



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
24.06.2009 Bulletin 2009/26

(51) Int Cl.:
F01D 21/00 (2006.01) F01D 25/18 (2006.01)
F01M 11/12 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07447071.7**

(22) Date de dépôt: **21.12.2007**

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

• **Raimarckers, Nicolas**
4263 Tourinne (BE)
• **Bajusz, Denis**
1030 Schaerbeek (BE)

(71) Demandeur: **Techspace Aero SA**
4042 Milmort (BE)

(74) Mandataire: **pronovem**
Office Van Malderen
Boulevard de la Sauvenière 85/043
4000 Liège (BE)

(72) Inventeurs:
• **Cornet, Albert**
4800 Verviers (BE)

(54) **Méthode de contrôle de la consommation et de détection de fuites dans un système de lubrification de turbomachine**

(57) Procédé de calcul de la consommation et de l'autonomie en huile associé à un système de lubrification d'un moteur d'avion en vol sur base d'une mesure de niveau d'huile dans le réservoir dudit système de lubrification, caractérisé au moins par une des méthodes suivantes :

- un travail de comparaison entre différents moteurs de l'avion, et éventuellement avec une valeur de référence, les moteurs servant à ladite comparaison étant dans des conditions essentiellement identiques, pour détecter une consommation anormale d'huile ;
- une prise en compte d'un ou plusieurs effets parasites qui influencent ledit niveau d'huile dans le réservoir, ceux-ci étant liés au moins à l'expansion thermique dans le réservoir, au « gulping » et à l'attitude et à l'accélération, pour déduire la modification de niveau d'huile due à une diminution de quantité totale d'huile disponible résultant desdits effets parasites ;
- une combinaison des deux méthodes précitées.

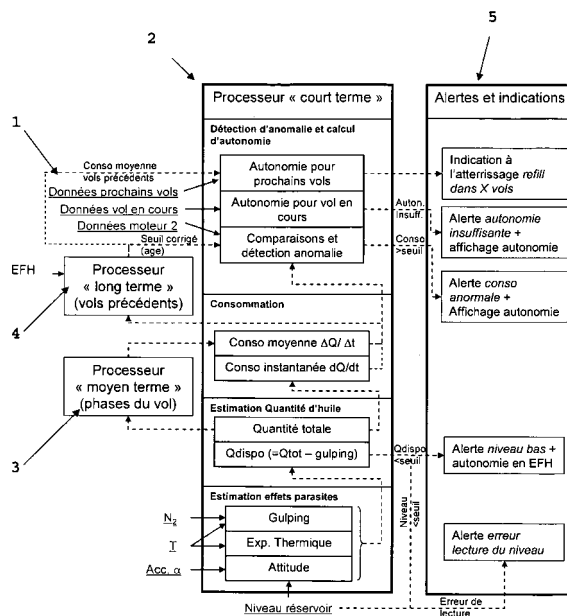


FIG. 2

Description

Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte au domaine général de la lubrification d'une turbomachine aéronautique.
[0002] Elle se rapporte plus particulièrement au monitoring de fuites et de la consommation d'un système de lubrification d'un turboréacteur au travers de la mesure du niveau des réservoirs d'huile et de la consommation.

Etat de la technique

[0003] Une turbomachine aéronautique comporte de nombreux éléments nécessitant d'être lubrifiés ; il s'agit notamment des paliers à roulements utilisés pour supporter les arbres de rotation, ainsi que les engrenages du boîtier d'entraînement d'accessoires.

[0004] Pour diminuer le frottement, l'usure et l'échauffement dus à la vitesse de rotation élevée des arbres de la turbomachine, les paliers à roulement qui les supportent ont ainsi besoin d'être lubrifiés. Comme une simple lubrification en injectant de l'huile uniquement lors des phases d'entretien de la turbomachine ne suffit pas, on a généralement recours à une lubrification dite dynamique.

[0005] Une lubrification dynamique consiste à mettre de l'huile en circulation continue dans un circuit de lubrification. Un débit d'huile de lubrification provenant d'un réservoir est ainsi envoyé par une pompe sur les roulements de paliers.

[0006] Un exemple d'un tel système de lubrification d'une turbomachine est notamment décrit dans le document EP-A-513 957.

[0007] Au sol, lors des entretiens programmés, certaines compagnies aériennes comptabilisent le nombre de cannettes de lubrifiant qui sont utilisées pour faire l'appoint aux réservoirs d'huile. Ceci permet de déterminer la consommation moyenne durant les vols depuis le dernier appoint et, sur base des distances cumulées des vols, d'identifier éventuellement un débit de fuite anormal. Cependant, l'identification d'une fuite anormale lors des entretiens programmés n'est possible que si celle-ci est suffisamment faible pour ne pas déclencher d'anomalie au moteur avant l'entretien programmé.

