



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
27.09.2017 Bulletin 2017/39

(51) Int Cl.:
H01Q 1/04 (2006.01) H01Q 1/34 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17161746.7**

(22) Date de dépôt: **20.03.2017**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Etats d'extension désignés:
BA ME
 Etats de validation désignés:
MA MD

(72) Inventeurs:
 • **NGO BUI HUNG, Frédéric**
92622 Gennevilliers Cede (FR)
 • **LAMY-BERGOT, Catherine**
92622 Gennevilliers Cede (FR)
 • **CHULOT, Didier**
92622 Gennevilliers Cedex (FR)

(30) Priorité: **22.03.2016 FR 1600476**

(74) Mandataire: **Dudouit, Isabelle et al**
Marks & Clerk France
Conseils en Propriété Industrielle
Immeuble " Visium "
22, avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(71) Demandeur: **THALES**
92400 Courbevoie (FR)

(54) **ANTENNE BI-BOUCLE POUR ENGIN IMMERGE**

(57) Antenne émettrice et/ou réceptrice (1) destinée à équiper un engin submersible caractérisée en ce qu'elle comporte au moins les éléments suivants :

- Un élément support (10),
- Une première boucle (2) de forme donnée comprenant une première extrémité (21) reliée à un premier point et une deuxième extrémité (22) reliée à un point commun,
- Une deuxième boucle (3) comprenant une première extrémité (31) reliée à un deuxième point et une deuxième extrémité (32) reliée au point commun, ayant une

- forme similaire à la forme de la première boucle,
- Les deux boucles sont symétriques par rapport à l'élément support (10) et sont alimentées en opposition de phase afin que les courants de retour vers le point commun se compensent,
- La première et la deuxième boucle étant protégées par une enceinte (8).

Système antennaire comprenant une antenne selon l'invention.

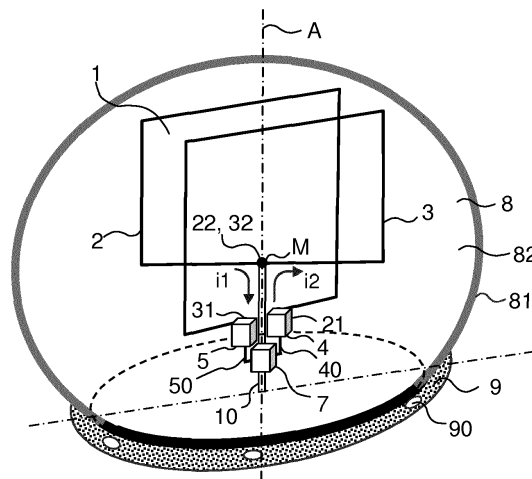


FIG.1

Description

[0001] L'invention concerne une antenne émettrice et/ou réceptrice, bi-boucle, destinée à être installée sur un engin pouvant être immergé et fonctionnant à haute fréquence pour émettre et/ou recevoir des ondes hautes fréquences entre ledit engin et une base terrestre, par exemple. L'antenne est utilisée pour des émissions dans les bandes de fréquence 1,5 à 30 MHz, par exemple, la transmission des données s'effectuant via l'ionosphère.

[0002] Elle concerne un système antennaire permettant la transmission de données de tout format, voix, images, vidéo, entre un engin submersible et une base terrestre, par exemple.

[0003] Les engins submersibles transmettent et reçoivent des signaux en général via des antennes filaires remorquées ou tractées par ces engins submersibles. Ces antennes sont positionnées flottant à la surface de l'eau pendant que l'engin submersible est en immersion à une plus grande profondeur.

[0004] Lorsque l'engin submersible doit se déplacer d'une position à une autre, le câble de l'antenne doit être rembobiné, enroulé sur un support, ce qui peut générer des dégradations mécaniques et électriques.

[0005] D'autre part, l'antenne flottant à la surface, elle est facilement repérable.

[0006] A titre d'exemple d'antennes selon l'art antérieur, la demande de brevet FR 2962854 divulgue une antenne filaire, pour une émission haute fréquence pour sous-marin, comprenant un câble coaxial et un élément rayonnant dont une extrémité est reliée au câble coaxial et qui est dimensionné pour émettre des ondes hautes fréquences.

[0007] La demande de brevet FR 3003388 divulgue une antenne comportant un câble coaxial et un élément rayonnant, l'antenne est remorquée derrière un engin submersible et remonte à la surface de l'eau, au dioptré, pour permettre des échanges de données et en particulier des émissions HF.

