

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

22 Date de dépôt : 09.01.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 12.07.24 Bulletin 24/28.

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) : ELOY Stéphane et JOSEPH Fabien.

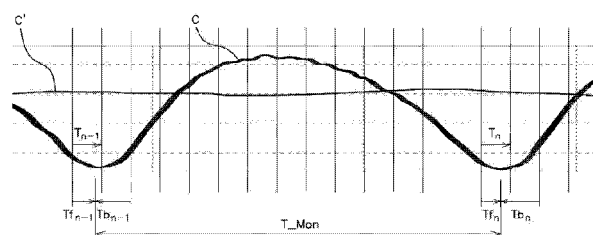
73 Titulaire(s) : Vitesco Technologies GmbH.

74 Mandataire(s) : Vitesco Technologies France.

54 Procédé de détermination de la vitesse de rotation d'un moteur à combustion interne.

57 Procédé de détermination de la vitesse de rotation d'un moteur comportant les étapes suivantes : - mises en mémoire (100) successives des durées de passage de dents (Δt_i), le nombre de durées de passage mémorisées étant strictement supérieur au nombre de dents passant devant le capteur entre un premier et un second minimum de vitesse de rotation, - détermination de la position angulaire (200) du moteur respective correspondant au premier (P_{n-1}) et au second minimum de vitesse (P_n), - détermination de la durée écoulée (300) entre le passage du premier minimum de vitesse et le passage du second minimum de vitesse, et - détermination de la vitesse de rotation (400) du moteur à partir de l'écart angulaire entre le premier minimum de vitesse de rotation et le second minimum de vitesse de rotation, d'une part, et des durées mémorisées entre le premier et le second minimum de vitesse.

Figure de l'abrégé : Figure 5



Description

Titre de l'invention : Procédé de détermination de la vitesse de rotation d'un moteur à combustion interne

[0001] La présente divulgation concerne un procédé de détermination de la vitesse de rotation d'un moteur à combustion interne. Elle concerne plus particulièrement une détermination de la vitesse de rotation du moteur afin de surveiller une mesure de vitesse faite sur le moteur.

Domaine technique

[0002] Le domaine technique de la présente invention est ainsi le domaine du contrôle moteur pour un moteur à combustion interne. Elle concerne tout type de moteur à combustion interne comportant un vilebrequin avec une cible dentée associée à un capteur. La présente divulgation est destinée notamment à un véhicule automobile ou similaire (moto, camion, etc.) mais peut aussi être utilisée pour un autre type de véhicule (bateau ou autre).

Technique antérieure

[0003] Dans un moteur à combustion interne, des pistons coulissent dans des cylindres et entraînent en rotation par un système bielles-vilebrequin un volant moteur et ce mouvement est retransmis aux roues du véhicule pour le mouvoir. Pour gérer le fonctionnement du moteur, un paramètre important est la vitesse de rotation de ce moteur qui correspond à la vitesse de rotation du vilebrequin. Cette vitesse est mesurée par une mesure « primaire ». Pour des raisons de sécurité, il convient de surveiller la mesure de vitesse et de la déterminer d'une manière distincte de celle pour faire la mesure « primaire ». Il faut en effet éviter d'avoir une accélération inattendue du véhicule correspondant. Lorsque les roues du véhicule sont accouplées audit moteur par un embrayage, une liaison directe est établie entre le moteur et les roues et une variation inattendue de la vitesse de rotation du moteur aura un effet négatif sur l'accélération du véhicule.

[0004] La surveillance de la vitesse de rotation du moteur met souvent en œuvre plusieurs composants comme par exemple un (ou plusieurs) capteur(s) et une unité électronique telle un module de temporisation générique (connu sous le signe anglais GTM de Generic Timer Module).

[0005] La présente divulgation vient améliorer la situation. L'idée originale à la base de la présente divulgation est de tenter de déterminer une vitesse de rotation d'un moteur uniquement à partir des signaux d'un capteur associé à une cible de vilebrequin. La présente divulgation a alors pour but de fournir le procédé correspondant. Ce procédé permettra de préférence d'obtenir une détermination fiable de la vitesse de rotation,

avantageusement sur toute la plage de vitesses de fonctionnement du moteur. Avantageusement, ce procédé sera opérationnel dès la mise en marche du moteur, même avant synchronisation du moteur. De préférence, la présente divulgation fournira un procédé permettant de limiter la charge de calcul au sein d'un calculateur utilisé pour la gestion du moteur notamment lorsque la vitesse de rotation du moteur est élevée.

