

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 240 683 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
18.06.2003 Bulletin 2003/25

(51) Int Cl.7: **H01Q 1/12**, H01Q 1/52,
H01Q 21/28, H01Q 1/24

(21) Numéro de dépôt: **00988923.9**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR00/03544

(22) Date de dépôt: **14.12.2000**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 01/047057 (28.06.2001 Gazette 2001/26)

(54) **PROCEDE DE DECOUPLAGE D'ANTENNES AU SEIN D'UN SYSTEME D'ANTENNES
CO-LOCALISEES, CAPTEUR ET APPLICATIONS CORRESPONDANTS**

VERFAHREN ZUR ENTKOPPLUNG VON ANTENNEN IN EINEM KO-LOKALISIERTEN
ANTENNENSYSTEM, SENSOR UND ENTSPRECHENDE ANWENDUNG

METHOD FOR DECOUPLING ANTENNAE WITHIN A SYSTEM OF CO-LOCALIZED ANTENNAE,
AND CORRESPONDING SENSOR AND APPLICATION

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorité: **20.12.1999 FR 9916113**

(43) Date de publication de la demande:
18.09.2002 Bulletin 2002/38

(73) Titulaire: **UNIVERSITE DE RENNES I
F-35065 Rennes (FR)**

(72) Inventeurs:
• **MARIE, François**
F-35700 Rennes (FR)
• **BERTEL, Louis**
F-35235 Thorigné-Fouillard (FR)
• **LEMUR, Dominique**
F-35000 Rennes (FR)

(74) Mandataire: **Larcher, Dominique**
Cabinet Patrice Vidon
Le Nobel (Bât. A)
Technopôle Atalante
2, allée Antoine Becquerel BP 90333
35703 Rennes Cédex 7 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 961 346 DE-A- 3 619 028
GB-A- 1 247 629 US-A- 3 680 146
US-A- 3 691 561

- **KRISCHKE A: "Rothammels Antennenbuch"**
1995, DE, STUTTGART, FRANCKH-KOSMOS
XP002143813 ISBN: 3-440-07018-2 * partie
7.4.2.3 * figure 7.52
- **MARIE F ET AL: "First results of tilts angles**
measurements obtained from a vertical
sounder" HF RADIO SYSTEMS AND
TECHNIQUES, 7 - 10 juillet 1997, pages 35-39,
XP002143812 Nottingham, UK

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 240 683 B1

Description

[0001] Le domaine de l'invention est celui des systèmes d'antennes co-localisées, c'est-à-dire des systèmes électroniques comprenant une pluralité d'antennes actives regroupées en un même point de façon à avoir un même centre de phase.

[0002] Plus précisément, l'invention concerne un capteur du type comprenant un tel système d'antennes co-localisées, ainsi qu'un mât, à l'extrémité haute duquel sont placées les antennes, et des câbles de descente vers un (ou plusieurs) récepteur(s), auxquels sont connectées les antennes.

[0003] L'invention a de nombreuses applications, telles que par exemple :

- la radiogoniométrie à station unique. En effet, la possibilité de remplacer, dans des algorithmes de recherche d'angles d'arrivées (azimut et élévation), la dimension espace par la connaissance des réponses d'antennes permet d'accéder aux valeurs d'angles souhaitées ;
- la réjection de brouilleur ;
- les transmissions, utilisant par exemple des réceptions sur plusieurs antennes (réception multivoie) ;
- le filtrage pseudo-spatial (substitution de la dimension espace par la dimension diversité d'antennes) ;
- la formation de faisceau ("beamforming" en anglais) ;
- etc.

[0004] Pour de plus amples détails sur certaines de ces applications, on pourra se référer notamment aux articles suivants :

* Communications :

- L. Bertel, O. Lebaillif, Y. Leroux, R. Fleury, "Influence des Antennes et de la Propagation sur le comportement d'un système de transmission numérique en H.F. " AGARD, Athènes, Grèce-sept. 1995 ;

* Mesures d'angles d'arrivées :

- F. Marie, " Conception, réalisation et tests d'un capteur constitué d'antennes colocalisées en HF" PHD thesis of the University of Rennes1, 1999 ;
- Y. Erhel, A. Edjeou, L. Bertel, "Contribution of the polarization diversity in H. F. direction finding systems", in Proceedings of the SPIE's 1994 International Symposium, 24-29 july 1994, San Diego, USA ;
- F. Marie, L. Bertel, D. Lemur, Y. Erhel, "Comparison of HF direction finding experimental results obtained with circular and collocated an-

tenna arrays", Ionospheric Effects Symposium 99, Alexandria, 3-6 May 1999;

- Y. Erhel and L. Bertel, F. Marie "A method of direction finding operating on an array of collocated antennas". 1998 IEEE/APS/URSI/International Symposium, Atlanta, 21-26 june 1998 ;

* Filtrage :

- C. Le Meins, Y. Erhel, L. Bertel, F. Marie , « Source separation operating on a set of collocated antennas : theory and application in the HF band (3-30 MHz) ». 1999 Antenna Applications Symposium (IEEE), September 15-17, 1999. Monticello, USA.