[0008] Les antennes connues de l'art antérieur présentent notamment des risques de rupture du câble de liaison, de problèmes mécaniques lors du déploiement ou lorsque l'on rembobine le câble de l'antenne sur un support. D'un point de vue radioélectrique, elles présentent un faible rendement et ne peuvent être utilisées comme antenne d'émission de forte puissance, typiquement la puissance d'émission est limitée à quelques watts.

[0009] L'antenne selon l'invention présente une architecture originale en ce sens qu'elle comporte une double boucle symétrique par rapport à un axe support, isolée de l'eau dans laquelle elle peut être immergée par une enceinte diélectrique, chaque boucle étant alimentée en opposition de phase afin que la résultante des courants de retour vers la masse (eau) s'annule, réduisant ainsi fortement les pertes ohmiques dans l'eau.

[0010] L'invention concerne une antenne émettrice et/ou réceptrice destinée à équiper un engin submersible caractérisée en ce qu'elle comporte au moins les éléments

suivants :

- Un élément support en matériau conducteur et adapté à éloigner les boucles de la masse de l'engin submersible et à connecter électriquement l'ensemble à cette masse du porteur,
- Une première boucle de forme donnée comprenant une première extrémité reliée à un premier point et une deuxième extrémité reliée à un point commun,
- Une deuxième boucle comprenant une première extrémité reliée à un deuxième point et une deuxième extrémité reliée au point commun, ayant une forme similaire à la forme de la première boucle,
- Les deux boucles sont symétriques par rapport à un axe de symétrie A et sont alimentées en opposition de phase afin que les courants de retour vers le point commun se compensent,
- La première et la deuxième boucle étant protégées par une enceinte.

[0011] Selon un mode de réalisation, chacune des deux extrémités de l'antenne sont reliées mécaniquement et électriquement au support correspondant à l'axe de symétrie, les deux autres premières extrémités de l'antenne sont adaptées à être connectées aux sorties de deux boîtes d'accord identiques.

[0012] Une boucle d'antenne présente, par exemple, une forme circulaire, ou encore une forme quadrilatère.

[0013] La forme et les dimensions d'une boucle d'antenne sont adaptées pour un fonctionnement de l'antenne dans une plage de fréquence [1,5MHz, 30MHz].

[0014] L'antenne peut aussi comporter un noyau ferromagnétique positionné au centre des deux boucles, ce qui permet de diminuer la dimension de l'antenne en conservant un bon rendement.

[0015] L'invention concerne aussi un système antennaire caractérisé en ce qu'il comporte au moins une antenne présentant une ou plusieurs des caractéristiques précitées, ladite antenne étant disposée sur un support-référence de masse et étant alimentée par un dispositif comprenant :

- une première boîte d'accord ayant une sortie reliée à la première extrémité de la première boucle,
- une deuxième boîte d'accord ayant une sortie reliée à la première extrémité de la deuxième boucle,
- ledit support-référence est en matériau conducteur et adapté à éloigner les boucles de la masse de l'engin submersible et à connecter électriquement l'ensemble à cette masse du porteur,
- un diviseur de puissance recevant en entrée un signal S émis par un émetteur/récepteur et délivrant un premier signal S₁ alimentant la première boucle et un deuxième signal S₂ en opposition de phase du premier signal alimentant une deuxième boucle.

[0016] La première boîte d'accord, la deuxième boîte d'accord et le diviseur de puissance peuvent être intégrés

dans un même ensemble.

[0017] Le système antenne est par exemple disposé sur un engin submersible.

[0018] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés à titre illustratif et nullement limitatif annexée des figures qui représentent :

- Figure 1, un exemple d'antenne selon l'invention,
- Figure 2, une représentation fonctionnelle de l'antenne selon l'invention,
- Figure 3, un exemple d'utilisation d'un système antenne selon l'invention sur un engin submersible,
- Figure 4A et figure 4B, une variante de réalisation pour les boîtes d'accord installées dans le système,
- Figure 5, une variante d'antenne comprenant un noyau ferromagnétique, et
- Figure 6A et figure 6B, des exemples de géométrie d'enceinte étanches.

[0019] Afin de mieux faire comprendre la structure de l'antenne selon l'invention, la description est donnée pour une antenne disposée sur un engin submersible dans de l'eau de mer, l'engin étant positionné à une faible profondeur. L'antenne fonctionne, par exemple pour une gamme de fréquence [1,5 Mhz, 30 Mhz].

