

(19)



(11)

EP 3 564 492 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
06.11.2019 Bulletin 2019/45

(51) Int Cl.:
F01D 21/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **19171739.6**

(22) Date de dépôt: **30.04.2019**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(30) Priorité: **02.05.2018 BE 201805281**

(71) Demandeur: **Safran Aero Boosters S.A.
4041 Herstal (BE)**

(72) Inventeurs:

- RAIMARCKERS, Nicolas**
4263 Tourinne (BE)
- VALLINO, Frederic**
4100 Seraing (BE)

(74) Mandataire: **Gevers Patents
Intellectual Property House
Holidaystraat 5
1831 Diegem (BE)**

(54) MÉTHODE DE MESURE POUR UN TEST D'UNE PIÈCE D'UNE TURBOMACHINE D'AÉRONEF

(57) L'invention concerne une méthode de mesure pour un test d'une pièce d'une turbomachine d'aéronef sur base de signaux analogiques de sortie de capteurs (11, 12, 13), comprenant une étape de synchronisation

par un dispositif analogique d'au moins certains de ces signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73) précédant une étape de traitement par un dispositif électronique des signaux synchronisés.

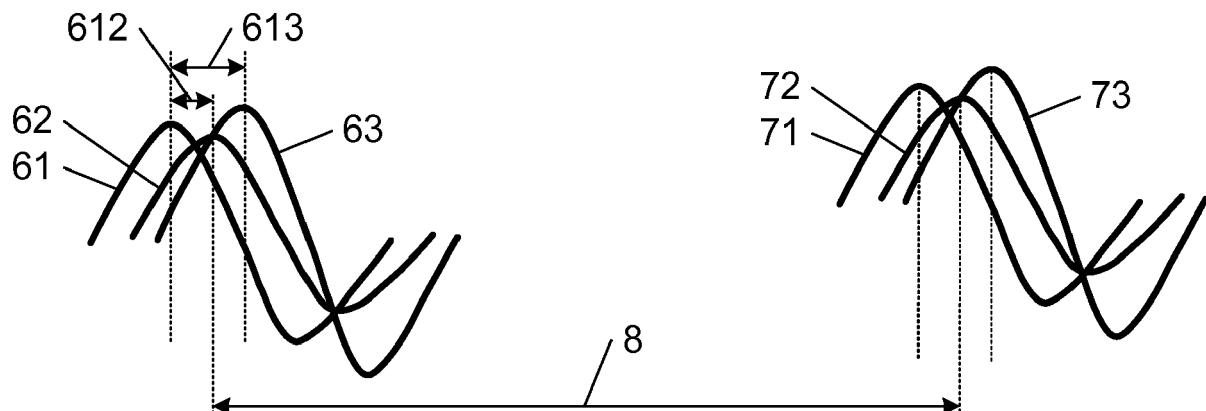


Fig. 3

Description

Domaine technique

[0001] L'invention concerne une méthode de mesure pour un test d'une pièce d'une turbomachine d'aéronef.

Art antérieur

[0002] Lorsqu'une pièce d'une turbomachine d'aéronef est produite et/ou développée, des mesures de tests sont normalement effectuées.

[0003] Dans certains cas, ces tests sont effectués au moyen de capteurs aptes à mesurer une même grandeur physique et comprennent une étape d'acquisition et de traitement de signaux de sortie de ces capteurs.

[0004] La mise en pratique de cette dernière étape est susceptible d'être longue et fastidieuse compte tenu du nombre élevé de données à traiter.

Résumé de l'invention

[0005] Un objet de l'invention est de fournir une méthode de mesure pour un test d'une pièce d'une turbomachine d'aéronef qui soit plus rapide à exécuter.

