(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
27 octobre 2016 (27.10.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/169644 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F02D 41/00 (2006.01) *F02D 41/12* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/000628

(22) Date de dépôt international :
18 avril 2016 (18.04.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1553592 22 avril 2015 (22.04.2015) FR

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

(72) Inventeurs : **MARCONATO, Benjamin**; 15, rue Henri Claude Lauth, Appt 3, 31400 Toulouse (FR). **SUBBANA, Sharath**; 52nd Main, Kumaraswamy layout, 809, 560078 Bangalore (IN).

(74) Représentant commun : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE**; 1, Avenue Paul Ourliac, (Service Intellectuel Property), 31100 Toulouse (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

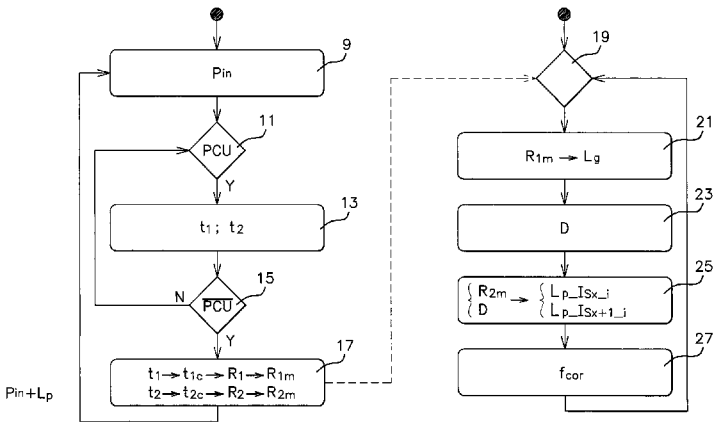
(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR DETERMINING ACTUAL LENGTHS OF SHORT INTERVALS OF A TOOTHED TARGET OF A CRANKSHAFT

(54) Titre : PROCEDE DE DETERMINATION DE LONGUEURS REELLES DE PETITS INTERVALLES D'UNE CIBLE DENTEE D'UN VILEBREQUIN

Fig 4



(57) Abstract : The present invention relates to a method for determining actual lengths (L_p) of short intervals, shorter than one segment (Sx) of a toothed target (1) of the crankshaft. The determination method comprises: - a measurement step (13) measuring first times (t_1), each corresponding to the time that said target takes to traverse a long interval of a length of a segment, and second times (t_2), each corresponding to the time that said target takes to traverse a short interval, - a correction step (17) calculating a first ratio (R_1) between two long intervals and a second ratio (R_2) between two short intervals, - a step (21) of obtaining the actual length of each of the long intervals, - a step (23) of calculating a difference in length (D) between two long intervals, - and a step (25) of determining the respective actual lengths (L_p) of a pair of short intervals (I_{Sx_i}, I_{Sx+1_i}) of the toothed target.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2016/169644 A1

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

La présente invention propose un procédé de détermination de longueurs réelles (L_p) de petits intervalles, plus petit qu'un segment (Sx), d'une cible dentée (1) d'un vilebrequin. Le procédé de détermination comporte : - une étape de mesure (13) mesurant les premiers temps (t_1) chacun correspondant au temps que met ladite cible à parcourir un grand intervalle d'une longueur d'un segment et celle de seconds temps (t_2) chacun correspondant au temps que met ladite cible à parcourir un petit intervalle, - une étape de correction (17) calculant un premier ratio (R_1) entre deux grands intervalles et un second ratio (R_2) entre deux petits intervalles, - une étape d'obtention (21) de la longueur réelle de chacun des grands intervalles, - une étape de calcul (23) d'une différence de longueurs (D) entre deux grands intervalles, - une étape de détermination (25) des longueurs réelles (L_p) respectives d'une paire de petits intervalles (I_{Sx_i}, I_{Sx+1_i}) de la cible dentée.

Procédé de détermination de longueurs réelles de petits intervalles d'une cible dentée d'un vilebrequin

La présente invention se rapporte à un procédé de détermination de longueurs réelles de petits intervalles d'une cible dentée d'un vilebrequin.

L'invention trouve des applications dans le secteur des véhicules motorisés, en particulier pour des applications de contrôle moteur.

Durant le fonctionnement d'un moteur à combustion, de nombreuses actions doivent être synchronisées sur la position géométrique d'un vilebrequin. C'est par exemple le cas du contrôle de l'injection de carburant, du pilotage des bougies d'allumage et de la gestion des organes de distribution. De même, il est maintenant nécessaire de connaître précisément une position angulaire du vilebrequin ainsi que sa vitesse instantanée pour permettre d'optimiser un point de fonctionnement du moteur par traitement, en temps réel, de paramètres tels que la pression régnant dans les différentes chambres de combustion.

Pour satisfaire ces besoins, le vilebrequin est équipé d'une roue dentée qui lui est solidaire, également appelée cible dentée dont la répartition et le nombre de dents sont donnés, et d'un capteur qui détecte le passage des dents de la cible dentée afin de mesurer un temps mis par ladite cible pour parcourir un intervalle comprenant un certain nombre de dents et qui transmet cette information à un système de contrôle moteur, par exemple un calculateur, en charge du pilotage d'organes de contrôle moteur.

Les figures 1 et 2 illustrent, respectivement sous une forme dépliée et sous une forme normale, un exemple de cible dentée 1 fréquemment rencontrée en Europe. Elle se présente sous la forme d'une roue dentée de soixante dents 3 régulièrement espacées tous les 6°. Les soixante dents sont réparties sur 360° et il faut deux tours entiers de cette cible dentée 1 pour reproduire un cycle de combustion complet de 720° d'un moteur. Afin de créer un point de repère 5 au capteur, la cible dentée 1 comprend en réalité cinquante-huit dents 3 car les deux dernières dents sont retirées.

Dans l'exemple décrit ici, on s'intéresse à un moteur qui comprend quatre cylindres avec chacun leurs propres phases de combustion. Ces phases de combustion sont successives et permettent d'entraîner, de manière continue, le vilebrequin en rotation et donc la cible dentée 1. Ainsi, chaque cylindre entraîne le mouvement de ladite cible de manière successive. Chaque cylindre peut donc être associé à un segment définissant un intervalle de temps durant lequel le cylindre correspondant entraîne en rotation la cible dentée 1. Un segment est donc équivalent à la distance entre deux cylindres du moteur. Chaque segment débute ici 42° après un point mort haut TDC du cylindre correspondant et le premier point mort haut TDC0 du premier segment considéré débute à la quatorzième dent 5 de la cible dentée 1, c'est-à-dire à une distance angulaire de 78° du

point de repère 5.

Sur l'exemple des figures 1 et 2, un segment correspond à un intervalle de trente dents 3 de la cible dentée 1, c'est-à-dire à une longueur angulaire de 180°. On désigne ainsi, sur la figure 1, un premier segment S1 entre la vingt-et-unième dent et la cinquante-et-unième dent, un deuxième segment S2 entre la cinquante-et-unième dent et la quatre-vingt-et-unième dent, un troisième segment S3 entre la quatre-vingt-et-unième dent et la cent-onzième dent et un quatrième segment S4 entre cent-onzième dent et la vingt-et-unième dent.

Dans un mode de fonctionnement où la cible dentée présente une forme idéale, tous les segments sont égaux c'est-à-dire qu'ils présentent une même longueur. On parle ici de longueur angulaire en faisant référence à la longueur angulaire, mesurée en degré, sur ladite cible. Cependant, la plupart des cibles dentées comporte des défauts mécaniques de fabrication propre à chaque cible dentée. En effet, lors de la fabrication d'une cible dentée, certaines dents peuvent être mal usinées et/ou les tolérances utilisées peuvent être importantes. Ainsi, une dent peut être plus courte ou plus longue qu'une autre dent de la même cible dentée. Également, la cible dentée peut présenter une forme légèrement ovale et ainsi ne pas être parfaitement symétrique. En outre, la cible dentée peut ne pas être positionnée de manière exactement centrée sur le vilebrequin et ainsi présenter un phénomène de « run-out » où la cible se rapproche et s'éloigne du capteur en créant du bruit de mesure. Les mesures du capteur peuvent donc présenter des erreurs dues aux défauts mécaniques de ladite cible.

Le modèle théorique utilisé pour calculer la position du vilebrequin à partir des informations détectées par le capteur ne prend pas en compte les différences d'usinage entre les dents. Il peut donc y avoir une imprécision sur la position vilebrequin ainsi que sur sa vitesse. En effet, une erreur de l'ordre de 0,1° suffit à provoquer des incertitudes de mesure.

En cas d'erreurs de mesure dues à ces défauts mécaniques, le système de contrôle moteur peut tout de même fonctionner mais avec de moins bonnes performances en termes d'émissions polluantes et de couple. De plus, la calibration de ce système de contrôle moteur peut être plus difficile à réguler et il peut y avoir des mauvaises interprétations des mesures.