Résumé

- [0006] Il est proposé un procédé de détermination de la vitesse de rotation d'un moteur à combustion interne comportant un vilebrequin avec une cible présentant à sa périphérie des dents réparties régulièrement, ladite cible étant associée à un capteur détectant pour chaque dent un front de dent.
- [0007] Selon la présente divulgation, le procédé proposé comporte les étapes suivantes :
- mises en mémoire successives des durées de passage de dents de la cible devant le capteur, le nombre de durées de passage mémorisées étant strictement supérieur au nombre de dents passant devant le capteur entre un premier minimum de vitesse de rotation et un second minimum de vitesse de rotation,
 - détermination d'un écart de position angulaire du moteur entre la position angulaire correspondant au premier minimum de vitesse et la position angulaire correspondant au second minimum de vitesse,
 - détermination de la durée écoulée entre le passage de la position angulaire du moteur correspondant au premier minimum de vitesse et le passage de la position angulaire du moteur correspondant au second minimum de vitesse, et
 - détermination de la vitesse de rotation du moteur à partir de l'écart angulaire entre la position angulaire correspondant au premier minimum de vitesse de rotation et la position angulaire correspondant au second minimum de vitesse de rotation, d'une part, et des durées de passage de dents mémorisées entre le premier minimum de vitesse et le second minimum de vitesse.
- [0008] Un tel procédé peut être mis en œuvre dès qu'un capteur associé à une cible de vilebrequin fonctionne. Ensuite, dès que la mémoire tampon dédiée est remplie, une vitesse de rotation peut être déterminée en tant que vitesse de contrôle d'une vitesse de rotation mesurée. Dans un moteur à quatre cylindres, un contrôle de vitesse peut être fait dès le premier tour du moteur, avant 360°CRK, c'est-à-dire avant même que généralement une synchronisation soit réalisée.
- Dans ce procédé, une durée de passage d'une dent correspond au temps qui s'écoule entre le passage de deux fronts similaires (montants ou descendants) successifs.
- [0009] Dans un procédé tel que présenté ci-dessus, les caractéristiques exposées dans les paragraphes suivants peuvent, optionnellement, être mises en œuvre, indépendamment les unes des autres ou en combinaison les unes avec les autres :
- [0010] - les durées de passage de dents sont mémorisées dans une mémoire tampon pouvant

contenir un nombre prédéterminé de données, et lorsque la mémoire tampon est remplie, une nouvelle donnée correspondant à une nouvelle durée mesurée vient remplacer la donnée la plus ancienne mémorisée ;

- [0011] - la cible comporte une singularité se présentant sous la forme d'un creux correspondant à i dents manquantes, et lors du passage dudit creux la durée de passage mesurée est divisée par $(i+1)$ et $(i+1)$ durées correspondant au résultat obtenu par cette division sont mémorisées ;
- [0012] - le premier minimum de vitesse et le second minimum de vitesse correspondent à deux minima de vitesse successifs ;
- [0013] - à partir d'un nombre prédéterminé de durées de passage de dent de la cible mémorisées, on détermine pour chaque durée une vitesse de rotation instantanée correspondante respective, lesdites durées de passage correspondant à des dents se trouvant de part et d'autre de la position correspondant à un minimum de vitesse, et à partir des vitesses instantanées calculées et des positions angulaires théoriques connues des dents correspondantes la position angulaire correspondant à un minimum de la vitesse de rotation du moteur est déterminée par la méthode des moindres carrés ;
- [0014] - pour la détermination de la durée écoulée entre le passage de la position angulaire du moteur correspondant au premier minimum de vitesse et le passage de la position angulaire du moteur correspondant au second minimum de vitesse, d'une part, le temps, entre le passage de la position angulaire du moteur correspondant au premier minimum de vitesse et le passage du front de dent détecté suivant et, d'autre part, le temps entre le passage du dernier front de dent avant le passage de la position angulaire correspondant au second minimum de vitesse et le passage de la position angulaire correspondant au second minimum de vitesse, sont estimés en considérant que la vitesse de rotation du moteur est constante à chaque fois entre la détection de deux fronts de dent de la cible positionnés autour d'une position angulaire correspondant à un minimum de vitesse ;
- [0015] - pour la détermination de la vitesse de rotation du moteur à partir de l'écart angulaire entre la position angulaire correspondant au premier minimum de vitesse de rotation et la position angulaire correspondant au second minimum de vitesse de rotation, le calcul est réalisé avec la distance angulaire théorique séparant le premier minimum de vitesse du second minimum de vitesse de rotation.
- [0016] Selon un autre aspect, il est proposé un programme informatique comportant des instructions pour la mise en œuvre d'un procédé présenté ci-dessus lorsque ce programme est exécuté par un processeur, notamment une unité de contrôle électronique d'un moteur à combustion interne.
- [0017] Selon un autre aspect, il est proposé un support d'enregistrement non transitoire, lisible par un ordinateur, sur lequel est enregistré un tel programme.

[0018] Selon un autre aspect, il est proposé un calculateur électronique destiné à la gestion d'un moteur à combustion interne comportant des moyens pour la mise en œuvre de chacune des étapes d'un procédé décrit ci-dessus.

[0019] Selon un autre aspect, il est proposé un véhicule automobile comportant un moteur à combustion interne, caractérisé en ce qu'il comporte un calculateur électronique de gestion selon le paragraphe précédent.

Brève description du dessin

[0020] 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

[0021] [Fig.1] est un schéma illustratif d'un signal fourni par un capteur pour déterminer la position angulaire d'un moteur, ledit signal étant utilisé pour la mise en œuvre d'un procédé selon la présente divulgation.

Fig. 2

[0022] [Fig.2] illustre schématiquement un détail du signal de la [Fig.1].

Fig. 3

[0023] [Fig.3] est un diagramme avec une position moteur en abscisse et une vitesse de rotation dudit moteur en ordonnée.

Fig. 4

[0024] [Fig.4] est un schéma superposant un détail du signal de la [Fig.1] avec la courbe de la [Fig.3].

Fig. 5

[0025] [Fig.5] est un schéma illustratif de deux minima de vitesse successifs.

Fig. 6

[0026] [Fig.6] est un logigramme pour la mise en œuvre d'un procédé selon la présente divulgation.

Fig. 7

[0027] [Fig.7] est une vue très schématique d'un véhicule permettant la mise en œuvre d'un procédé selon la présente divulgation.

