 3004218, et ce dès la première étape suivant le traitement d'un premier évènement.

Tous les raisonnements s'appliquent périodiquement, ou modulo 720° CRK, soit sur des intervalles cycliquement rebouclés, du fait de la périodicité, entre le point 720° et le point 0°. L'intervalle candidat illustré comprend ainsi, modulo 720° CRK,

quatre (sous-) intervalles. Un premier intervalle $I1 : [\alpha1, \alpha2]$ et un troisième intervalle $I3 : [\alpha3, \alpha4]$ représentés avec une valeur à l'état haut, indicatif d'une possible présence de la position angulaire du moteur. Un deuxième intervalle $I2 : [\alpha2, \alpha3]$ et un quatrième intervalle $I4 : [\alpha4, \alpha1]$ représentés avec une valeur à l'état bas, indicatif d'une absence de la position angulaire du moteur.

L'objectif du procédé est de déterminer un intervalle continu, contenant tous les intervalles de possible présence de la position angulaire, et le plus petit possible. Dans l'exemple de la **figure 2**, il existe deux possibles solutions. Un premier intervalle produit $IP : [\alpha1, \alpha4]$ et un intervalle produit alternatif $IP' : [\alpha3, \alpha2]$. L'intervalle IP' étant plus grand, l'intervalle IP est retenu.

Pour atteindre ce résultat, le procédé applique les étapes de traitement suivantes. Une première étape détermine, en fonction des événements produits, un intervalle contenant la position angulaire ou candidat. Dans l'exemple, cet intervalle est discontinu et est constitué par la réunion des intervalles $I1$ et $I3$.

A partir de cet intervalle candidat, une deuxième étape réalise une extraction, d'un intervalle continu de la plus grande étendue ne contenant pas la position angulaire. Ici, en tant qu'intervalles ne contenant pas la position angulaire, deux possibilités : l'intervalle $I2$ et l'intervalle $I4$. L'intervalle $I4$ plus étendu est retenu.

Une troisième étape réalise une inversion, modulo un cycle moteur, de l'intervalle précédemment extrait $I4$, afin de produire un intervalle complémentaire. Ainsi l'intervalle $I4 = [\alpha4, \alpha1]$ après inversion, permet d'obtenir l'intervalle $IP = [\alpha1, \alpha4]$. Cet intervalle IP est continu et contient la position angulaire.

Il convient de noter que les étapes de détermination, extraction et inversion fonctionnent y compris dans le cas favorable où l'intervalle déterminé à la première étape est continu.

Un tel procédé permet rapidement d'obtenir un intervalle IP , pouvant présenter une étendue importante, mais indicatif en ce qu'il contient la position angulaire du moteur. Pour certaines opérations, comme l'injection, tolérant une grande imprécision, au moins pour les premiers cycles moteur, ceci peut être suffisant.

Un tel intervalle IP peut être utilisé en considérant un point arbitraire de l'intervalle assorti d'une tolérance. Un premier choix de point peut être choisi au milieu M de l'intervalle IP , la position angulaire du moteur est alors $M \pm L/2$ avec L l'étendue de l'intervalle IP . Un autre choix de point peut être au début D de l'intervalle IP , la position angulaire du moteur est alors $D + 0/+L$. Un tel point peut être avantageux si l'on préfère anticiper l'opération basée sur la position angulaire. Un autre choix de point peut être à la fin F de l'intervalle IP , la position angulaire du moteur est alors $F - L/+0$. Un tel point peut être avantageux si l'on préfère au contraire retarder l'opération basée sur la position angulaire.

Le gain en rapidité obtenu par le procédé se fait au dépend de l'étendue L de

l'intervalle produit IP qui peut s'avérer trop importante, même pour une opération tolérant une grande imprécision.

Dans ce cas il convient de réitérer les différentes étapes de détermination, extraction et inversion, typiquement dès qu'un nouvel évènement parmi « repère »,
5 « début de dent » ou « fin de dent » apparaît. L'étape de détermination, forte de la nouvelle information apportée par ledit évènement, va produire un nouvel intervalle candidat comprenant avantageusement moins de sous-intervalles possibles pour la position angulaire ou des sous-intervalles moins étendus. Il en résulte que l'application des étapes d'extraction et d'inversion va avantageusement produire un nouvel
10 intervalle IP d'étendue L plus réduite.

