

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
12 décembre 2024 (12.12.2024)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/251645 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F02D 41/00 (2006.01) *F02D 41/24* (2006.01)
F02D 41/22 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2024/065162

(22) Date de dépôt international :
03 juin 2024 (03.06.2024)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2305856 09 juin 2023 (09.06.2023) FR

(71) Déposant : VITESCO TECHNOLOGIES GMBH
[DE/DE] ; Siemensstraße, 12, 93055 Regensburg (DE).

(72) Inventeurs : ELOY, Stéphane ; c/o Vitesco Technologies France, Intellectual Property Department, 40 avenue du Général de Crouette, 31100 Toulouse (FR). JOSEPH, Fabien ; c/o Vitesco Technologies France, Intellectual Property Department, 40 avenue du Général de Crouette, 31100 Toulouse (FR).

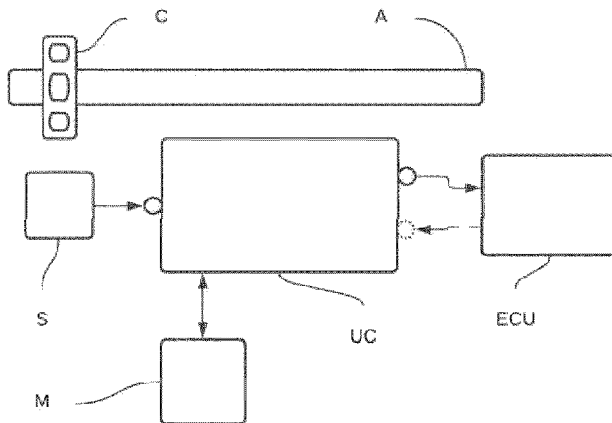
(74) Mandataire : VITESCO TECHNOLOGIES - ASSOCIATION NO. 1137 ; Landsberger Straße 187, Haus D, 80687 München (DE).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: METHOD FOR ACHIEVING PREDICTIVE MAINTENANCE OF THE CRANKSHAFT SENSOR OF A PISTON ENGINE AND ASSOCIATED MODULE

(54) Titre : PROCÉDÉ DE MAINTENANCE PRÉDICTIVE DU CAPTEUR DE VILEBREQUIN D'UN MOTEUR À PISTON ET MODULE ASSOCIÉ

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for achieving predictive maintenance (P) of a magnetic sensor of crankshaft angular position, the magnetic sensor being intended to generate a voltage signal the envelope (E) of which has an amplitude that varies with the speed of rotation of the crankshaft associated with the sensor within a combustion engine, the method comprising a step (Ed) of detecting wear of the magnetic sensor on the basis of a set of current parameters, the set of current parameters comprising at least one current speed of rotation of the engine, the detecting step comprising acquiring (a1) a current speed of rotation of the engine, acquiring (a2) a current amplitude value, determining (Ec) a deviation between the current amplitude value of the voltage signal and a nominal operating domain at the current speed of rotation, and generating (Et) an alarm when the deviation is greater than a predetermined threshold.

(57) Abrégé : Procédé de maintenance prédictive (P) d'un capteur magnétique de position angulaire de vilebrequin, le capteur magnétique étant prévu pour générer un signal de tension dont l'enveloppe (E) présente une amplitude qui varie avec la vitesse de rotation du vilebrequin associé au capteur au sein d'un moteur thermique, le procédé comportant une étape de détection (Ed) de l'usure du capteur magnétique à partir d'un ensemble de paramètres courants, l'ensemble de paramètres courants comportant au moins une vitesse courante de rotation du moteur, l'étape de détection comportant une acquisition (a1) d'une vitesse courante de rotation du moteur, une acquisition (a2) d'une valeur courante d'amplitude, une détermination (Ec) d'un écart entre la valeur courante d'amplitude de signal de tension et un domaine de fonctionnement nominal à la vitesse courante de rotation, et une génération (Et) d'une alarme lorsque l'écart est supérieur à un seuil prédéterminé.

MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

Procédé de maintenance prédictive du capteur de vilebrequin d'un moteur à piston et module associé

Description

5

Domaine de l'invention

La présente invention concerne le domaine de la maintenance prédictive de pièces associées à un moteur thermique à pistons. Elle concerne en particulier la maintenance prédictive du capteur de rotation d'un vilebrequin d'un tel moteur.

10

Art antérieur

Le cycle de combustion d'un moteur interne comprend plusieurs phases dont l'occurrence est décalée dans le temps pour chaque cylindre, la commande synchronisée des soupapes du moteur thermique étant réalisée par l'arbre à cames.

15

Afin que le cycle de combustion se déroule normalement, il est nécessaire de disposer d'une référence angulaire fiable sur la base de laquelle est déterminée chaque phase de chaque cylindre.

L'arbre à cames est entraîné en rotation par le vilebrequin. Le vilebrequin est un dispositif mécanique qui permet, par l'intermédiaire d'une bielle, la transformation du mouvement rectiligne d'un piston en un mouvement de rotation continu, et inversement, assurant ainsi la transmission de l'énergie de combustion du carburant dans les cylindres en énergie mécanique.

20

Ainsi, la connaissance de la position angulaire du vilebrequin permet de connaître une référence angulaire fiable sur la base de laquelle est déterminée chaque phase de chaque cylindre.

25

Une telle référence est disponible par l'intermédiaire d'une roue dentée, aussi appelée cible, solidaire en rotation du vilebrequin. La roue est associée à un capteur dédié, appelé capteur de vilebrequin, dont le rôle in fine est de permettre la détermination de la position angulaire et de la vitesse de rotation de la roue dentée. Le capteur est équipé d'un élément sensible. Selon un exemple, la roue est métallique et l'élément sensible est apte à détecter le métal, tel un capteur à effet hall. Le profil de la roue comporte typiquement une cible qui est munie de repères répartis sur sa périphérie. Le capteur de vilebrequin a pour fonction de transformer le champ magnétique mesuré en signal électrique et ainsi de fournir un signal en potentiel sur deux fils qui lui sont raccordés. Le capteur de vilebrequin est typiquement monté à proximité du volant moteur qui sert de cible rotative ou supporte une telle cible.

30

La cible rotative possède une signature, aussi appelée dent longue ou espace, pour l'anglais gap, formée par une singularité dans le profil (autrement régulier) correspondant habituellement à deux repères manquants, et qui permet de fixer une référence pour la position du vilebrequin. Une telle signature génère un signal différent des autres repères, qui permet de déterminer lorsque la cible

5 rotative a réalisé une rotation complète.

Une cible rotative communément employée comprend 60 repères répartis sur la périphérie de la cible rotative, et deux repères consécutifs supprimés pour créer la signature. Une telle cible est appelée cible rotative 60-2. Une autre cible rotative connue est la cible rotative 36-2 (36 repères plus deux repères manquants).

10 La rotation de la cible rotative entraîne des modifications périodiques du flux magnétique dues au passage des repères, qui sont transformées par le capteur en des variations de tension pouvant par la suite être envoyées au calculateur de gestion moteur. Les variations de tension comprennent des fronts montants et des fronts descendants formant un signal périodique synchronisé avec le passage des repères devant le capteur.

15 À partir des données de tension produites par le capteur de vilebrequin, l'homme du métier sait calculer la vitesse de rotation et la position angulaire du vilebrequin pour obtenir les données de base nécessaires à la détermination du point d'injection et au réglage du point d'avance de l'allumage.

Toutefois, le vieillissement du capteur entraîne une diminution de son effet magnétique. En conséquence, la détermination de la position au moyen de l'aimant est moins précise, des dents

20 pouvant apparaître manquantes après traitement du signal électrique, notamment par écrêtage.

L'unité de contrôle est usuellement configurée pour détecter une telle altération de la précision du positionnement angulaire du vilebrequin. En pareil cas, la position angulaire du moteur peut être déterminée à partir de la position angulaire de l'arbre à cames, mais la position angulaire du moteur ainsi déterminée est alors moins précise. Lorsqu'une commande d'injection de carburant dans les

25 cylindres du moteur ou d'allumage des bougies est réalisée au mauvais moment, cela entraîne une déperdition d'énergie. En outre, au lieu de produire une énergie mécanique utile à l'entraînement du moteur, le carburant non brûlé lors d'un raté d'allumage, ou mal brûlé, contribue à une émission dans l'atmosphère de gaz polluants. Le moteur fonctionne ainsi dans un mode dégradé : le voyant moteur s'allume et le véhicule doit être immobilisé.

