

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication : **3 145 586**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
21 N° d'enregistrement national : **23 01067**
51 Int Cl⁸ : **F 02 D 41/02 (2023.01), F 02 D 41/30**

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** A1

22 Date de dépôt : 06.02.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 09.08.24 Bulletin 24/32.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : *Vitesco Technologies GmbH* — DE.

72 Inventeur(s) : JOSEPH Fabien, ELOY Stéphane et BLANC Jérémie.

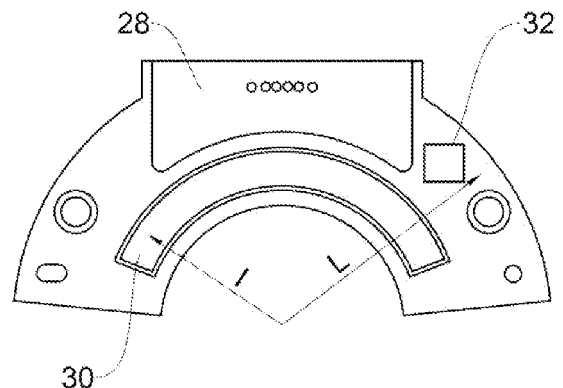
73 Titulaire(s) : *Vitesco Technologies GmbH*.

74 Mandataire(s) : *Vitesco Technologies France*.

54 Procédé de détermination de la position angulaire d'un moteur à combustion interne dans une configuration hybride.

57 Système de détermination de la position angulaire d'un moteur électrique comportant : - une cible (20) sensiblement plane avec une base circulaire comportant un axe de révolution et présentant à sa périphérie des dents (26) métalliques similaires uniformément réparties autour de la base circulaire, une dent (26) de la cible présentant une singularité (26', 26'')- un dispositif de détection angulaire comportant un premier capteur inductif (30) disposé sur un support (PCB) en vis-à-vis des dents (26) de la cible de manière à fournir un signal à chaque passage d'une dent (26) de la cible lorsque la cible tourne autour de l'axe de révolution de sa base circulaire, le support (PCB) comportant un deuxième capteur inductif (32) disposé de telle sorte qu'il fournisse un signal à chaque passage de ladite singularité (26', 26'') lorsque la cible tourne autour de l'axe de révolution de sa base circulaire.

Figure de l'abrégé : Figure 5



FR 3 145 586 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé de détermination de la position angulaire d'un moteur à combustion interne dans une configuration hybride

[0001] La présente divulgation concerne un procédé de détermination de la position angulaire d'un moteur à combustion interne dans une configuration hybride. Elle concerne plus particulièrement une architecture hybride dans laquelle un arbre d'un moteur électrique et un axe du moteur à combustion interne sont reliés mécaniquement et tournent à la même vitesse.

Domaine technique

[0002] Le domaine technique de la présente invention est ainsi le domaine du contrôle moteur pour une architecture hybride, c'est-à-dire une architecture alliant un moteur à combustion interne et un moteur électrique.

[0003] Dans un moteur à combustion interne, un ou plusieurs cylindres sont réalisés dans un bloc moteur et délimitent avec une culasse et des pistons (un piston pour chaque cylindre) à chaque fois une chambre de combustion. Pour chaque combustion réalisée dans le moteur, de l'air et une quantité de carburant sont introduits dans une chambre de combustion. Afin de maîtriser au mieux chaque combustion et ainsi, d'une part, réduire la consommation de carburant et, d'autre part, limiter les émissions du moteur, il est nécessaire de connaître avec précision la position de chaque piston tout au long d'un cycle de combustion.

[0004] Pour connaître la position des pistons dans le moteur, il est habituel d'utiliser, d'une part, un capteur associé à une cible lié à un vilebrequin entraîné en rotation par les pistons par l'intermédiaire de bielles, et, d'autre part, un capteur associé à une cible lié à un arbre à cames, ce dernier commandant les entrées et sorties des gaz dans les chambres de combustion. Dans un moteur dit à quatre temps, un cycle de combustion se déroule sur deux tours (720°) de vilebrequin et chaque arbre à cames tourne à une vitesse de rotation correspondant à la moitié de la vitesse de rotation du vilebrequin. La cible liée au vilebrequin permet avec le capteur correspondant de connaître précisément la position du vilebrequin sur un tour (ou 360° appelés aussi 360°CRK) tandis que la cible liée à un arbre à cames permet avec le capteur correspondant de déterminer si le cycle de combustion est en début de cycle (entre 0 et 360°CRK) ou en fin de cycle (entre 360 et 720°CRK). En résumé, le capteur de vilebrequin permet de connaître la position du moteur modulo 360°CRK et le capteur d'arbre à cames permet de connaître la position du moteur modulo 720°CRK .

Technique antérieure

[0005] Dans une architecture hybride, un moteur électrique est associé à un moteur à combustion interne. En général, un moteur à combustion interne présente un arbre de sortie muni d'un embrayage permettant d'accoupler ledit moteur à une transmission (ou boîte de vitesses) dont l'arbre de sortie vient entraîner des roues d'un axe de roues par l'intermédiaire d'un différentiel. Selon la position d'un moteur électrique dans cette chaîne cinématique, on a une architecture hybride appelée de P0 à P4. P0 correspond à une position du moteur électrique en parallèle du moteur à combustion interne, un arbre de sortie du moteur électrique étant par exemple relié par une courroie au vilebrequin du moteur à combustion interne. P1 correspond à un moteur électrique relié directement au vilebrequin du moteur à combustion interne, par exemple en étant disposé entre le moteur et l'embrayage. P2 correspond à un positionnement du moteur électrique entre l'embrayage et la transmission, le moteur électrique étant relié directement à un arbre d'entrée de la transmission ou bien relié à cet arbre d'entrée par une courroie, un engrenage, Dans cette architecture P2, le moteur électrique peut être découplé du moteur à combustion interne mais en position couplée, les deux moteurs ont la même vitesse (ou les deux vitesses de rotation sont proportionnelles). Une architecture P3 correspond à un moteur électrique relié par des engrenages à la transmission (par exemple à un arbre de sortie de la transmission). La vitesse de rotation du moteur électrique est ici proportionnelle à la vitesse de rotation des roues. Enfin une architecture P4 correspond à un moteur électrique relié directement ou indirectement (par exemple par l'intermédiaire d'un engrenage) à un train arrière d'un véhicule ou disposé dans une roue du véhicule.

