

ROYAUME DU MAROC  
-----  
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE  
-----



المملكة المغربية  
-----  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية  
-----

## (12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 28362 A1**
- (51) Cl. internationale : **B63G 8/14; B63B 22/00; G01S 15/00; G05D 1/02**
- (43) Date de publication : **01.12.2006**
- 
- (21) N° Dépôt : **29269**
- (22) Date de Dépôt : **11.08.2006**
- (30) Données de Priorité : **13.02.2004 US 60/544,564**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/US2004/040764 06.12.2004**
- (71) Demandeur(s) : **EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY, P.O. BOX 2189 HOUSTON, TX 77252-2189 (US)**
- (72) Inventeur(s) : **FIELDING, Brian ; LU, Xinyou**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- 
- (54) Titre : **SYSTEME ET PROCEDE POUR TRACTER UNE ANTENNE VERTICALE SOUS-MARINE**
- (57) Abrégé : **L'INVENTION PORTE SUR UN SYSTÈME ET SUR UN PROCÉDÉ VISANT À MAINTENIR L'ALIGNEMENT VERTICAL DES ÉLECTRODES D'UNE ANTENNE DIPÔLE LORSQUE CELLE-CI EST TRACTÉE SOUS L'EAU.**

**Abrégé :**

L'invention porte sur un système et sur un procédé visant à maintenir l'alignement vertical des électrodes d'une antenne dipôle lorsque celle-ci est tractée sous l'eau

SYSTEME ET PROCEDE POUR TRACTER UNE ANTENNE VERTICALE  
SOUS-MARINE.

La présente demande revendique le bénéfice de la demande provisionnelle de brevet US 60/544 564 déposée le 13 février 2004.

5

Domaine de l'invention

La présente invention concerne de manière générale le domaine de la prospection géophysique et plus particulièrement la surveillance électromagnétique par sources contrôlées ("controlled source electromagnetic surveys" - CSEM) en mer. En particulier, l'invention concerne un appareil et un procédé de remorquage d'une antenne d'émission à dipôle électrique qui maintient l'antenne dans une orientation verticale.

15

Arrière-plan de l'invention

Les relevés électromagnétiques, notamment les expériences par CSEM, sont conduits en émettant dans le milieu sous-marin un signal électromagnétique qui présente typiquement une forme d'onde périodique à basse fréquence et en mesurant la réponse électromagnétique. Le brevet US 6 603 313 délivré à Srnka et la publication du brevet US 2003/00 50 759 (publication PCT n° WO 03/025 803) par Srnka et Carazzone divulguent des procédés d'utilisation des mesures CSEM dans la prospection de pétrole et de gaz et pour délimiter des champs d'exploration connus. A ce jour, les surveillances marines par CSEM utilisaient des dipôles électriques horizontaux ("horizontal electric dipoles" - HED) comme sources de champ électromagnétique. La demande provisionnelle de brevet US 60/500 787 divulgue certains avantages qu'il y a à utiliser une antenne d'émission à dipôle électrique verticale ("vertical electric dipole" - VED).

A

Une source à dipôle électrique peut être réalisée de la façon suivante. On étend deux fils isolés entre les deux bornes de sortie d'un générateur d'énergie capable de délivrer de l'énergie électrique à la fréquence et dans la forme d'onde souhaitées. L'autre côté de chaque fil isolé est relié à une électrode, ou encore l'isolation peut être enlevée de l'extrémité, le fil nu devenant l'électrode. Dans une application sous-marine, la boucle de courant est fermée par l'eau, le fond de la mer et éventuellement l'air situé au-dessus de l'eau (un avantage du VED est qu'il crée une contribution négligeable d'onde dans le récepteur, même dans des eaux peu profondes, ce qui améliore le signal de la cible). Les deux électrodes sont maintenues à distance fixe l'une de l'autre et l'axe du dipôle est maintenu dans une position horizontale dans le cas d'un HED ou dans une position verticale dans le cas d'un VED. Les expériences CSEM sous-marines exigent pour être efficaces que l'antenne source soit remorquée par un navire. Les surveillances sous-marines actuelles par CSEM utilisent une antenne orientée à l'horizontale pour émettre des ondes électromagnétiques. Ainsi qu'on l'a représenté dans la figure 1, une extrémité de l'antenne 11 est fixée à un châssis remorqué 12 qui est abaissé dans l'eau à la profondeur souhaitée par un câble de remorquage sous-marin 13. Le châssis sous-marin remorqué 12 est plus qu'un simple point d'ancrage pour la ligne de remorquage. Il offre un espace qui permet de reprendre les composants électriques sous-marins pour que la source crée des ondes électromagnétiques et il peut également contenir des systèmes de communication, des systèmes de positionnement, des dispositifs de mesure de la vitesse du son, des altimètres et similaires. Un treuil (non présenté) fixé à un navire de surface 14 commande le câble de remorquage. On sait actuellement comment concevoir l'antenne pour qu'elle traîne à l'horizontale à