Ainsi par itérations successives, a minima lorsqu'une nouvelle information, typiquement sous la forme d'un nouvel évènement est présente, le procédé améliore la précision de la position angulaire en réduisant l'étendue L de l'intervalle produit IP.

Il convient également de noter que le procédé converge nécessairement. En
15 effet, si les étapes de détermination successives reprennent une méthode de l'art antérieur qui converge au final vers synchronisation exacte sous forme d'une valeur précise unique de position angulaire, l'intervalle produit IP au plus tard lors de ce final coïncidera avec cette valeur unique. Autrement dit, le procédé fournit une synchronisation estimée éventuellement disponible plus tôt, et au moins une synchronisation estimée, se
20 confondant avec la synchronisation exacte, lorsque celle-ci est in fine disponible.

Un tel procédé étant avantageusement réalisé par un calculateur électronique ECU numérique, il est décrit une méthode adaptée. Selon cette méthode le procédé comprend les étapes suivantes. Une première étape comprend une discrétisation de la plage angulaire du cycle moteur en un nombre de tronçons. Ceci est illustré à
25 la **figure 2** par une discrétisation de l'intervalle $[0, 720^\circ]$ en environ 75 tronçons tr. Dans la pratique le nombre de tronçons est un compromis entre un nombre trop faible ne garantissant pas une précision suffisante et un nombre trop élevé nécessitant des calculs trop importants. Un nombre de tronçons tr de 128 s'est avéré adapté.

Au cours d'une deuxième étape, il est affecté à chaque tronçon tr un
30 indicateur binaire, fonction de la possible présence de la position angulaire dans ledit tronçon tr.

L'intervalle déterminé à la **figure 2** est ainsi discrétisé. L'affectation des tronçons est illustrée à la **figure 3**. Lorsqu'un tronçon tr est intermédiaire, une partie appartenant à un intervalle où la position angulaire peut être présente et une partie
35 appartenant à un intervalle où la position angulaire est absente, il se voit affecter une valeur correspondant à une présence.

Avantageusement, il est affecté à un tronçon ne contenant pas la position angulaire un indicateur non nul et il est affecté à un tronçon pouvant contenir la position angulaire un indicateur nul. Ceci permet avantageusement de réaliser une sommation

cumulée des indicateurs sur les tronçons successifs. Cette étape, réalisée avec une remise à zéro dès qu'un indicateur nul est rencontré, fournit une courbe de cumul, telle qu'illustrée à la **figure 4**. Le maximum de cette courbe indique l'intervalle continu de la plus grande étendue ne contenant pas la position angulaire. Le maximum, ici juste
5 avant α_1 , désigne l'intervalle I4 le contenant. On retrouve bien l'intervalle I4. L'inversion de cet intervalle I4 produit l'intervalle IP.

L'invention concerne encore un dispositif comprenant un calculateur électronique implémentant un tel procédé.

Certaines opérations peuvent se contenter d'une précision moindre pour la
10 position angulaire du moteur. Ainsi l'injection de carburant peut s'accommoder d'une synchronisation estimée, telle qu'obtenue par le procédé précédemment décrit.

L'invention concerne encore un procédé de contrôle moteur, autorisant une injection de carburant, en fonction de la position angulaire du vilebrequin estimée par le procédé de synchronisation estimée précédemment décrit. Il a été vu que le procédé
15 fournit rapidement une estimation sous forme d'un intervalle produit IP, mais que l'étendue de cet intervalle IP peut être très grande. Afin de tenir compte des contraintes de l'opération, cette autorisation peut avantageusement être conditionnée à une condition stipulant que l'étendue de l'intervalle continu produit IP doit être inférieure à un seuil.

