

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 734 912

②1 N° d'enregistrement national : 96 04910

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : G 01 S 15/02

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 19.04.96.

③0 Priorité : 20.04.95 US 425550.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 06.12.96 Bulletin 96/49.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : NORTHROP GRUMANN CORPORATION — US.

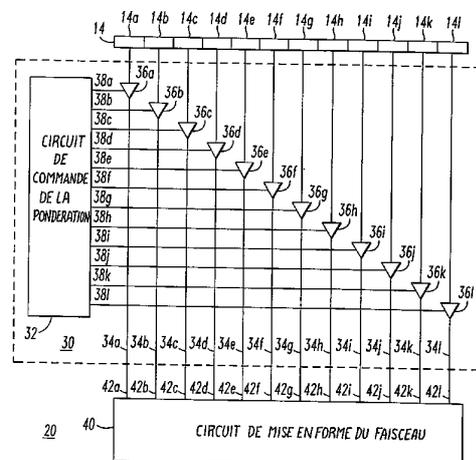
⑦2 Inventeur(s) : GILMOUR GEORGE ARTHUR, MEYERS JAMES L et JAMES LESLIE M.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : CASALONGA ET JOSSE.

⑤4 SYSTEME DE SONAR A COUVERTURE LATÉRALE ET A LOBES MULTIPLES.

⑤7 Ce système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples comprend un transducteur de projection qui envoie un faisceau d'énergie acoustique sur une cible et un transducteur de réception (14) fait de plusieurs éléments disposés en un réseau rectiligne. Chaque élément produit un signal de faisceau en réponse à l'énergie acoustique réfléchie par la cible. Un circuit de mise en forme du faisceau (40) traite ces signaux pour donner un diagramme de rayonnement qui, pour un faisceau d'extrémité, comprend un lobe principal et des lobes latéraux d'interférence dont l'un peut être éclairé par le faisceau projeté. Un circuit de pondération (30) amplifie les signaux avec des gains respectifs et ajuste ces gains pour réduire le niveau d'amplitude du lobe latéral d'interférence qui reçoit le faisceau projeté.



FR 2 734 912 - A1



### **Systeme de sonar à couverture latérale et à lobes multiples.**

La présente invention concerne des systèmes de sonars à couverture latérale et, plus particulièrement, des systèmes de sonars à couverture latérale et à lobes multiples.

5 Dans un système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples, un transducteur de projection placé sur le côté d'un véhicule porteur sous-marin envoie un faisceau d'énergie acoustique sur une étroite zone cible. La zone cible réfléchit de l'énergie acoustique vers un transducteur de réception placé lui aussi sur le véhicule porteur. Le transducteur de réception est typiquement divisé en une pluralité  
10 d'éléments transducteurs individuels disposés en un réseau rectiligne. En réponse à l'énergie acoustique réfléchie par la zone cible, les éléments transducteurs produisent des signaux de faisceau qui donnent effectivement un échantillonnage spatial de l'énergie acoustique reçue sur l'ouverture du réseau de transducteurs. Un circuit de mise en forme  
15 du faisceau traite les signaux de faisceau produits par les éléments transducteurs pour produire un diagramme de rayonnement centré sur un élément transducteur particulier du réseau rectiligne. La distance qui sépare les points centraux d'éléments transducteurs adjacents provoque des répétitions de l'onde d'énergie acoustique le long de  
20 l'ouverture du réseau. Quand le circuit de mise en forme du faisceau forme un diagramme de rayonnement pour un groupe particulier d'éléments transducteurs, les répétitions provoquées par la distance entre les éléments transducteurs donnent des lobes latéraux d'interférence dans le diagramme de rayonnement. Les lobes latéraux d'inter-  
25 férence sont inclinés, par rapport au lobe principal du diagramme de

rayonnement, dans des directions pour lesquelles il y a un écart d'une longueur d'onde à l'arrivée entre l'énergie acoustique réfléchié provenant d'éléments transducteurs adjacents dans le réseau rectiligne.

Des diagrammes de rayonnement formés pour des éléments  
5 transducteurs placés près du centre du réseau rectiligne sont généralement appelés "faisceaux centraux" alors que des diagrammes de rayonnement formés pour des éléments transducteurs placés loin du centre du réseau rectiligne sont généralement appelés "faisceaux d'extrémité". Pour un faisceau central, le diagramme de rayonnement comprend  
10 un lobe principal dans la zone cible qui reçoit l'énergie acoustique du transducteur de projection et des lobes latéraux d'interférence qui ont tendance à arriver en dehors de la zone cible. A courte portée, les lobes latéraux d'interférence du faisceau central continuent généralement à arriver à l'extérieur de l'étroite zone cible, en "enjambant"  
15 cette zone cible. Mais dans le cas d'un faisceau d'extrémité, le diagramme de rayonnement peut comprendre un lobe latéral d'interférence qui tombe dans la zone cible recevant l'énergie acoustique. Dans le cas de cibles situées à courte distance en particulier, l'un des lobes latéraux d'interférence du faisceau d'extrémité tombe invariablement  
20 dans la zone cible. Malheureusement, lorsque l'un des lobes latéraux d'interférence reçoit l'onde incidente, le signal du lobe latéral s'ajoute au signal du lobe principal et brouille l'image du sonar. Le diagramme de rayonnement résultant, ambigu, peut sérieusement compromettre la performance de formation d'image du système de sonar à couverture  
25 latérale. Il existe par conséquent un besoin pour un système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples, avec réduction des effets des lobes latéraux d'interférence.

Au vu de ce qui précède, la présente invention concerne un système de sonar à couverture latérale, à lobes multiples, qui réduise  
30 les effets des lobes latéraux d'interférence.

Des avantages et des particularités supplémentaires de l'invention seront en partie soulignés dans la description qui va suivre et en partie évidents d'après la description, ou apparaîtront lors de la mise en œuvre pratique de l'invention. Les objets et avantages de la  
35 présente invention sont atteints et réalisés grâce au système de sonar

particulièrement souligné dans la présente description et dans les dessins d'accompagnement.

Pour atteindre les avantages de l'invention et en accord avec son but, la présente invention mise en œuvre et décrite ici est un système de sonar à couverture latérale, à lobes multiples, qui comprend un transducteur de projection servant à envoyer un faisceau d'énergie acoustique vers une zone cible, un transducteur de réception comportant une pluralité d'éléments transducteurs disposés en un réseau rectiligne, chaque élément transducteur produisant un signal de faisceau en réponse à l'énergie acoustique réfléchiée par la zone cible, un circuit de mise en forme du faisceau couplé au transducteur de réception pour traiter les signaux de faisceau produits par les éléments transducteurs et former un diagramme de rayonnement, sachant que le diagramme de rayonnement comprend un lobe principal et des lobes latéraux d'interférence, l'un des lobes latéraux d'interférence recevant l'énergie acoustique du faisceau projeté d'énergie acoustique, et un circuit de pondération ou "d'ombrage" associé au transducteur de réception et au circuit de mise en forme du faisceau pour amplifier les signaux de faisceau avec des gains respectifs et pour ajuster chaque gain respectif afin de réduire le niveau d'amplitude de celui des lobes latéraux d'interférence qui reçoit le faisceau projeté d'énergie acoustique.

Cette pluralité d'éléments transducteurs comprend au moins un premier élément transducteur, le lobe principal étant sensiblement centré sur ce premier élément transducteur, un deuxième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un premier côté du premier élément transducteur opposé à celui des lobes latéraux d'interférence qui reçoit le faisceau projeté d'énergie acoustique, et un troisième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un second côté du premier élément transducteur opposé au premier côté, et le circuit de pondération ajuste les gains respectifs de telle sorte que le signal de faisceau produit par un premier élément transducteur soit amplifié avec un premier gain, que le signal de faisceau produit par le deuxième élément transducteur soit amplifié avec un deuxième gain inférieur ou égal au premier gain et que le signal de faisceau produit par le troisième élément transducteur soit

amplifié avec un troisième gain inférieur au deuxième gain.

Cette pluralité d'éléments transducteurs peut comprendre en outre un quatrième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un second côté du deuxième élément transducteur et un  
5 cinquième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un second côté du troisième élément transducteur, et le circuit de pondération ajuste alors les gains respectifs de telle sorte que le signal de faisceau produit par le quatrième élément transducteur soit amplifié avec un quatrième gain inférieur ou égal au troisième gain et que le  
10 signal de faisceau produit par le cinquième élément transducteur soit amplifié avec un cinquième gain inférieur au quatrième gain.

