

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 452 701 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
01.09.2004 Bulletin 2004/36

(51) Int Cl.7: F01M 5/00

(21) Numéro de dépôt: 04300088.4

(22) Date de dépôt: 19.02.2004

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR  
Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK

(30) Priorité: 27.02.2003 FR 0302379

(71) Demandeur: Peugeot Citroen Automobiles SA  
78140 Vélizy Villacoublay (FR)

(72) Inventeurs:  
• Bonnet, Jean-Baptiste  
92330 Sceaux (FR)  
• Sedda, Emmanuel  
78700 Conflans Sainte Honorine (FR)

(74) Mandataire: Grynwald, Albert et al  
Cabinet Grynwald,  
127, rue du Faubourg Poissonnière  
75009 Paris (FR)

### (54) Procédé et système d'évaluation de la température de l'huile d'un moteur à combustion

(57) L'invention concerne un procédé et un système d'estimation de la température de l'huile d'un moteur à explosion réalisant les opérations suivantes

- (a) Calcul de prédiction, à l'aide d'un premier algorithme (A1), d'une température prédictive (Tpeau) du fluide de refroidissement en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur,
- (b) Mesure de la température (Teau) du liquide de refroidissement,
- (c) Calcul d'une erreur entre la température mesurée (Teau) du fluide de refroidissement et la température prédictive (Tpeau) du fluide de refroidissement,
- (d) Calcul de prédiction, à l'aide d'un deuxième algorithme (A2), d'une température d'huile prédictive (Tphuile) en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur,
- (e) Correction de la température d'huile prédictive (Tphuile) à l'aide de ladite erreur pour fournir une température d'huile estimée (Thuile).

Applications: Estimation de la température de l'huile d'un moteur à explosion.

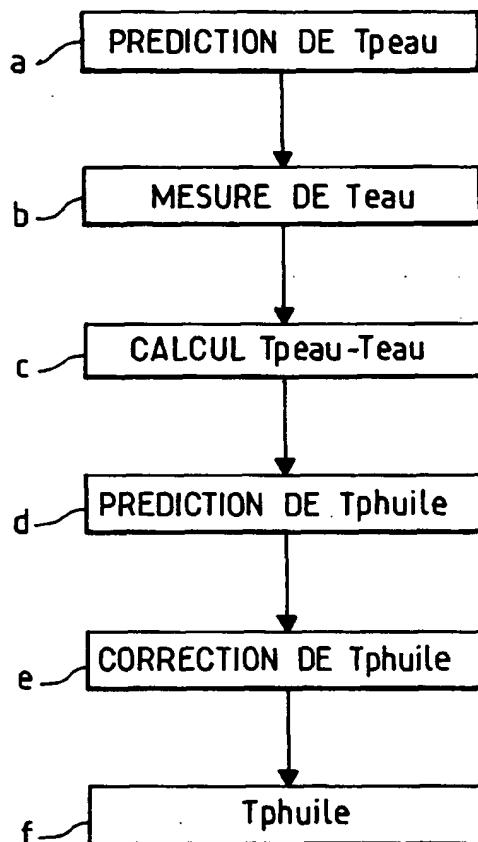


FIG.1

**Description**

**[0001]** L'invention concerne un procédé d'évaluation de la température de l'huile d'un moteur à combustion interne et un système permettant de mettre en oeuvre ce procédé. Elle est applicable notamment aux moteurs automobiles.

**[0002]** La connaissance de la température de l'huile d'un moteur est souvent utilisée pour le contrôle d'un moteur à essence ou diesel. Cette information est parfois indiquée sur le tableau de bord du véhicule. Elle provient le plus souvent d'un capteur de température d'huile directement placé dans le moteur. Cela nécessite alors de prévoir un capteur qui est généralement en contact avec l'huile du moteur, des circuits électroniques qui traduisent cette information en signaux électriques et une liaison permettant de transmettre ces signaux au dispositif d'affichage sur le tableau de bord du véhicule.

**[0003]** La présente invention se propose d'estimer la température de l'huile du moteur d'un véhicule à partir d'informations disponibles dans les dispositifs de contrôle du moteur sans avoir à utiliser un capteur de température d'huile du moteur. En d'autres termes, l'invention permet d'éviter l'utilisation d'un capteur de la température de l'huile du moteur et les circuits électroniques associés.

**[0004]** L'invention concerne donc un procédé d'estimation de la température de l'huile d'un moteur à explosion comprenant notamment un circuit de refroidissement à fluide de refroidissement et un dispositif de mesure de la température du fluide de refroidissement fournit une température mesurée du fluide de refroidissement. Ce procédé comporte les étapes suivantes :

- Calcul de prédiction d'une température prédictive du fluide de refroidissement en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur,
- Mesure de la température du liquide de refroidissement à l'aide du dispositif de mesure,
- Calcul d'une erreur entre la température mesurée et la température prédictive du fluide de refroidissement,
- Calcul de prédiction d'une température d'huile prédictive en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur,
- Correction de la température d'huile prédictive à l'aide de ladite erreur pour fournir une température d'huile estimée.

**[0005]** Dans ce procédé, les étapes (e) et (d) peuvent être effectuées en une seule étape. Le calcul de prédiction incorpore alors une correction tenant compte de l'erreur calculée sur la température de l'eau.

**[0006]** La prédiction de la température de refroidissement est déterminée par exemple, en résolvant l'équation différentielle :

$$\frac{dT_{\text{peau}}}{dt} = \frac{T_{\text{peau}}}{\tau_{\text{eau}}} + \frac{g(c, n)}{\tau_{\text{eau}}}$$

dans laquelle :

- 5 •  $T_{\text{peau}}$  est la température d'eau prédictive par la formule,
- $\tau_{\text{eau}}$  est la constante de temps de l'évolution de la température du fluide de refroidissement,
- 10 •  $g(c, n)$  est une cartographie de différentes températures atteintes en régime permanent en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur tels que le couple moteur réel et le régime de rotation du moteur.

**[0007]** La prédiction de la température d'huile peut être obtenue en résolvant l'équation différentielle suivante :

$$20 \quad \frac{dT_{\text{huile}}}{dt} = \frac{T_{\text{huile}}}{\tau_{\text{huile}}} + \frac{[f(c, n) + \vartheta_{\text{huile}}]}{\tau_{\text{huile}}}$$

dans laquelle :

- 25 •  $T_{\text{huile}}$  est la température de l'huile moteur prédictive,
- $\tau_{\text{huile}}$  est la constante de temps de l'évolution de la température de l'huile,
- $f(c, n)$  est une cartographie de différentes températures en fonction de paramètres de fonctionnement
- 30 du moteur tels que le couple moteur réel et le régime de rotation du moteur,
- $\vartheta_{\text{huile}}$ , est une valeur d'erreur à corriger sur la valeur de la température prédictive de l'huile moteur.

**[0008]** La valeur d'erreur de la température prédictive de l'huile à corriger est sensiblement proportionnelle à l'erreur entre la température mesurée du fluide de refroidissement et la température prédictive du fluide de refroidissement.

**[0009]** Pour mettre en oeuvre ce procédé, on prévoit au préalable d'établir et d'enregistrer en mémoire une cartographie des températures du liquide de refroidissement pour différents paramètres de fonctionnement du moteur et d'une cartographie des températures de l'huile pour les mêmes paramètres de fonctionnement du moteur.

**[0010]** L'invention se rapporte également à un système d'estimation de la température de l'huile d'un moteur à explosion (M) mettant en oeuvre ce procédé. Ce système comporte un système de traitement mettant en oeuvre un premier algorithme de prédiction de la température du fluide de refroidissement en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur et fournissant une température prédictive du fluide de refroidissement.

