

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 852 968 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
15.07.1998 Bulletin 1998/29

(51) Int Cl. 6: B06B 1/02

(21) Numéro de dépôt: 97402890.4

(22) Date de dépôt: 02.12.1997

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 05.12.1996 FR 9614920

(71) Demandeur: **Etat-Français représenté par le
Délégué Général pour L'Armement
00460 Armées (FR)**

(72) Inventeurs:

- Giangreco, Christian
83110 Sanary sur Mer (FR)
- Ripoll, Yves
83140 Six Fours (FR)

(54) Méthode et dispositif d'élimination des régimes transitoires de transducteurs piézoélectriques

(57) Le secteur technique de l'invention est le domaine de la réalisation de transducteurs électroacoustiques, pour lesquels on veut éliminer, suivant la présente invention, le régime transitoire d'émission acoustique au moment de sa mise en fonctionnement.

Pour cela, on branche (3₃) aux bornes (16) du cir-

cuit motionnel (6) du transducteur (7) celles d'un générateur (1) de courant électrique continu, on établit un court-circuit (3₁) aux bornes (16) dudit circuit (6) du transducteur (7), on ouvre ledit court-circuit (3₁) et on branche (3₂) un générateur (4) de courant électrique I_p alternatif de fréquence donnée F aux bornes (16) dudit circuit (6) du transducteur (7).

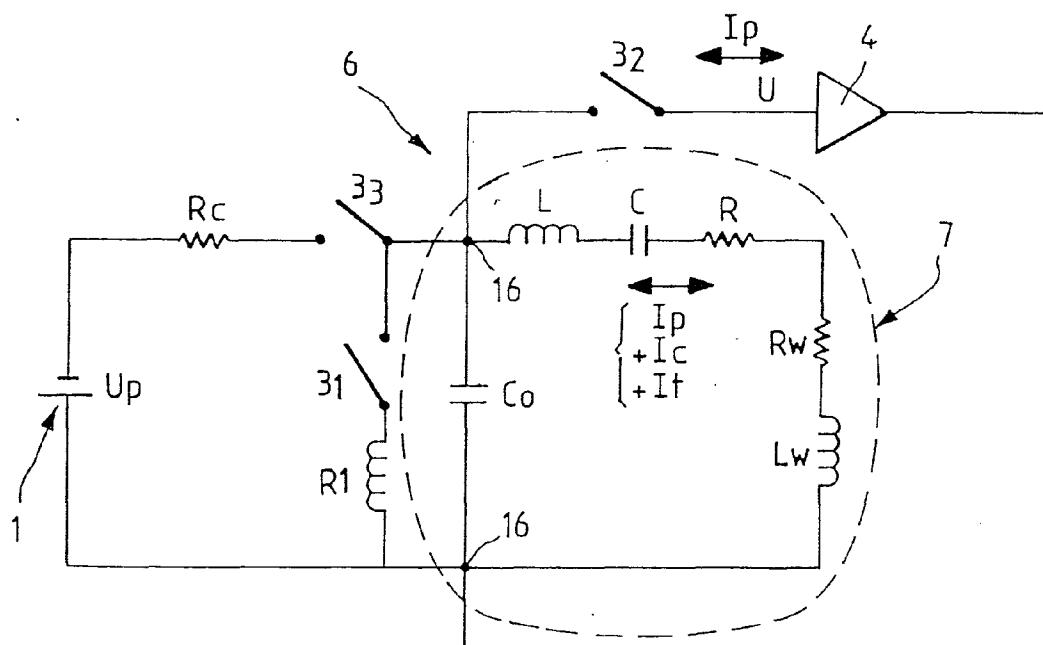


FIG. 2

Description

La présente invention a pour objet un procédé et dispositif d'élimination des régimes transitoires de transducteurs piézoélectriques.

Le secteur technique de l'invention est le domaine de la réalisation de transducteurs électroacoustiques.

L'application principale de l'invention est l'utilisation de tels transducteurs dans la transmission dans un liquide d'ondes sonores, essentiellement, d'une part lors des essais et des mesures que l'on veut réaliser avec ces transducteurs immergés, dans des cuves qui provoquent alors des ondes réfléchies ou échos perturbant les mesures, et d'autre part, lorsqu'on veut transmettre instantanément des ordres de commande à travers des circuits hydrauliques.

En ce qui concerne les essais et mesures réalisés avec des transducteurs immergés dans des cuves, on peut se reporter à la description de la demande de brevet N° FR 2.695.477 publiée le 11 mars 1994, déposée par l'Etat Français, sur un « Procédé et dispositif de mesure des caractéristiques acoustiques d'un objet immergé ». Dans ce type d'essais en particulier, on veut calibrer les transducteurs électroacoustiques pour évaluer leurs performances dans le milieu marin, en mesurant pour leur validation industrielle, les paramètres caractéristiques dont l'un est la mesure de la sensibilité à l'émission, qui est la pression acoustique émise en champ lointain dans l'axe à une distance d'un mètre : pour cela, le transducteur est immergé dans une cuve et est excité par un train d'ondes sinusoïdales, dont on relève par un hydrophone, l'allure du champ acoustique émis par ce projecteur ; cependant, dans une cuve dont les dimensions sont forcément limitées, de nombreux échos sont renvoyés par les parois et perturbent la mesure de telles sensibilités : un schéma de montage est représenté sur la figure 1 ci-jointe.