Le circuit de pondération peut comprendre une pluralité de canaux d'amplification pour amplifier les signaux de faisceau avec les gains respectifs, chacun des canaux d'amplification étant couplé entre  
15 l'un des éléments transducteurs et le circuit de mise en forme du faisceau, et un circuit de commande de la pondération, couplé à chacun des canaux d'amplification pour ajuster le gain respectif de chacun des canaux d'amplification afin de réduire le niveau d'amplitude de celui des lobes latéraux d'interférence qui reçoit le faisceau  
20 d'énergie acoustique. C'est alors le circuit de commande de la pondération qui ajuste les gains respectifs des différents éléments transducteurs.

Selon une autre possibilité, le circuit de pondération peut comprendre une pluralité de canaux d'amplification pour amplifier les  
25 signaux de faisceau, chacun des canaux d'amplification étant couplé à l'un des éléments transducteurs, un convertisseur d'analogique en numérique servant à produire des représentations numériques des signaux de faisceau amplifiés par les canaux d'amplification, et un processeur de pondération servant à amplifier ces représentations  
30 numériques avec des gains respectifs et à ajuster les gains respectifs pour réduire le niveau d'amplitude de celui des lobes latéraux d'interférence qui reçoit le faisceau projeté d'énergie acoustique. C'est alors le processeur de pondération qui ajuste les gains respectifs des différents éléments transducteurs.

35 Il faut comprendre que la description générale qui précède et

la description détaillée qui va suivre ne sont que des exemples illustratifs, explicatifs et non limitatifs de l'invention.

Les dessins annexés servent à mieux faire comprendre l'invention et sont incorporés dans cette demande, dont ils font partie intégrante, pour illustrer des formes de réalisation de l'invention et expliquer, avec la description, les principes de l'invention.

Parmi ces dessins :

la figure 1 est une vue schématique en perspective qui montre une plate-forme de recherche sous-marine servant au transport du système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples de la présente invention,

la figure 2 est un schéma synoptique montrant une forme de réalisation, selon la présente invention, d'un système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples, avec réduction du lobe latéral d'interférence,

la figure 3 représente l'opération de mise en forme du faisceau d'un système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples,

la figure 4 représente une technique classique de pondération du signal de faisceau,

les figures 5A et 5B représentent un diagramme de rayonnement de réception, pour un élément transducteur de faisceau d'extrémité dans un système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples employant une technique classique de pondération du signal de faisceau,

la figure 6 représente une technique de pondération du signal de faisceau servant à réduire les lobes latéraux d'interférence, dans un système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples de la présente invention,

la figure 7 est un schéma synoptique montrant une deuxième forme de réalisation, selon la présente invention, d'un système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples avec réduction du lobe latéral d'interférence,

la figure 8A est un diagramme de rayonnement de transmission pour le système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples de la présente invention, et

la figure 8B est un diagramme de rayonnement de réception pour un faisceau d'extrémité du système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples de la présente invention.

5 On se référera maintenant en détails à une première forme de réalisation de l'invention dont un exemple est illustré sur les dessins annexés. Chaque fois que possible, on utilisera les mêmes repères numériques dans toutes les figures pour désigner des composants identiques ou similaires. Cette forme de réalisation est présentée principalement par souci de clarté. La forme préférée de réalisation 10 réalisera la mise en forme du faisceau et la pondération ou ombrage par un échantillonnage numérique des signaux.

Selon la présente invention, il est proposé un système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples avec réduction des effets des lobes latéraux d'interférence. Le système de sonar à couver- 15 ture latérale et à lobes multiples de la présente invention comprend un transducteur de projection, un transducteur de réception, un circuit de mise en forme du faisceau et un circuit de pondération.

La figure 1 est un exemple d'une plate-forme de recherche servant au transport du système de sonar à couverture latérale et à 20 lobes multiples de la présente invention. Pour effectuer un relevé par sonar, un véhicule porteur sous-marin 10, qui peut être auto-propulsé ou tiré par un navire de surface, transporte à la fois le transducteur de projection 12 et le transducteur de réception 14 du système de la présente invention. Dans certains cas, les transducteurs de projection 25 et de réception 12, 14 peuvent être un seul et même transducteur de sonar, avec utilisation d'un commutateur approprié P/R entre projection et réception. Lorsque le véhicule porteur 10 se déplace, le transducteur de projection 12 envoie sur les côtés un faisceau 16 d'énergie acoustique vers une zone cible 18. La zone cible 18 qui 30 reçoit cette énergie acoustique réfléchit une onde d'énergie acoustique qui est reçue par le transducteur de réception 14 et traitée par un circuit de mise en forme du faisceau pour donner une image de la zone cible.

35 On peut utiliser pour mettre en œuvre ce concept pratiquement n'importe quel appareil de mise en forme de faisceau qui a des

coefficients de pondération programmables. Un premier exemple de réalisation du système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples de la présente invention est représenté à la figure 2 en étant désigné globalement par le repère numérique 20. Tel que réalisé ici et représenté sur la figure 2, le système 20 comprend, en plus du transducteur de projection 12 représenté à la figure 1, un transducteur de réception sonore 14 comprenant une pluralité d'éléments transducteurs individuels 14a-14l disposés en un réseau rectiligne. Chaque élément transducteur individuel 14a-14l produit un signal en réponse à l'onde d'énergie acoustique réfléchiée par la zone cible 18. Un circuit de pondération 30 contient une pluralité de canaux d'amplification 34a-34l servant à amplifier les signaux des éléments. Les canaux d'amplification 34a-34l, couplés entre les éléments transducteurs 14a-14l et un circuit 40 de mise en forme du faisceau, contiennent des amplificateurs 36a-36l qui amplifient les signaux de faisceau avec des gains respectifs. Le circuit 40 de mise en forme du faisceau, dont les entrées 42a-42l sont couplées aux sorties des amplificateurs 36a-36l, reçoit les signaux de faisceau amplifiés et les traite pour former un diagramme de rayonnement. Le circuit de pondération 30 contient aussi un circuit 32 de commande de la pondération ayant des sorties 38a-38l de commande de la pondération couplées aux amplificateurs 36a-36l. Le circuit 32 de commande de la pondération ajuste les gains respectifs des amplificateurs 36a-36l pour pondérer, ou "ombrer", les amplitudes des signaux de faisceau produits sur l'ouverture du réseau rectiligne. Suivant la présente invention, le circuit 32 de commande de la pondération ajuste les gains pour obtenir une pondération qui réduit le niveau d'amplitude d'un lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté et apparaissant dans le diagramme de rayonnement formé par le circuit 40 de mise en forme du faisceau. Des faisceaux multiples sont formés de façon séquentielle par arrêt des sorties de pondération afin de se conformer au diagramme formé par le circuit 40 de mise en forme du faisceau.

La figure 3 montre l'opération de mise en forme du faisceau du transducteur de réception 14 et les problèmes associés aux lobes latéraux d'interférence dans le diagramme de rayonnement. Quand le

circuit 40 de mise en forme du faisceau traite les signaux de faisceau produits par les éléments transducteurs 14a-14l pour former un faisceau central par rapport à un élément transducteur 14f par exemple, le diagramme de rayonnement résultant contient un lobe principal 50f à l'intérieur de la zone cible 18 recevant le faisceau projeté et des lobes latéraux d'interférence 52f et 54f qui tombent à l'extérieur de la zone cible 18, comme représenté sur la figure 3. Quand un faisceau d'extrémité est formé à courte portée pour l'élément transducteur 14d, le diagramme de rayonnement résultant contient aussi un lobe principal 50d dans la zone cible 18 recevant le faisceau projeté et des lobes latéraux d'interférence 52d et 54d. Mais l'un des lobes latéraux d'interférence, 54d, du faisceau d'extrémité tombe lui aussi dans la zone cible 18 et reçoit le faisceau 16 d'énergie acoustique envoyé par le transducteur de projection 12. De ce fait, l'amplitude du lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté 54d augmente par rapport à l'amplitude du lobe principal 50d.

