



(51) Classification internationale des brevets :
F02D 41/00 (2006.01) G01D 5/14 (2006.01)
F02D 41/22 (2006.01) G01D 5/244 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/001934

(22) Date de dépôt international :
18 novembre 2016 (18.11.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1561399 26 novembre 2015 (26.11.2015) FR

(71) Déposants : CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE [FR/FR]; 1, Avenue Paul Ourliac, F-31100 Tou-
louse, France (FR). CONTINENTAL AUTOMOTIVE
GMBH [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hanno-
ver (DE).

(72) Inventeurs : MAZENC, Christophe; 36, rue Travot,
31500 Toulouse (FR). ZOUBOFF, Pierre; 37, Allée du
Mont Blanc, 31770 Colomiers (FR).

(74) Mandataires : CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE et al.; 1, Avenue Paul Ourliac, F-31100 Tou-
louse, France (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, 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 : METHOD FOR DETERMINING THE ANGULAR POSITION OF AN ENGINE

(54) Titre : PROCEDE DE DETERMINATION DE LA POSITION ANGULAIRE D'UN MOTEUR

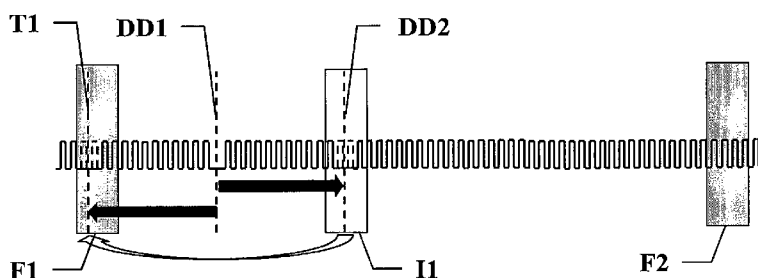


FIG. 2

(57) Abstract : Method for determining the angular position of an engine by means of a crankshaft sensor (CRK), comprising the following steps: production by the crankshaft sensor (CRK) of a signal exhibiting a "revolution" event (T1), determination of the re-
volution out of two revolutions, since a crankshaft makes two revolutions per engine cycle for a four-stroke engine, for each "no
tooth" event (DD1) potentially produced, a change in the direction of rotation of the engine is suspected, and an analysis step is per-
formed which comprises: if, during an inverse window (I1), a further "no tooth" event (DD2) is produced, the change in direction of
rotation is confirmed.

(57) Abrégé : Procédé de détermination de la position angulaire d'un moteur au moyen d'un capteur vilebrequin (CRK) comprenant
les étapes suivantes : production d'un signal présentant un événement « tour » (T1) par le capteur vilebrequin (CRK), détermination
du tour parmi deux, un vilebrequin

[Suite sur la page suivante]



effectuant deux tours par cycle moteur pour un moteur quatre temps, pour chaque évènement «défaut dent» (DD1) éventuellement produit, un changement de sens de rotation du moteur est suspecté, et il est procédé à une étape d'analyse comprenant : si dans une fenêtre inverse (11), un nouvel évènement « défaut dent » (DD2) est produit, le changement de sens de rotation est confirmé.

Procédé de détermination de la position angulaire 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, par exemple l'injection de carburant.

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 un repère de tour. 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 (absence de dent).

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

Il convient de noter qu'un vilebrequin effectue deux tours par cycle du moteur. Il en résulte que la position angulaire du moteur est grevée d'une incertitude d'un tour sur deux.

Cette incertitude peut être levée, typiquement, en utilisant un capteur arbre à cames, très similaire au capteur vilebrequin, mais disposé sur un arbre à cames, qui avantageusement effectue un tour par cycle du moteur.

Un tel procédé de synchronisation peut, de manière préjudiciable, être leurré, si le moteur change de sens de rotation et tourne à l'envers. Si un moteur est réputé synchronisé, alors qu'il tourne à l'envers, une injection de carburant peut être commandée, et peut entraîner des effets dommageables pour le moteur.

Aussi, l'invention propose un procédé de synchronisation d'un moteur apte à détecter une rotation en sens inverse et à empêcher dans ce cas une synchronisation. Ainsi, tant que la synchronisation n'est pas réputée réalisée, aucune action dommageable ne sera réalisée.

L'invention a pour objet un procédé de détermination de la position angulaire d'un moteur au moyen d'un capteur vilebrequin comprenant un détecteur vilebrequin en regard d'une roue dentée vilebrequin comprenant un grand nombre de dents régulières et un repère de tour, le détecteur vilebrequin étant apte à produire un signal présentant un événement « dent » correspondant à un front pour chacune desdites dents, un

évènement « tour » pour le repère de tour, et un évènement « défaut dent » lorsque deux évènements « dent » successifs sont anormalement éloignés, comprenant les étapes suivantes :

