

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 09257

(54) Procédé et dispositif de réduction de la puissance des signaux de brouillage reçus par les lobes latéraux d'une antenne radar.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 S 7/36; H 01 Q 3/00; H 04 K 3/00.

(22) Date de dépôt..... 27 mai 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 48 du 2-12-1983.

(71) Déposant : Société dite : THOMSON CSF. — FR.

(72) Invention de : Serge Drabowitch, Claude Aubry et Daniel Casseau.

(73) Titulaire :

(74) Mandataire : Guilguet, Thomson CSF,
SCPI, 173, bd Haussmann, 75379 Paris Cedex 08.

PROCEDE ET DISPOSITIF DE REDUCTION
DE LA PUISSANCE DES SIGNAUX DE BROUILLAGE
RECUS PAR LES LOBES LATERAUX D'UNE ANTENNE RADAR

La présente invention concerne un procédé et des dispositifs de réduction de la puissance des signaux de brouillage reçus par les lobes latéraux d'une antenne radar. Ces signaux sont en général des signaux de brouillage actif, naturels ou artificiels, continus ou découpés, émis quelquefois par plusieurs brouilleurs indépendants et qui se combinent aux bruits internes des récepteurs associés.

En règle générale, ces signaux de brouillage sont reçus par les lobes secondaires de l'antenne du radar avec un niveau tel qu'ils diminuent considérablement le rapport signal sur bruit et perturbent complètement le fonctionnement du radar.

Afin de diminuer les interférences ainsi produites sur les signaux utiles on a développé des techniques connues sous le nom d'opposition des lobes secondaires ou OLS. Cette technique de contre-mesure est décrite schématiquement dans un article de MA. JOHNSON et D.C. STONER "ECCM From the radar designer's view point" paru dans la revue "Microwave Journal de mars 1978, page 59 et 60" (contre-mesures électroniques du point de vue du concepteur radar). Suivant cette technique on s'efforce d'adapter les caractéristiques de rayonnement d'une antenne de réception au milieu environnant de façon à maximiser le rapport signal utile au total des signaux parasites. Cette adaptation s'obtient en utilisant des antennes auxiliaires, avec leurs voies de réception, et en combinant leurs diagrammes avec celui de l'antenne principale considérée de façon à obtenir un diagramme global possédant des zéros ou tout au moins des minimums dans les directions des brouilleurs externes, tout en évitant de trop amplifier les bruits internes des récepteurs associés aux antennes auxiliaires.

La figure 1 rappelle le schéma classique d'un système OLS,

multi brouilleur comportant un certain nombre de boucles de décorrelation.

Un système OLS classique et un système "bouclé" comportent principalement une antenne principale (1) et des antennes auxiliaires 2,3 associées chacune à une voie de réception 20,30. Chacune de ces voies de réception comprend une boucle constituée par un amplificateur 4, (40), un intégrateur 5,(50), un corrélateur 6 (60) et un mélangeur de commande 7, (70).

Dans un tel système OLS de l'art antérieur, chaque signal $b-b'$ reçu par une antenne auxiliaire est retranché dans un additionneur 8 au signal b_0 reçu par l'antenne principale, après qu'il ait été multiplié par un coefficient de pondération (W W') asservi à la corrélation existant entre le signal auxiliaire et le signal existant. Le signal exploité prend la forme $b_0 - bW - b'W'$. Le bruit total est alors un minimum.

Si le système utilisé n'est pas bouclé les coefficients de pondération optimaux W_i peuvent être déterminés par un calcul qui revient à inverser la matrice de covariance des signaux reçus par l'antenne principale et les signaux auxiliaires.

Cependant, quel que soit l'algorithme utilisé, on peut montrer que le choix des antennes auxiliaires n'est pas indifférent à la rapidité de convergence du processus, au facteur d'amélioration final, au rapport signal sur brouilleur, à la largeur de bande du système et à la vulnérabilité du système à des brouilleurs additionnels.

Il apparaît ainsi que les diagrammes auxiliaires, c'est à dire les diagrammes des antennes auxiliaires, présentent une certaine importance et suivant l'invention, le choix de ces diagrammes n'est pas indifférent.

Généralement les antennes auxiliaires OLS, c'est à dire celles associées aux systèmes OLS de l'art antérieur sont peu directives et placées souvent sur le pourtour de l'antenne principale. Une telle disposition présente certains inconvénients.