Ainsi, pour avoir une bonne mesure de la réponse du transducteur, celle-ci doit se réaliser pendant le régime permanent et avant l'arrivée desdits échos. Cependant, lors de l'excitation de mise en marche d'un transducteur par un train d'impulsions sinusoïdales, celui-ci est soumis à un régime transitoire, d'autant plus important que l'on utilise des basses fréquences : par exemple avec beaucoup de nouveaux projecteurs ou transducteurs de fréquence 800 Hz, dont le régime transitoire dure 10 millisecondes, l'onde acoustique émise dans les cuves d'essais provoque des échos qui arrivent sur l'hydrophone au bout de 4 millisecondes, ce qui rend impossible une bonne mesure.

Un tel régime transitoire est bien connu et repris dans la description ci-après et différentes méthodes ont été développées pour tenter d'en limiter les effets, si ce n'est de l'éliminer : nous ne développerons pas ici toutes ces méthodes, sauf à citer celle dite méthode PIQUETTE, du nom de son inventeur, et dont on trouve les explications dans des publications : « Methods for transducer transient suppression » publiées en septembre

1992 dans le Journal of the Acoustic Society of America (J.A.S.A.), pages 1203 à 1221, (Théorie et expérimentation) ; cette méthode consiste à supprimer le régime transitoire en produisant une onde sonore initiale la plus semblable possible à une portion de la sinusoïde permanente dès la mise en route dudit transducteur, grâce au pilotage d'un courant additionnel d'excitation ; celui-ci est obtenu par une tension d'alimentation, dont la forme d'onde est composée par la somme d'un créneau, d'une rampe et d'une sinusoïde nécessitant un amplificateur très performant, aussi bien en puissance qu'en régime dynamique ; ceci est très difficile à obtenir pour des transducteurs de puissance raisonnable, qui déjà, en fonctionnement normal, nécessitent une tension de 100 volts.

Une telle méthode n'est donc pas applicable pour de tels transducteurs et les seules expérimentations qui ont pu être développées dans ce domaine, se sont limitées à des simulations à faible puissance.

En effet, physiquement, pour annuler le régime transitoire suivant la méthode ci-dessus, on communique dans un temps très bref une énergie mécanique équivalente à celle existant en régime établi, grâce à une impulsion additionnelle à celle de régime permanent, globalement égale à n fois celle du signal permanent sinusoïdal, n étant égal au facteur de qualité mécanique QM caractérisant ledit transducteur.

Ce facteur de qualité mécanique QM est défini comme étant égal au rapport de la fréquence de résonance F0 sur δf , où δf est l'écart entre les fréquences encadrant F0 et pour lesquelles la puissance électrique active absorbée par le transducteur est égale à la moitié de ce qu'elle est à la fréquence de résonance F0.

Ce facteur QM est en relation directe avec la bande passante du transducteur : plus il est élevé, moins la bande passante est grande.

De plus la durée du régime transitoire est proportionnelle à ce facteur QM : plus celui-ci est élevé, plus le régime transitoire est long ; en fait, la durée de ce régime transitoire est sensiblement égale à ce facteur QM multiplié par la durée de la période à la fréquence de résonance.

Or, la plupart des transducteurs basse fréquence ont un coefficient QM de facteur de qualité supérieur à 10, à leur fréquence de résonance : si la tension permanente sinusoïdale est de 100 volts pour un transducteur ayant un QM de 10, il faut que l'amplificateur générateur du courant électrique nécessaire, puisse alors fournir en même temps le signal sinusoïdal de base et son impulsion supplémentaire, dont la valeur de tension est donc de 1 000 volts, ce qui rend impossible une excitation à fort niveau d'un transducteur ayant un QM élevé.

Ainsi, le problème posé est d'éliminer ledit régime transitoire de transducteur piézoélectrique surtout de moyenne et forte puissance, sans avoir à fournir une énergie importante pour un courant d'excitation élevé, et cela quelle que soit la fréquence d'utilisation du régime permanent voulu, surtout dans les basses fréquen-

ces.

Une solution au problème posé est un procédé d'élimination de ce régime transitoire, tel que l'on branche aux bornes du circuit motionnel du transducteur celles d'un générateur de courant électrique continu de tension donnée, qu'on établit un court-circuit aux bornes dudit circuit du transducteur, qu'on ouvre ensuite ledit court-circuit et on branche seulement alors le générateur de courant électrique alternatif de fréquence donnée correspondant à celle du signal acoustique que l'on veut générer, aux bornes dudit circuit du transducteur.

De préférence, durant l'établissement du court-circuit et le branchement du générateur de courant alternatif, on coupe l'alimentation du générateur de courant continu.

Dans un mode préférentiel de réalisation, la durée de fermeture du court-circuit doit être au moins égale au dixième de la période de la fréquence du courant électrique alternatif du régime permanent voulu.