[0020] La figure 1 représente un exemple d'antenne selon l'invention destinée à être positionnée sur un engin submersible (figure 3, par exemple). L'antenne 1 comporte un premier élément antenne ayant une forme de boucle 2 comprenant une première extrémité 21 reliée à un premier point correspondant à la sortie 4s d'une boîte d'accord 4 et une deuxième extrémité 22 reliée à un point commun M, la boucle ayant une forme donnée, un deuxième élément antenne en forme de boucle 3 symétrique du premier élément antenne en boucle 2 par rapport à un axe de symétrie A, la deuxième boucle 3 comprenant une première extrémité 31 reliée à un deuxième point correspondant par exemple à la sortie 5s d'une deuxième boîte d'accord 5 et une deuxième extrémité 32 reliée au point commun M, ayant une forme similaire à la forme de la première boucle, un dispositif d'alimentation détaillé en figure 2 est adapté à alimenter les deux boucles en opposition de phase afin que les courants de retour vers la masse se compensent. Les deux extrémités symétriques 22 et 32 sont reliées mécaniquement et électriquement à un support 10 en matériau conducteur correspondant à l'axe de symétrie, qui permet d'éloigner les boucles de la masse du porteur (engin submersible) sur lequel est installé le système antenne, de fixer et de connecter électriquement l'ensemble à cette masse du porteur. Les autres premières extrémités 21 et 31 sont respectivement connectées aux sorties de deux boîtes d'accord identiques 4 et 5 (figure 2), présentant les mêmes caractéristiques de fonctionnement.

[0021] Les boîtes d'accord 4 et 5 ont une conception

et un fonctionnement connus de l'homme du métier et ne seront pas détaillées pour faciliter la compréhension de l'invention.

[0022] Comme il est représenté sur la figure 1 les courants de retour vers la masse i1 et i2 circulent dans les éléments antennaires ou boucles avec des directions opposées.

[0023] Une boucle peut être un profilé en matériau conducteur plié pour former une première boucle rectangulaire 2, forme prise comme exemple, et son symétrique, la deuxième boucle rectangulaire 3.

[0024] En utilisation sous l'eau (équipement d'un sous-marin) l'intérieur de l'enceinte est rempli, par exemple d'un matériau diélectrique, de préférence de la mousse polyuréthane, pour la résistance à la pression hydrostatique. En utilisation en surface, l'air est laissé à l'intérieur de l'enceinte.

[0025] La première extrémité 21 de la première boucle 2 est reliée à la sortie 4s de la première boîte d'accord 4, elle-même reliée à une des sorties 7s d'un diviseur de puissance 7 par un câble coaxial de liaison 40. L'entrée 7e du diviseur de puissance sera reliée à un émetteur/récepteur 11 par un câble coaxial 12 (figure 2).

[0026] La première extrémité 31 de la deuxième boucle 3 est reliée à la sortie 5s de la deuxième boîte d'accord 5, elle-même reliée à l'autre sortie 7s' du diviseur de puissance 7 par un deuxième câble coaxial de liaison 50.

[0027] L'ensemble est entouré par une enceinte diélectrique 8, constituée par exemple d'un radôme en plastique renforcé 81 et un remplissage de mousse 82.

[0028] L'enceinte diélectrique 8 est fixée à une embase de fixation métallique 9 comprenant des trous de passage 90 pour des vis de fixation selon des moyens connus de l'homme du métier.

[0029] L'antenne protégée pourra ainsi être fixée à un engin submersible comme il est représenté en figure 3.

[0030] La forme, la géométrie, les dimensions d'un élément antenne seront choisies notamment en fonction de la gamme de fréquence de travail de l'antenne. Ces dimensions pourront aussi être choisies en fonction d'éventuelles contraintes d'encombrement. La forme et la taille de l'ensemble formé par l'antenne et l'enceinte étanche correspondent, par exemple, à un solide de forme parallélépipédique d'environ 2m*2m*1m.

[0031] Le système antenne ainsi formé peut être installé dans l'eau sur un engin submersible, sur un navire de surface ou encore sur des véhicules terrestres. L'installation peut se faire directement sur le porteur sans déport contrairement aux structures connues de l'art antérieur.