[0008] L'utilisation du capteur de niveau dans les réservoirs d'huile permettrait des identifications de consommation plus précises, fiables, simples et répétitives ainsi qu'une détection de fuite ou de consommation anormale éventuelle sans attendre les entretiens. D'autre part, les prédictions d'autonomie autoriseraient en outre la mise en place de maintenances prédictives plutôt que programmées ainsi que la gestion des appoints.

[0009] Un capteur de niveau du réservoir d'huile existe sur les turboréacteurs modernes. Cependant la détection d'un problème en vol est actuellement basée sur le dépassement d'un simple seuil bas.

[0010] L'identification d'une fuite importante basée sur le niveau instantané et partant la prédiction d'une autonomie restante faible apparaîtraient avant d'atteindre le seuil bas et laisseraient donc plus de temps entre la détection de la panne et l'accomplissement de la réaction adéquate.

Buts de l'invention

[0011] La présente invention vise à fournir une solution qui permette de s'affranchir des inconvénients de l'état de la technique.

[0012] En particulier, l'invention a pour but de fournir un monitoring continu d'un système de lubrification de turbomachine permettant de réduire les coûts associés aux fuites d'huile qui constituent une cause importante d'incidents (tels que ATO pour *Aborted Take-Off*, IFSD pour *In-Flight Shut-Down*, D&C pour *Delay & Cancellation*) d'une part et associés aux maintenances programmées d'autre part.

[0013] En outre, l'invention a pour but, en plus d'éviter les incidents en vol, de permettre, en évaluant l'autonomie restante en huile, le remplacement de la maintenance programmée par une maintenance prédictive et ainsi d'éviter les maintenances inutiles ainsi que la gestion des appoints en huile.

Résumé de l'invention

[0014] Un premier objet de la présente invention, indiqué dans la revendication 1, se rapporte à un procédé de calcul de la consommation et de l'autonomie en huile associé à un système de lubrification d'un moteur d'avion en vol, de préférence une turbomachine, sur base d'une mesure de niveau d'huile dans le réservoir dudit système de lubrification, permettant une gestion des appoints et des maintenances, et la détection soit de consommation anormale, soit d'autonomie insuffisante, caractérisé au moins par une des méthodes suivantes :

- un travail de comparaison entre différents moteurs de l'avion, et éventuellement avec une valeur de référence, les moteurs servant à ladite comparaison étant dans des conditions essentiellement identiques, pour détecter une

consommation anormale d'huile ;

- une prise en compte d'un ou plusieurs effets parasites qui influencent ledit niveau d'huile dans le réservoir, ceux-ci étant liés à l'expansion thermique dans le réservoir, au « gulping » et/ou à l'attitude et à l'accélération, pour déduire la modification de niveau d'huile due à une modification de quantité totale d'huile disponible dans le réservoir résultant desdits effets parasites ;
- une combinaison des deux méthodes précitées.

[0015] Un deuxième objet de la présente invention, indiqué dans la revendication 16, concerne un système informatique pour la mise en oeuvre du procédé de calcul de la consommation et de l'autonomie en huile associé à un système de lubrification d'un moteur d'avion en vol, de préférence une turbomachine, tel que décrit ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comprend :

- une mémoire (1) contenant un programme principal de mise en oeuvre dudit procédé ainsi que des données relatives au vol en cours et aux prochains vols et des données relatives à au moins un second moteur de l'avion ;
- un premier processeur de données programmable (2), dit processeur « court terme », mis en oeuvre sous le contrôle dudit programme principal pour l'estimation des effets parasites sur la consommation d'huile, l'estimation de la quantité d'huile totale et disponible, la consommation instantanée et moyenne du moteur, la détection d'anomalies de consommation par comparaison avec un ou plusieurs seuils et le calcul d'autonomie pour le vol en cours et pour des prochains vols ;
- un second processeur de données programmable (3), dit processeur « moyen terme », mis en oeuvre sous le contrôle dudit programme principal, pour le calcul de la consommation instantanée et moyenne du moteur, à partir de la quantité totale et disponible d'huile, à chacune des phases du vol ;
- un troisième processeur de données programmable (4), dit processeur « long terme » mis en oeuvre sous le contrôle dudit programme principal, pour réévaluer les paramètres d'estimation du « gulping », de manière évolutive, en fonction des données acquises dans des vols précédents, calculer la consommation moyenne en tenant compte des vols précédents et utilisable pour calculer l'autonomie des vols suivants et pour réévaluer des seuils de consommation normale ;
- des moyens d'affichage d'alertes et d'indications visuelles et/ou sonores (5).

