

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 906 884

②① N° d'enregistrement national : **06 08782**

⑤① Int Cl⁸ : G 01 H 13/00 (2006.01)

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 06.10.06.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 11.04.08 Bulletin 08/15.

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

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *KSB SAS Société par actions simpli-
fiée* — FR.

⑦② Inventeur(s) : BERTHON JACQUES.

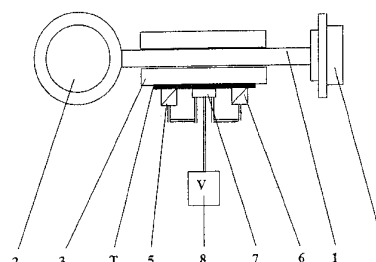
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET FLECHNER.

⑤④ **CAPTEUR DE VIBRATION, NOTAMMENT POUR MACHINE TOURNANTE.**

⑤⑦ Ce capteur comprend un premier élément (5) piézoé-
lectrique ayant une première fréquence de résonance et un
deuxième élément (6) piézoélectrique dont la fréquence de
résonance est différente de la première fréquence de réso-
nance.

Application aux machines tournantes.



FR 2 906 884 - A1



CAPTEUR DE VIBRATION, NOTAMMENT POUR MACHINE TOURNANTE

5 Afin de garantir la fiabilité des machines
tournantes et principalement des pompes, les services de
maintenance mettent en œuvre des procédés dits de
maintenance prédictive pour programmer les interventions
nécessaires hors de la période de fonctionnement des
10 installations.

Le principe de la mesure prédictive consiste à
comparer l'évolution des paramètres d'usure de la machine
à des courbes dites " d'expérience ".

Afin de suivre l'évolution des paramètres, des
15 capteurs sont placés à demeure dans la pompe lors de sa
construction.

A la mise en service initiale de la pompe chez le
client, des mesures permettent de mémoriser l'état des
paramètres initiaux préalablement définis comme
20 significatifs de l'usure de la pompe.

Le choix des paramètres surveillés a été déterminé,
par expérience, en observant durant toute la durée de vie
de produits similaires quels étaient les plus
significatifs et prédictifs de dégradation des
25 composants.

Il a été constaté que la surveillance des vibrations
permet d'estimer l'évolution des différentes parties
actives de la pompe dans le temps dont:

- 30 - L'évolution de l'équilibrage de la masse
 tournante.
- La lubrification et l'usure des paliers
 lisses.
- La lubrification et l'usure des roulements à
 billes ou à rouleaux.

- Le comportement magnétique du moteur.
- L'usure de la roue et du corps hydraulique.
- Le fonctionnement en cavitation.
- Le désalignement de la ligne d'arbre.

5 A chaque événement surveillé, correspond une fréquence ou une bande de fréquence particulière bien définie comprise entre 20 et 16 000 Hz.

La mesure des vibrations ne présente pas de difficulté particulière et les capteurs de vibration du
10 commerce sont efficaces.

Dans la technique actuelle, le capteur de vibration est réalisé à partir d'un cristal piézoélectrique qui transcrit l'ensemble des vibrations comprises entre 20 et 16 000 Hz ainsi que les amplitudes correspondantes sous
15 forme d'une tension.

Un calculateur associé extrait chaque bande du spectre et par calcul suivant les séries de Fourier fait ressortir les fréquences fondamentales ainsi que leurs harmoniques sous la forme d'une courbe FFT.

20 Ce traitement mathématique des vibrations recueillies est nécessaire pour dissocier les fréquences par bandes et pouvoir en observer les amplitudes.

Le frein actuel à la diffusion de ce procédé de surveillance réside dans le coût de l'ensemble capteur et
25 dispositif de traitement du signal et dans la nécessité d'en disposer pour chaque machine.

L'invention y remédie par un capteur comprenant un premier élément piézoélectrique ayant une première fréquence de résonance sous l'effet de vibrations et un
30 deuxième élément piézoélectrique, caractérisé en ce que le deuxième élément piézoélectrique a une deuxième fréquence de résonance différente de la première fréquence.