[0032] L'antenne fonctionne par exemple dans la gamme de fréquence 1,5 à 30 MHz et de préférence entre 2 et 12 MHz. Le mode de rayonnement choisi sera, par exemple, de type onde radio ionosphérique à incidence quasi verticale, plus connu sous l'abréviation anglo-saxonne N.V.I.S pour Near Vertical Incidence Skywaves.

[0033] La figure 2 représente un schéma fonctionnel de l'antenne selon l'invention.

[0034] L'antenne 1 est connectée à un émetteur/récepteur 11 par un câble coaxial 12. Le signal radiofréquence S venant du câble coaxial est divisé par le diviseur de puissance 7 en deux signaux S_1 , S_2 , en opposition de phase.

[0035] Le signal S_1 est transmis via la première boîte d'accord 4 à la première extrémité 21 de la première boucle 2. La deuxième extrémité 22 de la première boucle est reliée à un point de masse M. La boîte d'accord est constituée par exemple d'une première capacité C_1 , d'une inductance L et d'une deuxième capacité C_2 reliée à une masse M, selon un schéma connu de l'homme du métier.

[0036] Le deuxième signal S_2 en opposition de phase au premier signal S_1 est transmis via la deuxième boîte d'accord 5 à la première extrémité 31 de la deuxième boucle 3. La deuxième extrémité 32 de la deuxième boucle est reliée à un point de masse M. La deuxième boîte d'accord 5 est identique à la première boîte d'accord 4 et est constituée par exemple d'une première capacité C_1 , d'une inductance L et d'une deuxième capacité C_2 reliée à une masse M, selon un schéma connu de l'homme du métier.

[0037] De par la symétrie des éléments rayonnants, la première boucle et la deuxième boucle, et de par leur alimentation en opposition de phase, les courants de retour RF sont négligeables, voire nuls.

[0038] Placée dans une enceinte étanche et isolante, l'antenne est entièrement isolée de son environnement même conducteur, de l'eau de mer par exemple. Les pertes ohmiques sont ainsi réduites.

[0039] La figure 3 est un schéma d'utilisation d'un système antenne selon l'invention disposé sur un engin submersible E. L'engin est immergé à une profondeur H de la surface de la mer. L'antenne communique par exemple avec une base BT disposée à terre à une distance raisonnable.

[0040] La figure 4A et la figure 4B représentent une variante de réalisation dans laquelle la boîte d'accord 4, la boîte d'accord 5 ainsi que le diviseur de puissance 7 sont adaptés et regroupés en un équipement unique 71.

[0041] La figure 5 schématise une variante dans laquelle on ajoute un noyau ferromagnétique 75, par exemple en ferrite, au centre des deux boucles 2, 3. Le noyau ferromagnétique est, par exemple, positionné et maintenu en place grâce à la mousse de remplissage 82. Ceci permet avantageusement de diminuer la taille de l'antenne avec un même rendement. D'autre part, l'apport de masse permet de compenser la poussée d'Archimède dans la configuration d'utilisation sous l'eau.

[0042] La figure 6A schématise un exemple d'enceinte 60 ayant une forme parallélépipède pouvant être montée sur une paroi verticale. La figure 6B représente une variante 61 où l'enceinte de forme parallélépipède est montée sur une surface horizontale.

[0043] L'antenne et le système antenne selon l'invention peuvent être utilisés dans de nombreuses applications pour la transmission de données entre un engin

submersible et une base terrestre, la transmission des données s'effectuant par l'ionosphère.

[0044] L'antenne selon l'invention présente notamment les avantages suivants :

5

- Une possibilité d'intégrer l'antenne à la structure du porteur,
- Pas de déploiement pour mettre l'antenne en configuration opérationnelle,
- Un meilleur rendement,
- Une possibilité de l'associer à des émetteurs de forte puissance typiquement de l'ordre de 1kW.

10

15 Revendications

1. Antenne émettrice et/ou réceptrice (1) destinée à équiper un engin submersible **caractérisée en ce qu'elle** comporte au moins les éléments suivants :

20

- Un élément support (10) en matériau conducteur,
- Une première boucle (2) de forme donnée comprenant une première extrémité (21) reliée à un premier point et une deuxième extrémité (22) reliée à un point commun M,
- Une deuxième boucle (3) comprenant une première extrémité (31) reliée à un deuxième point et une deuxième extrémité (32) reliée au point commun, ayant une forme similaire à la forme de la première boucle,
- Les deux boucles sont symétriques par rapport à un axe de symétrie A et sont alimentées en opposition de phase afin que les courants de retour vers le point commun se compensent,
- Le support (10) est adapté à éloigner les boucles de la masse de l'engin submersible et à connecter électriquement l'ensemble à cette masse du porteur,
- Une enceinte de protection (8) de la première et de la deuxième boucle.