Une procédure de pondération classique, représentée à la figure 4, pondère les gains respectifs des signaux de faisceau de telle sorte que le signal de faisceau produit par l'élément transducteur sur lequel est centré le diagramme de rayonnement soit amplifié avec un gain maximal et que la répartition du gain pour des éléments transducteurs adjacents soit plus importante pour ceux placés près du centre du réseau que pour ceux placés vers l'extrémité du réseau. Pour un faisceau d'extrémité centré sur l'élément transducteur 14d par exemple, les procédures de pondération classique ajustent les gains respectifs des amplificateurs de telle sorte que le signal de faisceau produit par l'élément transducteur 14d soit porté à un gain maximal (100 % sur la figure 4). Les signaux de faisceau produits par les éléments transducteurs immédiatement adjacents 14e et 14c sont portés à un gain légèrement plus faible que le gain maximal (80 % sur la figure 4). Les gains pour les signaux de faisceau produits par les éléments transducteurs adjacents suivants 14f, 14b, sont encore diminués par rapport au gain maximal (50% sur la figure 4). Ainsi, dans la procédure classique de pondération, la pondération utilisée pour ombrer les éléments est centrée sur l'élément transducteur 14d où est centré le faisceau 50d.

La figure 5A montre le diagramme de rayonnement de réception du faisceau d'extrémité centré sur l'élément 14d et recouvrant le diagramme de rayonnement de transmission. La figure 5B montre le diagramme composite à deux voies, de réception/transmission, pour ce faisceau lorsqu'on utilise la procédure de pondération classique. Les diagrammes de rayonnement sont représentés par les pics d'amplitude en décibels en fonction de la position exprimée en longueurs d'onde de la fréquence du sonar. Ainsi, le faisceau d'extrémité est centré sur une position à 120 longueurs d'onde vers la gauche du centre du réseau (qui correspond à 0 longueur d'onde). Les diagrammes de rayonnement comprennent le lobe principal 50d, le lobe latéral d'interférence 52d et le lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté 54d, comme représenté à la figure 2. Sur la figure 5B, le lobe latéral d'interférence 52d, qui tombe à l'extérieur de la zone cible 18, a une amplitude d'environ -22 dB par rapport au lobe principal 50d. Mais le lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté 54d a une amplitude relative bien plus grande, d'approximativement -13 dB. Donc, avec la technique classique de pondération, le lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté 54d dégrade l'image formée par le lobe principal 50d du fait de l'amplitude accrue du lobe latéral d'interférence.

Le circuit 32 de commande de la pondération fourni par le système 20 de sonar à couverture latérale et à lobes multiples montré à la figure 2 atténue les effets du lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté sur le diagramme de rayonnement formé par le circuit 40 de mise en forme du faisceau. Plus précisément, le circuit 32 de commande de la pondération ajuste les gains respectifs des amplificateurs 36a-36l, par l'intermédiaire des sorties de commande 38a-38l, pour donner un ombrage ou pondération qui réduit le niveau d'amplitude du lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté 54d à l'intérieur du diagramme de rayonnement formé par le circuit de mise en forme 40. Le circuit 32 de commande de la pondération donne une pondération déséquilibrée qui réduit l'amplitude du lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté 54d dans la zone cible recevant le faisceau projeté 18 tout en permettant une augmentation de l'amplitude du lobe latéral d'interférence 52d qui tombe en dehors de

la zone cible 18.

Comme montré à la figure 6 par exemple, le circuit 32 de commande de la pondération ajuste les gains respectifs des amplificateurs 36a-36l, de sorte que le signal de faisceau, produit par l'élément transducteur 14d sur lequel est essentiellement centré le lobe principal 50d du faisceau d'extrémité, est amplifié d'une valeur inférieure au gain maximal (80 % sur la figure 6). Le signal de faisceau produit par l'élément transducteur 14c placé adjacent au côté de l'élément 14d qui est opposé au lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté 54d est amplifié avec un gain plus fort (100 % sur la figure 6). Le circuit 32 de commande de la pondération ajuste en outre les gains respectifs des amplificateurs 36a-36l, de sorte que le signal de faisceau, produit par l'élément transducteur 14e placé adjacent à l'élément 14d et situé du même côté que le lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté 54d, est amplifié avec un gain plus faible (50 % sur la figure 6). Les gains des signaux de faisceau produits par les éléments transducteurs 14a et 14b sont importants (50 % et 80 % sur la figure 6) puisqu'ils sont sur le côté opposé au lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté. Mais le signal de faisceau produit par l'élément transducteur 14f se trouvant sur le même côté du lobe principal 50d que le lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté 54d se voit affecter un gain égal à zéro. Donc, d'après la pondération fournie par la présente invention, la répartition du gain est plus importante pour des éléments transducteurs situés sur le côté du lobe principal 50d qui est opposé au lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté 54d.

Un second exemple de réalisation du système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples de la présente invention est représenté sur la figure 7 en étant globalement désigné par le repère numérique 60. Comme dans la première forme de réalisation montrée à la figure 2, le système 60 comprend un transducteur de projection 12, un transducteur de réception 14, un circuit de pondération 30 et un circuit 40 de mise en forme du faisceau. Le circuit de pondération 30 contient une pluralité de canaux d'amplification 34a-34l avec des amplificateurs 36a-36l qui amplifient les signaux de faisceau produits

par les éléments transducteurs 14a-14l avec des gains respectifs. Toutefois, dans cette deuxième forme de réalisation, le circuit de pondération 30 contient aussi un convertisseur d'analogique en numérique 70 dont les entrées 72a-72l sont couplées aux canaux d'amplification 34a-34l et qui produit des représentations numériques des signaux de faisceau amplifiés par les canaux d'amplification 34a-34l. Un processeur de pondération 80 reçoit les représentations numériques des signaux de faisceau en des entrées 82a-82l, et multiplie ces représentations numériques pour amplifier effectivement les signaux de faisceau avec des gains respectifs. Le processeur de pondération 80 est programmé pour ajuster les gains respectifs afin de réduire le niveau d'amplitude du lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté 54d dans le diagramme de rayonnement formé par le circuit 40 de mise en forme, lequel reçoit les signaux de faisceau résultants en provenance du processeur de pondération 80 par des entrées 42a-42l. Le processeur de pondération 80 ajuste les gains respectifs, comme dans la première forme de réalisation, pour avoir une pondération telle que représentée sur la figure 6, dans laquelle la répartition du gain est plus grande pour des éléments transducteurs se trouvant sur le côté du lobe principal 50d qui est opposé au lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté 54d. Mais dans la seconde forme de réalisation, la pondération est ajustée numériquement.

Les figures 8A-8B montrent les bénéfices obtenus avec le système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples de la présente invention dans la réduction des effets indésirables du lobe latéral d'interférence recevant le faisceau projeté dans le diagramme de rayonnement.

La figure 8A montre le diagramme de rayonnement de réception d'un faisceau d'extrémité centré sur l'élément 14d et recouvrant le diagramme du faisceau de transmission. La figure 8B montre le diagramme composite à deux voies, de réception/transmission, pour ce faisceau lorsqu'on utilise la procédure de pondération de cette forme de réalisation de la présente invention. L'amplitude du lobe latéral d'interférence de gauche 52d qui tombe en dehors du faisceau transmis est autorisée à augmenter jusqu'à -9 dB environ sur la figure 8A, alors

que l'amplitude du lobe latéral d'interférence de droite 54d est réduite à environ -16 dB. Comme montré sur la figure 8B, les deux lobes latéraux d'interférence sont à des niveaux acceptables et le plus mauvais est environ 3 dB meilleur que celui de la pratique classique illustrée à la figure 5B.

Nous avons décrit les formes actuellement préférées de réalisation de la présente invention mais des variantes et des avantages supplémentaires apparaîtront facilement à l'homme de l'art s'il consulte la présente description et met en pratique l'invention. Cette description et ses exemples ne doivent donc être considérés que comme illustratifs et non limitatifs de la présente invention.