Sous l'effet de vibrations à la première fréquence de résonance, caractéristique de l'usure d'une première partie d'une machine tournante, il apparaît, aux bornes du premier élément piézoélectrique, une tension qu'il est
5 aisé de mesurer à l'aide d'un voltmètre.

A cette première fréquence de résonance, le deuxième élément piézoélectrique ne résonne pas. Il n'apparaît pratiquement pas de tension à ses bornes. A la deuxième fréquence de résonance, caractéristique, elle, de l'état
10 d'usure d'une deuxième partie de la machine tournante, c'est l'inverse qui se produit.

On se dispense ainsi complètement d'un calculateur qui doit être associé en permanence à la machine ou qui, sinon, doit être associé, de temps à autre, à la machine
15 tournante avec l'inconvénient que la surveillance de l'usure devient discontinue et l'inconvénient aussi d'avoir à déplacer et à connecter chaque fois le calculateur.

Chaque élément piézoélectrique peut être relié à un
20 voltmètre qui lui est propre, mais suivant un mode de réalisation avantageux les deux éléments piézoélectriques sont reliés à un même multiplexeur relié à un seul voltmètre. On a besoin ainsi de moins de pièces pour réaliser le capteur, notamment lorsqu'il y a, non pas
25 seulement deux éléments piézoélectriques, mais un grand nombre d'entre eux, ce qui est habituel. Il y a de préférence trente éléments piézoélectriques dont les fréquences de résonance diffèrent successivement d'un tiers d'octave de 20 Hz à 16 KHz. En d'autres termes, la
30 première fréquence de résonance diffère de la deuxième d'un tiers d'octave et la troisième diffère de la deuxième, elle aussi, d'un tiers d'octave.

Suivant un mode de réalisation qui facilite beaucoup le montage, tous les éléments piézoélectriques sont

intégrés dans une même tranche à semi-conducteur et, de préférence aussi, lorsqu'il y a un multiplexeur il est intégré dans cette tranche.

L'invention vise aussi une machine tournante, notamment une pompe, mais aussi une turbine, un ventilateur ou autre ayant une partie fixe dans laquelle les éléments piézoélectriques d'un capteur, suivant l'invention, sont fixés à la partie fixe.

Au dessin annexé, donné uniquement à titre d'exemple :

la figure 1 est une vue schématique illustrant le mode de réalisation préféré d'une machine tournante suivant l'invention, tandis que

la figure 2 illustre un autre mode de réalisation.

La figure 1 représente une pompe comprenant un arbre (1) entraîné par un moteur (2) et porté par des paliers (3). L'arbre (1) fait tourner une roue (4) hydraulique.

Sur le palier (3) sont fixés trente éléments piézoélectriques, seuls deux d'entre eux étant représentés, à savoir le premier élément (5) piézoélectrique et le deuxième élément (6) piézoélectrique.

Le premier élément (5) piézoélectrique a une fréquence de résonance, lorsqu'il est soumis à des vibrations mécaniques, qui est différente de la fréquence de résonance du deuxième élément (6) piézoélectrique. Pour obtenir cette différence de fréquence, on taille différemment les deux éléments piézoélectriques en leur donnant notamment des dimensions différentes.

Les bornes des éléments (5, 6) piézoélectriques sont reliées à un multiplexeur (7), lequel est lui-même relié à un voltmètre (8).

Le voltmètre indique successivement dans le temps la tension qui apparaît aux bornes de l'élément (5)

piézoélectrique et de l'élément (6) piézoélectrique, ainsi que des vingt huit autres suivants.

Lorsqu'une tension apparaît sur le voltmètre (8) à un instant correspondant à l'un des éléments (5 ou 6), on
5 peut en déduire le niveau d'usure de la partie de la pompe qui correspond à la fréquence de résonance de l'un des trente éléments piézoélectriques.