Etant peu directive, parfois presque omnidirectionnelle, une

antenne auxiliaire peut englober dans son diagramme plusieurs brouilleurs entraînant une diminution de l'efficacité et de la rapidité de convergence des boucles de pondération.

5 Le gain d'une telle antenne auxiliaire est faible, par suite le coefficient de pondération à attribuer au signal qu'elle délivre est relativement élevé. Ceci risque de ramener dans la voie principale une fraction d'autant plus importante du bruit thermique du récepteur associé et de diminuer le facteur d'amélioration final du rapport signal sur brouilleur. Le facteur d'amélioration est le rapport du rapport signal sur bruit en l'absence ou en présence du
10 procédé de réduction de la puissance du bruit utilisé. C'est à dire en fait le quotient du rapport signal sur bruit avant et après l'opération de réduction de la puissance de bruit envisagée.

15 Le diagramme auxiliaire est large et recueille donc des échos parasites appelés aussi clutter, ce qui diminue l'efficacité du système.

Le centre de phase d'une antenne auxiliaire est généralement éloigné de celui de l'antenne principale et le coefficient de pondération W_i associé est très sensible à la fréquence.

20 Dans le cas d'un radar à fréquence aléatoire par exemple, ce coefficient devra varier très rapidement, empêchant ainsi le système d'être à très large bande.

25 De plus, le diagramme global résultant de la combinaison du diagramme de l'antenne principale et des diagrammes des antennes auxiliaires qui sont peu directifs, présente des lobes latéraux perturbés par le fait que les lobes des antennes auxiliaires captent des brouilleurs qui ne gênaient pas l'antenne principale seule.

30 De plus encore, on peut montrer qu'il existe des combinaisons entre directions de brouilleurs et antennes auxiliaires non directives qui ne convergent vers aucune solution. L'ensemble des sources auxiliaires quasi-ponctuelles avec leurs coefficients de pondération reçoit un diagramme à caractère angulairement périodique, alors que les lobes latéraux de l'antenne principale ne le sont pas. Comme le système OLS revient à opposer les uns aux autres, cette

opposition si elle est réalisée dans une direction, a peu de chance de l'être dans les directions séparées par une ou plusieurs périodes angulaires.

5 L'objet de l'invention est à la fois un procédé et un dispositif de réduction de la puissance des signaux de brouillage reçus par les lobes latéraux d'une antenne radar qui pallient les inconvénients rappelés ci-dessus.

10 Suivant l'invention, le procédé de réduction de la puissance des signaux de brouillage reçus par les lobes latéraux d'une antenne radar est caractérisé en ce que les diagrammes auxiliaires utilisés sont choisis présentant un zéro dans la direction de rayonnement maximal de l'antenne principale, ayant un centre de phase proche de celui de diagramme de l'antenne principale et présentant un gain minimum dans les zones où le niveau des lobes latéraux de l'antenne
15 principale seule est suffisamment bas pour éviter de capter des brouilleurs dans ces zones.

Suivant l'invention également on dispose des limiteurs dans les différentes boucles de corrélation, augmentant la vitesse de convergence des dites boucles.

20 Le rôle du limiteur est de réduire l'étalement du spectre des valeurs propres de la matrice de covariance. Si b_i sont les signaux des diverses voies auxiliaires ($i = 1, 2, \dots$), la matrice de covariance est celle dont le terme général est le coefficient de corrélation entre les signaux des voies auxiliaires représentées i et K soit $R_{ik} =$
25 valeur moyenne de $(b_i b_k^*)$. Dans ces conditions, la vitesse de convergence des boucles de corrélation dites également d'optimisation, est augmentée.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre donnée à l'aide des
30 figures qui représentent, outre la figure 1 relative à l'art antérieur

La figure 2a un réseau linéaire avec son illumination

La figure 2b le diagramme typique du réseau de la figure 2a ;

La figure 3 l'échantillonnage du diagramme ;

La figure 4a une antenne multifaisceau de façon schématique ;

La figure 4b les diagrammes d'échantillonnage de l'antenne de la figure 4a ;

La figure 5 une antenne multifaisceau, variante de celle de la figure 4a ;

5 La figure 6 une antenne réseau alimentée par une lentille ;

La figure 7 une source primaire complexe alimentant une antenne multifaisceau ;

La figure 8 une antenne multifaisceau avec alimentation en chandelier ;

10 La figure 9 les lois d'illumination correspondant aux diagrammes de l'antenne de la figure 8 ;

La figure 10 le diagramme de la voie somme (S) ;

La figure 11 le diagramme de la voie différence (D) ;

La figure 12 le diagramme de la voie écart (E) ;

15 La figure 13 le diagramme de la voie double différence (D') et

La figure 14 le dispositif suivant l'invention avec des limiteurs.