## REVENDICATIONS

1. Système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un transducteur de projection (12) servant à envoyer un faisceau d'énergie acoustique vers une zone cible (18),

5 - un transducteur de réception (14) comportant une pluralité d'éléments transducteurs (14a-14i) disposés en un réseau rectiligne, chacun desdits éléments transducteurs produisant un signal de faisceau en réponse à de l'énergie acoustique réfléchi par ladite zone cible,

10 - un circuit (40) de mise en forme du faisceau couplé audit transducteur de réception pour traiter les signaux de faisceau produits par lesdits éléments transducteurs et former un diagramme de rayonnement, ledit diagramme de rayonnement comprenant un lobe principal et des lobes latéraux d'interférence, sachant que l'un desdits lobes latéraux d'interférence reçoit le faisceau projeté d'énergie acoustique,

15 et

- un circuit de pondération (30) couplé entre ledit transducteur de réception et ledit circuit de mise en forme du faisceau pour amplifier lesdits signaux de faisceau avec des gains respectifs et pour ajuster chaque gain respectif afin de réduire le niveau d'amplitude de celui desdits lobes latéraux d'interférence qui reçoit ledit faisceau projeté d'énergie acoustique.

20

2. Système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite pluralité d'éléments transducteurs comprend au moins un premier élément transducteur, ledit lobe principal étant sensiblement centré sur ledit premier élément transducteur, un deuxième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un premier côté dudit premier élément transducteur opposé à celui desdits lobes latéraux d'interférence qui reçoit ledit faisceau projeté d'énergie acoustique, et un troisième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un second côté dudit premier élément transducteur opposé audit premier côté, et en ce que ledit circuit de pondération (30) ajuste les gains respectifs de telle sorte que le signal de faisceau produit par

25

30

ledit premier élément transducteur soit amplifié avec un premier gain, que le signal de faisceau produit par ledit deuxième élément transducteur soit amplifié avec un deuxième gain inférieur ou égal audit premier gain et que le signal de faisceau produit par ledit troisième élément transducteur soit amplifié avec un troisième gain inférieur audit deuxième gain.

3. Système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite pluralité d'éléments transducteurs comprend en outre un quatrième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un second côté dudit deuxième élément transducteur et un cinquième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un second côté dudit troisième élément transducteur, et en ce que ledit circuit de pondération (30) ajuste lesdits gains respectifs de telle sorte que le signal de faisceau produit par ledit quatrième élément transducteur soit amplifié avec un quatrième gain inférieur ou égal audit troisième gain et que le signal de faisceau produit par ledit cinquième élément transducteur soit amplifié avec un cinquième gain inférieur audit quatrième gain.

4. Système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit circuit de pondération comprend :

- une pluralité de canaux d'amplification (34a-34l) pour amplifier lesdits signaux de faisceau avec lesdits gains respectifs, chacun desdits canaux d'amplification étant couplé entre l'un desdits éléments transducteurs et ledit circuit de mise en forme du faisceau, et
- un circuit (32) de commande de la pondération, couplé à chacun desdits canaux d'amplification pour ajuster le gain respectif de chacun desdits canaux d'amplification afin de réduire le niveau d'amplitude de celui desdits lobes latéraux d'interférence qui reçoit ledit faisceau d'énergie acoustique.

5. Système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite pluralité d'éléments transducteurs comprend au moins un premier élément transducteur, ledit lobe principal étant sensiblement centré sur ledit

premier élément transducteur, un deuxième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un premier côté dudit premier élément transducteur opposé à celui desdits lobes latéraux d'interférence qui reçoit ledit faisceau projeté d'énergie acoustique, et un  
5 troisième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un second côté dudit premier élément transducteur opposé audit premier côté, et en ce que ledit circuit (32) de commande de la pondération ajuste lesdits gains respectifs desdits canaux d'amplification de telle sorte que le signal de faisceau produit par ledit premier élément  
10 transducteur soit amplifié avec un premier gain, que le signal de faisceau produit par ledit deuxième élément transducteur soit amplifié avec un deuxième gain inférieur ou égal audit premier gain et que le signal de faisceau produit par ledit troisième élément transducteur soit amplifié avec un troisième gain inférieur audit deuxième gain.

15 6. Système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite pluralité d'éléments transducteurs comprend en outre un quatrième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un second côté dudit deuxième élément transducteur et un cinquième élément  
20 transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un second côté dudit troisième élément transducteur, et en ce que ledit circuit (32) de commande de la pondération ajuste lesdits gains respectifs desdits canaux d'amplification de telle sorte que le signal de faisceau produit par ledit quatrième élément transducteur soit amplifié avec un quatrième  
25 gain inférieur ou égal audit troisième gain et que le signal de faisceau produit par ledit cinquième élément transducteur soit amplifié avec un cinquième gain inférieur audit quatrième gain.

7. Système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit circuit de pondération comprend :

- une pluralité de canaux d'amplification (34a-34i) pour amplifier lesdits signaux de faisceau, chacun desdits canaux d'amplification étant couplé à l'un desdits éléments transducteurs,
- un convertisseur d'analogique en numérique (70) servant à  
35 produire des représentations numériques desdits signaux de faisceau

amplifiés par lesdits canaux d'amplification, et

- un processeur de pondération (80) servant à amplifier lesdites représentations numériques avec des gains respectifs et à ajuster lesdits gains respectifs pour réduire le niveau d'amplitude de celui desdits lobes latéraux d'interférence qui reçoit ledit faisceau projeté d'énergie acoustique.

8. Système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite pluralité d'éléments transducteurs comprend au moins un premier élément transducteur, ledit lobe principal étant sensiblement centré sur ledit premier élément transducteur, un deuxième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un premier côté dudit premier élément transducteur opposé à celui desdits lobes latéraux d'interférence qui reçoit ledit faisceau projeté d'énergie acoustique, et un troisième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un second côté dudit premier élément transducteur opposé audit premier côté, et en ce que ledit processeur de pondération (80) ajuste lesdits gains respectifs de telle sorte que le signal de faisceau produit par ledit premier élément transducteur soit amplifié avec un premier gain, que le signal de faisceau produit par ledit deuxième élément transducteur soit amplifié avec un deuxième gain inférieur ou égal audit premier gain et que le signal de faisceau produit par ledit troisième élément transducteur soit amplifié avec un troisième gain inférieur audit deuxième gain.

9. Système de sonar à couverture latérale et à lobes multiples selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite pluralité d'éléments transducteurs comprend en outre un quatrième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un second côté dudit deuxième élément transducteur et un cinquième élément transducteur ayant un premier côté placé adjacent à un second côté dudit troisième élément transducteur, et en ce que ledit processeur de pondération (80) ajuste lesdits gains respectifs de telle sorte que le signal de faisceau produit par ledit quatrième élément transducteur soit amplifié avec un quatrième gain inférieur ou égal audit troisième gain et que le signal de faisceau produit par ledit cinquième élément

transducteur soit amplifié avec un cinquième gain inférieur audit quatrième gain.