[0006] La présente divulgation correspond à une architecture de type P1. Le moteur électrique est relié au moteur à combustion interne (en amont de l'embrayage) et sa vitesse de rotation est égale à celle du moteur à combustion interne.

[0007] La présente divulgation a pour but de fournir une architecture hybride de type P1 optimisée.

Résumé

[0008] L'idée originale à la base de la présente divulgation est que pour une architecture hybride de type P1 (ou P0 avec le moteur électrique tournant à la même vitesse que le moteur à combustion interne), la connaissance de la position angulaire du moteur électrique doit permettre de connaître la position angulaire du moteur à combustion interne (et/ou inversement). Le problème résolu ici est alors de fournir une architecture hybride dans laquelle un capteur de position d'un moteur électrique peut être utilisé pour déterminer la position angulaire du moteur à combustion interne. Il est alors proposé un système et un procédé de détermination de la position angulaire d'un moteur à combustion interne d'une architecture hybride de type P1 (ou équivalent) à partir d'un capteur de position du moteur électrique.

- [0009] Selon la présente divulgation, il est proposé un système de détermination de la position angulaire d'un moteur électrique comportant :
- une cible sensiblement plane avec une base circulaire comportant un axe de révolution et présentant à sa périphérie des dents métalliques similaires uniformément réparties autour de la base circulaire,
 - un dispositif de détection de position angulaire comportant un premier capteur inductif disposé sur un support en vis-à-vis des dents de la cible de manière à fournir un signal à chaque passage d'une dent de la cible lorsque la cible tourne autour de l'axe de révolution de sa base circulaire.
- [0010] De manière originale, il est proposé qu'un tel système présente en outre les caractéristiques suivantes :
- une dent de la cible présente une singularité, et
 - le dispositif de détection de position angulaire comporte en outre un deuxième capteur inductif disposé sur ledit support (PCB) de telle sorte qu'il fournisse un signal à chaque passage de ladite singularité lorsque la cible tourne autour de l'axe de révolution de sa base circulaire.
- [0011] Avec un tel système, grâce, d'une part, à la singularité d'une dent de la cible et, d'autre part, au deuxième capteur inductif permettant de détecter le passage de cette singularité, il est possible de repérer une position absolue d'un rotor du moteur électrique et d'en déduire alors la position du moteur à combustion interne qui est lié mécaniquement à ce moteur électrique.
- [0012] Dans un tel système, on peut prévoir que la singularité corresponde à un « rajout » de matière par rapport à une cible présentant des dents similaires régulièrement réparties. Cette singularité peut alors être par exemple une excroissance s'étendant radialement vers l'extérieur de la cible à partir de la dent qui présente une singularité. Selon une variante, ladite excroissance peut s'étendre à partir d'une partie seulement de la périphérie de ladite dent.
- [0013] Une autre forme de réalisation peut prévoir que la singularité de la cible est réalisée par enlèvement de matière à partir d'une cible présentant des dents similaires régulièrement réparties. Une dent peut par exemple être fendue radialement ou présenter un évidement non débouchant ou bien encore un évidement peut être prévu au niveau de la base annulaire portant les dents de la cible.
- [0014] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne également une cible sensiblement plane avec une base circulaire comportant un axe de révolution et présentant à sa périphérie des dents métalliques similaires uniformément réparties autour de la base circulaire destinée à un système décrit ci-dessus, ladite cible étant telle qu'une dent de la cible présente une singularité.
- [0015] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne également un dispositif de

détection de position angulaire comportant un premier capteur inductif disposé sur un support sensiblement plan de manière à fournir un signal à chaque passage d'un induit en vis-à-vis dudit premier capteur inductif, ledit dispositif étant destiné à un système de détermination de la position angulaire d'un moteur électrique tel que décrit ci-dessus, et tel que le support comporte un deuxième capteur inductif destiné à détecter un passage d'une singularité associée à un induit passant en vis-à-vis du premier capteur inductif.

[0016] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne aussi un système de motorisation hybride comportant un moteur à combustion interne, un embrayage, une transmission ainsi qu'un moteur électrique relié au moteur à combustion interne en amont de l'embrayage de telle sorte que la vitesse de rotation du moteur électrique soit égale à la vitesse de rotation du moteur à combustion interne, ledit système de motorisation hybride comportant un système de détermination de la position angulaire du moteur électrique tel que décrit ci-dessus et agencé pour déterminer la position angulaire du moteur électrique.

[0017] La présente divulgation propose en outre un procédé de détermination de la position angulaire d'un moteur à combustion interne, mis en œuvre dans un système de motorisation hybride prévu ci-avant pour lequel la cible du système agencé pour déterminer la position angulaire du moteur électrique comporte un nombre de dents correspondant au nombre de pôles électriques du moteur électrique, pour lequel le premier capteur inductif du système agencé pour déterminer la position angulaire du moteur électrique comporte deux circuits secondaires permettant de fournir, d'une part, un signal de type sinus et, d'autre part, un signal de type cosinus lors du passage des dents de la cible, la détermination de la position angulaire du moteur à combustion interne comportant les étapes suivantes :

- à partir des signaux de type sinus et cosinus, détermination d'une position angulaire du moteur électrique par division du signal sinus par le signal cosinus et utilisation d'une fonction arctangente (ou équivalent, par exemple une table de conversion) pour obtenir un signal correspondant à l'angle électrique du moteur électrique,

- utilisation du signal fourni par le deuxième capteur inductif comme repère pour déterminer une position angulaire du moteur électrique,

- à partir du signal correspondant à l'angle électrique du moteur électrique et du nombre de dents de la cible, génération d'impulsions correspondant à un angle de rotation de N° du vilebrequin pour le moteur à combustion interne avec omission de M impulsions successives à chaque rotation de 360° du vilebrequin du moteur à combustion interne.

