



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets ⁵ : G01S 15/89, 15/42</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: WO 90/09600 (43) Date de publication internationale: 23 août 1990 (23.08.90)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR90/00111 (22) Date de dépôt international: 16 février 1990 (16.02.90) (30) Données relatives à la priorité: 89/02080 17 février 1989 (17.02.89) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON-CSF [FR/FR]; 51, esplanade du Général-de-Gaulle, F-92800 Puteaux (FR). (72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement) : PEYNAUD, François [FR/FR]; 9, rue Quartier-Maitre, F-29200 Brest (FR). (74) Mandataire: N'GUYEN, Dominique; Thomson-CSF S.C.P.I., F-92045 Paris-La Défense Cédex 67 (FR).</p>		<p>(81) Etats désignés: AT (brevet européen), BE (brevet européen), CA, CH (brevet européen), DE (brevet européen), DK (brevet européen), ES (brevet européen), FR (brevet européen), GB (brevet européen), IT (brevet européen), LU (brevet européen), NL (brevet européen), SE (brevet européen), US. Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i> <i>Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifications sont reçues.</i></p>
<p>(54) Title: METHOD FOR INCREASING THE IMAGE RATE OF A SONAR AND SONAR FOR IMPLEMENTING SUCH METHOD</p>		
<p>(54) Titre: PROCEDE POUR AUGMENTER LA CADENCE IMAGE D'UN SONAR ET SONAR POUR LA MISE EN ŒUVRE DE CE PROCEDE</p>		
<p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to a simple sonar system, inexpensive and with a high image rate for the detection of objects and the imaging of marine bottoms. It comprises the emission of n successive non correlated codes in a sector having an angular width exactly equal to n times the angular width of the reception sector Θ_R, the reception antenna continuing to perform evolutions during that time while the first emitted signal has not yet reached the maximum range d_{max}, as well as the reception in the sector of angular width Θ_R the echoes from these n codes coming from the n contiguous propagation zones along the reception axis, and in the space comprised between 0 and d_{max}, each of them having a depth equal to d_{max}/n. The invention applies to a sonar intended to be installed on a submarine vehicle or in a boat hull.</p>		
<p>(57) Abrégé</p> <p>L'invention concerne un système sonar simple, bon marché et à cadence image élevée pour la détection d'objets et l'imagerie des fonds marins. Elle consiste à émettre n codes successifs non corrélés dans un secteur de largeur angulaire exactement égale à n fois la largeur angulaire du secteur de réception Θ_R, l'antenne de réception continuant d'évoluer pendant ce temps alors que le premier signal émis n'a pas encore atteint la portée maximale d_{max}, et à recevoir dans le secteur de largeur angulaire Θ_R les échos de ces n codes provenant de n zones de propagation contiguës selon l'axe de réception, et dans l'espace compris entre 0 et d_{max}, chacune d'entre elles ayant une profondeur égale à d_{max}/n. Elle s'applique à un sonar destiné à être installé sur un véhicule sous-marin ou dans une coque de navire.</p>		

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	ES	Espagne	MG	Madagascar
AU	Australie	FI	Finlande	ML	Mali
BB	Barbade	FR	France	MR	Mauritanie
BE	Belgique	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Fasso	GB	Royaume-Uni	NL	Pays-Bas
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	NO	Norvège
BJ	Bénin	IT	Italie	RO	Roumanie
BR	Brsil	JP	Japon	SD	Soudan
CA	Canada	KP	République populaire démocratique de Corée	SE	Suède
CF	République Centrafcaine	KR	République de Corée	SN	Sénégal
CG	Congo	LI	Liechtenstein	SU	Union soviétique
CH	Suisse	LK	Sri Lanka	TD	Tchad
CM	Cameroun	LU	Luxembourg	TG	Togo
DE	Allemagne, République fédérale d'	MC	Monaco	US	Etats-Unis d'Amérique
DK	Danemark				

**PROCEDE POUR AUGMENTER LA CADENCE IMAGE
D'UN SONAR ET SONAR POUR LA MISE
EN OEUVRE DE CE PROCEDE**

La présente invention se rapporte à un système sonar pour la détection d'objets et l'imagerie des fonds marins. Un tel sonar est destiné à être installé sur un véhicule sous-marin ou dans une coque de navire et ceci à faible coût ; il doit donc être simple, bon marché et avoir une bonne cadence image. En effet, à cause de la faible vitesse de propagation du son dans l'eau, la cadence de renouvellement de l'information doit être élevée afin de réaliser un échantillonnage correct du terrain ou pour réaliser une extraction automatique des cibles, extraction qui demande le plus possible de retours indépendants de la cible.

Classiquement, il existe trois grands types de fonctionnement pour les systèmes sonars et chacun conduit à des matériels spécifiques.

Dans un sonar mono-faisceau à impulsions et à balayage mécanique tournant, l'antenne est mono-élément et une seule chaîne électronique de réception est requise. Ce sonar est donc simple et bon marché. Par contre, les transducteurs d'émission et de réception sont généralement directifs et le transducteur de réception doit rester pointé dans la direction d'émission tant que le signal susceptible de revenir de la distance maximale n'est pas arrivé sur l'antenne. La vitesse de rotation de l'antenne reste alors limitée à des valeurs faibles, et la cadence image, notamment pour les systèmes ayant une bonne résolution angulaire, est très faible.

Dans un sonar à voies préformées, un large secteur est insonifié à l'émission et en réception, à chaque impulsion, des voies sont formées électroniquement dans tout le secteur insonifié. L'image d'un secteur complet est alors obtenue à une cadence image élevée. Ce principe est très performant mais la complexité du matériel est importante surtout pour une implantation sur un petit véhicule sous-marin.