**[0011]** Un circuit de calcul d'erreur calcule l'erreur entre une température mesurée du fluide de refroidissement et la température ainsi prédictive. De plus le système de traitement met en oeuvre un deuxième algorithme de prédic-

tion de la température de l'huile du moteur en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur et fournit une température d'huile prédictive. Enfin, un circuit de correction corrige la température d'huile prédictive à l'aide de l'erreur calculée par le circuit de calcul d'erreur et fournit une température d'huile estimée.

**[0011]** Le système selon l'invention fait appel à des fonctions non linéaires ( $f(c,n)$ ,  $g(c,n)$ ) approchées par des cartographies des températures du liquide de refroidissement et des températures de l'huile pour différents paramètres de fonctionnement du moteur.

**[0012]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement avec la description qui suit et les figures annexées qui représentent :

- La figure 1, un exemple d'organigramme du procédé de l'invention,
- Les figures 2a et 2b, des courbes d'évolution des température du liquide de refroidissement et de l'huile,
- les figures 3a et 3b, des cartographies des températures du liquide de refroidissement et de l'huile pour différentes valeurs du couple moteur et différentes valeur du régime,
- les figures 4a et 4b, des diagrammes de liaisons d'un système permettant de mettre en oeuvre l'invention,
- les figures 5a et 5b, des courbes de températures mettant en évidence la convergence correcte du système de l'invention,
- la figure 6, l'évolution de la chute de température lors d'un arrêt du moteur, et
- les figures 7a à 7d, des relevés d'essais mettant en évidence le fonctionnement de l'invention dans différentes conditions d'essais.

**[0013]** On précise tout d'abord que la température d'un moteur varie principalement en fonction:

- de la vitesse du véhicule,
- de la température extérieure,
- de la charge du moteur (couple délivré par le moteur)
- et du régime moteur.

**[0014]** La température de l'huile de lubrification du moteur et du liquide de refroidissement (c'est-à-dire l'eau de refroidissement) d'un moteur subit donc aussi des variations en fonction de ces paramètres.

**[0015]** Un véhicule possède en général un capteur de température d'eau, une information sur le couple moteur et son régime.

**[0016]** L'objet de l'invention est de déterminer la valeur de la température de l'huile d'un moteur à l'aide de la température de l'eau et de divers paramètres de fonctionnement du moteur et cela sans l'aide d'un capteur de mesure de température de l'huile.

**[0017]** Un premier algorithme prédit la température

d'eau à partir d'un modèle interne (mathématique) utilisant en entrée des informations telles que la charge et le régime du moteur. Cette température d'eau prédictive est alors comparée alors à la température d'eau mesurée par le capteur.

**[0018]** Un deuxième algorithme prédit la température de l'huile à partir d'un modèle interne (mathématique) utilisant en entrée des informations telles que la charge et le régime du moteur. L'erreur entre la température d'eau prédictive par le premier algorithme et la température d'eau mesurée permet d'effectuer une correction de la température d'huile prédictive par le deuxième algorithme. Cette correction permet d'obtenir une estimation de la température de l'huile du moteur.

**[0019]** Dans le système selon l'invention, on estime l'évolution de la température d'huile en utilisant un modèle interne de température d'eau et d'huile dont le comportement est proche de celui d'un système régi par deux équations différentielles du premier ordre. Il est basé sur l'observation de mesures d'évolution des températures d'eau et d'huile en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur et notamment de la charge, du régime du moteur et du temps. Il s'agit d'un modèle d'état écrit sous forme différentielle.

**[0020]** Une première équation différentielle du premier ordre permet d'estimer la température de l'eau de refroidissement, une deuxième équation différentielle du premier ordre permet d'estimer la température de l'huile du moteur.

**[0021]** Selon un mode de réalisation de l'invention, le modèle d'évolution de la température de l'eau est identique à celui utilisé pour l'huile. La température d'eau prédictive par le modèle est corrigée par la mesure de la température réelle. Cette correction effectuée sur la température de l'eau permet de corriger la température prédictive de l'huile.

**[0022]** L'invention permet donc de se passer d'un capteur de température d'huile et du système associé de traitement et de transmission des signaux électriques.

**[0023]** En se reportant à la figure 1, on va donc tout d'abord décrire un exemple d'organigramme général illustrant le procédé de l'invention.

**[0024]** Le procédé selon l'invention prévoit donc, comme indiqué précédemment, à partir de différentes informations de fonctionnement du moteur - telles que la température de l'eau de refroidissement, la charge du moteur, son régime - de déterminer la température de l'huile du moteur.

**[0025]** Ce procédé comporte les étapes suivantes :

- élaboration d'un algorithme de prédiction de la température de l'eau de refroidissement en fonction de certains paramètres de fonctionnement du moteur tels que ceux indiqués précédemment. Cet algorithme peut être représenté par une équation différentielle représentant les évolutions de la température de l'eau de refroidissement du moteur:

$$\frac{dT_{peau}}{dt} = \frac{T_{peau}}{teau} + \frac{g(c,n)}{teau}$$

où :

- $T_{peau}$  est la température d'eau prédictive par la formule,
- $teau$  est la constante de temps de l'évolution de la température de l'eau,
- $g(c,n)$  est une cartographie de différentes températures en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur tels que le couple moteur réel et le régime de rotation du moteur.
  - mesure de la température réelle  $T_{eau}$  de l'eau de refroidissement du moteur à l'aide du capteur de température de l'eau ;
  - comparaison de la température prédictive  $T_{peau}$  de l'eau lors de la première étape du procédé et de la température mesurée  $T_{eau}$  et calcul de la différence  $\vartheta_{eau}$  entre ces deux températures ;
  - élaboration d'un autre algorithme de prédiction d'une température prédictive  $T_{huile}$  de l'huile du moteur en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur tels que ceux indiqués précédemment. Comme l'algorithme précédent, cet algorithme peut être représenté par une équation différentielle représentant les évolutions de la température de l'huile du moteur:

$$\frac{dT_{huile}}{dt} = \frac{T_{huile}}{thuile} + \frac{f(c,n)}{thuile}$$

où :

- $T_{huile}$  est la température de l'huile prédictive par la formule,
- $thuile$  est la constante de temps de l'évolution de la température de l'huile,
- $f(c,n)$  est une cartographie de différentes températures en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur tels que le couple moteur réel et le régime de rotation du moteur.
  - calcul d'une valeur de température estimée  $\vartheta_{huile}$  de l'huile du moteur par correction de la température prédictive  $T_{huile}$  à l'aide de la différence  $\vartheta_{eau}$  obtenue précédemment entre la température prédictive de l'eau et la température mesurée de l'eau. Cette correction peut prendre simplement la forme d'une somme algébrique de la température prédictive  $T_{huile}$  et de la différence  $\vartheta_{eau}$ .

**[0026]** Les deux dernières étapes peuvent être réalisées en une seule étape en intégrant une incertitude  $\vartheta_{huile}$  de la valeur de la température prédictive de l'huile dans l'équation différentielle de prédiction de cette

température :

$$\frac{dT_{huile}}{dt} = \frac{T_{huile}}{thuile} + \frac{[f(c,n) + \vartheta_{huile}]}{thuile}$$

5

**[0027]** Dans le procédé qui précède, il convient de connaître les constantes de temps  $teau$  et  $thuile$  ainsi que les fonctions  $f(c,n)$  et  $g(c,n)$ .

10 **[0028]** Pour identifier les constantes de temps  $teau$  et  $thuile$ , on peut prévoir des essais de montées en températures sur un banc d'essais. A titre d'exemple on considérera que les variables à prendre en compte sont des échelons de charges et de régimes du moteur et qu'elles permettent l'identification des constantes de temps.

15 **[0029]** Par exemple, en mesurant le temps nécessaire pour atteindre une valeur de la température à 63% ( $t = T$ ) de la valeur finale puis à 95% ( $t = 3.T$ ) de la valeur finale, il est possible de déduire la constante de temps 20 du système. Pour l'huile comme pour l'eau, on trouve que les constantes de temps ont des valeurs similaires, 150s par exemple. La figure 2a et 1a. figure 2b montrent des courbes d'évolution des températures de l'eau de refroidissement et des températures de l'huile respectivement, avec les constantes de temps identifiées précédemment. Ces courbes sont comparées aux courbes de température réelles.