[0018] Le plus souvent, la valeur N correspond à 6, plus rarement 10 (avec une tolérance par exemple de $\pm 0,01$) mais une autre valeur du même ordre de grandeur peut être

choisie. De même, pour la valeur M, la valeur préférée est $M=2$ (notamment lorsque $N=6$) car s'il ne manque qu'une dent, le risque est plus élevé de ne pas voir le creux correspondant et s'il manque trois dents, l'imprécision de mesure au niveau de la zone sans dent risque de devenir trop importante.

[0019] Selon un autre aspect, la présente divulgation concerne un programme d'ordinateur comprenant des instructions qui, lorsque le programme est exécuté par un ordinateur, conduisent celui-ci à mettre en œuvre toutes les étapes d'un procédé ci-dessus.

[0020] La présente divulgation concerne en outre un calculateur électronique destiné à la gestion d'un moteur à combustion interne, caractérisé en ce qu'il comporte une mémoire, une interface d'entrée pour recevoir des signaux de type sinus et cosinus, des moyens pour générer un signal formé par lesdites impulsion, et un processeur pour la mise en œuvre de chacune des étapes d'un procédé proposé ci-dessus.

[0021] La présente divulgation concerne également un véhicule automobile comportant une motorisation hybride comportant un moteur à combustion interne, un embrayage, une transmission ainsi qu'un moteur électrique relié au moteur à combustion interne en amont de l'embrayage de telle sorte que la vitesse de rotation du moteur électrique soit égale à la vitesse de rotation du moteur à combustion interne, caractérisé en ce qu'il comporte un calculateur électronique tel que décrit plus haut.

Brève description du dessin

[0022] D'autres caractéristiques, détails et avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée ci-après, et à l'analyse du dessin annexé, sur lequel :

Fig. 1

[0023] [Fig.1] est un schéma illustratif d'un véhicule concerné par la présente divulgation.

Fig. 2

[0024] [Fig.2] illustre schématiquement un capteur de position angulaire utilisé par exemple pour un moteur électrique.

Fig. 3

[0025] [Fig.3] est une vue schématique d'une première forme de réalisation d'une cible pour un capteur de position angulaire utilisé pour la présente divulgation.

Fig. 4

[0026] [Fig.4] est une vue schématique d'une deuxième forme de réalisation d'une cible pour un capteur de position angulaire utilisé pour la présente divulgation.

Fig. 5

[0027] [Fig.5] est une vue schématique d'une carte électronique d'un capteur de position angulaire selon la présente divulgation.

Fig. 6

[0028] [Fig.6] est un exemple de signaux pouvant être obtenus avec une carte de la [Fig.5] et

une cible de la [Fig.3] ou de la [Fig.4].

Fig. 7

[0029] [Fig.7] est une courbe illustrant un angle électrique obtenu à partir des courbes de la [Fig.6].

Fig. 8

[0030] [Fig.8] est un exemple de signal pouvant être obtenu avec une carte de la [Fig.5] et une cible de la [Fig.4].

Fig. 9

[0031] [Fig.9] est un exemple de signal formé d'impulsions et pouvant être obtenu à partir des signaux des figures 7 et 8.

Fig. 10

[0032] [Fig.10] est un logigramme d'un procédé de détermination de la position angulaire d'un moteur à combustion interne dans une configuration hybride telle celle représentée sur la [Fig.1] selon la présente divulgation.

Description des modes de réalisation

[0033] La présente description est faite en relation à un véhicule tel celui représenté schématiquement sur la [Fig.1] qui peut être entraîné par un moteur à combustion interne 2 et un moteur électrique 4. La [Fig.1] représente un véhicule à motorisation semi-hybride (mild hybrid electric vehicle ou MHEV en anglais) de type P1.

[0034] Dans la forme de réalisation illustrée, le moteur électrique 4 et le moteur à combustion interne 2 sont montés en série, c'est-à-dire que leurs vitesses de rotation sont les mêmes. Le moteur à combustion interne 2 comporte un vilebrequin qui est relié mécaniquement à un rotor du moteur électrique 4. Le moteur électrique 4 est alimenté par une batterie 6 par l'intermédiaire d'un contrôleur de propulsion 8 (ou PCU du sigle anglais correspondant à Propulsion Control Unit). L'ensemble formé par le moteur à combustion interne 2 et le moteur électrique 4 est destiné à entraîner en rotations des roues 10 d'un essieu du véhicule. Entre cet ensemble et ledit essieu, on trouve un embrayage 12 permettant d'isoler cet ensemble de l'essieu et une transmission 14, par exemple une boîte de vitesses.

[0035] La présente divulgation peut aussi s'appliquer à d'autres architectures semi-hybrides dans lesquelles le moteur électrique 4 et le moteur à combustion interne 2 sont tous deux en amont de l'embrayage 12 et tournent à la même vitesse. Il s'agit par exemple d'un véhicule à motorisation semi-hybride de type P0 dans lequel l'arbre du rotor du moteur électrique est parallèle au vilebrequin du moteur à combustion interne et tous deux sont reliés par exemple par une courroie avec un rapport 1 :1.

[0036] Avec une motorisation semi-hybride de type P0 ou P1 connue de l'art antérieur, un dispositif de détermination de la position angulaire du vilebrequin du moteur à

combustion interne et un dispositif de détermination de la position angulaire distinct pour le moteur électrique sont prévus.