l'arrière du châssis remorqué sous-marin. La profondeur de l'extrémité avant du HED est régie par la profondeur et l'emplacement du châssis remorqué sous-marin et l'antenne est maintenue à une profondeur constante (par rapport au châssis remorqué) sur toute sa longueur, en concevant l'antenne de telle sorte qu'elle ait une flottation neutre. Une surveillance en temps réel renvoie les coordonnées précises de l'emplacement et de la profondeur au navire pour garantir que l'antenne reste à la profondeur correcte. Ces procédés ne fonctionnent pas avec un VED, parce la dynamique des fluides naturels amène un objet remorqué à s'orienter de lui-même dans la position où sa résistance hydraulique est minimale. Dans le cas d'une antenne à dipôle, cette position est horizontale. Les champs électromagnétiques créés sont fonction de la géométrie de l'émetteur, c'est-à-dire du dipôle d'antenne, et des structures électriques de la terre. En modifiant l'emplacement des électrodes 15 pour leur donner une orientation verticale plutôt qu'une orientation horizontale, on modifie les champs électromagnétiques. Bien que jusque là, on n'a pas encore vu des VED remorqués de cette manière, il est évident qu'il faut découvrir des moyens pratiques pour maintenir le dipôle dans une orientation verticale pendant qu'il est remorqué dans l'eau. La présente invention répond à ce besoin.

#### Résumé de l'invention

Un mode de réalisation de l'invention consiste en un système qui maintient une antenne à dipôle flexible dans une orientation essentiellement verticale et à une profondeur essentiellement constante lorsqu'elle est remorquée en étant immergée dans l'eau, et qui comprend une source de tension verticale sur l'antenne, une ligne de remorquage reliée à un navire remorqueur à une extrémité, la longueur de ladite ligne de remorquage

étant déterminée par la profondeur constante, un châssis remorqué à flottation négative relié à l'autre extrémité de la ligne de remorquage et à l'antenne et une source de force d'équilibrage qui exerce sur l'antenne immergée une force verticale essentiellement nulle.

Dans un autre mode de réalisation, l'invention est un procédé pour maintenir une antenne en dipôle flexible dans une orientation essentiellement verticale et à une profondeur essentiellement constante lorsqu'elle est remorquée en étant immergée dans l'eau et qui comprend les étapes qui consistent à exercer une tension verticale sur l'antenne, à fixer une extrémité d'une ligne de remorquage à un navire remorqueur et l'autre extrémité à un châssis remorqué à flottation négative, la longueur de ladite ligne de remorquage étant déterminée par ladite profondeur constante, à fixer l'antenne au châssis remorqué et à équilibrer les forces verticales exercées sur l'antenne immergée de manière à obtenir une force nette essentiellement nulle.

#### Brève description des dessins

La présente invention et ses avantages seront mieux compris en référence à la description détaillée qui suit et aux dessins annexés, dans lesquels :

la figure 1 représente une source à dipôle électrique horizontal remorquée dans l'eau par un navire,

la figure 2 représente une antenne à dipôle vertical avec deux élingues,

la figure 3 représente les forces exercées par la résistance du fluide sur une antenne verticale remorquée et dotée de deux élingues,

A

la figure 4 représente l'effet de différents degrés de tension verticale appliqués sur l'antenne verticale de la figure 2,

5 la figure 5 représente une antenne verticale dotée de trois élingues,

la figure 6 représente la tension verticale exercée par une antenne à densité variable,

10

la figure 7 représente l'utilisation d'élingues horizontales,

15 la figure 8 représente la configuration d'une antenne suspendue et

la figure 9 représente l'antenne suspendue dotée d'un propulseur.