[0005] Plus généralement, elle trouve son intérêt dans toutes les applications où l'on connaît et souhaite utiliser les réponses de différentes antennes co-localisées.

[0006] Par réponse d'antenne, on entend dans le cadre de la présente description une relation (généralement vectorielle) entre le champ électrique (ou magnétique) incident à une antenne et le signal présent en sortie de cette antenne. En utilisant des relations de polarisation déduites des équations de Maxwell, on montre que cette réponse peut être représentée par une quantité complexe dépendant du type de l'antenne, de son environnement, de sa position géographique (en hautes fréquences, typiquement 3-30 MHz) et de son orientation. D'une façon générale, les réponses des antennes peuvent être obtenues soit par calcul ou simulation, soit par différentes mesures effectuées sur le système d'antennes co-localisées.

[0007] L'utilisation des réponses des antennes n'est possible que si ces antennes sont bien découplées électromagnétiquement entre elles. Or, ce n'est pas le cas dans les capteurs proposés actuellement par les constructeurs. En effet, les inventeurs de la présente invention ont pu déterminer que dans les capteurs connus, il existe un couplage électromagnétique entre les antennes induit par l'existence de :

- un premier type de couplage entre des distributions de courants présents sur les parties rayonnantes des antennes et des distributions de courants qui existent sur le mât conducteur ;
- un second type de couplage entre des distributions de courants présents sur les parties rayonnantes des antennes et des distributions de courants qui existent sur les câbles de descente.

[0008] Les différentes distributions de courants précitées sont de nature surfacique.

[0009] La présente invention a notamment pour objectif de pallier cet inconvénient majeur de l'état de la technique.

[0010] Plus précisément, l'un des objectifs de la présente invention est de fournir un capteur du type précité (comprenant notamment un système d'antennes co-localisées, un mât et des câbles de descente), mais dont les antennes sont découplées électromagnétiquement entre elles.

[0011] L'invention a également pour objectif de permettre un tel découplage, de façon simple et peu coûteuse.

[0012] Un autre objectif de l'invention est de permettre un tel découplage dans une large gamme de fréquences.

[0013] Ces différents objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints selon l'invention à l'aide d'un capteur du type comprenant un système d'antennes co-localisées, comprenant lui-même au moins deux antennes actives ayant un même centre de phase, lesdites antennes étant placées à une extrémité haute d'un mât et étant connectées à des câbles de descente.

[0014] Selon la présente invention, le mât est réalisé dans un matériau diélectrique, et le capteur comprend des moyens de filtrage disposés sur au moins un desdits câbles de descente, de façon à effectuer un découplage desdites antennes.

[0015] Le principe général de l'invention consiste donc à supprimer les premier et second types de couplage précités, en utilisant respectivement un mât diélectrique (suppression des distributions de courants sur le mât) et des moyens de filtrage sur les câbles de descente (atténuation, voire suppression, des distributions de courants sur ces câbles).

[0016] De façon avantageuse, lesdits moyens de filtrage comprennent des éléments de ferrites - préférentiellement des tores ou des tubes de ferrites - autour desquels est enroulé au moins un desdits câbles de descente.

[0017] Les caractéristiques des éléments de ferrites sont choisies de façon à introduire l'atténuation souhaitée (typiquement 30 dB) des courants surfaciques aux fréquences considérées. Les tores présentent une bonne efficacité du fait de la présence d'une boucle fermée. Par ailleurs, les tubes facilitent le montage puisque les câbles peuvent y être glissés aisément.

[0018] Avantageusement, lesdits éléments de ferrites sont d'au moins deux types différents. Ainsi, le filtrage est effectué dans une large bande de fréquences. L'ordre de placement du type de ferrite sur les câbles n'a pas d'importance.

[0019] Préférentiellement, lesdits moyens de filtrage comprennent au moins deux filtres répartis sur au moins un desdits câbles de descente, et chacun desdits filtres comprend au moins un élément de ferrite. Un tel espacement, régulier ou non, de filtres vise à optimiser la qualité du filtrage sur une longueur de câbles donnée et pour une bande de fréquences donnée.

[0020] De façon avantageuse, au moins un premier filtre, parmi lesdits au moins deux filtres, est placé im-

médiatement à la sortie des parties actives desdites antennes. Les parties actives des antennes sont parfois aussi appelées parties électronique.

[0021] Préférentiellement, au moins un dernier filtre, parmi lesdits au moins deux filtres, est placé au niveau du sol. En effet, s'il existe des courants surfaciques (de gaine), ceux-ci ont tendance à rechercher à rejoindre le potentiel le plus bas possible (zéro de l'alimentation ou terre). L'invention permet d'éviter qu'un courant induit sur une antenne induise un courant de gaine susceptible de rejoindre un zéro d'alimentation d'une autre antenne ou s'échapper vers la terre. Une fois que les lignes ont atteint le sol, les courants de gaine ne sont que faiblement générés et ont tendance à être naturellement attirés par le sol. Toutefois, par sécurité, on maintient quelques dispositifs de découplage (filtrage) au niveau du sol, par exemple sur quelques centimètres.