- 5 • production d'un signal présentant un évènement « tour » par le capteur vilebrequin,
- détermination du tour parmi deux pour un moteur quatre temps, un vilebrequin effectuant exactement deux tours par cycle du moteur, afin de compléter la détermination de la position angulaire du moteur, caractérisé en ce que pour chaque évènement « défaut dent » éventuellement produit, un changement de sens de rotation du moteur est suspecté, et il est procédé à une étape d'analyse comprenant :
 - 10 – si dans une fenêtre inverse, à une distance de l'évènement « défaut dent » courant égale à la distance entre l'évènement « tour » précédent et l'évènement « défaut dent » courant, tolérancée par +/- une tolérance de dents, avec préférentiellement une tolérance égale à 2 dents, un nouvel évènement « défaut dent » est produit, le changement de sens de rotation est confirmé, et
 - 15 – si dans la fenêtre inverse aucun évènement « défaut dent » n'est produit, le changement de sens de rotation est infirmé, chacune des conditions étant considérée dans son ordre de survenance.
- 20 Selon une autre caractéristique l'étape d'analyse comprend encore :
 - si dans une fenêtre directe, à une distance de l'évènement « tour » précédent égale à un tour de roue vilebrequin, tolérancée par +/- une tolérance de dents, avec préférentiellement une tolérance égale à 2 dents, un nouvel évènement « tour » est produit, le changement de sens de rotation est infirmé, et
 - 25 – si dans la fenêtre directe aucun évènement « tour » n'est produit, le changement de sens de rotation est confirmé, chacune des conditions étant considérée dans son ordre de survenance.
- 30 Selon une autre caractéristique, un évènement « défaut dent » ne peut être produit que hors d'une fenêtre directe distante d'un évènement « tour » précédent d'un nombre d'évènement « dent » égal au dit grand nombre de dents et tolérancée par +/- une tolérance de dents, avec préférentiellement une tolérance égale à 2 dents.

35 Selon une autre caractéristique, un évènement « tour » ne peut être produit que dans une fenêtre directe distante d'un évènement « tour » précédent d'un nombre d'évènement « dent » égal au dit grand nombre de dents et tolérancée par +/- une tolérance de dents, avec préférentiellement une tolérance égale à 2 dents.

Selon une autre caractéristique, la roue dentée vilebrequin est angulairement régulièrement divisée en 60 et comprend un grand nombre de dents égal à 58 et 2 dents

consécutives manquantes formant le repère de tour.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement de la description détaillée donnée ci-après à titre indicatif en relation avec des dessins sur lesquels :

- 5 – la **figure 1** montre sur un diagramme temporel un signal vilebrequin sur un cycle moteur complet,
- les **figures 2-6** montrent sur un diagramme temporel un signal vilebrequin selon différents cas d'usage, comme suit :
- les **figures 2 et 3** montrent deux cas d'usage présentant un évènement
- 10 « défaut dent » situé en première moitié de tour,
- les **figures 4 et 5** montrent deux cas d'usage présentant un évènement
- « défaut dent » situé en deuxième moitié de tour,
- la **figure 6** montre un autre cas d'usage présentant un deuxième évènement « défaut dent ».

15 Le vilebrequin est l'arbre de sortie d'un moteur. Il tourne entraîné directement par la ou les bielles et effectue 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°.

20 Un capteur vilebrequin ou CRK (de l'anglais « crank » : vilebrequin) 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 roue dentée vilebrequin est solidaire en rotation du

25 vilebrequin, tandis que le détecteur vilebrequin est fixe. La roue dentée vilebrequin comprend un grand nombre N de dents régulières et un repère de tour, unique permettant de déterminer une position angulaire particulière à chaque tour, de manière absolue. La roue dentée vilebrequin est angulairement divisée équitablement en un grand nombre de dents régulières permettant ainsi de connaître avec précision la position angulaire du

30 vilebrequin, en comptant les dents, relativement au repère de tour. Ledit repère de tour est généralement associé à une position particulière du moteur, telle que classiquement le point mort haut d'un cylindre, par exemple le premier cylindre.

 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

35 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 N 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. Cette hypothèse est retenue pour la suite de la description.

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

Le profil des dents de la roue dentée vilebrequin est symétrique. Aussi il ne permet pas de connaître le sens de rotation de la roue dentée vilebrequin et du vilebrequin. Le sens de rotation du moteur, et donc du vilebrequin, est supposé normal, initialement au démarrage, lorsque le procédé de synchronisation est mis en œuvre.
10 Cependant, ce sens de rotation peut selon certaines circonstances s'inverser, faisant tourner le moteur en sens inverse.

Il est supposé, pour simplifier la description, que les évènements « dent » d sont produits sur des fronts descendants. Un raisonnement identique pourrait être effectué pour des fronts montants.

15 Au moment de l'inversion du sens de rotation, le détecteur vilebrequin voit un dernier front, descendant, puisque les évènements « dent » d sont des fronts descendants, puis un dernier creux où s'effectue l'arrêt de la rotation selon une première hypothèse. Alternativement, selon une deuxième hypothèse la rotation se poursuit et le détecteur vilebrequin voit encore un dernier front montant, donc ignoré puisque montant,
20 précédant une dernière dent où s'effectue l'arrêt de la rotation.

Lorsque la roue dentée vilebrequin repart dans l'autre sens, selon la première hypothèse le détecteur vilebrequin voit, dans l'autre sens, le début du dernier creux. Il voit ensuite un front montant, donc ignoré puisque montant, qui n'est autre que le dernier front descendant vu dans l'autre sens. Il voit ensuite une dent et un front descendant, qui forme
25 un nouvel évènement « dent » d.

Lorsque la roue dentée vilebrequin repart dans l'autre sens, selon la deuxième hypothèse le détecteur vilebrequin voit, dans l'autre sens, le début de la dernière dent. Il voit ensuite un front descendant, qui forme un nouvel évènement « dent » d. Ce front descendant n'est autre que le dernier front montant vu dans l'autre sens.