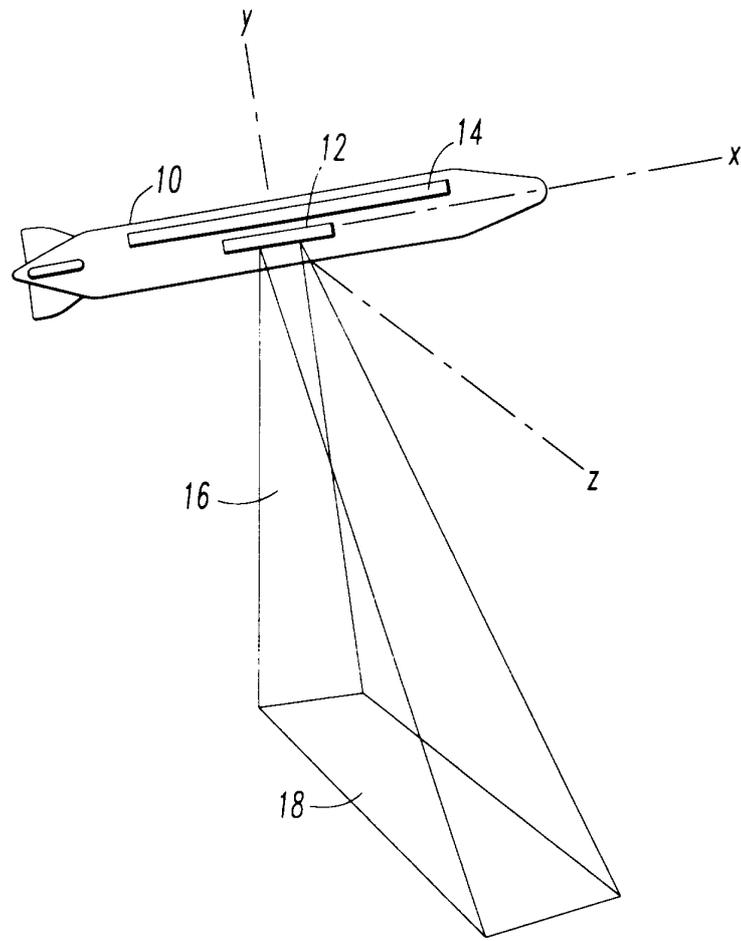


FIG. 1

2/10

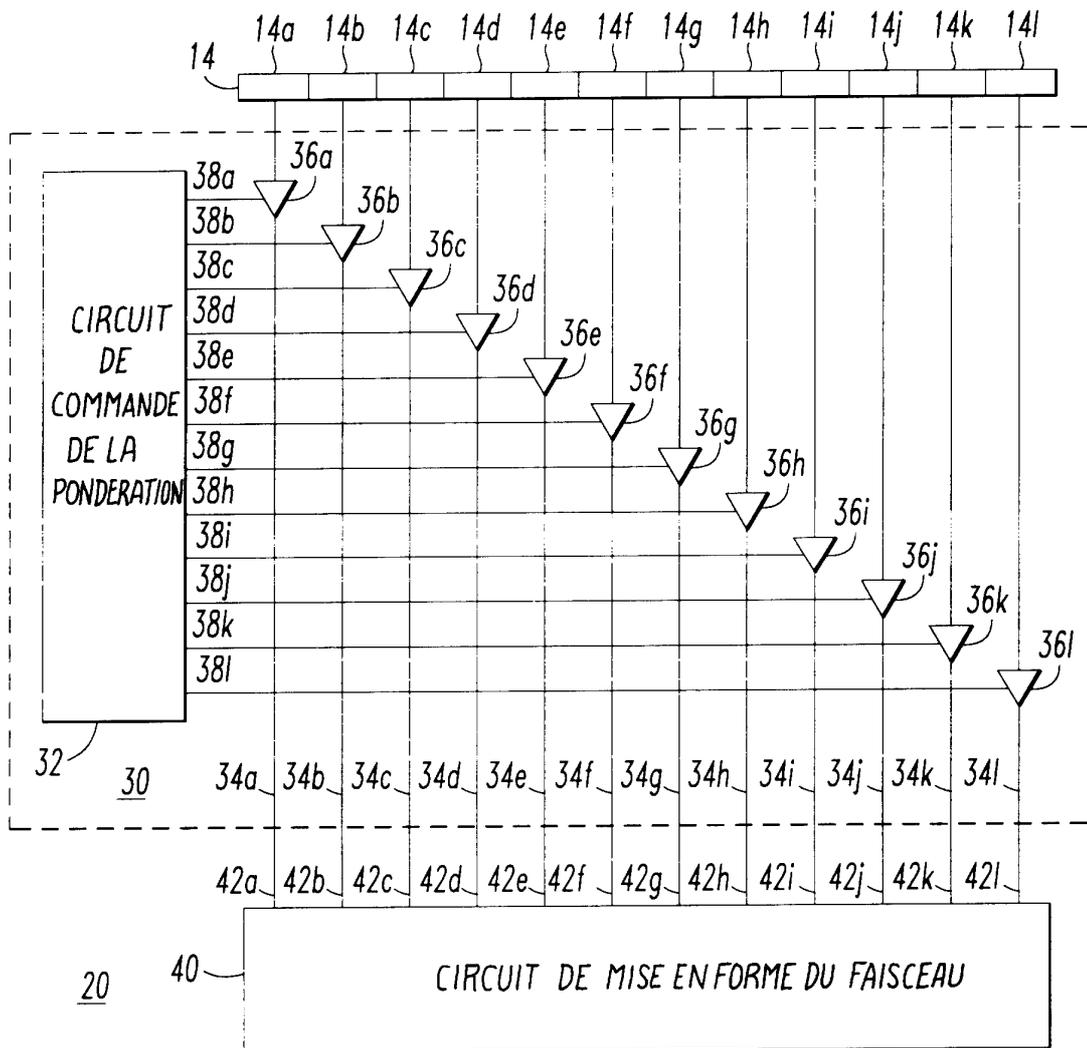


FIG. 2

3/10

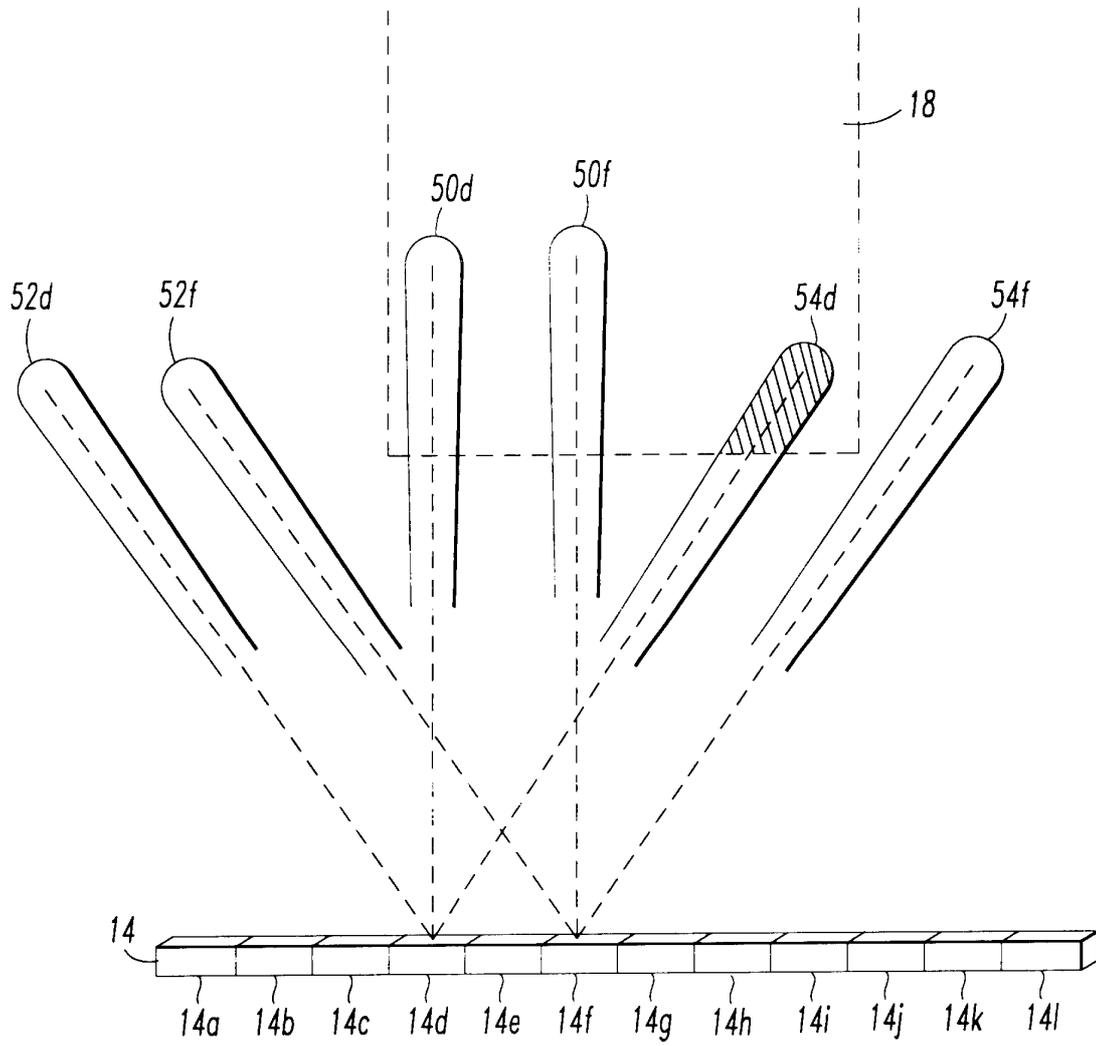