25 **[0030]** Les non linéarités apparaissant sur la figure 2a à 100s et 300s sont respectivement l'ouverture du thermostat et la mise en marche des groupes moto ventilateurs. Dans ces conditions, pour conserver un modèle simple, on ne tiendra pas compte de ces phénomènes. Toutefois, en variante, pour une meilleure précision sur l'estimation de la température d'huile, on tient compte 30 du thermostat et de la mise en marche des GMV.

35 **[0031]** Pour obtenir les fonctions  $f(c,n)$  et  $g(c,n)$  on prévoit de réaliser des cartographies de points de fonctionnement possibles. Ces cartographies peuvent être réalisées sur un banc en se fixant des conditions de 40 fonctionnement typiques. Par exemple, on pourra prévoir les conditions de fonctionnement suivantes:

- fonctionnement du banc d'essai en mode iso vitesse (vitesse constante),
- 45 - le véhicule est sur le second rapport de boîte de vitesse,
- le régime du moteur est fixé par la vitesse de rotation des rouleaux du banc d'essai,
- la charge est ajustée par la pression sur la pédale 50 d'accélérateur,
- le refroidissement est assuré par un ventilateur dont la vitesse de l'air pulsé est égale une vitesse de déplacement simulée,
- le capot moteur est ouvert (pour des raisons d'instrumentation).

55 **[0032]** A titre d'exemple, des points de fonctionnement sont choisis sur la plage d'utilisation du moteur:

- vitesses : 2000 tr/min, 3000 tr/min et 4000 tr/min
- couples : 30 Nm, 74 Nm et 130 Nm (mesurés grâce à la variable « Couple Réel » sur un réseau CAN (« Control Area Network ») inter système.

**[0033]** Dans cet exemple, on dispose donc d'un total de neuf points d'étalonnage pour chaque fluide (eau et huile).

**[0034]** Des essais ont donc permis d'établir des cartographies à régime constant en fonction de la charge telles que celle de la figure 3a pour la cartographie de la température de l'eau de refroidissement du moteur, et celle de la figure 3b pour la cartographie de la température de l'huile du moteur.

**[0035]** En régime permanent, la température d'eau Teau est mesurée puis comparée à la valeur prédictive Tpeau. On en déduit la valeur de  $\vartheta_{\text{eau}}$ , l'erreur commise sur la température de l'eau étant :

$$\vartheta_{\text{eau}} = \text{Teau} - \text{Tpeau}$$

**[0036]** Si on considère que les énergies dissipées par pertes pour l'huile et pour l'eau sont quasi identiques, on obtient une relation entre  $\vartheta_{\text{eau}}$  et  $\vartheta_{\text{huile}}$  qui est de la forme :

$$\vartheta_{\text{huile}} = \vartheta_{\text{eau}} [f(c,n)/g(c,n)]$$

**[0037]** Comme décrit précédemment, les cartographies  $f(c,n)$  et  $g(c,n)$  sont définies, à titre d'exemple, pour neuf points de fonctionnement relevés sur banc à rouleaux. Entre ces points de fonctionnement, on effectue une interpolation linéaire pour déterminer une température de fonctionnement déterminée qu'on appellera température cible.

**[0038]** Afin de déterminer  $f(c,n)/g(c,n)$ , on a, pour simplifier le système, effectué la division des températures «cibles» pour les neuf points de fonctionnements relevés puis on a calculé la valeur moyenne de ces rapports. Dans le modèle ainsi implémenté,  $f(c,n)/g(c,n)$  est donc considéré comme une constante.

**[0039]** En se reportant aux figures 4a et 4b, on va maintenant décrire un exemple de réalisation d'un système permettant de mettre en oeuvre le procédé précédemment décrit.

**[0040]** La figure 4a représente un exemple général de réalisation de ce système.

**[0041]** Le moteur M est équipé d'un capteur de température TE capable de mesurer la température Teau de l'eau de refroidissement du moteur. Le moteur M comporte des dispositifs tels que P1 et P2 capables d'indiquer des paramètres de fonctionnement du moteur tels que, par exemple, le couple développé par le moteur et le régime de rotation comme cela a été considéré dans les exemples précédents.

**[0042]** Les valeurs de ces paramètres de fonctionne-

ment sont appliquées aux entrées de deux dispositifs de traitement A1 et A2 qui fournissent, respectivement, une température prédictive Tpeau de l'eau de refroidissement et une température prédictive Tphuile de l'huile du moteur.

**[0043]** Un circuit de calcul D1 reçoit la température mesurée Teau la température prédictive Tpeau de l'eau de refroidissement, compare ces températures et fournit une valeur veau représentant cette différence.

**[0044]** Par ailleurs, un autre circuit de calcul D2 reçoit la température prédictive Tphuile de l'huile du moteur ainsi que la valeur veau calculée précédemment et fournit une valeur de la température d'huile corrigée Thuile.

**[0045]** La figure 4b représente un système plus détaillé permettant de mettre en oeuvre l'invention. Ce système comporte, comme en figure 4a, des dispositifs P1 et P2 fournissant des paramètres de fonctionnement du moteur ainsi qu'un capteur de température TE fournissant la température de l'eau de refroidissement du moteur.

**[0046]** De plus le système possède en mémoire une cartographie  $G(c,n)$  des températures de l'eau de refroidissement en fonction d'un type de paramètre (le couple par exemple) pour différentes valeurs d'un autre paramètre (le régime du moteur par exemple). Il possède également une cartographie similaire  $f(c,n)$  pour les températures de l'huile du moteur.

**[0047]** La cartographie  $g(c,n)$  est exploitée dans un algorithme A1 à l'aide des paramètres c et n fournis par les dispositifs P1 et P2. L'algorithme fournit une température prédictive Tpeau. Un circuit de différence reçoit cette température prédictive ainsi que la température Teau mesurée par le capteur TE et fournit une valeur de différence  $\vartheta_{\text{eau}}$ . Cette différence est transmise à un opérateur OP1 qui la multiplie par une valeur moyenne de différents rapports  $f(c,n)/g(c,n)$  calculés pour différents points de fonctionnement du moteur. L'opérateur OP1 fournit une valeur  $\vartheta_{\text{huile}}$  qui représente sensiblement l'incertitude sur le calcul de la valeur de la température d'huile à atteindre en régime permanent.

**[0048]** Par ailleurs, la cartographie  $G(c,n)$  est exploitée dans un algorithme A2 à l'aide des paramètres c et n fournis par les dispositifs P1 et P2. L'algorithme prend en compte également la valeur de  $\vartheta_{\text{huile}}$  et fournit une température Thuile.

**[0049]** Dans la description qui précède, on a utilisé à titre d'exemple deux paramètres de fonctionnement (le couple du moteur et le régime) mais on pourrait utiliser d'autres paramètres sans sortir du cadre de l'invention.

**[0050]** Pour initialiser le système, la température de l'eau au moment du démarrage est utilisée comme valeur initiale de la température de l'huile. Si le moteur est froid lors du démarrage, Teau est sensiblement égal à Thuile. Si le moteur est chaud, les deux températures peuvent être différentes (en principe, une différence inférieure à la dizaine de degrés). Initialiser l'estimateur de température d'huile à une valeur erronée ne perturbe pas sa convergence, comme le montre les figures 5a et

5b. Dans ce qui va suivre, la valeur initiale de la température d'huile sera donc initialisée à la valeur initiale de la température d'eau.

[0051] On observe la convergence de l'estimateur quelle que soit la valeur initiale de la température d'huile.