[0022] Avantageusement, chacune desdites antennes comprend une partie active et une partie rayonnante, et les parties actives desdites antennes sont contenues dans des boîtiers métalliques isolés électriquement entre eux. De cette façon, on diminue encore les effets de couplage électromagnétique. En effet, on évite qu'un courant d'antenne s'échappe d'un boîtier vers un autre.

[0023] De façon avantageuse, lesdits boîtiers métalliques sont situés immédiatement à la sortie des parties rayonnantes desdites antennes. Ainsi, on évite la présence d'un tronçon de câble formant partie rayonnante non souhaitée. En d'autres termes, l'adaptation entre l'impédance de la partie rayonnante et l'impédance d'entrée des boîtiers métalliques est optimisée.

[0024] Selon une variante avantageuse, lesdits moyens de filtrage comprennent au moins un câble optique formant au moins un desdits câbles de descente. L'absence de courant surfacique sur les câbles optiques permet d'éviter le second type de couplage précité (entre des distributions de courants présents sur les parties rayonnantes des antennes et des distributions de courants qui existent sur les câbles classiques, de type métallique).

[0025] Préférentiellement, la longueur de câble de descente sur laquelle sont disposés lesdits moyens de filtrage est limitée à la hauteur à laquelle sont placées lesdites antennes, à l'extrémité haute du mât.

[0026] En effet, il s'avère inutile de placer des filtres sur toute la longueur de la portion de chaque câble qui repose au sol, si la longueur de ce câble sur laquelle on a placé des filtres est au moins égale à la hauteur à laquelle est placée l'antenne correspondante.

[0027] Avantageusement, au moins un desdits câbles de descente est placé à l'intérieur dudit mât. On améliore ainsi l'esthétique globale du capteur. On notera que cette caractéristique, rendue possible du fait que le mât est en matériau diélectrique, ne constitue pas une contrainte de bon fonctionnement.

[0028] De façon avantageuse, au moins une desdites antennes est une antenne de type fouet active, rempla-

çant une antenne de type dipôle vertical. Il s'agit ici d'éviter qu'un élément rayonnant d'une antenne (tel un brin d'un dipôle vertical) se trouve à proximité immédiate des câbles de descente.

[0029] Avantageusement, lesdites antennes sont de types et/ou de polarisations différentes, de façon à créer une diversité dite d'antennes.

[0030] On notera que l'emploi de différents types d'antennes est intéressante car la décorrélation des signaux reçus reste liée aux réponses des antennes. Or, dans le cas de l'utilisation d'antennes d'un même type mais disposées différemment, ces réponses peuvent s'avérer trop voisines mathématiquement.

[0031] De façon avantageuse, lesdits câbles de descente sont relatifs aux alimentations desdites antennes et/ou au transport de signaux issus desdites antennes. On rappelle que les antennes doivent être alimentées car elles sont actives. Par ailleurs, les signaux sont transportés des antennes vers le(s) récepteur(s). Dans de nombreuses applications, un câble unique (alimentation/transport de signaux), par exemple de type coaxial, peut être utilisé pour relier chaque antenne au récepteur.

[0032] L'invention concerne également un procédé de découplage d'antennes au sein d'un système d'antennes co-localisées. du type comprenant au moins deux antennes actives ayant un même centre de phase, lesdites antennes étant placées à une extrémité haute d'un mât et étant connectées à des câbles de descente. Selon l'invention, ce procédé consiste à réaliser le mât dans un matériau diélectrique, et à disposer des moyens de filtrage sur au moins un desdits câbles de descente.

[0033] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention, donné à titre d'exemple indicatif et non limitatif, et des dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 présente un schéma simplifié partiel d'un mode de réalisation particulier d'un capteur selon la présente invention ;
- les figures 2 et 3 présentent de façon détaillée un mode de réalisation particulier des filtres apparaissant sur la figure 1 ;
- la figure 4 présente une vue en perspective d'un mode de réalisation particulier des parties rayonnantes du système d'antennes co-localisées apparaissant sur la figure 1 ; et
- la figure 5 présente un mode de réalisation particulier d'enroulage de câble autour d'un élément de ferrite.

[0034] L'invention concerne donc un capteur du type comprenant un système d'antennes co-localisées (cf. fig.4), un mât (à l'extrémité haute duquel sont placées les antennes), et des câbles de descente (depuis les antennes vers un ou plusieurs récepteurs).

[0035] Dans un souci de simplification, la figure 1 illustre uniquement la liaison, par l'intermédiaire d'un câble de descente unique 3, entre l'une 1 des antennes du système d'antennes co-localisées et un récepteur 2. Il est clair qu'en réalité, chaque antenne du système d'antennes co-localisées est reliée par un câble de descente à un récepteur. Toutes les antennes ne sont pas obligatoirement reliées au même récepteur. Plusieurs antennes peuvent utiliser un même câble de descente (technique de multiplexage).