30 Il en résulte que le dernier front descendant vu avant le changement de sens et le premier front descendant suivant vu après le changement de sens produisent des évènements « dent » d qui sont le plus souvent plus proches ou plus éloignés l'un de l'autre que deux évènements « dent » d produits par deux dents successives vues selon un même sens de rotation. Une telle variation de la distance/périodicité entre deux
35 évènements « dent » d successifs lors d'un changement de sens, comparativement à une distance/périodicité préalable selon un même sens de rotation, est identifiable par le détecteur vilebrequin qui produit en conséquence un évènement « défaut dent » DD ou un évènement « tour ».

Certains algorithmes de traitement permettent d'éviter de confondre un

évènement « tour » T avec un évènement « défaut dent » DD, principalement en se basant sur la périodicité des évènements « tour » T.

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 de tour. Ceci conduit, à un signal CRK, tel que vu par le détecteur vilebrequin, tel qu'illustré à la **figure 1**. Le signal CRK présente, périodiquement, un évènement « tour » T au niveau des 2 dents manquantes et plus précisément au niveau de la 1^{ère} dent suivant les deux dents manquantes, suivi de 58 évènements « dent » d, tant que le vilebrequin tourne dans un même sens.

Selon certaines implémentations, un évènement « tour » coïncide avec un premier évènement « dent » et occulte ainsi ce dernier. Aussi les évènements « dents » suivants théoriquement au nombre de 58 sont dans ce cas pratique particulier au nombre de 57.

Suite à une détection d'un évènement « tour » T1, un nouvel évènement « tour » T2 est attendu, dans une fenêtre directe F2, un tour de roue dentée vilebrequin plus tard. Il est avantageusement vérifié que ce nouvel évènement « tour » T est situé dans une fenêtre de $N=58 \pm n=2$ évènements « dent » d (y compris, le cas échéant, l'évènement « dent » coïncidant avec l'évènement « tour »,) après le précédent évènement « tour » T1.

Afin d'éviter de confondre un évènement « tour » T avec un évènement « défaut dent » DD, une fenêtre similaire de $N=58 \pm n=2$ évènements « dent » d est employée après chaque évènement « tour » T dans laquelle il n'est pas possible de produire un évènement « défaut dent » DD, alors même qu'un nouvel évènement « tour » T ne peut être produit que dans cette fenêtre de $N=58 \pm n=2$ évènements « dent » d après chaque évènement « tour » T précédent.

Dès qu'un premier évènement « tour » T est détecté la position angulaire de la roue dentée vilebrequin, et donc du vilebrequin, est connue avec une précision inverse du nombre de dents total $N+2$, y compris les deux dents manquantes, de la roue dentée vilebrequin, soit d'autant plus précise que le nombre N de dents effectives ou le nombre $N+2$ de dents total est grand. Le vilebrequin est synchronisé. Aussi est-il avantageux que la roue dentée vilebrequin comprenne un grand nombre N de dents.

Cependant, pour un moteur quatre temps, un vilebrequin effectue exactement deux tours par cycle du moteur. Aussi la connaissance de la position angulaire du repère tour et la synchronisation du vilebrequin sont insuffisantes pour indiquer la position angulaire du moteur, puisque connue avec une incertitude d'un tour sur deux.

La détermination du tour parmi deux, afin de compléter la détermination de la position angulaire du moteur peut être réalisée par tout moyen. Ce point n'est pas l'objet de l'invention. Il peut, selon un mode de réalisation, être utilisé un capteur arbre à cames,

par exemple selon un procédé tel que décrit dans la demande de brevet FR 1560189 du 26 octobre 2015 de la même demanderesse.

Il est toujours supposé que le moteur tourne initialement dans le sens normal.

Hors les évènements « dent », le premier évènement produit par le capteur vilebrequin est toujours un évènement « tour » T, noté T1.

En effet, toute anomalie, qu'il s'agisse d'un repère tour, d'une brusque accélération, ou d'un changement de sens de rotation, va être détectée de la même manière. Ainsi, selon un mode de réalisation possible, une anomalie est détectée, par exemple, au moyen d'une comparaison des distances de dent successives. Ceci peut, par exemple être réalisé par une formule : $Td(i) / (Td(i-1)) > K$, avec $Td(i)$ la durée de la $i^{ème}$ dent entre le front d'un évènement « dent » $i-1$ précédent et le front d'un évènement « dent » i suivant, et K un seuil de détection, typiquement égal à 1,5. Dans le cas nominal de dents normalement espacées, le ratio est sensiblement proche de 1. Si l'inégalité est vérifiée, avec un ratio supérieur à K , une anomalie est détectée. Ce test est un moyen possible pour déterminer que deux évènements « dent » d successifs sont anormalement éloignés.

La toute première anomalie ainsi détectée est réputée être un repère de tour. Cette hypothèse peut être, le cas échéant vérifiée au moyen d'une formule, plus stricte que la précédente. Si un repère tour est confirmé, il est produit un premier évènement « tour » T, noté T1.

Une fois ce premier évènement « tour » T1 produit, il est périodiquement déterminée une fenêtre directe F1, F2 dans laquelle un nouvel évènement « tour » est attendu. Cette fenêtre directe F1, F2 est déterminée distante du premier évènement « tour » T1, d'un tour de roue vilebrequin, soit du nombre de dent N de la roue vilebrequin, affectée d'une tolérance de $\pm n$ dents. Aussi toute nouvelle anomalie produit un nouvel évènement « tour » T2 si elle est située dans une telle fenêtre directe F1, F2 ou un évènement « défaut dent » si elle est située hors d'une telle fenêtre directe F1, F2.