FIG. 3

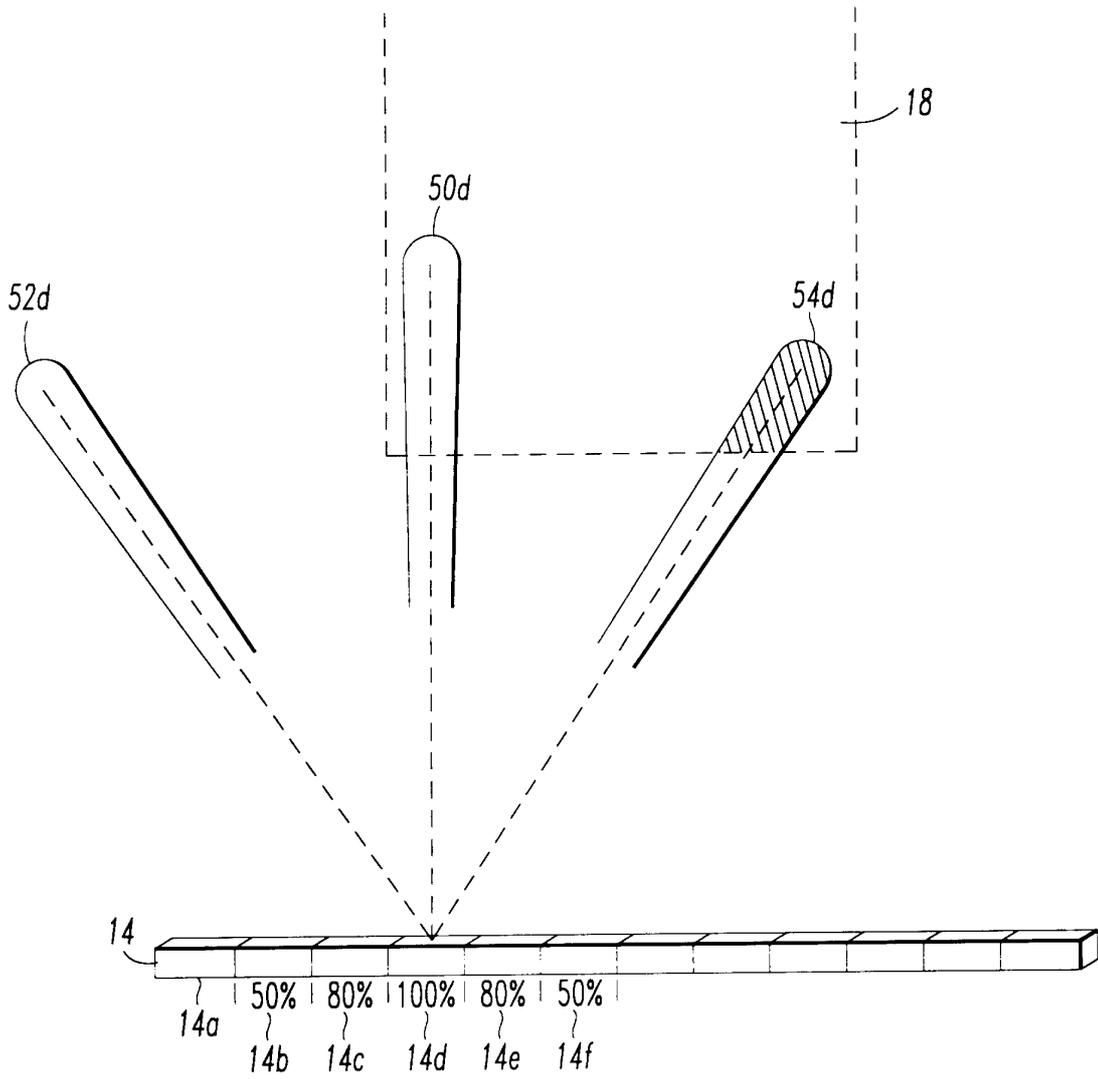


FIG. 4

5/10

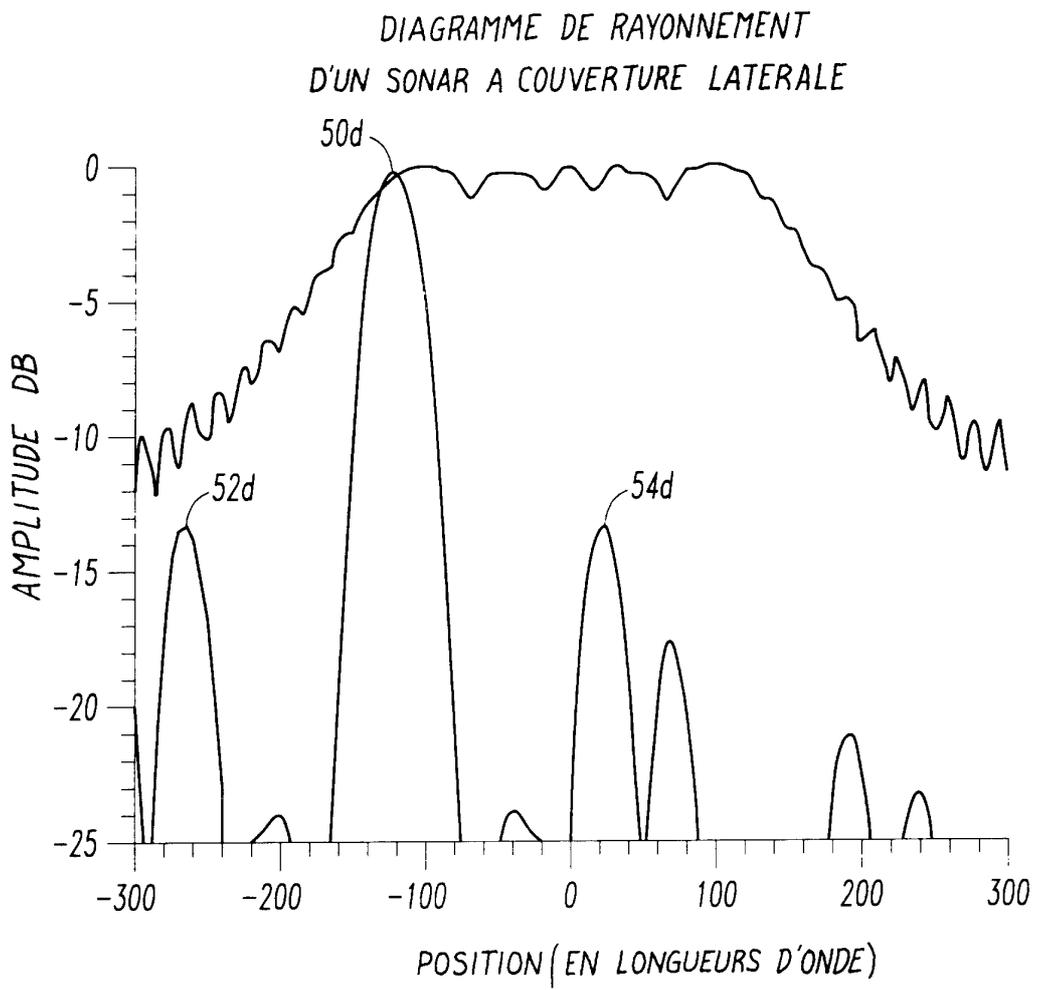


FIG. 5A