[0016] Un troisième objet de la présente invention, indiqué dans la revendication 19, concerne un programme d'ordinateur contenant un code convenant pour la mise en oeuvre du procédé de calcul de la consommation et de l'autonomie en huile associé à un système de lubrification d'un moteur d'avion en vol, tel que décrit ci-dessus, lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur.

[0017] Des formes d'exécution préférées de l'invention sont indiquées dans les revendications dépendantes, dont les caractéristiques peuvent être considérées, selon l'invention, individuellement ou en combinaison.

Breve description des figures

[0018] La figure 1 représente schématiquement la variation de consommation d'huile d'un turboréacteur au cours du temps, sous l'effet du vieillissement 10 ou d'une avarie soudaine 20.

[0019] La figure 2 représente schématiquement un exemple préféré d'architecture de programme permettant de calculer la quantité d'huile disponible dans le moteur, de calculer la consommation et l'autonomie, de détecter une consommation anormale ou une autonomie insuffisante, selon la présente invention (EFH = *Engine Flight Hours*).

Description détaillée de l'invention

[0020] Selon l'invention, la détection précitée est permise par la mise en place d'un algorithme de calcul de la consommation instantanée d'huile. Le seul niveau donné par le détecteur ne permet hélas pas de fournir directement la consommation car le niveau du réservoir est aussi influencé par des mécanismes et effets parasites. L'algorithme mis en place pour évaluer la consommation et détecter une anomalie doit éliminer ou contourner cette problématique.

[0021] Une première stratégie consiste à travailler par comparaison entre (les) différents moteurs d'un même avion. Dans ce cas, les effets parasites ne sont pas éliminés mais peuvent être considérés comme identiques sur les deux moteurs. Par différence entre les valeurs des deux moteurs et/ou avec une valeur de référence (théorique ou évaluée pendant le rodage du moteur), on détecte une consommation anormale.

[0022] Une autre stratégie consiste à prendre en compte, totalement ou partiellement, les différents mécanismes et effets parasites pour évaluer la consommation à partir de la mesure du niveau d'huile mesuré et déterminer si elle est normale.

[0023] Les deux types de stratégies peuvent également être combinées.

[0024] Les mécanismes parasites susmentionnés sont les suivants :

- Expansion thermique dans le réservoir d'huile : la loi d'expansion thermique de l'huile et la forme du réservoir étant connues avec une bonne précision, la connaissance de la température dans le ou à proximité du réservoir suffit à déduire la contribution de ce phénomène dans le niveau d'huile mesuré dans le réservoir.
- Attitude et accélération : en fonction de la forme du réservoir et de la position du capteur de niveau, l'influence de l'accélération et de l'inclinaison de l'avion peut être prise en compte. On notera que dans l'aviation civile, où l'inclinaison ne dépasse pas 20°, on pourrait négliger ces influences pour autant que le capteur soit situé près du plan de symétrie du réservoir.
- Le *gulping* ou rétention d'huile dans les enceintes : cet effet est la cause majeure de variation du niveau d'huile dans le réservoir. Il dépend de la vitesse de rotation des arbres-moteur et de la température de l'huile, elle-même dépendante de la vitesse de rotation (parmi d'autres influences comme la température externe, les autres charges thermiques propres au régime, etc.). La dynamique liée à l'inertie thermique du moteur rend l'identification de cette contribution problématique pendant les périodes transitoires ; en s'intéressant à des régimes stabilisés où la vitesse de rotation est constante, on s'affranchit d'une partie de la complexité inhérente. On note que l'expansion thermique de l'huile dans les canalisations et les enceintes de roulement peut être considérée comme faisant partie de cet effet.
- Effet du vieillissement : il ne s'agit pas à proprement parler d'un effet parasite, mais d'une évolution de la consommation d'huile du moteur avec son âge. Il est important de pouvoir distinguer une augmentation progressive normale au cours du temps, due au vieillissement, d'une augmentation brusque due à une panne (voir figure 1). L'évolution de la consommation moyenne avec l'âge peut être préenregistrée (d'après le retour d'expérience sur d'autres moteurs) ou obtenue de manière évolutive par comparaisons successives entre les vols du moteur sous monitoring. Une solution plus simple consiste à déterminer un seuil fixe de consommation à ne pas dépasser, mais la détection de fuite est alors moins sensible.

[0025] Selon le degré de connaissance de ces mécanismes et la précision de mesure du niveau, la mesure de la consommation et la détection de fuite sera plus ou moins sensible, et le temps d'intégration nécessaire à l'obtention de cette sensibilité sera plus ou moins grand. Plus particulièrement, le niveau de prédiction de la contribution du *gulping* déterminera différents niveaux d'architectures d'algorithmes, auxquels correspondent des possibilités différentes d'exploitation de résultats (voir tableau 1).