Un tel procédé de synchronisation / détermination de la position angulaire d'un moteur peut, de manière préjudiciable, être leurré, par exemple, si le moteur change de sens de rotation et se met à tourner à l'envers. Or, si un moteur est réputé synchronisé, alors qu'il tourne à l'envers, une opération dommageable, telle une injection de carburant, peut être commandée, et peut entraîner des effets dommageables pour le moteur.

Une inversion ou changement de sens de rotation du moteur s'accompagne nécessairement d'un évènement « défaut dent » DD que l'on suppose toujours détectable par le capteur vilebrequin. Cependant un évènement « défaut dent » DD peut aussi être produit par d'autres causes. Aussi convient-il de faire la différence afin de confirmer ou d'infirmer un changement de sens de rotation du moteur.

Afin d'éviter un tel problème, l'invention propose de considérer un évènement « défaut dent » DD1, DD2 comme une suspicion de changement de sens de rotation.

Seule une suspicion est retenue car, du fait du mode de production d'un évènement « défaut dent » DD1, DD2, un tel évènement peut aussi être produit en cas de brutal ralentissement du moteur, en cas de hoquet du moteur ou encore en cas d'un changement aller-retour de sens de rotation très rapide, ou double changement de sens.

- 5 Dans tous ces cas, le moteur au final tourne dans le sens normal et ne risque pas de poser de problème pour la synchronisation. A contrario, un repère de tour, vu en dehors d'une fenêtre directe F1, F2, typiquement du fait d'une inversion de sens de rotation produit un évènement « défaut dent » et non un évènement « tour ».

- 10 Une telle suspicion de changement de sens de rotation, déclenchée par un évènement « défaut dent » DD1, encore dénommé « défaut dent » courant, doit ensuite, avantageusement le plus rapidement possible, être confirmée ou infirmée.

Ceci est réalisé par une analyse des conditions ou évènements se produisant ultérieurement à l'évènement « défaut dent » courant DD1, ayant soulevé la suspicion de changement de sens de rotation.

- 15 Deux cas peuvent se présenter : l'évènement « défaut dent » courant DD1 est produit dans la première moitié d'un tour de roue vilebrequin, soit dans la première moitié de l'intervalle séparant l'évènement « tour » T1 précédent, d'un évènement « tour » T2 suivant, ou au contraire l'évènement « défaut dent » courant DD1 est produit dans la deuxième moitié du tour de roue vilebrequin, soit dans la deuxième moitié de l'intervalle
20 séparant l'évènement « tour » T1 précédent, d'un évènement « tour » T2 suivant.

Le premier cas est illustré aux **figures 2 et 3**. Puisque l'évènement « défaut dent » courant DD1 est produit dans la première moitié d'un tour de roue vilebrequin, l'évènement (hors un évènement « dent » d) le plus proche qui peut être produit en suivant est un nouvel évènement « défaut dent » DD2.

- 25 Si tel qu'illustré à la **figure 2**, ce nouvel évènement « défaut dent » DD2 est situé dans une fenêtre inverse I1, en ce que la distance entre l'évènement « tour » T1 précédent et l'évènement « défaut dent » DD1 courant est sensiblement égale à la distance entre l'évènement « défaut dent » DD1 courant et le nouvel évènement « défaut dent » DD2, ces distances étant figurées par des flèches noires, le nouvel évènement
30 « défaut dent » DD2 peut être interprété comme un repliement du repère tour précédemment ayant produit l'évènement « tour » T1 précédent, et maintenant (re)vu dans l'autre sens. Il apparaît alors que le moteur a vraisemblablement changé de sens de rotation, et que le « défaut dent » DD1 courant correspondait bien à un changement de sens de rotation. Aussi si cette condition de présence d'un évènement « défaut
35 dent » DD2 équidistant, ou dans une fenêtre inverse I1, est vérifiée, le changement de sens de rotation est confirmé.

Il est à noter que cette confirmation de changement de sens de rotation peut être ultérieurement confirmée en ce que, puisque le moteur est censé avoir changé de sens de rotation, aucun évènement « tour » ne devrait être produit dans la prochaine

fenêtre directe F2.

Si, au contraire, tel qu'illustré à la **figure 3**, aucun nouvel événement « défaut dent » n'est produit dans la fenêtre inverse I1, située à une distance de l'évènement « défaut dent » DD1 courant sensiblement égale à la distance entre l'évènement « tour » T1 précédent et l'évènement « défaut dent » DD1 courant, cette condition peut être interprétée comme une absence de repliement du repère tour. Cette condition inclut le cas d'un nouvel événement « défaut dent » DD2 produit mais non situé dans la fenêtre inverse I1, tel qu'illustré à la **figure 6**. Il apparaît alors que le moteur n'a vraisemblablement pas changé de sens de rotation, et que le « défaut dent » DD1 courant correspondait à une autre cause, telle une brusque accélération, et non pas à un changement de sens de rotation. Aussi si cette condition d'absence d'un événement « défaut dent » DD dans la fenêtre inverse I1 est vérifiée, le changement de sens de rotation est infirmé.

Il est à noter que cette infirmation de changement de sens de rotation peut être ultérieurement confirmée en ce que, puisque le moteur n'est pas censé avoir changé de sens de rotation, un nouvel événement « tour » T2 devrait être produit dans la prochaine fenêtre F2.

Le deuxième cas est illustré aux **figures 4 et 5**. Puisque l'évènement « défaut dent » courant DD1 est produit dans la deuxième moitié d'un tour de roue vilebrequin, l'évènement (hors un événement « dent » d) le plus proche qui peut être produit en suivant est un nouvel événement « tour » T2. En effet un éventuel repliement du précédent événement « tour » T1 ne pourrait être produit qu'après la fenêtre directe F2.