Description des modes de réalisation

[0028] La présente description est faite en relation à un moteur à combustion interne, de type quatre temps. De façon connue de l'homme du métier, un moteur à combustion interne comporte un ou plusieurs cylindres à l'intérieur de chacun desquels se trouve une chambre de combustion. À chaque chambre de combustion est associé un piston qui coulisse dans un mouvement de va et vient en passant successivement par un point mort haut puis un point mort bas et ainsi de suite. Ce piston est relié par une bielle à un vilebrequin. Une cible est solidaire du vilebrequin et fait alors deux tours, soit une

rotation de 720° pour un cycle de combustion. Cette cible est munie le plus souvent à sa périphérie de dents. À chaque dent correspond un creux adjacent. La périphérie de la cible est alors divisée en 60 secteurs régulièrement répartis, chaque secteur comprenant une dent et un creux adjacent. Toutefois, pour créer une référence R sur la cible, deux dents sont supprimées. On a ainsi 58 dents à la périphérie du volant moteur avec un décalage angulaire de 6° entre deux dents successives, sauf bien entendu au niveau de la référence R. Ces dents sont ainsi régulièrement réparties (tous les 6°) à la périphérie de la cible : pas sur toute la périphérie mais sur la majeure partie de celle-ci puisque deux dents sont manquantes. La [Fig.1] illustre un signal S fourni par un capteur de position disposé en vis-à-vis de ladite cible.

[0029] On suppose en outre ici que le moteur considéré à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif est un moteur comportant quatre cylindres. Dans ce cas de figure, chacun des quatre pistons passe une fois à son point mort haut (PMH) durant un cycle de combustion. On considère ici comme point mort haut uniquement le point mort haut après une phase de compression, c'est-à-dire le point mort haut à proximité duquel une injection de carburant est réalisée. En numérotant les quatre cylindres de 0 à 3, on a alors quatre points morts hauts PMH_0 , PMH_1 , PMH_2 et PMH_3 . Le cycle moteur est alors subdivisé en quatre segments Seg_0 , Seg_1 , Seg_2 et Seg_3 autour de chacun de ces quatre points morts hauts, un segment correspondant sensiblement à une phase de compression et de détente dans le cylindre considéré.

[0030] La [Fig.2] illustre à échelle agrandie le signal S sur un segment Seg_i . La figure indique le début 2 de ce segment et la fin 4 de celui-ci. On suppose ici que la cible est montée sur le vilebrequin de telle sorte que le point mort haut de ce segment, PMH_i , coïncide avec le flanc descendant de la dix-neuvième dent après la référence R qui précède. On a représenté aussi sur cette figure un intervalle de temps I qui correspond à la durée de passage de quelques dents avant le point mort haut PMH_i et après ce point mort haut. Une durée de passage d'une dent correspond au temps qui sépare le passage de deux flancs (ou fronts) similaires successifs. Un front descendant correspond au passage d'une dent à un creux et un front montant correspond au passage d'un creux à une dent. On remarque donc que cette définition (montant/descendant) dépend du sens de rotation de la cible. On a choisi sur la [Fig.2] de prendre trois dents avant PMH_i et trois dents après. Le temps de passage d'une dent i est noté Δt_i , par exemple Δt_{17} pour la dix-septième dent après la référence R précédente. De manière connue de l'homme du métier, le capteur associé à la cible détecte avec une plus grande précision soit les flancs (ou fronts) montants, soit les flancs descendants. La [Fig.2] propose une mesure des fronts descendants uniquement et le temps de passage d'une dent noté Δt_i correspond en réalité au passage de la dent i et du creux précédent. Une durée Δt_i correspond au temps mis par le vilebrequin pour tourner de 6° (c'est-à-dire 6°CRK)

dans l'exemple choisi (60 secteurs similaires à la périphérie de la cible).

[0031] À partir de cette durée, il est possible de déterminer la vitesse angulaire du moteur au moment du passage de la dent considérée :

[0032] $N_i = 1 / \Delta t_i$ (ou $1 / \text{delta } t_i$)

[0033] avec N_i en tours par minute

[0034] et Δt_i en secondes.

[0035] (La formule plus générale est $N_i = 60 / (\text{delta } t_i * \text{nombre de secteurs par tour})$)

[0036] Sur la [Fig.3], on a représenté un diagramme dans lequel la position angulaire P est disposée en abscisse et la vitesse de rotation N en ordonnée. Dans ce diagramme, on dispose les points P_{t_i} correspondant à chaque mesure de temps et ensuite au calcul de vitesse effectué. Pour les abscisses, on prend la position angulaire du milieu de la dent.

[0037] À partir des points de mesure/calcul, une régression est réalisée avec par exemple la méthode des moindres carrés comme dans le document FR3065283 (une autre méthode peut valablement être choisie ici). On obtient alors une courbe C qui passe par un minimum.

[0038] On choisit par exemple une courbe C de degré 2, c'est-à-dire pouvant s'écrire sous la forme suivante :

[0039] $N = aP^2 + bP + c$

[0040] Cette courbe passe alors par un minimum pour $P = -b / 2a$, N valant alors $N_{\min}$.

[0041] Il est proposé ici de réaliser deux fois cette détermination de vitesse de rotation minimale du moteur, de préférence pour deux points morts hauts successifs, PMH_{n-1} et PMH_n . On obtient ainsi les positions angulaires du moteur P_{n-1} et P_n correspondant à chaque fois à une vitesse de rotation minimale (minimum relatif). Si on connaît alors par la suite le temps qui s'est écoulé entre le passage du moteur par la position angulaire P_{n-1} et le passage du moteur par la position angulaire P_n , il est possible de déterminer la vitesse de rotation du moteur sur l'intervalle de temps considéré, entre P_{n-1} et P_n .

