

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 728 918

(21) N° d'enregistrement national :

94 15939

(51) Int Cl⁶ : E 02 B 1/02

CETTE PAGE ANNULE ET REMPLACE LA PRECEDENTE

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 30.12.94.

(71) Demandeur(s) : ACRI SOCIETE ANONYME — FR.

(30) Priorité :

(72) Inventeur(s) : GUEVEL PIERRE.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 05.07.96 Bulletin 96/27.

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

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(73) Titulaire(s) :

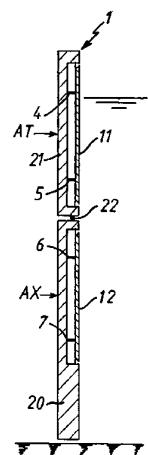
(74) Mandataire : CABINET BONNET THIRION.

(54) **DISPOSITIF D'ABSORPTION DYNAMIQUE DE LA HOULE EN BASSIN D'ESSAIS.**

(57) Il s'agit d'un batteur (1) pouvant former dispositif d'ab-
sorption dynamique de houle ou bien générateur-
absorbeur de houle.

Il comprend deux éléments (20, 21) animés de mouve-
ments de va-et-vient respectifs.

Selon l'invention des moyens dynamométriques (11, 12)
sont disposés sur les faces actives des éléments (20, 21),
le batteur étant asservi en vitesse sous la commande d'une
combinaison linéaire de signaux issus desdits moyens dy-
namométriques.



FR 2 728 918 - A1



**Dispositif d'absorption dynamique de la houle en bassin
d'essais.**

La présente invention concerne le domaine de la simulation, en bassin d'essai, de phénomènes naturels en milieu marin telle que, notamment, la houle, afin, par exemple, d'étudier leur influence sur des maquettes à échelle réduite d'ouvrages maritimes.

De nombreux dispositifs générateurs de houle, appelés batteurs, sont connus à l'heure actuelle. Il s'agit, par exemple, de batteurs de type piston, comprenant un panneau vertical coulissant, ou de batteurs de type volet articulé, pivotant autour d'un axe immergé. Il existe également des batteurs dits "double effet", combinant, par exemple, deux volets articulés, ou bien un panneau coulissant et un volet articulé, ou encore un seul panneau animé simultanément d'un mouvement de translation et d'un pivotement.

Ces batteurs, sous la commande d'actionneurs (moteurs, vérins, etc) sont animés de mouvements de va-et-vient adaptés à la génération d'une houle donnée. Dans le cas d'un batteur à plusieurs degrés de liberté, par exemple un batteur "double effet", il pourra y avoir autant de mouvements de va-et-vient qu'il y a de degrés de libertés.

En pratique, la houle générée par de tels batteurs n'est pas constituée par une seule onde, mais par une combinaison d'ondes de fréquences différentes. On appellera une telle houle, constituée de plusieurs ondes, houle complexe, par opposition à une houle monochromatique, caractérisée par une seule fréquence.

Dans un bassin d'essai, se pose le problème de la réflexion par les parois des ondes générées par le batteur.

Il est connu, pour résoudre ce problème, de mettre en oeuvre des dispositifs d'absorption statiques, généralement des plages inclinées dont la surface a une certaine rugosité, adaptés à dissiper l'énergie de la houle.

Il a également été proposé de mettre en oeuvre des dispositifs d'absorption dynamique, constitués, généralement, par des batteurs du type décrit plus haut, et adaptés, par leur

mouvement de va-et-vient, à absorber les ondes de houle qui se dirigent vers ledit batteur.

Il a, enfin, été envisagé de développer un générateur-absorbeur de houle constitué par un batteur dont le dispositif de pilotage reçoit deux signaux de commande superposés, l'un correspondant à une consigne de mouvement propre à la génération de la houle, l'autre correspondant à une consigne de mouvement propre à l'annulation d'un système d'ondes parasites.