Une méthode permettant d'apprendre et de compenser ces défauts mécaniques, sur une échelle d'une longueur d'un segment, est maintenant connue. En effet, le document EP 0583495 propose une méthode permettant d'identifier et de corriger les potentiels défauts mécaniques à l'échelle d'une longueur d'un segment en calculant un ratio de longueurs entre deux segments. C'est-à-dire que la méthode proposée compare des longueurs réelles des segments entre elles à partir des mesures temporelles

réalisées pour ces segments. Cependant cette méthode ne permet pas de déterminer les longueurs réelles de ces segments.

Les figures 2 et 3 illustrent le résultat d'une adaptation de la taille des segments faite par une méthode d'apprentissage et de compensation. Une partie A représente un groupe de segments dont les longueurs respectives ont été mesurées et une partie B représente le même groupe de segments dont les longueurs respectives ont été corrigées en ajoutant une correction 7 à chaque segment plus court pour rendre toutes les longueurs égales afin de compenser les défauts mécaniques.

Actuellement, certaines des nouvelles stratégies de commande du moteur ont besoin d'une information sur la position et sur la vitesse du vilebrequin à une échelle plus petite qu'un segment pour estimer plus précisément un couple produit par le moteur à chaque instant de son cycle de fonctionnement. En particulier, les nouvelles stratégies d'analyse de la combustion demandent une information plus précise de la position et sur la vitesse du vilebrequin notamment autour de chaque point mort haut.

Il n'est cependant pas possible de simplement adapter la taille de l'intervalle de mesure pour définir un intervalle plus petit qu'un segment et de reprendre la méthode d'apprentissage et de compensation présentée ci-dessus. Cette méthode s'applique lorsque le véhicule motorisé est dans un mode de décélération car cette décélération peut être considérée comme linéaire à l'échelle des segments. Néanmoins, même dans ce mode de décélération, le moteur comprend toujours des points de compression. Ainsi, à une échelle plus petite qu'un segment, cette décélération ne peut pas être considérée comme linéaire. Par exemple, la moitié de la longueur d'un segment ne correspond pas à la moitié du temps que met la cible dentée à parcourir un segment entier.

La présente invention vise notamment à proposer une méthode d'apprentissage et de compensation des défauts mécaniques d'une cible dentée à une échelle plus petite qu'un segment.

En particulier, la présente invention vise à proposer un procédé de détermination de longueurs réelles d'intervalles plus petits que des segments.

Le procédé selon l'invention sera également de préférence automatique et/ou facile à réguler et/ou d'une grande fiabilité et/ou d'un prix de revient modéré.

En outre, la présente invention vise à proposer un procédé qui ne perturbe pas le fonctionnement normal d'un moteur et n'a pas besoin de maintenance.

La présente invention a donc pour but d'améliorer la précision de mesure de la position et de la vitesse du vilebrequin tout en facilitant la calibration et la mise en place des différents systèmes de contrôle moteur embarqués dans un véhicule motorisé.

À cet effet, la présente invention propose un procédé de détermination de longueurs réelles de petits intervalles d'une cible dentée d'un vilebrequin d'un véhicule

motorisé. Selon la présente invention, un petit intervalle correspond à une partie, plus petite qu'un segment, de ladite cible dentée et est formé par un nombre prédéterminé de dents de la cible dentée. Également selon la présente invention, un segment est divisé en un nombre entier de petits intervalles et le nombre prédéterminé de dents est un nombre entier identique pour chaque petit intervalle. En outre, selon la présente invention, le procédé de détermination est mis en place lorsque ledit véhicule motorisé est dans un mode de décélération et comporte :

- une étape de mesure comportant les phases suivantes se faisant en parallèle :

• mesure successive de premiers temps chacun correspondant au temps que met ladite cible à parcourir un grand intervalle d'une longueur d'un segment, à partir d'un point initial correspondant au début de chaque grand intervalle, jusqu'à obtenir au moins une mesure pour chaque grand intervalle, et

• mesure successive de seconds temps chacun correspondant au temps que met ladite cible à parcourir un petit intervalle, à partir dudit point initial associé au grand intervalle correspondant, jusqu'à obtenir au moins une mesure pour un petit intervalle par grand intervalle mesuré,

les mesures des premiers temps et les mesures des seconds temps se répétant en décalant, à chaque mode de décélération, chaque point initial d'une longueur égale à un petit intervalle,

- une étape de correction comportant les phases suivantes se faisant en parallèle :

• calcul d'un premier ratio relatif entre deux grands intervalles en divisant un premier temps d'un premier grand intervalle commençant à un point initial par un autre premier temps d'un second grand intervalle commençant au même point initial décalé d'un grand intervalle, le premier temps d'un même grand intervalle étant mesuré plusieurs fois et l'étape de correction comprenant en outre une phase de convergence consistant à faire converger les premiers ratios correspondant à un même grand intervalle vers un premier ratio moyen, et

• calcul d'un second ratio relatif entre deux petits intervalles en divisant un second temps d'un premier petit intervalle commençant audit même point initial par un autre second temps d'un second petit intervalle commençant au même point initial décalé d'un grand intervalle,

- une étape d'obtention de la longueur réelle de chacun des grands intervalles, à partir des ratios relatifs moyens, comme suit :

$$L_g(x) = 720° \times R_{1m}(x) / \sum_i R_{1m}(i)$$

Avec :

$L_g(x)$ = longueur réelle du grand intervalle considéré x

$R_{1m}(x)$ = premier ratio relatif moyen R_{1m} du grand intervalle considéré x,

$R_{1m}(i)$ = premier ratio relatif moyen R_{1m} de chacun des grands intervalles correspondant aux cylindres du moteur, par exemple i allant de 1 à 4 pour un moteur à quatre cylindres,

- une étape de calcul d'une différence de longueurs entre deux grands intervalles en soustrayant une longueur réelle d'un premier grand intervalle commençant au point initial avec une autre longueur réelle d'un second grand intervalle commençant au même point initial décalé d'un petit intervalle, et

- une étape de détermination des longueurs réelles respectives d'une paire de petits intervalles de la cible dentée associés lors du calcul du second ratio et de la différence de longueurs,

l'étape de correction, l'étape d'obtention de la longueur réelle de chacun des grands intervalles, l'étape de calcul et l'étape de détermination se répétant pour déterminer chaque paire de petits intervalles de la cible dentée.

Des tests ont montré qu'un tel procédé de détermination est particulièrement bien adapté pour déterminer de manière précise et fiable la position de la cible dentée et donc pour permettre la déduction de la position et de la vitesse du vilebrequin lors d'un cycle de fonctionnement d'un moteur.

Le fait de pouvoir déterminer la position de la cible dentée à une échelle plus petite qu'un segment permet d'optimiser l'ensemble du fonctionnement du moteur, en particulier en utilisant ces informations par exemple pour affiner les réglages des injections ou pour équilibrer le fonctionnement des cylindres les uns par rapport aux autres. En outre, cela permet également de connaitre la répartition des défauts mécaniques le long du segment considéré et en particulier de déterminer plus précisément les différents paramètres influençant sur la combustion autour du point mort haut, également appelé point TDC, de chaque cylindre.

En outre, le fait de décaler les mesures des premiers temps d'une longueur égale à un petit intervalle permet d'obtenir la différence de longueurs. Egalement, le fait de comparer les mesures de deux seconds temps dont les petits intervalles correspondants sont séparés d'une longueur égale à un segment permet d'obtenir le second ratio. En outre, le fait de combiner le calcul de la différence de longueurs avec le calcul du second ratio permet de déterminer simplement les longueurs réelles respectives d'une paire de petits intervalles et donc d'en déduire le positionnement des défauts mécaniques à une échelle d'un petit intervalle.

Egalement, le fait que chaque petit intervalle comprenne un nombre fini de dents permet de faciliter la mesure de chaque second temps en utilisant les dents comme

repères pour les mesures.

De plus, le fait qu'un segment soit divisé en un nombre entier de petits intervalles permet d'obtenir des mesures par cylindre afin de pouvoir comparer les performances des cylindres entre elles et le cas échéant de les équilibrer.

De surcroit, le fait que la méthode s'applique lors d'un mode de décélération du véhicule motorisé permet de simplifier les calculs statistiquement en considérant que la décélération du moteur est linéaire.

L'étape d'obtention de la longueur réelle de chacun des grands intervalles permet d'obtenir les longueurs réelles des grands intervalles de manière absolue, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de grand intervalle considéré comme intervalle de référence avec une erreur nulle par rapport à une longueur théorique. Ainsi, cela permet de répartir l'erreur mesurée tout en la centrant sur chaque grand intervalle, c'est-à-dire que la somme des erreurs est nulle sur une longueur égale à un cycle de combustion.