Si tel qu'illustré à la **figure 4**, aucun nouvel événement « tour » n'est produit dans une fenêtre directe F2, distante de l'évènement « tour » T1 précédent d'un tour de roue vilebrequin, soit sensiblement de N événements « dent » d, ceci peut être interprété comme la conséquence d'un changement de sens de rotation du moteur. Aussi le « défaut dent » DD1 courant correspondait vraisemblablement bien à un changement de sens de rotation. Aussi si cette condition d'absence d'évènement « tour » dans une fenêtre directe F2 est vérifiée, le changement de sens de rotation est confirmé.

Il est à noter que cette confirmation de changement de sens de rotation peut être ultérieurement confirmée en ce que, puisque le moteur est censé avoir changé de sens de rotation, un repliement de l'évènement « tour » T1 précédent devrait produire un nouvel événement « défaut dent » DD2 équidistant, soit à une distance de l'évènement « défaut dent » DD1 courant sensiblement égale à la distance entre l'évènement « tour » T1 précédent et l'évènement « défaut dent » DD1 courant.

Si, au contraire, tel qu'illustré à la **figure 5**, un nouvel événement « tour » T2 est produit dans la fenêtre directe F2, située à une distance de l'évènement « tour » T1 précédent sensiblement égale à un tour de roue vilebrequin, cette condition peut être interprétée comme une confirmation que le moteur tourne toujours dans le sens normal.

Cette condition inclut le cas d'un nouvel évènement « défaut dent » DD2 produit mais non situé dans la fenêtre F2, tel qu'illustré à la **figure 6**. Il apparaît alors que le moteur n'a vraisemblablement pas changé de sens de rotation, et que le « défaut dent » DD1 courant correspondait à une autre cause, telle une brusque accélération et non pas à un
5 changement de sens de rotation. Aussi si cette condition de présence d'un évènement « tour » dans la fenêtre directe F2 est vérifiée, le changement de sens de rotation est infirmé.

Il est à noter que cette infirmation de changement de sens de rotation peut être ultérieurement confirmée en ce que, puisque le moteur n'est pas censé avoir changé
10 de sens de rotation, un nouvel évènement « défaut dent » DD2 ne devrait pas être produit dans une prochaine fenêtre inverse I1, située à une distance de l'évènement « défaut dent » DD1 courant sensiblement égale à la distance entre l'évènement « tour » T1 précédent et l'évènement « défaut dent » DD1 courant, confirmant une absence de repliement du repère tour.

Il convient de noter que le cas où l'évènement « défaut dent » est situé exactement au milieu du tour, soit à égale distance de l'évènement « tour » précédent T1 et du nouvel évènement « tour » T2 ne peut être résolu par le procédé. En effet dans ce cas la fenêtre directe F2 coïncide avec la fenêtre inverse I1. Aussi dans ce cas particulier il n'est pas possible de déterminer si une anomalie est un nouvel évènement « tour » T2
20 (ou « défaut dent ») ou un évènement « tour » causé par un repliement du repère tour de l'évènement « tour » T1 précédent, les deux phénomènes se superposant.

Pour ce cas particulier, il convient d'employer un autre moyen de détection d'un changement de sens de rotation, tel que celui décrit dans la demande de brevet précédemment mentionnée. Cet autre moyen de détection peut être utilisé
25 alternativement ou complémentirement à la présente invention.

L'analyse précédemment décrite n'a pas à déterminer si un évènement « défaut dent » courant DD1 est dans la première moitié ou dans la deuxième moitié du tour. Il suffit d'appliquer l'analyse en testant les quatre conditions : présence ou absence d'un évènement « tour » dans la fenêtre directe F2, présence ou absence d'un évènement
30 « défaut dent » dans la fenêtre inverse I1, et en réagissant en fonction de la condition qui survient la première.

L'analyse précédemment décrite est avantageusement appliqué à tout évènement « défaut dent » qui peut à son tour être considéré comme une suspicion de changement de sens de rotation. Aussi, chaque évènement « défaut dent » successif est
35 avantageusement considéré comme un « défaut dent » courant, auquel est appliquée l'analyse précédente.

Ainsi, tel qu'illustré à la **figure 6**, un premier « défaut dent » DD1 est produit. Ce « défaut dent » DD1 est considéré comme le « défaut dent » courant et il lui est appliqué l'étape d'analyse, en testant, le cas échéant, la présence d'un autre « défaut

dent », tel que par exemple le « défaut dent » DD2. Ensuite, un deuxième « défaut dent » DD2 est produit. Ce « défaut dent » DD2 est à son tour considéré comme le « défaut dent » courant, potentiel indicateur d'un changement de sens de rotation, et il lui est appliqué l'étape d'analyse, afin de confirmation ou infirmation. Il est ainsi procédé pour
5 chaque évènement « défaut dent » successivement produit.

Comme décrit précédemment, la première anomalie détectée est réputée être un évènement « tour ». Ensuite, une fenêtre directe F1, F2 périodique, distante de l'évènement « tour » précédent d'un tour, soit dudit grand nombre N de dents, et tolérancée par +/- une tolérance n de dents, soit présentant une étendue de 2n dents, est
10 déterminée. Une anomalie située dans une telle fenêtre produit un évènement « tour ». Une anomalie située en dehors d'une telle fenêtre produit un évènement « défaut dent ». La tolérance n est préférentiellement égale à 2 dents.