[0006] À cet effet, l'invention propose une méthode de mesure pour un test d'une pièce d'une turbomachine d'aéronef comprenant les étapes qui suivent :

(i) fournir :

- la pièce ;
- des capteurs pour mesurer une même grandeur physique, et aptes à fournir des signaux analogiques correspondant à ladite grandeur physique ;
- un dispositif électronique analogique de prétraitement couplé aux capteurs pour prétraiter des signaux analogiques issus des capteurs ; et
- un dispositif électronique de traitement couplé au dispositif électronique de prétraitement pour déduire au moins une information liée à la grandeur physique ;

(ii) positionner les capteurs à des emplacements distincts pour mesurer une même grandeur physique influencée au moins partiellement par la pièce à ces différents emplacements ;

(iii) synchroniser de manière analogique, et à l'aide du dispositif électronique analogique de prétraitement, des signaux analogiques issus des capteurs, de façon à replacer ces signaux dans un même référentiel ;

(iv) traiter à l'aide du dispositif électronique de traitement les signaux synchronisés à l'étape précédente pour déduire au moins une information liée à la grandeur physique et une information de test de la pièce.

[0007] La méthode selon l'invention permet d'effectuer une mesure pour un test d'une pièce d'une turbomachine d'aéronef qui est particulièrement rapide à exécuter.

[0008] En effet, étant donné que les capteurs sont positionnés à des emplacements distincts à l'étape (ii), les signaux de sortie des capteurs sont en général déphasés dans le temps. L'étape (iii) de synchronisation des signaux permet de replacer ces signaux dans un même référentiel avant leur traitement à l'étape (iv). Par conséquent, ce traitement des signaux est facilité, ce qui permet un gain de temps sensible dans l'exécution de la mesure pour le test. En effet, un traitement des signaux analogiques non synchronisés est malaisé au vu de la taille rédhibitoire des fichiers qui sont générés dû à la quantité de données à acquérir et à traiter lors d'une telle mesure pour un test. En particulier, la synchronisation a posteriori des signaux des capteurs de pression est complexe à mettre en oeuvre par l'ingénieur chargé d'un tel traitement. La méthode selon l'invention est donc plus rapide et plus simple à mettre en oeuvre.

[0009] La méthode selon l'invention est d'autant rapide et efficace à exécuter que les signaux fournis par les capteurs sont analogiques et que les signaux analogiques sont synchronisés de façon analogique au sens préféré où ils sont replacer dans un même référentiel à l'aide du dispositif électronique analogique de prétraitement des signaux. Il est connu d'un homme du métier que les mesures par signaux analogiques permettent une mesure d'une grandeur physique, par exemple une pression, via une autre, par exemple un courant électrique, de façon à la fois continue, fidèle et de grande qualité. La méthode selon l'invention permet pleinement d'exploiter ces avantages du caractère « analogique » des signaux sans perte en rapidité ou en efficacité lors d'un traitement de ces signaux car ceux-ci sont avantageusement synchronisés de façon analogique avant d'être traités.

[0010] La méthode selon l'invention permet en outre de débuter et d'effectuer au moins partiellement un traitement des signaux à l'étape (iv) sans attendre la fin de la mesure pour le test, et donc sans attendre la fin de leur acquisition. En particulier, et préférentiellement, l'étape de traitement d'une partie des signaux est réalisée en parallèle avec une étape d'acquisition d'une autre partie des signaux comprenant les signaux synchronisés à l'étape (iii).

[0011] Préférentiellement, l'étape (iv) de la méthode est exécutée au moyen d'un système d'acquisition et de traitement très pointus comprenant le dispositif électronique de traitement. Avantageusement, une grande qualité des signaux est ainsi obtenue. Le fait que de tels signaux engendrent un plus grand nombre de données à gérer n'est pas un problème lors de l'exécution de la méthode selon l'invention car l'étape (iii) de synchronisation permet un gain de temps dans le traitement de ces signaux. Ainsi, la méthode selon l'invention permet la réalisation d'une mesure pour un test dont la mise en oeuvre est également plus efficace.

[0012] Avantageusement, un dispositif électronique analogique et une un dispositif électronique de traitement sont bien connus d'un homme du métier et leur utilisation permet une exécution plus rapide et plus efficace de la méthode selon l'invention.

[0013] Selon un mode de réalisation préféré de la méthode, l'étape (iii) comprend une étape d'ajout d'un délai à chacun des signaux à synchroniser, le délai consistant en un délai de temps positif, négatif ou nul.

