

## DESCRIPTION

Procédés et transducteurs électro-acoustiques pour émettre des ondes acoustiques à basse fréquence dans un liquide.

5 La présente invention a pour objet des procédés pour émettre des ondes acoustiques à basse fréquence dans un liquide, au moyen de transducteurs électro-acoustiques de type double-tonpiliz et des transducteurs qui mettent en oeuvre ces procédés.

10 Le secteur technique de l'invention est celui de la construction des transducteurs électro-acoustiques.

On connaît des transducteurs électro-acoustiques, notamment piézo-électriques, dits double-tonpiliz, qui comportent un boîtier cylindrique rigide, ouvert à ses deux extrémités et, à l'intérieur dudit boîtier, disposés coaxialement avec celui-ci, deux 15 moteurs électro-acoustiques identiques, par exemple deux empilements de plaquettes piézo-électriques qui sont alignés et placés de part et d'autre d'une contre-masse centrale et/deux pavillons. Les faces externes des deux pavillons sont situées dans le plan des extrémités axiales du boîtier, de sorte qu'elles sont au contact du liquide 20 dans lequel le boîtier est plongé.

Les faces externes émettent dans le liquide des ondes acoustiques lorsque les moteurs électro-acoustiques sont excités électroniquement. Ces transducteurs double-tonpiliz sont utilisés notamment pour émettre dans l'eau des ondes acoustiques basse- 25 fréquence dans une direction déterminée.

Un des problèmes posés par ce type de transducteurs est l'élimination des ondes acoustiques émises par les faces arrière du pavillon.

30 Une solution à ce problème consiste à utiliser des boîtiers étanches remplis de gaz. Cette solution entraîne la nécessité pour le boîtier de résister aux pressions d'immersion qui peuvent être élevées.

Une autre solution consiste à placer à l'arrière des pavillons des masses ou des amortisseurs statiques dits "baffles" 35 qui absorbent le rayonnement arrière.

La présente invention propose de nouveaux moyens pour éliminer le rayonnement arrière qui constituent une solution nouvelle de ce problème.

Un procédé selon l'invention est caractérisé par le fait que l'on ménage des ouvertures dans la paroi latérale dudit boîtier et qu'on place dans la cavité délimitée par ladite paroi, les faces arrière des pavillons et lesdits moteurs électro-acoustiques, des tubes élastiques fermés à leurs deux extrémités et remplis de gaz et l'on détermine les dimensions et les positions desdites ouvertures et desdits tubes, de telle sorte que la fréquence de Helmholtz de ladite cavité soit voisine de la fréquence fondamentale des vibrations axiales de l'ensemble mécanique constitué par lesdits moteurs électro-acoustiques, ladite contre-masse et lesdits pavillons.

Selon un procédé préférentiel, on détermine les dimensions et les positions des ouvertures latérales du boîtier et des tubes élastiques, de telle sorte que la fréquence de résonance de Helmholtz de la cavité délimitée par le boîtier, par les faces arrière des pavillons et par les moteurs électro-acoustiques soit inférieure à la fréquence fondamentale des vibrations axiales de l'ensemble mécanique constitué par les deux moteurs électro-acoustiques, les deux pavillons et la contre-masse centrale, ce qui a pour effet d'élargir la bande passante du transducteur vers les basses fréquences.

L'invention a pour résultat de nouveaux transducteurs du type double-tonpils, dans lesquels l'énergie rayonnée par les faces arrière des pavillons est utilisée en grande partie pour mettre en résonance la cavité délimitée par le boîtier, de sorte que l'influence de ce rayonnement en dehors du boîtier n'est pas en opposition de phase avec le rayonnement émis par les pavillons et on évite ainsi toute interférence parasite du rayonnement arrière avec les ondes émises par les faces avant des pavillons.

Les transducteurs selon l'invention, dans lesquels les ouvertures latérales du boîtier ainsi que les tubes sont dimensionnés et positionnés pour que la fréquence de résonance de Helmholtz soit inférieure à la fréquence fondamentale des vibrations axiales des deux moteurs électro-acoustiques, de la contre-masse et des deux pavillons sont des transducteurs ayant une bande passante élargie vers les basses fréquences. Par exemple, un transducteur selon l'invention ayant une fréquence fondamentale de vibrations axiales de l'ordre de 900 Hz et une fréquence de résonance de Helmholtz de

l'ordre de 650 Hz a une bande passante comprise entre 600 Hz et 1000 Hz avec un niveau d'émission ramené à 1 mètre exprimé en micro-pascal par volt supérieur à 130 db dans toute la bande passante.