- [0037] La présente divulgation a pour but d'optimiser une structure de motorisation semi-hybride dans laquelle la vitesse de rotation du moteur électrique correspond à la vitesse de rotation du moteur à combustion interne. Elle est basée sur l'idée originale de se servir d'un même capteur de position angulaire pour déterminer la position angulaire du moteur à combustion interne et du moteur électrique. Comme il ressort de la description qui suit, il ne suffit pas alors de simplement supprimer un capteur de position angulaire mais il convient de fournir un nouveau système de détermination d'une position angulaire adaptée à la fois pour la gestion d'un moteur électrique et pour la gestion d'un moteur à combustion interne.
- [0038] La [Fig.2] illustre un dispositif de l'art antérieur utilisé comme capteur de position angulaire (connu aussi avec le sigle anglais RPS pour Rotor Position Sensor) comportant, d'une part, une cible 20 et, d'autre part, une unité de détection 22.
- [0039] La cible 20 est le plus souvent métallique et peut être réalisée par exemple par découpe d'une tôle. Elle est sensiblement plane et de relativement faible épaisseur (par exemple de l'ordre du millimètre). Elle présente en son centre un alésage 24 destiné à recevoir un arbre duquel on souhaite connaître la position angulaire, c'est-à-dire ici l'arbre de rotor du moteur électrique. Autour de l'alésage 24 se trouve une base annulaire de laquelle s'étendent radialement des dents 26 régulièrement réparties. Le nombre de dents 26 correspond par exemple au nombre de paires de pôles du moteur électrique.
- [0040] Par la suite, pour la description de la présente divulgation, les références ci-dessus de l'art antérieur sont reprises pour désigner des éléments similaires.
- [0041] Les figures 3 et 4 illustrent des cibles 20 originales utilisées pour la présente divulgation. Pour ces deux cibles, on retrouve une forme sensiblement plane de faible épaisseur, un alésage 24 central, une base annulaire autour de cet alésage 24 et des dents 26 s'étendant radialement à partir de la base annulaire.
- [0042] Pour les deux cibles des figures 3 et 4, toutes les dents 26 présentent une même forme et sont donc similaires et elles sont en outre régulièrement réparties autour de la base annulaire de la cible 20. Toutefois, une unique dent de chacune de ces deux cibles présente une singularité.
- [0043] Sur la [Fig.3], une dent présente une hauteur radiale (mesurée depuis la base annulaire) plus grande que les autres dents 26. Alors que sur les quatre dents illustrées sur les figures 3 et 4 (ce nombre est illustratif et non limitatif) trois dents présentent des flancs radiaux et une couronne périphérique de rayon l , la quatrième dent présente des flancs radiaux avec une couronne périphérique de rayon $L > l$. Une dent 26 sur les quatre présente une prolongation 26' s'étendant sur la même plage angulaire que ladite

dent 26.

- [0044] Sur la [Fig.4] on retrouve la même cible que celle de la [Fig.3] mais pour laquelle la prolongation 26' est remplacée par une unique dent secondaire 26''. Cette dernière s'étend à partir d'une seule dent 26 radialement vers l'extérieur de la cible. Cette dent secondaire 26'' peut être centrée par rapport à la dent 26 à partir de laquelle elle s'étend comme illustré sur la [Fig.4] ou bien prendre une autre position. La longueur cumulée de la dent 26 portant la dent secondaire 26'' peut être telle que la couronne de la dent secondaire soit également sur un cercle de rayon L. Cette hauteur cumulée globale est supérieure à la hauteur des autres dents 26.
- [0045] Dans des variantes non représentées, la singularité n'est pas formée par une excroissance sur l'une des dents de la cible, mais au contraire par une ouverture traversante dans l'une des dents de la cible.
- [0046] La [Fig.5] illustre une partie électronique d'une unité de détection 22 destinée à coopérer avec une cible 20 telle qu'illustrée sur l'une ou l'autre des figures 3 et 4. On reconnaît sur cette figure un support se présentant sous la forme d'une carte de circuit imprimé (ou PCB) avec des composants électroniques 28 et aussi des premiers bobinages secondaires formant un premier capteur inductif 30. De manière originale, au moins un deuxième bobinage secondaire formant un deuxième capteur inductif 32 est prévu.
- [0047] Le premier capteur inductif 30 est disposé sur la carte de circuit imprimé PCB de manière à se trouver en vis-à-vis des dents 26 lorsque la cible 20 est entraînée en rotation par le rotor du moteur électrique.
- [0048] Le deuxième capteur inductif 32 est quant à lui disposé de telle sorte qu'il se trouve en vis-à-vis de la singularité réalisée sur la cible à chaque tour de la cible. Dans la forme de réalisation illustrée où la singularité correspond à une excroissance, ledit deuxième capteur inductif 32 est disposé de manière à se trouver en vis-à-vis de la singularité (prolongation 26' ou dent secondaire 26'') à chaque tour de cible mais sans jamais être en vis-à-vis d'une dent 26. Pour reprendre les exemples numériques précédents, le premier capteur inductif 30 est disposé par exemple en arc de cercle en deçà d'un cercle de rayon valant l tandis le deuxième capteur inductif 32 est disposé entre un cercle de rayon l et un cercle de rayon L par rapport à l'axe de rotation du rotor du moteur électrique.
- [0049] Le premier capteur inductif 30 et le deuxième capteur inductif 32 peuvent former deux dispositifs de mesure d'induction, indépendants l'un de l'autre, comme représenté sur les figures. Dans des variantes non représentées, le premier capteur inductif 30 et le deuxième capteur inductif 32 correspondent à deux zones sensibles d'un même et unique dispositif de mesure d'induction.
- [0050] La présente divulgation permet avec le système de détection de position angulaire

perfectionné présenté ci-dessus, incluant aussi la nouvelle cible, de déterminer à la fois la position angulaire absolue du moteur électrique 4 et la position angulaire absolue (modulo 360° CRK) du moteur à combustion interne 2.