[0014] Préférentiellement, un signal de référence est choisi à l'étape (iii) est ces signaux sont alignés sur ce signal de référence au moyen de l'ajout d'un délai. Lorsque le signal de référence est un des signaux, le délai d'alignement du signal de référence sur lui-même est évidemment nul. Avantageusement, tous les signaux sont ainsi synchronisés, c'est-à-dire considérés dans le même référentiel de temps sans déphasage entre eux, ce qui simplifie grandement leur traitement à l'étape (iv).

[0015] Préférentiellement, le signal de référence est le dernier signal généré. Celui-ci est susceptible d'être inclus ou non dans les signaux à synchroniser.

[0016] Préférentiellement, le délai d'alignement est déterminé à partir d'un point et/ou d'une zone commune au signal de référence et à chacun des signaux à synchroniser. Le délai d'alignement du signal de référence sur un des signaux est le délai nécessaire pour aligner le point et/ou la zone commune du signal de référence sur le point et/ou la zone commune associée du un des signaux.

[0017] Autrement formulé, selon un mode de réalisation préféré de la méthode, l'étape (iii) comprend une étape d'ajout d'un délai à chacun des signaux à synchroniser, le délai consistant en un délai de temps positif, négatif ou nul ; ainsi que les sous-étapes suivantes :

- choisir un signal de référence parmi les signaux ;
- identifier une zone commune pour chacun des signaux à synchroniser ;
- déterminer le délai à ajouter à chacun de ces signaux, le délai étant un délai séparant les zones communes du signal de référence et du chacun de ces signaux.

[0018] Plus préférentiellement, l'étape (iii) comprend également les sous-étapes suivantes :

- décomposer chacun des signaux à synchroniser en une collection de périodes ;
- identifier des périodes communes pour chacun de ces signaux ;
- déterminer une variation pour chacune des périodes communes de chacun de ces signaux, la variation consistant en une variation de temps positive, négative ou nulle, du délai ajouté au chacun des signaux ;
- ajouter la variation à la chacune des périodes communes du chacun de ces signaux.

[0019] Avantageusement, ce mode de réalisation plus

préféré de la méthode permet de tenir compte de fluctuation périodique des signaux de sortie. En effet, lorsqu'un délai d'alignement d'un des signaux sur un signal de référence est réalisé à partir d'une identification d'une zone commune, il se peut que d'autres portions de ces deux signaux ne soient pas parfaitement aligner dû à des variations et/ou perturbations locales de ces deux signaux. Avantageusement, ce mode de réalisation plus préféré de la méthode préconise une évaluation périodique de ces variations et/ou perturbations locales de ces deux signaux.

[0020] Selon un mode de réalisation de la méthode, la pièce comprend au moins une aube et/ou au moins une virole de la turbomachine. La méthode consiste alors en une méthode de mesure pour un test d'au moins une aube et/ou d'au moins une virole d'une turbomachine d'aéronef.

[0021] Dans le cas de cette réalisation, le mode de réalisation plus préféré de la méthode est d'autant plus avantageux qu'une période d'un des signaux est apte à être définie comme une section de signal durant le passage d'une aube de la turbomachine lorsqu'elle est en mouvement. Dans ce cas, les variations du délai d'alignement d'un des signaux sur un signal de référence sont particulièrement faibles entre deux aubes consécutives, et le délai calculé pour une aube peut donc être pris comme référence pour le calcul de la suivante moyennant un usage optionnel de la variation du délai pour mettre cette référence à jour.

[0022] Selon un mode de réalisation préféré de la méthode lorsqu'elle comprend une étape (iii) comprenant une étape d'identification d'une zone commune pour chacun des signaux à synchroniser, cette zone commune consiste en un sommet et/ou un creux et/ou un flanc montant et/ou un flanc descendant d'une courbe représentant le chacun des signaux à synchroniser.

[0023] Selon un mode de réalisation préféré de la méthode, l'étape (iii) consiste en une synchronisation des signaux.

[0024] Préférentiellement, les signaux synchronisés à l'étape (iii) consistent en tous les signaux analogiques de sortie.