Enfin, dans un sonar à émission continue et à modulation de fréquence (CTFM), la cadence image est élevée mais la résolution en distance est souvent faible car elle est inversement proportionnelle au nombre de filtres d'analyse spectrale présents dans la chaîne de réception. De plus, la faible bande de réception, après analyse spectrale, rend les cibles fluctuantes ce qui est préjudiciable à une bonne probabilité de détection.

Pour pallier ces inconvénients et obtenir un sonar qui soit simple, bon marché, dont l'émission soit à large secteur et présentant une cadence image augmentée d'un facteur n , l'invention propose un autre procédé, à mettre en oeuvre dans un sonar ayant une portée maximale d_{max} et comportant une antenne d'émission mobile couvrant un secteur de largeur angulaire θ_E courant et une antenne de réception mobile couvrant un secteur de largeur angulaire θ_R courant centré selon un axe évoluant comme l'antenne de réception, dit axe de l'antenne de réception, caractérisé en ce qu'il consiste :

- à émettre, sous forme d'impulsions, n codes successifs C_1 à C_n non corrélés dans un secteur de largeur angulaire θ_E courant exactement égal à $n\theta_R$, les antennes d'émission et de réception continuant d'évoluer pendant ce temps, de façon que la cadence d'émission des codes corresponde au temps mis par l'antenne de réception pour passer du secteur de largeur angulaire θ_R courant à un secteur de largeur angulaire θ_R suivant dans le sens d'évolution de l'antenne de réception ;
- et à recevoir dans le secteur de largeur angulaire θ_R courant les échos de ces n codes provenant de n zones de propagation contigües selon l'axe de l'antenne de réception, et dans l'espace compris entre 0 et d_{max} , chacune d'entre elles ayant une profondeur égale à d_{max}/n .

L'invention a également pour objet un sonar pour la mise en oeuvre de ce procédé.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront clairement dans la description suivante donnée à titre d'exemple non limitatif et faite en regard des figures annexées qui représentent :

- 5 - la figure 1 : la zone de terrain observée à l'émission et à la réception pour un sonar mono-faisceau à balayage mécanique tournant selon l'art antérieur,
- la figure 2, le diagramme des temps des impulsions d'émission et la position des antennes en fonction du temps d'un sonar
10 mono-faisceau à impulsions et à balayage mécanique tournant selon l'invention,
- la figure 3 : la zone de terrain observée par un sonar mono-faisceau à impulsions et à balayage mécanique tournant pour des positions d'antenne de réception progressives, selon
15 l'invention,
- la figure 4 : la zone de terrain observée par un sonar latéral à voies préformées parallèles selon l'invention,
- la figure 5 : un exemple de distribution des fréquences d'émission dans un sonar mono-faisceau à impulsions et à
20 balayage mécanique tournant selon l'invention,
- la figure 6 : le synoptique général d'un sonar mono-faisceau à impulsions et à balayage mécanique tournant, selon l'invention.

La figure 1 représente la zone de terrain observée à l'émission et à la réception pour un sonar mono-faisceau à
25 balayage mécanique tournant de l'art antérieur comportant une antenne d'émission, 20, couvrant un secteur angulaire θ_E et une antenne de réception, 30, couvrant un secteur angulaire θ_R tel que θ_E est supérieur à θ_R . Sur la figure les positions des antennes d'émission, 20, et de
30 réception, 30, sont représentées respectivement à l'instant d'émission et en fin de réception. Entre l'émission et la réception, l'antenne de réception, 30, ne doit tourner que d'un angle A faible afin de permettre le chevauchement des deux secteurs angulaires θ_E et θ_R couverts par les deux
35 antennes. Mais cette condition n'est pas suffisante car la zone

du terrain observée évolue avec l'antenne de réception. Pour que tout le terrain soit observé, c'est-à-dire pour ne pas avoir une perte de plus de 6dB (3dB à l'émission et 3 dB en réception) sur l'écho reçu à la portée maximale d_{max} , il est

5 nécessaire que l'angle A soit au maximum égal à θ_R . Le secteur angulaire θ_R étant défini comme l'ouverture du diagramme correspondant à 3 dB en dessous de la portée maximale d_{max} , la vitesse de rotation v de l'antenne de

10 réception doit être inférieure à $v = \theta_R C / 2d_{max}$, C étant la vitesse du son dans l'eau. La cadence d'émission est calée sur la portée maximale d_{max} , ce qui signifie qu'avant de réémettre, il faut attendre d'avoir reçu le signal le plus éloigné.

Si, par contre, plusieurs émissions successives sont

15 effectuées au cours de la propagation et qu'un code particulier est affecté à chacune d'entre elles pour les distinguer, les codes n'étant pas corrélés, il devient alors possible de tourner l'antenne de réception entre l'émission et la fin de la

20 réception, d'un angle A supérieur à θ_R et d'augmenter ainsi la cadence image. Un code facile à réaliser consiste, par exemple, à émettre des fréquences pures distinctes.

La figure 2 représente le diagramme des impulsions d'émission en fonction du temps ainsi que la position des antennes en fonction du temps. Chaque émission est affectée

25 d'un code de fréquences distinctes C_1 à C_n . Pendant le temps qui s'écoule entre l'émission d'un code et la fin de la réception du même code, les antennes d'émission et de réception, choisies colinéaires, continuent de tourner de façon que la cadence d'émission des codes corresponde au temps mis par

30 l'antenne de réception pour passer du secteur de largeur angulaire θ_R courant à un secteur de largeur angulaire θ_R suivant dans le sens d'évolution de l'antenne de réception. Les positions angulaires de l'axe de l'antenne de

35 représentées en fonction du temps en considérant qu'elles sont

$$\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n, \theta_1 + \theta_n, \theta_2 + \theta_n \quad \text{etc..}$$

respectivement en synchronisme avec les émissions d'impulsions de code $C_1, C_2, \dots, C_n, C_1, C_2, \dots$.