[0026] On palie à l'absence de connaissance des effets parasites en travaillant « par delta » (par différence entre une valeur finale et une valeur initiale) par rapport à un niveau de réservoir pris comme référence.

[0027] Le stade 1 correspond à une mesure du niveau en début et en fin de vol pour évaluer la quantité consommée. Au stade 2, on améliore cette approche par delta sur l'entièreté du vol en introduisant une correction sur le niveau de réservoir en fin de vol grâce à la connaissance du *gulping* à l'arrêt en fonction de la température.

[0028] Les stades 2 et 3 introduisent des mesures du niveau pendant les phases de vol (au début et à la fin de chaque phase ou en continu). Moyennant une connaissance de l'influence de la température à régime constant, on peut, travailler par deltas au cours d'une même phase (par rapport au niveau en début de phase).

[0029] Les stades 4 et 5 correspondent à un monitoring constant du niveau d'huile, possible si tous les effets parasites sont estimables en phase et en transitoire.

Tableau 1

Connaissance du <i>gulping</i> et mesures de niveau	Mesure et détection au sol	Mesure et détection en vol
Stade 1 (état de la technique) : - Pas d'estimation du <i>gulping</i> - Mesures du niveau d'huile en début et fin de vol	- Ce qui reste du <i>gulping</i> après le vol (retard dû à l'inertie thermique) est considéré comme perdu - Une fuite importante à grand laps de temps est détectable en fin de vol - L'autonomie est calculée en "vols standards"	∅
Stade 2:		

EP 2 072 762 A1

(suite)

	Connaissance du gulping et mesures de niveau	Mesure et détection au sol	Mesure et détection en vol
5	- <i>Gulping</i> moyen en fonction de la température d'huile, moteur à l'arrêt, connu	Idem stade 1, mais le <i>gulping</i> restant est évalué, et les résultants sont moins conservateurs	Ø
10	- Mesures du niveau d'huile au début et en fin de vol	- La précision de la consommation et de la détection de fuite est affinée - Calcul d'autonomie plus réaliste	
15	Stade 3: - <i>Gulping</i> moyen en fonction de la température d'huile connu pour chaque régime moteur, à vitesse de rotation constante ($\neq 0$) - Mesure du niveau d'huile au début et à la fin de chaque phase	- La consommation est calculée par phase -Fuites plus réduites et à plus court laps de temps (par phase) détectables - Calcul de l'autonomie spécifique aux vols à venir (en fonction de leurs phases)	Ø
20	Stade 4: - Même connaissance du gulping qu'au stade 3 - Plusieurs mesures du niveau d'huile par phase	- La détection au sol reste similaire au cas précédent, mais plus précise	- Fuite détectable pendant une phase
25			- En cas de fuite, indication d'une autonomie estimée en heures - Le système doit être désactivé pendant les transitoires
30	Stade 5: - <i>Gulping</i> connu en fonction de la température d'huile et de la vitesse de rotation - Plusieurs mesures de niveau par phase et pendant les transitoires	-Idem stade 4	- Le <i>gulping</i> est évalué aussi pendant les transitoires, idem pour la consommation - La détection de fuite est possible en transitoire
35			- Le calcul de l'autonomie est encore plus précis

Description d'une forme d'exécution préférée de l'invention

[0030] L'architecture de programme représentée sur la figure 2 correspond au niveau ou stade 4 dans le tableau 1 ci-dessus, combiné à une comparaison entre les informations des deux moteurs pour aider à la détection d'une consommation anormale de l'un d'eux.

[0031] Dans cet exemple d'architecture, le niveau du réservoir est traité en même temps que d'autres informations pour en extraire la quantité totale d'huile restante dans tout le moteur et la quantité disponible dans le réservoir (quantité totale moins la quantité retenue dans les enceintes par *gulping*). Un niveau de réservoir ou, après prise en compte de l'expansion thermique et de l'attitude et de l'inclinaison, une quantité disponible génère une estimation d'autonomie, exprimée en heures, basée sur une consommation typique, calculée plus haut dans l'architecture.

[0032] La quantité totale est alors employée pour calculer la consommation instantanée et la consommation moyenne de la phase en cours (ou d'une partie glissante de phase, de durée fixée par la précision requise).

[0033] La consommation instantanée est envoyée uniquement au module de comparaisons et d'estimation de l'autonomie, tandis que la consommation moyenne est en plus enregistrée et traitée dans le processeur « long terme », où les seuils de consommation normale sont réévalués à l'aide de ces informations, du nombre total d'heures de vol du moteur, du nombre d'entretiens, etc. Le processeur « long terme » peut avoir d'autres fonctions, telles que réévaluer les paramètres employés dans l'estimation du *gulping* en fonction du retour d'expérience du moteur (par algorithmes évolutifs), ou calculer des consommations moyennes tenant compte des vols précédents, utilisables pour calculer l'autonomie par rapport aux vols à suivre.