20 L'invention est décrite ci-après dans le cadre de ses modes de réalisation préférés. Cependant, dans la mesure où la description détaillée qui suit est spécifique à un mode de réalisation particulier ou à une utilisation particulière de l'invention, cette description est  
25 destinée à être uniquement illustrative et ne doit pas être entendue comme limitant la portée de l'invention. Au contraire, elle est destinée à couvrir toutes les variantes, modifications et équivalents qui peuvent être couverts par l'esprit et la portée de l'invention qui est  
30 définie par les revendications annexées.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

La présente invention consiste en un procédé et un système pour maintenir une source à dipôle électrique  
35 dans une orientation verticale pendant qu'elle est remorquée dans l'eau dans une direction horizontale.

4

Les deux élingues

Dans un mode de réalisation de la présente invention que l'on a représenté dans la figure 2, l'antenne à dipôle 11 est reliée à deux élingues. L'élingue supérieure 22 relie l'extrémité supérieure de l'antenne au châssis remorqué sous-marin 12 et l'élingue inférieure 23 relie l'extrémité inférieure de l'antenne au châssis sous-marin remorqué. Les électrodes n'ont pas été représentées dans ce dessin mais sont situées à chacune des extrémités de l'antenne 11. L'antenne doit être réalisée en un matériau qui présente une certaine résistance structurelle pour maintenir entre les électrodes une séparation (de préférence constante). Une tension verticale 44 est exercée sur l'antenne pour la maintenir orientée dans la direction verticale. Ainsi qu'on l'a représenté dans la figure 3, la dynamique naturelle des fluides tend à écraser l'antenne, ce qui impose que les forces de tension agissent contre les forces exercées par le fluide qui ont été désignées par les flèches 31. On peut empêcher l'écrasement en plaçant les électrodes aux extrémités d'une barre rigide, mais cela est peu pratique, parce que la longueur nécessaire du dipôle est typiquement de l'ordre de 50 à 200 mètres ou même davantage. Quel que soit le mode de réalisation de l'invention, avec des élingues ou non, la tension verticale sur l'antenne est obtenue par différentes sources de force ou combinaisons de ces sources, qui sont habituellement situées à l'extrémité supérieure et/ou à l'extrémité inférieure de l'antenne :

- des ailes (fixes ou ajustables),
- des dispositifs de flottation (par exemple des colliers de flottation, des bidons de flottation ou des boules de flottation en verre),
- l'ajout d'un poids,
- des propulseurs ou



- des dispositifs à cerf- volant ou à parachute.

Les dispositifs de flottation ainsi que les cerfs-volants ou parachute ne peuvent à l'évidence que fournir la  
5 composante de tension vers le haut et l'ajout d'un poids uniquement la composante orientée vers le bas. Des propulseurs et des ailes adaptés pour se déplacer dans l'eau peuvent être ajustés ou peuvent travailler de manière à délivrer une composante de force dirigée vers  
10 le haut au sommet de l'antenne ou une composante de force dirigée vers le bas à l'extrémité inférieure de l'antenne. Dans la plupart des modes de réalisation, les propulseurs seront orientés fondamentalement dans la direction verticale, mais dans certains modes de  
15 réalisation, ils peuvent exercer également une composante de force horizontale.

La forme de l'antenne varie en fonction de la valeur de la tension appliquée. La figure 4 montre comment le  
20 profil d'antenne peut changer lorsque la tension 44 est augmentée (la tension augmente du profil 41 au profil 43 en passant par le profil 42) dans la configuration représentée dans la figure 2. Sans source de tension verticale, l'antenne ne sera pas remorquée dans  
25 l'orientation verticale. La présente invention requiert l'utilisation d'une source de tension verticale, par exemple l'un des dispositifs décrits plus haut, ou un équivalent. Tous ces équivalents sont considérés comme faisant partie de la présente invention. Le rôle  
30 fondamental de la tension verticale est de maintenir les électrodes sur une ligne essentiellement verticale, tout en maintenant une séparation essentiellement constante entre les électrodes. La longueur du câble de remorquage limite la profondeur à laquelle l'antenne se déplace dans  
35 l'eau. Dans des modes de réalisation préférés de l'invention, le châssis sous-marin remorqué présente une

flottation négative et se place à une profondeur qui est déterminée par la longueur du câble de remorquage et la vitesse du navire. Dans ces modes de réalisation, l'antenne préférée aura une flottation nette  
5 essentiellement égale à zéro ("flottation neutre"), en ce compris les forces de tension verticales, c'est-à-dire que les forces verticales exercées sur l'antenne sont équilibrées de manière à obtenir une force nette égale à zéro. Dans cette configuration préférée, les élingues  
10 exercent uniquement une force horizontale et l'antenne est remorquée directement derrière le châssis de remorquage, la tension verticale lui donnant son orientation verticale souhaitée. Dans de nombreux modes de réalisation de l'invention, les forces qui exercent la  
15 tension verticale sont ajustées de manière à équilibrer les forces verticales exercées sur l'antenne.