Un tel générateur-absorbeur de houle est particulièrement avantageux pour résoudre le problème important de la réflexion des ondes par la maquette étudiée, vers le générateur d'ondes. Une telle réflexion peut faire naître un système d'ondes stationnaires entre ce dernier et la maquette étudiée, pouvant fausser de manière importante les résultats de l'essai conduit sur cette maquette. Or, un générateur-absorbeur est particulièrement bien adapté à l'élimination d'un tel système d'ondes stationnaires.

Cependant, les absorbeurs dynamiques et générateurs-absorbeurs proposés à l'heure actuelle ne donnent pas entière satisfaction.

Le problème essentiel qui se pose est celui du choix de la grandeur caractéristique de l'onde à absorber, en fonction de laquelle le mouvement du batteur sera commandé.

Il a été proposé de prendre comme paramètre la hauteur d'eau mesurée à l'aide de sondes disposées à une certaine distance en avant du batteur. Or, le pilotage du batteur en fonction de ce paramètre, qui implique notamment la mise en oeuvre d'une commande prévisionnelle du mouvement dudit batteur, ne permet pas une absorption efficace de la houle, notamment lorsque cette dernière est complexe.

La présente invention vise notamment à simplifier et à rendre plus efficace la commande d'un dispositif absorbeur dynamique ou générateur-absorbeur.

A cet effet, il est proposé un dispositif d'absorption dynamique de la houle en bassin d'essais, comprenant un batteur pourvu d'au moins un élément animé d'un mouvement de va-et-

vient, adapté à absorber, au moins partiellement, les ondes, composant la houle, se dirigeant vers la face active dudit élément, caractérisé en ce que ledit batteur comporte, sur sa face active, un moyen dynamométrique qui, comprenant au moins deux capteurs de force, est adapté à la détermination de valeurs représentatives des efforts hydrodynamiques exercés sur ladite face active, et en ce que ledit batteur est asservi en vitesse, la consigne de commande de l'asservissement étant une combinaison linéaire des signaux fournis par lesdits capteurs de force.

Ainsi, les signaux fournis par les éléments de mesure choisis ici sont directement exploitables pour commander le batteur.

Les caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description d'un exemple de réalisation qui va suivre, en référence aux dessins annexés, parmi lesquels:

la figure 1 est une vue schématique, en élévation, d'une partie d'un dispositif d'absorption dynamique de houle suivant la présente invention;

la figure 2 est une vue schématique, en coupe transversale, du dispositif selon la présente invention;

la figure 3 est une vue d'un détail de la partie supérieure du dispositif représenté schématiquement à la figure 2;

les figures 4 et 5 montrent deux exemples de diagrammes d'absorption correspondant à des réglages différents; et

la figure 6 est un schéma de commande d'un dispositif d'absorption dynamique suivant la présente invention.

Les figures 1 à 3 représentent un batteur 1 adapté à être installé dans un bassin d'essais.

Dans l'exemple choisi, un tel batteur 1 comprend, de manière bien connue en soi, un premier élément 20 animé d'un mouvement de va-et-vient en translation par rapport au bassin, et un second élément 21, articulé sur le premier, par rapport auquel il est animé d'un mouvement de va-et-vient en rotation.

Plus précisément, le premier élément 20 est un panneau

adapté à coulisser le long du bassin, par exemple sur des rails intervenant au fond dudit bassin. En variante, ce panneau 20 peut être suspendu à des bielles, elles mêmes suspendues, par exemple, à un portique dressé au dessus du bassin. Dans ce 5 dernier cas, au mouvement de translation horizontale du panneau 20 s'ajoute une légère composante verticale.

Un tel panneau 20 s'apparente aux batteurs de type piston dont il a été question plus haut.

Le second élément 21 est un volet articulé, par son 10 côté inférieur, autour d'un axe 22 qui, comme on le voit sur la figure 2, s'étend le long du côté supérieur du panneau 20.

Un tel volet 21 s'apparente aux batteurs de type volet articulé dont il a été question plus haut.