[0025] Selon un mode de réalisation préféré de la méthode, celle-ci comprend une étape d'enregistrement des signaux traités à l'étape (iv).

[0026] Cette étape est préférentiellement exécutée en utilisant des techniques d'acquisitions, de stockage et d'enregistrement de données très pointues. Avantageusement, une grande qualité des signaux est ainsi obtenue. Les phénomènes recherchés lors de ces mesures pour des tests ayant des temps caractéristiques très courts, ceux-ci sont ainsi avantageusement mieux détectés au moyen de ces signaux de grande qualité.

[0027] Selon un mode de réalisation préféré de la méthode, celle-ci comprend une étape de détection d'au moins un défaut de la pièce sur base des signaux traités à l'étape (iv).

[0028] Selon un mode de réalisation préféré de la mé-

thode, l'étape (iii) est précédée d'une étape de mise en mouvement de la turbomachine.

[0029] Selon un mode de réalisation préféré de la méthode, l'étape (i) comprend une étape de fourniture de capteurs de pression. De façon préférentielle, les capteurs sont des capteurs de pression.

[0030] Avantageusement, les capteurs de pression sont bien connus d'un homme du métier et leur utilisation permet la détection d'une classe de phénomènes correspondant à des défauts des aubes et/ou des viroles de la turbomachine lorsque celle-ci est en mouvement. Les capteurs sont préférentiellement des capteurs de pression. Avantageusement, il est alors obtenu une exécution simple et efficace de la méthode selon l'invention.

[0031] Selon un mode de réalisation préféré de la méthode, l'étape (i) comprend une étape de fourniture d'au moins un dispositif comprenant au moins trois capteurs positionnés et orientés de façon distinctes, et l'étape (ii) comprend une étape de positionnement du au moins un dispositif à proximité de la pièce.

[0032] La fourniture et le placement d'un tel au moins dispositif permet de s'assurer que les capteurs sont avantageusement placés et orientés de façon adéquate les uns par rapport aux autres. Ceci permet également avantageusement de réduire le temps nécessaire à la réalisation de l'étape (ii). La réalisation de la méthode selon l'invention s'en trouve ainsi à la fois accélérée et simplifiée.

[0033] Tel que développé dans la description détaillée, dans le cas où la pièce comprend au moins une aube et/ou au moins une virole de turbomachine, l'usage d'un capteur de pression ou d'un tel dispositif muni d'au moins trois capteurs est particulièrement avantageux car il permet de réaliser un mode de réalisation particulier de l'invention consistant en une méthode de mesure d'un angle d'un flux d'air pour un test au niveau de la au moins une aube et/ou une virole d'une turbomachine d'aéronef.

Brève description des figures

[0034] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit pour la compréhension de laquelle on se reportera aux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 illustre un dispositif comprenant des capteurs qui sont aptes à être utilisés lors d'une exécution de la méthode selon un mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 illustre une vue sectionnelle plane schématique d'une turbomachine lors d'une exécution de la méthode selon un mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 3 illustre des courbes représentant une partie des signaux analogiques de sortie les capteurs lors d'une exécution de la méthode selon un mode de réalisation de l'invention.

[0035] Les dessins des figures ne sont pas à l'échelle. Généralement, des éléments semblables sont dénotés par des références semblables dans les figures. Dans le cadre du présent document, les éléments identiques ou analogues peuvent porter les mêmes références. En outre, la présence de numéros de référence aux dessins ne peut être considérée comme limitative, y compris lorsque ces numéros sont indiqués dans les revendications.

10 Description détaillée de modes de réalisation particuliers de l'invention

[0036] La présente invention est décrite avec des réalisations particulières et des références à des figures mais l'invention n'est pas limitée par celles-ci. Les dessins ou figures décrits ne sont que schématiques et ne sont pas limitants.

[0037] La figure 1 illustre un dispositif 4 comprenant trois capteurs 11, 12, 13, préférentiellement des capteurs de pression, qui sont aptes à être utilisés lors d'une exécution de la méthode selon un mode de réalisation de l'invention. Les capteurs 11, 12, 13 sont positionnés et orientés selon trois directions distinctes, ces deux premières et ces deux dernières respectivement considérées faisant un angle orienté horlogiquement compris entre 60 à 75 degrés. Ainsi, un grand nombre de signaux analogiques de bonnes qualités sont générés, synchronisés, acquis et traités grâce à une exécution de la méthode selon l'invention.