25

30

35

40

2. Antenne selon la revendication 1 **caractérisée en ce que** chacune des deux extrémités (22) et (32) est reliée mécaniquement et électriquement au support (10) correspondant à l'axe de symétrie, les autres extrémités (21) et (31) sont adaptées à être connectées aux sorties de deux boîtes d'accord identiques (4) et (5).

45

3. Antenne selon la revendication 1 **caractérisée en ce qu'une** boucle (2, 3) a une forme circulaire.

50

4. Antenne selon la revendication 1 **caractérisée en ce qu'une** boucle (2, 3) a une forme de quadrilatère.

55

5. Antenne selon l'une des revendications 1 à 4 **caractérisée en ce que** la forme et les dimensions d'une

boucle sont adaptées pour un fonctionnement de l'antenne dans une plage de fréquence [1,5MHz, 30MHz].

6. Antenne selon l'une des revendications précédentes **caractérisée en ce qu'elle** comporte un noyau ferromagnétique (75) positionné au centre des deux boucles. 5
7. Système antenne **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins une antenne selon l'une des revendications 1 à 6, ladite antenne étant disposée sur un support-référence (10) de masse et alimentée par un dispositif comprenant : 10
- 15
- Une première boîte d'accord (4) ayant une sortie (4s) reliée à la première extrémité (21) de la première boucle (2),
 - Une deuxième boîte d'accord (5) ayant une sortie (5s) reliée à la première extrémité (31) de la deuxième boucle (3), 20
 - Le support-référence (10) en matériau conducteur est adapté à éloigner les boucles de la masse de l'engin submersible et à connecter électriquement l'ensemble à cette masse du porteur, 25
 - Un diviseur de puissance (7) recevant en entrée un signal S émis par un émetteur/récepteur et délivrant un premier signal S_1 alimentant la première boucle et un deuxième signal S_2 en opposition de phase alimentant une deuxième boucle. 30
8. Système antenne selon la revendication 7 **caractérisé en ce que** la première boîte d'accord (4), la deuxième boîte d'accord (5) et le diviseur de puissance (7) sont intégrés dans un même ensemble. 35
9. Système antenne selon l'une des revendications 7 ou 8 caractérisé en qu'il est disposé sur un engin submersible. 40
- 45
- 50
- 55