Le batteur 1, combinant le panneau 20 et le volet 21, 15 s'apparente donc aux batteurs "double effet" dont il a été question plus haut.

Le panneau 20 est entièrement immergé dans le bassin. Quant au volet 21, normalement, il est également en grande 20 partie immergé, seule une partie supérieure émergeant, comme on le voit sur la figure 2.

De manière bien connue en soi, un premier actionneur AX intervient entre un bord du bassin et le panneau 20, afin de commander le mouvement de translation de ce dernier.

De manière également connue en soi, un second 25 actionneur AY intervient entre un longeron (non représenté), solidaire du panneau 20, et le côté supérieur du volet 21, afin de commander le pivotement de ce dernier.

En pratique, et comme on le voit bien sur la figure 1, plusieurs batteurs, semblables au batteur 1 qui vient d'être 30 décrit, sont disposés côte à côte le long d'un bord du bassin en un agencement modulaire.

Selon l'invention, des moyens dynamométriques 11 et 12 sont installés sur les faces actives, c'est-à-dire les faces tournées vers le bassin, respectivement du volet 21 et du 35 panneau 20.

Chacun de ces moyens dynamométriques est destiné à la détermination des efforts hydrodynamiques exercés sur la partie

active de l'élément le portant. Formant des balances de paroi, ils sont chacun constitués par une plaque qui, allongée suivant la hauteur de la partie active de l'élément qui la porte, comme on le voit sur la figure 1, est liée avec ce dernier par deux 5 capteurs de force intervenant à leurs niveaux respectifs sur ladite plaque.

La présence de deux capteurs, alignés suivant la hauteur de l'élément qui les porte, permet bien tant la détermination d'une valeur représentative de la moyenne des 10 efforts hydrodynamiques que la détermination d'une valeur représentative du moment de ces efforts.

Comme on le voit sur les figures 1 et 2, deux capteurs 4 et 5 portent la plaque dynamométrique 11 intervenant sur le volet 21, et deux capteurs 6 et 7 portent la plaque 15 dynamométrique 12 intervenant sur le panneau 20.

Dans l'exemple représenté à la figure 1, les plaques 11 et 12 sont centrées par rapport à la largeur des faces actives des éléments 20 et 21. En outre, la plaque 11, centrée par rapport à la hauteur de la face active du volet 21, s'étend 20 sur presque toute cette hauteur. Quant à la plaque 12, de même longueur que la plaque 11, elle ne s'étend que sur une partie supérieure du panneau 20.

La figure 3 montre un exemple de montage de plaque dynamométrique selon l'invention. On voit, dans cette figure, 25 qu'un logement est ménagé dans la face active du volet 21, la plaque dynamométrique 11 venant fermer ce logement. Dans ce logement, le capteur 4, à jauge d'extensométrie, est, d'une part, fixé sur la partie arrière du volet 21 et, d'autre part, fixé à la plaque 11. Une lame souple d'étanchéité 2 est 30 installée derrière la plaque 11, cette lame 2 étant maintenue par un cadre 3 vissé sur le volet 21.

Bien entendu, la forme des moyens dynamométriques, leurs tailles et leurs dispositions, ainsi que le nombre et la disposition des capteurs correspondants peuvent être modifiées, 35 dans la mesure où lesdites plaques dynamométriques restent adaptées à la détermination de valeurs représentatives de la moyenne et du moment des efforts hydrodynamiques.

Quoi qu'il en soit, ces balances de paroi intégrées sur la face active des éléments constitutifs de l'amortisseur de houle ou du générateur-absorbeur de houle sont mis en oeuvre selon l'invention par exploitation des signaux délivrés de 5 manière à fournir la loi de commande des actionneurs desdits éléments, sous forme explicitée en termes de vitesses.