30 Un but de l'invention est de proposer un procédé de maintenance prédictive du capteur de rotation de la cible.

Exposé de l'invention

À cet effet, il est proposé, selon un premier aspect de l'invention, un procédé de maintenance prédictive d'un capteur magnétique de position angulaire de vilebrequin, le capteur magnétique étant prévu pour générer un signal de tension dont l'enveloppe présente une amplitude qui varie avec la

5 vitesse de rotation dudit vilebrequin associé au capteur au sein d'un moteur thermique.

Le procédé est mis en œuvre par une unité de calcul ayant subi une étape de modélisation comportant une détermination d'un domaine de fonctionnement nominal en tension du capteur de vilebrequin en fonction d'un ensemble de paramètres, l'ensemble de paramètres comportant au moins une vitesse de rotation du moteur thermique.

10 Le procédé comporte une étape de détection de l'usure du capteur magnétique à partir d'un ensemble de paramètres courants, l'ensemble de paramètres courants comportant au moins une vitesse courante de rotation du moteur thermique, l'étape de détection comportant :

- une acquisition d'une vitesse courante de rotation du moteur thermique, liée à une vitesse courante de rotation du vilebrequin,
- 15 • une acquisition d'une valeur courante d'amplitude de l'enveloppe du signal de tension généré par le capteur magnétique,
- une détermination d'un écart entre ladite valeur courante d'amplitude du signal de tension et le domaine de fonctionnement nominal, à ladite vitesse courante de rotation du moteur thermique, et
- 20 • une génération d'une alarme lorsque l'écart est supérieur à un seuil prédéterminé.

Selon une possibilité, la valeur courante d'amplitude du signal de tension peut être déterminée à partir d'une acquisition de la tension générée par le capteur de vilebrequin sur une fenêtre temporelle prédéterminée.

Dans un mode de réalisation, la vitesse courante de rotation du moteur thermique peut être

25 déterminée à partir d'une acquisition de la tension générée par le capteur de vilebrequin sur une fenêtre temporelle prédéterminée.

De préférence, l'étape de génération d'une alarme est suivie d'une étape de remplacement, ou de réparation, du capteur de vilebrequin effectuée par un opérateur humain.

Avantageusement, l'ensemble de paramètres courants en outre peut comporter une température courante, l'écart étant alors en outre déterminé à partir de la température courante. L'ensemble de

30 paramètres de calibration peut alors comporter en outre des températures de calibrations.

Selon un deuxième aspect de l'invention, il est proposé un module de maintenance prédictive d'un capteur magnétique de position angulaire de vilebrequin, le capteur magnétique étant prévu pour générer un signal de tension dont l'enveloppe présente une amplitude qui varie avec la vitesse de rotation du vilebrequin associé au capteur au sein d'un moteur thermique.

- 5 Le module met en œuvre une unité de calcul ayant subi une étape de modélisation comportant une détermination d'un domaine de fonctionnement nominal en tension du capteur de vilebrequin en fonction d'un ensemble de paramètres, l'ensemble de paramètres comportant au moins une vitesse de rotation du moteur thermique.

10 Le module est en outre configuré pour détecter une usure du capteur magnétique à partir d'un ensemble de paramètres courants, l'ensemble de paramètres courants comportant au moins une vitesse courante de rotation du moteur thermique, la détection comportant :

- une acquisition d'une vitesse courante de rotation du moteur thermique, liée à une vitesse courante de rotation du vilebrequin,
- une acquisition d'une valeur courante d'amplitude de l'enveloppe du signal de tension généré par le capteur magnétique,
- une détermination d'un écart entre la valeur courante d'amplitude du signal de tension et le domaine de fonctionnement nominal à ladite vitesse courante de rotation du moteur thermique, et
- une génération d'une alarme lorsque l'écart est supérieur à un seuil prédéterminé.