Dans la partie introductive à la présente invention, on a montré que les inconvénients des systèmes OLS auxquels on veut remédier, proviennent de la faible directivité des antennes auxiliaires que l'on associe à l'antenne principale dans le but de les combiner de façon à obtenir une réduction de la puissance des signaux de brouillage reçus par les lobes latéraux de l'antenne principale du radar.

20 On a alors défini dans l'exposé de l'invention les conditions auxquelles devaient répondre, suivant l'invention, les diagrammes des antennes auxiliaires pour que de leur combinaison avec le diagramme principal on obtienne la réduction de puissance des signaux de brouillage sans subir les inconvénients signalés.

25 Suivant l'invention les antennes auxiliaires doivent être très directives. Dans ces conditions chaque diagramme d'antenne auxiliaire ne captera en règle générale qu'un seul brouilleur dans son lobe principal. Un ensemble d'antennes auxiliaires à grande directivité exécute ainsi un préfiltrage spatial. Cette grande directivité entraîne généralement un gain important pour l'antenne

30

auxiliaire : le coefficient de pondération à utiliser est de la sorte faible et le rapport du bruit du récepteur de l'antenne auxiliaire au bruit total est faible donnant un bon facteur d'amélioration.

Le fait que le diagramme auxiliaire présente un zéro dans la direction de rayonnement maximal de l'antenne principale, ou tout au moins un gain minimum dans cette direction évite de recueillir ce que l'on appelle le clutter. Le diagramme principal n'est pas perturbé et le gain dans les autres zones utiles est renforcé.

Le fait que le centre de phase soit proche de celui du diagramme principal est favorable à une optimisation à large bande. De plus, un gain minimum dans les zones où le niveau des lobes latéraux de l'antenne principale seule est suffisamment bas, évite d'y capter des brouilleurs.

Il en résulte que suivant l'invention en fait, les antennes principales et auxiliaires doivent présenter des diagrammes tels que l'ensemble des antennes constitue une sorte de filtre spatial de l'environnement de l'antenne.

Suivant une première solution de l'invention on peut définir une structure d'antenne dont les diagrammes auxiliaires optimisés présentent les caractéristiques qui ont été données. De tels diagrammes sont des diagrammes dits d'échantillonnage réalisés à partir d'un réseau linéaire.

La figure 2a présente de façon schématique un réseau linéaire de longueur L repéré par une abscisse X et qui est le siège d'une illumination IL définie par la fonction complexe scalaire f(x) bornée au domaine $(-\frac{L}{2}, +\frac{L}{2})$. Ce réseau rayonne dans une direction θ repérée par rapport à la normale N, un diagramme F(τ) bien représenté par la transformée de Fourier de f(x) sur la Figure 2b, soit

$$F(\tau) = \int_{-L/2}^{+L/2} f(x) e^{i 2 \pi x \tau} dx \quad \text{avec}$$

$$\tau = \frac{\sin \theta}{\lambda}, \quad \lambda \text{ étant la longueur d'onde et } \theta \text{ étant l'angle de la}$$

direction considérée avec la normale au réseau 9.

5 Ce diagramme possédant un spectre à support borné, il en résulte d'après le théorème de l'échantillonnage qu'il peut être représenté, comme le montre la figure 3, comme une combinaison linéaire de diagrammes élémentaires d'échantillonnage sous la forme

$$F(\gamma) = \sum_k a_k \frac{\sin(\pi L \gamma - k \pi)}{\pi L \gamma - k \pi}$$

10 Chaque diagramme d'échantillonnage possède les caractéristiques qui sont celles requises suivant l'invention pour un diagramme auxiliaire.

15 On notera que si la structure de l'antenne est telle que chaque diagramme d'échantillonnage (en nombre N) fait l'objet d'une entrée séparée, comme c'est le cas par exemple d'un réseau excité par une matrice de Buttlér ou une matrice équivalente, qu'il est possible de contrôler les coefficients a_k de façon à annuler le diagramme résultant dans les directions de N brouilleurs, en effectuant comme cela a été rappelé la somme des signaux reçus par les antennes
20 élémentaires, pondérés par des coefficients asservis à la condition de maximalisation du rapport signal à bruit total.