[0042] Au cours d'une première étape 100 ([Fig.6]), il est proposé de mémoriser dans une mémoire tampon des valeurs Δt_i (comme montré sur [Fig.2]) en assez grand nombre pour pouvoir déterminer les positions angulaires P_{n-1} et P_n successives du moteur lorsque celui-ci passe par un minimum relatif de vitesse de rotation. On sait qu'entre P_{n-1} et P_n , dans le cas illustré d'un moteur à quatre cylindres illustré à la [Fig.1], il y a environ 180°CRK soit une trentaine de dents. Comme il ressort de la description qui précède, pour déterminer une position P_{n-1} , il convient d'avoir quelques mesures de durée de passage d'une dent avant la position P_{n-1} et après la position P_n . Dans ce cas donné à titre d'exemple illustratif, on pourra par exemple prévoir une mémoire tampon permettant de mémoriser par exemple une quarantaine (mais de préférence une soixantaine dans le présent cas de figure pour avoir toujours deux minima de vitesse

qui sont espacés de 30 dents) de durées de passage d'une dent. Ce nombre est adapté en fonction du nombre de cylindres et de la structure du moteur.

- [0043] Il est prévu d'enregistrer les valeurs Δt_i au fur et à mesure de leur acquisition dans la mémoire tampon. Lorsque celle-ci est pleine, la valeur de mesure la plus récente vient remplacer dans le tampon la valeur de mesure la plus ancienne.
- [0044] Dans le cas de figure illustré ici, au niveau de la référence R, deux dents sont manquantes. La mesure entre deux fronts de dent successifs correspond alors au passage de trois secteurs. La durée de passage pour les deux fronts de dents successifs peut alors être considérée comme trois mesures de temps. Selon une variante de réalisation préférée, au niveau d'une référence sur la cible correspondant à n dents manquantes, la durée de passage mesurée entre deux fronts de dent successifs sera divisée par (n+1) et (n+1) valeurs identiques sont enregistrées dans la mémoire tampon.
- [0045] Au cours d'une deuxième étape 200 ([Fig.6]), il est proposé de déterminer, à partir des valeurs mémorisées, les positions angulaires Pn-1 et Pn correspondant à deux positions angulaires du moteur pour lesquelles la vitesse de rotation du moteur passe par un minimum relatif.
- [0046] Chaque position Pn-1 et Pn peut être par exemple être déterminée comme expliqué plus haut en déduisant une vitesse instantanée de chaque durée de passage de dent enregistrée puis en utilisant la méthode des moindres carrés. Il n'est pas nécessaire de déterminer une vitesse instantanée pour chaque dent et on peut le faire uniquement pour quelques durées mémorisées correspondant à des passages de dents à proximité des points morts hauts considérés. D'autres méthodes que la méthode des moindres carrés peuvent bien entendu être utilisées mais cette dernière proposée ici permet d'obtenir un résultat avec précision et sans nécessiter des calculs compliqués.
- [0047] Une troisième étape 300 ([Fig.6]) a pour but de déterminer le temps qui sépare le passage du moteur par la première position angulaire (Pn-1) pour laquelle le moteur a une vitesse de rotation minimale (minimum relatif) et le passage du moteur par la seconde position angulaire (Pn) pour laquelle le moteur a à nouveau une vitesse de rotation minimale (minimum relatif).
- [0048] Cette durée peut être déterminée approximativement par exemple en additionnant (dans l'exemple numérique illustré au dessin) trente valeurs mémorisées successives, la première de ces valeurs correspondant à la durée du passage de dent incluant le passage par la position Pn-1 (ou bien la dernière de ces valeurs correspondant à la durée du passage de dent incluant le passage par la position Pn).
- [0049] Il est proposé (cf. [Fig.4]) de déterminer plus précisément le temps qui sépare le passage du moteur par la première position angulaire Pn-1 (correspondant à la première vitesse minimale du moteur) du passage du moteur par la seconde position

angulaire P_n (correspondant à la seconde vitesse minimale du moteur).

- [0050] La position angulaire P_{n-1} est connue puisqu'elle a été déterminée à l'étape précédente. Cette position angulaire P_{n-1} se trouve dans un secteur de 6° de la cible. On suppose sur la [Fig.4] que ledit secteur correspond à la durée de passage Δt_k de la dent k . On suppose par exemple que le secteur correspondant s'étend entre les deux positions angulaires $(6k)^\circ\text{CRK}$ et $(6k+6)^\circ\text{CRK}$. On a alors :

$$6k \leq P_{n-1} < 6k+6$$

- [0051] Pour déterminer le temps qu'a mis le moteur pour passer de la position P_{n-1} à la position $(6k+6)$, on suppose que la vitesse de rotation du moteur pendant le passage de la dent k était constante. Cette approximation est (très) raisonnable car la position P_{n-1} correspond à un minimum de vitesse (relatif) et la tangente de la vitesse en P_{n-1} est donc nulle. La variation de vitesse est donc faible. Cette vitesse de rotation correspond ainsi à la distance angulaire (soit 6°) entre deux fronts descendants (dans l'exemple choisi) successifs divisée par la différence de temps entre les deux acquisitions correspondant à ces deux fronts. Par la suite, le temps estimé entre l'instant où la vitesse est supposée être minimale (résultat de la méthode des moindres carrés) et l'acquisition du front de dent précédent (respectivement ultérieur) se détermine par une règle de proportionnalité comme traduit dans les calculs ci-après.