La figure 3 représente la zone de terrain observée par un sonar mono-faisceau à impulsions et à balayage mécanique tournant pour des positions d'axes d'antenne de réception progressant de θ_1 à θ_n en fonction du code émis C_1 à C_n . Pour la clarté de la figure, n a été choisi n=4.

La cadence d'émission est n fois plus grande et la portée maximale d_{max} du sonar, pour chaque code, est n fois plus faible que les valeurs correspondantes obtenues lorsque les émissions ne sont pas codées. De même, la vitesse de rotation maximale des antennes d'un sonar étant inversement proportionnelle à la portée maximale, il est alors possible d'augmenter la vitesse de rotation v des antennes d'un facteur n par rapport à un sonar à émission non codée, soit $v = n\theta_R C / 2d_{max}$, C étant la vitesse du son dans l'eau, et chaque code est reçu dans un secteur de largeur angulaire θ_R pendant une durée égale à $2d_{max}/nC$. Pour une position d'axe d'antenne de réception θ_k , k étant compris entre 1 et n, les échos des n codes précédemment émis sont reçus dans le secteur angulaire θ_R centré sur l'axe θ_k . Les échos de ces n codes proviennent de régions de l'espace différentes, contigües selon l'axe de réception θ_k et qui ont une profondeur égale à d_{max}/n . Ces régions correspondent au temps nécessaire aux ondes acoustiques codées émises pour se propager jusqu'à leur portée maximale d_{max}/n , être réfléchies par un éventuel obstacle et être reçues dans le secteur θ_R centré sur la position d'axe d'antenne de réception.

Dans la position d'axe θ_1 , l'antenne de réception reçoit le signal de code C_1 issu de la zone hachurée comprise entre 0 et d_{max}/n .

Dans la position d'axe θ_2 , elle reçoit le signal de code C_2 issu de la zone comprise entre 0 et d_{max}/n

et le signal de code C_1 issu de la zone hachurée comprise entre d_{\max}/n et $2d_{\max}/n$, et ainsi de suite jusqu'à la position θ_n où elle reçoit le signal de code C_n issu de la zone comprise entre 0 et d_{\max}/n , le signal de code C_{n-1} issu de la zone comprise entre d_{\max}/n et $2d_{\max}/n$, etc ..., le signal de code C_1 issu de la zone comprise entre $(n-1)d_{\max}/n$ et d_{\max} . Sur la figure 3 une légende illustre les codes des signaux issus des différentes zones.

En se reportant à la figure 3, il est à noter qu'au début et à la fin de rotation des antennes, le secteur d'observation présente des "trous", 40, et ses bords sont en forme de marches d'escalier. Ces "trous" correspondent au temps nécessaire au signal de code C_1 et au signal correspondant au dernier code émis pour atteindre la distance d_{\max} . Il faut en tenir compte en prévoyant une rotation plus grande par rapport au secteur d'observation voulu.

Ce procédé est applicable à tout système sonar quelles que soient ses caractéristiques essentielles telles que sa fréquence, sa portée et sa résolution.

Le codage en fréquence peut être quelconque, dans la pratique pour des raisons de simplicité, un code de fréquences pures sera choisi afin que le sonar conserve sa caractéristique impulsionnelle donc sa bonne résolution en distance (ce qui n'est pas le cas des dispositifs CTFM).

La complexité du sonar est très peu augmentée, les antennes restent identiques, une seule voie de réception est conservée, il faut simplement filtrer le signal en fonction de la position d'antenne donc du temps.

Par ailleurs, comme pour les sonars à voies préformées, il est nécessaire d'insonifier un secteur plus large, soit exactement $n\theta_R$.

Comme pour les autres procédés, les antennes d'émission et de réception peuvent être colinéaires ou partiellement communes.

La figure 4 représente la zone de terrain observée par un sonar latéral à voies préformées parallèles lorsque les émissions sont codées selon l'invention.

5 En acoustique sous-marine, il est connu d'utiliser un sonar latéral à voies préformées parallèles monté sur un poisson remorqué pour obtenir une image du fond marin. Dans ce cas il n'y a pas rotation des antennes au cours du temps, mais cette rotation est remplacée par le mouvement du porteur. L'invention permet alors d'augmenter la vitesse du porteur et la cadence
10 image ou de ne former qu'une seule voie en gardant la même cadence image.

Pour obtenir un secteur d'observation complet dans le cas du sonar latéral, il est simplement nécessaire de prolonger le temps d'observation de $3d_{max}/4C$, ce qui correspond à la
15 phase d'acquisition.

Un sonar destiné à équiper un véhicule de faible coût, bien que performant, doit être aussi de faible coût ; le choix se porte alors sur un sonar monofaisceau à balayage mécanique car la formation de voies est toujours onéreuse étant donné
20 qu'elle nécessite un nombre important de chaînes de réception en parallèle.

A titre d'exemple, les caractéristiques d'un mode de réalisation du sonar selon l'invention ont été choisies telles que la portée est de 75m, la résolution en gisement est de $1^{\circ}5$,
25 le secteur d'observation est de 60° , le temps d'observation du secteur est de 1s, la résolution en distance est de 0,2m. Pour la réalisation, il a été choisi, en utilisant les règles de calcul des systèmes acoustiques bien connues de l'art antérieur, une fréquence de fonctionnement de 750kHz, une durée d'impulsion de 250 μ s, une bande de réception de 4kHz et un
30 balayage mécanique sur 60° .

L'utilisation en monovoie demandant 4s pour générer une image, le procédé selon l'invention a été appliqué en choisissant $n=4$. Dans ce cas, la vitesse de rotation de
35 l'antenne est de $60^{\circ}/s$.