[0038] En outre, une meilleure détection des défauts d'une pièce d'une turbomachine est obtenue grâce à la grande quantité d'informations acquises et traitées au moyen de ces capteurs 11, 12, 13.

[0039] Avantageusement, il est plus aisé de placer un tel dispositif à proximité de la pièce à tester que de placer les trois capteurs en s'assurant de leurs positions respectives les uns par rapport aux autres. La réalisation de l'étape (ii) de la méthode selon l'invention s'en trouve ainsi simplifiée et accélérée.

[0040] La figure 2 illustre un positionnement du dispositif 4 après une exécution de l'étape (ii) de la méthode selon l'invention. Le positionnement est représenté sur une vue sectionnelle plane schématique d'une section 5 d'une turbomachine comprenant des aubes 6, 7 et des viroles. Après cette exécution de l'étape (ii), la turbomachine est préférentiellement mise en mouvement de rotation autour de l'axe Z en vue de l'exécution de l'étape (iii). Le dispositif 4 comprenant les capteurs 11, 12 et 13 reste quant à lui fixe lors du mouvement de rotation de la turbomachine. Le positionnement du dispositif 4 lui permet d'être dans la trajectoire des flux générés par la turbomachine, ce qui permet avantageusement de traiter des signaux encodant des informations de mesure de flux d'air pour un test des aubes 6, 7 et/ou des viroles lorsque les capteurs 11, 12, 13 sont des capteurs de pression. En effet, les capteurs 11, 12, 13 permettent de mesurer des pressions selon plusieurs directions dans un même voisinage, ces pressions étant dues à des flux

d'air au niveau de la turbomachine, et d'en déduire un angle d'incidence de ceux-ci en fonction de la position du dispositif 4 par rapport aux aubes 6, 7 et aux viroles de la turbomachine. Cette mesure d'angle de flux d'air est particulièrement utile lors d'un test de développement de pièces de turbomachine.

[0041] Dans ce cas, les capteurs 11, 12, 13 sont aptes à émettre des signaux analogiques de sortie représentables par des courbes de pression dont des portions 61, 62, 63, 71, 72, 73 sont illustrées en figure 3.

[0042] Les références 61 et 71 désignent des portions de courbe représentant un premier signal -1 de sortie d'un premier capteur 11, les références 62 et 72 désignent des portions de courbe représentant un deuxième signal -2 de sortie d'un deuxième capteur 12, et les références 63 et 73 désignent des portions de courbe représentant un troisième signal -3 de sortie d'un troisième capteur 13. Chacun des signaux -1, -2, -3 peut être décomposé en périodes comprenant les périodes 61 et 71 pour le signal -1, les périodes 62 et 72 pour le signal -2, et les périodes 63 et 73 pour le signal -3. Les périodes communes aux trois signaux sont 61, 62 et 63 d'une part, définissant la période 6*, et 71, 72 et 73 d'autre part, définissant la période 7*. Les périodes 6* et 7* correspondent aux signaux générés par les capteurs lors du passage des aubes 6 et 7 respectivement. Le décalage 8 entre deux aubes consécutives 6, 7 est de l'ordre d'environ 100 μ s, et le délai 612 ou 613 entre deux signaux -1 et -2, ou -1 et -3 sur une même période 6* ou 7* est de l'ordre de quelques μ s. Les délais 612 et 613 sont dus aux déphasages entre les signaux -1, -2, -3 consécutif à l'emplacement et l'orientation différente des capteurs 11, 12 et 13.

[0043] Tel qu'il est représenté en figure 3, les délais 612 et 613 sont aptes à être déterminés sur la période 6* comme étant les délais de temps séparant un sommet de la portion 61 d'un sommet de la portion 62 et de la portion 63 respectivement. Une autre zone commune des signaux -1, -2 et -3 sur cette période 6* aurait pu être utilisée pour déterminer ces délais 612 et 613 sans se départir du cadre de l'invention. Cette zone commune pourrait être, par exemple, un creux, un flanc croissant ou décroissant des portions 61, 62 et 63.