- [0051] Avec ce nouveau système, le premier capteur inductif 30 et les dents 26 de la cible 20 fonctionnent de manière connue pour la gestion de la position angulaire du moteur électrique 4 tandis que la singularité sur la cible 20 coopère avec le deuxième capteur inductif 32 pour fournir un « nouveau » signal, ou signal de synchronisation, qui est fourni une seule fois à chaque tour du moteur électrique 4 permettant ainsi de connaître la position absolue du moteur électrique 4 (ou plus précisément de la position du rotor de ce moteur par rapport à un stator correspondant).
- [0052] Le procédé de détermination de la position angulaire du moteur à combustion interne est décrit ci-après.
- [0053] Lorsque le moteur électrique 4 fonctionne, son rotor tourne et les dents 26 de la cible 20 passent alternativement devant le premier capteur inductif 30 qui fournit alors de manière connue un premier signal 50 correspond au cosinus de la position angulaire du moteur électrique et un second signal 52 correspondant au sinus de la position angulaire du moteur électrique ([Fig.6]).
- [0054] Au cours d'une première étape 100 ([Fig.10]), la position angulaire électrique du moteur est déterminée en divisant le second signal 52 par le premier signal 50 et en utilisant la fonction « arctangente ». Une courbe 54 illustrée sur la [Fig.7] montre un exemple de position obtenue par cette étape.
- [0055] Dans la forme de réalisation illustrée au dessin à titre d'exemple non limitatif, on a ici un moteur électrique 4 avec quatre paires de pôles. La cible 20 utilisée comporte alors quatre dents 26 et la position du rotor du moteur électrique est alors connue modulo 90° (c'est-à-dire $360^\circ/4$).
- [0056] Lorsque le moteur électrique 4 fonctionne, son rotor tourne et la singularité (prolongation 26' ou dent secondaire 26'') de la cible 20 passe devant le deuxième capteur inductif 32 qui fournit alors un troisième signal 56 en forme d'impulsion ([Fig.8]). Cette impulsion est alors utilisée dans une deuxième étape 200 comme repère pour déterminer une position angulaire du moteur électrique 4. Grâce à cette impulsion, la position du moteur électrique 4 est connue modulo 360° .
- [0057] Une étape ultérieure 300 permet à partir de l'impulsion fournie par le troisième signal 56 d'avoir une référence de position également pour le moteur à combustion interne 2. À partir de cette référence, il est possible de générer un signal avec des impulsions similaire à un signal fourni habituellement par un capteur de vilebrequin. Le plus souvent, un tel capteur de vilebrequin coopère avec une cible présentant 60 secteurs, à chaque secteur correspondant une dent sauf pour deux secteurs successifs formant ainsi une singularité sur la cible.

[0058] Dans le cas présent illustré au dessin, on considère une configuration d'hybridation de type P1 (moteur à combustion interne 2 et moteur électrique 4 tournant à la même vitesse de rotation) et moteur électrique avec quatre paires de pôles. L'angle électrique dans une machine multipolaire, si P est le nombre de pôles de la machine, alors on a :

$$\text{angle électrique} = (P/2) * \text{angle mécanique.}$$

Ainsi dans le présent cas illustratif et non limitatif, lorsque ([Fig.7]) l'angle électrique varie de 12° , alors une impulsion 60 est générée. On réalise ainsi un signal tel celui fourni classiquement par un capteur de vilebrequin, en omettant de générer deux impulsions à chaque tour.

[0059] Selon une forme de réalisation préférée, on utilise une cible 20 telle celle illustrée sur la [Fig.4] avec une dent secondaire 26''. Dans une forme de réalisation encore préférée, cette dent secondaire 26'' s'étend sur une plage angulaire de 15° à 21° , de préférence 18° . Ainsi, on peut par exemple prévoir que pendant que le deuxième capteur inductif 32 fournit le troisième signal 56 en forme d'impulsion, la génération d'impulsions correspondant à la position angulaire du moteur à combustion interne est suspendue. Dit autrement, la largeur angulaire de la dent secondaire 26'' est adaptée pour permettre de simuler directement la détection de la singularité d'une dent de la cible d'un capteur de vilebrequin, où ladite singularité est formée par une ou plusieurs dents manquantes sur la cible du capteur de vilebrequin.

[0060] Le signal qui est ainsi généré peut alors être traité par un dispositif de gestion de moteur à combustion interne. Ledit signal sera alors utilisé directement en remplacement du signal fourni par un capteur de vilebrequin en combinaison avec un signal fourni de manière connue de l'homme du métier par un capteur d'arbre à cames pour connaître la position du moteur à combustion interne modulo 720°CRK .

[0061] Dans une autre forme de réalisation (moteur électrique et moteur à combustion interne reliés selon une architecture P0 avec un rapport de vitesses égale à 1 ou bien un nombre de paires de pôles différent pour le moteur électrique), le procédé ci-dessus peut s'appliquer en adaptant les formules de calcul.

Application industrielle

[0062] La présente solution technique peut trouver à s'appliquer notamment dans le contrôle moteur pour une architecture semi-hybride pour surveiller la vitesse de rotation du moteur à combustion interne en adaptant les moyens utilisés pour le contrôle du moteur électrique.

[0063] Le procédé proposé peut être mis en œuvre dans une architecture semi-hybride comportant pour le moteur à combustion interne un capteur de vilebrequin lorsqu'une panne de ce capteur est détectée. Le système décrit plus haut permet alors au véhicule de fonctionner dans un mode dit dégradé mais qui permet au final de fonctionner avec

la même précision que le capteur de vilebrequin.

[0064] Le procédé proposé peut aussi être mis en œuvre aussi pour simplifier une architecture semi-hybride de motorisation de véhicule automobile. Il est alors possible de limiter la masse et aussi le coût du véhicule par suppression d'une cible vilebrequin et d'un capteur, la masse et le coût d'un système proposé par la présente divulgation étant très peu différents de la masse et du coût d'un dispositif de position angulaire utilisé classiquement pour un contrôle de moteur électrique.

[0065] La présente divulgation ne se limite pas aux exemples de réalisation proposés et aux variantes évoquées décrits ci-avant, seulement à titre d'exemple, mais elle englobe toutes les variantes que pourra envisager l'homme de l'art dans le cadre de la protection recherchée.