Dans une forme de réalisation avantageuse, l'étape de correction comprend, en outre, une phase de correction de chaque premier temps par un facteur de décélération. En outre, dans une forme de réalisation avantageuse, l'étape de correction comprend une autre phase de correction de chaque second temps par un facteur de décélération.

En effet, lors d'une même décélération, les premiers temps et les seconds temps mesurés pour un même intervalle augmentent lorsque la vitesse du véhicule diminue. Ainsi, les différentes mesures d'un même intervalle peuvent donner des résultats très différents. Le fait de corriger les valeurs des mesures des premiers temps et des seconds temps par un facteur de décélération est possible car la décélération est considérée comme linéaire. Cette phase de correction permet donc de faciliter la comparaison entre eux des différents premiers temps et des différents seconds temps respectivement en rendant égales les différentes mesures des mêmes intervalles.

Dans un souci d'optimisation, le second temps d'un même petit intervalle est avantageusement mesuré plusieurs fois et l'étape de correction comprend, en outre de manière avantageuse, une autre phase de convergence consistant à faire converger les seconds ratios vers un second ratio moyen.

La répétition des différentes mesures et les deux phases de convergence permettent d'augmenter la fiabilité des mesures en obtenant un ratio moyen correspondant à chaque cas de mesure. En outre, le fait de calculer les longueurs réelles des petits intervalles en utilisant ces ratios moyens permet de ne pas tenir compte d'une éventuelle erreur de mesure ni de la qualité de la route sur laquelle se déplace le véhicule motorisé. En effet, des imperfections sur les routes telles que des trous ou des bosses peuvent causer des erreurs d'apprentissage.

De façon originale, l'étape de détermination peut consister, pour le dernier petit

intervalle d'un segment à déterminer, à retrancher d'une longueur réelle dudit segment correspondant, une somme des longueurs réelles de chaque autre petit intervalle dudit segment. Le fait de tenir compte des calculs déjà effectués afin de calculer les dernières longueurs réelles de chaque segment permet de simplifier les calculs et d'augmenter leur rapidité.

En outre, le procédé de détermination comporte avantageusement une étape de déduction d'un facteur de correction respectif pour chaque petit intervalle de la cible dentée en fonction de la longueur réelle calculée et d'une longueur théorique du petit intervalle correspondant. Le fait de calculer un facteur de correction pour chaque petit intervalle permet de tenir compte de l'erreur mesurée avant d'utiliser les temps mesurés afin de calculer les différents paramètres utiles pour le contrôle moteur.

Enfin, la présente invention concerne un module électronique de détermination de longueurs réelles de petits intervalles d'une cible dentée d'un vilebrequin d'un véhicule motorisé. Le module électronique de détermination comporte des moyens pour la mise en œuvre de chacune des étapes du procédé de détermination tel que décrit précédemment.

Des détails et avantages de la présente invention apparaitront mieux à la lecture de la description qui suit, faite en référence aux dessins schématiques annexés dans lesquels :

- **la figure 1** est une vue dépliée schématique d'un exemple de cible dentée de l'art antérieur,
- **la figure 2** est un exemple schématique de ladite cible de la figure 1,
- **la figure 3** est un schéma de principe illustrant une méthode d'apprentissage et de compensation de l'art antérieur,
- **la figure 4** est un algorigramme d'un procédé de détermination de longueurs réelles de petits intervalles d'une cible dentée selon un mode de réalisation,
- **la figure 5** est une vue dépliée schématique d'une cible dentée illustrant les grands intervalles selon un mode de réalisation,
- **la figure 6** est une vue dépliée schématique d'une cible dentée illustrant les petits intervalles selon le mode de réalisation de la figure 5, et
- **la figure 7** est un schéma illustrant une étape de calcul selon le mode de réalisation de la figure 5.

La figure 4 illustre un procédé de détermination de longueurs réelles de petits intervalles d'une cible dentée d'un vilebrequin d'un véhicule motorisé. Dans cet exemple, le procédé de détermination est expliqué en application d'un moteur à quatre cylindres. La cible dentée considérée dans cet exemple est donc la cible dentée 1 de l'art antérieur décrite précédemment en référence aux figures 1 et 2 comprenant les segments S1, S2, S3 et S4.

Un petit intervalle correspond à une partie de la cible dentée 1 plus petite qu'un segment, de sorte qu'un segment soit divisé en plusieurs petits intervalles. Chaque petit intervalle est formé par un nombre prédéterminé de dents 3 de ladite cible. Le nombre prédéterminé de dents est un nombre entier, c'est-à-dire que chaque petit intervalle comprend un nombre entier de dents. De plus chaque petit intervalle comprend le même nombre de dents. Dans cet exemple de réalisation, un petit intervalle comprend cinq dents 5 et mesure donc théoriquement une longueur égale à 30°. Chaque segment S1, S2, S3 et S4 est alors divisé en six petits intervalles.

Le procédé de détermination comprend une étape initiale 9 de détermination d'un point initial p_{in}. Le point initial p_{in} correspond à un point de départ d'un grand intervalle. Un grand intervalle correspond à une partie de la cible dentée 1 comprenant le même nombre de dents qu'un segment. Dans cet exemple de réalisation, un premier point initial p_{in} est égal à 42° en considérant qu'un premier point mort haut TDC0 est égal à 0°.

Le procédé de détermination attend alors, lors d'une première étape d'interrogation 11, que le véhicule motorisé soit dans un mode de décélération. Le mode de décélération correspond préférentiellement à un mode, dit pied levé, où aucune commande n'est transmise au moteur (ni accélération, ni freinage). En effet, dans ce mode de pied levé, la décélération du moteur peut être considérée comme linéaire. De plus, pour permettre des mesures fiables, le mode de pied levé doit être dans des plages de vitesses acceptables, c'est-à-dire pas trop faibles, et être assez long afin de présenter des bonnes conditions de stabilité pour les mesures.

Lorsque le véhicule motorisé est dans un mode de décélération alors le procédé de détermination comprend une étape de mesure 13. Cette étape de mesure 13 comporte une première phase de mesure et une seconde phase de mesure qui se font en parallèle.

La première phase de mesure est illustrée par la figure 5. Lors de cette première phase de mesure, un capteur associé à la cible dentée 1 mesure un premier temps t_1 correspondant au temps que met ladite cible à parcourir un grand intervalle. Le premier temps t_1 correspond donc au temps écoulé entre le passage devant le capteur de la première dent du grand intervalle considérée comme le point initial p_{in}, et le passage devant le capteur de la dernière dent du même grand intervalle. Le capteur mesure ainsi successivement les premiers temps t_1 respectifs de chaque grand intervalle considéré sur un cycle de combustion. Il y a donc, dans cet exemple d'un moteur à quatre cylindres, quatre mesures de premiers temps t_1.

La seconde phase de mesure est illustrée par la figure 6. Lors de cette seconde phase de mesure, le même capteur mesure un second temps t_2 correspondant au temps que met la cible dentée 1 à parcourir un petit intervalle, c'est-à-dire au temps écoulé entre le passage devant le capteur de la première dent du petit intervalle et le passage devant

le capteur de la dernière dent du même petit intervalle. La première dent du petit intervalle est ici la même première dent que celle du grand intervalle correspondant. Le capteur mesure ainsi les seconds temps respectifs de chaque petit intervalle considéré, il y a donc comme précédemment quatre mesures de seconds temps t_2.

Une fois les huit mesures obtenues, si le véhicule motorisé est toujours dans le mode de décélération alors l'étape de mesure 13 est répétée. On obtient alors plusieurs mesures de chaque premier temps t_1 et de chaque second temps t_2.

Lorsque le véhicule motorisé n'est plus dans le mode de décélération, lors d'une deuxième étape d'interrogation 15, alors le procédé de détermination comprend une étape de correction 17 des premiers temps t_1 et/ou des seconds temps t_2 mesurés lors de l'étape de mesure 13.

L'étape de correction 17 peut comprendre une première phase de correction de chaque premier temps t_1 mesuré par un facteur de décélération. Cette phase de correction peut consister à comparer un premier temps t_1 mesuré pour un intervalle avec un autre premier temps t_1 mesuré pour le même intervalle situé un cycle de combustion du moteur plus tard. Ces deux premiers temps t_1 mesurés correspondent donc à une même longueur d'intervalle puisqu'il s'agit de la même partie de la cible dentée. Ainsi à cause de la décélération mécanique du véhicule, l'autre premier temps t_1 est plus grand que ledit premier temps t_1. Cette décélération mécanique peut ainsi être calculée afin de déterminer le facteur de correction à appliquer à toutes les mesures des premiers temps t_1 pour ce cycle moteur. Le facteur de décélération est adapté en fonction de la vitesse du véhicule motorisé et de la distance de décélération. On obtient alors un premier temps corrigé t_{1c} pour chaque premier temps t_1 correspondant.

L'étape de correction 17 peut également comprendre une seconde phase de correction de chaque second temps t_2 mesuré par ledit facteur de décélération. Similairement, on obtient alors un second temps corrigé t_{2c} pour chaque second temps t_2 correspondant.