- [0052] On appelle T_{fn-1} la durée de passage de la position angulaire $6k$ à P_{n-1} et T_{bn-1} la durée de passage de la position angulaire de P_{n-1} à $6k+6$. On a alors les formules suivantes :

$$[0053] \quad T_{fn-1} = (P_{n-1} - 6k) * \Delta t_k / 6$$

$$[0054] \quad T_{bn-1} = (6k+6 - P_{n-1}) * \Delta t_k / 6$$

- [0055] Le même calcul est fait alors aussi pour P_n . On suppose que l'on a :

$$[0056] \quad 6m \leq P_n < 6m+6$$

- [0057] La durée T_{mon} ([Fig.5]) entre le passage du moteur par la position angulaire P_{n-1} à la position angulaire P_n est alors :

$$[0058] \quad T_{\text{mon}} = T_{bn-1} + [\text{somme des } \Delta t_j \text{ pour } j \text{ variant de } k+1 \text{ à } m-1] + T_{fn}$$

- [0059] La position angulaire P_{n-1} correspondant au passage par un premier minimum relatif de vitesse de rotation du moteur, la position angulaire P_n correspondant au passage par un second minimum relatif de vitesse de rotation du moteur, et la durée T_{mon} pour que le moteur passe de la position angulaire P_{n-1} correspond au premier minimum de vitesse à la position angulaire P_n correspondant au second minimum de vitesse ayant maintenant été déterminés, il est possible de déterminer alors une vitesse de contrôle du moteur.

- [0060] Pour obtenir une vitesse de contrôle V_{mon} en tr/min avec des positions angulaires données en degrés et des durées en secondes, on aura :

$$[0061] \quad V_{\text{mon}} = [(P_n - P_{n-1}) / 360] / [T_{\text{mon}} / 60]$$

- [0062] Soit
- [0063] $V_{\text{mon}} = (P_n - P_{n-1}) / (6 * T_{\text{mon}})$
- [0064] De préférence, on utilisera à la place de $P_n - P_{n-1}$ la valeur angulaire théorique séparant deux passages par des minima relatifs de vitesse, c'est-à-dire la valeur angulaire pour passer d'un point mort haut au point mort haut suivant, 180°CRK dans l'exemple numérique pris plus haut et illustré au dessin.
- [0065] Cette vitesse de rotation du moteur V_{mon} peut alors être comparée à la vitesse mesurée sur le moteur et illustrée par une courbe C' sur la [Fig.5].
- [0066] Ce procédé décrit plus haut est mis en œuvre par un calculateur électronique embarqué à bord d'un véhicule, par exemple un véhicule automobile. Ce calculateur peut être appelé unité de gestion et est connu aussi sous le sigle anglais CPU. Comme illustré schématiquement sur la [Fig.7], on a un véhicule V motorisé par un moteur M , ledit moteur étant géré électroniquement par au moins une unité électronique CPU.
- [0067] Sur cette [Fig.7], une cible 10 de vilebrequin a été aussi schématiquement représentée. Cette cible 10 est associée à un capteur 20 qui fournit un signal traité par l'unité CPU à laquelle est associée la mémoire tampon 30 évoquée plus haut.

Application industrielle

- [0068] La présente solution technique peut trouver à s'appliquer notamment dans le contrôle moteur pour surveiller la vitesse de rotation du moteur.
- [0069] Le procédé proposé, et les moyens correspondants pour la mise en œuvre de ce procédé, permettent de fournir une vitesse de rotation de surveillance quelle que soit la vitesse de rotation du moteur.
- [0070] Le procédé proposé fonctionne même avant synchronisation du moteur. Il est aussi opérationnel même si le capteur associé à la cible vilebrequin devait ne pas détecter une dent de la cible, ou au contraire voir une dent qui n'existe pas sur la cible.
- [0071] 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] Procédé de détermination de la vitesse de rotation d'un moteur à combustion interne comportant un vilebrequin avec une cible (10) présentant à sa périphérie des dents réparties régulièrement, ladite cible étant associée à un capteur (20) détectant pour chaque dent un front de dent, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
- mises en mémoire (100) successives des durées de passage de dents (Δt_i) de la cible devant le capteur, le nombre de durées de passage mémorisées étant strictement supérieur au nombre de dents passant devant le capteur entre un premier minimum de vitesse de rotation et un second minimum de vitesse de rotation,
 - détermination d'un écart de position angulaire (200) du moteur entre la position angulaire correspondant au premier minimum de vitesse (P_{n-1}) et la position angulaire correspondant au second minimum de vitesse (P_n),
 - détermination de la durée écoulée (300) entre le passage de la position angulaire du moteur correspondant au premier minimum de vitesse et le passage de la position angulaire du moteur correspondant au second minimum de vitesse, et
 - détermination de la vitesse de rotation (400) du moteur à partir de l'écart angulaire entre la position angulaire correspondant au premier minimum de vitesse de rotation et la position angulaire correspondant au second minimum de vitesse de rotation, d'une part, et des durées de passage de dents mémorisées entre le premier minimum de vitesse et le second minimum de vitesse.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les durées de passage de dents sont mémorisées dans une mémoire tampon (30) pouvant contenir un nombre prédéterminé de données, et en ce que lorsque la mémoire tampon (30) est remplie, une nouvelle donnée correspondant à une nouvelle durée mesurée vient remplacer la donnée la plus ancienne mémorisée.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la cible (10) comporte une singularité (R) se présentant sous la forme d'un creux correspondant à i dents manquantes, et en ce que lors du passage dudit creux la durée de passage mesurée est divisée par $(i+1)$ et $(i+1)$ durées correspondant au résultat obtenu par cette division sont mémorisées.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le