Cette loi de commande découle de la théorie dite linéarisée des générateurs de houle bien connue de l'homme de l'art (cf. par exemple P. GUEVEL "La récupération de l'énergie 10 des vagues" - Sciences et Techniques de l'Armement, 1986, N° 232) On sait ainsi que dans le cas d'un générateur à double effet du type considéré ci-dessus, on prend en considération:

- les amplitudes complexes A des mouvements de translation du piston et θ des mouvements de rotation du volet;
- 15 - les potentiels complexes correspondants ;
- l'amplitude a de la houle produite ;
- les fonctions de transfert des mouvements de translation et de rotation, c'est-à-dire le rapport de l'amplitude de la houle à l'amplitude du mouvement de 20 translation du piston, d'une part, et à l'amplitude angulaire du mouvement du volet articulé, d'autre part;
- l'amplitude complexe p de la pression hydrodynamique sur la face active du générateur.

Toutes des grandeurs caractéristiques de la houle 25 produite sont parfaitement connues dès lors qu'on a déterminé les potentiels complexes soit par une méthode analytique, soit par l'exploitation d'un calcul numérique et ceci pour chacune des fréquences de houle monochromatique auxquelles on pourra s'intéresser.

30 On est alors en mesure d'expliciter la résultante des forces d'origine hydrodynamique qui s'exercent respectivement sur le panneau "piston", d'une part, et sur le panneau "volet articulé", d'autre part, et ceci pour chaque fréquence de houle considérée.

35 En désignant par $V1$ à $V4$ les signaux délivrés aux bornes des quatre capteurs 4 à 7 de la figure 1, le calcul confirmé par l'expérience révèle de manière surprenante

l'existence de quatre coefficients pondérateurs α_1 à α_4 , constantes réelles susceptibles d'être choisies de manière à réaliser simultanément, non seulement la condition d'extinction de la houle réfléchie, c'est-à-dire du rapport $R(\omega)$ de 5 l'amplitude de la houle réfléchie à celle de la houle incidente, mais encore, et en plus, l'annulation de la dérivée de ce rapport en fonction de la fréquence de la houle.

Grâce à ce résultat surprenant, l'invention permet 10 d'élaborer une loi de pilotage de grande efficacité, puisqu'un amortisseur accordé sur une période houle donnée T_0 reste efficace sur une grande plage de périodes T entourant T_0 . Ceci est illustré sur les diagrammes des figures 5 et 6 correspondant respectivement à des réglages d'extinction à $T_0 = 0,65s$ et $T_0 = 2s$.

15 Dans le cas où le dispositif est sollicité par une houle complexe, il peut être accordé sur une période égale ou voisine à la période de pic de cette houle. Chacune des composantes de la houle complexe sera amortie selon la loi de variation établie ci-dessus ; en effet, les lois de pilotage 20 adoptées sont indépendantes de l'amplitude et de la phase des composantes de la houle incidente.

Selon le schéma de principe d'une commande illustrée schématiquement à la figure 6, on retrouve de gauche à droite:

- une colonne K de bornes de sortie numérotées de 1 à 25 4 correspondant respectivement aux capteurs 4 à 7 de la figure 1 ;

- une colonne d'amplificateurs opérationnels correspondants A0 mettant à niveau les signaux des capteurs respectifs ;

30 - les tensions V1 à V4 délivrées par ces amplificateurs sont appliquées à l'entrée de plusieurs respectifs M, chacun de ces multiplicateurs étant adapté à appliquer aux tensions respectives un coefficient multiplicateur $\alpha_1 \dots \alpha_4$ individuellement réglable ;

35 - les signaux $\alpha_i V_i$ ainsi élaborés sont dirigés sur un sommateur S délivrant donc à sa sortie un signal $\Sigma \alpha_i V_i$.

Ce signal est appliqué à l'entrée de l'actionneur AX

réalisant la loi de commande $X(t)$ du mouvement de translation du piston 20.

Le même signal est appliqué par l'intermédiaire d'un multiplieur/diviseur MD de rapport ajustable à l'actionneur MT 5 de commande de la rotation $\theta(t)$ du volet 21.

Alors que l'on a considéré jusqu'ici les applications à un absorbeur dynamique, l'invention se prête de façon aussi directe que possible à la réalisation d'un générateur-absorbeur.