Des diagrammes élémentaires répondant aux caractéristiques énoncées sont ainsi obtenus avec une antenne multifaisceau dont les diagrammes élémentaires sont des diagrammes directifs, adjacents,
25 de préférence orthogonaux, couvrant le domaine angulaire à protéger contre les brouilleurs.

Une telle antenne est représentée figure 4 (a) de façon très schématisée ; on y reconnaît le réseau linéaire 9 d'antennes élémentaires alimenté par une matrice 10 pouvant être une matrice de
30 Buttlér ou de Maxson. Les voies d'alimentation comportent toutes un dispositif de pondération 11 affectant au signal qui les parcourt un coefficient de pondération (W_i) déterminé de façon connue, et ces voies sont connectées à un dispositif de sommation (8) recevant la voie principale et alimentant un récepteur 12 délivrant le signal

débarrassé des brouilleurs ou du moins un signal dans lequel l'effet du brouillage est fortement atténué. La figure 4b montre les diagrammes des différentes antennes élémentaires 1 à N. qui jouent le rôle des diagrammes d'échantillonnage définis plus haut.

5 La figure 5 représente de façon schématique une antenne multifaisceau dont les diagrammes élémentaires répondent aux caractéristiques qui ont été définies précédemment et qui est utilisée avantageusement pour réduire la puissance des brouilleurs captés par l'antenne. L'antenne réseau 9 est alimentée par un
10 diviseur de puissance 13 à travers des déphaseurs 14 créant la voie principale. Les voies auxiliaires sont créées à partir de coupleurs 15 placés devant les déphaseurs 14 qui dérivent une partie de l'énergie incidente vers une matrice de Butler 10 dont les entrées sont connectées à des pondérateurs 11 connectés à un sommateur 8
15 recevant la voie principale VP. Le sommateur est connecté à un récepteur 12.

 D'autres antennes réseau répondent également au problème et l'on peut citer entre autres une antenne réseau alimentée par une lentille, de préférence aplanétique. Dans une antenne de ce type,
20 représentée schématiquement figure 6, les sources primaires 17 de la lentille 16 engendrent dans un domaine entourant la voie principale 18 les diagrammes directifs auxiliaires 19 recherchés. Un diagramme auxiliaire 19 captant un brouilleur B, par le jeu de la pondération et de la sommation des diagrammes on obtient un
25 diagramme principal 18 dans lequel le brouilleur est atténué.

 On peut également utiliser dans un même domaine d'antennes, une antenne réseau réflecteur alimentée par un réseau de sources primaires. Dans ce cas, tout comme d'ailleurs dans le précédent, la source primaire peut-être complexe et présenter une implantation
30 particulière. La figure 7 représente une telle source primaire qui autorise une meilleure exploitation de l'antenne dans le cadre de l'invention. Effectivement les deux systèmes d'antenne décrits ci-dessus sont particulièrement efficaces contre des brouilleurs multiples situés dans des directions pas trop éloignées de celle du lobe

principal, éloignement que l'on peut mesurer en quelques largeurs à 3dB. Si ces brouilleurs se répartissent dans un plan "horizontal" autour du lobe utile, ce qui est fréquent dans le cas de brouilleurs puissants éloignés, les sources sont réparties comme montrées figure 7. La source principale SP monopulse donnant le lobe principal est placée au centre d'un système d'axes OX, OY et les sources auxiliaires Si (1 à 6) sont réparties tout autour, pouvant créer des diagrammes conformément à l'invention mais non identiques les uns aux autres suivant la répartition la plus probable des brouilleurs.

D'autres types d'antenne réseau peuvent également être utilisés, conformément à l'invention, pour réduire la puissance des brouilleurs. Ce sont les antennes réseau alimentées par un diviseur en chandelier réalisé avec des technologies diverses comme des guides d'onde coaxiaux, triplaques, circuits imprimés La voie principale est constituée par l'entrée d'excitation principale, ou entrée de la voie somme "S" qui produit une illumination symétrique, équiphasé, atténuée sur les bords en forme de cloche. Cependant, la voie principale par suite d'un contrôle imparfait le long du réseau, de la phase et de l'amplitude dans la bande de fréquences à couvrir est accompagnée de lobes latéraux diffus susceptibles de recueillir des signaux parasites dus à des brouilleurs extérieurs. Pour obtenir des diagrammes auxiliaires répondant aux conditions rappelées au début de la description, on remplace les coupleurs élémentaires existant normalement dans le distributeur en chandelier par des coupleurs directifs ou du type Té magique ou du type anneau hybride. Tous les coupleurs élémentaires ne sont pas systématiquement remplacés mais un certain nombre d'entre eux.