Puis, l'étape de correction 17 calcule, dans une première phase de calcul, un premier ratio R_1 entre deux grands intervalles en divisant un premier temps corrigé t_{1c} d'un premier grand intervalle par un autre premier temps corrigé t_{1c} d'un second grand intervalle, le premier grand intervalle et le second grand intervalle comprenant leur point initial p_{in} respectif espacé sur la cible dentée 1 d'une longueur égale à la longueur d'un grand intervalle.

De même, un second ratio R_2 d'un petit intervalle est déterminé, dans une seconde phase de calcul, entre deux petits intervalles en divisant un second temps corrigé t_{2c} d'un premier petit intervalle par un autre second temps corrigé t_{2c} d'un second petit intervalle, le premier petit intervalle et le second petit intervalle comprenant leur point

initial p_{in} respectif espacé sur la cible dentée 1 d'une longueur égale à la longueur d'un grand intervalle.

Ces calculs se font pour chaque ratio corrigé t_{1c} et t_{2c} en considérant que chaque ratio de durées corrigé est égal au ratio de longueurs correspondant respectivement à un même grand intervalle ou à un même petit intervalle.

L'étape de correction 17 comprend en outre une première phase de convergence consistant à associer entre eux chaque premier ratio R_1 correspondant au même grand intervalle afin de déterminer un ratio moyen R_{1m}. L'étape de correction 17 peut, en outre, comprendre une seconde phase de convergence consistant à associer entre eux chaque second ratio R_2 correspondant au même petit intervalle afin de déterminer un ratio moyen R_{2m}.

Une fois qu'un premier ratio moyen R_{1m} et qu'un second ratio moyen R_{2m} sont obtenus respectivement pour les quatre grands intervalles considérés et pour les quatre petits intervalles considérés, le procédé de détermination repasse dans l'étape initiale 9 où un deuxième point initial p_{in} est déterminé. Pour cela, on décale le point initial p_{in}, sur ladite cible dentée 1, d'une longueur égale à un petit intervalle. Dans cet exemple, le deuxième point initial p_{in} est donc égal à 72°. Lorsque le véhicule motorisé représente un mode de décélération, l'étape de mesure 13 et l'étape de correction 17 sont répétées. Puis, le point initial p_{in} est re-décalé d'une même longueur et ainsi de suite jusqu'à ce que le point initial p_{in} revienne à sa valeur initiale. Ainsi, dans cet exemple, le point initial p_{in} est successivement égal à 42°, 72°, 102°, 132°, 162°, 192° puis repasse à 42°. On obtient alors un premier ratio moyen R_{1m} et un second ratio moyen R_{2m}, respectivement, pour chaque grand intervalle et pour chaque petit intervalle de la cible dentée 1.

Le procédé de détermination comprend alors une étape d'obtention 21 de la longueur réelle L_g de chacun des grands intervalles, suite à une troisième étape d'interrogation 19 vérifiant que chaque premier temps et que chaque second temps ont été mesurés pour chaque point initial p_{in}.

L'étape d'obtention 21 de la longueur réelle L_g de chacun des grands intervalles consiste à partir des premiers ratios moyens R_{1m} d'un même cycle de combustion à définir les longueurs réelles des segments. Les ratios relatifs permettent de connaitre les longueurs relatives des segments correspondants les uns par rapport aux autres. On prend l'hypothèse que la somme des quatre premières longueurs réelles est égale à 720°. Comme expliqué plus loin, on détermine ainsi, de manière absolue, une première longueur réelle L_g pour chaque grand intervalle. La somme des erreurs absolues est alors nulle. Cette étape d'obtention 21 de la longueur réelle L_g de chacun des grands intervalles est illustrée sur la figure 5 par les angles représentant l'erreur attribuée à chaque grand intervalle par rapport à l'autre grand intervalle associé au même tour de la cible dentée, et

est décrite plus en détail ci-dessous.

Compte tenu de ce qui précède, on obtient un système à quatre inconnues (longueurs des grands intervalles) de cinq équations (quatre avec les premiers ratios moyens, et une avec la somme des quatre longueurs réelles des grands intervalles), comme détaillé ci-dessous :

$$R_{1m}(i) = L_g(i) / L_g(1)$$

pour i allant de 1 à 4 pour un moteur de quatre cylindres dans l'exemple, et

$$\sum_{i=1}^{i=4} L_g(i) = 720°$$

Les quatre premières équations sont obtenues de la manière suivante :

On a défini plus haut : $R_1(i) = t_{1c}(i) / t_{1c}(1) = L_g(i) / L_g(1)$ qui est équivalent au ratio des longueurs réelles comme expliqué plus haut, et avec la première phase de convergence on passe de $R_1(i)$ à $R_{1m}(i)$.

La résolution de ce système d'équations permet de connaître les quatre longueurs réelles L_g.

Un ratio relatif entre deux grands intervalles tel que défini plus haut s'exprime comme suit à partir des longueurs mesurées :

$$R_{1m}(x) = L_g(x) / L_g(1)$$

En calculant la somme des ratios relatifs moyens on obtient la longueur réelle $L_g(1)$ du grand intervalle 1.

Ensuite, on exprime la longueur d'un grand intervalle de manière absolue, en fonction des ratios relatifs moyens et sans utiliser d'autres longueurs mesurées, comme suit :

$$L_g(x) = 720° \times R_{1m}(x) / \sum_{i=1}^{i=4} R_{1m}(i)$$

pour l'exemple d'un moteur à quatre cylindres, i valant de 1 à 4.

Le procédé de détermination comprend en outre une étape de calcul 23, illustrée dans la figure 7 pour une paire de petits intervalles. L'étape de calcul 23 consiste à calculer une différence de longueurs D entre deux grands intervalles en soustrayant une première longueur réelle L_g d'un premier grand intervalle avec une autre première longueur réelle L_g d'un second grand intervalle, le premier grand intervalle et le second grand intervalle comprenant leur point initial p_{in} respectif espacé sur la cible dentée 1 d'une longueur égale à la longueur d'un petit intervalle.

Dans l'exemple de la figure 7, la différence de longueurs D est égale à la différence entre une première longueur réelle $L_{g_(Is1_1 : Is1_6)}$ d'un premier grand intervalle [Is1_1 : Is1_6] et une première longueur réelle $L_{g_(Is1_2 : Is2_1)}$ d'un second grand intervalle [Is1_2 : Is2_1]. Ces deux premières longueurs réelles étant connues, on

obtient alors une valeur de la différence de longueurs D. De plus, en décomposant les calculs, c'est-à-dire en développant les deux premières longueurs réelles comme étant la somme des secondes longueurs réelles des petits intervalles correspondants, on en déduit que la différence de longueurs D est également égale à la différence entre une seconde longueur réelle L_p_Is1_1 d'un premier petit intervalle Is1_1 et une seconde longueur réelle L_p_Is2_1 d'un second petit intervalle Is2_1.

Le procédé de détermination comprend alors une étape de détermination 25 des secondes longueurs réelles L_p respectives de la paire des petits intervalles espacés, sur la cible dentée 1, d'une longueur égale à un grand intervalle. Dans l'exemple de la figure 7, la paire de petits intervalles est composée du premier petit intervalle Is_{1_1} et du second petit intervalle Is_{2_1}.

L'étape de détermination 25 consiste alors à résoudre un système à deux équations et à deux inconnues, les équations étant le calcul de la différence de longueurs D calculé lors de l'étape de calcul 23 et celui du second ratio moyen R_{2m} calculé lors de l'étape de correction 17, associés à la même paire de petits intervalles, et les deux inconnues étant les deux secondes longueurs réelles de ladite paire de petits intervalles, ci-dessous :

$$\begin{cases} D = L_{p_Is2_1} - L_{p_Is1_1} \\ R_{2m} = \dfrac{L_{p_Is2_1}}{L_{p_Is1_1}} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} L_{p_Is1_1} = \dfrac{D}{R_{2m} - 1} \\ L_{p_Is2_1} = \dfrac{R_{2m} * D}{R_{2m} - 1} \end{cases}$$

Dans l'exemple de la figure 7, le second ratio moyen R_{2m} est égal au ratio entre une seconde longueur réelle L_p_Is1_1 d'un premier petit intervalle Is1_1 et une seconde longueur réelle L_p_Is2_1 d'un second petit intervalle Is2_1.

