

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 03090

(54) Dispositif acoustique de surveillance d'une installation industrielle.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). G 08 B 21/00.

(22) Date de dépôt..... 12 février 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 33 du 14-8-1981.

(71) Déposant : FRAMATOME, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Jean Marini et Bernard Audenard.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Lucien Bouget, Creusot-Loire,
15, rue Pasquier, 75008 Paris.

L'invention concerne un dispositif acoustique de surveillance d'une installation industrielle pour détecter des chocs éventuels de corps en migration dans l'installation.

Dans un réacteur nucléaire ou dans une installation industrielle quel-
5 conque comportant un grand nombre d'organes tels que des tuyauteries des
récipients et des vannes dans lesquels des fluides sont en circulation, il
existe un risque de dégradation des structures de l'installation, du fait
qu'un organe mécanique, tel qu'un boulon, une rondelle ou un élément d'une
vanne peut se détacher pour devenir un corps migrant, se déplaçant à gran-
10 de vitesse dans l'installation, si le fluide circule lui-même à grande vi-
tesse.

En effet, dans de telles installations, du fait des contraintes subies
par les pièces en service, il peut se produire des ruptures locales plus
ou moins complètes qui peuvent évoluer jusqu'au point où la pièce se deta-
15 che et est entraînée par l'écoulement pour devenir un corps migrant dans
l'installation.

Dans les réacteurs nucléaires en particulier, ces contraintes généra-
trices de ruptures peuvent être d'origine thermique ou mécanique et leur
effet peut être accru par la corrosion.

20 Il existe des zones des circuits hydrauliques des installations men-
tionnées ci-dessus où les corps migrants ont tendance à venir heurter une
partie de l'installation, de façon préférentielle. Par exemple, dans le
cas d'une tuyauterie comportant des vannes, ces endroits préférentiels
peuvent être les coudes de la tuyauterie, les points bas ou encore les
25 corps de vannes.

Dans le cas des réacteurs nucléaires à eau sous pression, l'impact
des corps migrants sur certaines parties du circuit primaire peut être
particulièrement dangereux puisque les vitesses d'écoulement des fluides
sont très élevées de l'ordre de 10 à 15 m par seconde. De tels impacts peu-
30 vent donc provoquer des dégâts importants sur le circuit du réacteur.

Ces dégâts sont d'autre part d'autant plus difficile à réparer que le
réacteur a déjà fonctionné et qu'il faut aller effectuer des réparations
dans des zones soumises à des rayonnements de particules ionisantes.

Il importe donc de détecter très rapidement de tels corps migrants,
35 dès les premiers impacts sur la structure du circuit, de façon à prendre
en salle de commande les décisions qu'il convient pour éviter des dégâts
importants dans le réacteur.

On sait depuis longtemps détecter le choc de deux pièces métalliques,

en utilisant des capteurs acoustiques placés sur la structure ou des micro-
phones placés dans l'air au voisinage de la structure subissant les chocs.
Lorsque des ondes acoustiques produites par un choc métal sur métal sont
captées par les détecteurs ou les microphones, on transforme l'émission
5 reçue pour émettre un signal de type impulsionnel.

On a donc songé à installer au voisinage des zones où la probabilité
d'impact est grande, des capteurs qui peuvent être disposés également au
voisinage des pièces dont la probabilité de rupture est importante.

En fait dans des installations industrielles telles que des réacteurs
10 nucléaires, le capteur peut très bien répondre à d'autres sollicitations
que celles qui correspondent au phénomène de choc ou de rupture qu'on es-
saie de surveiller. Des bruits d'origine très diverse, tel que le bruit
accompagnant la fermeture du clapet d'une vanne, le mouvement des barres
de contrôle ou d'autres organes mobiles peuvent créer des signaux acousti-
15 ques de type impulsionnel qui sont observés aux bornes des capteurs et qui
peuvent être pris pour des signaux résultant d'un impact entre deux pièces
métalliques dans la zone surveillée.