Une autre solution au problème posé est un dispositif comprenant un générateur de courant électrique continu à une tension donnée, branché aux bornes du circuit motionnel du transducteur, et au moins en parallèle à ce circuit motionnel un interrupteur de court-circuit ; le circuit d'alimentation dudit générateur de courant continu peut comporter un interrupteur et le circuit de l'interrupteur comprend en série avec celui-ci une résistance.

Le dispositif suivant l'invention comprend également de préférence des moyens de commande centralisée des différents interrupteurs et programmée suivant les procédés évoqués ci-dessus et tels que décrits ci-après.

Le résultat est un nouveau procédé et dispositif d'élimination de régimes transitaires de transducteurs piézoélectriques, qui répond au problème posé, et qui ne nécessite donc pas de puissance d'alimentation de courant alternatif importante.

Des expérimentations, aussi bien simulées que réelles, ont permis de vérifier et de valider ce nouveau procédé et dispositif, tel que décrit sur les figures ci-après.

En effet, lorsqu'on excite un transducteur par un train d'impulsions sinusoïdales, le pavillon dudit transducteur ne peut pas suivre instantanément la forme de l'onde excitatrice, du fait de l'inertie mécanique des pièces et matériaux qui le composent et de l'eau qui peut l'entourer, créant un retard physique dans le mouvement du pavillon et ne permettant pas de transmettre toute l'énergie du régime permanent instantanément au transducteur. Le procédé de la présente invention consiste en fait à stocker préalablement une énergie dans le transducteur, avant son excitation par l'onde permanente sinusoïdale : cette énergie est emmagasinée pour favoriser ensuite le transfert de l'énergie dudit train d'impulsions permanentes, en s'opposant à celle de contre-réaction créée par la mise en mouvement du pavillon du transducteur et qui s'oppose à celui-ci, créant

ledit régime transitoire.

L'avantage ainsi obtenu est essentiel et permet d'utiliser le présent procédé, même dans des transducteurs qui ne seraient pas à basses fréquences, ni de moyenne ou forte puissance d'émission permanente, et qui donc ne seraient pas critiques au niveau de la fournitue d'énergie à leur démarrage, mais dont l'existence dudit régime transitoire initial pourrait perturber l'objectif recherché avec de tels transducteurs : il s'agit en particulier de l'application à la commande à distance d'actuateurs par des transducteurs de haute fréquence et de petite dimension à travers des circuits hydrauliques d'alimentation en puissance de ces équipements ; l'ordre de commande doit être reconnu par ceux-ci instantanément et sans risque d'erreur et/ou de fausse manoeuvre : la présente invention permet de supprimer alors les circuits de commande parallèles, par exemple par faisceaux électriques, en utilisant directement les fluides de transmission de la puissance hydraulique aux actuateurs comme supports de la transmission acoustique de commande, par un signal dont l'onde, instantanément conforme à la fréquence et amplitude de son régime permanent, est alors immédiatement identifiable.

La description et les figures ci-après représentent un exemple de réalisation et de mesure du procédé suivant l'invention, mais n'ont aucun caractère limitatif : d'autres réalisations sont possibles, dans le cadre de la portée et de l'étendue de l'invention.

La figure 1 est une vue générale de l'exemple d'application de l'invention dans les mesures acoustiques en cuve.

La figure 2 est un schéma de principe électrique de la suppression du régime transitoire d'un transducteur suivant la présente invention.

Les figures 3 et 4 représentent des courbes des courants traversant le circuit dudit transducteur suivant différents modes de fonctionnement.

Suivant la figure 1, ledit transducteur 7 est immergé dans une cuve 2 remplie d'eau 12 et relié en surface à un système de mesure 5, alimentant électriquement ledit transducteur et contrôlant l'émission du train d'ondes 9 émis par celui-ci dans la cuve vers un hydrophone de réception 8.

Celui-ci est disposé à une certaine distance du transducteur 7 qui émet des ondes 9 dans toutes les directions, en particulier vers les parois et la surface de l'eau, créant des ondes réfléchies 10 qui atteignent l'hydrophone 8 comme le train d'ondes directs 9 : ceci, comme indiqué précédemment, perturbe les mesures que l'on veut effectuer avec les signaux d'enregistrement de ces dernières ; pour éviter cette perturbation, les ondes directes 9 doivent alors atteindre, lors de la mise en marche du transducteur 7, ledit hydrophone 8 avec un régime régulier non transitoire avant l'arrivée de ces ondes réfléchies 10.

On rappelle que la fonction d'un transducteur d'émission 7, surtout de fortes puissances, est de gé-

nérer une onde acoustique 9 de fort niveau sonore dans l'eau, et en général autour de fréquences de résonance électromécaniques, donc dans une gamme assez étroite. Un tel transducteur d'émission 7, ou projecteur, comporte généralement un moteur constitué d'un empilement de céramiques piézoélectriques alimentées par une tension électrique alternative U fournie par un générateur amplificateur 4 tel que représenté sur la figure 2, et contrôlé par l'utilisateur, un pavillon correspondant à la face parlante du projecteur qui transmet les vibrations du moteur au fluide environnant 12 et permet la génération des ondes acoustiques 9, et des pièces mécaniques diverses telles qu'une contremasse, des tiges de précontrainte, un boîtier, etc... permettant d'adapter la fréquence de résonance, d'assurer le montage mécanique et la tenue à l'environnement de l'ensemble.