#### Elingues supplémentaires

Dans certains modes de réalisation de l'invention, on  
20 ajoute une ou plusieurs élingues supplémentaires au système pour équilibrer la force de traînée exercée par l'eau sur l'antenne et pour obtenir ainsi une orientation plus verticale. La figure 5 représente une configuration avec une élingue 24; cependant, on peut ajouter des  
25 élingues supplémentaires pour stabiliser l'antenne dans la mesure souhaitée. Chaque élingue supplémentaire contribue à réduire la courbure naturelle de l'antenne? Une option supplémentaire à ce modèle consiste à installer un treuil (non représenté) sur le châssis sous-  
30 marin remorqué 12, de manière à pouvoir rentrer ou déployer la ou les élingues jusqu'à ce que l'on obtienne pour l'antenne la forme verticale la plus constante. Même dans cette configuration, il faut toujours une tension verticale 44 pour maintenir l'antenne debout.

35

A

Elingues à densité variable

Dans un mode de réalisation de la présente invention, la tension verticale nécessaire est fournie en donnant à l'antenne une densité variable. Les parties supérieures 61 de l'antenne auront une flottation positive, les parties centrales 62 d'une flottation neutre et les parties inférieures 63 une flottation négative, ainsi qu'on l'a représenté dans la figure 6. Ce modèle d'antenne constitue une amélioration dans le cadre de la présente invention, parce que le centre de masse est abaissé et que le centre de flottation est rehaussé. Le bras de levier du couple de torsion qui oriente l'antenne dans la direction verticale est proportionnel à la distance entre le centre de masse et le centre de flottation. Une antenne à densité variable permet de mieux séparer le centre de masse et le centre de flottation. D'autres manières d'obtenir une tension verticale sont également améliorées en séparant le point d'application du couple de torsion. Deux ailes seront par exemple montées de préférence à l'extrémité supérieure et à l'extrémité inférieure de l'antenne pour ainsi utiliser la totalité de la longueur de l'antenne comme bras de levier.

25

Elingues horizontales

Dans d'autres modes de réalisation de la présente invention, les deux élingues sont placées essentiellement à l'horizontale ainsi qu'on l'a représenté dans la figure 7A, la figure 7B représentant une vue agrandie de l'antenne et des élingues. L'élingue supérieure 22 s'étend à l'horizontale depuis le sommet de l'antenne 11 jusqu'à la ligne de remorquage 13. L'élingue inférieure 23 est reliée, également à l'horizontale, entre la base de l'antenne et le châssis sous-marin remorqué 12. Les forces de traînée exercées sur les élingues horizontales

35

A

sont beaucoup moins importantes que celles exercées sur des élingues non horizontales, par exemple celles de la figure 2. Des dispositifs supplémentaires (non représenté) peuvent être ajoutés aux points des fixations des élingues, par exemple des treuils qui peuvent rentrer ou sortir le câble d'élingue pour permettre de mieux orienter le dipôle dans la direction verticale. Les élingues peuvent avoir des longueurs différentes, et dans un mode de réalisation, l'élingue inférieure est éliminée et l'extrémité inférieure du VED est reliée au châssis sous-marin remorqué. La figure 7B représente deux élingues horizontales, mais on peut en utiliser plus de deux. Bien que les élingues horizontales ajoutent de manière souhaitable de la stabilité (plus les élingues sont courtes, plus la stabilité est élevée), une source de tension verticale est toujours nécessaire. Une antenne à densité variable constitue une source préférée de tension verticale dans cette configuration.