[0052] Par ailleurs, on observe que le système est efficace lors d'un arrêt du moteur suivi d'un redémarrage (donc à chaud). En effet, l'estimation de la température d'huile lors de l'arrêt du moteur sert à initialiser l'estimateur lors du démarrage suivant. La figure 6 présente une diminution de température lors d'un arrêt du moteur. On constate que, dans l'exemple, les températures d'huile et d'eau sont sensiblement égales au temps 0 (instant d'arrêt du moteur), puis, les deux températures décroissent de manière quasi identique. Au bout de 1800s environ, il existe une différence d'environ 5°C entre l'eau et l'huile. Si l'on utilise, à ce moment là, la température d'eau pour initialiser l'estimateur, on commet une erreur d'environ 5°C.

[0053] Or, comme cela a été décrit précédemment en relation avec les figures 5a et 5b, grâce à la convergence rapide de l'estimateur comportemental, une erreur de 5°C sur la température initiale de l'huile ne perturbe pas sa convergence. Il n'est donc pas nécessaire d'utiliser un modèle d'estimateur particulier pour la phase d'arrêt du moteur, la différence entre la température de l'eau et la température de l'huile en phase d'arrêt du moteur n'étant pas suffisamment importante.

[0054] Pour valider le fonctionnement du système d'estimation de la température d'huile, différents essais ont été réalisés dans différentes conditions de circulation :

- en roulage urbain par temps frais (figure 7a),
- en roulage urbain par temps chaud (figure 7b),
- en roulage extra urbain (figure 7c),
- en roulage autoroutier avec un moteur chaud (figure 7d).

[0055] Chacune de ces figures comporte trois graphiques :

- le graphique du haut représente les températures d'eau en degrés C en fonction du temps, en secondes, et cela durant une variation du régime du moteur et du couple,
- le graphique du milieu fournit les températures estimées de l'huile et les températures d'huile qui ont été mesurées pour vérification, en degrés C en fonction du temps,
- le graphique du bas fournit les écarts, en degrés, en fonction du temps, entre les températures d'huile mesurées et les températures estimées.

[0056] Comme on peut le voir sur la figure 7a, lors d'un roulage urbain dans des conditions tempérées (21°C par exemple) on constate une convergence de

l'estimateur vers des valeurs proches des valeurs réelles au bout d'environ 600s. De plus, l'erreur commise reste dans une gamme comprise entre 2,4 et 7 pour cent.

5 [0057] En roulage urbain par temps chaud (figure 7b), par exemple par 33°C de température extérieure, avec une période de circulation dense entre les temps 400s et 2200s, la température a fortement augmenté. On a enregistré des températures d'eau atteignant 97°C. On constate que l'erreur sur l'estimation de la température d'huile est inférieure à environ 6%. On a constaté également que lorsque la circulation était plus fluide, l'erreur chutait à 3%.

10 [0058] En roulage extra urbain illustré en figure 7c, le temps de stabilisation du système pour obtenir une erreur réduite à moins de 2% est d'environ 600s. Par ailleurs, on constate que lors de l'essai, deux maxima de températures ont été produits aux temps 1500s et 1800s, et les températures estimées ont pris en compte 20 ces maxima.

[0059] Enfin en roulage autoroutier à moteur chaud représenté en figure 7d, le système a tendance à surestimer la température réelle. L'erreur relative maximale est de 11,2%. Puis, lors d'un ralentissement (sortie 25 d'autoroute), et un retour à un roulage modéré (au temps 1050s environ), le système retrouve un niveau de performance correspondant à une erreur de 5%.

[0060] On constate donc que le système de l'invention donne de bons résultats tant en ce qui concerne le 30 respect de la dynamique de la température d'huile que pour la valeur de régime permanent.

[0061] Un avantage de ce système est la rapidité de convergence de l'estimation qui le rend peu sensible à la valeur d'initialisation. Cela supprime le problème de 35 l'estimation de la température à l'arrêt car il est possible d'initialiser le système avec la température de l'eau au démarrage.

[0062] Sans sortir du cadre de l'invention, on pourrait : 40

- prendre en compte d'autres paramètres de fonctionnement que le couple ou le régime : la vitesse du véhicule, la température extérieure par exemple,
- réaliser les cartographies des températures avec 45 un plus grand nombre de points de fonctionnement.

## Revendications

- 50 1. Procédé d'estimation de la température de l'huile d'un moteur à explosion (M) comprenant un circuit de refroidissement à fluide de refroidissement, un dispositif de mesure (TE) de la température de ce fluide de refroidissement fournissant une température mesurée ( $T_{eau}$ ) dudit fluide de refroidissement, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

55

- (a) calcul de prédiction (A1) d'une température prédictive ( $T_{peau}$ ) du fluide de refroidissement en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur,
- (b) mesure de la température ( $T_{eau}$ ) du liquide de refroidissement à l'aide du dispositif de mesure (TE),
- (c) calcul d'une erreur entre la température mesurée ( $T_{eau}$ ) du fluide de refroidissement et la température prédictive ( $T_{peau}$ ) du fluide de refroidissement,
- (d) calcul de prédiction (A2) d'une température d'huile prédictive ( $T_{huile}$ ) en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur, et
- (e) correction de la température d'huile prédictive ( $T_{huile}$ ) à l'aide de ladite erreur pour fournir une température d'huile estimée ( $T_{huile}$ ).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les étapes (e) et (d) sont effectuées en une seule étape, le calcul de prédiction de la température d'huile (A2) incorporant une correction tenant compte de l'erreur calculée sur la température de l'eau.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le calcul de prédiction (A1) de la température du fluide de refroidissement se base sur l'équation différentielle suivante :
- $$\frac{dT_{peau}}{dt} = \frac{T_{peau}}{teau} + \frac{g(c, n)}{teau}$$
- dans laquelle :
- $T_{peau}$  est la température d'eau prédictive,
  - $teau$  est la constante de temps de l'évolution de la température de l'eau,
  - $g(c, n)$  est une cartographie de différentes températures en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur tels que le couple moteur réel et le régime de rotation du moteur.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le calcul de prédiction de la température de l'huile se base sur l'équation différentielle suivante :
- $$\frac{dT_{huile}}{dt} = \frac{T_{huile}}{thuile} + \frac{[f(c, n) + \vartheta_{huile}]}{thuile}$$
- dans laquelle :
- $T_{huile}$  est la température de l'huile moteur prédictive par la formule,
  - $thuile$  est la constante de temps de l'évolution de la température de l'huile,
  - $g(c, n)$  est une cartographie de différentes tem-
- pératures en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur tels que le couple moteur réel et le régime de rotation du moteur,
- $\vartheta_{huile}$ , est une valeur d'erreur à corriger sur la valeur de la température prédictive de l'huile moteur.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la valeur d'erreur ( $\vartheta_{huile}$ ) à corriger est sensiblement proportionnelle à l'erreur entre la température mesurée ( $T_{eau}$ ) du fluide de refroidissement et la température prédictive ( $T_{peau}$ ) du fluide de refroidissement.
- 10
6. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comporte une étape préalable d'établissement et d'enregistrement en mémoire d'une cartographie ( $g(c, n)$ ) des températures du liquide de refroidissement pour différents paramètres de fonctionnement du moteur et d'une cartographie ( $F(c, n)$ ) des températures de l'huile pour les mêmes paramètres de fonctionnement du moteur.
- 15
7. Système d'estimation de la température de l'huile d'un moteur à explosion (M) comprenant un circuit de refroidissement à fluide de refroidissement, un dispositif de mesure (TE) de la température dudit fluide de refroidissement fourni une température mesurée ( $T_{eau}$ ) dudit fluide de refroidissement, **caractérisé en ce qu'il** comporte un système de traitement comportant :
- 20
- un premier moyen (A1) de prédiction de la température du fluide de refroidissement en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur et fourni une température prédictive ( $T_{peau}$ ) du fluide de refroidissement,
  - un moyen de calcul d'erreur (D) calculant l'erreur entre la température mesurée ( $T_{eau}$ ) du fluide de refroidissement et la température prédictive ( $T_{peau}$ ) du fluide de refroidissement,
  - un deuxième moyen de prédiction de la température de l'huile du moteur en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur et fourni une température d'huile prédictive ( $T_{huile}$ ),
  - un moyen de correction corrigent la température d'huile prédictive ( $T_{huile}$ ) à l'aide de l'erreur calculée par le moyen de calcul d'erreur et fourni une température d'huile estimée ( $T_{huile}$ ).
- 25
8. Système selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la correction de la température d'huile prédictive ( $T_{huile}$ ) est exécutée dans le deuxième moyen de prédiction.
- 30
9. Système selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé**
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

**en ce que** le premier moyen de prédiction (A1) comporte un moyen de résolution de l'équation différentielle :

$$\frac{dT_{\text{peau}}}{dt} = \frac{T_{\text{peau}}}{teau} + \frac{g(c,n)}{teau} \quad 5$$

dans laquelle :

- $T_{\text{peau}}$  est la température d'eau prédictive par la formule,
- $teau$  est la constante de temps de l'évolution de la température de l'eau,
- $g(c, n)$  est une cartographie de différentes températures en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur tels que le couple moteur réel et le régime de rotation du moteur.