Dans tous les tests précédemment décrits, et principalement dans l'étape d'analyse, où il est indiqué « sensiblement égal(e) », cette expression signifie que le test
15 d'égalité est tolérancé par +/- une tolérance p de dents. La tolérance p est préférentiellement égale à 2 dents.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de détermination de la position angulaire d'un moteur au moyen d'un capteur vilebrequin (CRK) comprenant un détecteur vilebrequin en regard d'une roue dentée vilebrequin comprenant un grand nombre (N) de dents régulières et un repère de tour, le détecteur vilebrequin étant apte à produire un signal présentant un évènement
5 « dent » (d) correspondant à un front pour chacune desdites dents, un évènement « tour » (T1, T2) pour le repère de tour, et un évènement « défaut dent » (DD1, DD2) lorsque deux évènements « dent » (d) successifs sont anormalement éloignés, comprenant les étapes suivantes :

- 10 • production d'un signal présentant un évènement « tour » (T1) par le capteur vilebrequin (CRK),
- détermination du tour parmi deux pour un moteur quatre temps, un vilebrequin effectuant exactement deux tours par cycle du moteur, afin de compléter la détermination de la position angulaire du moteur, **caractérisé en ce que** pour chaque évènement « défaut dent » (DD1) éventuellement produit, un
15 changement de sens de rotation du moteur est suspecté, et il est procédé à une étape d'analyse comprenant :
 - si dans une fenêtre inverse (I1), à une distance de l'évènement « défaut dent » (DD1) courant égale à la distance entre l'évènement « tour » (T1) précédent et l'évènement « défaut dent » (DD1) courant, tolérancée par +/-
20 une tolérance (p) de dents, avec préférentiellement une tolérance (p) égale à 2 dents, un nouvel évènement « défaut dent » (DD2) est produit, le changement de sens de rotation est confirmé, et
 - si dans la fenêtre inverse (I1) aucun évènement « défaut dent » n'est produit, le changement de sens de rotation est infirmé, chacune des
25 conditions étant considérée dans son ordre de survenance.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape d'analyse comprend encore :
- si dans une fenêtre directe (F2), à une distance de l'évènement
30 « tour » (T1) précédent égale à un tour de roue vilebrequin, tolérancée par +/- une tolérance (p) de dents, avec préférentiellement une tolérance (p) égale à 2 dents, un nouvel évènement « tour » (T2) est produit, le changement de sens de rotation est infirmé, et
 - si dans la fenêtre directe (F2) aucun évènement « tour » n'est produit, le changement de sens de rotation est confirmé, chacune des conditions
35 étant considérée dans son ordre de survenance.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, où un évènement « défaut dent » (DD1, DD2) ne peut être produit que hors d'une fenêtre directe (F2) distante d'un évènement « tour » précédent (T1) d'un nombre d'évènement

« dent » (d) égal au dit grand nombre (N) de dents et tolérancée par +/- une tolérance (n) de dents, avec préférentiellement une tolérance (n) égale à 2 dents.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, où un évènement « tour » (T2) ne peut être produit que dans une fenêtre directe (F2) distante
5 d'un évènement « tour » précédent (T1) d'un nombre d'évènement « dent » (d) égal au dit grand nombre (N) de dents et tolérancée par +/- une tolérance (n) de dents, avec préférentiellement une tolérance (n) égale à 2 dents.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, où la roue dentée vilebrequin est angulairement régulièrement divisée en 60 et comprend un grand
10 nombre (N) de dents égal à 58, et 2 dents consécutives manquantes formant le repère de tour.

