

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 10.04.92.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 15.10.93 Bulletin 93/41.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SIEMENS AUTOMOTIVE (SA)  
Société Anonyme — FR.

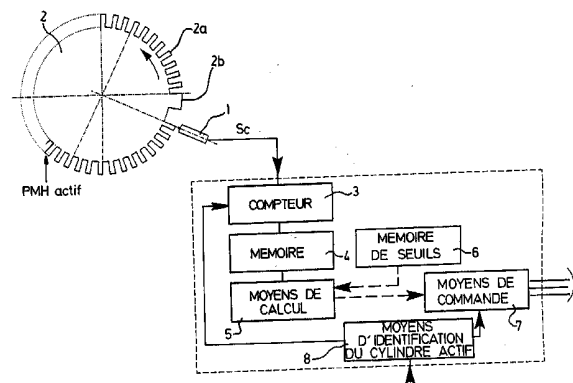
⑦2 Inventeur(s) : Rossignol Alain.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Barré Laforgue & associés.

⑤4 Procédé et dispositif de détection des irrégularités de combustion d'un moteur en particulier à moyen et haut régimes, application à un système de contrôle d'un moteur à injection.

⑤7 L'invention concerne un procédé et un dispositif de détection des irrégularités de combustion d'un moteur à combustion interne. Le procédé consiste à mesurer les écarts temporels séparant des positions angulaires du vilebrequin, à grouper ces écarts temporels en ensembles d'échantillons correspondant à chaque phase de combustion, à calculer à partir de chaque ensemble un paramètre critique représentatif de la variation de la vitesse instantanée à l'instant de la combustion, et à comparer ce paramètre à un seuil de défaut en vue d'établir un diagnostic de combustion. L'invention permet en particulier d'établir un diagnostic à moyen et haut régimes.



5

L'invention concerne un procédé de détection des irrégularités de combustion d'un moteur à combustion interne en vue d'établir un diagnostic de combustion en particulier à moyen et haut régimes. Elle  
10 s'étend à un dispositif de mise en oeuvre dudit procédé et aux systèmes de contrôle de moteur à injection équipés de tels dispositifs.

Les irrégularités de combustion dans un moteur à combustion interne (ratés de combustion ou  
15 combustions partielles) sont intéressantes à diagnostiquer car révélatrices de divers désordres pouvant affecter, soit la réalisation du mélange air/carburant, soit les moyens d'allumage, soit un organe mécanique (étanchéité d'une soupape...); de plus ces défauts de combustion augmentent  
20 l'émission de polluants et peuvent conduire à des combustions hors cylindres entraînant une détérioration des pots catalytiques.

Dans la suite, on utilisera le vocabulaire suivant :

25 . PMH actif (point mort haut actif) : position angulaire du vilebrequin qui précède la détente des gaz, correspondant à la distance minimale entre piston et sommet de la culasse,

. phase de combustion d'un cylindre : phase  
30 au cours de laquelle s'opère l'explosion des gaz après allumage, cette phase s'étendant à moyen et haut régimes depuis l'allumage jusqu'à environ la moitié de la détente,

. cylindre actif : cylindre dans lequel s'opère la combustion,

35 . cycle : intervalle de temps séparant deux PMH actifs d'un cylindre.

Une mauvaise combustion à un cycle donné entraîne dans un moteur une variation du couple moteur et

donc une variation de la vitesse de rotation par rapport à la vitesse moyenne considérée sur de nombreux cycles. Actuellement, on sait détecter ces variations de vitesse, 5 d'une part, à bas régime du moteur (au-dessous de 3000 tours/minute) quelle que soit la charge appliquée, d'autre part, à régime moyen sous charge élevée. Par exemple, la publication "Günther Plapp et al, Methods of On-Board Misfire Detection, SAE 900232, 1990" décrit un 10 procédé consistant à comparer la vitesse moyenne de rotation au cours de phases de combustion successives afin de détecter les variations significatives. Toutefois, à haut régime ou sous faible charge, ces variations de vitesse moyenne ont des valeurs relatives très faibles et 15 sont impossibles à détecter. En outre, quel que soit le régime, ces variations relatives ne sont pas nécessairement significatives d'une irrégularité de combustion et peuvent se confondre avec des variations de régime du moteur : si l'on désire un diagnostic fiable, il est alors nécessaire 20 d'équiper le moteur d'un capteur additionnel de déplacement (brevet FR 91.12743) ou d'un accéléromètre pour invalider la détection de défaut dans les phases transitoires. Une autre publication "W.B. Ribbens et G. Rizzoni, Applications of Precise Crankshaft, Position Measurements for Engine 25 Testing, Control and Diagnosis, SAE 890885, 1989" décrit un procédé consistant à effectuer des calculs matriciels sur un ensemble de mesures de vitesses instantanées effectuées au cours de chaque cycle moteur, en vue d'en déduire la valeur absolue du couple moteur pour chaque cylindre et de 30 détecter ainsi les variations anormales dudit couple. Toutefois, ces calculs sont très complexes et exigent des moyens de calcul puissants qu'il n'est actuellement pas concevable d'embarquer sur un véhicule automobile. De plus, selon cette publication, il semble que ce procédé ne soit 35 utilisable qu'à bas régime (régime inférieur à 3500 tours/minute).