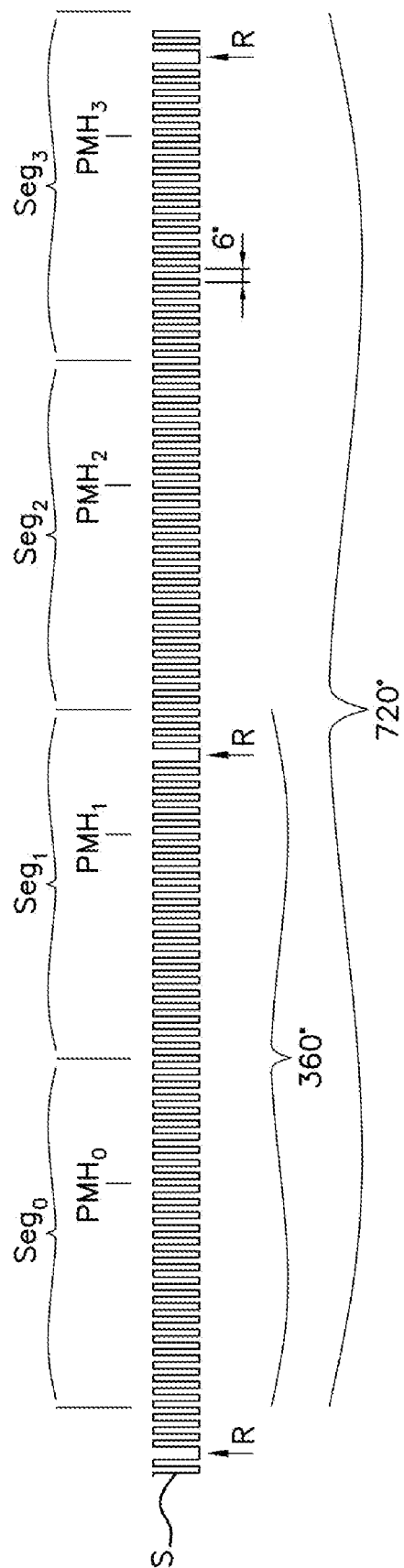
premier minimum de vitesse et le second minimum de vitesse correspondent à deux minima de vitesse successifs.

- [Revendication 5] Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'à partir d'un nombre prédéterminé de durées de passage de dent de la cible mémorisées, on détermine pour chaque durée une vitesse de rotation instantanée correspondante respective, lesdites durées de passage correspondant à des dents se trouvant de part et d'autre de la position correspondant à un minimum de vitesse, et en ce qu'à partir des vitesses instantanées calculées et des positions angulaires théoriques connues des dents correspondantes la position angulaire correspondant à un minimum de la vitesse de rotation du moteur est déterminée par la méthode des moindres carrés.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que pour la détermination de la durée écoulée entre le passage de la position angulaire du moteur correspondant au premier minimum de vitesse et le passage de la position angulaire du moteur correspondant au second minimum de vitesse, d'une part, le temps, entre le passage de la position angulaire du moteur correspondant au premier minimum de vitesse et le passage du front de dent détecté suivant et, d'autre part, le temps entre le passage du dernier front de dent avant le passage de la position angulaire correspondant au second minimum de vitesse et le passage de la position angulaire correspondant au second minimum de vitesse, sont estimés en considérant que la vitesse de rotation du moteur est constante à chaque fois entre la détection de deux fronts de dent de la cible positionnés autour d'une position angulaire correspondant à un minimum de vitesse.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que pour la détermination de la vitesse de rotation du moteur à partir de l'écart angulaire entre la position angulaire correspondant au premier minimum de vitesse de rotation et la position angulaire correspondant au second minimum de vitesse de rotation, le calcul est réalisé avec la distance angulaire théorique séparant le premier minimum de vitesse du second minimum de vitesse de rotation.
- [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 l'une des revendications 1 à 7.
- [Revendication 9] Calculateur électronique destinée à la gestion d'un moteur à combustion

