

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 09743

(54) Sonar à configuration bistatique verticale.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 S 15/06.

(22) Date de dépôt..... 30 avril 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° 45 du 6-11-1981.

(71) Déposant : ETAT FRANÇAIS représenté par le DELEGUE GENERAL POUR L'ARMEMENT,
résidant en France.

(72) Invention de : Pierre Michel Marie Maguer.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

SONAR A CONFIGURATION BISTATIQUE VERTICALE

Le secteur technique de la présente invention est celui des sonars destinés à détecter les objets reposant sur le fond de la mer et à les classifier grâce à leur silhouette et l'ombre projetée.

Les sonars de chasse aux mines actuels sont des sonars de coque dont les capacités tant en détection qu'en classification sur les objets posés sur le fond sont limités à des hauteurs d'eau inférieures à 80 m.

Il y a à cela plusieurs raisons.

La première est que la portée des ondes ultra sonores hautes fréquences mises en jeu dans ce type de matériel est fortement limitée par la grande absorption du milieu ; la seconde est que l'incidence du faisceau sonar par rapport au fond se rapprochant de la normale quand la hauteur d'eau augmente, le signal réverbéré devient très important, ce qui réduit le contraste des objets par rapport au fond, et, à la limite, rend la détection impossible; la troisième est que la dimension des ombres projetées devient trop petite pour permettre une classification valable.

L'emploi des sonars "trempés" suspendus permet de palier ces inconvénients puisque le fond est alors vu sous des angles de rasance comparables à ceux rencontrés par faibles hauteurs d'eau par les sonars de coque. Des solutions de ce genre existent mais ces dispositifs sont très volumineux (il faut un sphère immergée de 1,5 m de diamètre environ pour atteindre des performances convenables) et très coûteux puisque la plus grande partie du sonar se trouve suspendu au bout d'un câble électroporteur suffisamment long pour atteindre la proximité du fond; on sait également que ces solutions sont très pénalisantes du point de vue opérationnel, le dispositif faisant pendule au bout du câble et dérivant lorsque le bâtiment est en mouvement, ce qui, d'une part empêche d'obtenir une image fixe, et, d'autre part, réduit la portée efficace du système vu du bâtiment. Les tentatives pour résoudre ces problèmes par une stabilisation appropriée se sont avérées jusqu'à présent infructueuses.

Les sonars "remorqués" représentent une autre catégorie de système puisque, par définition, ils sont situés derrière le bâtiment porteur et ne possèdent, dans leur version actuelle, qu'une vision latérale du fond, par opposition à la vision frontale que procurent les sonars de coque. En principe, ils permettent néanmoins de résoudre les problèmes inhérents aux grands fonds tant en détection qu'en classification. Toutefois, comme

précédemment, la plus grande partie du sonar se trouve également portée par le véhicule remorqué dont le coût et l'encombrement deviennent prohibitifs, dans la mesure où les performances visées sont celles des sonars de coque existants, en portée et en résolution.

5 Une autre limitation de ces systèmes vient du fait que le véhicule doit naviguer à une altitude constante du fond ce qui empêche l'optimisation de l'angle de vision en fonction de l'état du terrain.

La présente invention se propose de supprimer les inconvénients précités en présentant un dispositif offrant de meilleures caractéristiques d'émission et de réception tout en limitant l'encombrement de la partie
10 immergée du sonar et donc le coût du matériel.

L'invention a donc pour objet un sonar détecteur et classificateur destiné à identifier la silhouette des objets immergés à proximité des fonds marins, comportant en combinaison des moyens d'émission d'ondes
15 sonores en incidence rasante et des moyens de réception des ondes réfléchies par le fond marin en incidence voisine de la normale, les moyens d'émission et les moyens de réception étant situés sur un même plan vertical.

Pour ce faire, le sonar selon l'invention comporte en combinaison
20 une base acoustique d'émission d'ondes sonores, immergée au voisinage du fond marin et reliée au navire porteur par un dispositif électroporteur et un ensemble de réception des ondes réfléchies par le fond marin, l'ensemble de réception étant fixé à la coque du navire à la verticale de la base acoustique d'émission.

L'ensemble de réception comprend, en combinaison, des bases de réception en forme de réseaux ou à lentille acoustique, des moyens électroniques de formation de voie, dans ce premier cas des moyens de traitement de signal et des moyens de visualisation de l'information, tandis que la base d'émission d'ondes sonores comporte en combinaison un transducteur situé
30 au voisinage du fond marin et des moyens électroniques associés, lesdits moyens étant situés sur le navire porteur.