Revendications

- [Revendication 1] Système de détermination de la position angulaire d'un moteur électrique comportant :
- une cible (20) sensiblement plane avec une base circulaire comportant un axe de révolution et présentant à sa périphérie des dents (26) métalliques similaires uniformément réparties autour de la base circulaire, et
 - un dispositif de détection de position angulaire comportant un premier capteur inductif (30) disposé sur un support (PCB) en vis-à-vis des dents (26) de la cible, de manière à fournir un signal à chaque passage d'une dent (26) de la cible lorsque la cible tourne autour de l'axe de révolution de sa base circulaire, caractérisé en ce que
 - une dent (26) de la cible présente une singularité (26', 26''), et
 - le dispositif de détection de position angulaire comporte en outre un deuxième capteur inductif (32) disposé sur ledit support (PCB) de telle sorte que ledit deuxième capteur fournisse un signal à chaque passage de ladite singularité (26', 26'') lorsque la cible tourne autour de l'axe de révolution de sa base circulaire.
- [Revendication 2] Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que la singularité (26', 26'') correspond à une excroissance s'étendant radialement vers l'extérieur de la cible (20) à partir de la dent (26) qui présente une singularité.
- [Revendication 3] Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'excroissance (26'') s'étend à partir d'une partie seulement de la périphérie de ladite dent (26).
- [Revendication 4] Cible (20) sensiblement plane avec une base circulaire comportant un axe de révolution et présentant à sa périphérie des dents (26) métalliques similaires uniformément réparties autour de la base circulaire, destinée à un système selon l'une des revendications 1 à 3, et caractérisé en ce qu'une dent de la cible présente une singularité (26', 26'').
- [Revendication 5] Dispositif de détection de position angulaire comportant un premier capteur inductif (30), disposé sur un support (PCB) sensiblement plan de manière à fournir un signal à chaque passage d'un induit (26) en vis-à-vis dudit premier capteur inductif, ledit dispositif étant destiné à un système selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le support (PCB) comporte un deuxième capteur inductif (32) destiné à

détecter un passage d'une singularité (26', 26'') associée à un induit (26) passant en vis-à-vis du premier capteur inductif (30).

[Revendication 6]

Système de motorisation hybride comportant un moteur à combustion interne (2), un embrayage (12), une transmission (14) ainsi qu'un moteur électrique (4) relié au moteur à combustion interne (2) en amont de l'embrayage (12) de telle sorte que la vitesse de rotation du moteur électrique (4) soit égale à la vitesse de rotation du moteur à combustion interne (2), caractérisé en ce qu'il comporte un système selon l'une des revendications 1 à 3, agencé pour déterminer la position angulaire du moteur électrique (4).

[Revendication 7]

Procédé de détermination de la position angulaire d'un moteur à combustion interne (2), mis en œuvre dans un système de motorisation hybride selon la revendication 6, pour lequel :

- la cible (20) du système agencé pour déterminer la position angulaire du moteur électrique comporte un nombre de dents (26) correspondant au nombre de pôles électriques du moteur électrique (4),

- le premier capteur inductif (30) du système agencé pour déterminer la position angulaire du moteur électrique comporte deux circuits secondaires permettant de fournir, d'une part, un signal de type sinus et, d'autre part, un signal de type cosinus lors du passage des dents de la cible,

caractérisé en ce que la détermination de la position angulaire du moteur à combustion interne (2) comporte les étapes suivantes :

- à partir des signaux de type sinus et cosinus (50, 52), détermination d'une position angulaire du moteur électrique (4) par division du signal sinus par le signal cosinus et utilisation d'une fonction arctangente pour obtenir un signal (54) correspondant à l'angle électrique du moteur électrique,

- utilisation du signal fourni par le deuxième capteur inductif (32) comme repère pour déterminer une position angulaire du moteur électrique (4),

- à partir du signal (54) correspondant à l'angle électrique du moteur électrique et du nombre de dents (26) de la cible, génération d'impulsions correspondant à un angle de rotation de N° du vilebrequin pour le moteur à combustion interne avec omission de M impulsions successives à chaque rotation de 360° du vilebrequin du moteur à combustion interne (2).

[Revendication 8]

Programme d'ordinateur comprenant des instructions qui, lorsque le

programme est exécuté par un ordinateur, conduisent celui-ci à mettre en œuvre toutes les étapes d'un procédé selon la revendication 7.

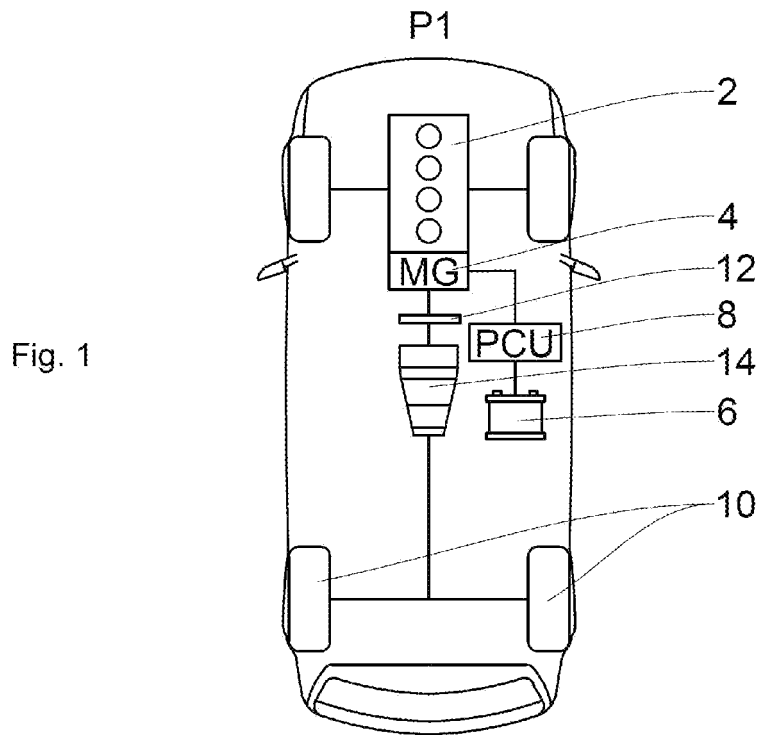
[Revendication 9]

Calculateur électronique destiné à la gestion d'un moteur à combustion interne, caractérisé en ce qu'il comporte une mémoire, une interface d'entrée pour recevoir des signaux de type sinus et cosinus, des moyens pour générer un signal formé par lesdites impulsion, et un processeur pour la mise en œuvre de chacune des étapes d'un procédé selon la revendication 7.