20 **Brève description des figures**

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés sur lesquels :

- [Fig. 1] illustre un mode de réalisation d'un procédé selon l'invention,
- 25 • [Fig. 2] illustre un mode de réalisation d'un module selon l'invention et de son environnement physique, et
- [Fig. 3] comporte un graphe d'évolution de la vitesse de rotation d'un moteur thermique et un graphe d'un signal de tension généré par un capteur magnétique.
- [Fig. 4] illustre un domaine de fonctionnement nominal obtenu par le procédé de la Figure 1.

Description détaillée de l'invention

Les modes de réalisation décrits ci-après n'étant nullement limitatifs, on pourra notamment considérer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites, par la suite isolées des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques suffit à conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure. Cette sélection comprend au moins une caractéristique, de préférence fonctionnelle sans détails structurels, ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie uniquement suffit à conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure.

10 Il est maintenant décrit, en référence à la Figure 1 et la Figure 2, un mode de réalisation d'un procédé P de maintenance prédictive d'un capteur magnétique S de position angulaire de vilebrequin A mis en œuvre par une unité de calcul Uc, en même temps qu'un module M mettant en œuvre une unité de calcul Uc.

15 Le capteur magnétique S est prévu pour générer un signal de tension dont l'enveloppe E présente une amplitude qui varie avec la vitesse de rotation du vilebrequin A associé au capteur au sein d'un moteur thermique (voir figure 3 ci-après). Le capteur magnétique S est typiquement associé à une cible magnétique C montée solidaire à rotation du vilebrequin A.

L'unité de calcul subit une étape de calibration Em, l'étape de calibration Em comportant une détermination d'un domaine de fonctionnement nominal en tension du capteur de vilebrequin en fonction d'un ensemble de paramètres. L'étape de calibration peut également être nommée « étape de modélisation ».

Selon un mode de réalisation, l'étape de calibration Em est réalisée préalablement à la mise en œuvre du procédé selon l'invention, par exemple sur un véhicule de test représentatif d'un autre véhicule équipé du module M selon l'invention. Selon une variante, l'étape de calibration Em peut être mise en œuvre sur un véhicule dont le capteur magnétique S de vilebrequin est neuf, par exemple après le remplacement du capteur magnétique.

L'ensemble de paramètres comportant au moins une vitesse de rotation du moteur thermique.

Le domaine de fonctionnement nominal est par exemple déterminé par une courbe exprimant la tension maximale délivrée par le capteur magnétique S en fonction de l'ensemble de paramètres.

30 La Figure 3 illustre un exemple d'un graphe d'évolution G1 de la vitesse de rotation d'un moteur thermique en fonction du temps et un graphe G2 d'un signal de tension généré aux mêmes instants

par un capteur magnétique, ledit signal de tension étant un signal alternatif dont l'amplitude est délimitée par une enveloppe E.

La Figure 4 illustre un exemple de domaine de fonctionnement nominal obtenu lors de l'étape de calibration. La tension maximale est portée sur l'axe des abscisses tandis que la vitesse de rotation du moteur est portée sur l'axe des ordonnées. La courbe résulte de segments qui relient un ensemble de points de calibration. On observe que la tension maximale délivrée par le capteur magnétique S augmente avec l'augmentation de la vitesse de rotation du moteur thermique.

Le module M est configuré pour mettre en œuvre une étape de détection Ed de l'usure du capteur magnétique S à partir d'un ensemble de paramètres courants, l'ensemble de paramètres courants comportant au moins une vitesse courante de rotation du moteur thermique.

L'étape de détection comporte une acquisition a1 d'une vitesse courante de rotation du moteur thermique, liée à une vitesse courante de rotation du vilebrequin (A).

La vitesse courante de rotation du moteur peut être déterminée à partir de la tension générée par le capteur de vilebrequin S sur une fenêtre temporelle prédéterminée. Ce procédé est également connu par l'homme du métier.

Selon une variante, la vitesse courante de rotation du moteur peut être reçue de l'unité de contrôle du moteur ECU configurée pour déterminer la vitesse courante de rotation du moteur.