Même en utilisant des capteurs tels que les capteurs piézo-électriques
d'émission acoustique dont les fréquences de réponse sont relativement éle-
20 vées (au-dessus de 50 kHz) et dont la zone de sensibilité est plus faible,
que, par exemple celles des accéléromètres qui prennent en compte les com-
posantes basse fréquence des zones acoustiques, il n'est pas possible d'opé-
rer une discrimination efficace entre les signaux dus aux impacts des ^{corps} mi-
grants et les signaux dus à d'autres causes dans d'autres parties de l'ins-
25 tallation.

En particulier, les dispositifs connus actuellement ne permettent pas
de distinguer une faible sollicitation acoustique dont la source est pro-
che d'une sollicitation plus importante créée à grande distance.

Dans le cas des réacteurs nucléaires, les dispositifs connus actuelle-
30 ment ne permettent pas de distinguer par exemple les ondes acoustiques
dus à un impact sur le fond d'un générateur de vapeur par exemple et la
fermeture d'un clapet à une très grande distance de la zone où est situé
le capteur. L'exploitation des enregistrements des capteurs par un dispo-
sitif électronique de surveillance comportant de simples moyens de comp-
35 tage ou d'enregistrement n'est donc pas possible car il faut prendre en comp-
te l'allure des signaux et les analyser en utilisant un oscilloscope.

De plus, un parasite électrique peut être perçu par la chaîne de sur-
veillance comme une impulsion acoustique, ce qui est la cause de fausses

alarmes.

Le but de l'invention est donc de proposer un dispositif acoustique de surveillance d'une installation industrielle, pour détecter des chocs éventuels de corps en migration dans l'installation, utilisant des cap-
5 teurs acoustiques des ondes émises lors des chocs des corps migrants, ce dispositif permettant de ne prendre en compte que les signaux acoustiques relatifs à des impacts des corps migrants dans la zone surveillée, à l'ex-
clusion de tout autre phénomène acoustique ou électrique perturbateur.

Dans ce but le dispositif acoustique suivant l'invention comporte au
10 moins un ensemble de deux capteurs acoustiques disposés au contact de la paroi de l'installation à son voisinage, en deux points différents de l'installation entre lesquels on veut effectuer la surveillance et une chaîne de mesure et d'alarme à laquelle sont reliés les capteurs comportant un
moyen de mesure de l'écart dans le temps entre la réception des ondes
15 acoustiques sur l'un et l'autre capteur, un moyen de comparaison de cet écart avec au moins un ensemble de deux valeurs prédéterminées et un moyen d'alarme qui se déclenche si l'écart se situe entre les deux valeurs
prédéterminées.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va décrire à titre d'ex-
20 emple non limitatif, en se reportant aux figures jointes en annexe, un mode de réalisation du dispositif suivant l'invention utilisé pour la surveillance d'une portion de canalisation à l'intérieur de laquelle se dé-
place un fluide pouvant renfermer des corps migrants.

La figure 1 représente un premier mode de réalisation du dispositif
25 suivant l'invention dans une vue schématique et en position sur la portion de canalisation.

La figure 2 représente les signaux reçus sur chacun des capteurs et le signal représentatif de l'écart dans le temps entre la réception des on-
des acoustiques sur l'un et l'autre capteurs.

30 La figure 3 représente un second mode de réalisation du dispositif suivant l'invention, de façon schématique et en position sur une portion de canalisation et avec une possibilité de détermination du tronçon de canalisation dans lequel a lieu l'impact.

Sur la figure 1 on voit une portion de canalisation 1 sur laquelle
35 sont disposés en deux endroits séparés par une longueur l de la canalisation, deux capteurs acoustiques 3 et 4 reliés à la chaîne de mesure et d'alarme par l'intermédiaire d'amplificateurs 5 et 6 respectivement.

On désigne par 0 le point ^{de} milieu de la canalisation entre les capteurs acous-

tiques 3 et 4, par G le centre d'une zone 7 de la canalisation que l'on désire surveiller et par D et E les points extrêmes de cette zone placée sous surveillance.