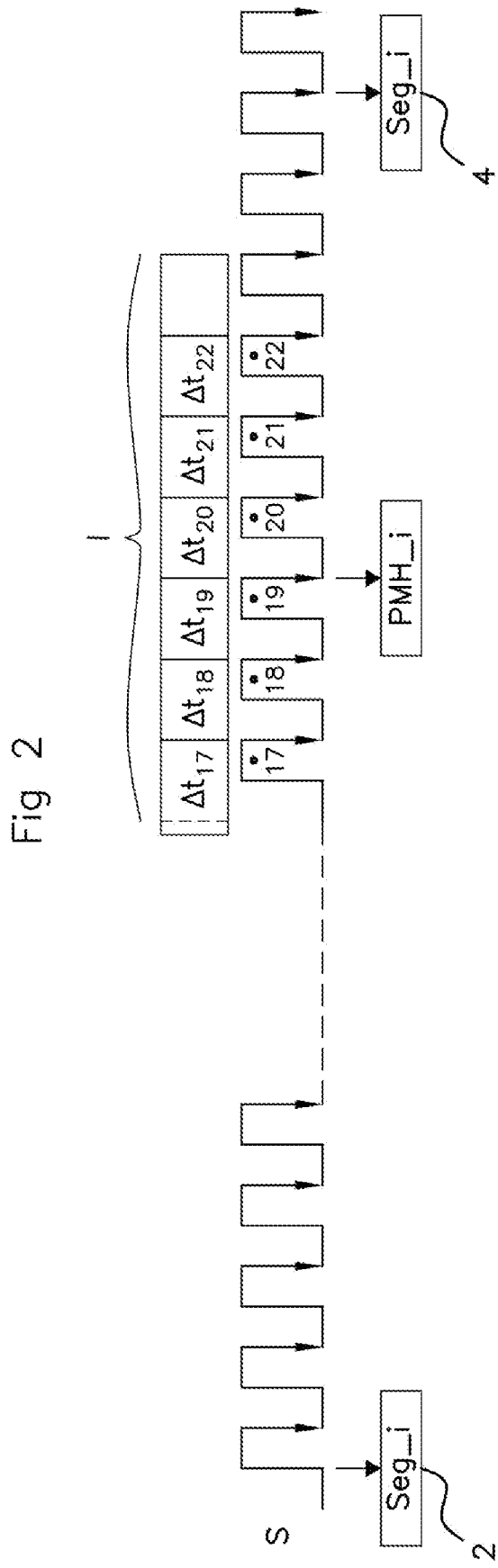
interne, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour la mise en œuvre de chacune des étapes d'un procédé selon l'une des revendications 1 à 7.

[Revendication 10] Véhicule automobile comportant un moteur à combustion interne, caractérisé en ce qu'il comporte un calculateur électronique selon la revendication 9.

[Fig. 1]

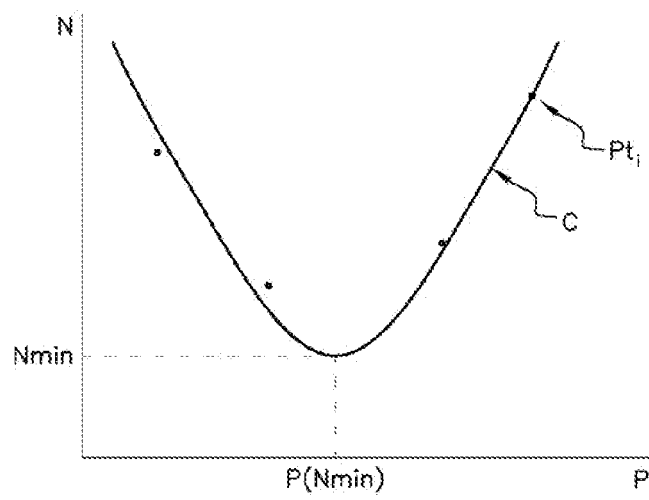


[Fig. 2]



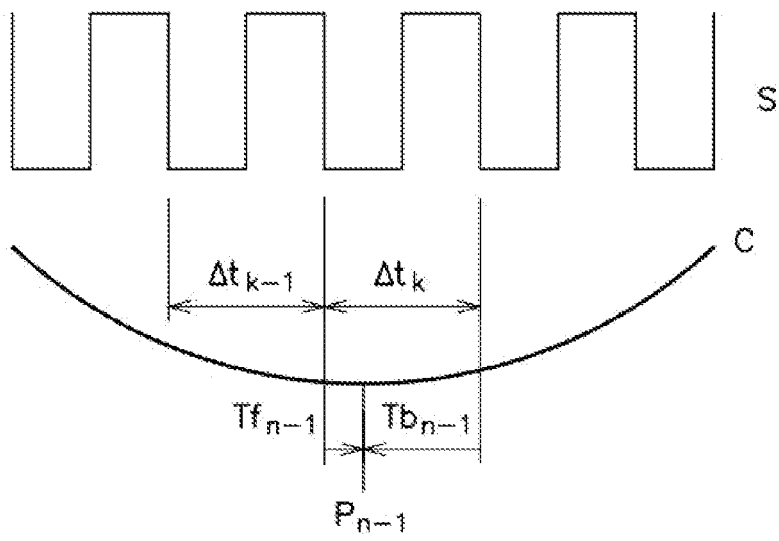
[Fig. 3]