A titre d'exemple le figure 8 représente sous une forme très schématique un réseau linéaire 9 de longueur L alimenté par un chandelier de sorte que l'on y peut distinguer quatre sous-réseaux 20, 21, 22, 23 répartis symétriquement et alimentés avec la même puissance et de façon équiphasé par des coupleurs 25, 26 27 28 par exemple des Tès magiques. On y peut alors définir un certain nombre de diagrammes. Le coupleur central 25 détermine une voie

somme S donnant le diagramme principal et une voie différence D donnant un diagramme différence pour constituer un diagramme auxiliaire au sens de l'invention.

5 Les coupleurs 26 et 27 comportent chacun une voie différence qui sont associées par des lignes de même longueur à un Té magique 28 ou anneau hybride qui, élaborant la somme et la différence des signaux qu'il reçoit définit deux autres diagrammes auxiliaires, correspondant à ce qui a été appelé dans une publication antérieure de la demanderesse, à la voie écart et à la voie double différence. 10 Si l'on représente par a, b, c, et d respectivement les amplitudes des signaux créés par les réseaux 20 à 23, la voie écart est caractérisée par un diagramme $((a-b) + (c-d))$ et la voie double différence par $((a-b) - (c-d))$.

15 La figure 9 représente les lois d'illumination des différentes voies qui ont été définies à partir de l'antenne réseau de la figure 8. Les figures 10 à 13 représentent les diagrammes, en décibels en fonction de l'angle θ en degré, des différentes voies principale et auxiliaires sur lesquelles on peut observer un certain nombre de propriétés qui sont celles définies au début de la présente description.

- 20 1. Les diagrammes auxiliaires possèdent un zéro dans l'axe.
2. Le diagramme auxiliaire différence, possède un gain relativement élevé vis à vis des lobes latéraux de la voie somme, même pour les lobes éloignés de l'axe.
3. Les centres de phase des illuminations auxiliaires coïncident avec celui de la voie principale.
25 4. Les diagrammes auxiliaires écart (E) et double différence (D') possèdent des zéros alternés ; ainsi si un brouilleur tombe dans un zéro d'un diagramme auxiliaire, il est reçu par l'autre diagramme. Il y a une ébauche de préfiltrage spatial.

30 On a indiqué au début de la présente description qu'il y avait une relation entre l'étalement du spectre de la matrice de covariance et les performances du procédé considéré de réduction de la puissance des signaux de brouillage reçus par les lobes latéraux de l'antenne du radar. En fait, si l'on veut que le système soit efficace

sur toute la dynamique des valeurs propres, ou sur toute la dynamique de brouillage dans le cas où la matrice est diagonale, le temps d'adaptation est proportionnel à cette dynamique.

5 Si l'on suppose que chaque brouilleur n'est capté que par une seule antenne auxiliaire et que de plus les niveaux de brouillage reçus sur les voies auxiliaires sont tous égaux, les boucles de corrélation sont parfaitement découplées et la matrice de covariance fonctionne en parallèle et de façon identique. Cette situation toutefois est celle relativement sans problème d'un
10 système OLS monobrouilleur. Si les faisceaux auxiliaires sont suffisamment directifs et donc chaque faisceau ne capte qu'un seul brouilleur, les autres brouilleurs étant reçus par des lobes latéraux du faisceau considéré, il en résulte, que le plus souvent la matrice de covariance est à dominante diagonale. Le découplage partiel ainsi
15 obtenu pour les boucles de corrélation peut-être exploité pour améliorer les performances dynamiques du système. Pour ce faire, suivant l'invention on insère un limiteur entre chaque antenne auxiliaire et le mélangeur de corrélation associé.

20 La figure 14 représente de façon schématique le dispositif ainsi réalisé. L'antenne réseau 9 détermine la voie principale VP et les voies auxiliaires 200, 300 ... qui sont toutes connectées au circuit de sommation 8. Dans la boucle de corrélation représentée figure 14, est inséré un limiteur 29 avant le corrélateur 6, à travers lequel passe le signal bi issu de l'antenne auxiliaire. Ceci est réalisé
25 pour chaque boucle de corrélation.

Dans le cas d'antennes auxiliaires à faible directivité, voire omnidirectionnelles, toutes les valeurs propres de la matrice sont multipliées par une même constante. Il en résulte que la dynamique
30 des valeurs propres est inchangée et l'on ne gagne rien du point de vue rapidité de convergence. Par contre, dans le cas d'antennes auxiliaires directives, on gagne approximativement dans un rapport de 2 sur l'étalement du spectre exprimé en décibels. Il en résulte une nette amélioration de la rapidité de convergence du système.