L'étape de détection comporte en outre une étape d'acquisition a2 d'une valeur courante d'amplitude du signal de tension généré par le capteur magnétique.

Il est par exemple possible d'effectuer une mesure de la tension sur un fil sur une période d'une dent prédéterminée de la cible C. La période peut être identifiée par analyse de succession de front montant et de front descendant, selon des précédés connus de l'homme du métier.

Selon une variante, la valeur courante d'amplitude du signal de tension peut être reçue d'une unité de contrôle du moteur ECU, pour l'anglais Engine Control Unit, configurée pour déterminer la tension courante.

L'étape de détection comporte en outre une détermination Ec d'un écart entre la valeur courante de tension et le domaine de fonctionnement nominal, à la vitesse courante de rotation du moteur thermique.

L'écart entre la valeur de tension courante et le domaine de fonctionnement nominal est par exemple la distance euclidienne, c'est-à-dire la longueur séparant la valeur courante d'amplitude du signal de tension et le domaine de fonctionnement nominal.

L'ensemble de paramètres courant peut comporter une température courante. La température courante peut être mesurée, par exemple au moyen de capteur de températures. Le module peut alternativement recevoir l'information de température courante de l'unité de contrôle du moteur ECU. C'est habituellement la température d'huile ou d'eau de refroidissement, qui sont les plus proches de la valeur du capteur et de la cible vilebrequin.

Lorsque l'ensemble de paramètres de calibration ne comporte pas de températures de calibrations et l'ensemble de paramètres courant comporte une température courante, l'écart est en outre déterminé à partir de la température courante.

Lorsque l'ensemble de paramètres de calibration comporte des températures de calibrations et l'ensemble de paramètres courant comporte une température courante, l'écart peut être directement déterminé.

Le procédé P comporte en outre une étape de génération Et d'une alarme lorsque l'écart est supérieur à un seuil prédéterminé.

L'étape de génération Et d'une alarme peut être suivie d'une étape de réparation ou de remplacement Er du capteur de vilebrequin S effectuée par un opérateur humain.

Le module M selon l'invention peut être implémenté sous forme de module électronique comportant une mémoire dans laquelle est stocké un produit programme d'ordinateur comportant des instructions prévues pour être exécutées par l'unité de calcul UC ou par l'unité de contrôle du moteur ECU qui remplace alors l'unité de calcul UC.

Enfin, le procédé selon l'invention et le module correspondant peuvent être mis en œuvre avec des capteurs autres que magnétique, pourvu que le capteur soit sensible au passage d'éléments de repère de la cible.

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention. De plus, les différentes caractéristiques, formes, variantes et modes de réalisation de l'invention peuvent être associés les uns avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où ils ne sont pas incompatibles ou exclusifs les uns des autres.

Revendications

- 1) Procédé de maintenance prédictive (P) d'un capteur magnétique (S) de position angulaire de vilebrequin (A), le capteur magnétique étant prévu pour générer un signal de tension dont l'enveloppe (E) présente une amplitude qui varie avec la vitesse de rotation dudit vilebrequin (A) associé audit capteur au sein d'un moteur thermique,

le procédé étant mis en œuvre par une unité de calcul (Uc) ayant subi une étape de modélisation (Em) comportant une détermination d'un domaine de fonctionnement nominal en tension du capteur de vilebrequin en fonction d'un ensemble de paramètres, ledit ensemble de paramètres comportant au moins une vitesse de rotation du moteur thermique,

le procédé comportant une étape de détection (Ed) de l'usure dudit capteur magnétique à partir d'un ensemble de paramètres courants, ledit ensemble de paramètres courants comportant au moins une vitesse courante de rotation du moteur thermique, ladite étape de détection comportant :

une acquisition (a1) d'une vitesse courante de rotation du moteur thermique, liée à une vitesse courante de rotation du vilebrequin (A),

une acquisition (a2) d'une valeur courante d'amplitude de l'enveloppe (E) du signal de tension généré par le capteur magnétique,

une détermination (Ec) d'un écart entre ladite valeur courante d'amplitude du signal de tension et ledit domaine de fonctionnement nominal à ladite vitesse courante de rotation du moteur thermique, et

une génération (Et) d'une alarme lorsque l'écart est supérieur à un seuil prédéterminé.