L'étape de calcul 23 et l'étape de détermination 25 sont répétées successivement pour déterminer chaque paire de petits intervalles de la cible dentée 1. Par ailleurs, pour déterminer la seconde longueur réelle L_p du dernier petit intervalle d'un segment, l'étape de détermination 25 peut simplement consister à retrancher d'une première longueur réelle L_g du grand intervalle correspondant audit segment une somme des secondes longueurs réelles L_p, préalablement déterminées, de chaque autre petit intervalle du segment correspondant. Cette variante de l'étape de détermination 25 peut, en outre, s'appliquer dans le cas où, pour une paire de petits intervalles, la différence de longueurs D est nulle et le second ratio moyen R_{2m} est égal à 1, correspondant au cas où les deux petits intervalles présentent la même erreur. Dans ce cas précis, le système d'équations précédent ne peut pas être résolu. On se sert alors de la somme des autres secondes longueurs réelles L_p et de la première longueur réelle L_g du segment correspondant pour déterminer les secondes longueurs réelles respectives de ladite paire de petits intervalles.

Le procédé de détermination peut, en outre, comprendre une étape de déduction 27 d'un facteur de correction f_{Cor}. Pour cela, chaque longueur réelle L_p calculée est comparée à une longueur théorique du même petit intervalle afin d'en déduire le facteur de correction f_{Cor} correspondant.

Le procédé de détermination est formé d'une première partie, regroupant l'étape initiale 9, l'étape de mesure 13, l'étape de correction 17 et les deux étapes d'interrogation 11 et 15, et d'une seconde partie, regroupant l'étape d'obtention 21 de la longueur réelle de chacun des grands intervalles, l'étape de calcul 23, l'étape de détermination 25 et l'étape de déduction 27. Lesdites première et seconde parties peuvent se faire en parallèle l'une de l'autre en considérant que les informations issues de l'étape de correction 17 sont transmises à l'étape d'obtention 21 de la longueur réelle de chacun des grands intervalles. L'étape d'interrogation 19 permet alors de séparer ces deux parties et de s'assurer que l'étape d'obtention 21 de la longueur réelle de chacun des grands intervalles dispose bien des informations transmises avant de débuter, c'est-à-dire que la première partie a été effectuée au moins une fois avant que la seconde partie ne commence.

L'invention concerne plus particulièrement un module électronique de détermination de secondes longueurs réelles L_p de petits intervalles d'une cible dentée 1 d'un vilebrequin d'un véhicule motorisé. Le module électronique de détermination comporte des moyens pour la mise en œuvre de chacune des étapes du procédé de détermination décrit précédemment.

Dans une variante de réalisation, la longueur d'un petit intervalle présente des valeurs différentes de 30°, par exemple égale à 60° ou à 90°. Il est également possible d'utiliser des petits intervalles de longueur égale à 6°. Cependant, dans ce dernier cas, l'erreur de mesure du capteur peut être trop importante par rapport à l'information mesurée.

Dans une variante de réalisation, la première phase de correction et la seconde phase de correction peuvent être réalisées en utilisant toute autre méthode connue de l'art antérieur pour déterminer le facteur de décélération.

En outre dans une variante de réalisation, l'étape de mesure pourrait comprendre une unique phase de mesure consistant à mesurer tous les seconds temps des petits intervalles. Les premiers temps des grands intervalles pourraient alors être déterminés par addition des seconds temps des petits intervalles successifs formant un grand intervalle.

La présente invention permet de déterminer de manière fiable et rapide, les longueurs réelles de chaque petit intervalle de la cible dentée du vilebrequin.

La présente invention permet ainsi de déterminer efficacement les longueurs

réelles de parties de la cible dentée plus petites que des segments et ainsi de connaître la répartition des erreurs sur un segment.

De plus, la présente invention permet de faciliter la calibration du moteur et également d'éviter une mauvaise interprétation d'une dent plus courte ou plus longue et ainsi d'éviter de faire de la compensation alors qu'il n'y en a pas besoin puisque le déséquilibre est dû aux mesures et non à la vitesse réelle du moteur.

En outre, en permettant l'apprentissage des défauts mécaniques et en particulier des défauts d'usinage de manière automatique et lors d'un cycle de fonctionnement normal du moteur, la présente invention permet d'adapter la compensation de ces défauts sans qu'aucune calibration du moteur ne soit nécessaire.

La présente invention permet également de calculer des facteurs de correction pour adapter l'utilisation des longueurs des petits intervalles lors de calculs postérieurs afin de tenir compte des défauts mécaniques de ladite cible dentée. Ainsi, la présente invention permet d'augmenter les performances du moteur en améliorant la précision de ces calculs postérieurs.

L'invention peut s'appliquer à différents types de moteur à combustion quel que soit le nombre de cylindres de ce dernier ; par exemple à un moteur à combustion comprenant cinq cylindres. Dans ce cas, un segment présente une longueur de 144° et un petit intervalle peut par exemple avoir une longueur de 24°.

En outre dans une variante de réalisation, l'invention peut s'appliquer à différentes cibles dentées quel que soit le nombre de dents de ladite cible et/ou quel que soit l'espacement entre chaque dent. Par exemple, une cible dentée peut comprendre 36 dents, ou 24 dents ou encore 120 dents.

La présente invention peut trouver son application par exemple dans des dispositifs mettant en œuvre un procédé de mesure de la vitesse d'un vilebrequin d'un moteur le long d'un cycle de combustion et/ou de sa position le long du cycle. En effet, afin de déterminer ces caractéristiques de manière suffisamment précise, il est nécessaire de connaitre les longueurs réelles de chaque petit intervalle pour pondérer chaque mesure du temps que met la cible dentée à parcourir un petit intervalle par la longueur réelle du petit intervalle correspondant afin de tenir compte des incertitudes mécaniques de la cible dentée.

Les mesures de la vitesse et/ou de la position du vilebrequin peuvent par exemple être utilisées dans des procédés permettant, le long d'un cycle de combustion, de déterminer la quantité de chaleur dégagée, d'équilibrer les cylindres les uns par rapport aux autres, de déterminer la pression régnant dans les cylindres, d'estimation du couple produit et d'estimer la régularité des combustions.

Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à la forme de réalisation

préférée et aux variantes de réalisation présentées ci-dessus à titre d'exemples non limitatifs. Elle concerne également les variantes de réalisation à la portée de l'homme du métier dans le cadre des revendications ci-après.

REVENDICATIONS

1. Procédé de détermination de longueurs réelles (L_p) de petits intervalles (I_{Sx_i}) d'une cible dentée (1) d'un vilebrequin d'un véhicule motorisé, un petit intervalle (I_{Sx_i}) correspondant à une partie, plus petite qu'un segment (Sx), de ladite cible dentée (1) et qui est formé par un nombre prédéterminé de dents (3) de la cible dentée (1), un segment (Sx) étant divisé en un nombre entier de petits intervalles (I_{Sx_i}) et le nombre prédéterminé de dents (3) étant un nombre entier identique pour chaque petit intervalle (I_{Sx_i}), ledit procédé de détermination étant mis en place lorsque ledit véhicule motorisé est dans un mode de décélération, **caractérisé en ce qu**'il comporte :

- une étape de mesure (13) comportant les phases suivantes se faisant en parallèle :

• mesure successive de premiers temps (t_1) chacun correspondant au temps que met ladite cible (1) à parcourir un grand intervalle d'une longueur d'un segment (Sx), à partir d'un point initial (p_{in}) correspondant au début de chaque grand intervalle, jusqu'à obtenir au moins une mesure pour chaque grand intervalle, et

• mesure successive de seconds temps (t_2) chacun correspondant au temps que met ladite cible (1) à parcourir un petit intervalle (I_{Sx_i}), à partir dudit point initial (p_{in}) associé au grand intervalle correspondant, jusqu'à obtenir au moins une mesure pour un petit intervalle (I_{Sx_i}) par grand intervalle mesuré,

les mesures des premiers temps (t_1) et les mesures des seconds temps (t_2) se répétant en décalant, à chaque mode de décélération, chaque point initial (p_{in}) d'une longueur égale à un petit intervalle (I_{Sx_i}),

- une étape de correction (17) comportant les phases suivantes se faisant en parallèle :

• calcul d'un premier ratio (R_1) relatif entre deux grands intervalles en divisant un premier temps (t_1) d'un premier grand intervalle commençant à un point initial (p_{in}) par un autre premier temps (t_1) d'un second grand intervalle commençant au même point initial (p_{in}) décalé d'un grand intervalle, le premier temps (t_1) d'un même grand intervalle étant mesuré plusieurs fois et l'étape de correction (17) comprenant en outre une phase de convergence consistant à faire converger les premiers ratios (R_1) correspondant à un même grand intervalle vers un premier ratio moyen (R_{1m}), et

• calcul d'un second ratio (R_2) relatif entre deux petits intervalles (I_{Sx_i}) en divisant un second temps (t_2) d'un premier petit intervalle (I_{Sx_i}) commençant audit même point initial (p_{in}) par un autre second temps (t_2) d'un second petit intervalle (I_{Sx+1_i}) commençant au même point initial (p_{in}) décalé d'un grand intervalle,

- une étape d'obtention (21) de la longueur réelle (L_g) de chacun des grands

intervalles, à partir des ratios relatifs moyens, comme suit :

$$L_g(x) = 720° \times R_{1m}(x) / \sum_i R_{1m}(i)$$

- une étape de calcul (23) d'une différence de longueurs (D) entre deux grands intervalles en soustrayant une longueur réelle (L_g) d'un premier grand intervalle commençant au point initial (p_{in}) avec une autre longueur réelle (L_g) d'un second grand intervalle commençant au même point initial (p_{in}) décalé d'un petit intervalle (I_{Sx_i}), et

- une étape de détermination (25) des longueurs réelles (L_p) respectives d'une paire de petits intervalles (I_{Sx_i}, I_{Sx+1_i}) de la cible dentée (1) associés lors du calcul du second ratio (R_2) et de la différence de longueurs (D),

l'étape de correction (17), l'étape d'obtention (21) de la longueur réelle de chacun des grands intervalles, l'étape de calcul (23) et l'étape de détermination (25) se répétant pour déterminer chaque paire de petits intervalles (I_{Sx_i}, I_{Sx+1_i}) de la cible dentée.