Pour réaliser un tel sonar, une solution simple consiste à choisir un code de fréquences pures distinctes, soit quatre fréquences, dans la bande de réception du sonar. Avec les technologies actuelles en acoustique, un sonar peut
5 fonctionner dans une bande de fréquences égale à 40% de la fréquence de fonctionnement, soit dans une bande égale à 300kHz pour la fréquence de fonctionnement choisie égale à 750 kHz. En fait, dans cet exemple de réalisation, seulement le quart de cette bande possible est utilisé, soit 75kHz, les
10 bandes de réception étant distantes de 25kHz. Mais il est possible d'augmenter le nombre de fréquences de ce sonar jusqu'à $n=16$, c'est-à-dire de faire en monovoie l'équivalent d'un sonar à 16 voies préformées.

La figure 5 représente un exemple de distribution des
15 fréquences d'émission dans le temps.

Les fréquences choisies sont les suivantes : 700kHz, 725kHz, 750kHz et 775kHz. Ce choix est effectué de façon dissymétrique pour éviter les fréquences trop élevées dont l'absorption est importante. Une émission est déclenchée toutes
20 les 25 millisecondes soit l'équivalent de 18,75m sur le terrain.

Le synoptique général de ce sonar, représenté sur la figure 6, comprend une chaîne d'émission reliée à l'antenne d'émission, 20, et une chaîne de réception reliée à l'antenne de
25 réception, 30. Les deux antennes sont représentées colinéaires mais elles peuvent être séparées. Elles sont constituées de transducteurs acoustiques transformant en émission le signal électrique reçu en onde acoustique, ou transformant en réception l'onde acoustique en signal électrique.

L'antenne d'émission, 20, comprend un seul
30 transducteur acoustique 1, servant à la fois à l'émission et à la réception, mais une partie seulement du transducteur, 1, sera utilisée à l'émission pour couvrir un secteur angulaire égal à 6° soit l'équivalent de 4 voies. La directivité de l'antenne à l'émission ne sera en fait que de 12° pour des raisons de
35 symétrie et pour pouvoir explorer l'espace dans les deux sens.

Un moteur, 2, muni de son électronique de commande, 3, entraîne les antennes sur 60°.

La chaîne d'émission comprend :

- 5 - un générateur de fréquences, 4, qui élabore les fréquences de 700kHz, 725kHz, 750kHz, et 775kHz ;
- un découpeur de signaux, 5, qui forme les impulsions à émettre. Afin d'éviter que les impulsions émises perturbent les secteurs de réception chaque impulsion est pondérée dans le temps pour générer des lobes secondaires fréquentiels les plus
10 bas possibles. La pondération utilisée est de Gauss ou de Hamming, ou d'autres pondérations connues ;
- un amplificateur de puissance, 6, qui envoie l'énergie électronique à la partie émission de l'antenne ;
- 15 - un séquenceur, 7, déclenche les séquences en temps opportun et assure la synchronisation de tout le sonar.

La chaîne de réception comprend :

- des transducteurs de réception formant l'antenne de réception auxquels est connecté un préamplificateur linéaire, 8, qui reçoit simultanément les 4 fréquences et qui possède un filtre
20 laissant passer ces 4 fréquences, à rejection pour toutes les fréquences qui ne sont pas comprises entre 698kHz et 777kHz. Ce préamplificateur possède un signal d'inhibition qui est actif lorsque l'émission se produit. Il y aura donc absence de réception pendant les 4 émissions, soit pendant un temps très
25 court ($4 \times 250 \mu\text{s}$) ce qui représente 1% du temps. Cette inhibition est nécessaire car il y a une grande différence d'amplitude entre le signal émis et le signal reçu (de 120dB à 150dB) et il n'est pas possible de faire de la réception pendant l'émission. Ce préamplificateur 8 possède un gain variable avec le temps
30 pour compenser les pertes par absorption. Si l'absence de réception pendant les émissions est intolérable, il est possible de doubler le nombre de codes émis n et de changer la synchronisation d'émission, en la déplaçant d'une demi-réurrence soit de 12,5ms, toutes les n émissions et de
35 reconstituer ainsi une image sans inhibition toutes les $2n$

récurrences. Dans ce cas l'antenne doit tourner deux fois plus vite et seulement une image sur deux est présentée complète ;

- quatre filtres, 9 à 12, permettant de reconstituer en temps réel l'image complète sur les 75m de propagation. Ainsi, par

5 exemple, le premier filtre restituera le signal entre 0 et 18,75m le deuxième entre 18,75m et 37,5m, le troisième entre 37,5m et 56,25m et le quatrième entre 56,25m et 75m. Une attention toute particulière sera portée à la qualité de ces filtres qui doivent posséder une grande dynamique, de l'ordre

10 de 80dB, et une faculté de réjection des fréquences voisines de l'ordre de 60dB. En l'état actuel de la technique, les filtres à quartz sont très bien adaptés à ce problème ;

- enfin, les signaux issus des quatre filtres subissent un traitement classique effectué dans un circuit de traitement, 13,

15 tel qu'un contrôle précis de l'amplitude des signaux par un régulateur d'amplitude, la détection, l'intégration pour éliminer les fluctuations rapides du signal et améliorer le rapport signal à bruit, la numérisation pour convertir le signal analogique en signal numérique.

20 Les signaux issus de ce circuit de traitement, 13, sont alors présentés sur un dispositif de visualisation.

Le système décrit dans cet exemple reflète une réalisation classique analogique de la partie réception. Il est également possible d'utiliser un système de conversion

25 analogique numérique en sortie du préamplificateur, 8, avec filtrage et traitement numérique.

Par ailleurs, un changement de fréquence ou une démodulation quelconque peuvent être aussi envisagés. Les traitements équivalents à celui précisément décrit, ne remettent

30 pas en cause l'application du procédé.