- 2) Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la valeur courante d'amplitude du signal de tension est déterminée à partir d'une acquisition de la tension générée par le capteur de vilebrequin (S) sur une fenêtre temporelle prédéterminée.

- 3) Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel la vitesse courante de rotation du moteur thermique est déterminée à partir d'une acquisition de la tension générée par le capteur de vilebrequin (S) sur une fenêtre temporelle prédéterminée.

- 4) Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de génération d'une alarme est suivie d'une étape de remplacement (Er) du capteur de vilebrequin (S) effectuée par un opérateur humain.
- 5) Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit ensemble de paramètres courants comporte en outre une température courante, l'écart étant en outre déterminé à partir de ladite température courante.
- 6) Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'ensemble de paramètres de calibration comporte en outre des températures de calibrations.
- 7) Module (M) de maintenance prédictive d'un capteur magnétique (S) de position angulaire (A) de vilebrequin, le capteur magnétique étant prévu pour générer un signal de tension dont l'enveloppe (E) présente une amplitude qui varie avec la vitesse de rotation dudit vilebrequin (A) associé audit capteur au sein d'un moteur thermique,
- le module mettant en œuvre une unité de calcul (Uc) ayant subi une étape de modélisation (Em) comportant une détermination d'un domaine de fonctionnement nominal en tension du capteur de vilebrequin en fonction d'un ensemble de paramètres, ledit ensemble de paramètres comportant au moins une vitesse de rotation du moteur thermique,
- le module étant configuré pour détecter une usure dudit capteur magnétique à partir d'un ensemble de paramètres courants, ledit ensemble de paramètres courants comportant au moins une vitesse courante de rotation du moteur thermique, ladite détection comportant :
- une acquisition (a1) d'une vitesse courante de rotation du moteur thermique, liée à une vitesse courante de rotation du vilebrequin (A),
- une acquisition (a2) d'une valeur courante d'amplitude de l'enveloppe (E) du signal de tension généré par le capteur magnétique,
- une détermination (Ec) d'un écart entre ladite valeur courante d'amplitude du signal de tension et ledit domaine de fonctionnement nominal à ladite vitesse courante de rotation du moteur thermique, et
- une génération (Et) d'une alarme lorsque l'écart est supérieur à un seuil prédéterminé.