10 Dans une telle hypothèse, en revenant sur le schéma de la figure 6 il suffira d'y prévoir pour la commande de l'actionneur AX du mouvement de translation du piston par exemple, une autre source adaptée à lui appliquer une tension de commande V_c pour génération de la houle requise. Les 15 capteurs de mesure vont continuer à assurer leur rôle et le pilotage selon l'invention de l'action d'absorption se superposera au pilotage de l'action génératrice en raison de la linéarité pratiquement parfaite des phénomènes mis en jeu.

Pour la détermination par le calcul des quatre 20 coefficients pondérateurs mis en évidence selon la présente invention, on part de la considération du fait que l'on actionne le piston et le volet articulé selon des lois sinusoïdales de mêmes pulsations que celles de la houle incidente ; on produit donc une onde de radiation. On fait la 25 somme des potentiels des deux ondes incidents et réfléchis et l'on écrit la condition d'extinction de l'onde résultante par annulation de cette somme.

Les capteurs de force qui équipent les deux balances de paroi délivrent à tout instant des signaux proportionnels 30 à la résultante et au moment résultant des efforts de liaison qu'ils exercent sur chacun des éléments de mesure 11, 12.

Les efforts de liaison ont des amplitudes complexes de la forme

$$F_p = (-\omega^2 M G_{p,1} + i \omega B_{p,1}) A + (-\omega^2 M G_{p,2} + i \omega B_{p,2}) \theta, \quad p = 1, 2, 3, 4,$$

35 où $M G_{pq}$ = coefficient de masse généralisé

(masses structurelles + masses d'eau ajoutée)
 B_{pq} = coefficient d'amortissement d'onde.

La mise sous forme explicite de ces relations en fonction des grandeurs temporelles $X(\lambda)$ et $\theta(\lambda)$ conduit à 5 quatre équations de la forme :

$$(\sum \alpha_p M_p) \frac{dV}{dt} - (\sum \alpha_p B_p) V(t) = \frac{1}{2} \sum \alpha_p F_p(t)$$

où les coefficients de pondération α_p sont des constantes réelles choisies de telle sorte que l'on ait

- 10 $\sum \alpha_p M_p = 0$
 $\sum \alpha_p M'_p = 0$
 $\sum \alpha_p B'_p = 0$
où M'_p et B'_p étant les dérivées par rapport à ω de M_p et B_p .
En imposant par exemple $\alpha_1 = 1$, la résolution du système linéaire ci-dessus de trois équations à trois inconnues 15 fournit les valeurs de α_2 , α_3 et α_4 .

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'absorption dynamique de la houle en bassin d'essais, comprenant un batteur (1) pourvu d'au moins un élément (20, 21) animé d'un mouvement de va-et-vient, adapté à absorber, au moins partiellement, les ondes, composant la houle, se dirigeant vers la face active dudit élément, caractérisé en ce que ledit batteur (1) comporte, sur sa face active, un moyen dynamométrique (11, 12) qui, comprenant au moins deux capteurs de force (4, 5, 6, 7), est adapté à la détermination de valeurs représentatives des efforts hydrodynamiques exercés sur ladite face active, et en ce que ledit batteur est asservi en vitesse, le signal de consigne de commande de l'asservissement étant une combinaison linéaire des signaux fournis par lesdits capteurs de force.
- 15 2. Dispositif d'absorption selon la revendication 1, caractérisé en ce que les signaux issus des capteurs sont appliqués à l'entrée de multiplicateurs (M) respectifs qui, individuellement réglables, sont adaptés à appliquer auxdits signaux des coefficients multiplicateurs respectifs (α_1 , α_2 , α_3 , α_4), les signaux issus de ces multiplicateurs étant ensuite dirigés sur un sommateur (S).
- 25 3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend un premier élément (20) animé d'un mouvement de va-et-vient de translation par rapport au bassin, et un second élément (21), articulé sur le premier, par rapport auquel il est animé d'un mouvement de va-et-vient en rotation, chacun desdits éléments comportant un moyen dynamométrique (12, 11) comprenant, au moins, deux capteurs de force (6, 7, 4, 5), une combinaison linéaire des signaux issus de l'ensemble des capteurs intervenant sur les deux éléments formant un signal de consigne d'asservissement en vitesse du batteur.
- 35 4. Dispositif d'absorption selon la revendication 3, caractérisé en ce que le signal issu du sommateur (S) est appliqué, d'une part, à l'entrée d'un premier actionneur (AX), pour commander le mouvement du premier élément (20), et, d'autre part, par l'intermédiaire d'un multiplicateur diviseur