2. Procédé de détermination selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étape de correction (17) comporte, en outre, une phase de correction de chaque premier temps (t_1) par un facteur de décélération.

3. Procédé de détermination selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'étape de correction (17) comporte, en outre, une autre phase de correction de chaque second temps (t_2) par un facteur de décélération.

4. Procédé de détermination selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le second temps (t_2) d'un même petit intervalle (I_{Sx_i}) est mesuré plusieurs fois et en ce que l'étape de correction (17) comprend, en outre, une autre phase de convergence consistant à faire converger les seconds ratios (R_2) vers un second ratio moyen (R_{2m}).

5. Procédé de détermination selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'étape de détermination (25) consiste, pour le dernier petit intervalle (I_{Sx_i}) d'un segment à déterminer, à retrancher d'une longueur réelle (L_g) dudit segment (Sx) correspondant, une somme des longueurs réelles (L_p) de chaque autre petit intervalle dudit segment (Sx).

6. Procédé de détermination selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**il comprend en outre une étape de déduction (27) d'un facteur de correction (f_{cor}) respectif pour chaque petit intervalle (I_{Sx_i}) de la cible dentée (1) en fonction de la longueur réelle (L_p) calculée et d'une longueur théorique du petit intervalle (I_{Sx_i}) correspondant.

7. Module électronique de détermination de longueurs réelles (L_p) de petits intervalles (I_{Sx_i}) d'une cible dentée (1) d'un vilebrequin d'un véhicule motorisé

caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour la mise en œuvre de chacune des étapes d'un procédé de détermination selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