D'autres caractéristiques apparaîtront à la lumière du complément de description qui va suivre, accompagné de planches de dessins représentant schématiquement un mode de réalisation de l'invention.

La figure 1 montre la disposition d'un sonar selon un mode de réalisation
35 de l'invention et la figure 2 en montre les différents sous ensembles.

Sur la figure 1, on voit que le bateau porteur comprend fixé à sa coque les moyens de réception 1 du sonar tandis que les moyens d'émission 2 sont immergés au voisinage du fond marin au moyen d'un câble électro-porteur 3 dont la longueur filée donne une idée de l'immersion de l'émetteur.

5 La base acoustique d'émission immergée comporte deux transducteurs électro-acoustiques 4 et 5 utilisés respectivement pour l'émission en détecteur et pour l'émission en classificateur. Un soudeur acoustique vertical 15 permet en outre de mesurer la hauteur de l'émetteur par rapport au fond.

10 Dans un premier mode de réalisation l'émetteur de détection 4 peut être omnidirectionnel en gisement tandis que dans un second mode, il couvrira seulement un secteur angulaire plus large que le secteur de réception. Ainsi par exemple, si le secteur utile en réception est de 50 degrés, on utilisera une base d'émission 4 couvrant un secteur de 90 degrés
15 orientable sur tout l'horizon de façon à rendre les performances de système en détection pratiquement indépendantes des mouvements de la plateforme et à éviter les dispositifs de stabilisation complémentaires exigés dans les systèmes actuels.

20 Pour la même raison, si le secteur utile de réception en fonction classification est de 10 degrés, on utilisera une base électro-acoustique d'émission en classification 5 couvrant un secteur proche de 30°, orientable sur tout l'horizon.

25 Dans ce cas là, la base d'émission immergée pourra être orientée autour de son axe vertical au moyen d'un compas magnétique de type connu, soit par rotation de la base elle même, soit par commutation électronique du secteur d'émission dans la direction désirée.

30 La base 1 d'émission peut être descendue au voisinage du fond marin au moyen du câble électro-porteur 3 et d'un treuil 6, le câble passant dans un puit 7 ménagé au travers de la coque du navire porteur. La longueur du câble 3 est telle qu'elle permette de descendre la base 2 à proximité de grands fonds de l'ordre de 150 à 300 mètres. Cette base peut être montée également sur un support ou véhicule téléguidé à partir du navire porteur. La position exacte de ce support d'émetteur peut être déterminée à partir d'un des dispositif goniométrique acoustique 16 fixé
35 sous le navire.

Au point A solidaire de la coque du navire et au voisinage de la verticale de la base d'émission 2 sont situées les base 1 de réception du système sonar (figure 2). Celles-ci très directives peuvent avoir, ainsi qu'il a été vu plus haut, un secteur d'ouverture total de 50 degrés en détection et de 10 degrés en classification. Elles peuvent être réalisées sous forme de réseaux d'hydrophones servant de transducteurs, associés à des circuits déphaseurs 8 servant à la formation des voies ou sous forme de lentilles acoustiques. Un traitement du signal de chacune des voies est alors effectué en 9 et après échantillonnage synchronisé par une horloge 14, détection et intégration en 10, le signal est alors amplifié en 11 par un amplificateur vidéo lequel est couplé à des moyens vidéo 12 de visualisation. Ainsi qu'on le voit à la figure 2, le bâtiment porte également la partie électronique 13 de l'émetteur, de façon à ce que la partie immergée de l'émetteur ne comportant que la partie acoustique 2 soit la plus légère possible, évitant ainsi l'emploi d'un lest important.

Ainsi que cela va être montré sur un exemple chiffré le dispositif objet de la présente invention présente de nombreux avantages par rapport aux sonars de coque actuellement connus.

La comparaison entre les sonars de coque connus et le sonar bistatique selon l'invention sera effectuée dans le cas d'une profondeur de fond de 300 mètres, la base acoustique d'émission du sonar bistatique étant située à 30 mètres du fond, les calculs étant effectués dans l'hypothèse d'un milieu parfait, isocélère et sans perturbations de surface.

Dans cet exemple, on appellera respectivement r_B et r_A les longueurs du rayon émis par l'émetteur 2 et du rayon réfléchi sur le récepteur 1 tandis que les angles θ_B et θ_A seront les angles formés par ces rayons par rapport au fond marin. On appellera D la distance séparant l'objet détecté et classifié et la verticale du sonar.