La présente invention se propose de permettre un diagnostic de combustion quels que soient le

régime du moteur et la charge appliquée à celui-ci. Elle vise en particulier à détecter les irrégularités de combustion à moyen et haut régimes, pour lesquels le procédé de l'invention est particulièrement bien adapté. Pour les bas régimes, le procédé de l'invention peut éventuellement être appliqué, quoique très sensible ; on peut également y substituer un procédé de type connu, notamment un procédé simplifié d'estimation de couple.

10 Le procédé de détection visé par l'invention est du type consistant à mesurer des écarts temporels séparant des positions angulaires prédéterminées d'une pièce tournante solidaire du vilebrequin, à calculer à partir de ces écarts un paramètre représentatif d'une  
15 variation de vitesse, et à comparer ce paramètre à un seuil de défaut ; le procédé conforme à la présente invention se caractérise en ce que :

(a) l'on définit, pour chaque phase de combustion du moteur, une fenêtre d'échantillonnage centrée  
20 sur une position angulaire, dite position de référence, correspondant à un instant prédéterminé de la phase de combustion considérée, ladite fenêtre d'échantillonnage présentant une largeur inférieure à deux fois la distance angulaire séparant deux combustions,

25 (b) l'on effectue, dans chaque fenêtre d'échantillonnage, une série de mesures d'écarts temporels angulairement réparties de part et d'autre de la position de référence en vue d'obtenir un ensemble d'échantillons  $\Delta T_1, \dots, \Delta T_n$  sur ladite fenêtre,

30 (c) l'on effectue, pour chaque ensemble d'échantillons, une combinaison linéaire des valeurs mesurées  $\Delta T_1, \dots, \Delta T_n$  de façon à obtenir un paramètre, dit paramètre critique, représentatif de la variation de la vitesse instantanée à l'instant de la combustion,

35 (d) l'on compare le paramètre critique résultat de la combinaison linéaire au seuil de défaut précité et l'on délivre une information représentative d'un défaut en cas de dépassement dudit seuil.

Ainsi, pour chaque cycle, le procédé de l'invention surveille un instant spécifique de la combustion en déterminant, par des combinaisons linéaires  
5 simples, un paramètre représentatif de la variation de la vitesse instantanée à cet instant. Cet instant est en particulier choisi pour correspondre sensiblement au maximum du couple moteur instantané de la phase de combustion considérée en vue d'accroître la sensibilité de  
10 la détection ; à cet effet, la position de référence peut être définie par rapport aux PMH actifs comme la position angulaire sensiblement située au premier quart de la distance angulaire entre deux PMH actifs successifs. Le caractère très ponctuel du paramètre critique (image de la  
15 variation de vitesse à un instant précis), la sensibilité élevée obtenue et la simplicité des calculs mis en oeuvre permettent une détection à tout régime.

Le procédé peut en particulier être mis en oeuvre dans les conditions suivantes :

20 (b) dans chaque fenêtre d'échantillonnage, l'on répartit symétriquement les mesures d'écart temporels par rapport à la position de référence de façon à obtenir sensiblement une moitié des échantillons  $\Delta T_1, \dots, \Delta T_{n/2}$  avant la position de référence et l'autre moitié des  
25 échantillons  $\Delta T_{n/2 + 1}, \dots, \Delta T_n$  après ladite position,

(c) l'on effectue une combinaison linéaire des échantillons en affectant des coefficients négatifs à la première moitié des échantillons  $\Delta T_1 \dots \Delta T_{n/2}$  et des coefficients positifs symétriques à la deuxième moitié des  
30 échantillons  $\Delta T_{n/2 + 1} \dots \Delta T_n$ .

Un tel mode de mise en oeuvre conduit à un paramètre critique qui est une image réaliste des variations de la vitesse instantanée dans la position de référence. Le nombre d'échantillons détermine la précision  
35 du paramètre, un choix approprié des coefficients permettant d'optimiser la sensibilité.

La largeur de la fenêtre d'échantillonnage est choisi de façon à éviter de faire intervenir dans le

calcul d'un paramètre critique donné (correspondant à une phase de combustion déterminée) des mesures non significatives pour cette combustion (qui concernent 5 d'autres phases de combustion). En particulier, une largeur de fenêtre égale à 1,5 fois la distance angulaire séparant deux combustions donne de bons résultats et permet, à la fois, de disposer d'un nombre suffisant d'échantillons convenablement répartis (bonne précision du paramètre) et 10 d'éviter une perturbation due aux autres combustions.