#### 20 Antenne suspendue

Dans un autre mode de réalisation de la présente invention, les élingues sont entièrement éliminées en fixant une extrémité de l'antenne 11 directement au châssis sous-marin remorqué 12 et en fixant un poids 81 à l'autre extrémité, ainsi qu'on l'a représenté dans la figure 8. L'extrémité libre est suspendue vers le bas et est reculée par rapport au point de fixation, en fonction des paramètres suivants : poids total attaché à l'extrémité libre, vitesse de remorquage, taille et poids de l'antenne, longueur de l'antenne et traînée exercée sur le système. Pour réduire le recul de l'extrémité libre de l'antenne, on peut utiliser plusieurs options. Tout d'abord, l'antenne sera de préférence réalisée en un matériau à haute densité à haute résistance en tension, de manière à lui permettre de résister à de grandes forces de tension. Cela permet d'ajouter une masse plus

4

lourde à l'extrémité libre de l'antenne, sans compromettre l'intégrité de l'antenne. Pour garantir que les électrodes soient orientées à la verticale, on peut ajouter un propulseur à l'extrémité libre de l'antenne.

5 Un exemple de propulseur est une torpille (sans explosif) ou tout dispositif similaire autopropulsé et dont la direction peut être contrôlée. La force 92 créée par le propulseur 91 permet de surmonter les forces exercées par la résistance du fluide sur l'antenne 11 de manière à

10 garantir l'alignement vertical de l'électrode supérieure et de l'électrode inférieure 15, ainsi qu'on l'a représenté dans la figure 9. Dans les modes de réalisation des figures 8 et 9, c'est la ligne de remorquage 13 qui exerce la tension verticale vers le

15 haut sur l'antenne.

La description qui précède concerne des modes de réalisation particuliers de la présente invention dans le but d'illustrer cette dernière. Il apparaîtra cependant

20 aux personnes expérimentées dans la technique que de nombreuses modifications et variantes des modes de réalisation décrits ici sont possibles. Par exemple, plusieurs des concepts divulgués ici peuvent être combinés entièrement ou en partie. Il est également à

25 l'évidence possible de séparer la fonction de plongée du châssis sous-marin remorqué de l'emplacement ou l'équipement nécessaire de positionnement et les autres équipements sont conservés et protégés de l'eau. Toutes ces variantes et modifications sont destinées à être

30 englobées dans la portée de la présente invention qui est définie par les revendications annexées.

A

## REVENDEICATIONS

1. Système pour maintenir une antenne en dipôle flexible dans une orientation essentiellement verticale et à une profondeur essentiellement constante lorsqu'elle est remorquée en étant immergée dans l'eau, lequel système comprend :
- 5
- (a) une source de tension verticale sur l'antenne,
- (b) une ligne de remorquage reliée à une extrémité d'un navire remorqueur, la longueur de ladite ligne de remorquage étant déterminée par la profondeur constante,
- 10
- (c) un châssis remorqué à flottation négative fixé à l'autre extrémité de la ligne de remorquage et à l'antenne et
- 15
- (d) une source d'une force d'équilibrage qui annule essentiellement la force verticale nette exercée sur l'antenne immergée.
2. Système selon la revendication 1, dans lequel la source de tension verticale est une source de force dirigée vers le haut et une source de force de décalage dirigée vers le bas, lesdites deux forces ayant des valeurs suffisamment grandes pour tirer l'antenne dans une configuration essentiellement verticale et leurs valeurs différant d'une quantité essentiellement égale à ladite force d'équilibrage.
- 20
- 25
3. Système selon la revendication 2, dans lequel la source de force dirigée vers le haut est au moins l'une des sources de force ci-dessous attachées à une extrémité de l'antenne :
- 30
- (a) un cerf-volant,
- (b) un parachute,
- (c) un propulseur,
- 35
- (d) une aile hydraulique,
- (e) un dispositif de flottation,

A

(f) la ligne de remorquage  
et la source de force dirigée vers le bas est au moins l'une des sources de force ci-dessous, attachées à l'autre extrémité de l'antenne :

- 5 (a) un poids,
- (b) un propulseur
- (c) une aile hydraulique.

4. Système selon la revendication 1, qui comprend en outre au moins deux élingues intercalées entre l'antenne et le châssis remorqué, chaque élingue étant fixée à une extrémité au châssis remorqué et à l'autre extrémité à des emplacements séparés de l'antenne.

15 5. Système selon la revendication 4, qui présente deux élingues de longueur essentiellement égale et attachés chacun à une extrémité différente de l'antenne.