Dans le cas envisagé de l'injection, une soupape d'admission reste ouverte
20 sensiblement 180°CRK. En considérant un temps nécessaire à l'injection, assorti d'une marge de sécurité, de 30°CRK, une imprécision de la position angulaire de 150°CRK peut être tolérée.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de synchronisation, estimant la position angulaire d'un moteur, modulo un cycle moteur, au moyen d'un capteur vilebrequin (CRK) comprenant un détecteur vilebrequin en regard d'une roue dentée vilebrequin, effectuant deux tours par cycle moteur, et comprenant un grand nombre de dents régulières et au moins un repère, le détecteur vilebrequin étant apte à produire un évènement « dent » (d) correspondant à chacune desdites dents et un évènement « repère » (T) pour un repère, et d'au moins un capteur arbre à cames (CAM), chaque capteur arbre à cames (CAM) comprenant un détecteur arbre à cames en regard d'une roue dentée arbre à cames, effectuant un tour par cycle moteur, et comprenant un petit nombre de dents, un détecteur arbre à cames étant apte à produire un évènement « début de dent » pour chaque front montant et/ou un évènement « fin de dent » pour chaque front descendant, **caractérisé en ce que le** procédé produit un intervalle (IP) continu, contenant ladite position angulaire du moteur, comprenant les étapes suivantes :
- détermination d'un intervalle (I1, I3), typiquement discontinu, contenant la position angulaire, en fonction des évènements produits,
 - extraction, à partir de l'intervalle précédemment déterminé, d'un intervalle (I4) continu de la plus grande étendue ne contenant pas la position angulaire,
 - inversion, modulo un cycle moteur, de l'intervalle (I4) précédemment extrait, afin d'obtenir un intervalle (IP) continu, contenant la position angulaire.
2. Procédé selon la revendication 1, comprenant une réitération des étapes de détermination, extraction et inversion, après réception d'au moins un nouvel évènement parmi « repère », « début de dent » ou « fin de dent ».
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, comprenant encore les étapes suivantes :
- discrétisation de la plage angulaire du cycle moteur en un nombre de tronçons (tr),
 - affectation à chaque tronçon (tr) d'un indicateur binaire, fonction de la possible présence de la position angulaire dans ledit tronçon (tr).
4. Procédé selon la revendication 3, où l'indicateur affecté à un tronçon (tr) ne contenant pas la position angulaire est non nul et l'indicateur affecté à un tronçon pouvant contenir la position angulaire est nul, comprenant encore l'étape suivante :
- sommation cumulée des indicateurs sur les tronçons successifs, avec remise à zéro à chaque indicateur nul, la plus grande valeur de cumul indiquant l'intervalle (I4) continu de la plus grande étendue ne contenant pas la position angulaire.
5. Dispositif comprenant un calculateur électronique implémentant le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.
6. Procédé de contrôle moteur, autorisant une injection de carburant, en fonction

de la position angulaire estimée par le procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dès que l'étendue de l'intervalle (IP) continu produit est inférieure à un seuil.

- 5 7. Procédé selon la revendication 6, où le seuil est égal à 150°.