Enfin, l'invention ne se limite pas à un code de fréquences pures, il est possible d'utiliser d'autres codes, par exemple un code de fréquences modulées disjointes.

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour augmenter d'un facteur n la cadence image d'un sonar ayant une portée maximale d_{max} et comportant une antenne d'émission mobile couvrant un secteur de largeur angulaire θ_E courant et une antenne de réception mobile couvrant un secteur de largeur angulaire θ_R courant centré selon un axe évoluant comme l'antenne de réception, dit axe de l'antenne de réception, caractérisé en ce qu'il consiste :
- 5 - à émettre, sous forme d'impulsions, n codes successifs (C_1 à C_n) non corrélés dans un secteur de largeur angulaire θ_E courant exactement égal à $n\theta_R$, les antennes d'émission et de réception continuant d'évoluer pendant ce temps de façon que la cadence d'émission des codes corresponde au temps mis par l'antenne de réception pour passer du secteur de largeur angulaire θ_R courant à un secteur de largeur angulaire θ_R suivant dans le sens d'évolution de l'antenne de réception ;
 - 10 - et à recevoir dans le secteur de largeur angulaire θ_R courant les échos de ces n codes provenant de n zones de propagation contigües selon l'axe de l'antenne de réception, et dans l'espace compris entre 0 et d_{max} , chacune d'entre elles ayant une profondeur égale à d_{max}/n .
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les codes successifs sont des fréquences pures distinctes.
3. Sonar pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant une antenne d'émission (20) et une antenne de réception (30), une chaîne d'émission reliée à l'antenne d'émission (20), une chaîne de réception reliée à l'antenne de réception (30), caractérisé en ce que la chaîne d'émission comprend, en série :
- 25 - un générateur de fréquence (4) commandé par un séquenceur (7) pour élaborer les codes de fréquences,
 - 30

- un découpeur de signaux (5) commandé par le séquenceur (7) pour mettre en forme les impulsions à émettre ;
- et un amplificateur (6) relié à l'antenne d'émission (20).

4. Sonar selon la revendication 3, caractérisé en ce que la chaîne de réception comprend, en série :

- un pré-amplificateur linéaire (8) relié à l'antenne de réception, commandé par le séquenceur (7), et de bande assez large pour laisser passer toutes les fréquences des codes,
- des filtres (9) à (12) reliés au pré-amplificateur (8) et respectivement centré sur les différentes fréquences du code pour reconstituer en temps réel l'image complète du secteur d'observation correspondant, sur la profondeur de propagation d_{max} ,
- un circuit de traitement (13) du signal reconstitué par les différents filtres (9) à (12) comportant des opérations de traitement analogique du signal telles que contrôle de l'amplitude, détection, intégration, numérisation.

5. Sonar selon la revendication 4, caractérisé en ce que le pré-amplificateur (8) possède un signal d'inhibition qui est actif lorsque l'émission se produit.

6. Sonar selon la revendication 4, caractérisé en ce que les filtres (9) à (12) sont des filtres à quartz.

7. Sonar selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que les antennes d'émission et de réception sont colinéaires ou partiellement communes.

8. Sonar selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce qu'il est un sonar monofaisceau frontal, les antennes d'émission et de réception mobiles étant tournantes.

9. Sonar selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il est à impulsions, à balayage mécanique et à émission à large secteur et multifréquences.

10. Sonar selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il est un sonar latéral à voies parallèles, les antennes d'émission et de réception étant mobiles du fait du mouvement du porteur.