Fig. 1

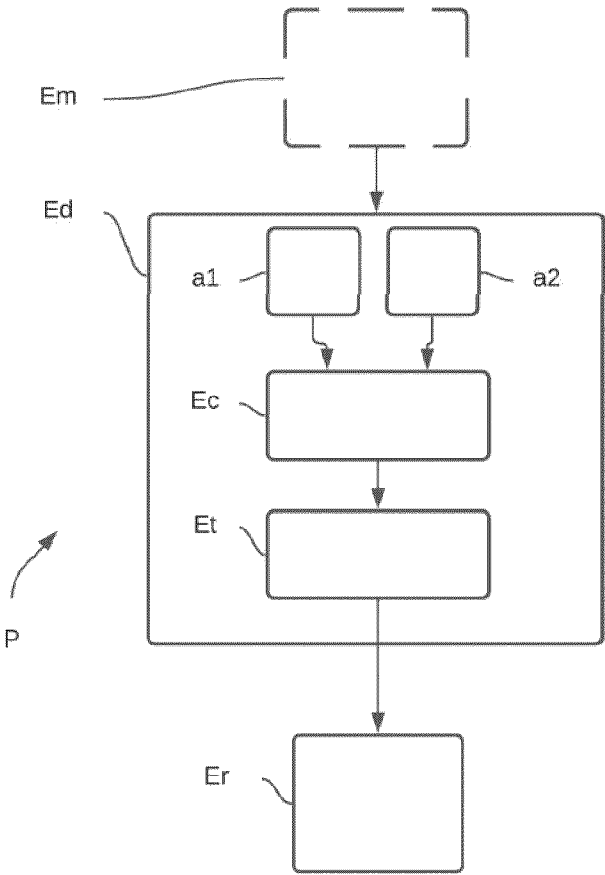


Fig. 2

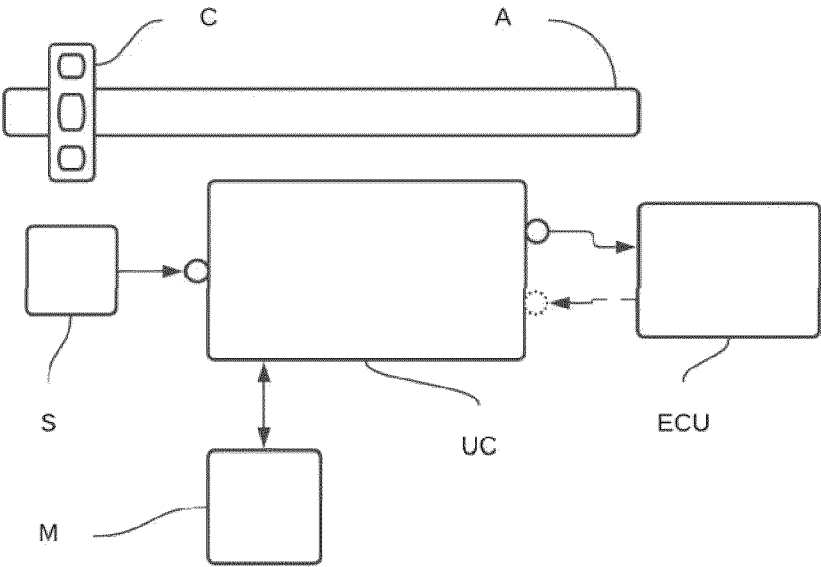


Fig. 3

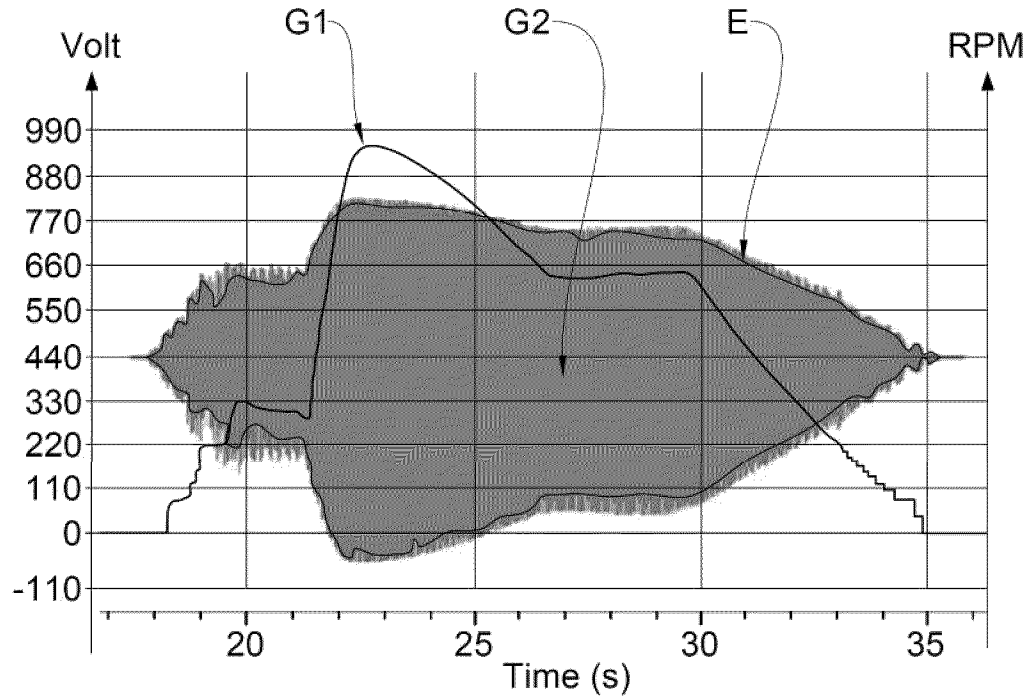
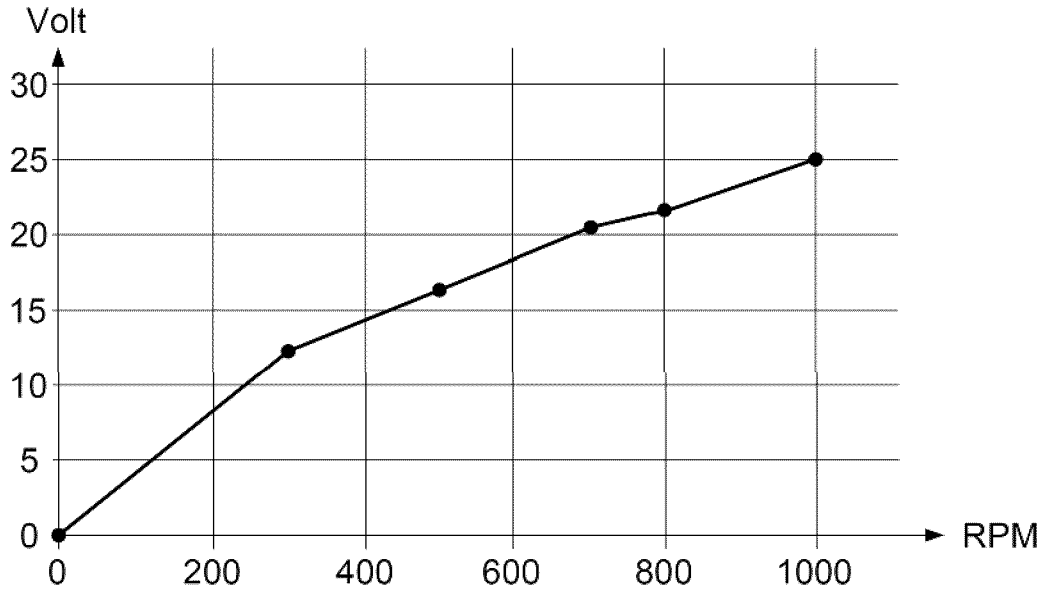