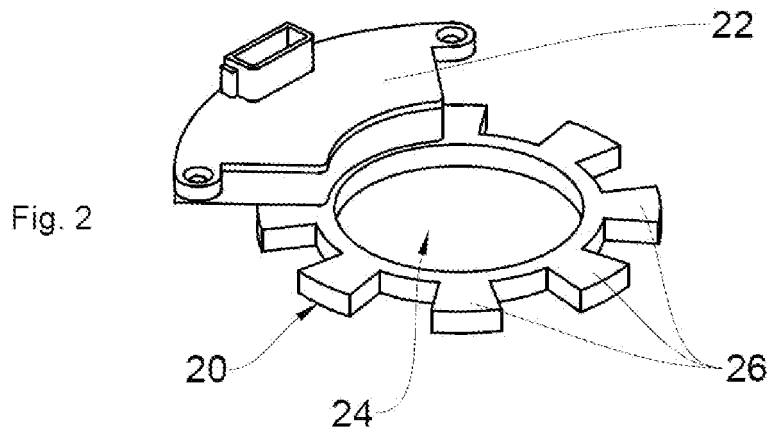
[Revendication 10]

Véhicule automobile comportant une motorisation hybride comportant un moteur à combustion interne (2), un embrayage (12), une transmission (14) ainsi qu'un moteur électrique (4) relié au moteur à combustion interne (2) en amont de l'embrayage de telle sorte que la vitesse de rotation du moteur électrique soit égale à la vitesse de rotation du moteur à combustion interne, caractérisé en ce qu'il comporte un calculateur électronique selon la revendication 9.

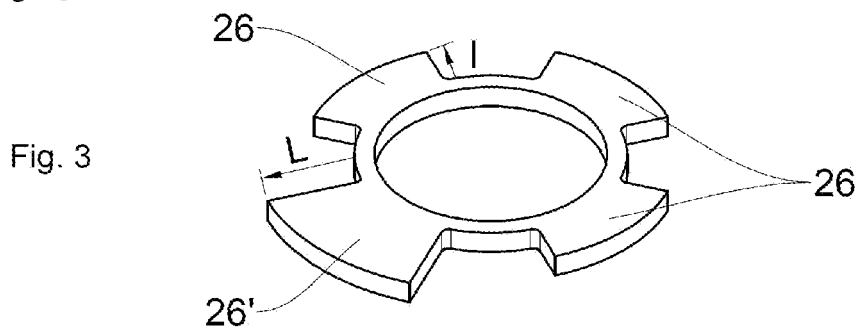
[Fig. 1]



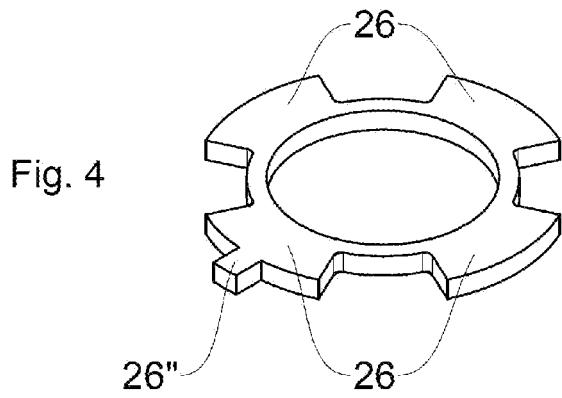
[Fig. 2]



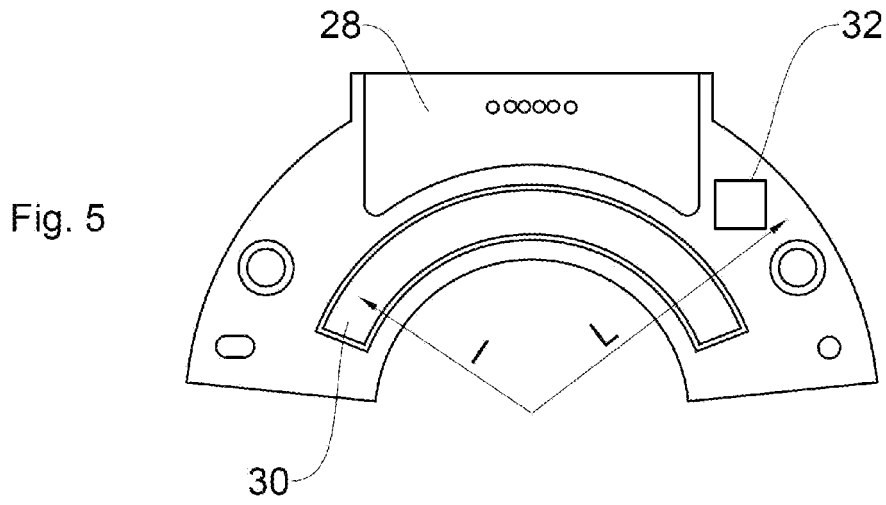
[Fig. 3]



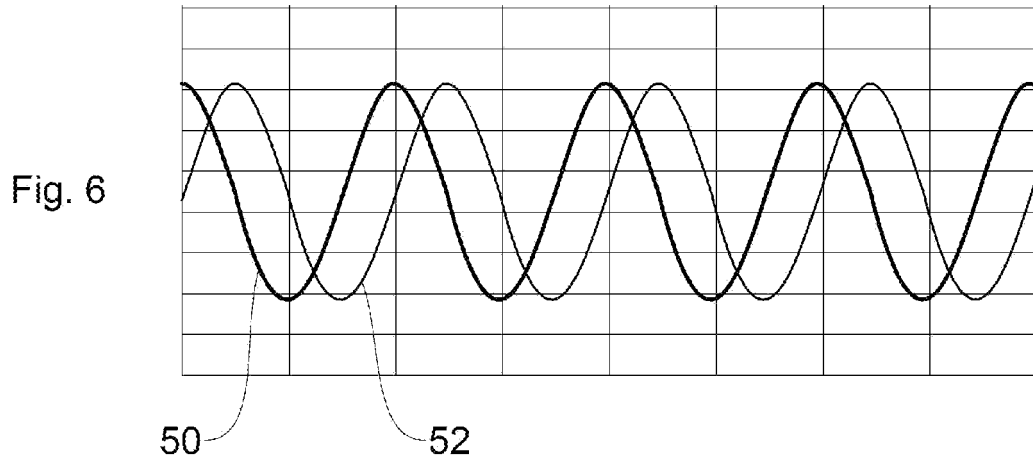
[Fig. 4]