Par exemple, le procédé de l'invention conduit à une précision et une sensibilité satisfaisantes en prenant en compte six mesures au cours de chaque phase de combustion dans les conditions suivantes :

15 (b) dans chaque fenêtre d'échantillonnage, l'on effectue trois mesures  $\Delta T_1$ ,  $\Delta T_2$ ,  $\Delta T_3$  avant la position de référence et trois mesures  $\Delta T_4$ ,  $\Delta T_5$ ,  $\Delta T_6$  après ladite position,

(c) l'on effectue le calcul linéaire 20 suivant pour obtenir le paramètre critique :

$$- \Delta T_1 - 3\Delta T_2 - 2\Delta T_3 + 2\Delta T_4 + 3\Delta T_5 + \Delta T_6$$

Un tel procédé peut être mis en oeuvre avec les capteurs de position angulaire à roue dentée actuellement disponibles sur le marché et conduit à une 25 bonne précision de la détection compte-tenu des tolérances géométriques obtenues pour les pièces en rotation par les moyens d'usinage habituels.

Par ailleurs, le seuil de défaut auquel est comparé le paramètre critique peut éventuellement être 30 calculé à partir du régime du moteur et de la charge appliquée à celui-ci. Toutefois, selon un mode de réalisation préféré, une cartographie de seuils de défaut, donnant une valeur de seuil pour chaque régime du moteur et charge moyenne appliquée, est préalablement mémorisée ; à 35 chaque cycle (en particulier par une mesure classique à chaque PMH) l'on détecte le régime du moteur et la charge moyenne appliquée et l'on extrait le seuil de défaut correspondant afin d'effectuer la comparaison sus-évoquée.

La charge peut être mesurée par tout moyen classique (dépression dans le collecteur d'admission, débit d'air...), cependant que le régime est prélevé à chaque 5 tour du moteur sur les moyens traditionnellement prévus pour le mesurer.

Selon une autre caractéristique du procédé de l'invention, pour obtenir le paramètre critique, l'on corrige le résultat de la combinaison linéaire des 10 échantillons par un facteur multiplicatif  $1/T^3$ , où T est une durée proportionnelle à la durée d'une rotation de la pièce tournante. Dans ces conditions, à charge constante, les seuils de défaut ont des variations faibles lorsque le régime varie, ce qui réduit le nombre de seuils à mémoriser 15 pour couvrir la totalité de la plage de fonctionnement d'un moteur donné ou, le cas échéant, facilite le calcul de ces seuils de défaut.

La cartographie de seuils de défaut peut être définie préalablement :

20 - en provoquant artificiellement une absence de combustion pour des régimes et charges prédéterminés,

- en effectuant les mesures d'écart temporels et en calculant les paramètres critiques 25 correspondants,

- et en mémorisant une fraction de ces paramètres comme seuils de défaut.

On peut en particulier mémoriser une fraction de l'ordre des 3/4 de ces paramètres comme seuils 30 de défaut.

Selon une autre caractéristique du procédé, à chaque phase de combustion, l'on engendre une information d'identification du cylindre actif et l'on associe chaque information de défaut à cette information d'identification. 35 Le diagnostic permet ainsi de repérer le cylindre en défaut et d'exécuter, le cas échéant, une action provisoire de correction sur celui-ci (notamment coupure d'injection pour éviter une pollution et une détérioration du pot

catalytique).

L'invention s'étend à un dispositif adapté pour mettre en oeuvre le procédé défini précédemment, 5 comprenant un capteur de position angulaire comportant une roue dentée portée par une pièce tournante solidaire du vilebrequin en vue de fournir à chaque cycle du moteur des informations de position angulaire ainsi qu'une information de position absolue, un compteur adapté pour délivrer des 10 valeurs d'écart temporels à partir des informations issues du capteur, des moyens de mémorisation des valeurs d'écart temporels, des moyens de mémorisation de seuils de défaut, des moyens de détermination du régime et de la charge du moteur, et des moyens de calcul pour le traitement des 15 valeurs d'écart temporels et leur comparaison avec les seuils de défaut ; selon l'invention, ce dispositif se caractérise en ce que :

- le capteur de position angulaire et le compteur sont adaptés pour permettre une résolution 20 temporelle inférieure à une microseconde,

- les moyens de calcul sont programmés :

- . pour grouper les valeurs d'écart temporels en ensembles d'échantillons, chaque ensemble étant centré sur la position angulaire de 25 référence calculée à partir de l'information de position absolue, et étant contenu dans une fenêtre prédéterminée encadrant cette position de référence,

- . pour effectuer sur chaque ensemble d'échantillons une combinaison linéaire en vue 30 d'obtenir à chaque cycle le paramètre critique,

- . pour lire dans les moyens de mémorisation des seuils de défaut, le seuil correspondant au régime et à la charge fournis par les moyens de détermination,

- . pour comparer le paramètre 35 critique à ce seuil de défaut,

- . et pour délivrer une information représentative d'un défaut en cas de

dépassement dudit seuil.