20 6. Système selon la revendication 5, qui comprend en outre une troisième élingue fixée par une extrémité à l'antenne, essentiellement au centre de l'antenne, et à son autre extrémité au châssis remorqué, la longueur de ladite troisième élingue étant déterminée par des considérations de verticalité.

25 7. Système selon la revendication 1, qui comprend en outre une élingue intercalée entre le châssis remorqué et une extrémité de l'antenne et étant reliée à chacun d'eux, ainsi qu'une deuxième élingue qui relie l'autre extrémité de l'antenne et un point situé sur la ligne de remorquage, ledit point situé sur la ligne de remorquage étant déterminé de telle sorte que les élingues soient essentiellement horizontales, lesdites élingues ayant des longueurs déterminées par des considérations de verticalité lorsque l'antenne est remorquée.

30

35

A

8. Système selon la revendication 1, dans lequel l'antenne est une antenne à densité variable, ladite variation de densité étant conçue de manière à obtenir la tension verticale et la force d'équilibrage.

5

9. Système selon la revendication 1, dans lequel le châssis remorqué prévoit un emplacement pour des équipements tels qu'un équipement de communication, un équipement de positionnement et un équipement de mesure.

10

10. Procédé pour maintenir une antenne en dipôle flexible dans une orientation essentiellement verticale et à une profondeur essentiellement constante lorsqu'elle est remorquée en étant immergée dans l'eau, ledit procédé comprenant les étapes qui consistent à :

15

- (a) exercer une tension verticale sur l'antenne,
- (b) fixer une extrémité d'une ligne de remorquage à un navire remorqueur et l'autre extrémité à un châssis remorqué à flottation négative, ladite longueur de ladite ligne de remorquage étant déterminée par ladite profondeur constante,
- (c) fixer l'antenne au châssis remorqué et
- (d) équilibrer les forces verticales exercées sur l'antenne immergée de manière à obtenir une force nette essentiellement nulle.

20

25

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la tension verticale et la force d'équilibrage sont fournies par une force exercée vers le haut et une force de décalage exercée vers le bas, ladite force exercée vers le haut et ladite force exercée vers le bas étant suffisamment grandes pour tirer l'antenne dans une position essentiellement verticale et étant suffisamment différentes pour équilibrer essentiellement les forces verticales exercées sur l'antenne.

30

35

9



12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel la force exercée vers le haut est fournie par au moins l'un des dispositifs ci-dessous, fixés à une extrémité de l'antenne :

- 5 (a) un cerf-volant,
- (b) un parachute,
- (c) un propulseur,
- (d) une aile hydraulique,
- (e) un dispositif de flottation,
- 10 (f) la ligne de remorquage

la force exercée vers le bas étant délivrée par au moins l'un des dispositifs ci-dessous, fixés à l'autre extrémité de l'antenne :

- 15 (a) un poids,
- (b) un propulseur
- (c) une aile hydraulique.

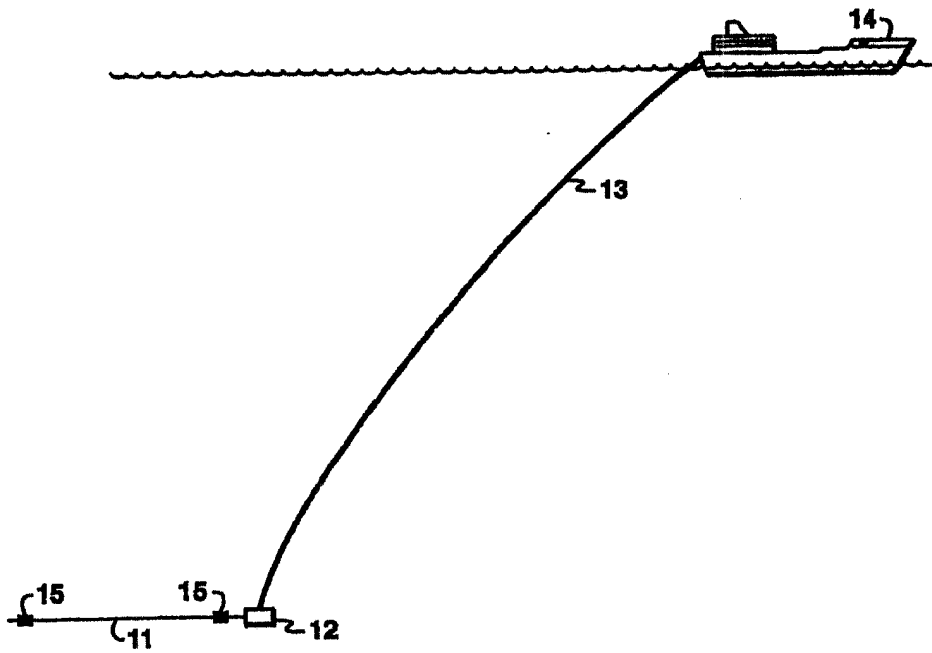
13. Procédé selon la revendication 10, qui comprend en outre l'étape qui consiste à intercaler au moins deux élingues entre le châssis remorqué et l'antenne, chaque élingue étant fixée par une extrémité au châssis remorqué et par l'autre extrémité à des emplacements séparés de l'antenne.