1/2

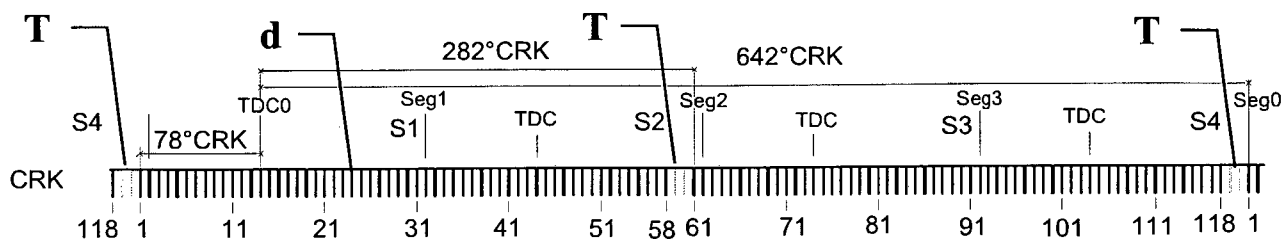


FIG. 1

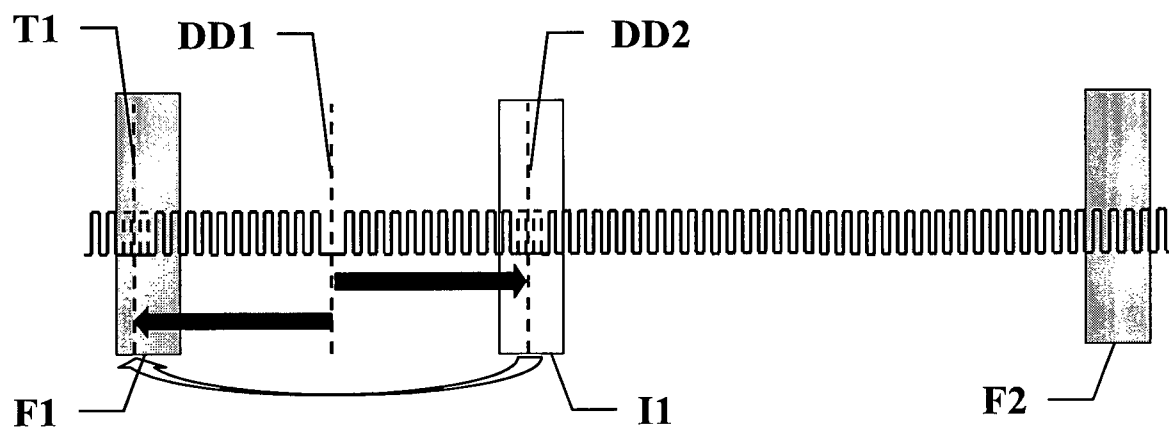


FIG. 2

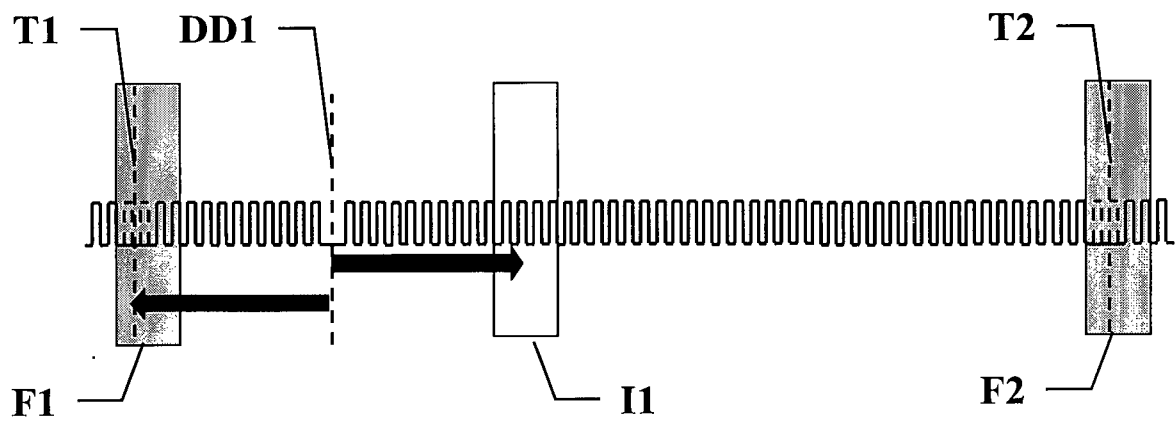


FIG. 3

2/2

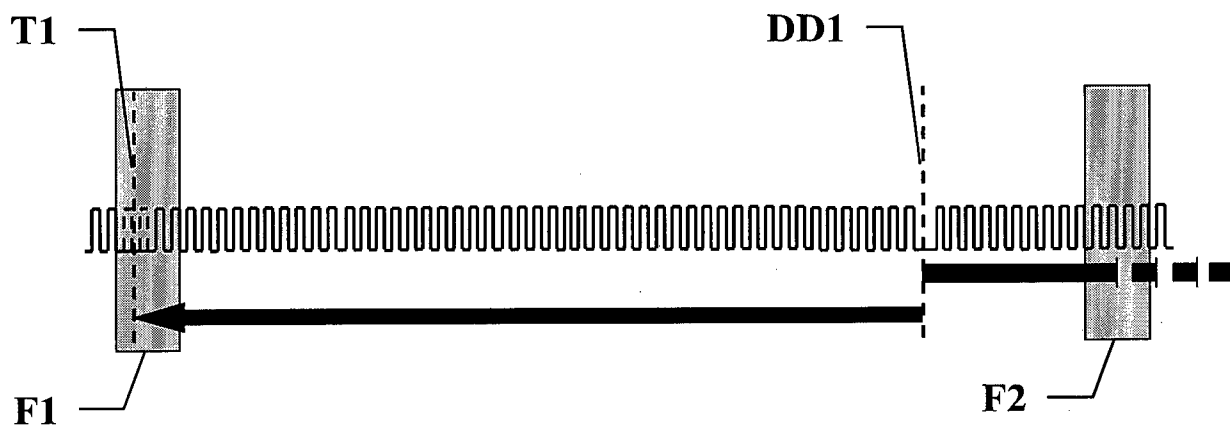


FIG. 4

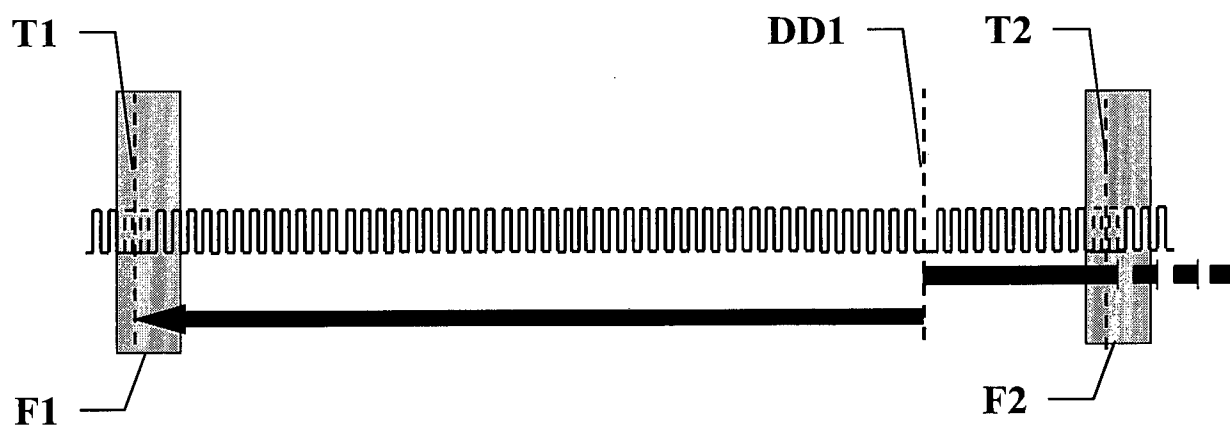


FIG. 5

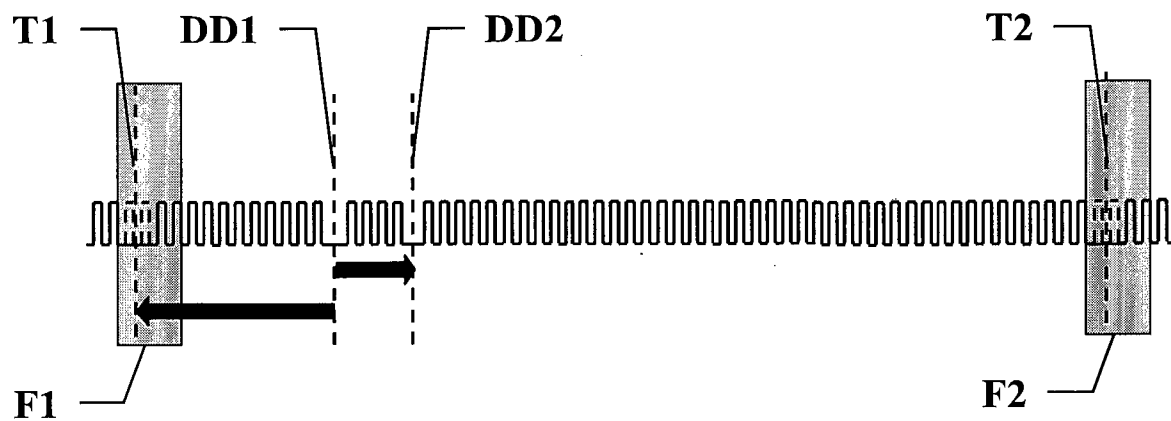


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/001934

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/00 F02D41/22 G01D5/14 G01D5/244
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 G01D

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.
A	DE 10 2013 216731 A1 (SUZUKI MOTOR CORP [JP]) 6 March 2014 (2014-03-06) paragraphs [0074] - [0080]; figure 1 paragraphs [0111] - [0115]; figure 4 paragraphs [0243] - [0245]; figures 11-12 paragraphs [0253] - [0256]; figure 13 -----	1-5
A	EP 1 541 846 A1 (YAMAHA MOTOR CO LTD [JP]) 15 June 2005 (2005-06-15) paragraphs [0029] - [0045]; figures 8-9 paragraph [0047]; figure 10 -----	1-5
A	JP 2008 286091 A (SUZUKI MOTOR CORP) 27 November 2008 (2008-11-27) abstract paragraphs [0014] - [0016]; figures 4-5 -----	1-5



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

10 February 2017

Date of mailing of the international search report

17/02/2017

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

Spicq, Alexandre

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/001934

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013216731 A1	06-03-2014	CN 103670764 A	26-03-2014
		DE 102013216731 A1	06-03-2014
		JP 2014047747 A	17-03-2014
		US 2014060486 A1	06-03-2014

EP 1541846 A1	15-06-2005	AU 2003236228 A1	23-02-2004
		BR 0313152 A	28-06-2005
		CN 1671957 A	21-09-2005
		EP 1541846 A1	15-06-2005
		JP 4073914 B2	09-04-2008