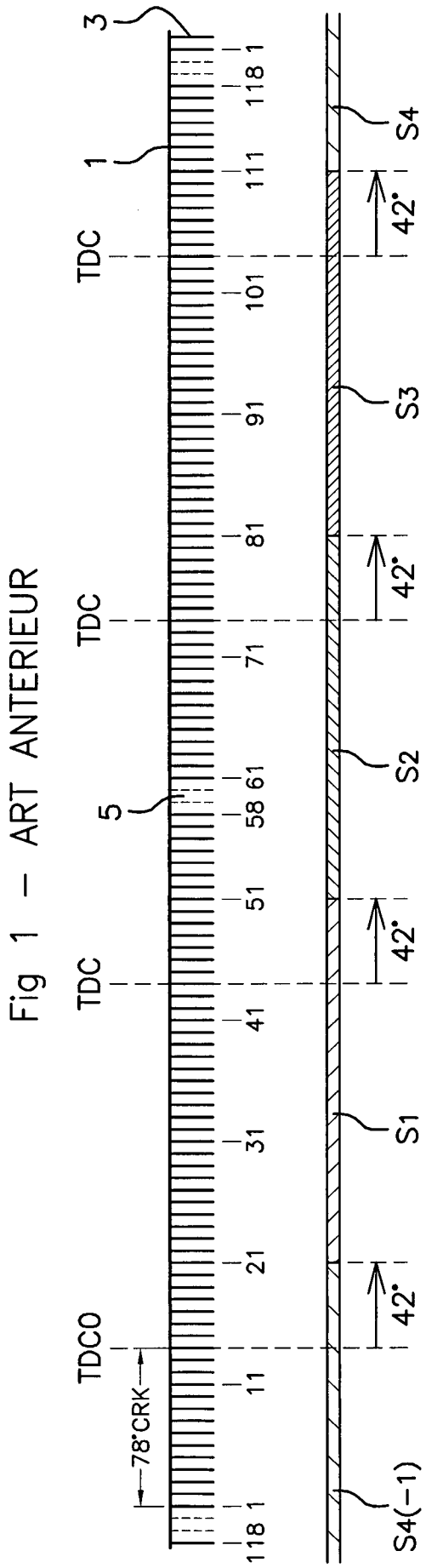


Fig 1 – ART ANTERIEUR

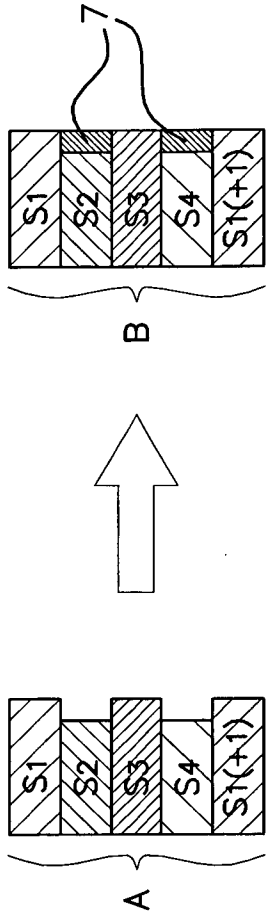


Fig 3 – ART ANTERIEUR

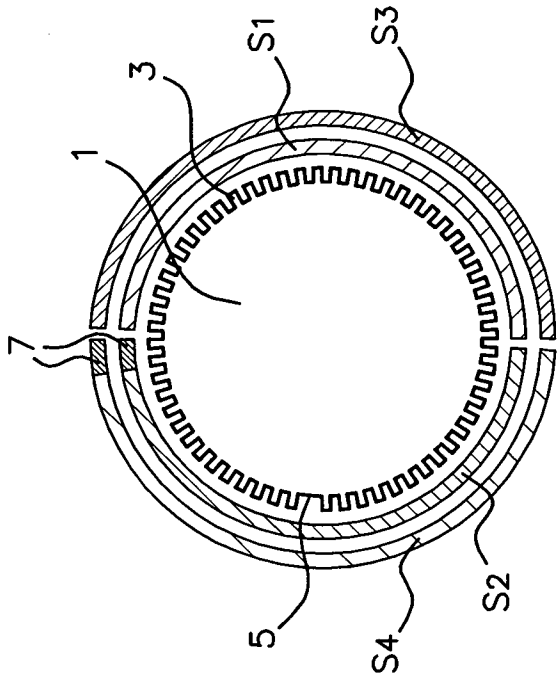


Fig 2 – ART ANTERIEUR

Fig 4

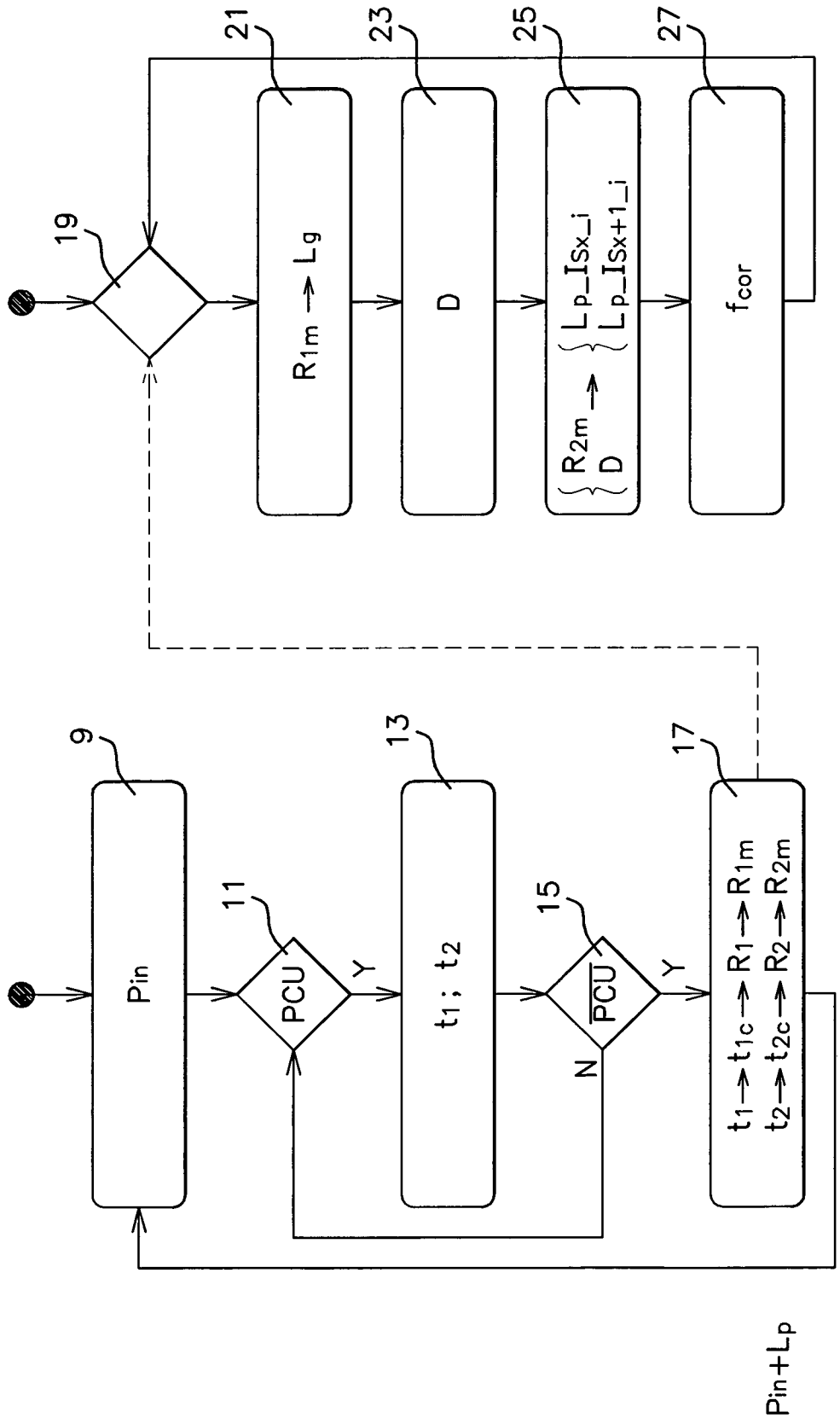

9
Pin
11
PCU
Y
13
t1; t2
15
PCU
N
Y
17
t1→t1c→R1→R1m
t2→t2c→R2→R2m
Pin+Lp
19
21
R1m → Lg
23
D
25
R2m → D
Lp_ISx_i
Lp_ISx+1_i
27
fcor

Fig 5

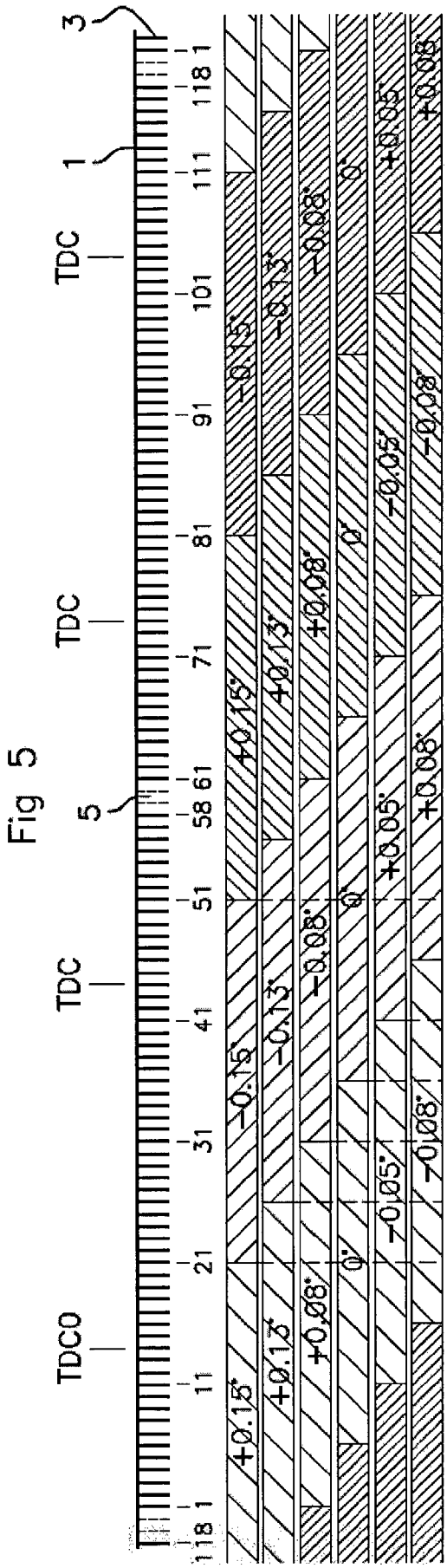

TDC0
TDC
TDC
TDC
1
3
5
11
21
31
41
51
58 61
71
81
91
101
111
118 1
+0.15°
+0.13°
+0.08°
0°
−0.05°
−0.08°
−0.13°
−0.15°

Fig 6

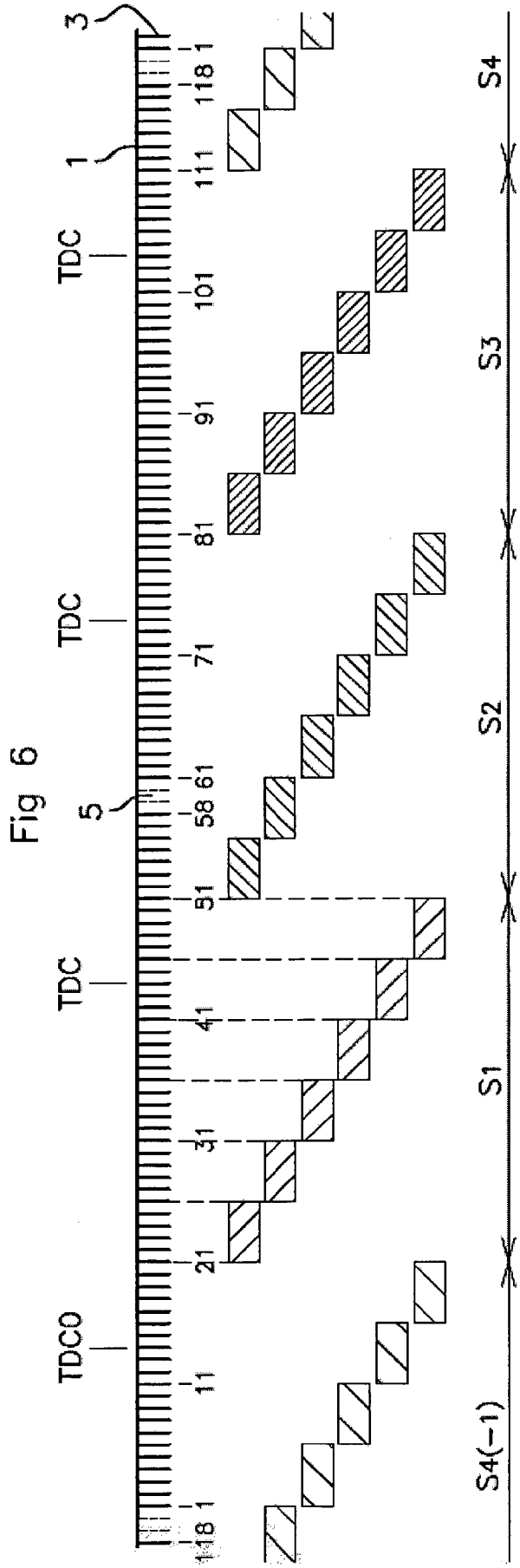
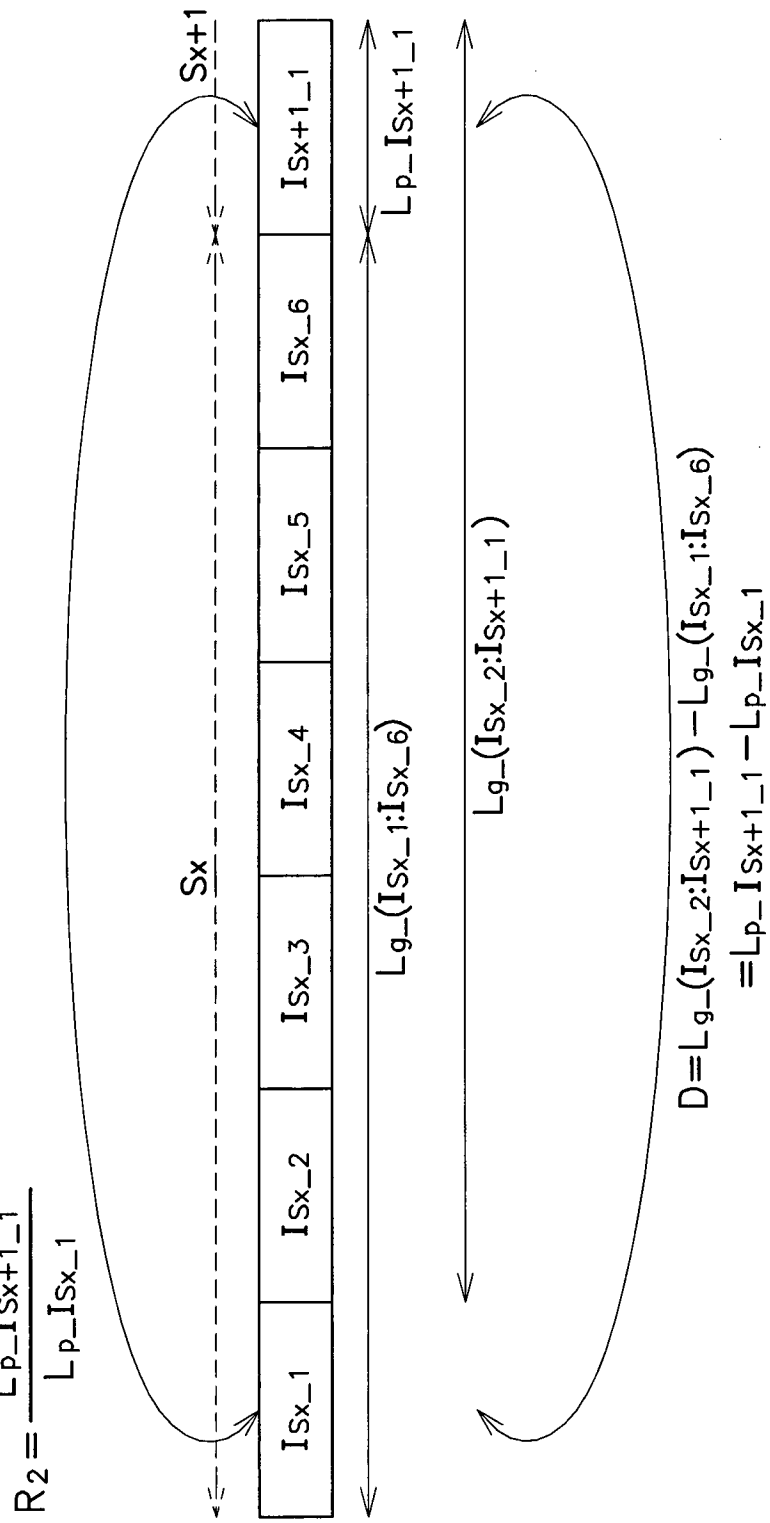