25

14. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la tension verticale et la force d'équilibrage sont obtenues en utilisant une antenne à densité variable.

X

1/5

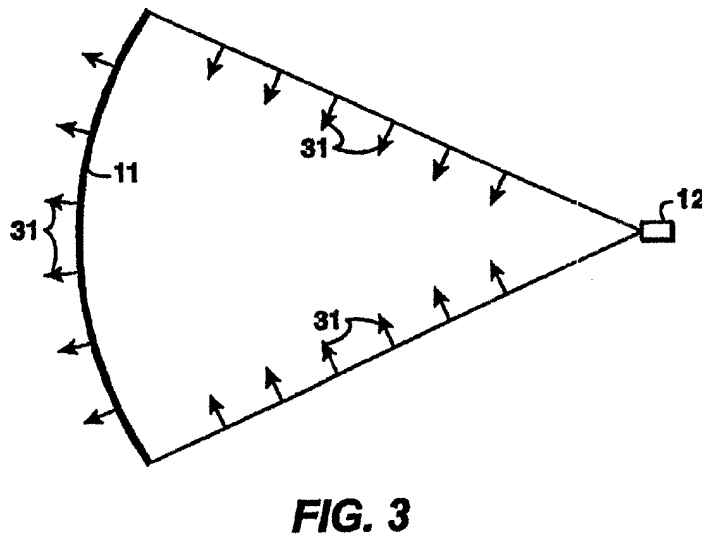
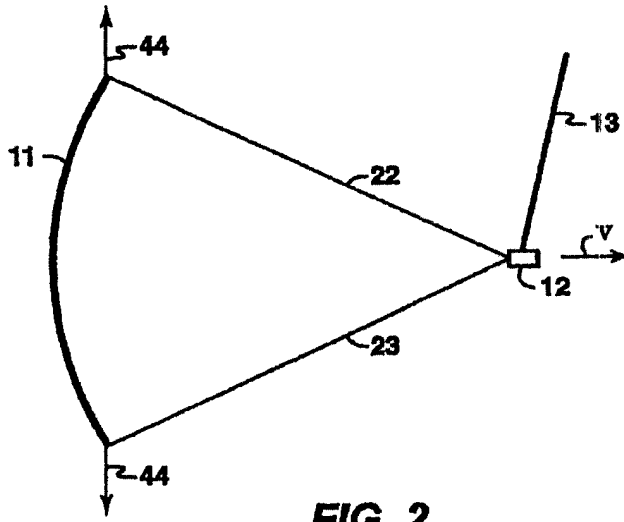


**FIG. 1**

(Art Antérieur)