		TW I247076 B	11-01-2006
		US 2005193979 A1	08-09-2005
		WO 2004013479 A1	12-02-2004

JP 2008286091 A	27-11-2008	JP 4873372 B2	08-02-2012
		JP 2008286091 A	27-11-2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/001934

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02D41/00 F02D41/22 G01D5/14 G01D5/244 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 G01D		
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
A	DE 10 2013 216731 A1 (SUZUKI MOTOR CORP [JP]) 6 mars 2014 (2014-03-06) alinéas [0074] - [0080]; figure 1 alinéas [0111] - [0115]; figure 4 alinéas [0243] - [0245]; figures 11-12 alinéas [0253] - [0256]; figure 13 -----	1-5
A	EP 1 541 846 A1 (YAMAHA MOTOR CO LTD [JP]) 15 juin 2005 (2005-06-15) alinéas [0029] - [0045]; figures 8-9 alinéa [0047]; figure 10 -----	1-5
A	JP 2008 286091 A (SUZUKI MOTOR CORP) 27 novembre 2008 (2008-11-27) abrégé alinéas [0014] - [0016]; figures 4-5 -----	1-5
☐ 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 10 février 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 17/02/2017
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 Spicq, Alexandre

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/001934

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102013216731 A1	06-03-2014	CN 103670764 A	26-03-2014
		DE 102013216731 A1	06-03-2014
		JP 2014047747 A	17-03-2014
		US 2014060486 A1	06-03-2014

EP 1541846 A1	15-06-2005	AU 2003236228 A1	23-02-2004
		BR 0313152 A	28-06-2005
		CN 1671957 A	21-09-2005
		EP 1541846 A1	15-06-2005
		JP 4073914 B2	09-04-2008
		TW I247076 B	11-01-2006
		US 2005193979 A1	08-09-2005
		WO 2004013479 A1	12-02-2004

JP 2008286091 A	27-11-2008	JP 4873372 B2	08-02-2012
		JP 2008286091 A	27-11-2008