La résolution temporelle autorisée par le capteur et le compteur permet à haut régime de mesurer les 5 écarts temporels avec une précision suffisante pour détecter de faibles variations de vitesse instantanée (supérieure à 0,2 % environ) et ainsi d'obtenir un diagnostic de défaut satisfaisant quelle que soit la charge.

10 Les moyens de calcul peuvent en particulier être programmés pour grouper les valeurs d'écarts temporels en ensembles de six échantillons  $\Delta T_1, \Delta T_2, \dots, \Delta T_6$ , et pour effectuer sur chaque ensemble d'échantillons un calcul selon l'algorithme suivant :

15

$$\frac{1}{T^3} (-\Delta T_1 - 3\Delta T_2 - 2\Delta T_3 + 2\Delta T_4 + 3\Delta T_5 + \Delta T_6)$$

où T est un paramètre proportionnel à la durée d'une 20 rotation de la roue dentée du capteur de position angulaire.

Le dispositif de l'invention peut notamment équiper un système de contrôle de moteur à injection en vue de fournir un diagnostic de combustion au conducteur et, le 25 cas échéant, d'assurer une action de sécurité telle que coupure d'injection. Le dispositif peut également être monté sur un banc de contrôle ou un appareil de diagnostic externe, à la disposition des professionnels, pour effectuer des réglages et/ou réparations de moteurs.

30 La description qui suit en référence aux dessins annexés illustre un exemple du procédé et du dispositif de l'invention dans le cas d'un moteur à quatre temps à cinq cylindres ; sur ces dessins :

- la figure 1 est un schéma fonctionnel du 35 dispositif,

- la figure 2 est un diagramme explicatif du procédé, fournissant l'allure des impulsions du capteur de position angulaire et symbolisant les mesures d'écart

temporel.

Un capteur de position angulaire 1 est assujéti à une pièce fixe du moteur en regard d'une roue 5 dentée 2 solidaire du vilebrequin. Cette roue dentée porte en l'exemple 58 dents identiques régulièrement espacées telles que 2a, et une dent singulière 2b (largeur de trois dents courantes) dont la position absolue est parfaitement connue par rapport au vilebrequin. Ce capteur, connu en soi 10 (capteur magnétique, à effet Hall,...) délivre un signal  $S_c$  comprenant à chaque tour du vilebrequin des informations de position angulaire  $I_C$  correspondant au passage de chaque dent courante et une information de position absolue  $I_A$  correspondant au passage de la dent singulière.

15 On a représenté à la figure 2 ces informations par une suite d'impulsions en supposant que des moyens électroniques de mise en forme sont associés au capteur 1 (capteur à effet Hall par exemple). Les informations de position absolue  $I_A$  permettent de connaître 20 la position des PMH actifs et l'on a positionné sur un cycle à la figure 2 les cinq PMH actifs correspondant aux cinq cylindres :  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5$ .

Un compteur 3 reçoit le signal  $S_c$  issu du capteur 1 et délivre des valeurs d'écarts temporels  $\Delta T_1,$  25  $\Delta T_2...$  par une mesure des temps séparant le passage de dents prédéterminées. En l'exemple, on mesure les écarts de temps séparant le passage de six dents et l'on obtient dix mesures par tour de vilebrequin.

Ces écarts temporels sont mémorisés dans 30 une mémoire 4 et traités par des moyens de calcul 5.

Ces moyens de calcul sont programmés pour grouper les valeurs d'écarts temporels en ensembles d'échantillons  $\Delta T_1, \Delta T_2 \dots \Delta T_6$  à partir desquels sera calculé le paramètre critique. Pour chaque cylindre 35 (par exemple cylindre 1), ils définissent une fenêtre d'échantillonnage  $f_1$  centrée sur une position angulaire de référence R qui est positionnée par rapport à l'information de position absolue  $I_A$ , donc par rapport au PMH actif du

cylindre  $P_1$  lié à celle-ci. Avantagement, le calage de la position de référence R est programmé de sorte que celle-ci soit située au premier quart de la distance 5 angulaire  $\Delta p$  entre deux PMH actifs successifs  $P_1, P_2$  : cette position correspond sensiblement, à moyen et haut régimes, au couple instantané maximum.

Les moyens de calcul sont programmés de sorte que la largeur de chaque fenêtre 10 d'échantillonnage  $f_1, f_2...$  soit égale à  $1,5 \Delta p$ , afin d'obtenir le nombre maximum d'échantillons dans chaque fenêtre, tout en évitant la prise en compte d'échantillons fortement influencés par une autre combustion.