[0044] Lors de l'étape (iii) de la méthode, les signaux -2 et -3 sont synchronisés avec le signal -1 en les décalant des délais 612 et 613 respectivement. Ainsi les signaux sont ramenés dans le même référentiel de temps ce qui simplifie leur traitement à l'étape (iv) en vue d'une déduction d'une information de mesure de test de la pièce.

[0045] En résumé, la présente invention concerne une méthode de mesure pour un test d'une pièce d'une turbomachine d'aéronef sur base de signaux analogiques de sortie de capteurs 11, 12, 13, la méthode comprenant une étape de synchronisation par un dispositif analogique d'au moins certains de ces signaux 61, 71, 62, 72, 63, 73 précédant une étape de traitement par un dispositif électronique des signaux synchronisés.

[0046] La présente invention a été décrite en relation

avec des modes de réalisations spécifiques, qui ont une valeur purement illustrative et ne doivent pas être considérés comme limitatifs. D'une manière générale, il apparaîtra évident pour un homme du métier que la présente invention n'est pas limitée aux exemples illustrés et/ou décrits ci-dessus. L'invention comprend chacune des caractéristiques nouvelles ainsi que toutes leurs combinaisons.

[0047] Dans la cadre du présent document, les termes « premier », « deuxième », « troisième » et « quatrième » servent uniquement à différencier les différents éléments et n'impliquent pas d'ordre entre ces éléments. L'usage des verbes « comprendre », « inclure », « comporter », ou toute autre variante, ainsi que leurs conjugaisons, ne peut en aucune façon exclure la présence d'éléments autres que ceux mentionnés. L'usage de l'article indéfini « un », « une », ou de l'article défini « le », « la » ou « l », pour introduire un élément n'exclut pas la présence d'une pluralité de ces éléments.

20

Revendications

1. Méthode de mesure pour un test d'une pièce d'une turbomachine d'aéronef comprenant les étapes suivantes :

(i) fournir :

- ladite pièce ;
 - des capteurs (11; 12; 13) pour mesurer une même grandeur physique, et aptes à fournir des signaux analogiques correspondant à ladite même grandeur physique ;
 - un dispositif électronique analogique de prétraitement couplé auxdits capteurs (11; 12; 13) pour prétraiter des signaux issus desdits capteurs (11; 12; 13) ; et
 - un dispositif électronique de traitement couplé audit dispositif électronique de prétraitement pour déduire au moins une information liée à ladite grandeur physique ;

(ii) positionner lesdits capteurs (11; 12; 13) à des emplacements distincts pour mesurer une même grandeur physique influencée au moins partiellement par ladite pièce à ces différents emplacements ;

(iii) synchroniser de manière analogique, et à l'aide du dispositif électronique analogique de prétraitement des signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73) analogiques issus desdits capteurs (11; 12; 13), de façon à replacer ces signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73) dans un même référentiel ;

(iv) traiter à l'aide du dispositif électronique de traitement les signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73) synchronisés à l'étape précédente pour déduire au moins une information liée à ladite grandeur