[0036] L'antenne 1 est placée à l'extrémité haute du mât 4, à une hauteur H du sol. Elle comprend une partie active 1a et une partie rayonnante 1b. La partie active 1a, aussi appelée préamplificateur d'antenne, est contenue dans un boîtier métallique. Elle est définie en fonction de l'impédance de rayonnement de l'antenne, de façon à obtenir la meilleure adaptation possible entre la partie rayonnante 1b et le câble de descente 3 (par exemple à 50 Ω). Les boîtiers métalliques des parties actives des différentes antennes co-localisées sont isolés électriquement entre eux et situés immédiatement aux extrémités des parties rayonnantes.

[0037] Le câble de descente unique 3 assure à la fois l'alimentation et le transport des signaux issus de l'antenne 1.

[0038] Le mât 4 est réalisé dans un matériau diélectrique. Dans l'exemple illustré sur la figure 1, il est creux et les câbles de descente 3 sont placés à l'intérieur.

[0039] Afin de découpler les antennes, chaque câble de descente 3 est associé à une pluralité de filtres 5₁, 5₂, ..., 5_n. Le premier filtre 5₁ est placé immédiatement à la sortie de la partie active 1b de l'antenne 1, à partir de laquelle s'étend le câble de descente 3. Le(s) dernier (s) filtre(s) 5_n est (sont) placé(s) au niveau du sol. Toutefois, il est inutile de placer des filtres sur toute la longueur de la portion du câble qui repose au sol, à condition que la longueur de la portion de câble sur laquelle sont placés les filtres dépasse la hauteur à laquelle est placée l'antenne.

[0040] On présente maintenant, en relation avec les figures 2 et 3, un mode de réalisation particulier de ces filtres 5₁, 5₂, ..., 5_n, utilisant des ferrites par exemple obtenues chez Philips Composants, sous les références suivantes :

- TN36/23/15 4C65 violet;
- TN36/23/15 4A11 rose ;
- TN36/23/15 3C85 rouge.

[0041] Dans l'exemple illustré sur la figure 3, chaque filtre 5 comprend six tores de ferrites 6₁ à 6₆, à savoir un tore 6₅ de type 4C65, trois 6₁, 6₂ et 6₆, de type 4A11 et deux 6₃ et 6₄ de type 3C85. Un espace D d'environ 4 cm existe entre deux tores successifs. Le long du câble 3, les filtres sont par exemple espacés d'une distance E d'environ 30 à 50 cm. Les atténuations obtenues par ces filtres varient de 45 dB à la fréquence de 6 MHz à 40 dB à la fréquence de 30 MHz.

[0042] Comme illustré sur la figure 2, le câble de descente 3 est enroulé plusieurs fois (par exemple entre huit et neuf tours) autour de chaque tore de ferrite 6. Il s'agit par exemple d'un câble coaxial de type RG58. Il est clair que sur la portion de câble reliée au récepteur 2, on peut utiliser un autre type de câble, tel que par exemple un câble coaxial de type POPE H1000, de faible perte (1 dB au 100 m, de 3 MHz à 30 MHz) et à fort écran (gaine extérieure constituée d'un feuillard de cuivre).

[0043] Comme illustré sur la figure 5, pour améliorer l'effet de découplage, on peut faire n tours dans un sens puis m tours dans le sens inverse, en traversant la ferrite suivant une diagonale (lors du changement de sens). De préférence, n est sensiblement égal à m .

[0044] On présente maintenant, en relation avec la figure 4, une vue partielle d'un exemple de système à sept antennes co-localisées, comprenant les sept parties rayonnantes suivantes :

- trois cadres placés orthogonalement. deux 41, 42 étant perpendiculaires entre eux dans un plan vertical, le troisième 43 étant placé horizontalement ;
- deux dipôles horizontaux 44, 45, perpendiculaires entre eux ;
- un dipôle vertical 46 (éventuellement remplacé par une antenne de type fouet active (non représentée), afin d'éviter qu'un brin du dipôle vertical se trouve à proximité immédiate des câbles de descente) ;
- une antenne 47 dite XYZ.

[0045] Le capteur décrit ci-dessus peut être mis en oeuvre notamment, mais non exclusivement, en HF (3 à 30 MHz), VHF (30 à 300 MHz) et UHF (300 MHz à 3 GHz). Les filtres doivent être réalisés avec des ferrites adaptées aux fréquences de travail.

[0046] Il peut être utilisé dans de nombreuses applications, telles que notamment la radiogoniométrie, la réjection de brouilleur, les transmissions, le filtrage pseudo-spatial. la formation de faisceau ("beamforming" en anglais). ...