En l'exemple préférentiel décrit, six 15 échantillons sont collectés dans chaque fenêtre : trois avant la position de référence R ( $\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3$ ), trois après ladite position ( $\Delta T_4, \Delta T_5, \Delta T_6$ ).

Il est à noter qu'en raison de la largeur adoptée pour ces fenêtres  $f_1, f_2...$ , certains échantillons 20 sont communs à deux fenêtres successives (correspondant à deux cylindres successifs) ; par exemple les échantillons  $\Delta T_5$  et  $\Delta T_6$  de la fenêtre  $f_1$  du premier cylindre sont repris comme échantillons  $\Delta T_1$  et  $\Delta T_2$  dans la fenêtre  $f_2$  du deuxième cylindre.

25 Pour chaque fenêtre, les moyens de calcul sont programmés pour effectuer la combinaison linéaire suivante sur l'ensemble des échantillons, avec correction par un facteur multiplicatif  $1/T^3$ , où T est la durée d'une rotation du vilebrequin :

30

$$\frac{1}{T^3} (-\Delta T_1 - 3\Delta T_2 - 2\Delta T_3 + 2\Delta T_4 + 3\Delta T_5 + \Delta T_6)$$

On obtient ainsi le paramètre critique : 35 l'on peut démontrer que celui-ci est représentatif de la variation de la vitesse instantanée à l'instant de référence R de la phase de combustion, par rapport à la vitesse moyenne entre deux PMH actifs consécutifs.

En outre le dispositif comprend une mémoire 6 de seuils de défaut contenant une cartographie de seuils pour chaque régime et chaque charge de la plage de 5 fonctionnement du moteur. De façon traditionnelle, les moyens de calcul sont en outre programmés pour déterminer le régime et la charge du moteur au moyen des informations reçues du compteur 3 et d'un capteur de pression d'admission par exemple. Après chaque calcul de paramètre 10 critique, les moyens de calcul extraient de la mémoire 6 le seuil correspondant au régime et à la charge, et comparent le paramètre critique à ce seuil.

En cas de dépassement, une information de défaut est délivrée vers des moyens de commande 7 afin de 15 commander l'action à exécuter (alarme visuelle ou sonore, action sur un injecteur).

Le dispositif est complété par des moyens 8 d'identification du cylindre actif. Dans le cas décrit d'un moteur à cinq cylindres, ces moyens délivrent l'information 20 de cylindre actif vers le compteur 3 afin de distinguer à chaque cycle le premier et le second tour du vilebrequin (ceci étant nécessaire pour des moteurs à quatre temps à nombre de cylindres impair en raison de la dissymétrie des deux rotations de chaque cycle). De plus, en cas d'action 25 sur un injecteur, ces moyens 8 permettent d'identifier l'injecteur du cylindre en défaut, sur lequel l'action doit être menée.

La cartographie de seuils de défaut est mémorisée préalablement dans la mémoire 6 en provoquant 30 artificiellement, à des régimes et charges différents, des absences de combustion dans un cylindre réparties dans le temps (une absence chaque trente cycles par exemple), en effectuant les mesures d'écarts temporels correspondantes, en calculant le paramètre critique et en mémorisant une 35 fraction de ce paramètre (en particulier  $3/4$ ) comme seuils de défaut.

## REVENDICATIONS

1/ - Procédé de détection des irrégularités de combustion d'un moteur à combustion interne, permettant  
5 d'établir un diagnostic de combustion en particulier à moyen et haut régimes, du type consistant à mesurer des écarts temporels séparant des positions angulaires prédéterminées d'une pièce tournante solidaire du vilebrequin, à calculer à partir de ces écarts un paramètre  
10 représentatif d'une variation de vitesse, et à comparer ce paramètre à un seuil de défaut, ledit procédé étant caractérisé en ce que :

(a) l'on définit, pour chaque phase de combustion du moteur, une fenêtre d'échantillonnage centrée  
15 sur une position angulaire, dite position de référence, correspondant à un instant prédéterminé de la phase de combustion considérée, ladite fenêtre d'échantillonnage présentant une largeur inférieure à deux fois la distance angulaire séparant deux combustions,

(b) l'on effectue, dans chaque fenêtre d'échantillonnage, une série de mesures d'écarts temporels angulairement réparties de part et d'autre de la position de référence en vue d'obtenir un ensemble d'échantillons  
20  $\Delta T_1, \dots, \Delta T_n$  sur ladite fenêtre,

(c) l'on effectue, pour chaque ensemble d'échantillons, une combinaison linéaire des valeurs mesurées  $\Delta T_1, \dots, \Delta T_n$  de façon à obtenir un paramètre, dit paramètre critique, représentatif de la variation de la vitesse instantanée à l'instant de la combustion,  
25

(d) l'on compare le paramètre critique résultat de la combinaison linéaire au seuil de défaut précité et l'on délivre une information représentative d'un défaut en cas de dépassement dudit seuil.  
30

2/ - Procédé selon la revendication 1, dans  
35 lequel l'on détecte les PMH actifs du moteur, caractérisé en ce que la position de référence est définie par rapport à ces PMH actifs comme la position angulaire sensiblement située au premier quart de la distance angulaire entre deux

PMH actifs successifs.