Un tel transducteur, associé à son circuit d'alimentation permettant sa mise en mouvement, peut être représenté par un circuit électrique 6 équivalent dit circuit motionnel, tel que sur la figure 2 et comprenant un circuit RLC (Résistance, Impédance, Capacité), correspondant à un schéma électrique équivalent du transducteur 7, une résistance et une impédance RW/LW correspondant à la réaction de l'eau sur le transducteur, et une capacité C_0 du pilier de céramiques : ce circuit équivalent est relié à ces bornes 16 d'alimentation à un générateur amplificateur 4 d'un courant I_P électrique alternatif d'excitation de fréquence F voulue suivant une tension donnée U . Dans un mode normal d'utilisation et de fonctionnement, sans le procédé et dispositif de l'invention, le courant passant dans ledit circuit 6 motionnel, est la somme d'un courant 14 transitoire I_t alternatif à la fréquence de résonance F_0 du transducteur représenté sur la figure 3, décroissant exponentiellement en fonction du temps et d'un courant 13 constant I_P représenté sur la figure 3, sinusoïdal à la fréquence F et correspondant au régime permanent que l'on veut obtenir : ainsi, lorsqu'on applique un train d'impulsions électriques sinusoïdal I_P et quelle que soit la fréquence F , à un transducteur piézoélectrique 7, le signal 13 résultant I suivant la figure 3, peut être considéré comme étant égal au signal 11 d'excitation I_P auquel on soustrait un signal 14 transitoire I_t exponentiellement décroissant de constante de temps θ et de fréquence F_0 fixe, qui ne dépendent que des caractéristiques du transducteur.

Pour pallier l'inconvénient de l'existence normale dudit signal 14 transitoire I_t , et suivant le procédé de la présente invention, on communique au transducteur 7 une énergie pendant son temps de repos, qui est du reste généralement plus long que la période d'excitation dans les applications définies précédemment.

On applique pour cela, sur ledit transducteur 7, aux bornes 16 de son circuit motionnel 6, une tension U_P continue d'un générateur 1 pour stocker dans son pilier de céramique C_0 une énergie potentielle qui se transformera en énergie cinétique lors de la fermeture du court-circuit I_1 . D'un point de vue électrique, cela revient à annuler alors le courant 14 transitoire I_t généré par le

courant 11 alternatif I_P de l'amplificateur générateur 4 par un autre courant 15 transitoire I_c dû à la décharge du transducteur et dont la courbe est représentée sur la figure 4.

- 5 Pour cela, il faut que les deux dits régimes transitoires I_c et I_t soient en opposition de phase avec des modules et des fréquences identiques. En ce qui concerne la fréquence, cela est normalement le cas, puisqu'il s'agit de celle F_0 de résonance du transducteur 7.
- 10 Les autres caractéristiques électriques se déterminent très bien par des équations différentielles d'analogie électrique sur les différents circuits concernés qu'un homme du métier peut formuler, calculer et résoudre sans qu'il soit nécessaire d'en décrire la méthode dans
- 15 la présente description.

On constate alors en additionnant les signaux 14 et 15 des figures 3 et 4 correspondantes qui en représentent un exemple, que l'on obtient bien l'annulation desdits signaux transitoires et la courbe du signal I résultant

- 20 13 redevient alors équivalente à la courbe 11 du signal nominal normal I_P .

Le dispositif d'élimination dudit régime transitoire comprend pour cela, suivant la figure 2, un générateur 1 de courant électrique continu à une tension U_P donnée et branché aux bornes 16 dudit circuit motionnel 6 du transducteur 7, et au moins en parallèle à ce circuit 6 un interrupteur 3₁ de court-circuit ; lequel circuit d'alimentation dudit générateur 1 de courant continu comporte également un interrupteur 3₃, mais celui-ci n'est pas obligatoire si l'amplificateur générateur 4 du courant I_P alternatif permanent accepte sans problème d'être traversé par le courant de polarisation généré par la tension continu u lorsque l'interrupteur 3₂ est fermé.

- 25 De même, ledit interrupteur de court-circuit 3₁ peut comprendre en série une résistance R_1 pour limiter le courant traversant cet interrupteur 3₁ et le circuit 6 du transducteur 7, quand l'énergie électrique statique chargée par le générateur 1 de courant continu, et contenue alors dans la capacité C_0 du transducteur s'y décharge.