Revendications

1. Capteur du type comprenant un système d'antennes co-localisées, comprenant lui-même au moins deux antennes actives (1 ; 41 à 47) ayant un même centre de phase, lesdites antennes étant placées à une extrémité haute d'un mât (4) et étant connectées à des câbles de descente (3),
caractérisé en ce que ledit mât (4) est réalisé dans un matériau diélectrique,
et **en ce que** ledit capteur comprend des moyens de filtrage (5 ; 5₁ à 5_n) disposés sur au moins un desdits câbles de descente,
de façon à effectuer un découplage desdites antennes.

2. Capteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de filtrage comprennent des éléments de ferrites (6₁ à 6₆) autour desquels est enroulé au moins un desdits câbles de descente (3).

3. Capteur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ledit au moins un câble de descente est enroulé autour de chaque élément de ferrite selon n tour(s) dans un premier sens et m tour(s) dans un second sens inverse, avec n et $m \geq 1$.

4. Capteur selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, **caractérisé en ce que** lesdits éléments de ferrites appartiennent au groupe comprenant :

- des tores de ferrites (6₁ à 6₆) ;
- des tubes de ferrites.

5. Capteur selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** lesdits éléments de ferrites sont d'au moins deux types différents.

6. Capteur selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de filtrage comprennent au moins deux filtres (5 ; 5₁ à 5_n) répartis sur au moins un desdits câbles de descente,
et **en ce que** chacun desdits filtres comprend au moins un élément de ferrite (6₁ à 6₆).

7. Capteur selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** chacune desdites antennes comprend une partie active (1b) et une partie rayonnante (1a), et **en ce qu'**au moins un premier filtre (5₁), parmi lesdits au moins deux filtres, est placé immédiatement à la sortie des parties actives desdites antennes.

8. Capteur selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, **caractérisé en ce qu'**au moins un dernier filtre (5_n), parmi lesdits au moins deux filtres, est placé au niveau du sol.

9. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** chacune desdites antennes comprend une partie active (1b) et une partie rayonnante (1a), et **en ce que** les parties actives desdites antennes sont contenues dans des boîtiers métalliques isolés électriquement entre eux.

10. Capteur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** lesdits boîtiers métalliques sont situés immédiatement à la sortie des parties rayonnantes desdites antennes.

11. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de

filtrage comprennent au moins un câble optique formant au moins un desdits câbles de descente.

12. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** la longueur de câble de descente sur laquelle sont disposés lesdits moyens de filtrage est limitée à la hauteur (H) à laquelle sont placées lesdites antennes. à l'extrémité haute du mât. 5
13. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12. **caractérisé en ce qu'**au moins un desdits câbles de descente (3) est placé à l'intérieur dudit mât (4). 10
14. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce qu'**au moins une desdites antennes est une antenne de type fouet active, remplaçant une antenne de type dipôle vertical. 15
15. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** lesdites antennes sont de types et/ou de polarisations différentes, de façon à créer une diversité dite d'antennes. 20
16. Capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** lesdits câbles de descente (3) sont relatifs aux alimentations desdites antennes et/ou au transport de signaux issus desdites antennes. 25
17. Procédé de découplage d'antennes au sein d'un système d'antennes co-localisées. du type comprenant au moins deux antennes actives (1 ; 41 à 47) ayant un même centre de phase, lesdites antennes étant placées à une extrémité haute d'un mât (4) et étant connectées à des câbles de descente (3), **caractérisé en ce que** ledit mât (4) est réalisé dans un matériau diélectrique, et **en ce qu'**on dispose des moyens de filtrage (5 ; 5₁ à 5_n) sur au moins un desdits câbles de descente. 30 35 40
18. Application du capteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 16 à une technique appartenant au groupe comprenant : 45
 - la radiogoniométrie ;
 - la réjection de brouilleur ;
 - les transmissions ;
 - le filtrage pseudo-spatial ;
 - la formation de faisceau.

Claims

1. Sensor of the type comprising a system of co-sited antennas, itself comprising two active antennas (1;

41 to 47), having the same phase centre, said antennas being placed at the top of a mast (4), and being connected to down cables (3),

characterised in that said mast (4) is made from a dielectric material, and that said sensor comprises filtering means (5; 5₁ to 5_n) located on at least one of said down cables, in order to achieve decoupling of said antennas.

2. Sensor according to Claim 1, **characterised in that** said filtering means comprise ferrite elements (6₁ to 6₆) around which at least one of said down cables (3) is wound. 10

3. Sensor according to Claim 2, **characterised in that** said at least one down cable is wound around each ferrite element with n turns in a first direction and m turns in a second, opposite direction, where n and m ≥ 1. 15

4. Sensor according to any one of Claims 2 and 3, **characterised in that** said ferrite elements belong to the group comprising: 20

ferrite toruses (6₁ to 6₆) ;
ferrite tubes. 25

5. Sensor according to any one of Claims 2 to 4, **characterised in that** said ferrite elements are of at least two different types. 30