On a ainsi décrit un procédé et des dispositifs mettant en

oeuvre ce procédé, pour réduire la puissance des signaux de brouillage reçus par les lobes latéraux d'une antenne radar.

REVENDICATIONS

1. Procédé de réduction de la puissance des signaux de brouillage reçus par les lobes latéraux d'une antenne radar, suivant lequel on combine les diagrammes de rayonnement de l'antenne considérée avec les diagrammes de rayonnement d'antennes auxiliaires qui lui sont associés dans le but d'obtenir un diagramme global possédant des minimums dans les directions des brouilleurs externes, caractérisé en ce que les diagrammes auxiliaires (1-N) sont choisis directifs, présentant un zéro dans la direction du rayonnement maximal de l'antenne radar ou antenne principale, ayant un centre de phase proche de celui du diagramme de l'antenne principale et présentant un gain minimum dans les zones où le niveau des lobes latéraux de l'antenne principale seule est suffisamment bas pour éviter de capter des brouilleurs dans ces zones.

2. Procédé suivant la revendication 1, suivant lequel les signaux provenant des diagrammes auxiliaires sont soumis à une pondération avant d'être additionnés aux signaux du diagramme principal, caractérisé en ce que les signaux des diagrammes auxiliaires subissent en outre une limitation de leur amplitude.

3. Dispositif de réduction de la puissance des signaux de brouillage reçus par les lobes latéraux d'une antenne radar, mettant en oeuvre le procédé de la revendication 1, caractérisé en ce que les diagrammes auxiliaires sont créés par une antenne multifaisceau dont les faisceaux sont directifs, adjacents, orthogonaux et disposés de façon à couvrir le domaine angulaire à protéger contre les brouilleurs, la dite antenne étant constituée par un réseau linéaire (9) d'antennes élémentaires alimentées par une matrice (10) de Butler ou de Maxson et comportant en outre un dispositif de pondération (11).

4. Dispositif suivant la revendication 3 mettant en oeuvre le procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend des limiteurs (Li) insérés dans chaque voie auxiliaire entre le dispositif de pondération (11) et l'antenne auxiliaire correspondante.

5. Dispositif de mise en oeuvre du procédé suivant l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les diagrammes auxiliaires sont ceux créés par une antenne réseau (fig 6) alimentée par une lentille aplanétique (16) illuminée par des sources primaires (17).

5

6. Dispositif suivant l'une des revendications 1, 2 ou 5, caractérisé en ce que les diagrammes auxiliaires sont créés par une antenne réseau réflecteur, alimentée par un réseau de sources primaires (Fig 7).