[0034] Les consommations instantanées et moyennes sont comparées à celles de l'autre moteur (moteur n°2) et à leurs seuils respectifs (réévalués par le processeur « long terme »), et une anomalie est signalée par une alerte. La

consommation moyenne est aussi employée pour estimer si l'autonomie est suffisante pour terminer le vol en cours. Dans le cas contraire, une alerte est générée et, en fonction des profils des prochains vols, le nombre de vols restants avant de devoir remplir le réservoir.

[0035] La quantité totale d'huile doit bien évidemment être réinitialisée au début de chaque vol, sachant qu'avant la mise en marche du moteur, toute l'huile est dans le réservoir, pour éviter des fausses alarmes si le réservoir a été rempli.

[0036] Le temps nécessaire à la détection d'une consommation anormale dépendra :

- du débit de fuite, qui peut être négatif en cas de fuite du kérosène vers l'huile ;
- de la précision de mesure du niveau du réservoir ;
- de la qualité des estimations (expansion thermique, *gulping*, attitude, vieillissement).

[0037] Une fois le débit de fuite identifié, on peut l'utiliser pour en déterminer son origine, une fois que des études et un retour d'expérience suffisant ont permis d'attribuer à certaines pannes des « signatures » en termes de débit de fuite.

[0038] Par rapport à l'utilisation actuellement faite du niveau de réservoir en vol (simple niveau bas), l'innovation consiste à permettre de détecter les fuites suffisamment importantes bien avant ce qui se fait selon l'état de la technique actuel et permet donc de modifier la course de l'avion ou arrêter le moteur avant que la panne ne se produise. L'invention permet d'éviter beaucoup de ruptures de paliers suite à une absence d'huile et permet enfin une meilleure planification de la maintenance par la compagnie aérienne, par exemple, si on remarque une augmentation significative de la consommation, imputée au vieillissement d'un équipement, qui peut être identifié par sa signature.

[0039] Par rapport aux estimations faites auparavant grâce aux appoints au sol, c'est-à-dire un calcul de la consommation par différence entre deux niveaux séparés par plusieurs vols, l'innovation consiste à utiliser une consommation moyenne réévaluée en fonction de l'âge du moteur et des vols précédents. De plus, un calcul d'autonomie pour les vols à venir est rendu possible, ce qui permet de planifier les remplissages futurs.

[0040] L'invention permet donc de généraliser la mesure effectuée, d'éliminer les risques d'erreur humaine mais surtout d'obtenir une sensibilité pour des fuites beaucoup plus faibles permettant une planification de maintenance et une réaction immédiate en vol permettant même de détourner l'avion si la fuite est vraiment trop importante.

[0041] Les avantages de la présente invention sont donc :

- une détection rapide des fuites diminuant le risque d'incidents de vol, et permettant de modifier le plan du vol si nécessaire ;
- un système évitant les maintenances programmées inutiles, et pouvant aider à identifier des équipements obsolètes ou en panne, ce qui diminue également les coûts de maintenance.

Revendications

1. Procédé de calcul de la consommation et de l'autonomie en huile associé à un système de lubrification d'un moteur d'avion en vol, de préférence une turbomachine, sur base d'une mesure de niveau d'huile dans le réservoir dudit système de lubrification, permettant une gestion des appoints, des maintenances et de la détection soit de consommation anormale, soit d'autonomie insuffisante, **caractérisé** au moins par une des méthodes suivantes :

- un travail de comparaison entre différents moteurs de l'avion, et éventuellement avec une valeur de référence, les moteurs servant à ladite comparaison étant dans des conditions essentiellement identiques, pour détecter une consommation anormale d'huile ;
- une prise en compte d'un ou plusieurs effets parasites qui influencent ledit niveau d'huile dans le réservoir, ceux-ci étant liés au moins à l'expansion thermique dans le réservoir, au « *gulping* » et à l'attitude et à l'accélération, pour déduire la modification de niveau d'huile due à une diminution de quantité totale d'huile disponible résultant desdits effets parasites ;
- une combinaison des deux méthodes précitées.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**on palie des lacunes dans la caractérisation desdits effets parasites par un travail « par delta », c'est-à-dire par différence entre deux niveaux, par rapport à un niveau de réservoir déterminé pris comme niveau de référence.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, dans une mesure et détection au sol :

- on mesure le niveau d'huile au début et à la fin du vol ;

- on estime le « gulping » moyen en fonction de la température d'huile, le moteur étant à l'arrêt ;
- on en déduit une valeur d'autonomie.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, dans une mesure et détection au sol :

- on mesure le niveau d'huile au début et à la fin de chaque phase de vol ;
- on estime le « gulping » moyen en fonction de la température d'huile, pour chaque régime moteur, à vitesse de rotation constante ;
- on en déduit une valeur d'autonomie, spécifique aux vols à venir, en fonction de leurs phases.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que**, dans une mesure de détection au sol ou en vol, on prend plusieurs mesures du niveau d'huile pour chaque phase.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**, en vol, si une fuite est détectée pendant une phase, on indique une autonomie estimée, aucune action n'étant prise pendant les transitoires.

7. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, dans une mesure et détection au sol ou en vol :

- on prend plusieurs mesures du niveau d'huile pour chaque phase et pendant les transitoires ;
- on estime le « gulping » moyen en fonction de la température d'huile et de la vitesse de rotation, y compris en vol pendant les transitoires ;
- on en déduit une valeur d'autonomie, spécifique aux vols à venir.

8. Procédé selon la revendication 7, en combinaison avec une comparaison des informations de deux moteurs, pour permettre la détection d'une consommation anormale de l'un de ceux-ci, **caractérisé par** les sous-étapes suivantes :

- on mesure le niveau instantané d'huile dans le réservoir d'huile du premier moteur ;
- on estime lesdits effets parasites, dont le « gulping » ;
- on calcule la valeur de quantité d'huile disponible en soustrayant de la quantité totale d'huile connue a priori la différence de quantité d'huile liée à la quantité retenue en dehors du réservoir suite à ces effets parasites, notamment liée au gulping ;
- si la valeur de quantité disponible est inférieure à une valeur de seuil prédéterminée, une alerte de niveau bas est émise et une valeur d'autonomie en heures est communiquée ;
- sur base de la quantité totale d'huile, on calcule la consommation instantanée et la consommation moyenne du moteur sur la phase de vol en cours ou sur une partie glissante au cours du temps de la phase de vol en cours, dont la durée est fixée par la précision requise ;
- la valeur de consommation instantanée est utilisée dans une unité de comparaisons et d'estimation d'autonomie tandis que la valeur de consommation moyenne est enregistrée et traitée dans une unité de traitement dite processeur « long terme » dans lequel les seuils de consommation normale résultant de mesures et de calculs provenant des vols précédents sont réévalués notamment à l'aide de cette valeur de consommation moyenne, du nombre d'heures de vol total du moteur et du nombre d'entretiens effectués.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que**, si le niveau instantané d'huile dans le réservoir est inférieur à la valeur de seuil prédéterminée, une alerte d'erreur de lecture de niveau d'huile est émise.

10. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les effets parasites liés respectivement à l'expansion thermique dans le réservoir, au « gulping » et à l'attitude sont estimés respectivement sur base de la connaissance de la forme du réservoir et de la température d'huile, sur base de la forme du réservoir et de la position du capteur de niveau dans le réservoir et sur base de la température d'huile et de la vitesse de rotation des arbres-moteur.

11. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les paramètres d'estimation du « gulping » sont réévalués dans le processeur « long terme », de manière évolutive, en fonction du retour d'expérience du moteur, c'est-à-dire des vols précédents.

12. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'**on calcule dans le processeur « long terme » les consommations moyennes en tenant compte des vols précédents, celles-ci étant utilisables pour calculer l'autonomie des vols suivants avec génération, au moment de l'atterrissage, d'une indication d'estimation de remplissage futur.

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** les consommations instantanées et moyennes sont comparées à celles du second moteur et à leurs seuils respectifs, réévalués par le processeur « long terme ».

5 14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'une** anomalie résultant de cette comparaison et indiquée par un dépassement de seuil est signalée par une alerte de consommation anormale, de même qu'une indication d'autonomie estimée.

10 15. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la consommation moyenne est utilisée pour estimer si l'autonomie est suffisante pour terminer le vol en cours, avec génération dans le cas contraire d'une alerte d'autonomie insuffisante, de même qu'une indication d'autonomie estimée.

15 16. Système informatique pour la mise en oeuvre du procédé de calcul de la consommation et de l'autonomie en huile associé à un système de lubrification d'un moteur d'avion en vol, de préférence une turbomachine, selon l'une quelconque des revendications 8 à 15, **caractérisé en ce qu'il** comprend :