Fig 3



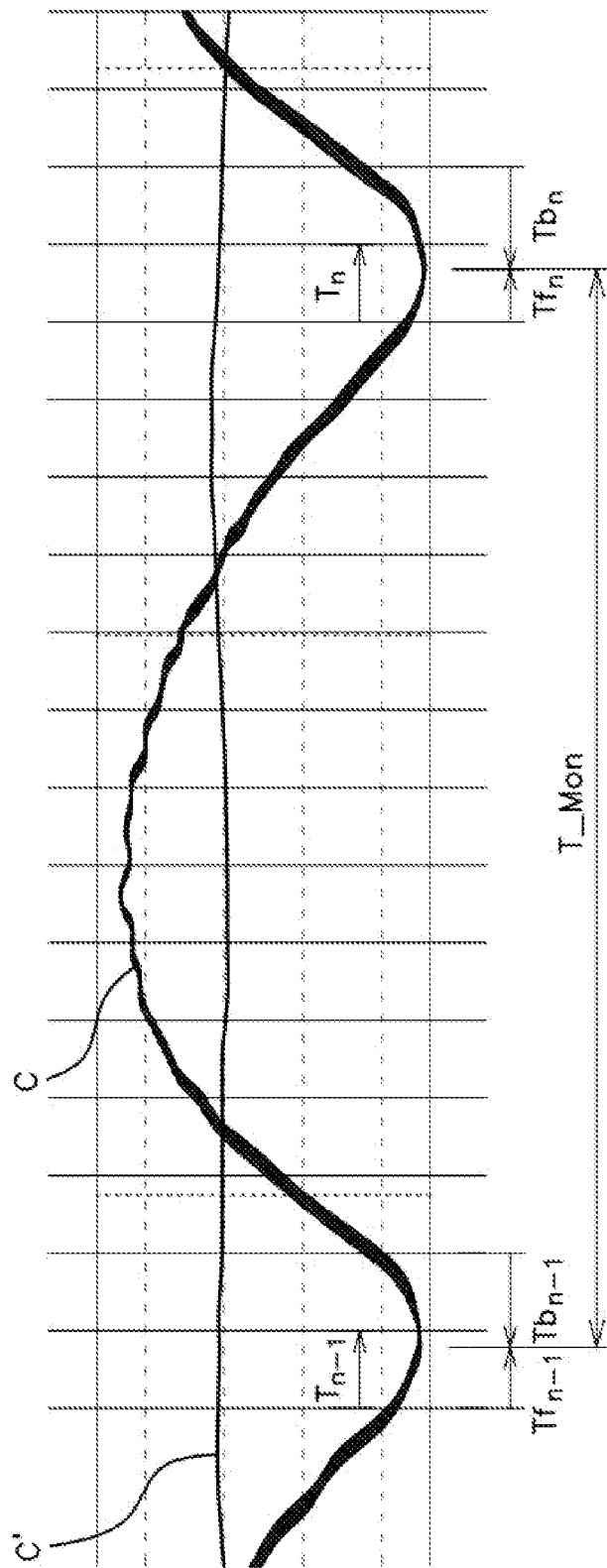
[Fig. 4]

Fig 4



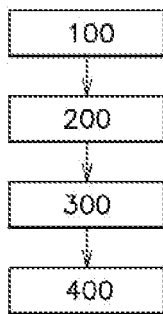
[Fig. 5]

Fig. 5



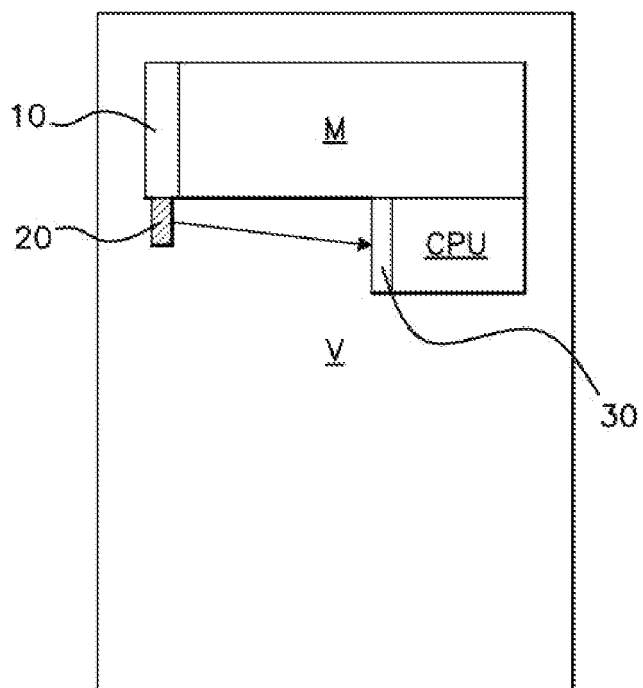
[Fig. 6]

Fig 6



[Fig. 7]

Fig 7



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 914839
FR 2300203

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 2016/062453 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 28 avril 2016 (2016-04-28)	1-5, 7-10	F02D 41/02 F02D 41/30
A	* page 16, alinéa 2; revendications 1-10; figures 1, 2 * -----	6	
X	WO 2021/199610 A1 (HITACHI ASTEMO LTD) 7 octobre 2021 (2021-10-07)	1-5, 7-10	F02D 41/02 F02D 41/30
A	* alinéas [0018] - [0042]; revendications 1-13; figures 1-11 * -----	6	
X	& DE 11 2021 000244 T5 (HITACHI ASTEMO LTD [JP]) 8 septembre 2022 (2022-09-08) * alinéas [0020], [0024] - [0028], [0039], [0040], [0042], [0043]; revendications 1-13; figures 1-11 * -----	1, 8-10	F02D 41/02 F02D 41/30
A	FR 3 065 283 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 19 octobre 2018 (2018-10-19) * abrégé; revendication 1; figure 1 * -----	1-10	
A	FR 2 821 887 A1 (SIEMENS AUTOMOTIVE SA [FR]) 13 septembre 2002 (2002-09-13) * abrégé; revendication 1; figure 1 * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F02D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
8 août 2023		Boye, Michael	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2300203 FA 914839**

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 **08-08-2023**
 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 2016062453 A1	28-04-2016	CN	107076039 A	18-08-2017
		DE	102014221293 A1	21-04-2016
		EP	3188947 A1	12-07-2017
		KR	20170073634 A	28-06-2017
		US	2017217427 A1	03-08-2017
		WO	2016062453 A1	28-04-2016

WO 2021199610 A1	07-10-2021	CN	114930010 A	19-08-2022
		DE	112021000244 T5	08-09-2022
		JP	7316247 B2	27-07-2023
		JP	2021161904 A	11-10-2021
		US	2023054131 A1	23-02-2023
		WO	2021199610 A1	07-10-2021

FR 3065283 A1	19-10-2018	AUCUN		

FR 2821887 A1	13-09-2002	AUCUN		