**10.** Système selon l'une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** le deuxième moyen de prédiction (A2) comporte un moyen de résolution de l'équation différentielle :

$$\frac{dT_{\text{huile}}}{dt} = \frac{T_{\text{huile}}}{thuile} + \frac{[f(c, n) + \vartheta_{\text{huile}}]}{thuile} \quad 25$$

dans laquelle :

- $T_{\text{huile}}$  est la température de l'huile moteur prédictive par la formule,
- $thuile$  est la constante de temps de l'évolution de la température de l'huile,
- $g(c, n)$  est une cartographie de différentes températures en fonction de paramètres de fonctionnement du moteur tels que le couple moteur réel et le régime de rotation du moteur,
- $\vartheta_{\text{huile}}$ , est une valeur d'erreur à corriger sur la valeur de la température prédictive de l'huile moteur.

40

**11.** Système selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte un moyen pour que la valeur d'erreur ( $\vartheta_{\text{huile}}$ ) à corriger soit sensiblement proportionnelle à l'erreur entre la température mesurée ( $T_{\text{eau}}$ ) du fluide de refroidissement et la température prédictive ( $T_{\text{peau}}$ ) du fluide de refroidissement.

45

**12.** Système selon la revendication 7, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens ( $f(c, n)$ ,  $g(c, n)$ ) permettant d'établir et d'enregistrer en mémoire d'une cartographie ( $g(c, n)$ ) des températures du liquide de refroidissement en fonction du temps pour différents paramètres de fonctionnement du moteur et d'une cartographie ( $f(c, n)$ ) des températures de l'huile en fonction du temps pour les mêmes paramètres de fonctionnement du moteur.

55

**13.** Moteur à explosion comprenant un système selon

l'une des revendications 7 à 12.