A la figure 2, les bornes des éléments (5, 6) piézoélectriques sont reliées directement à un voltmètre
10 (9, 10) respectif, sans interposition d'un multiplexeur.

Dans ce cas, les éléments (5, 6) piézoélectriques sont sur une même tranche T de semi-conducteur, alors que les voltmètres en sont indépendants, tandis que dans le mode de réalisation de la figure 1 le voltmètre reste
15 indépendant de la tranche T à semi-conducteur, mais le multiplexeur (7) est intégré lui aussi à la tranche T.

Revendications

1. Capteur comprenant un premier élément (5)
5 piézoélectrique ayant une première fréquence de résonance sous l'effet de vibrations et un deuxième élément (6) piézoélectrique, caractérisé en ce que le deuxième élément (6) piézoélectrique a une deuxième fréquence de résonance différente de la première fréquence.
- 10 2. Capteur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que chaque élément est relié à un voltmètre (9, 10) qui lui est propre.
- 15 3. Capteur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les deux éléments sont reliés à un même multiplexeur (7) relié à un seul voltmètre (8).
- 20 4. Capteur suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première fréquence de résonance diffère de la deuxième, d'un tiers d'octave.
- 25 5. Capteur suivant la revendication 4, caractérisé en ce qu'il a trente éléments piézoélectriques dont les fréquences de résonance diffèrent successivement d'un tiers d'octave.
- 30 6. Capteur suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que tous les éléments piézoélectriques sont intégrés dans une même tranche à semi-conducteurs.

7. Capteur suivant les revendications 3 et 6, caractérisé en ce que le multiplexeur est intégré dans la tranche.

5 8. Machine tournante ayant une partie fixe, caractérisé en ce que les éléments piézoélectriques d'un capteur suivant les revendications 1 à 7 sont fixés à la partie fixe.

Fig 1

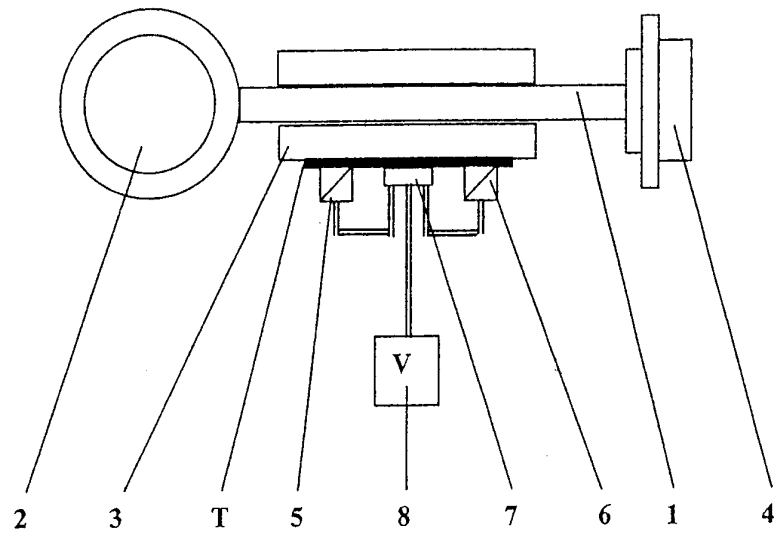
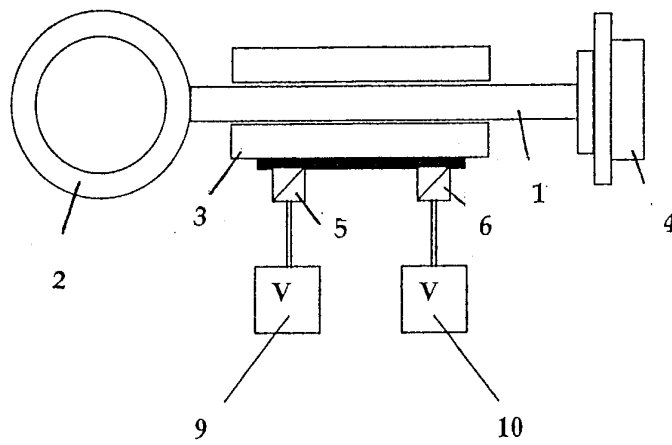