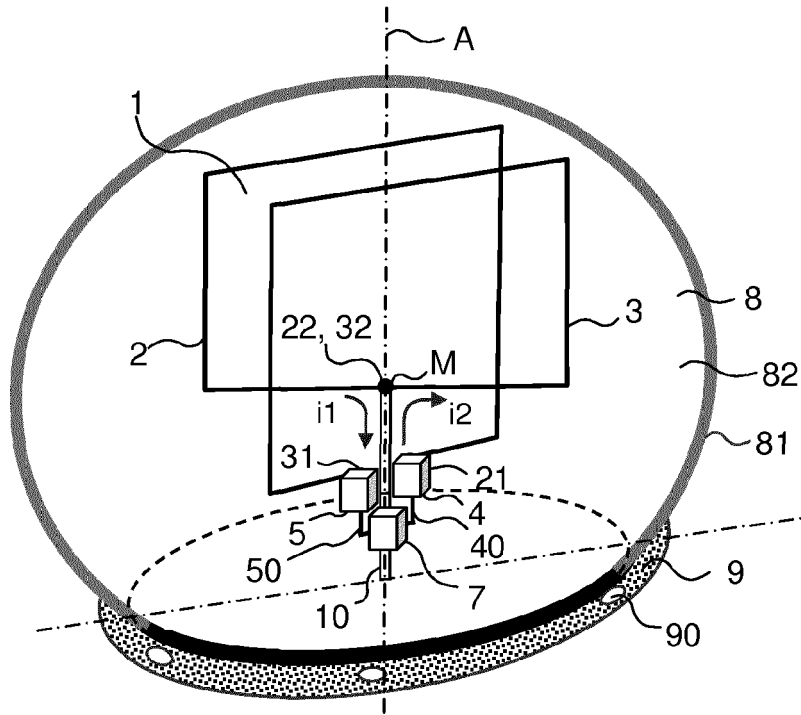


FIG. 1

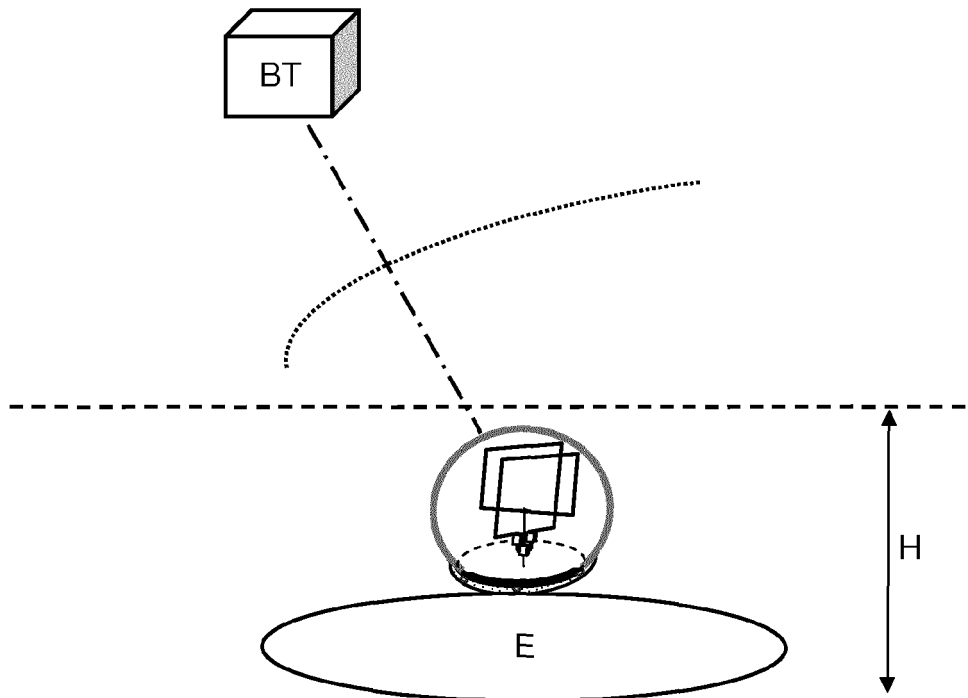


FIG. 3

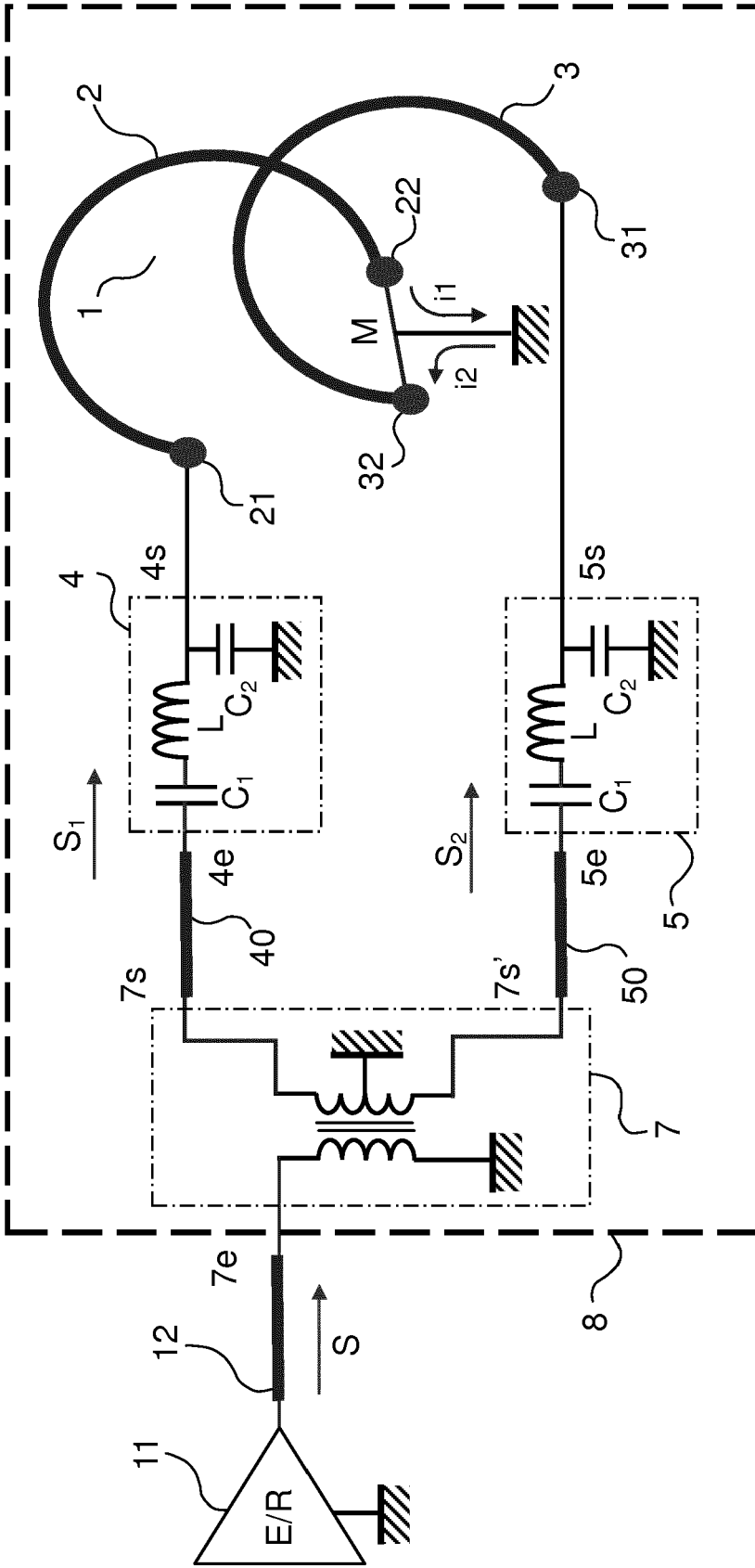


FIG.2

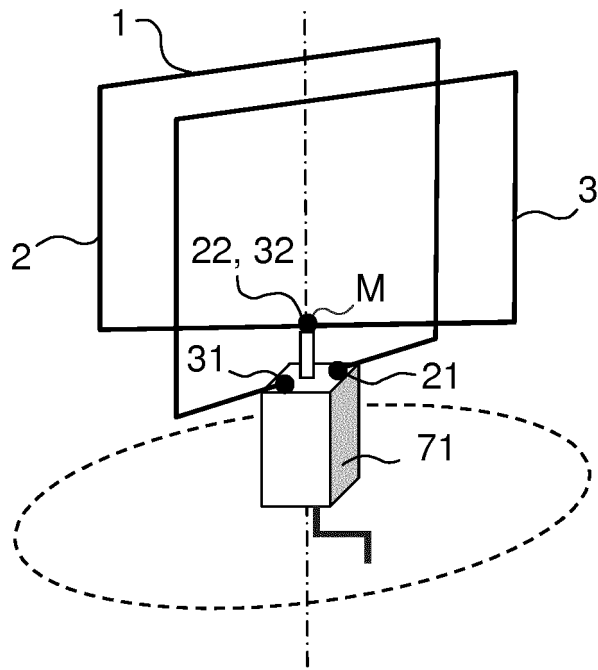


FIG. 4A

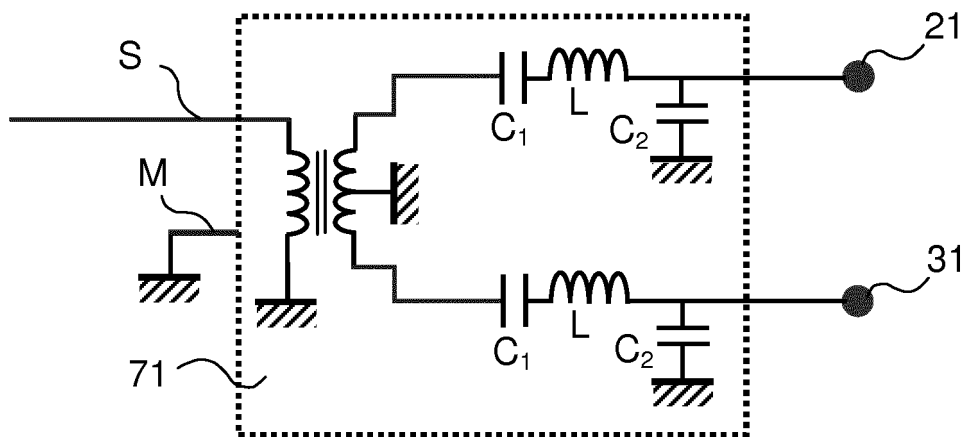


FIG. 4B

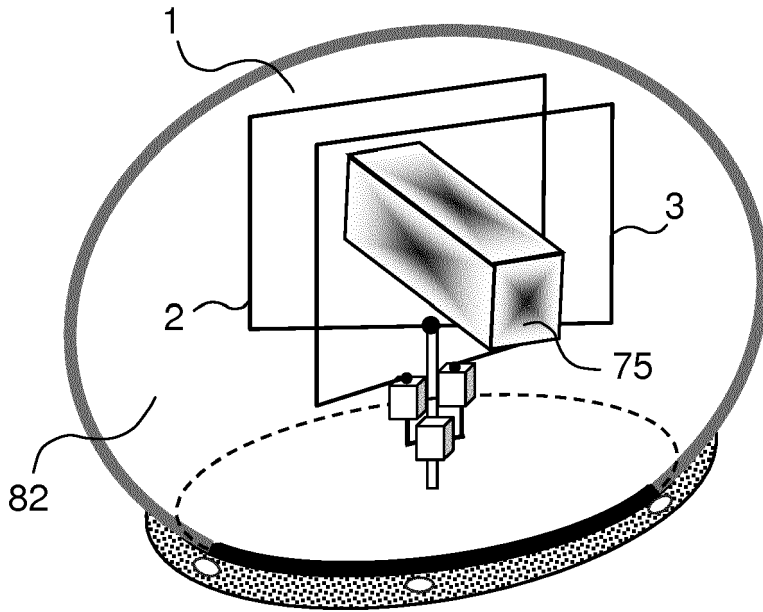


FIG. 5

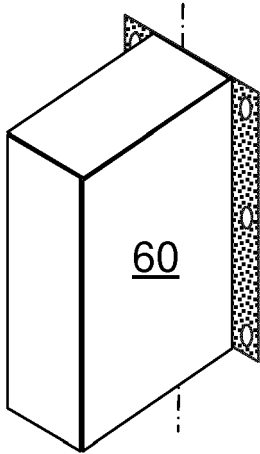


FIG. 6A

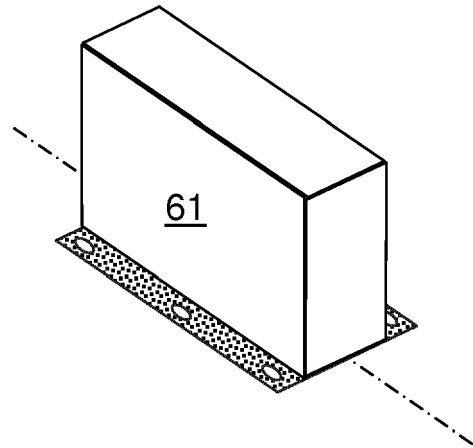


FIG. 6B



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 17 16 1746

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 1 708 071 A (WILLOUGHBY JOHN A ET AL) 9 avril 1929 (1929-04-09)	1,3,4,6,9	INV. H01Q1/04 H01Q1/34
Y	* figures 1,3,5 *	5,7,8	
A	* page 1, lignes 5-21,44-87 * * page 2, lignes 70-77;104-120 *	2	
Y	EP 1 291 974 A1 (THALES SA [FR]) 12 mars 2003 (2003-03-12)	5,7,8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01Q
A	* abrégé; figure 8 * * alinéa [0025] *	1-4,6,9	
A	US 6 014 107 A (WIESENFARTH HANS J [US]) 11 janvier 2000 (2000-01-11) * abrégé; figures 1,2 * * colonne 2, ligne 17 - colonne 4, ligne 2 *	1-9	
A	GB 1 588 872 A (SECR DEFENCE) 29 avril 1981 (1981-04-29) * revendication 1; figure 1 *	1-9	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 10 août 2017	Examineur Vial, Antoine
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 17 16 1746

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

10-08-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 1708071	A	09-04-1929	AUCUN
EP 1291974	A1	12-03-2003	CA 2404504 A1 11-03-2003 EP 1291974 A1 12-03-2003 FR 2829622 A1 14-03-2003 US 2003071760 A1 17-04-2003
US 6014107	A	11-01-2000	AUCUN
GB 1588872	A	29-04-1981	AUCUN

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2962854 [0006]
- FR 3003388 [0007]