- 30 40 Le procédé de fonctionnement suivant l'invention peut être : les interrupteurs 3₁ et 3₂ étant ouverts et l'interrupteur 3₃ fermé, la tension de polarisation U_P du générateur de courant continu 1 est appliquée aux bornes 16 du circuit 6 du transducteur 7, au travers d'une résistance R_C . La valeur de celle-ci doit être telle que la constante de temps $\theta_1 = R_C \times (C_0 + C)$, où C_0 est la capacité bloquée du pilier de céramique et C est la capacité du circuit motionnel, soit au moins dix fois plus petite que la durée allouée au temps de polarisation pour être sûr
- 45 50 que la tension U_P soit bien établie sur la capacité C_0 du transducteur 7. Cette polarisation peut être permanente, comme indiqué précédemment, si l'amplificateur 4 accepte d'être traversé par ledit courant continu de polarisation lorsque l'interrupteur 3₂ est ensuite fermé : l'interrupteur 3₃ peut alors être supprimé.

A l'instant où on veut démarrer l'impulsion permanente que l'on appelle ici signal ou intensité, à générer I_P dans le circuit motionnel 6 du transducteur 7, on ouvre

ainsi l'interrupteur 3₃ et on ferme l'interrupteur 3₁ pendant une durée δ_T assez courte mais qui doit être au moins égale au dixième de la période de la fréquence F du courant électrique alternatif I_P : la fermeture de l'interrupteur 3₁ court-circuite la capacité C₀ dudit transducteur 7 et l'énergie électrique statique qui y est contenue se décharge en particulier dans la résistance R₁ en série avec ledit court-circuit 3₁. A partir de l'instant de fermeture dudit court-circuit 3₁, le transducteur 7 entre en oscillation amortie à sa fréquence de résonance F₀ suivant la courbe 15 du signal I_c représenté sur la figure 4.

A la fin de l'instant δ_T défini ci-dessus, soit à un instant donné T₁, on ouvre le court-circuit 3₁ et on branche, par fermeture de l'interrupteur 3₂, ledit générateur 4 de courant électrique alternatif I_P de fréquence donnée F aux bornes 16 du circuit motionnel 6 du transducteur 7.

Pour que les deux régimes transitoires définis précédemment s'annulent et que le signal restitué par le transducteur soit l'image de celui d'excitation, il faut respecter comme indiqué précédemment les relations de niveau et de phase entre les signaux de régime transitoire, l'un créé par ladite polarisation U_P et l'autre par ledit signal d'excitation : pour cela, l'instant donné T₁ de fermeture de l'interrupteur 3₂, doit correspondre à un passage à une valeur nulle de ladite tension d'alimentation U du générateur 4 du courant alternatif I_P.

Lorsqu'on veut arrêter l'impulsion I_P du régime permanent, on peut réouvrir l'interrupteur 3₂ et refermer l'interrupteur 3₃ s'il existe, le dispositif étant près à générer alors une autre impulsion d'excitation dès que la tension de polarisation U_P est établie aux bornes 16 du transducteur 7.

Si Ω est la pulsation du signal d'excitation I_P correspondant à sa fréquence F et Φ la phase de ce signal d'excitation à l'instant T₁ du départ de l'impulsion, pour obtenir l'effet suivant le présent procédé, on doit avoir, suivant les méthodes de calcul d'équations différentielles électriques connues, et que nous ne reprendrons pas ici :

$$U_P = L \frac{U\Omega}{\sqrt{R^2 + (L\Omega - 1/C\Omega)^2}} - U \cdot \text{SIN.}(\Phi)$$

$$\text{avec } \Phi = - \text{ARC} \operatorname{tg} \frac{1/C\Omega - L\Omega}{R}$$

Les expérimentations réalisées suivant les procédés et avec les dispositifs décrits ci-dessus, ont donné de bons résultats, surtout en faisant coïncider l'instant T₁ défini précédemment avec un passage à zéro de la tension d'excitation U, ce qui est en effet toujours possible. Ceci nécessite comme pour les différentes autres phases du procédé, des moyens de commande non représentés sur les figures des différents interrupteurs 3₁, 3₂, 3₃ et programmée suivant les différentes phases du procédé, afin que les temps de fermeture et d'ouverture des

différents interrupteurs, se fassent au moment voulu.

La condition ci-dessus de faire coïncider l'instant T₁ avec un passage à zéro de la tension U d'excitation, évite à la fois la génération d'un régime transitoire parasite, 5 et à l'amplificateur génératrice de courant alternatif 4, de fournir une impulsion de courant plus importante qui serait provoquée par l'application rapide d'un taux de tension sur le transducteur 7, comme c'est déjà le cas en l'absence de polarisation du transducteur suivant l'invention, même si ici cette impulsion supplémentaire, 10 soit de toute façon bien réduite.

Si le signal d'excitation I_P (11 par référence aux figures) à un instant T₁ ne coïncide pas avec un passage à zéro de la tension U d'excitation, il y a alors génération d'un brusque échelon de tension dans le circuit motionnel créant un régime transitoire parasite ainsi qu'une surcharge de l'amplificateur 4.

Ainsi, il est donc préférable de faire coïncider l'instant T₁ avec un passage à zéro de ladite tension U d'excitation, 20 ce qui signifie qu'en fonction de la valeur de déphasage Φ de celle-ci, il faut augmenter la durée du court-circuit δt pour que l'instant T₁ coïncide bien avec ce passage à zéro.