10

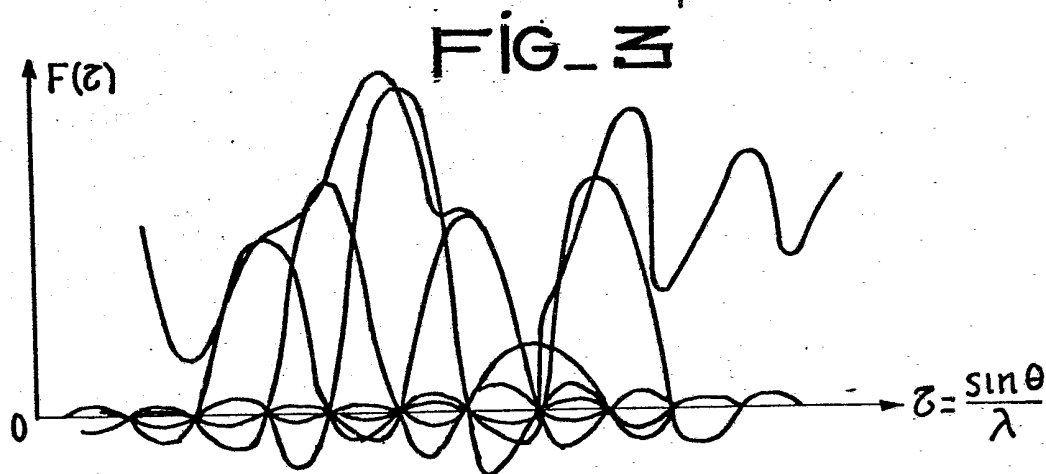
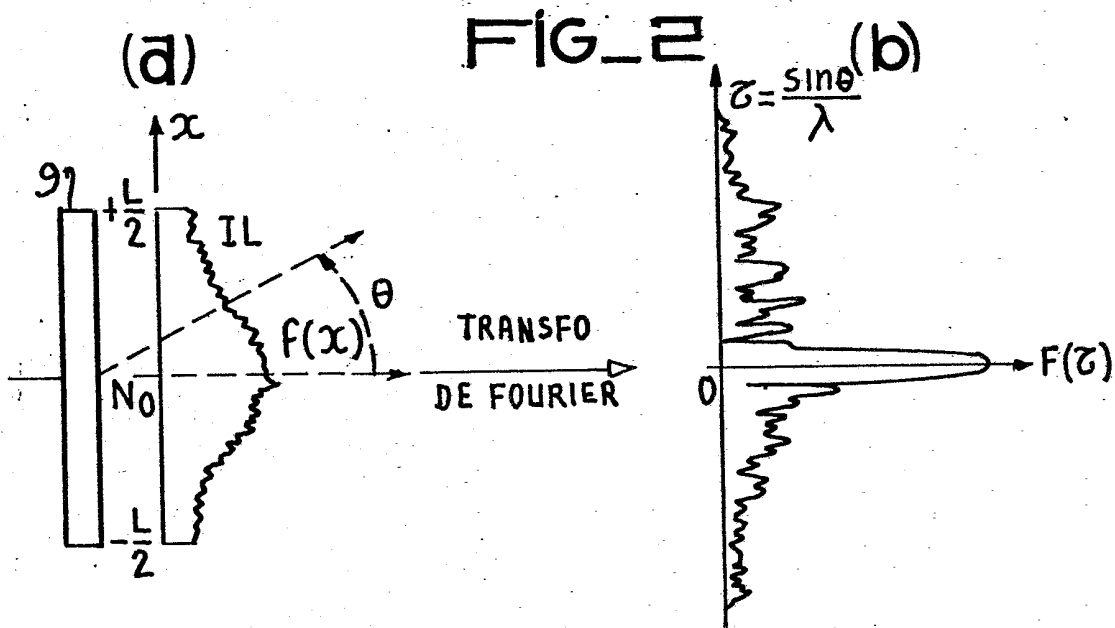
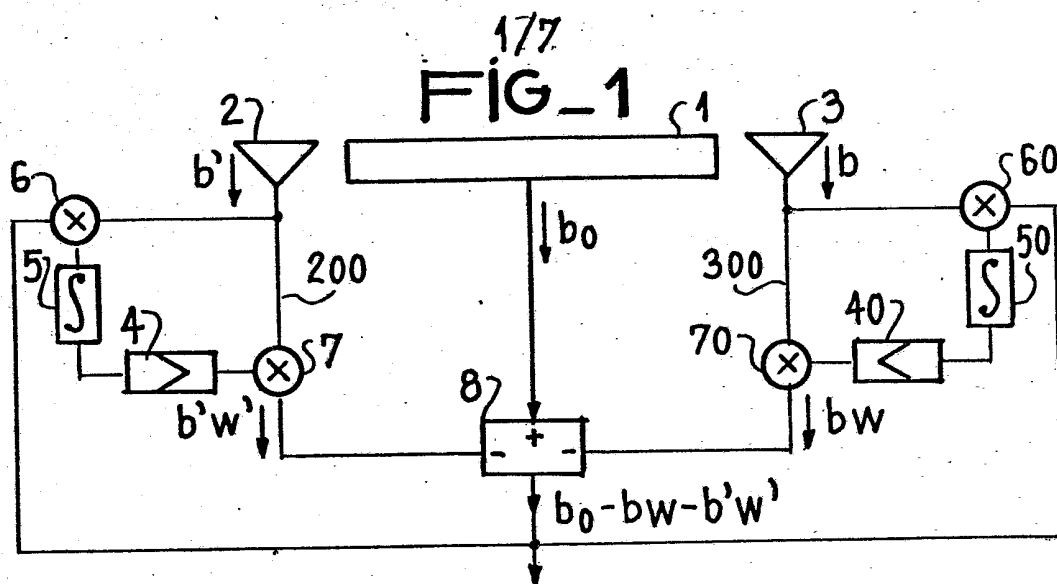
7. Dispositif suivant la revendication 6, caractérisé en ce que le réseau de sources primaires (Fig 7) comprend une source principale (SP) du type monopulse entourée de sources auxiliaires (Si 1 à Si 6) créant des diagrammes directifs auxiliaires tous différents suivant la répartition la plus probable des brouilleurs.