La description suivante se réfère aux dessins annexés qui  
5 représentent, sans aucun caractère limitatif, des exemples de réalisation de transducteurs électro-acoustiques selon l'invention.

La figure 1 est une coupe axiale schématique d'un transducteur électro-acoustique selon l'invention.

La figure 2 est une demi-coupe axiale d'un premier mode  
10 de réalisation d'un transducteur selon l'invention.

La figure 3 est une demi-coupe transversale de la figure 2.

La figure 4 est une demi-coupe transversale d'un deuxième mode de réalisation d'un transducteur selon l'invention.

La figure 5 est un diagramme qui représente le niveau  
15 d'émission d'un transducteur selon l'invention en fonction de la fréquence d'excitation.

La figure 1 représente une coupe axiale schématique d'un transducteur électro-acoustique du type double-sonpilz, qui comporte  
20 deux moteurs électro-acoustiques 1a, 1b, qui sont par exemple deux empilements de plaquettes de céramiques piézo-électriques. Les deux moteurs 1a, 1b sont placés de part et d'autre d'une contre-masse centrale 2. Ils sont placés entre deux pavillons 3a, 3b.

Les moteurs, la contre-masse et les deux pavillons sont  
25 alignés suivant un axe commun x x1.

Habituellement, cet ensemble est placé à l'intérieur d'un boîtier rigide 4, qui est généralement un boîtier cylindrique coaxial qui est ouvert à ses deux extrémités axiales où se trouvent  
30 les deux pavillons 3a, 3b dont les faces externes sont en contact avec un liquide dans lequel le boîtier est plongé et ces faces externes constituent deux surfaces émettrices d'ondes acoustiques dans le liquide.

Ces transducteurs de type double-sonpilz, sont bien connus de l'homme de l'art.

Un des problèmes posés par ce type de transducteur est  
35 celui de l'élimination ou de la réduction des ondes acoustiques émises par les faces arrière des pavillons.

La présente invention procure une solution nouvelle à ce

problème.

Le boîtier 4 d'un transducteur selon l'invention, comporte des ouvertures latérales 5, par lesquelles le liquide pénètre à l'intérieur du boîtier. Il comporte des tubes 6 en un matériau élastique qui sont fermés à leurs deux extrémités et qui sont remplis de gaz.

Les tubes 6 sont situés dans la cavité 7 délimitée par les moteurs 1a, 1b, par les faces arrière du pavillon et par les parois latérales du boîtier 4. De préférence, ils ont une forme aplatie et ils sont disposés avec leurs génératrices parallèles à l'axe  $x$   $x_1$ .

Les ondes acoustiques émises par les faces arrière des pavillons dans la cavité 7, déforment élastiquement les tubes et la cavité contenant les tubes a une fréquence propre qui peut rentrer en résonance avec la fréquence d'excitation. Ce phénomène est connu des physiciens sous la dénomination de résonance de Helmholtz.

Si l'on considère un récipient ayant une paroi rigide qui délimite une cavité remplie de fluide qui communique avec l'extérieur par un col et si l'on excite acoustiquement le fluide contenu dans cette cavité, pour une certaine fréquence d'excitation, il se produit une résonance dite résonance de Helmholtz. Dans le cas présent, la cavité 7 contenant les tubes 6 remplit la fonction de cavité de Helmholtz et les ouvertures 5 constituent le col de la cavité.

Lorsque le pavillon vibre, il crée un flux direct d'ondes acoustiques par la face avant et un flux inverse par la face arrière, qui est égal et de signe opposé au flux direct.

Si la fréquence de résonance de Helmholtz de la cavité 7 correspond à la fréquence d'excitation, le flux inverse fait résonner la cavité 7 et, sous certaines conditions, l'émission acoustique du col du résonateur, c'est-à-dire des ouvertures 5 se trouve en phase avec le flux direct et le niveau sonore résultant est la somme vectorielle du flux direct et du flux émis par le col du résonateur.

On sait calculer la fréquence de résonance d' Helmholtz d'une cavité donnée ou la mesurer expérimentalement et on peut donc déterminer la nature, la forme, la dimension et la disposition des tubes ainsi que ~~les dimensions des ouvertures~~ 5 pour que la

fréquences d'Helmholtz soit voisine de la fréquence fondamentale des vibrations axiales de compression-dilatation de l'ensemble mécanique constitué par les deux moteurs 1a, 1b, la contre-masse 2 et les deux pavillons 3a, 3b.