Les paramètres du schéma du circuit équivalent 25 motionnel 6 suivant la figure 2 se déduisent facilement de son montage : en supprimant l'excitation de l'amplificateur 4 par ouverture de l'interrupteur 3₂, et en polarisant ledit circuit avec une tension quelconque que l'on court-circuite, un relevé du courant traversant alors ledit 30 transducteur en fonction du temps, permet de détruire rapidement les paramètres de celui-ci. Si ces paramètres ne sont pas connus, il est toujours possible à partir de la visualisation des signaux électriques et acoustiques 9 générés dans la cuve 2 suivant la figure 1, d'agir 35 sur la tension de polarisation U_P et sa phase, pour annuler le régime transitoire.

Ainsi, en utilisant un tel procédé, la tension de sortie U initiale que doit délivrer l'amplificateur 4, n'a pas à être supérieure à celle normale pour générer le train d'impulsion I_P permanent, ne nécessitant pas de surdimensionnement dudit circuit d'alimentation, la tension continue de polarisation U_P elle-même définie précédemment, étant facile à générer et à alimenter.

45

Revendications

1. Procédé d'élimination de régimes transitoires de transducteurs piézoélectriques, soumis à des trains d'impulsions sinusoïdales caractérisé en ce que :
 - on branche (3₃) aux bornes (16) du circuit (6) du transducteur (7) celles d'un générateur (1) de courant électrique continu de tension U_P dépendant de la fréquence, du niveau de l'excitation que l'on cherche à émettre et des caractéristiques du transducteur,
 - on établit un court-circuit (3₁) aux bornes (16)

- dudit circuit (6) du transducteur (7),
 - on ouvre ledit court-circuit (3₁) et on branche
 (3₂) un générateur (4) de courant électrique I_p
 alternatif sinusoïdal de fréquence donnée F
 aux bornes (16) dudit circuit (6) du transducteur
 (7). 5
- on applique le signal sinusoïdal d'excitation de
 la fréquence donnée à un instant correspon-
 dant au déphasage calculé, pour des réponses,
 en particulier de puissance de transducteurs,
 quel que soit la fréquence d'utilisation. 10
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en
 ce que durant l'établissement du court-circuit (3₁)
 et le branchement (3₂) du générateur (4) de courant
 alternatif sinusoïdal, on coupe (3₃) l'alimentation du
 générateur (1) de courant continu. 15
3. Procédé suivant l'une quelconque des revendica-
 tions 1 à 2, caractérisé en ce que la durée de fer-
 meture du court-circuit (3₁) doit être au moins égale
 au dixième de la période de la fréquence F du cou-
 rant électrique alternatif sinusoïdal I_p . 20
4. Procédé suivant l'une quelconque des revendica-
 tions 1 à 3, caractérisé en ce que l'on applique le
 courant alternatif sinusoïdal électrique à un instant
 donné T₁, correspondant à un passage à une valeur
 nulle de la tension d'alimentation U de ce généra-
 teur (4) du courant alternatif sinusoïdal I_p . 25
- 30
5. Procédé suivant l'une quelconque des revendica-
 tions 1 à 4, caractérisé en ce qu'on dispose en série
 avec le court-circuit (3₁) une résistance (R₁) limitant
 le courant traversant le circuit (6) du transducteur
 (7) et ledit court-circuit (3₁). 35
6. Dispositif d'élimination de régimes transitoires de
 transducteurs piézoélectriques, soumis à des trains
 d'impulsions sinusoïdales, caractérisé en ce qu'il
 comprend un générateur (1) de courant électrique
 continu à une tension U_P calculée et branché aux
 bornes (16) du circuit (6) du transducteur (7), et au
 moins en parallèle à ce circuit (6) un interrupteur
 (3₁) de court-circuit et un interrupteur (3₂) sur le cir-
 cuit.dudit générateur (4) de courant alternatif sinui-
 soïdal électrique. 40
- 45
7. Dispositif suivant la revendication 6, caractérisé en
 ce que le circuit d'alimentation du générateur (1) de
 courant continu comporte un interrupteur (3₃). 50
8. Dispositif suivant la revendication 6 ou 7, caracté-
 risé en ce que le circuit de l'interrupteur (3₁) com-
 prend en série avec celui-ci une résistance (R₁). 55
9. Dispositif suivant l'une quelconque des revendica-
 tions 6 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend des
- moyens de commande centralisée des différents in-
 terrupteurs et programmée suivant l'une quelcon-
 que des revendications 1 à 4.