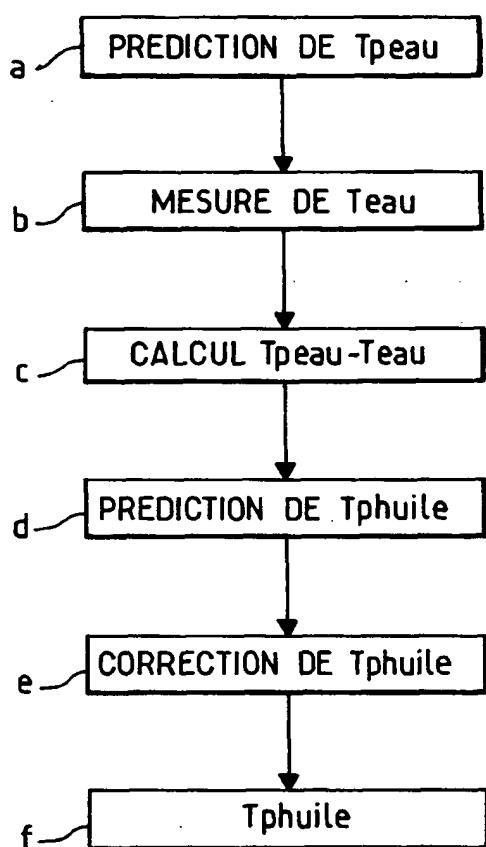


FIG.1

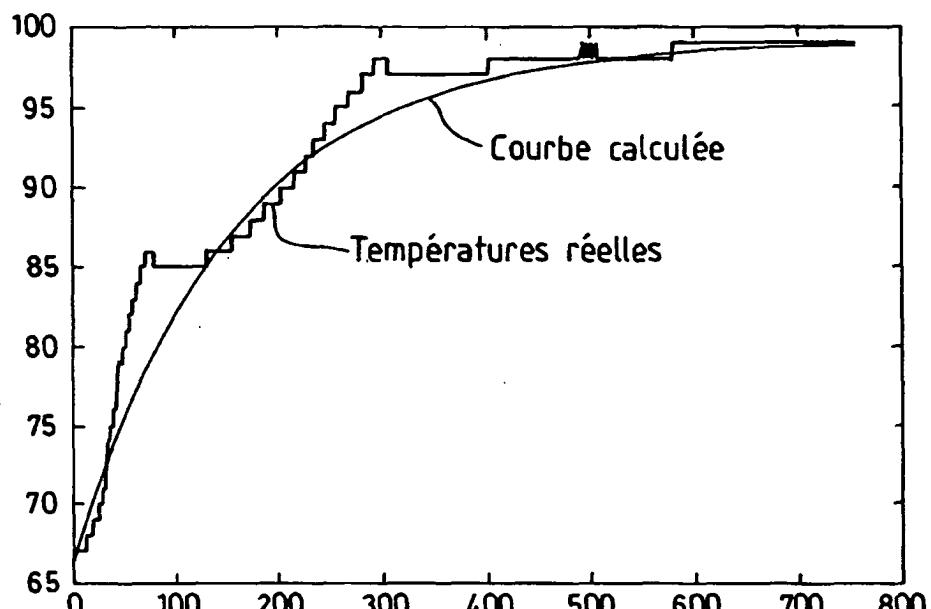


FIG.2a

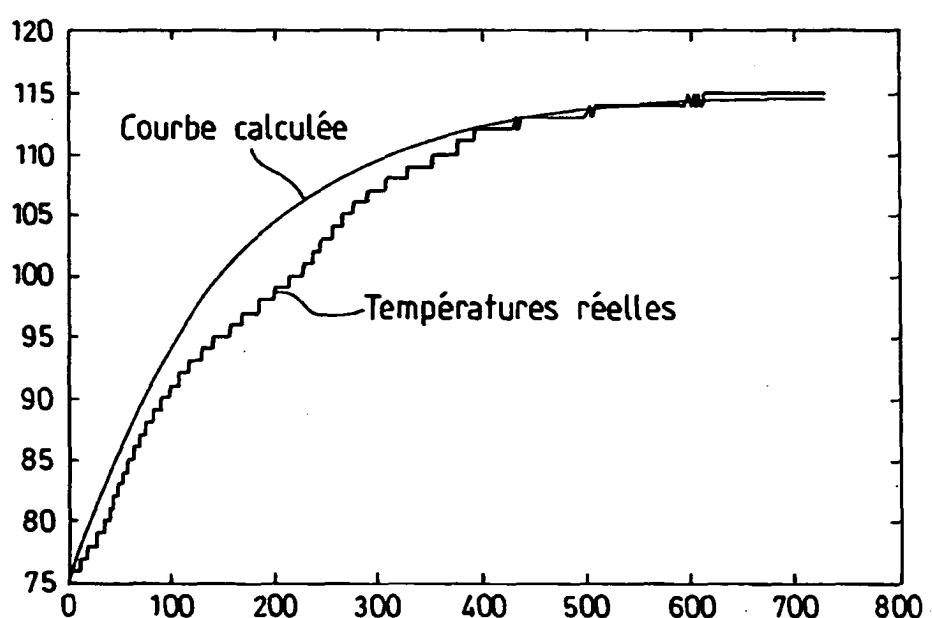


FIG.2b

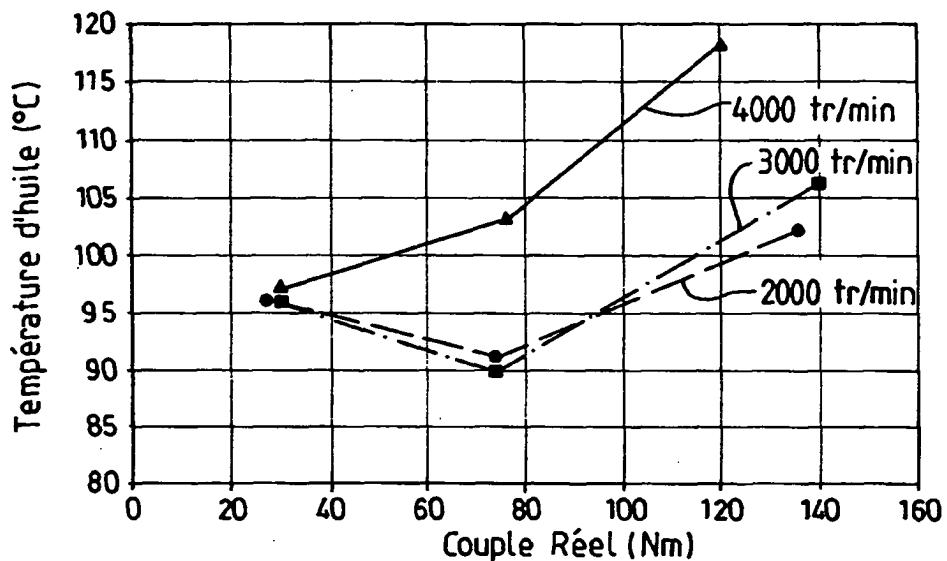


FIG.3a

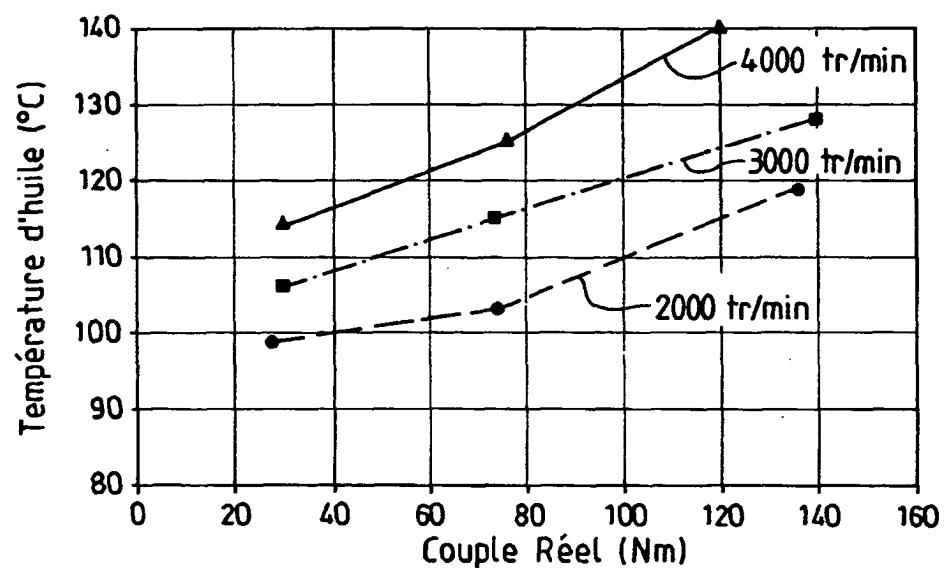