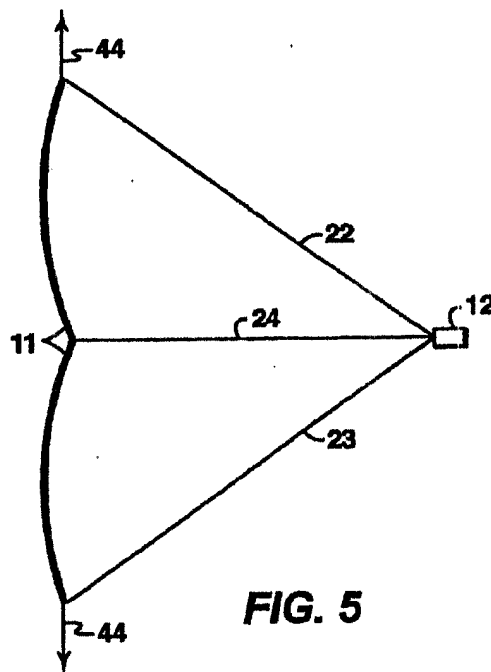
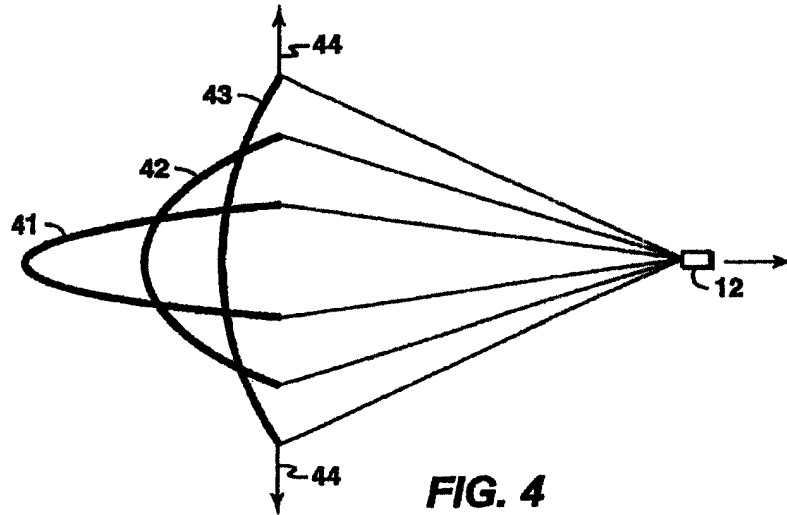
A

2/5



4

3/5



4

4/5

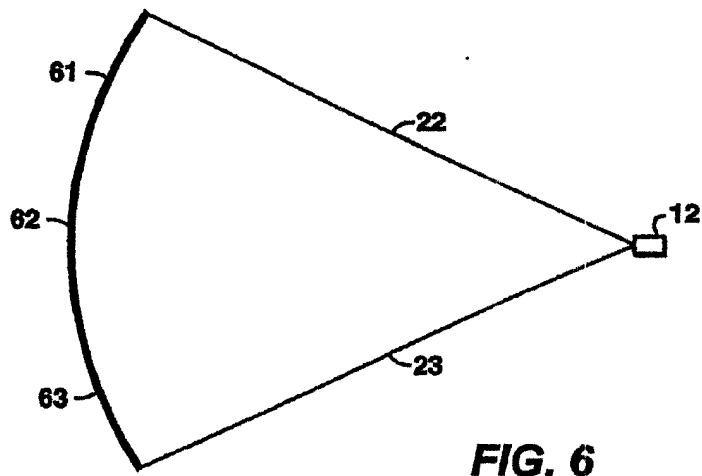


FIG. 6

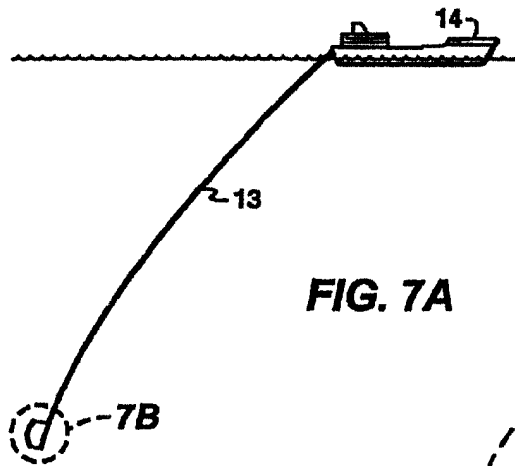


FIG. 7A

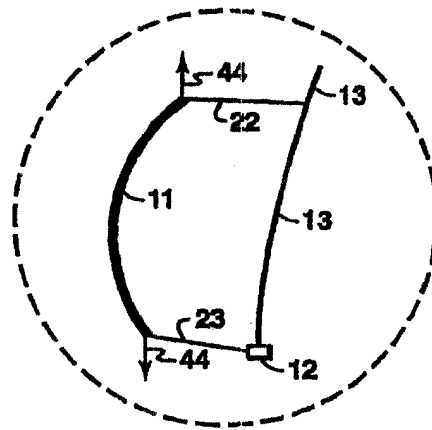


FIG. 7B

2