Lorsque un choc se produit au point C, une onde acoustique prend naissance, se propage dans la canalisation avec une vitesse constante connue dépendant du matériau constituant la canalisation.

Même si le système d'ondes créé au moment de l'impact est complexe et que divers types d'ondes prennent alors naissance (onde longitudinale, onde transversale, onde de Lamb, ou onde de surface), tout se passe à partir d'une certaine distance de l'impact comme si les vibrations acoustiques se propageaient à la vitesse des ondes de surface.

Dans le cas d'une canalisation en acier, la vitesse des ondes de surface est environ $c = 3.000\text{m}$ par seconde.

Pour tous les points du segment compris entre les capteurs 3 et 4, il est possible de définir une différence de temps de parcours

$$\Delta t_{1.2} = t_1 - t_2 \text{ ou } \Delta t_{2.1} = t_2 - t_1,$$

le point pour lequel $\Delta t_{1.2} = \Delta t_{2.1} = 0$ étant situé au centre O du segment de canalisation.

Si l'on désigne par A et B les points de la canalisation où sont placés les capteurs 3 et 4 respectivement, on a : $t_1 = \frac{CA}{c}$ et $t_2 = \frac{CB}{c}$

La chaîne de mesure et d'alarme comporte un dispositif 8 permettant la mesure de la différence de temps d'arrivée des ondes acoustiques venant du capteur 3 et du capteur 4, les signaux captés étant amplifiés au niveau des dispositifs amplificateurs 5 et 6 respectivement.

On voit sur la figure 2 le diagramme représentant l'onde acoustique reçue par le capteur 3, l'onde acoustique reçue par le capteur 4 et le signal émis par le dispositif de mesure de la différence de temps d'arrivée 8. Le signal représentatif de la différence de temps d'arrivée Δt est reçu par un comparateur 9 qui reçoit également des signaux représentatifs de deux valeurs de Δt (Δt_{mini} et Δt_{maxi}) par l'intermédiaire d'un dispositif de réglage d'écart 10.

Les valeurs de Δt_{mini} et Δt_{maxi} correspondent à l'écart entre des signaux d'impact au point D et au point E respectivement, ces points délimitant la zone 7 à l'intérieur de laquelle on effectue la surveillance acoustique.

Le comparateur 9 émet un signal lorsque le Δt mesuré se situe entre Δt_{mini} et Δt_{maxi} , ce signal donnant lieu au niveau du dispositif de comptage et d'affichage 11 à l'impression d'un message correspondant à la

présence d'un impact dans la zone surveillée.

Simultanément une alarme 12, par exemple un signal lumineux, permet de visualiser parfaitement la présence de l'impact.

Une horloge 14 permet de dater de façon précise les différents impacts.

5 Le choix de la position des capteurs 3 et 4 sur la canalisation, par rapport à la zone 7 dont on effectue la surveillance est choisie pour que la sensibilité des mesures soit maximale. On évite bien sur une position centrée du segment D, E par rapport aux points A, B où se trouvent les capteurs 3 et 4, car alors les valeurs de Δt dans la zone surveillée seraient
10 nulles ou très faibles, ce qui ne permettrait pas de les distinguer de parasites électriques pour lesquels le Δt , ainsi qu'il est visible sur la figure 2 est nul.

En effet, l'apparition d'un parasite électrique 15 sur les signaux reçus par les capteurs 3 et 4 est simultanée alors que les signaux acoustiques reçus par les capteurs sont décalés dans le temps d'un écart Δt .
15

Par le choix de la position des capteurs, on peut donc reconnaître de façon sûre les signaux dûs aux impacts dans la zone surveillée.