1/1

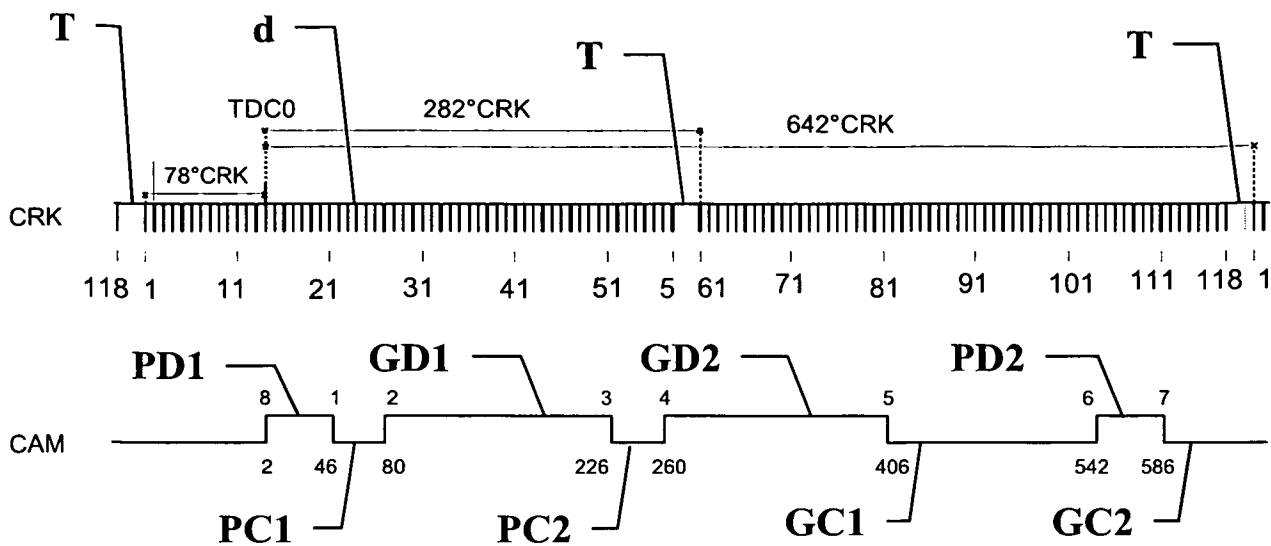


FIG. 1

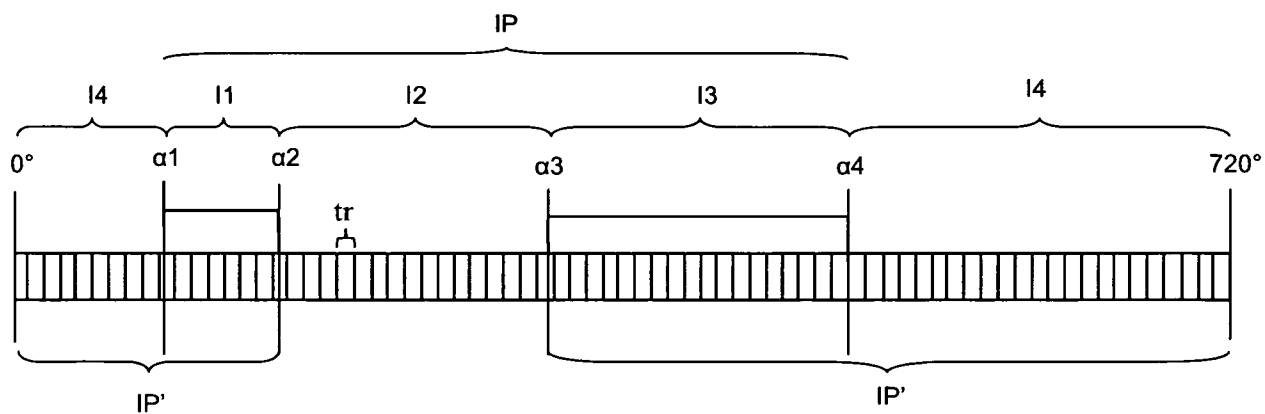


FIG. 2

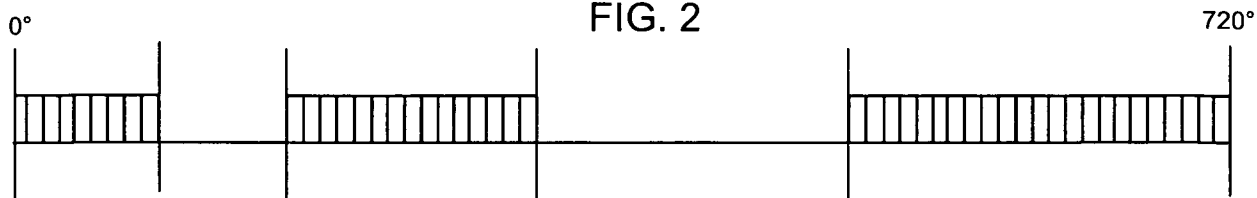


FIG. 3

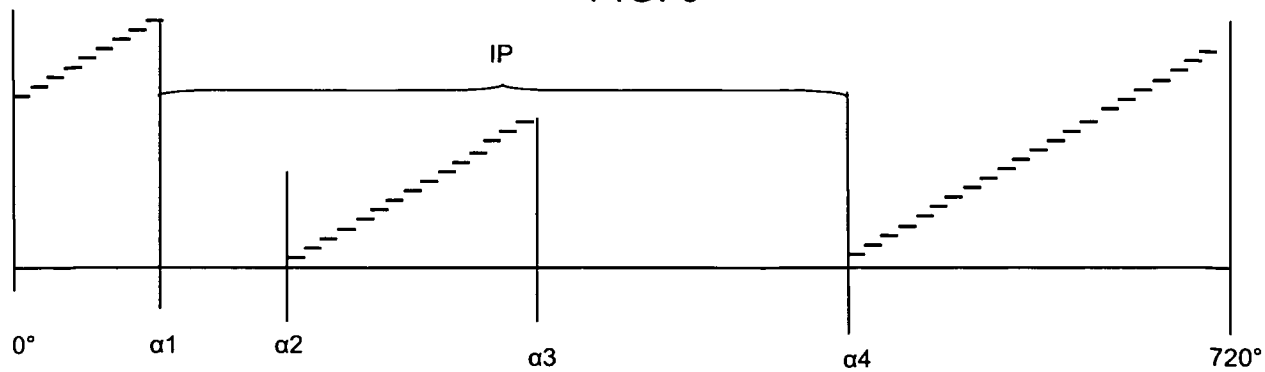


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/002094

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/00 G01M15/06 F02D41/26 F02D41/06
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 G01M

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 3 004 218 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 10 October 2014 (2014-10-10) cited in the application page 2, line 10 - page 4, line 5 page 7, line 11 - page 17, line 13; figures 6,9 -----	1-7
X	FR 2 981 121 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 12 April 2013 (2013-04-12) cited in the application page 5 - page 8; figures -----	1-5
A		6,7
X	US 6 612 296 B1 (YONEZAWA SHIRO [JP] ET AL) 2 September 2003 (2003-09-02) column 7, line 36 - column 13, line 46; figures 1-6 -----	1-5
A		6,7



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

21 March 2017

Date of mailing of the international search report

31/03/2017

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

Aign, Torsten

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/002094

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 3004218	A1	10-10-2014	BR 102014008215 A2	05-01-2016
			CN 104100320 A	15-10-2014
			FR 3004218 A1	10-10-2014
			KR 20140120863 A	14-10-2014
			US 2014299080 A1	09-10-2014

FR 2981121	A1	12-04-2013	BR 102012025365 A2	17-12-2013
			CN 103032165 A	10-04-2013
			FR 2981121 A1	12-04-2013
			RU 2012140342 A	27-03-2014
			US 2013090833 A1	11-04-2013

US 6612296	B1	02-09-2003	DE 10310365 A1	29-01-2004