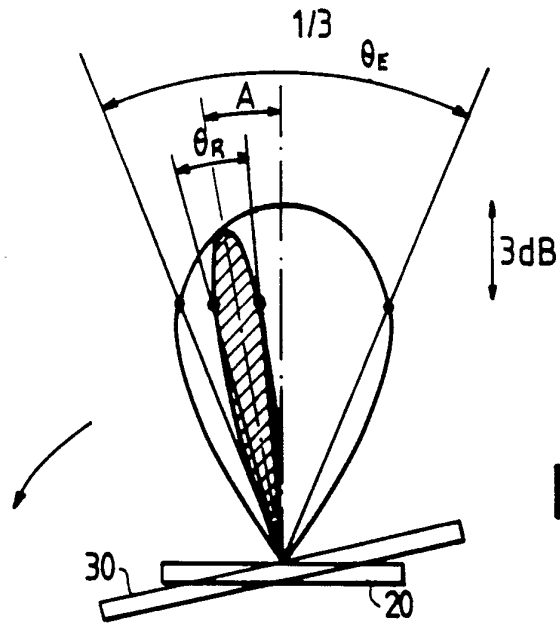


FIG. 1

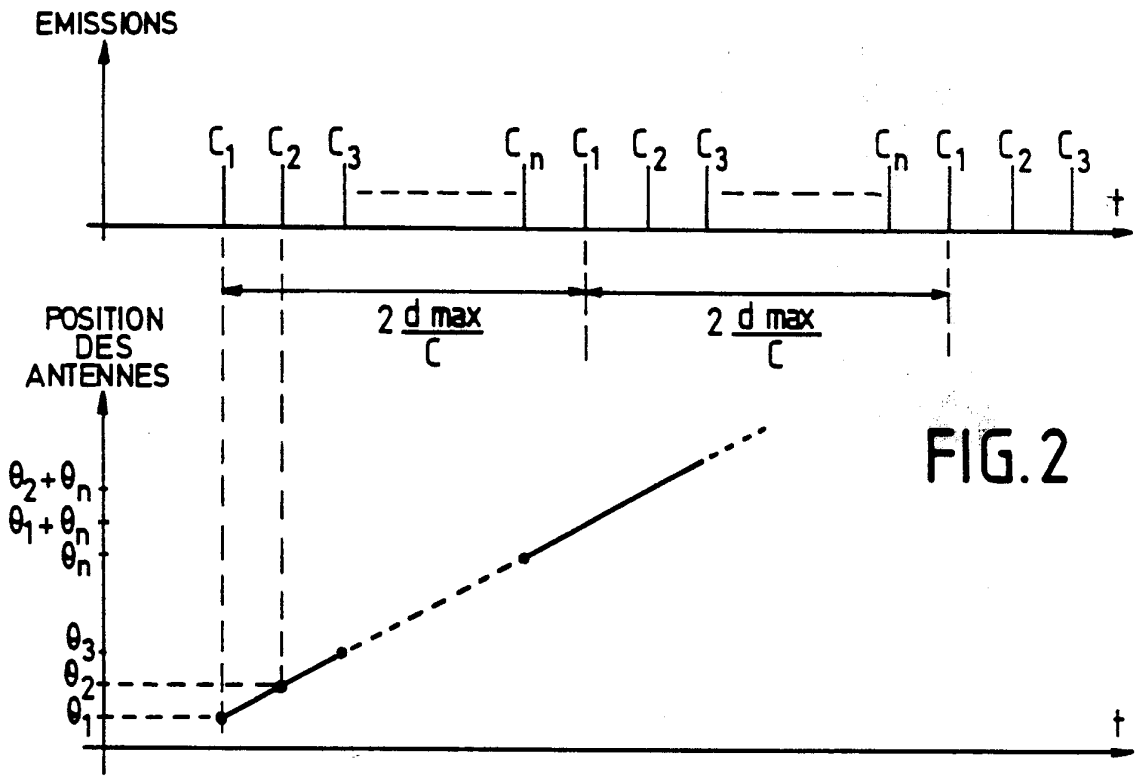


FIG. 2