6/10

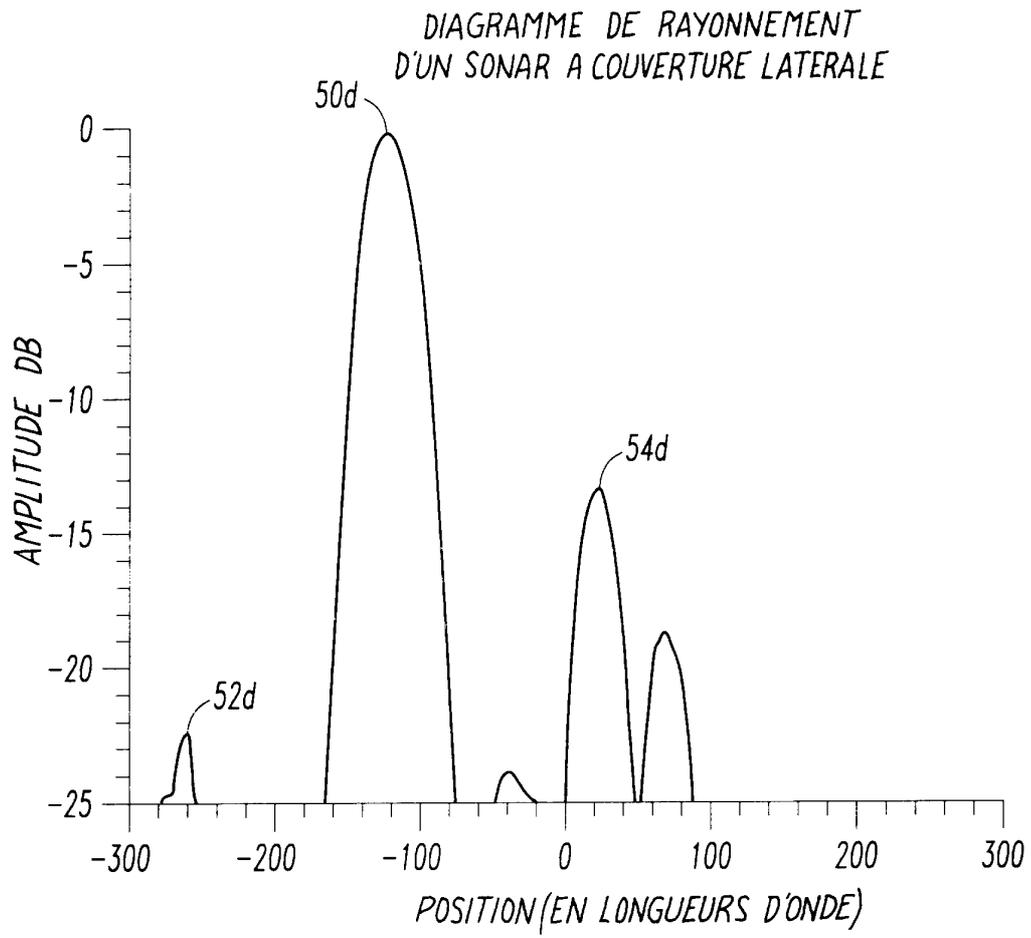


FIG. 5B

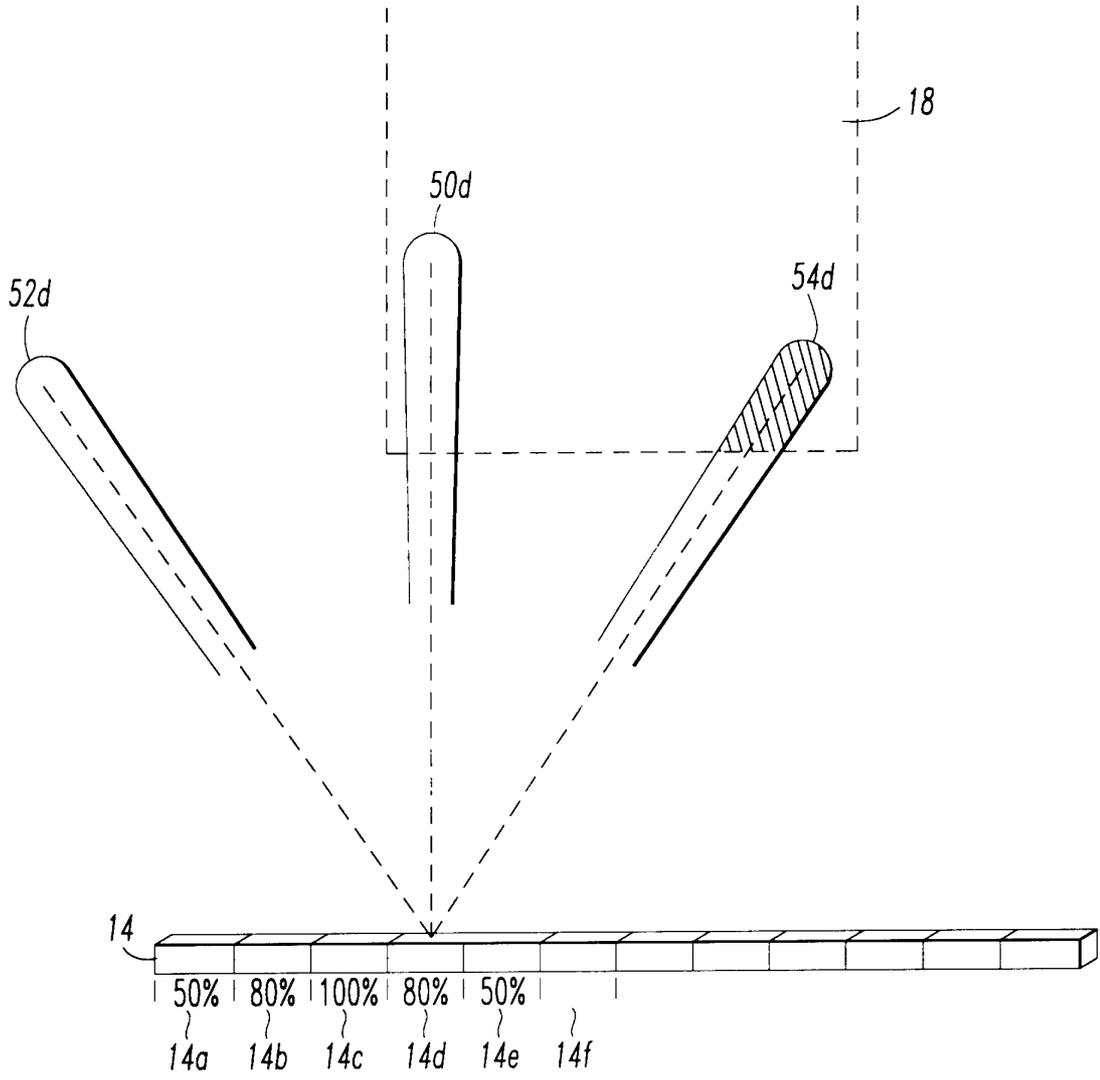


FIG. 6

8/10

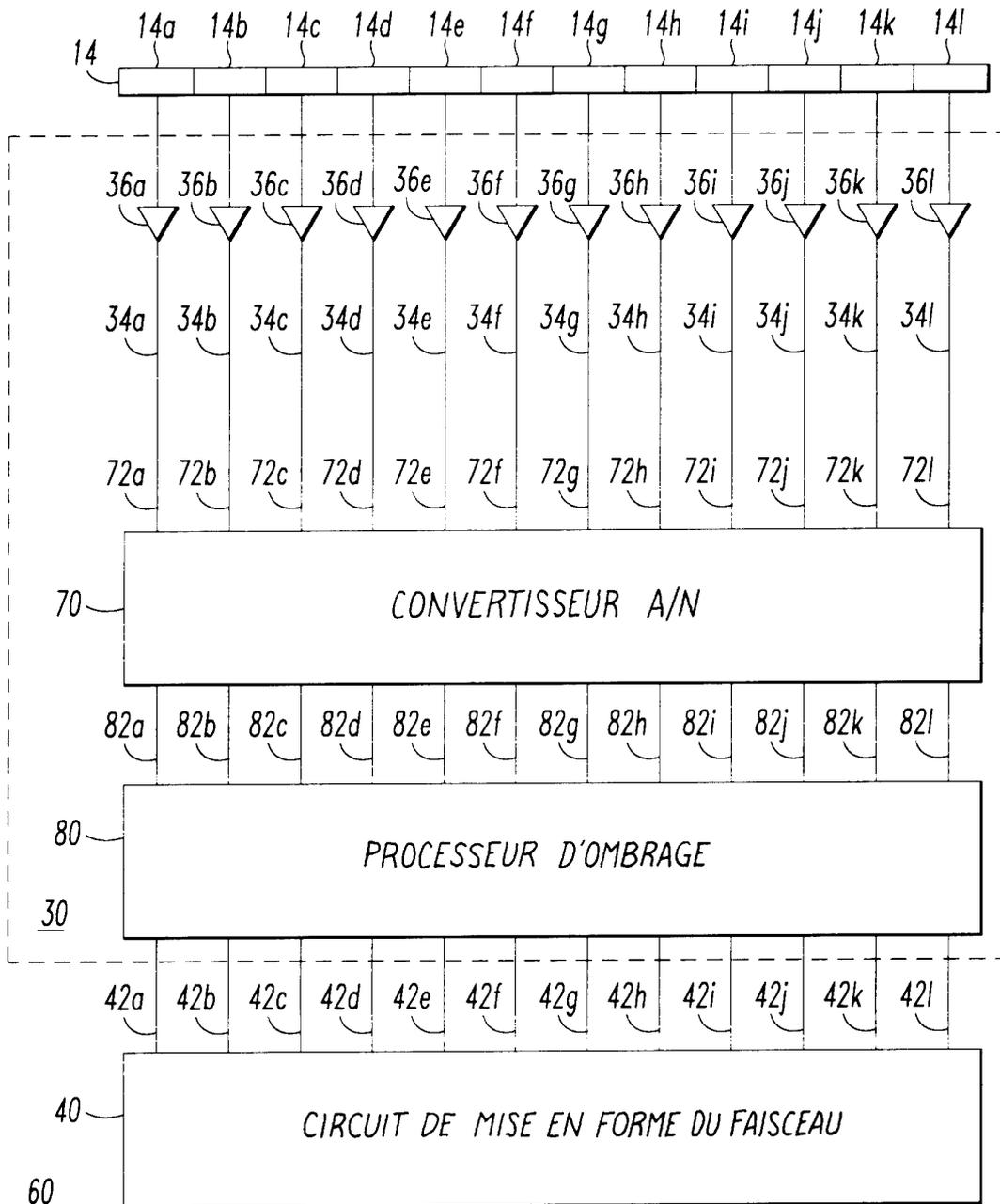