En se reportant à la figure 3, on voit une portion de canalisation 21 sur laquelle ont été disposés des capteurs acoustiques 23 et 24 reliés à une chaîne de mesure par l'intermédiaire d'amplificateurs 25 et 26.
20

Comme précédemment, la chaîne de mesure comporte un dispositif 28 de mesure de l'écart dans le temps entre la réception des signaux sur l'un et l'autre capteurs et un comparateur 29 recevant les valeurs de Δt mini et Δt maxi (pour 4 zones au lieu d'une seule dans ce cas cependant).
25

De plus, suivant l'intervalle Δt mini - Δt maxi dans lequel a été repéré le Δt mesuré, le comparateur 29 transmet un signal à un dispositif de comptage et d'affichage correspondant à la zone 31, 32, 33 ou 34 dont l'intervalle Δt mini - Δt maxi encadre la valeur du Δt mesuré.

La chaîne de mesure et d'affichage comporte donc 4 unités de comptage et d'affichage 41, 42, 43 et 44 voyants lumineux 45, 46, 47 et 48.
30

De plus, comme précédemment une horloge 50 permet de dater précisément les impacts enregistrés au niveau des diverses zones surveillées.

On voit que les principaux avantages des dispositifs suivant l'invention sont de permettre une discrimination parfaite entre les signaux provenant des impacts dans une zone précise surveillée et des signaux parasites, d'être d'une mise en place extrêmement facile sur une installation industrielle, à partir du moment où cette installation a une certaine structure linéaire et de permettre une localisation plus précise des im-
35

pacts dans des zones surveillées situées entre les deux capteurs.

Mais l'invention ne se limite pas au mode de réalisation qui vient d'être décrit, elle en comporte au contraire toutes les variantes.

5 C'est ainsi que l'on peut mettre en surveillance un nombre de zones quelconque disposées entre les deux capteurs, qu'on peut même opérer une surveillance sur toute la zone d'installation comprise entre les deux capteurs à l'exclusion toutefois de la partie centrale équidistante des deux capteurs pour laquelle une discrimination précise des signaux ne sera pas possible.

10 Il est possible d'utiliser des capteurs acoustiques d'un type quelconque qu'ils soient du type accéléromètre ou du type piézo-électrique à partir du moment où l'on associe à ces capteurs un dispositif de mesure de différence de temps d'arrivée des signaux qui soit compatible avec ces capteurs.

15 On peut utiliser un dispositif d'alarme quelconque que cette alarme soit lumineuse ou sonore ou encore se concrétise uniquement par un enregistrement avec ou sans action simultanée automatique sur un dispositif de commande.

20 Enfin, le dispositif de surveillance suivant l'invention peut être utilisé non seulement dans le cas des canalisations mais encore dans le cas de toute installation industrielle ayant au moins partiellement une structure linéaire, parcourue ou non par un fluide à grande vitesse.

25 Néanmoins, l'invention trouve une application préférentielle dans le cas d'une installation de forme linéaire parcourue par un fluide à grande vitesse telle qu'une portion du circuit primaire d'un réacteur nucléaire à eau sous pression.

REVENDIGATIONS

1- Dispositif acoustique de surveillance d'une installation industriel-
le pour détecter des chocs éventuels de corps en migration dans l'instal-
lation, utilisant des capteurs acoustiques des ondes émises lors des chocs
5 des corps migrants caractérisé par le fait qu'il comporte au moins un en-
semble de deux capteurs (3,4) acoustiques disposés au contact de la paroi de
l'installation (1) ou à son voisinage, en deux points différents de l'ins-
tallation entre lesquels on veut effectuer la surveillance et une chaîne
de mesure et d'alarme à laquelle sont reliés les capteurs (3,4) comportant
10 un moyen de mesure (8) de l'écart dans le temps entre la réception des on-
des acoustiques sur l'un et l'autre capteur, un moyen de comparaison (9) de
cet écart avec au moins un ensemble de deux valeurs prédéterminées et un
moyen d'alarme (12) qui se déclenche si l'écart se situe entre les deux va-
leurs prédéterminées.