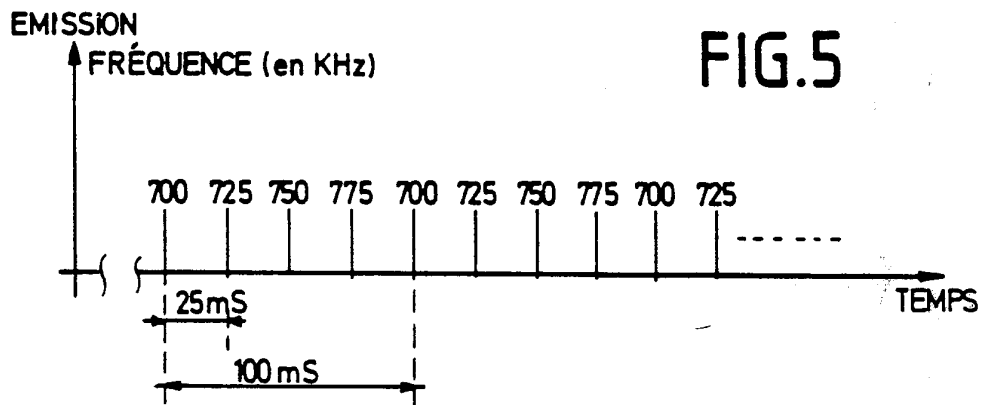


FIG. 5

FIG. 3

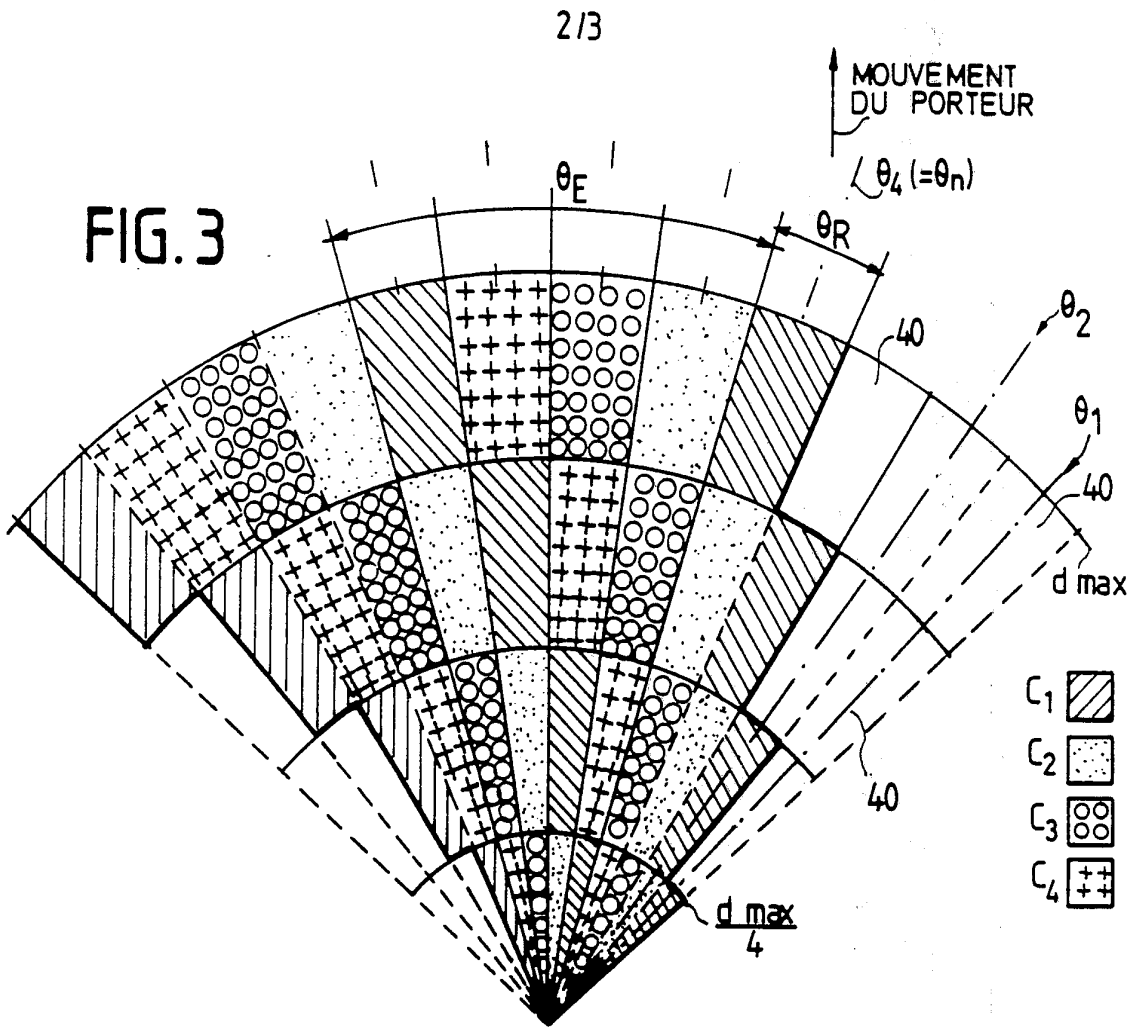
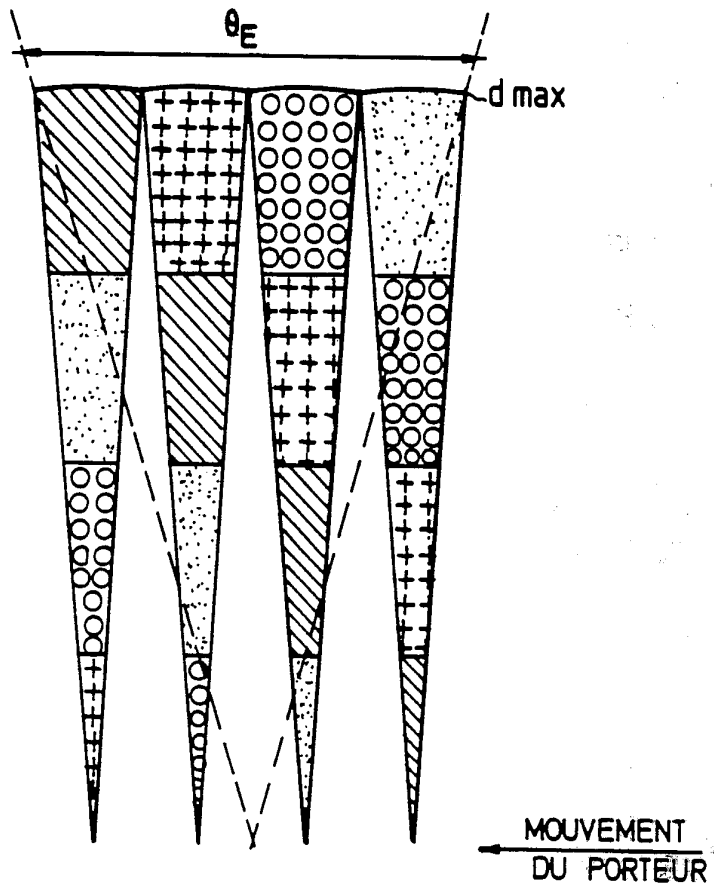