[Fig. 5]

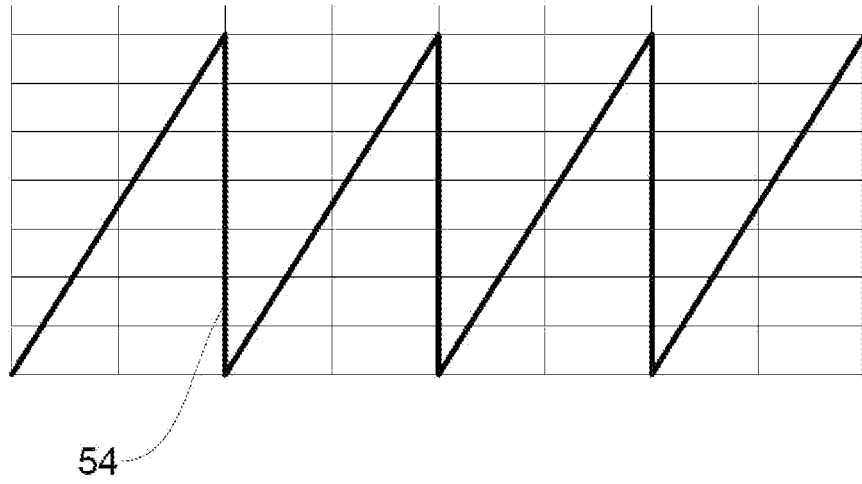


[Fig. 6]



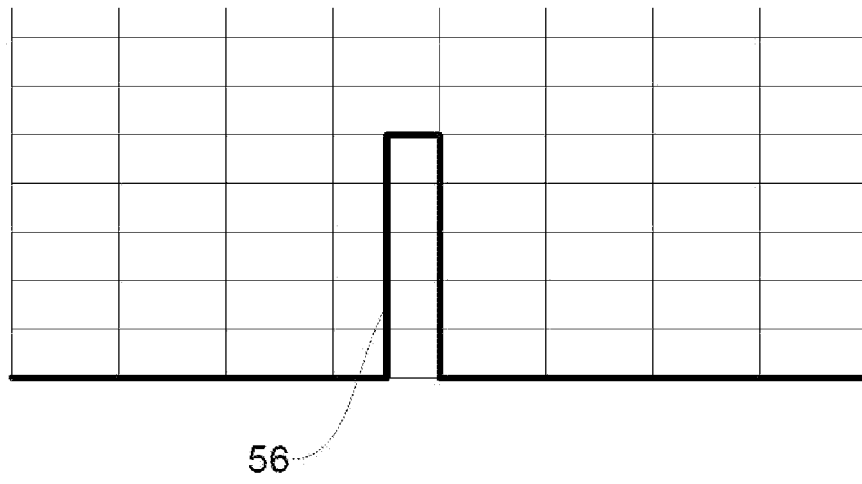
[Fig. 7]

Fig. 7



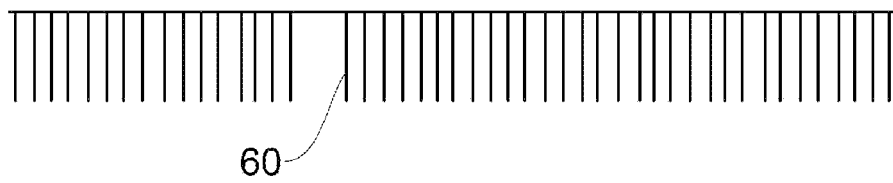
[Fig. 8]

Fig. 8



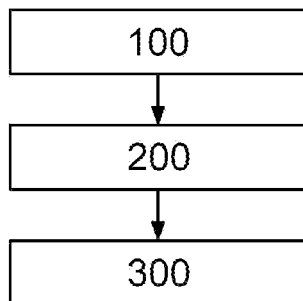
[Fig. 9]

Fig. 9



[Fig. 10]

Fig. 10



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 915794
FR 2301067

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2022/218835 A1 (VITESCO TECH GMBH [DE]) 20 octobre 2022 (2022-10-20) * alinéas [0029] - [0038], [0066]; revendications 1-10; figures 1-5 *	1, 3, 5, 7-10	F02D 41/02 F02D 41/30
X A	US 2013/147466 A1 (BAEK SANG CHUL [KR] ET AL) 13 juin 2013 (2013-06-13) * alinéa [0035]; revendications 1-11; figures 1-5 *	1, 3, 5 7-10	
X	US 4 866 382 A (CARMEN RALPH [US] ET AL) 12 septembre 1989 (1989-09-12) * colonne 4, lignes 31-62; revendications 1-13; figure 1 *	4	
A	WO 2019/034362 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 21 février 2019 (2019-02-21) * revendication 1; figures 1,2 *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02D G01P G01M H01M H03M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 août 2023		Boye, Michael	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2301067 FA 915794**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **30-08-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2022218835 A1	20-10-2022	FR 3121984 A1 WO 2022218835 A1	21-10-2022 20-10-2022

US 2013147466 A1	13-06-2013	AUCUN	

US 4866382 A	12-09-1989	AUCUN	

WO 2019034362 A1	21-02-2019	CN 110914693 A DE 102017214166 A1 EP 3669194 A1 KR 20200020955 A US 2020182899 A1 WO 2019034362 A1	24-03-2020 14-02-2019 24-06-2020 26-02-2020 11-06-2020 21-02-2019