FIG. 7

9/10

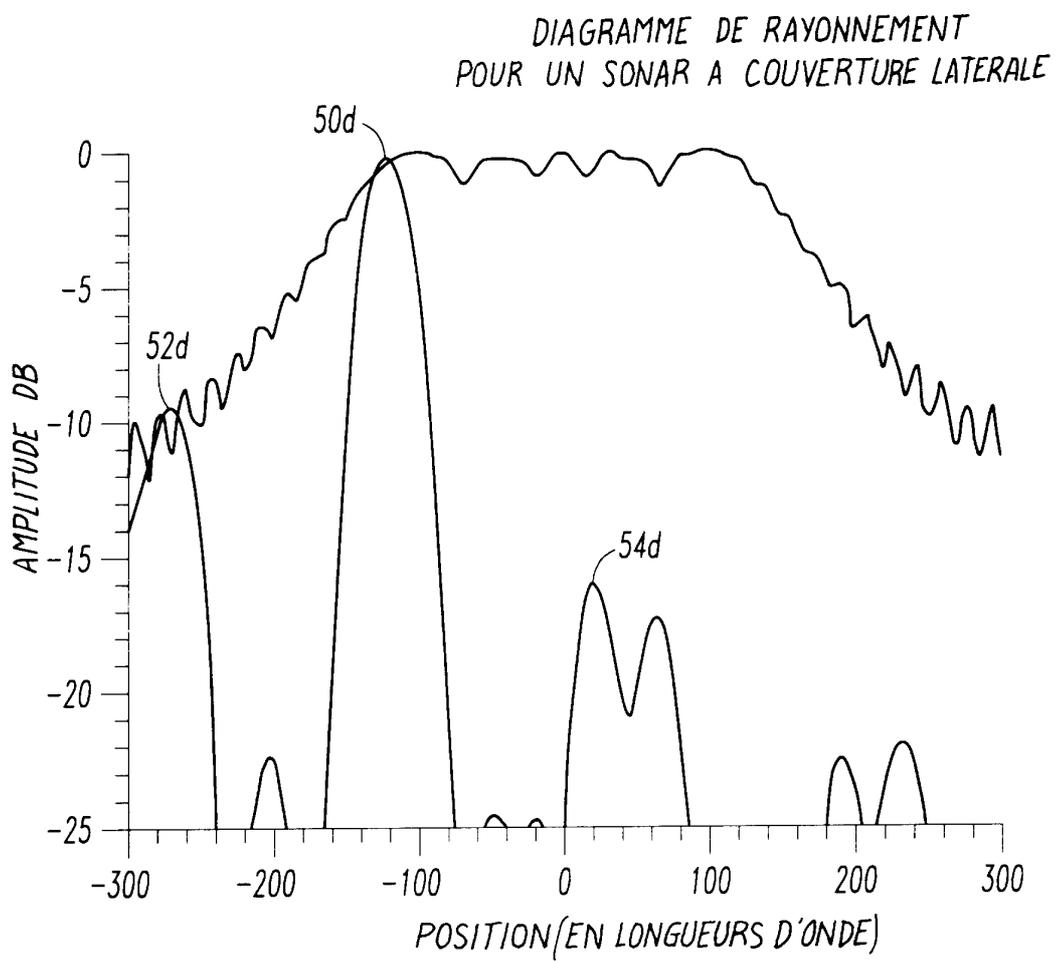


FIG. 8A

10/10

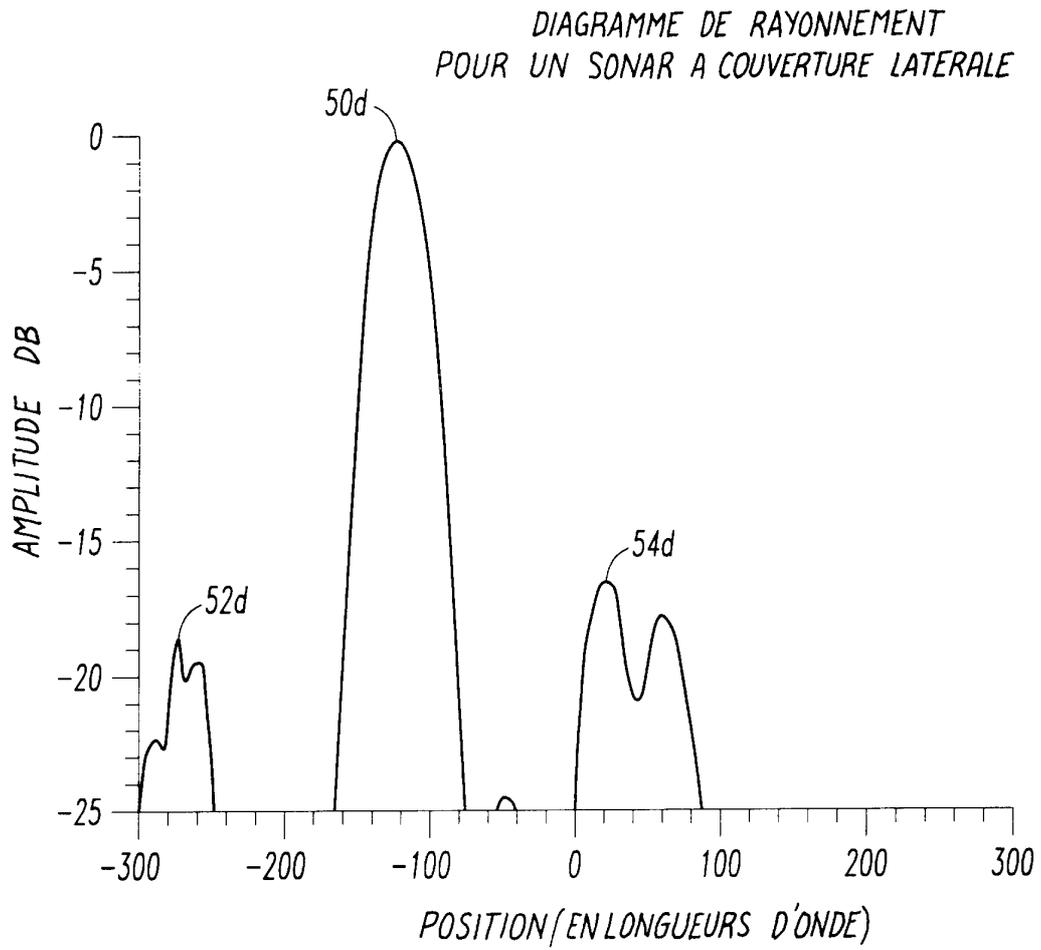


FIG.8B