6. Sensor according to any one of Claims 2 to 5, **characterised in that** said filtering means comprise at least two filters (5; 5₁ to 5_n) distributed on at least one of said down cables, and **in that** each of said filters comprises at least one ferrite element (6₁ to 6₆). 35

7. Sensor according to Claim 6, **characterised in that** each of said antennas comprises an active part (1b) and a radiating part (1a), and **in that** at least one first filter (5₁) among said at least two filters is located immediately at the output of the active parts of said antennas. 40

8. Sensor according to any of Claims 6 and 7, **characterised in that** at least a last filter (5_n) among said at least two filters is at ground level. 45

9. Sensor according to any one of Claims 1 to 8, **characterised in that** each of said antennas comprises an active part (1b) and a radiating part (1a), and **in that** said active parts of said antennas are contained in metal boxes that are electrically insulated from each other. 50 55

10. Sensor according to Claim 9, **characterised in that** said metal boxes are located immediately at the out-

put of the radiating parts of said antennas.

11. Sensor according to any one of Claims 1 to 10,
characterised in that said filtering means comprise at least one optical cable forming at least one of said down cables. 5
12. Sensor according to any one of Claims 1 to 11,
characterised in that the length of the down cable on which said filtering means are placed is limited to the height (H) at which said antennas are installed, at the top of the mast. 10
13. Sensor according to any one of Claims 1 to 12,
characterised in that at least one of said down cables (3) is located inside said mast (4). 15
14. Sensor according to any one of Claims 1 to 13,
characterised in that at least one of said antennas is an active whip-type antenna replacing a vertical dipole-type antenna. 20
15. Sensor according to any one of Claims 1 to 14,
characterised in that said antennas are of different types and/or different polarisations, to create a so-called antenna diversity. 25
16. Sensor according to any one of Claims 1 to 15,
characterised in that said down cables (3) are related to the power supplies of said antennas and/or to the transport of signals emitted from said antennas. 30
17. Process for decoupling antennas within a system of co-sited antennas, of the type comprising at least two active antennas (1; 41 to 47) having the same phase centre, said antennas being located at the top of a mast (4) and being connected to down cables (3),
characterised in that said mast (4) is made of a dielectric material, and **in that** filtering means (5; 5₁ to 5_n) are placed on at least one of said down cables. 40
18. Application of the sensor according to any of Claims 1 to 16, to a technique belong to the group comprising: 45
 - radio direction finding;
 - interference rejection; 50
 - transmissions;
 - pseudo-spatial filtering;
 - beam forming. 55

Patentansprüche

1. Sensor von der Art, die ein System von gemeinsam

angeordneten Antennen umfasst, der selbst mindestens zwei aktive Antennen (1; 41 bis 47) umfasst, welche dasselbe Phasenzentrum aufweisen, wobei diese Antennen am oberen Ende eines Mastes (4) montiert und mit abführenden Leitungen (3) verbunden sind,

dadurch gekennzeichnet, dass der Mast (4) aus dielektrischem Material gefertigt ist und dass der Sensor über Filterungsmittel (5; 5₁ bis 5_n) verfügt, die an mindestens einer dieser abführenden Leitungen angebracht sind, um eine Entkopplung der Antennen sicherzustellen.

2. Sensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filterungsmittel Ferritelemente (6₁ bis 6₆) umfassen, um die mindestens eine der abführenden Leitungen (3) gewickelt ist.
3. Sensor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine abführende Leitung um jedes Ferritelement mit n Umwicklung(en) in einer ersten Richtung und mit m Umwicklung(en) in einer zweiten Richtung gewickelt ist, wobei n und m ≥ 1 ist.
4. Sensor nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ferritelemente zu der Gruppe gehören, die folgendes umfasst:
 - Ferritkreisringe (6₁ bis 6₆);
 - Ferritrohre.
5. Sensor nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ferritelemente von mindestens zwei verschiedenen Typen sind.
6. Sensor nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filterungsmittel mindestens zwei Filter (5; 5₁ bis 5_n) umfassen, die über mindestens eine der abführenden Leitungen verteilt sind, und dass jedes der Filter mindestens ein Ferritelement (6₁ bis 6₆) umfasst.
7. Sensor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der Antennen einen aktiven Teil (1b) und einen abstrahlenden Teil (1a) umfasst und dass mindestens ein erstes Filter (5₁) unter den mindestens zwei Filtern unmittelbar am Ausgang der aktiven Teile der Antennen angebracht ist.
8. Sensor nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein letztes Filter (5_n) unter den mindestens zwei Filtern auf Bodenhöhe angebracht ist.
9. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der Antennen einen

aktiven Teil (1b) und einen abstrahlenden Teil (1a) umfasst und,
dass die aktiven Teile dieser Antennen in gegeneinander elektrisch isolierten metallischen Gehäusen untergebracht sind.

5

10. Sensor nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die metallischen Gehäuse unmittelbar am Ausgang der abstrahlenden Teile der Antennen angebracht sind.

10

11. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filterungsmittel mindestens ein optisches Kabel umfassen, welches mindestens eine der abführenden Leitungen bildet.