3/ - Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que :

5 (b) dans chaque fenêtre d'échantillonnage, l'on répartit symétriquement les mesures d'écart temporels par rapport à la position de référence de façon à obtenir sensiblement une moitié des échantillons  $\Delta T_1, \dots, \Delta T_{n/2}$  avant la position de référence et l'autre moitié des  
10 échantillons  $\Delta T_{n/2 + 1}, \dots, \Delta T_n$  après ladite position,

(c) l'on effectue une combinaison linéaire des échantillons en affectant des coefficients négatifs à la première moitié des échantillons  $\Delta T_1 \dots \Delta T_{n/2}$  et des coefficients positifs symétriques à la deuxième moitié des  
15 échantillons  $\Delta T_{n/2 + 1} \dots \Delta T_n$ .

4/ - Procédé selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que (a) l'on définit une fenêtre d'échantillonnage de largeur sensiblement égale à 1,5 fois la distance angulaire séparant deux combustions.

20 5/ - Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que :

(b) dans chaque fenêtre d'échantillonnage, l'on effectue trois mesures  $\Delta T_1, \Delta T_2, \Delta T_3$  avant la position de référence et trois mesures  $\Delta T_4, \Delta T_5, \Delta T_6$   
25 après ladite position,

(c) l'on effectue le calcul linéaire suivant pour obtenir le paramètre critique :

$$- \Delta T_1 - 3\Delta T_2 - 2\Delta T_3 + 2\Delta T_4 + 3\Delta T_5 + \Delta T_6$$

30 6/ - Procédé selon l'une des revendications 1, 2, 3, 4 ou 5, dans lequel, pour obtenir le paramètre critique, l'on corrige le résultat de la combinaison linéaire des échantillons par un facteur multiplicatif  $1/T^3$ , où T est une durée proportionnelle à la durée d'une rotation de la pièce tournante.

35 7/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que :

. l'on mémorise préalablement une cartographie de seuils de défaut donnant une valeur de

seuil pour chaque régime du moteur et charge moyenne appliquée à celui-ci,

5 . l'on détecte le régime du moteur et la charge moyenne appliquée et l'on extrait le seuil de défaut correspondant,

. l'on compare le paramètre critique au seuil de défaut ainsi extrait.

8/ - Procédé selon l'une des revendications  
10 précédentes, caractérisé en ce que la cartographie de seuils de défaut est définie préalablement :

- en provoquant artificiellement une absence de combustion pour des régimes et charges prédéterminés,

15 - en effectuant les mesures d'écart temporels et en calculant les paramètres critiques correspondants,

- et en mémorisant une fraction de ces paramètres comme seuils de défaut.

20 9/ - Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel, à chaque phase de combustion, l'on engendre une information d'identification du cylindre actif et l'on associe chaque information de défaut à cette information d'identification.

25 10/ - Dispositif de détection des irrégularités de combustion dans un moteur à combustion interne en vue de la mise en oeuvre du procédé conforme à l'une des revendications 1 à 9, comprenant un capteur de position angulaire comportant une roue dentée portée par  
30 une pièce tournante solidaire du vilebrequin en vue de fournir à chaque cycle du moteur des informations de position angulaire ainsi qu'une information de position absolue, un compteur adapté pour délivrer des valeurs d'écart temporels à partir des informations issues du  
35 capteur, des moyens de mémorisation des valeurs d'écart temporels, des moyens de mémorisation de seuils de défaut, des moyens de détermination du régime et de la charge du moteur, et des moyens de calcul pour le traitement des

valeurs d'écarts temporels et leur comparaison avec les seuils de défaut, ledit dispositif étant caractérisé en ce que :

- 5                               - le capteur de position angulaire et le compteur sont adaptés pour permettre une résolution temporelle inférieure à une microseconde,
- les moyens de calcul sont programmés :
- . pour grouper les valeurs
- 10 d'écarts temporels en ensembles d'échantillons, chaque ensemble étant centré sur la position angulaire de référence calculée à partir de l'information de position absolue, et étant contenu dans une fenêtre prédéterminée encadrant cette position de référence,
- 15                               . pour effectuer sur chaque ensemble d'échantillons une combinaison linéaire en vue d'obtenir à chaque cycle le paramètre critique,
- . pour lire dans les moyens de mémorisation des seuils de défaut, le seuil correspondant
- 20 au régime et à la charge fournis par les moyens de détermination,
- . pour comparer le paramètre critique à ce seuil de défaut,
- . et pour délivrer une
- 25 information représentative d'un défaut en cas de dépassement dudit seuil.