Dans le cas d'un sonar de coque où émetteur et récepteur sont situées sous la coque du bateau, les rayons émis et réfléchis ont même longueur et les pertes de propagations sont données par la formule :

$$2 H(r_A) = 40 \log r_A + 2 a_0 \cdot r_A$$

où a est un coefficient d'atténuation en fonction de la distance, a_0 étant égal à 100 décibels par kilomètre, la distance D étant ici de 300 mètres, et la fréquence d'utilisation étant de 400 kilohertz se qui donne :

$$2 H (r_A) = 190 \text{ dB}$$

Pour le sonar bistatique la perte de propagation est de :

$$H (r_A) + H (r_B) = 20 \log r_A + 20 \log r_B$$

$$a_e (r_A + r_B)$$

5 soit : $H (r_A) + H (r_B) = 175 \text{ dB}$

d'où un gain de 15 décibels dans le rapport signal / bruit du sonar selon l'invention vis-à-vis des sonars classiques.

La longueur des ombres rendues visibles par le sonar est multipliée par 10 dans le rapport $\frac{L_B}{L_A} = \frac{H}{h} = 10$

10 En ce qui concerne le contraste, il est fonction de la réverbération du fond, donnée par la loi de Lambert :
pour un sonar de coque :

$$Rf = 10 \log (\mu) + 10 \log (\sin^2 \theta_A)$$

pour un sonar bistatique :

15 $Rf = 10 \log (\mu) + 10 \log (\sin \theta_A \sin \theta_B)$
 θ_A et θ_B étant les angles de rasance montrés aux figures 1 et 2, ce qui donne dans l'exemple considéré.

$$Rf \text{ coque} - Rf \text{ bistatique} = 8,5 \text{ dB}$$

20 qui représente le gain en contraste écho/ réverbération de l'invention par rapport aux sonars de coque traditionnels.

L'amélioration des performances sonar apportée par l'invention rend donc le sonar bistatique particulièrement adapté à la détection et à la classification des objets immergés à de grandes profondeurs où les sonars classiques étaient jusqu'à maintenant inopérants.

REVENDEICATIONS

- 1- Sonar détecteur et classificateur destiné à identifier la silhouette des objets immergés à proximité des fonds marins, caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison des moyens d'émission d'ondes sonores en incidence rasante et des moyens de réception des ondes réfléchies par le fond marin en incidence voisine de la normale, les moyens d'émission et les moyens de réception étant situés sur une même verticale.
- 2 - Sonar détecteur et classificateur destiné à identifier la silhouette des objet immergés à proximité des fonds marins selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison une base acoustique d'émission d'ondes sonores, immergée au voisinage du fond marin et reliée au navire porteur par un dispositif électroporteur et un ensemble de réception des ondes réfléchies par le fond marin, l'ensemble de réception étant fixés à la coque du navire porteur, à la verticale de la base acoustique d'émission.
- 3 - Sonar détecteur et classificateur d'objets immergés selon la revendication 2 caractérisé en ce que l'ensemble de réception comprend en combinaison des bases de réception en formes de réseaux ou à lentilles acoustique, des moyens électroniques de formation de voies, des moyens de traitement de signal et des moyens de visualisation de l'information.
- 4 - Sonar détecteur et classificateur d'objets immergés selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3 caractérisé en ce que la base d'émission d'ondes sonores comporte en combinaison un transducteur situé au voisinage du fond marin et des moyens électroniques associés lesdits moyens étant situés sur le navire porteur.
- 5 - Sonar détecteur et classificateur d'objets immergés selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que la base de détection comporte un émetteur omnidirectionnel en gisement.
- 6 - Sonar détecteur et classificateur d'objets immergés selon l'une quelconque des revendications 2 à 4 dont le secteur de réception en détection est voisin de 50° , caractérisé en ce que la base d'émission en détection couvre un secteur en gisement voisin de 90° , orientable sur tout l'horizon.
- 7 - Sonar détecteur et classificateur d'objets immergés selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, dont le secteur de réception en classification est voisin de 10° , caractérisé en ce que la base d'émission en classification couvre un secteur voisin de 30° , orientable sur tout l'horizon.

8 - Sonar détecteur et classificateur d'objets immergés selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisé en ce qu'il comporte un sondeur acoustique vertical solidaire de la base d'émission pour indiquer la hauteur de la base d'émission par rapport au fond.

5 9 - Sonar détecteur et classificateur d'objets immergés selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 dont la base d'émission est située sur un support, caractérisé en ce que le navire porteur comporte un dispositif goniométrique acoustique pour déterminer la position dudit support.

10 10 - Sonar détecteur et classificateur d'objets immergés selon la revendication 9 caractérisé en ce que le support de la base d'émission est un véhicule télécommandé à partir du navire porteur.