FIG.3b

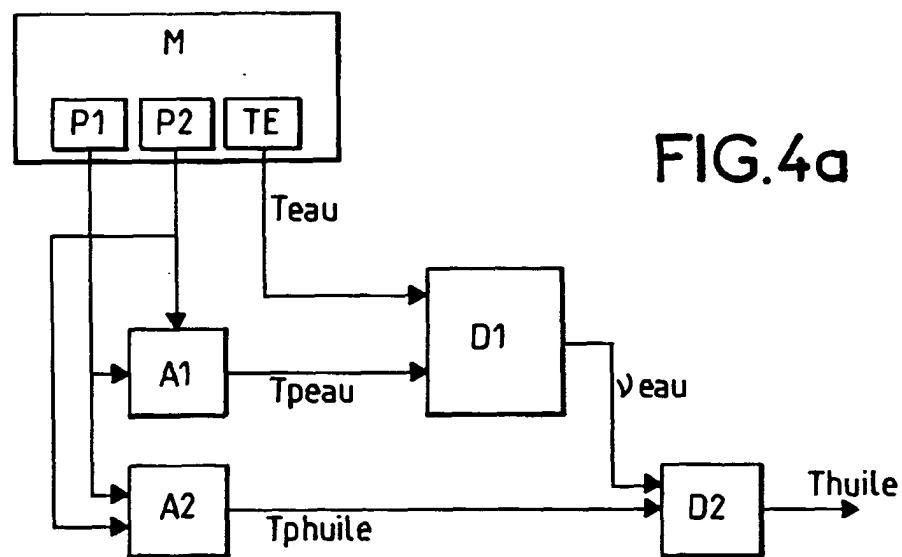


FIG.4a

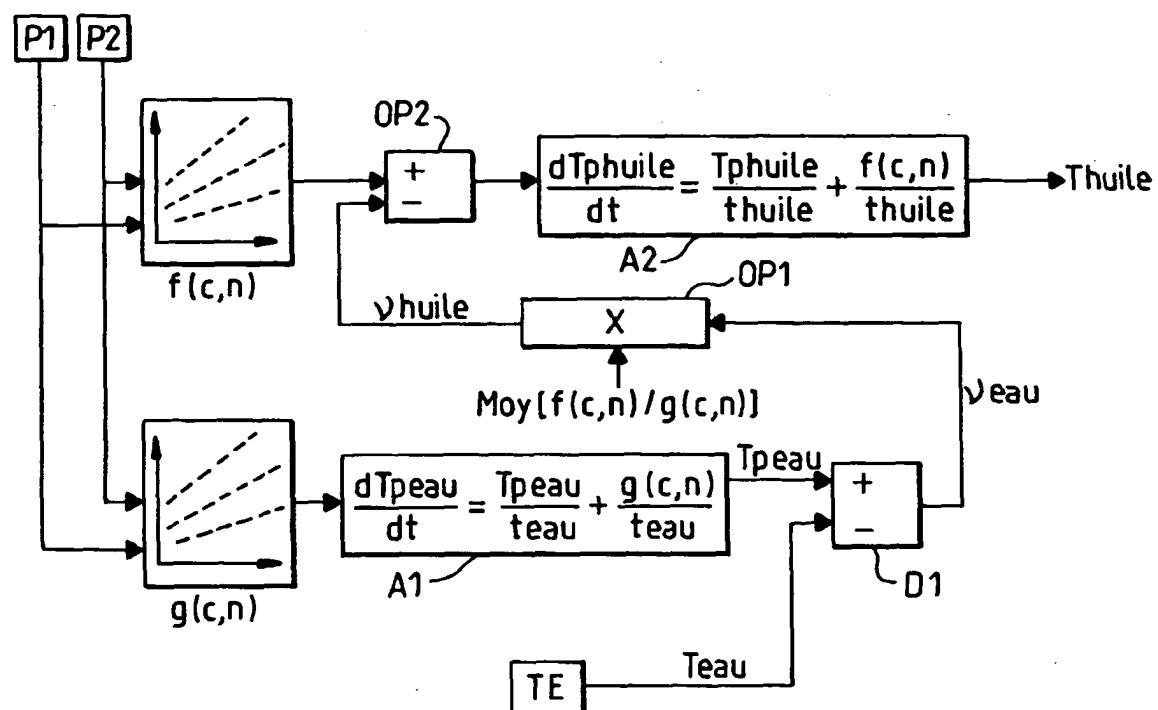
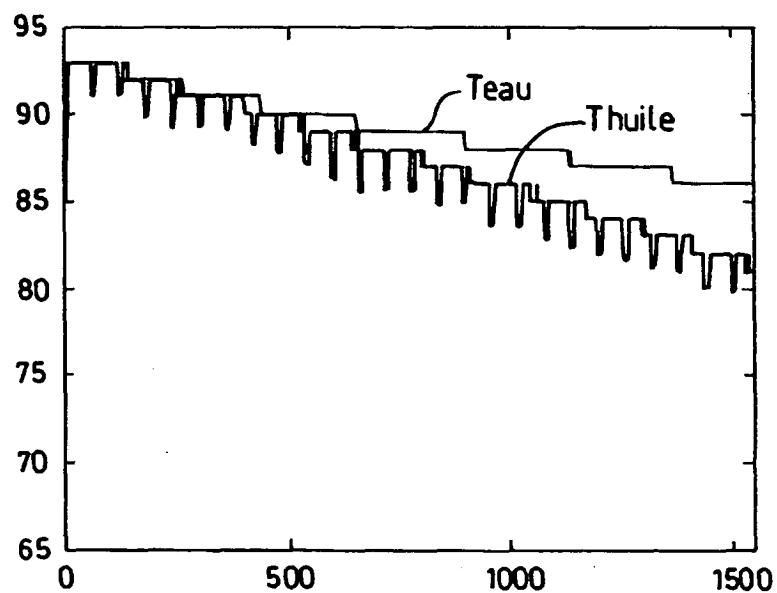
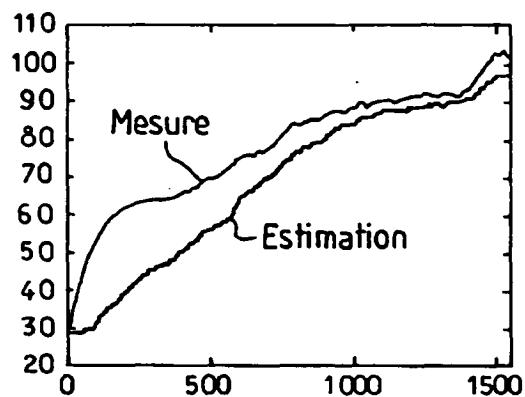
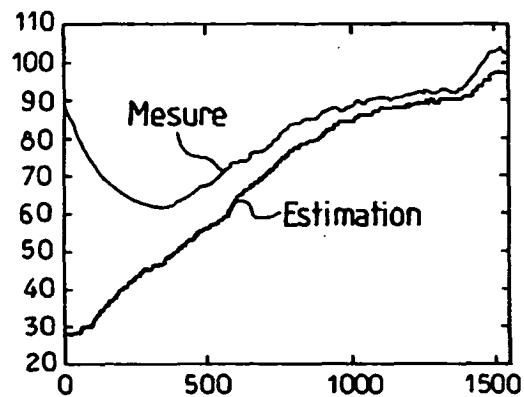