(MD) de rapport ajustable à l'entrée d'un second actionneur (AT), pour commander le mouvement du second élément (21)

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit moyen dynamométrique 5 (11, 12) est une plaque allongée suivant la hauteur de la partie active de l'élément qui la porte, et est lié avec ce dernier par deux capteurs de force (4, 5, 6, 7) disposés à proximité de l'une et l'autre extrémité de ladite plaque.

6. Dispositif d'absorption selon l'une quelconque des 10 revendications précédentes, caractérisé en ce que le signal de consigne provenant des capteurs de force est superposé à un autre signal de consigne (V_C) propre à commander un mouvement de va-et-vient du batteur (1), adapté à la génération d'une houle donnée, de sorte que ledit dispositif d'absorption de 15 houle constitue, en fait, un générateur-absorbeur.

1/2.

FIG.1

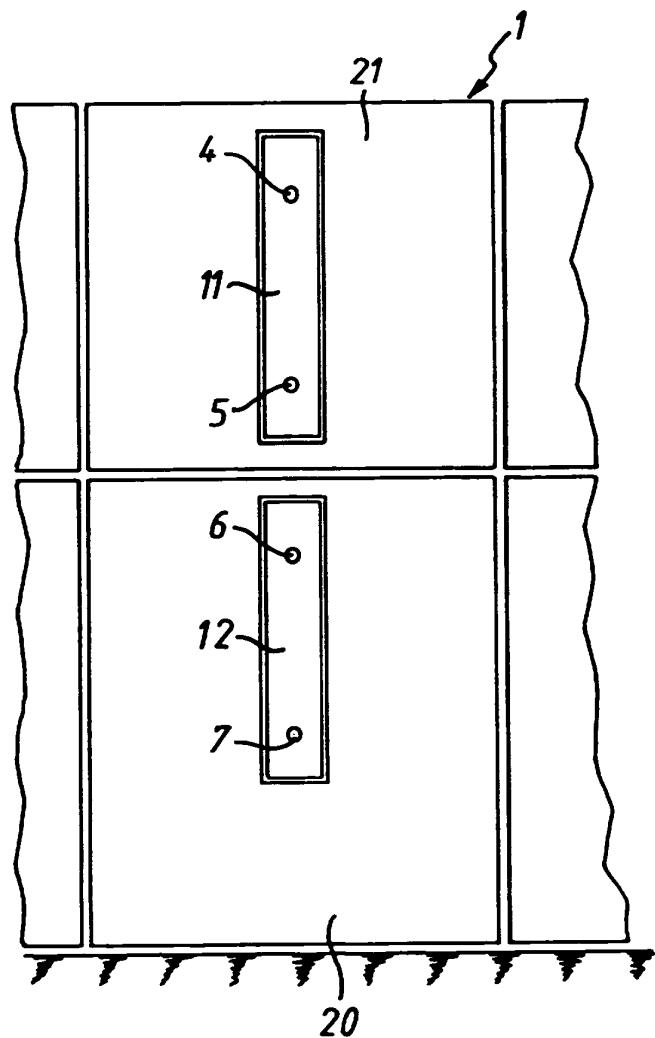


FIG.2

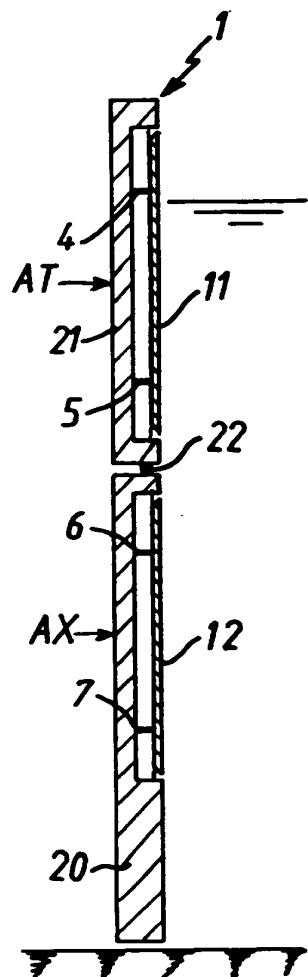
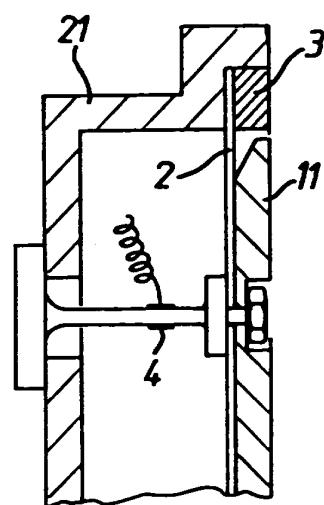