FIG. 4



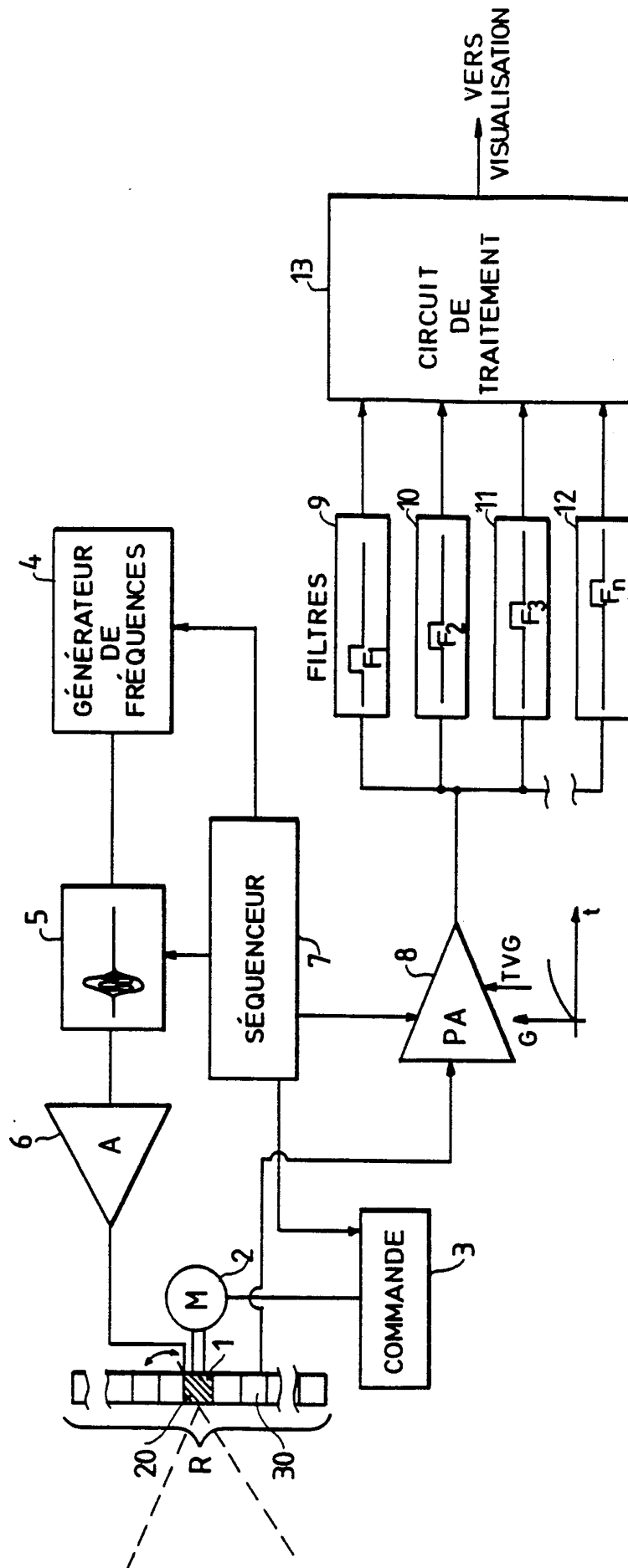


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/FR 90/00111

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁵ G 01 S 15/89, G 01 S 15/42		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁵	G 01 S, G 10 K	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
Y	US, A, 2871459 (BERRY) 27 January 1959, see column 2, line 2 - column 5, line 50; figures	1
A	---	3-5, 7-9
Y	US, A, 4322974 (ABELE ET AL) 6 April 1982, see column 1, line 61 - column 4, line 29; figures 1-3	1
A	---	1-8, 10
A	EP, A, 0036348 (THOMSON) 23 September 1981, see page 3, line 21 - page 11, line 30; figures	1-10
A	US, A, 4119940 (KEATING ET AL) 10 October 1978, see column 2 - column 5	1-10
./.		
<p>[*] Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
30 May 1990 (30.05.90)	26 June 1990 (26.06.90)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
European Patent Office		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	<p>Proceedings : ICASSP 87 - 1987 International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 6-9 April 1987, Dallas, Texas, volume 3 of 4, IEEE, P.M. Cassereau et al.: Frequency hopping patterns for simultaneous multiple-beam sonar imaging", see pages 1704-1707</p> <p>-----</p>	1

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

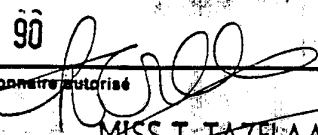
FR 9000111
SA 35006

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 20/06/90. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 2871459		None	
US-A- 4322974	06-04-82	AU-B- 540696 AU-A- 6665181 CA-A- 1136752 DE-A- 3104014 FR-A, B 2476319 GB-A, B 2070246 JP-A- 56156147	29-11-84 13-08-81 30-11-82 24-12-81 21-08-81 03-09-81 02-12-81
EP-A- 0036348	23-09-81	FR-A, B 2478822 AU-B- 545044 AU-A- 6843981 CA-A- 1177572 US-A- 4403314	25-09-81 27-06-85 24-09-81 06-11-84 06-09-83
US-A- 4119940	10-10-78	DE-A- 2745510 FR-A, B 2368069 GB-A- 1542164 JP-A- 53050862	20-04-78 12-05-78 14-03-79 09-05-78

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/FR 90/00111

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ⁷		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
CIB ⁵ : G 01 S 15/89, G 01 S 15/42		
II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ		
Documentation minimale consultée ⁸		
Système de classification	Symboles de classification	
CIB ⁵	G 01 S, G 10 K	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté ⁹		
III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS ¹⁰		
Catégorie [*]	Identification des documents cités, ¹¹ avec indication, si nécessaire, des passages pertinents ¹²	N° des revendications visées ¹³
Y	US, A, 2871459 (BERRY) 27 janvier 1959 voir colonne 2, ligne 2 - colonne 5, ligne 50; figures	1
A	--	3-5, 7-9
Y	US, A, 4322974 (ABELE et al.) 6 avril 1982 voir colonne 1, ligne 61 - colonne 4, ligne 29; figures 1-3	1
A	--	1-8, 10
A	EP, A, 0036348 (THOMSON) 23 septembre 1981 voir page 3, ligne 21 - page 11, ligne 30; figures	1-8, 10
A	--	1-8, 10
<p>[*] Catégories spéciales de documents cités: ¹¹</p> <p>« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>« E » document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>« L » document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>« O » document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>« P » document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> <p>« T » document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>« X » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive</p> <p>« Y » document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.</p> <p>« & » document qui fait partie de la même famille de brevets</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	30 mai 1990	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
Administration chargée de la recherche internationale OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	Signature du fonctionnaire autorisé	26.06.90  MISS T. TAZELAAR

III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUÉS SUR LA DEUXIÈME FEUILLE)
Catégorie *	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, des passages pertinents	N° des revendications visées
A	US, A, 4119940 (KEATING et al.) 10 octobre 1978 voir colonne 2 - colonne 5 --	1-10
A	Proceedings: ICASSP 87 - 1987 International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 6-9 avril 1987, Dallas, Texas, vol. 3 de 4, IEEE, P.M. Cassereau et al.: Frequency hopping patterns for simultaneous multiple-beam sonar imaging", voir pages 1704-1707 -----	1

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE
RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.

FR 9000111
SA 35006

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche internationale visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 20/06/90
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A- 2871459		Aucun	
US-A- 4322974	06-04-82	AU-B- 540696 AU-A- 6665181 CA-A- 1136752 DE-A- 3104014 FR-A, B 2476319 GB-A, B 2070246 JP-A- 56156147	29-11-84 13-08-81 30-11-82 24-12-81 21-08-81 03-09-81 02-12-81
EP-A- 0036348	23-09-81	FR-A, B 2478822 AU-B- 545044 AU-A- 6843981 CA-A- 1177572 US-A- 4403314	25-09-81 27-06-85 24-09-81 06-11-84 06-09-83
US-A- 4119940	10-10-78	DE-A- 2745510 FR-A, B 2368069 GB-A- 1542164 JP-A- 53050862	20-04-78 12-05-78 14-03-79 09-05-78

EPO FORM P0472