FIG.4b



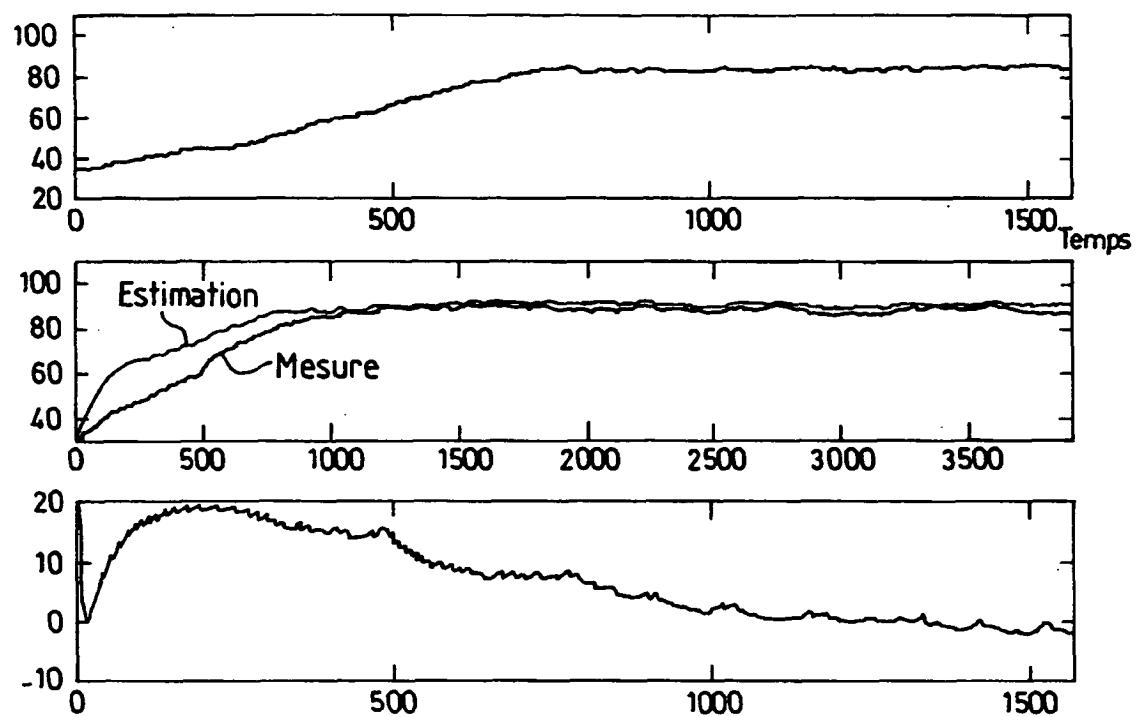


FIG.7a

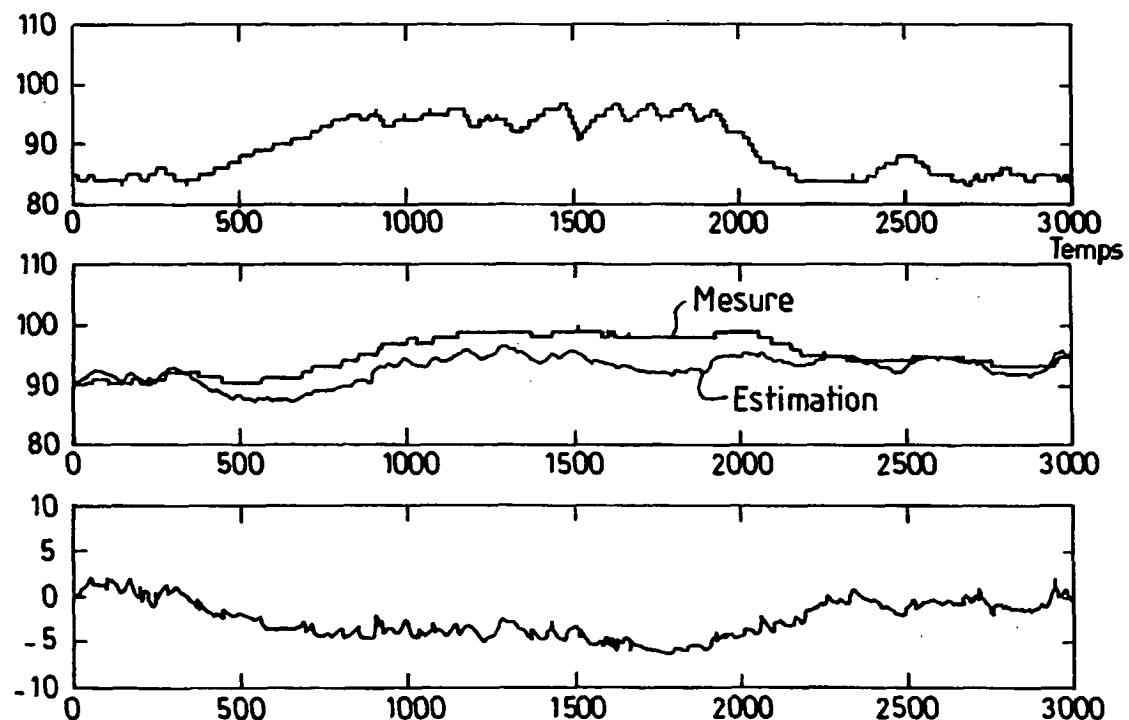


FIG.7b

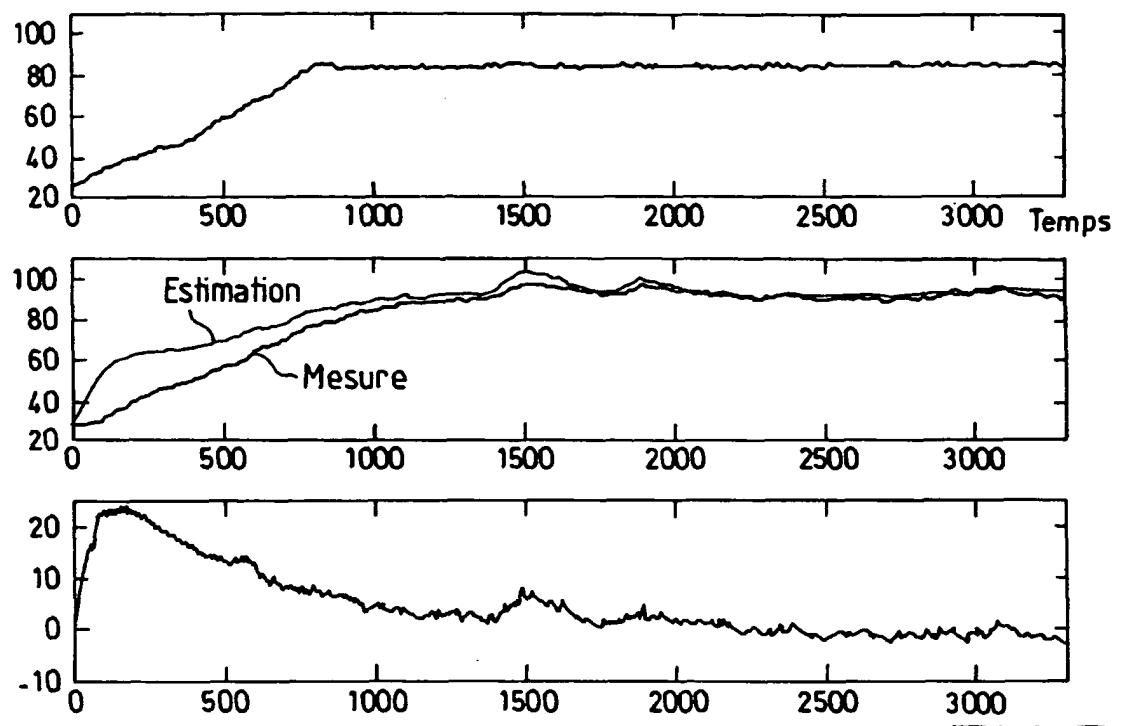


FIG.7c

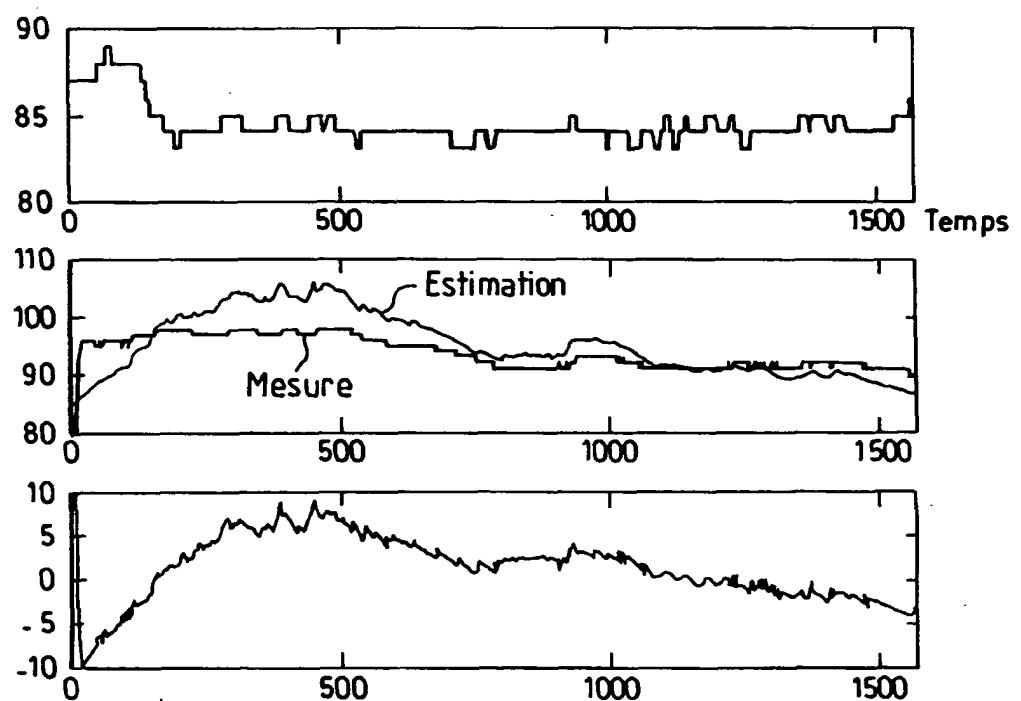


FIG.7d



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 04 30 0088

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	DE 100 06 533 A (SIEMENS AG) 11 octobre 2001 (2001-10-11) * colonne 3, ligne 8 - colonne 5, ligne 66 * -----	1,7	F01M5/00
A	DE 101 19 786 A (SIEMENS AG) 31 octobre 2002 (2002-10-31) * colonne 2, ligne 66 - colonne 5, ligne 64; figures *	1,6	
A	DE 199 61 118 A (SIEMENS AG) 5 juillet 2001 (2001-07-05) * colonne 2, ligne 6 - colonne 4, ligne 44 * -----	1,6	
A	US 5 633 796 A (CULLEN MICHAEL J ET AL) 27 mai 1997 (1997-05-27) * abrégé; figures *	1	
A	US 4 847 768 A (KEERSMAEKERS JOHN D ET AL) 11 juillet 1989 (1989-07-11) * abrégé; figures *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	US 6 449 538 B1 (HASHIMOTO HIROSHI ET AL) 10 septembre 2002 (2002-09-10) * abrégé; figures *	1	F01M
A	US 6 393 357 B1 (WICKS NICK ALFRED ET AL) 21 mai 2002 (2002-05-21) * abrégé; figures *	1	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
La Haye	9 juin 2004	Mouton, J	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention		
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date		
A : arrière-plan technologique	D : cité dans la demande		
O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons		
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant		

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 04 30 0088

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

09-06-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 10006533	A	11-10-2001	DE	10006533 A1	11-10-2001
DE 10119786	A	31-10-2002	DE WO EP	10119786 A1 02086296 A2 1381760 A2	31-10-2002 31-10-2002 21-01-2004
DE 19961118	A	05-07-2001	DE WO	19961118 A1 0144643 A2	05-07-2001 21-06-2001
US 5633796	A	27-05-1997		AUCUN	
US 4847768	A	11-07-1989	CA	1304502 C	30-06-1992
US 6449538	B1	19-09-2002	JP JP US	3448772 B2 2002276326 A 2002133274 A1	22-09-2003 25-09-2002 19-09-2002
US 6393357	B1	21-05-2002	DE GB	10129421 A1 2369439 A ,B	31-01-2002 29-05-2002