- une mémoire (1) contenant un programme principal de mise en oeuvre dudit procédé ainsi que des données relatives au vol en cours et aux prochains vols et des données relatives à au moins un second moteur de l'avion ;
- un premier processeur de données programmable (2), dit processeur « court terme », mis en oeuvre sous le contrôle dudit programme principal pour l'estimation des effets parasites sur la consommation d'huile, l'estimation de la quantité d'huile totale et disponible, la consommation instantanée et moyenne du moteur, la détection d'anomalies de consommation par comparaison avec un ou plusieurs seuils et le calcul d'autonomie pour le vol en cours et pour des prochains vols ;
- un second processeur de données programmable (3), dit processeur « moyen terme », mis en oeuvre sous le contrôle dudit programme principal, pour le calcul de la consommation instantanée et moyenne du moteur, à partir de la quantité totale et disponible d'huile, à chacune des phases du vol ;
- un troisième processeur de données programmable (4), dit processeur « long terme » mis en oeuvre sous le contrôle dudit programme principal et de l'EFH, pour réévaluer les paramètres d'estimation du « gulping », de manière évolutive, en fonction des données acquises dans des vols précédents, calculer la consommation moyenne en tenant compte des vols précédents et utilisable pour calculer l'autonomie des vols suivants et pour réévaluer des seuils de consommation normale ;
- des moyens d'affichage d'alertes et d'indications visuelles et/ou sonores (5).

20 25 30 35 17. Système informatique selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** les alertes et indications comprennent au moins une indication de remplissage dans un certain nombre de vols à venir, affichable à l'atterrissage, une alerte d'autonomie insuffisante avec affichage d'une valeur d'autonomie, une alerte de consommation anormale avec affichage d'une valeur d'autonomie, une alerte de niveau bas d'huile avec affichage d'une valeur d'autonomie et une alerte d'erreur de lecture de niveau.

40 18. Système informatique selon l'une quelconque des revendications 16 et 17, **caractérisé en ce que** lesdits premier, second et troisième processeurs sont remplacés par des sous-programmes secondaires, qui en assurent les fonctions et qui sont stockés dans la mémoire avec le programme principal.

45 19. Programme d'ordinateur contenant un code convenant pour la mise en oeuvre du procédé de calcul de la consommation et de l'autonomie en huile associé à un système de lubrification d'un moteur d'avion en vol, selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur.

50 55 20. Programme d'ordinateur selon la revendication 19, mémorisé sur un support lisible par un ordinateur.