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/065162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F02D 41/00**(2006.01)i; **F02D 41/22**(2006.01)i; **F02D 41/24**(2006.01)i

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2491110 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 28 November 2012 (2012-11-28) page 4, lines 3-9; claims 1-15; figures 1-4 page 18, lines 14-21	1-7
A	FR 3027388 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 22 April 2016 (2016-04-22) claims 1-6; figures 1-9	1-7
A	EP 1400785 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24 March 2004 (2004-03-24) claims 1-9; figures 1-3	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

06 September 2024

Date of mailing of the international search report

16 September 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Boye, Michael

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/065162

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
GB	2491110	A	28 November 2012	NONE			
FR			3027388	A1	22 April 2016		
				CN	105526853	A	27 April 2016
				FR	3027388	A1	22 April 2016
				US	2016108842	A1	21 April 2016
EP			1400785	A2	24 March 2004		
				DE	10243004	A1	25 March 2004
				EP	1400785	A2	24 March 2004
				KR	20040025571	A	24 March 2004

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02D41/00 F02D41/22 F02D41/24 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		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	GB 2 491 110 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 28 novembre 2012 (2012-11-28) page 4, lignes 3-9; revendications 1-15; figures 1-4 page 18, lignes 14-21 -----	1 - 7
A	FR 3 027 388 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 22 avril 2016 (2016-04-22) revendications 1-6; figures 1-9 -----	1 - 7
A	EP 1 400 785 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24 mars 2004 (2004-03-24) revendications 1-9; figures 1-3 -----	1 - 7
<div> ☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </div>		
<div> <div> * 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 </div> <div> "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 </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 6 septembre 2024		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 16/09/2024
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 Boye, Michael

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2024/065162

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2491110	A	28-11-2012	AUCUN	

FR 3027388	A1	22-04-2016	CN 105526853 A	27-04-2016
			FR 3027388 A1	22-04-2016
			US 2016108842 A1	21-04-2016

EP 1400785	A2	24-03-2004	DE 10243004 A1	25-03-2004
			EP 1400785 A2	24-03-2004
			KR 20040025571 A	24-03-2004