TDC0
TDC
TDC
TDC
1
3
5
11
21
31
41
51
58 61
71
81
91
101
111
118 1
S1
S2
S3
S4
S4(−1)

Fig 7


$R_2 = \frac{L_{p_I_{Sx+1_1}}}{L_{p_I_{Sx_1}}}$
Sx
Sx+1
ISx_1
ISx_2
ISx_3
ISx_4
ISx_5
ISx_6
ISx+1_1
Lg_(ISx_1:ISx_6)
Lp_ISx+1_1
Lg_(ISx_2:ISx+1_1)
D=Lg_(ISx_2:ISx+1_1)−Lg_(ISx_1:ISx_6)
=Lp_ISx+1_1−Lp_ISx_1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/000628

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D41/00
ADD. F02D41/12

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 377 535 A (ANGERMAIER ANTON [DE] ET AL) 3 January 1995 (1995-01-03) the whole document	1-7
A	FR 2 740 509 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30 April 1997 (1997-04-30) the whole document	1-7
A	FR 2 773 848 A1 (SIEMENS AG [DE]) 23 July 1999 (1999-07-23) the whole document	1-7
A	US 6 062 071 A (HENN MICHAEL [DE] ET AL) 16 May 2000 (2000-05-16) the whole document	1,2

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
11 July 2016	21/07/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Rocabruna Vilardell

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/000628

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 695 865 A1 (MAGNETI MARELLI FRANCE [FR]) 7 February 1996 (1996-02-07) the whole document	1-7
A	US 2005/061064 A1 (BRUNS CARSTEN [DE]) 24 March 2005 (2005-03-24) the whole document	1-7
A	EP 1 757 946 A2 (DENSO CORP [JP]) 28 February 2007 (2007-02-28) the whole document	1-7
A	DE 196 22 042 A1 (SIEMENS AG [DE]) 4 December 1997 (1997-12-04) the whole document	1-7
A	US 5 377 536 A (ANGERMAIER ANTON [DE] ET AL) 3 January 1995 (1995-01-03) the whole document	1-7

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/000628

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5377535 A	03-01-1995	DE 59205028 D1	22-02-1996
		EP 0583495 A1	23-02-1994
		JP H06160404 A	07-06-1994
		US 5377535 A	03-01-1995
FR 2740509 A1	30-04-1997	DE 19540674 A1	07-05-1997
		FR 2740509 A1	30-04-1997
		US 5789658 A	04-08-1998
FR 2773848 A1	23-07-1999	DE 19802109 A1	05-08-1999
		FR 2773848 A1	23-07-1999
		US 6142011 A	07-11-2000
US 6062071 A	16-05-2000	NONE	
EP 0695865 A1	07-02-1996	DE 69505910 D1	17-12-1998
		DE 69505910 T2	01-07-1999
		EP 0695865 A1	07-02-1996
		ES 2126848 T3	01-04-1999
		FR 2723400 A1	09-02-1996
US 2005061064 A1	24-03-2005	DE 10318839 B3	03-06-2004
		EP 1620642 A1	01-02-2006
		US 2005061064 A1	24-03-2005
		WO 2004097201 A1	11-11-2004
EP 1757946 A2	28-02-2007	EP 1757946 A2	28-02-2007
		EP 2824303 A1	14-01-2015
		US 2007044548 A1	01-03-2007
DE 19622042 A1	04-12-1997	NONE	
US 5377536 A	03-01-1995	DE 59204440 D1	04-01-1996
		EP 0583496 A1	23-02-1994
		JP 3896165 B2	22-03-2007
		JP H06185400 A	05-07-1994
		US 5377536 A	03-01-1995

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2016/000628

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F02D41/00
ADD. F02D41/12

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 377 535 A (ANGERMAIER ANTON [DE] ET AL) 3 janvier 1995 (1995-01-03) le document en entier	1-7
A	FR 2 740 509 A1 (SIEMENS AG [DE]) 30 avril 1997 (1997-04-30) le document en entier	1-7
A	FR 2 773 848 A1 (SIEMENS AG [DE]) 23 juillet 1999 (1999-07-23) le document en entier	1-7
A	US 6 062 071 A (HENN MICHAEL [DE] ET AL) 16 mai 2000 (2000-05-16) le document en entier	1,2

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
11 juillet 2016	21/07/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Rocabruna Vilardell

1

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 695 865 A1 (MAGNETI MARELLI FRANCE [FR]) 7 février 1996 (1996-02-07) le document en entier	1-7
A	US 2005/061064 A1 (BRUNS CARSTEN [DE]) 24 mars 2005 (2005-03-24) le document en entier	1-7
A	EP 1 757 946 A2 (DENSO CORP [JP]) 28 février 2007 (2007-02-28) le document en entier	1-7
A	DE 196 22 042 A1 (SIEMENS AG [DE]) 4 décembre 1997 (1997-12-04) le document en entier	1-7
A	US 5 377 536 A (ANGERMAIER ANTON [DE] ET AL) 3 janvier 1995 (1995-01-03) le document en entier	1-7

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2016/000628

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5377535 A	03-01-1995	DE 59205028 D1	22-02-1996
		EP 0583495 A1	23-02-1994
		JP H06160404 A	07-06-1994
		US 5377535 A	03-01-1995
FR 2740509 A1	30-04-1997	DE 19540674 A1	07-05-1997
		FR 2740509 A1	30-04-1997
		US 5789658 A	04-08-1998
FR 2773848 A1	23-07-1999	DE 19802109 A1	05-08-1999
		FR 2773848 A1	23-07-1999
		US 6142011 A	07-11-2000
US 6062071 A	16-05-2000	AUCUN	
EP 0695865 A1	07-02-1996	DE 69505910 D1	17-12-1998
		DE 69505910 T2	01-07-1999
		EP 0695865 A1	07-02-1996
		ES 2126848 T3	01-04-1999
		FR 2723400 A1	09-02-1996
US 2005061064 A1	24-03-2005	DE 10318839 B3	03-06-2004
		EP 1620642 A1	01-02-2006
		US 2005061064 A1	24-03-2005
		WO 2004097201 A1	11-11-2004
EP 1757946 A2	28-02-2007	EP 1757946 A2	28-02-2007
		EP 2824303 A1	14-01-2015
		US 2007044548 A1	01-03-2007
DE 19622042 A1	04-12-1997	AUCUN	
US 5377536 A	03-01-1995	DE 59204440 D1	04-01-1996
		EP 0583496 A1	23-02-1994
		JP 3896165 B2	22-03-2007
		JP H06185400 A	05-07-1994
		US 5377536 A	03-01-1995