- physique et une information de test de ladite pièce.
2. Méthode selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** l'étape (iii) comprend une étape d'ajout d'un délai (612; 613) à chacun desdits signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73), ledit délai (612; 613) consistant en un délai de temps positif, négatif ou nul. 5
3. Méthode selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** l'étape (iii) comprend les sous-étapes suivantes : 10
- choisir un signal de référence (61, 71) parmi lesdits signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73) ;
 - identifier une zone commune pour chacun desdits signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73) ;
 - déterminer ledit délai (612; 613) à ajouter à chacun desdits signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73), ledit délai (612; 613) étant un délai séparant lesdites zones communes dudit signal de référence (61, 71) et dudit chacun desdits signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73). 15
4. Méthode selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** l'étape (iii) comprend les sous-étapes suivantes : 20
- décomposer chacun desdits signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73) en une collection de périodes (61; 62; 63; 71; 72; 73) ;
 - identifier des périodes communes (61, 62, 63; 71, 72, 73) pour chacun desdits signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73) ;
 - déterminer une variation pour chacune desdites périodes communes (61, 62, 63; 71, 72, 73) de chacun desdits signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73), ladite variation consistant en une variation de temps positive, négative ou nulle, dudit délai (612; 613) ajouté audit chacun desdits signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73) ; 25
 - ajouter ladite variation à ladite chacune desdites périodes communes (61, 62, 63; 71, 72, 73) dudit chacun desdits signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73). 30
5. Méthode selon l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisée en ce que** ladite zone commune identifiée pour chacun desdits signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73) consiste en un sommet et/ou un creux et/ou un flanc montant et/ou un flanc descendant d'une courbe représentant ledit chacun desdits signaux (61, 71; 62, 72; 63, 73). 35
6. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'étape (iii) consiste en une synchronisation desdits signaux analogiques de sortie. 40
7. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle comprend une étape d'enregistrement desdits signaux traités à l'étape (iv).** 45
8. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle comprend une étape de détection d'au moins un défaut de ladite pièce sur base desdits signaux traités à l'étape (iv).** 50
9. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'étape (iii) est précédée d'une étape de mise en mouvement de ladite turbomachine. 55
10. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'étape (i) comprend une étape de fourniture de capteurs de pression (11, 12, 13). 60
11. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'étape (i) comprend une étape de fourniture d'au moins un dispositif (4) comprenant au moins trois capteurs (11, 12, 13) positionnés et orientés de façon distinctes, et **en ce que** l'étape (ii) comprend une étape de positionnement du au moins un dispositif (4) à proximité de ladite pièce. 65
12. Méthode de mesure pour un test d'au moins une aube et/ou une virole (6, 7) d'une turbomachine d'aéronef selon l'une quelconque des revendications précédentes. 70
13. Méthode de mesure d'un angle d'un flux d'air pour un test au niveau d'au moins une aube et/ou une virole (6, 7) d'une turbomachine d'aéronef selon l'une quelconque des revendications 10 ou 11. 75