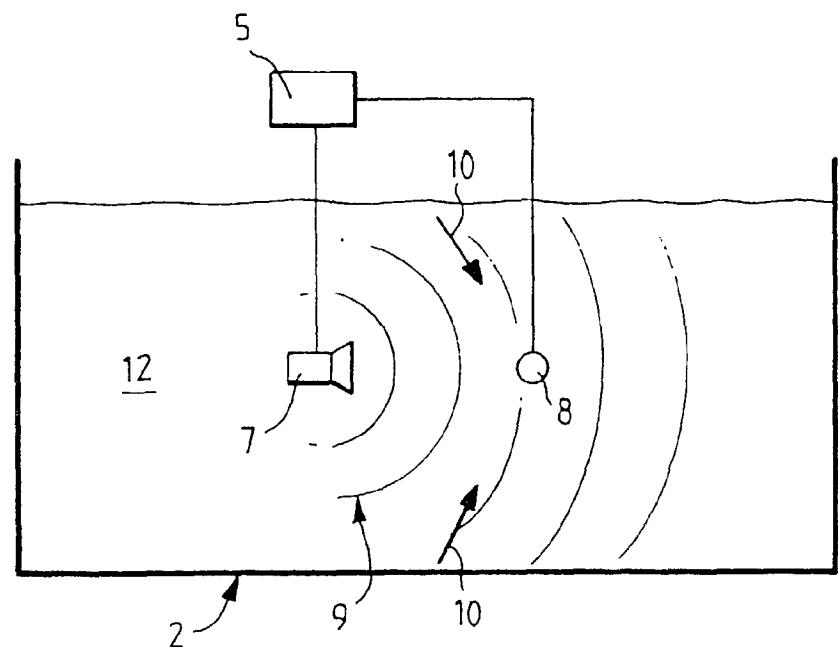


FIG. 1

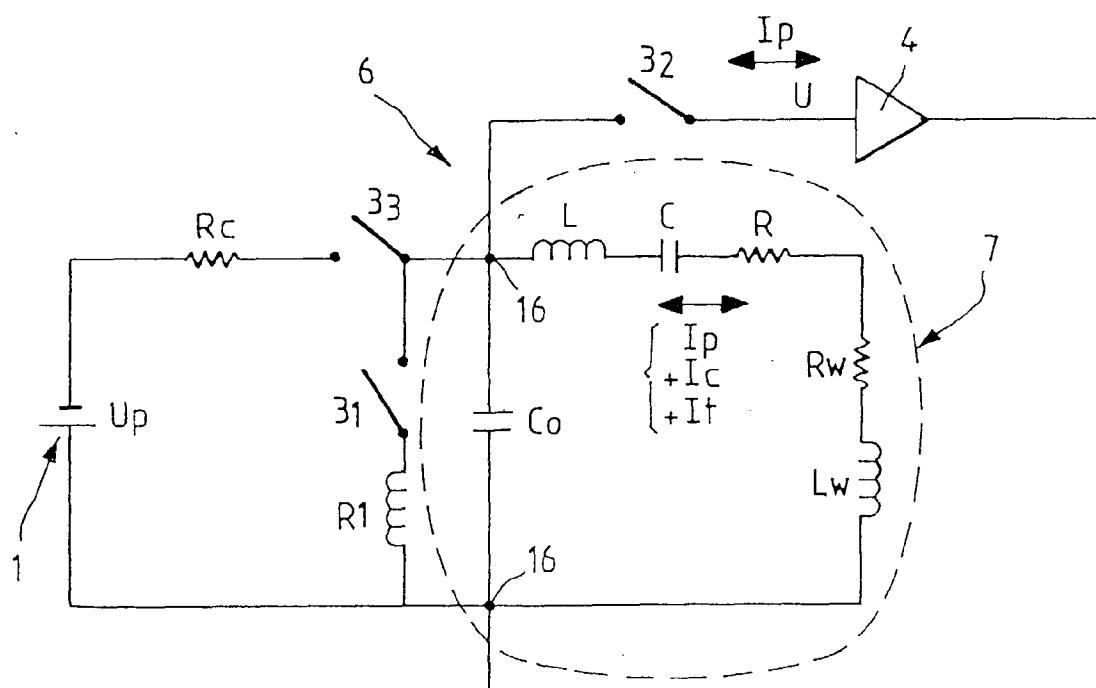


FIG. 2

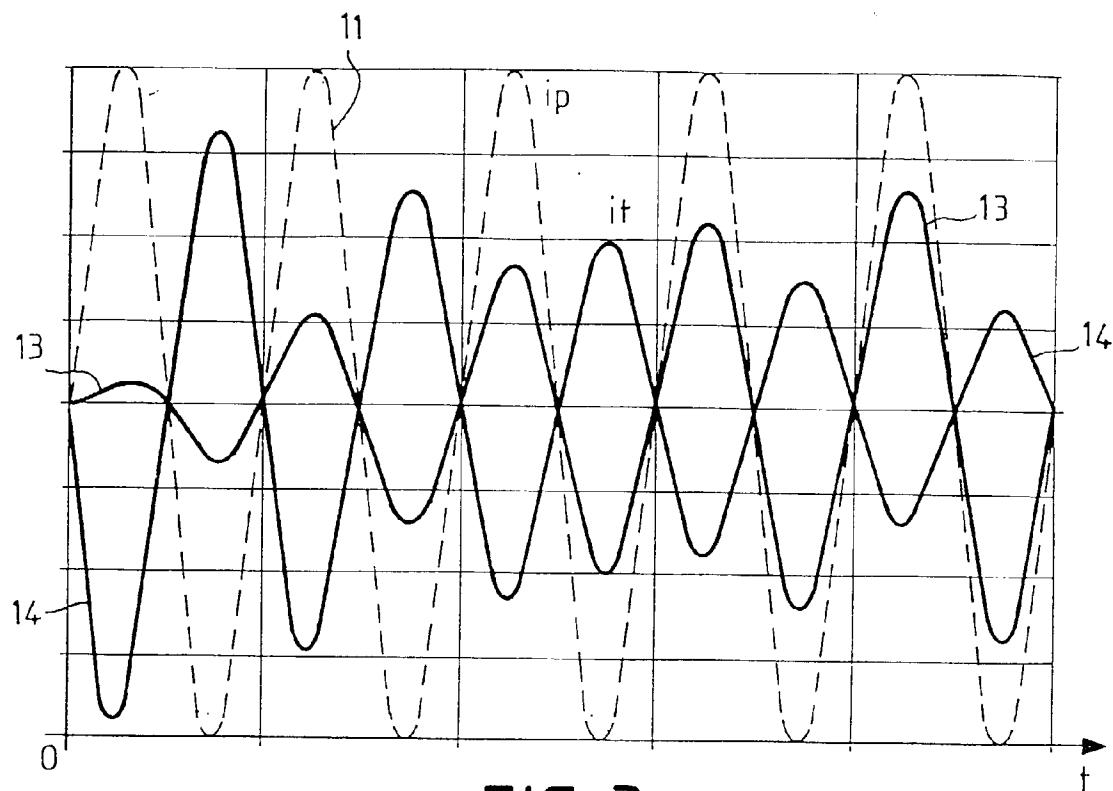


FIG. 3

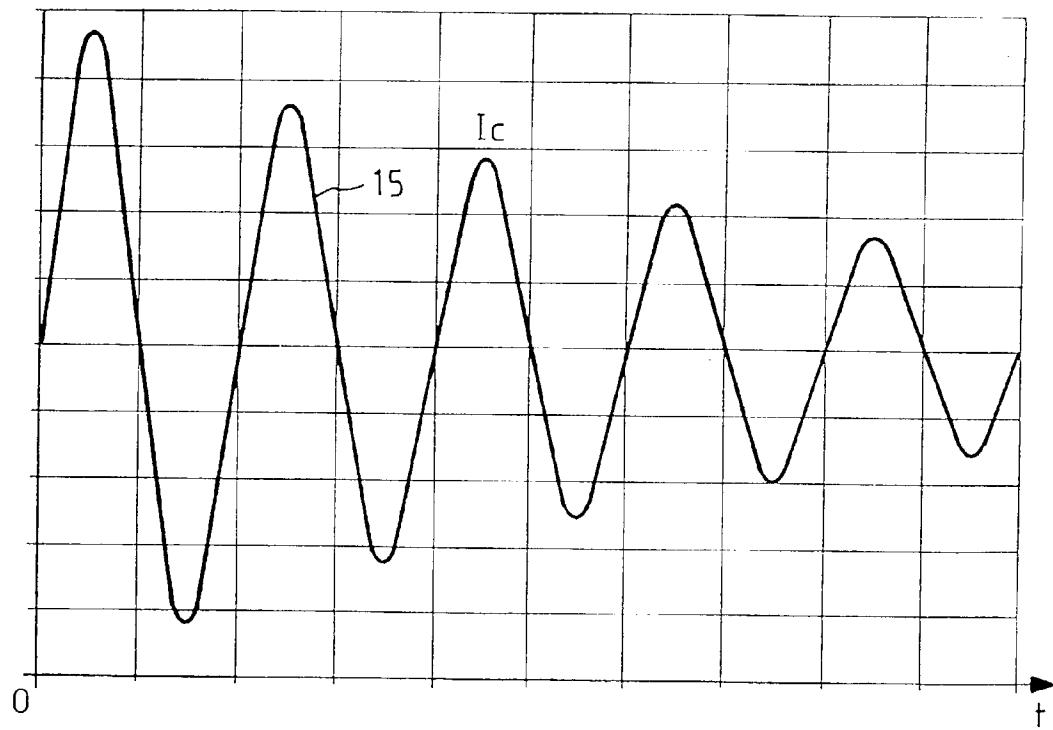


FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 97 40 2890

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
X	PIQUETTE J C: "METHOD FOR TRANSDUCER TRANSIENT SUPPRESSION.I: THEORY" JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, vol. 92, no. 3, 1 septembre 1992, pages 1203-1213, XP000307190 * le document en entier *	1	B06B1/02
T	---	1-5	
X	EP 0 036 186 A (SIEMENS AG) 23 septembre 1981 * page 2, ligne 1 - page 6, ligne 13 * * page 6, ligne 29 - page 7, ligne 22; figures 1,2 * * page 10, ligne 21 - page 11, ligne 15; figure 6 *	1,2,4,6, 7	
A	DE 10 94 026 B (RAYTHEON MANUFACTURING CY) 1 décembre 1960 * colonne 2, ligne 35 - colonne 3, ligne 42 *	1	
	-----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B06B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	6 mars 1998	Haasbroek, J	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention		
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date		
A : arrrière-plan technologique	D : cité dans la demande		
O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons		
P : document intercalaire	& : membre de la même famille, document correspondant		