Fig 2



INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE PARTIEL

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

N° d'enregistrement
national

FA 688999
FR 0608782

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 191 796 A (KISHI TERUO [US] ET AL) 9 mars 1993 (1993-03-09) * colonne 4, ligne 12 - ligne 26 * * colonne 8, ligne 36 - ligne 44; revendication 1 *	1	G01H13/00
X	DE 196 12 013 A1 (HAENEL VOLKER DIPL PHYS [DE]) 18 septembre 1997 (1997-09-18) * le document en entier *	1	
A	GB 1 493 118 A (NAT RES DEV) 23 novembre 1977 (1977-11-23) * revendication 1 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G01H
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
24 août 2007		Lorne, Benoît	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0608782 FA 688999

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **24-08-2007**

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5191796 A	09-03-1993	CA 2048866 A1	11-02-1992
DE 19612013 A1	18-09-1997	AUCUN	
GB 1493118 A	23-11-1977	AUCUN	

**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B**

Numéro de la demande

FA 688999
FR 0608782

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1,2,4,5

Capteur comprenant des éléments piézoélectriques, chacun relié à un voltmètre.

2. revendications: 3,6,7

Capteur comprenant des éléments piézoélectriques et un multiplexeur intégrés dans une tranche semi-conducteur.

3. revendication: 8

Machine tournante avec une partie fixe.

La première invention a été recherchée.

La présente demande ne satisfait pas aux dispositions de l'article L.612-4 du CPI car elle concerne une pluralité d'inventions qui ne sont pas liées entre elles en formant un seul concept inventif général. Il est considéré que les revendications couvrent les trois inventions suivantes:

Les revendications 1,2,4,5 concernent un capteur comprenant des éléments piézoélectriques, chacun relié à un voltmètre.

Les revendications 3,6,7 concernent un capteur avec des éléments piézoélectriques et un multiplexeur intégrés dans une tranche semi-conducteurs.

La revendication 8 concerne une machine tournante avec une partie fixe. Les raisons pour lesquelles la présente demande porte sur quatre inventions non liées entre elles de telle sorte qu'elles ne formeraient qu'un seul concept inventif général sont les suivantes:

L'état de la technique le plus proche est représenté par le document US 5 191 796, qui décrit (les références entre parenthèses s'appliquent à ce document) un capteur comprenant un premier élément piézoélectrique ayant une première fréquence de résonance sous l'effet de vibrations et un deuxième élément piézoélectrique dont la fréquence de résonance est différente de la fréquence de résonance du premier élément (voir colonne 8, lignes 36-44).

L'élément suivant apparaît donc comme l'élément technique particulier de la première invention : le capteur comprend un voltmètre par élément. Le problème résolu par cet élément technique particulier peut donc être considéré comme étant : comment mesurer indépendamment chaque fréquence de résonance.

L'élément suivant apparaît comme l'élément technique particulier de la seconde invention : l'intégration des éléments piézoélectriques et d'un multiplexeur dans une tranche semi-conducteurs.

Le problème résolu par cet élément technique particulier peut donc être considéré comme étant : comment simplifier la construction du capteur.

L'élément suivant apparaît comme l'élément technique particulier de la

ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

FA 688999
FR 0608782

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

troisième invention : une machine tournante comprenant une partie fixe. Le problème résolu par cet élément technique particulier peut donc être considéré comme étant comment fixer des éléments piézoélectriques du capteur sur la machine tournante.

L'analyse ci-dessus montre que ni les éléments techniques particuliers des groupes d'invention ni les problèmes objectifs à résoudre par ces inventions ne sont identiques ou correspondants, et qu'aucun concept inventif général ne lie entre eux les groupes d'inventions. la présente demande ne remplit donc pas les conditions d'unité d'invention.