15

12. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge der abführenden Leitungen, an denen die Filterungsmittel angebracht sind, auf die Höhe (H) begrenzt ist, auf der die Antennen am oberen Ende des Mastes angebracht sind.

20

13. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der abführenden Leitungen (3) im Inneren des Mastes (4) verläuft.

25

14. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der Antennen eine aktive Peitschenantenne ist, die eine vertikale Dipolantenne ersetzt.

30

15. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antennen von verschiedenen Typen und/oder Polarisationen sind, um eine Antennenverschiedenartigkeit zu bilden.

35

16. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abführenden Leitungen (3) mit der Speisung der Antennen und/oder der Beförderung der aus den Antennen kommenden Signalen befasst sind.

40

17. Verfahren zum Entkoppeln von Antennen innerhalb eines Systems von gemeinsam angeordneten Antennen von der Art, die mindestens zwei aktive Antennen (1; 41 bis 47) umfasst, die dasselbe Phasenzentrum aufweisen, wobei die Antennen am oberen Ende eines Mastes (4) angebracht und mit abführenden Leitungen (3) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mast (4) aus dielektrischem Material gefertigt ist und dass Filterungsmittel (5; 5₁ bis 5_n) an mindestens einer der abführenden Leitungen angeordnet sind.

50

55

18. Verwendung eines Sensors nach einem der An-

sprüche 1 bis 16 für eine Technik aus der folgenden Gruppe:

- Funkpeilung;
- Unterdrückung von Störsendem;
- Senden;
- pseudo-räumliches Filtern;
- Bildung von Strahlenbündeln.