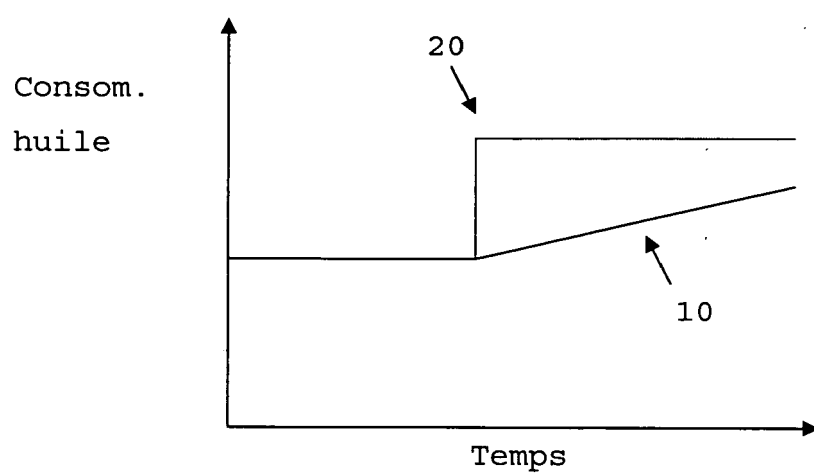


FIG.1

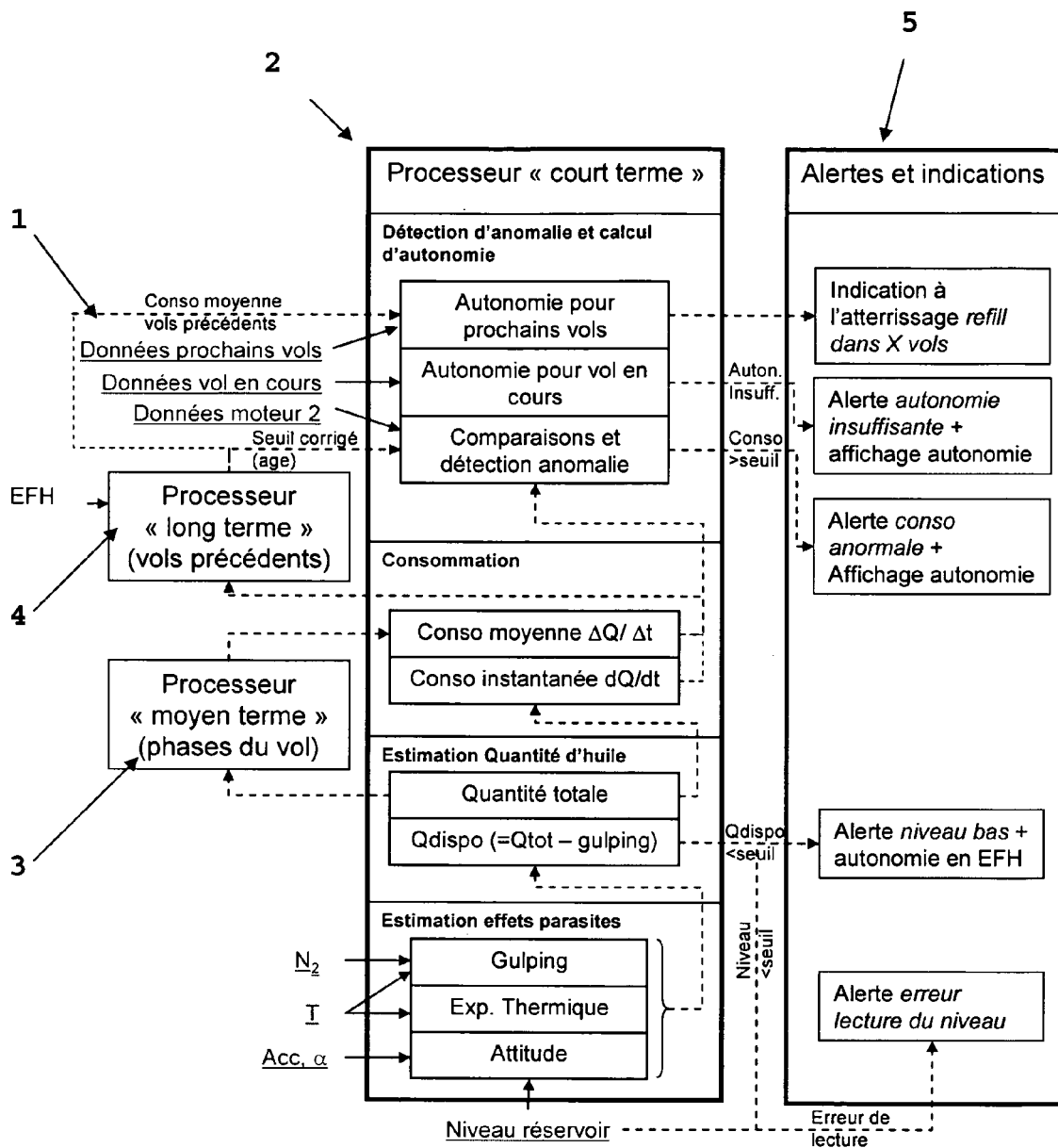


FIG. 2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 07 44 7071

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 2004/093150 A1 (ARAI TAKASHI [JP] ET AL) 13 mai 2004 (2004-05-13)	19,20	INV.
A	* figures *	1-18	F01D21/00
	* alinéas [0039], [0065], [0066], [0070] *		F01D25/18
	-----		F01M11/12
A	W0 94/20739 A (KETEMA AEROSPACE & ELECTRONICS [US]) 15 septembre 1994 (1994-09-15)	1-20	
	* page 8, ligne 5 - page 10, ligne 10 *		
	* page 42, ligne 4 - page 45, ligne 3 *		

A	DE 100 61 041 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 13 juin 2002 (2002-06-13)	1-20	
	* alinéa [0013] - alinéa [0038] *		
	* figures *		

A	DE 41 18 896 A1 (MAHLE GMBH [DE]) 10 décembre 1992 (1992-12-10)	1-20	
	* colonne 1 - colonne 2 *		

A	JP 57 072011 A (HITACHI LTD) 6 mai 1982 (1982-05-06)	1-20	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
	* abrégé; figures *		F01D
	-----		F01M
D,A	EP 0 513 957 A (GEN ELECTRIC [US]) 19 novembre 1992 (1992-11-19)	1-20	
	* le document en entier *		

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 16 juin 2008	Examineur Teissier, Damien
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date 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 : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 07 44 7071

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.

16-06-2008

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004093150 A1	13-05-2004	DE 10350692 A1	27-05-2004
		JP 2004150375 A	27-05-2004
-----		-----	
WO 9420739 A	15-09-1994	AU 6443094 A	26-09-1994
		CA 2157688 A1	15-09-1994
		DE 69427227 D1	21-06-2001
		DE 69427227 T2	06-12-2001
		EP 0694120 A1	31-01-1996
-----		-----	
DE 10061041 A1	13-06-2002	AUCUN	
-----		-----	
DE 4118896 A1	10-12-1992	AUCUN	
-----		-----	
JP 57072011 A	06-05-1982	AUCUN	
-----		-----	
EP 0513957 A	19-11-1992	JP 4347336 A	02-12-1992
		JP 6096984 B	30-11-1994
-----		-----	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 513957 A [0006]