5 Lorsque la fréquence d'Helmholtz de la cavité avec ses tubes est voisine de la fréquence d'émission, la résonance de Helmholtz a lieu et le maximum de l'énergie acoustique rayonnée par les faces arrière des pavillons sert à entretenir la résonance de Helmholtz et la propagation à l'extérieur du boîtier d'ondes  
10 acoustiques indésirables se trouve dont nettement atténuée.

Avantageusement, on calcule les tubes et les ouvertures 5 pour que la fréquence de résonance de Helmholtz soit légèrement inférieure à la fréquence fondamentale de l'ensemble mécanique constitué par le transducteur double-sonnerie, ce qui permet d'élargir  
15 la bande passante du transducteur vers les basses fréquences.

Les figures 2 et 3 sont une demi-coupe axiale et une demi-coupe transversale d'un premier mode de réalisation d'un transducteur selon l'invention. Les parties homologues sont représentées par les mêmes repères sur les figures 1, 2 et 3.

20 Le boîtier 4 comporte une ouverture périphérique 5 qui est symétrique par rapport au plan médian PP' perpendiculaire à l'axe x xl.

La Contre-masse 2 porte une plaque centrale 8 en forme de disque, dont le diamètre extérieur est sensiblement égal au  
25 diamètre intérieur du boîtier 4.

Ce disque porte sur ses deux faces des encoches qui reçoivent les tubes 6 visibles sur la figure 3. Les tubes 6 ne sont pas représentés sur la figure 2 pour la clarté du dessin.

La figure 3 représente un mode de réalisation dans  
30 lequel les tubes 6 ont une forme aplatie et sont disposés radialement.

Le disque 8 porte, à sa périphérie, quatre pièces de fixation 9, disposées en croix. Chaque pièce 9 est fixée à la périphérie du disque et comporte deux bras 10 qui s'étendent de  
35 part et d'autre du disque et qui sont fixés par des boulons 11 aux parois latérales du boîtier 4 s'étendant de part et d'autre de l'ouverture 5. Ces pièces 9, 10 ont pour fonction de relier mécaniquement entre elles les deux parties du boîtier 4 séparées

par l'ouverture 5.

Les dimensions, la forme, la nature et la disposition des tubes 6 ainsi que les dimensions de l'ouverture 5 varient avec la taille du transducteur. Elles sont calculées pour que la  
5 fréquence de résonance de Helmholtz de la cavité 7 ayant un col 5 et contenant les tubes 6, soit voisine et, de préférence, légèrement inférieure à la fréquence fondamentale des vibrations axiales du transducteur double-tonpilh.

Les parois du boîtier 4 sont des parois épaisses,  
10 métalliques ou en matériaux composite qui sont très rigides et qui ne vibrent pas. Les tubes 6 sont composés d'un matériau très élastique tel que de l'acier à ressorts ou des stratifiés en fibre de verre ou de carbone. La forme aplatie des tubes est une forme préférentielle qui favorise les vibrations en flexion des parois  
15 latérales des tubes.

La figure 4 représente une demi-coupe transversale d'un autre mode de réalisation d'un transducteur selon l'invention. Les parties homologues sont représentées par les mêmes repères. Dans ce mode de réalisation, les tubes 6 ne sont pas disposés radialement.  
20 Ils sont placés en éventail, c'est-à-dire que chaque tube est placé obliquement par rapport à la direction radiale.

La figure 5 est un diagramme qui représente en abscisses les fréquences d'excitation et en ordonnées, le niveau d'émission d'un transducteur selon l'invention exprimé en décibels, c'est-à-dire  
25 le logarithme de la pression en micropascal obtenue pour une excitation de 1 volt, mesurée à 1 mètre du transducteur. Ce diagramme correspond à un transducteur ayant une ouverture latérale 5, ayant une largeur de 15 cm et contenant 17 tubes 6.

Ce diagramme montre que l'on obtient une bande passante  
30 ayant une largeur comprise entre 600 Hz et 1000 Hz. La courbe C1 représente le niveau d'émission SV sur l'axe du transducteur et la courbe C2 le niveau d'émission SV dans un plan normal à l'axe du transducteur.