11/ - Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que les moyens de calcul sont programmés pour grouper les valeurs d'écarts temporels en ensembles de

30 six échantillons  $\Delta T_1, \Delta T_2, \dots, \Delta T_6$ , et pour effectuer sur chaque ensemble d'échantillons un calcul selon l'algorithme suivant :

$$35 \quad \frac{1}{T^3} (-\Delta T_1 - 3\Delta T_2 - 2\Delta T_3 + 2\Delta T_4 + 3\Delta T_5 + \Delta T_6)$$

où T est un paramètre proportionnel à la durée d'une rotation de la roue dentée associée au capteur de position

angulaire.

12/ - Dispositif selon l'une des revendications 10 ou 11, comprenant des moyens 5 d'identification du cylindre en cours de combustion en vue de délivrer une information d'identification associée à l'information de défaut.

13/ - Système de contrôle d'un moteur à injection, équipé du dispositif conforme à l'une des 10 revendications 10, 11 ou 12.

Fig 1

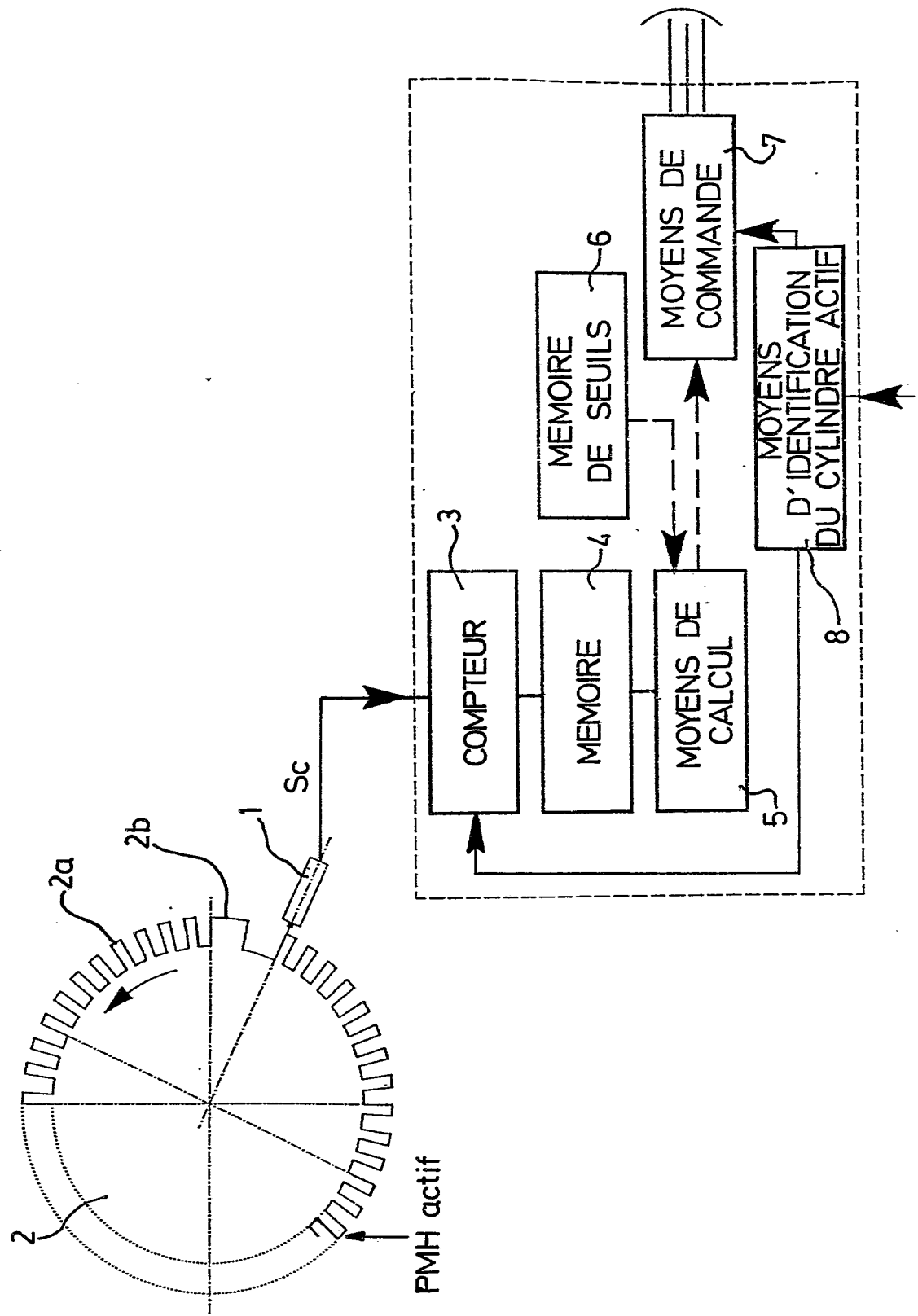
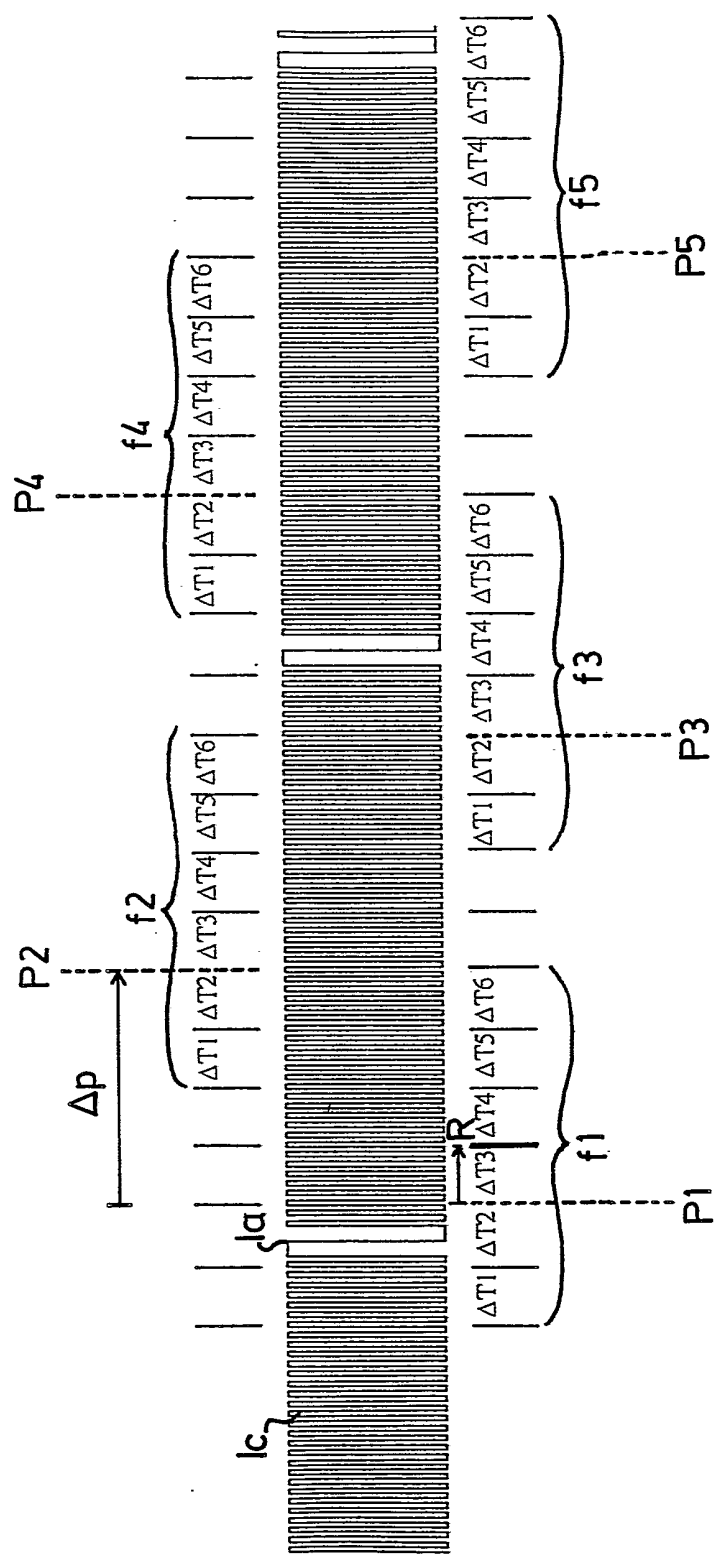


Fig 2



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 9204532  
FA 470654

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	WO-A-9 015 235 (KLENK) * page 5, ligne 15 - page 20, ligne 6; figures * ---	1
A	WO-A-9 102 892 (WIMMER) * page 12, ligne 8 - page 20, ligne 12; figures * ---	1
A	US-A-5 086 741 (NAKAMURA) * colonne 3, ligne 39 - colonne 11, ligne 30; figures * ---	1
A	US-A-4 691 286 (OBAYASHI) * colonne 2, ligne 30 - colonne 8, ligne 5; figures * -----	1
		<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)</b>
		F02B F02D G01M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
06 NOVEMBRE 1992		MOUTON J.M.M.P.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		

1