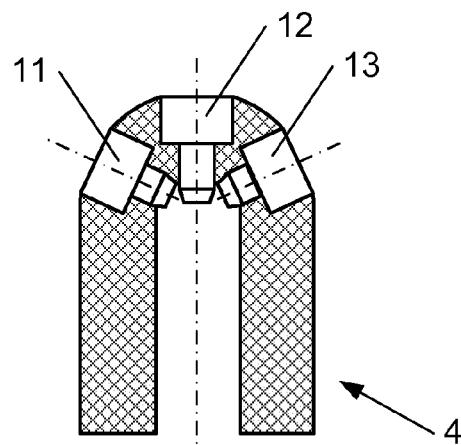


Fig. 1

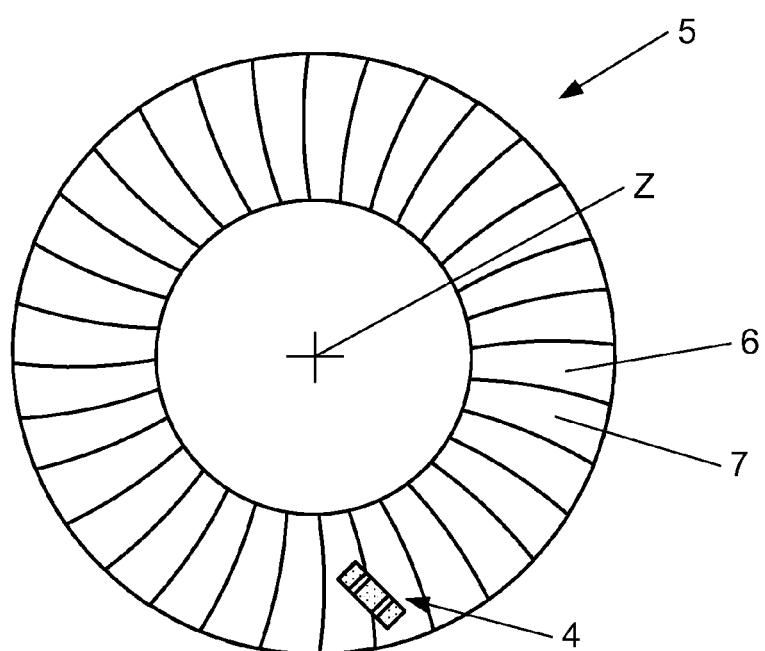


Fig. 2

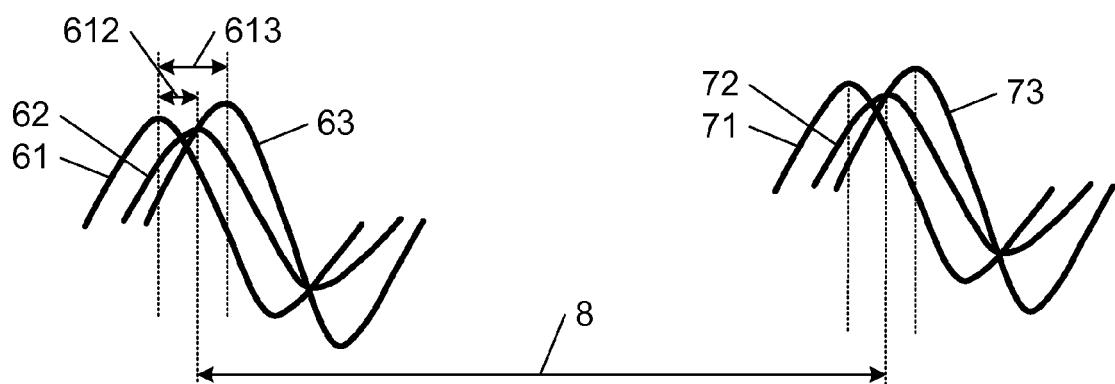


Fig. 3



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 19 17 1739

5

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
10	A EP 1 630 633 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 1 mars 2006 (2006-03-01) * alinéas [0006], [0011] - [0017]; figure 1 *	1-13	INV. F01D21/00
15	A US 4 896 537 A (OSBORNE ROBERT L [US]) 30 janvier 1990 (1990-01-30) * colonne 4, lignes 9-19; figure 4 *	1-13	
20	A FR 2 996 302 A1 (SAFRAN AIRCRAFT ENGINES) 4 avril 2014 (2014-04-04) * page 1, ligne 32 - page 2, ligne 7 * * page 6, lignes 5-19; figure 2 *	1-13	
25	A EP 2 431 273 A2 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 21 mars 2012 (2012-03-21) * alinéas [0017], [0027]; figure 4 *	1-13	
30			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
35			F01D G01L G08C G01M G01P
40			
45			
50	1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications		
55	Lieu de la recherche Munich	Date d'achèvement de la recherche 28 juin 2019	Examinateur Ketelheun, Anja
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrête-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			
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			
EPO FORM 1503 03-82 (P04C02)			

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

EP 19 17 1739

5 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.

28-06-2019

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
	EP 1630633	A2 01-03-2006	CA EP JP US	2516958 A1 1630633 A2 2006063986 A 2006047403 A1	26-02-2006 01-03-2006 09-03-2006 02-03-2006
15	US 4896537	A 30-01-1990	CA CN ES IT JP JP KR US	1331491 C 1039114 A 2015676 A6 1233083 B 2866862 B2 H0223208 A 0139213 B1 4896537 A	16-08-1994 24-01-1990 01-09-1990 14-03-1992 08-03-1999 25-01-1990 15-06-1998 30-01-1990
20	FR 2996302	A1 04-04-2014	EP FR JP JP RU US WO	2904353 A1 2996302 A1 2015532485 A 2019090812 A 2015116899 A 2015248375 A1 2014053747 A1	12-08-2015 04-04-2014 09-11-2015 13-06-2019 27-11-2016 03-09-2015 10-04-2014
25	EP 2431273	A2 21-03-2012	EP US	2431273 A2 2012068003 A1	21-03-2012 22-03-2012
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0460

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