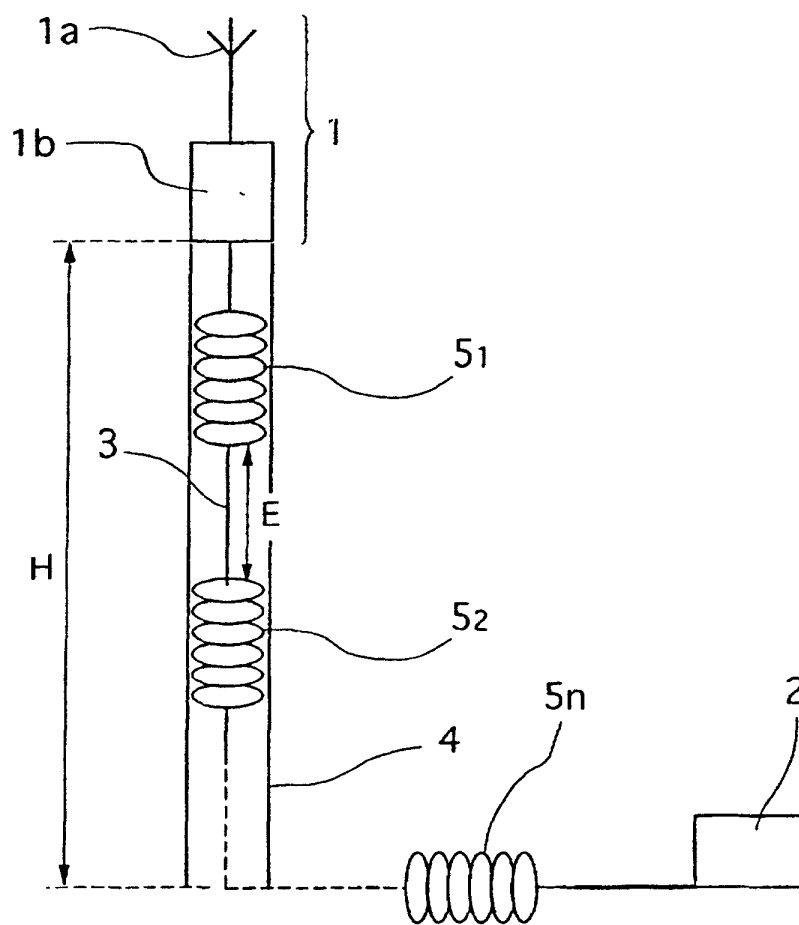


Fig. 1

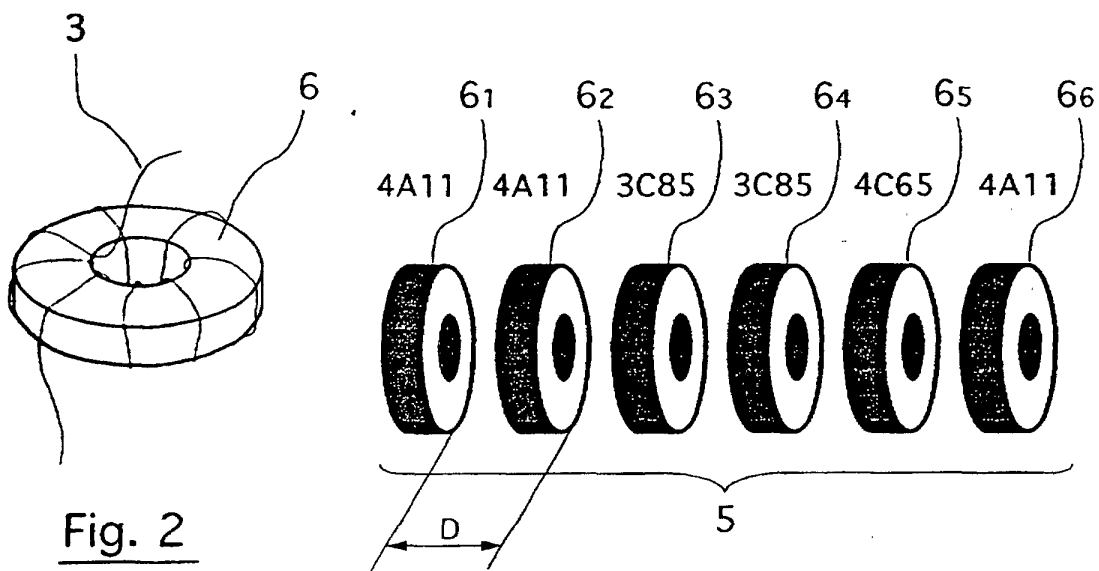


Fig. 2

Fig. 3

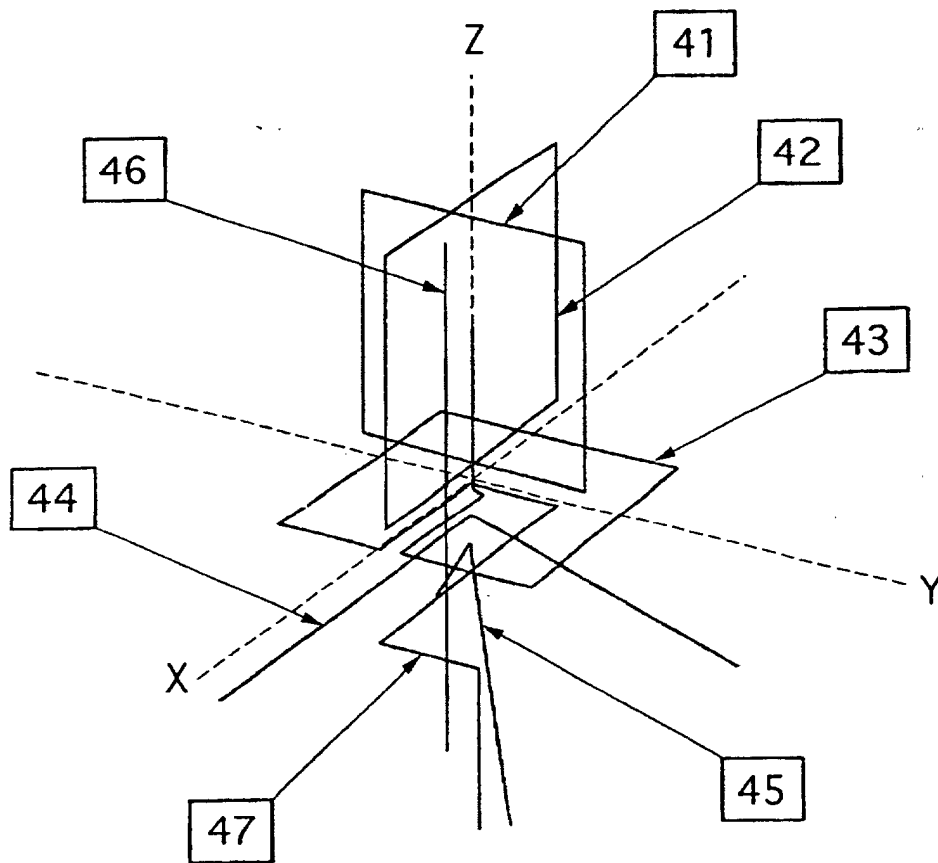


Fig. 4

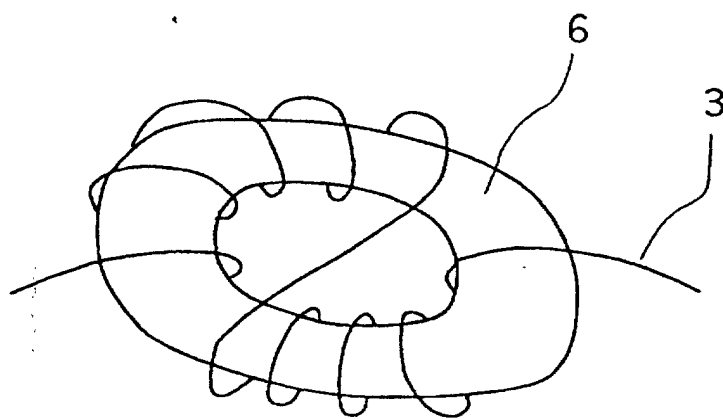


Fig. 5