15 2- Dispositif acoustique de surveillance suivant la revendication 1
caractérisé par le fait qu'un moyen (10) permet d'introduire dans le moyen
de comparaison (9) d'écart de temps deux valeurs prédéterminées de cet
écart correspondant aux extrémités d'une zone d'installation (7) intermé-
diaire entre les deux capteurs (3,4) et dans laquelle on effectue la sur-
20 veillance.

3- Dispositif acoustique de surveillance suivant la revendication 1
caractérisée par le fait qu'un moyen permet d'introduire dans le moyen de
comparaison d'écart de temps (29) au moins deux ensembles de deux valeurs
prédéterminées de cet écart de temps correspondant aux extrémités d'au
25 moins deux zones de surveillance (31, 32, 33, 34) situées dans l'installa-
tion (21) entre les deux capteurs acoustiques (23, 24).

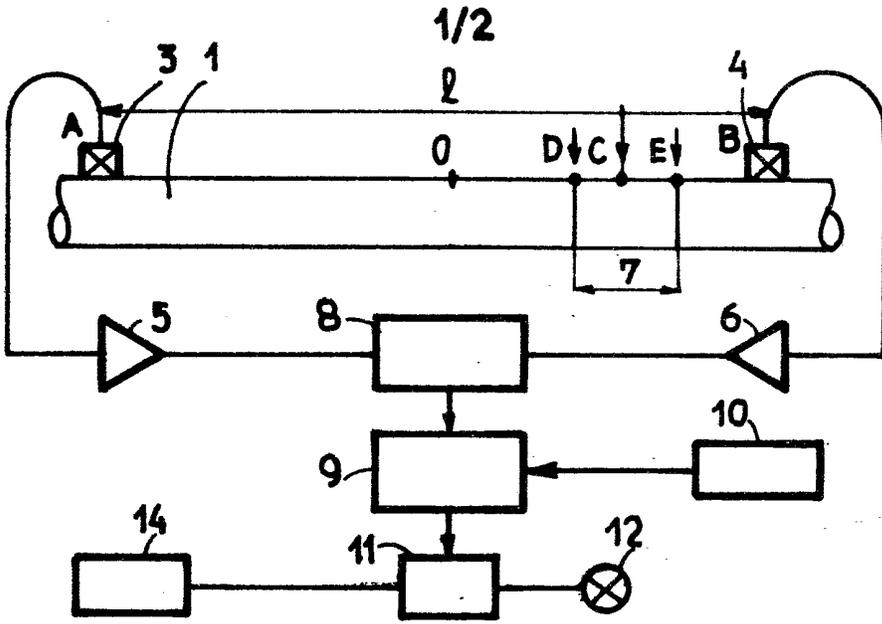


Fig 1

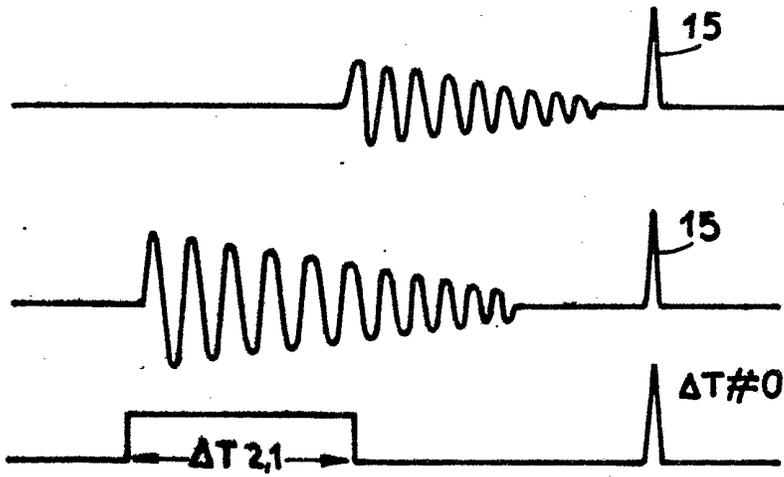


Fig 2

Fig 3