			JP 3805726 B2	09-08-2006
			JP 2004044437 A	12-02-2004
			US 6612296 B1	02-09-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/002094

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02D41/00 G01M15/06 F02D41/26 F02D41/06 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 G01M		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 3 004 218 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 10 octobre 2014 (2014-10-10) cité dans la demande page 2, ligne 10 - page 4, ligne 5 page 7, ligne 11 - page 17, ligne 13; figures 6,9 -----	1-7
X	FR 2 981 121 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 12 avril 2013 (2013-04-12) cité dans la demande page 5 - page 8; figures -----	1-5
A	-----	6,7
X	US 6 612 296 B1 (YONEZAWA SHIRO [JP] ET AL) 2 septembre 2003 (2003-09-02) colonne 7, ligne 36 - colonne 13, ligne 46; figures 1-6 -----	1-5
A	-----	6,7
☐ 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 21 mars 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 31/03/2017
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 Aign, Torsten

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/002094

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3004218	A1	10-10-2014	BR 102014008215 A2	05-01-2016
			CN 104100320 A	15-10-2014
			FR 3004218 A1	10-10-2014
			KR 20140120863 A	14-10-2014
			US 2014299080 A1	09-10-2014

FR 2981121	A1	12-04-2013	BR 102012025365 A2	17-12-2013
			CN 103032165 A	10-04-2013
			FR 2981121 A1	12-04-2013
			RU 2012140342 A	27-03-2014
			US 2013090833 A1	11-04-2013

US 6612296	B1	02-09-2003	DE 10310365 A1	29-01-2004
			JP 3805726 B2	09-08-2006
			JP 2004044437 A	12-02-2004
			US 6612296 B1	02-09-2003