FIG.3



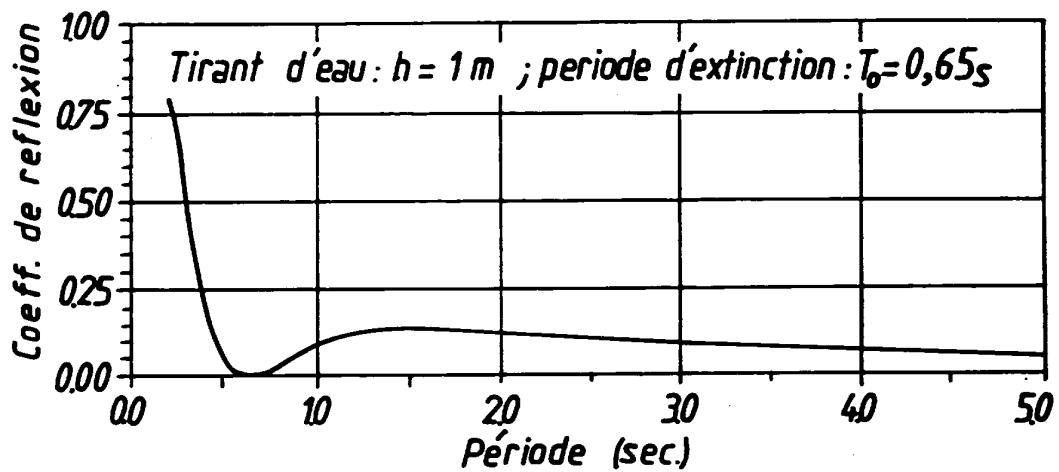
2/2
FIG.4

FIG.5

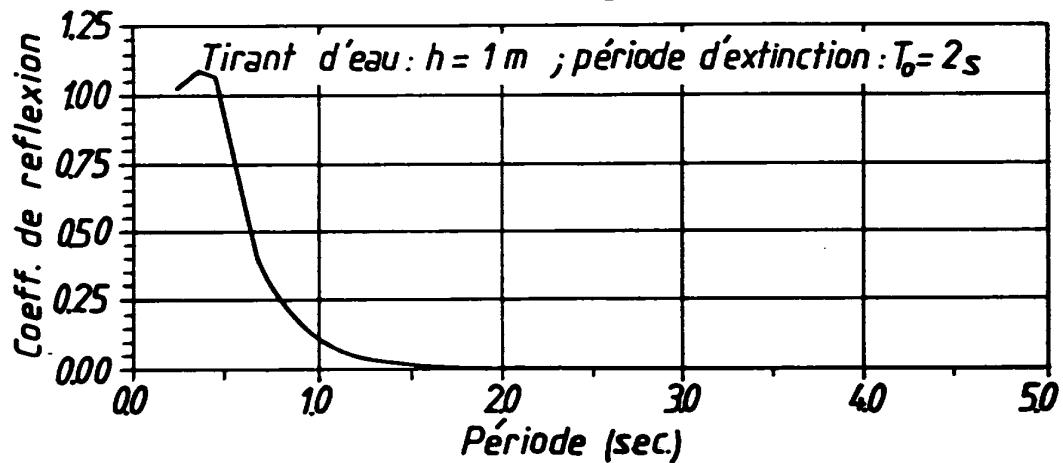
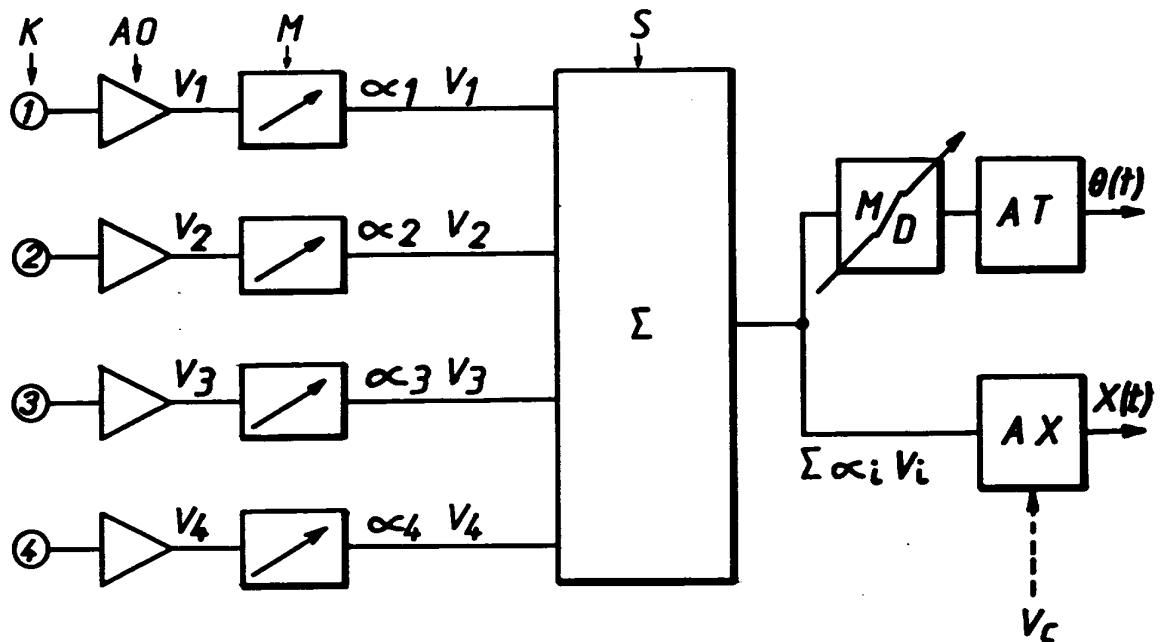


FIG.6



RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche2728918
N° d'enregistrement
nationalFA 509742
FR 9415939

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL. 9)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section PQ, Week 8733 26 Août 1987 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class Q42, AN 87-234187 & SU-A-1 281 619 (INST PRIKLADNOJ FIZ AN SSSR) * abrégé * ---	1,3	
A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section PQ, Week 8640 8 Août 1986 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class Q42, AN 86-195267 & SU-A-1 198 145 (LE GIDROMETEOROLOG INST) * abrégé * ---	2	
A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section PQ, Week 8714 15 Avril 1987 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class Q24, AN 87-100313 & SU-A-1 250 868 (EROKHIN S K) * abrégé * -----	1	
		E02B	
1	Date d'achèvement de la recherche 18 Septembre 1995	Examinateur Van Beurden, J	
CATEGORIE 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 : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			