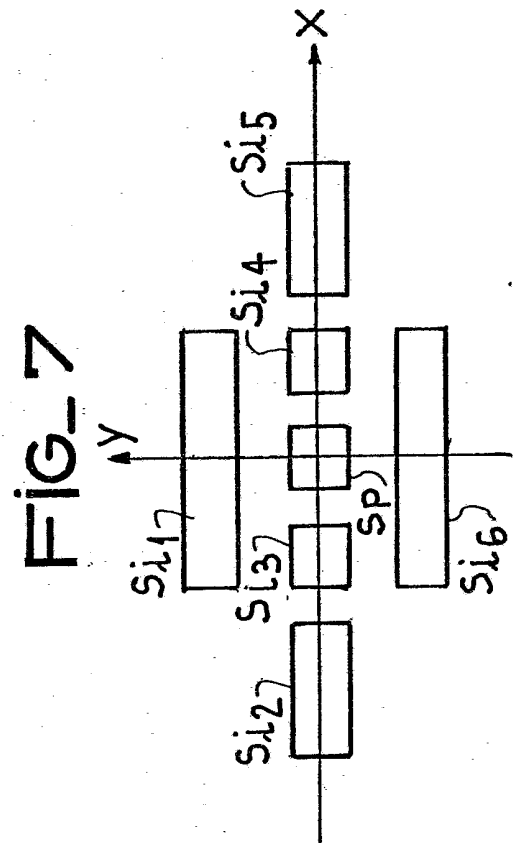
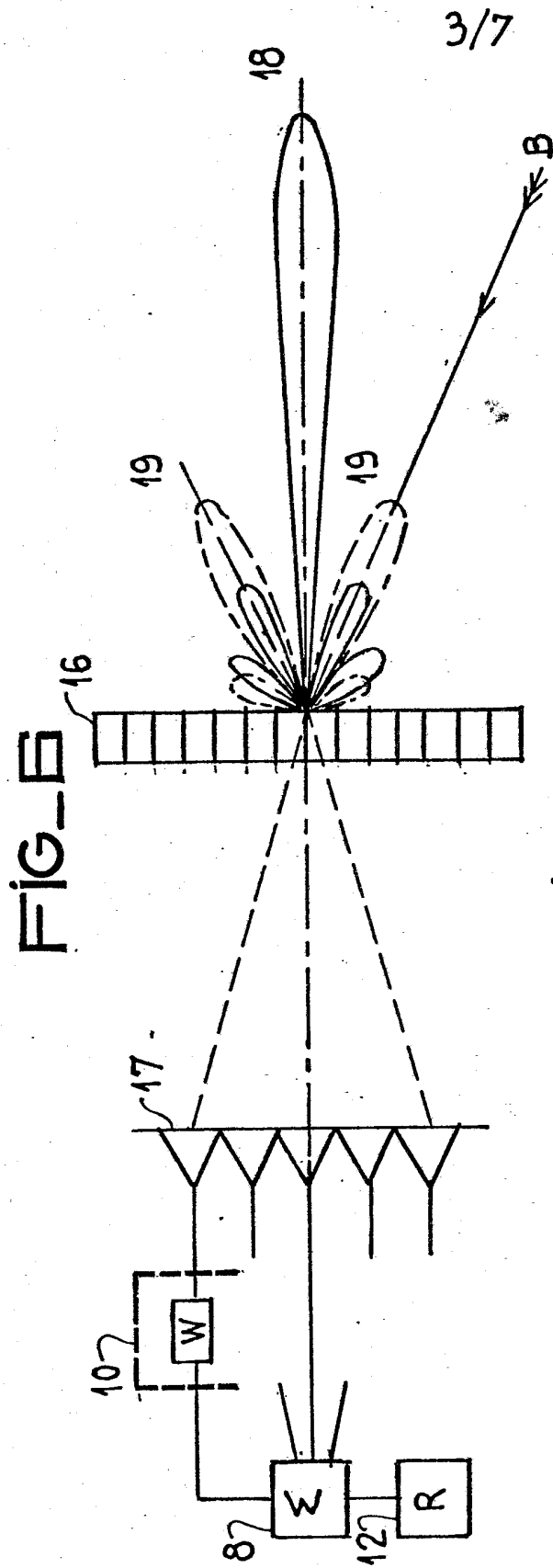
15

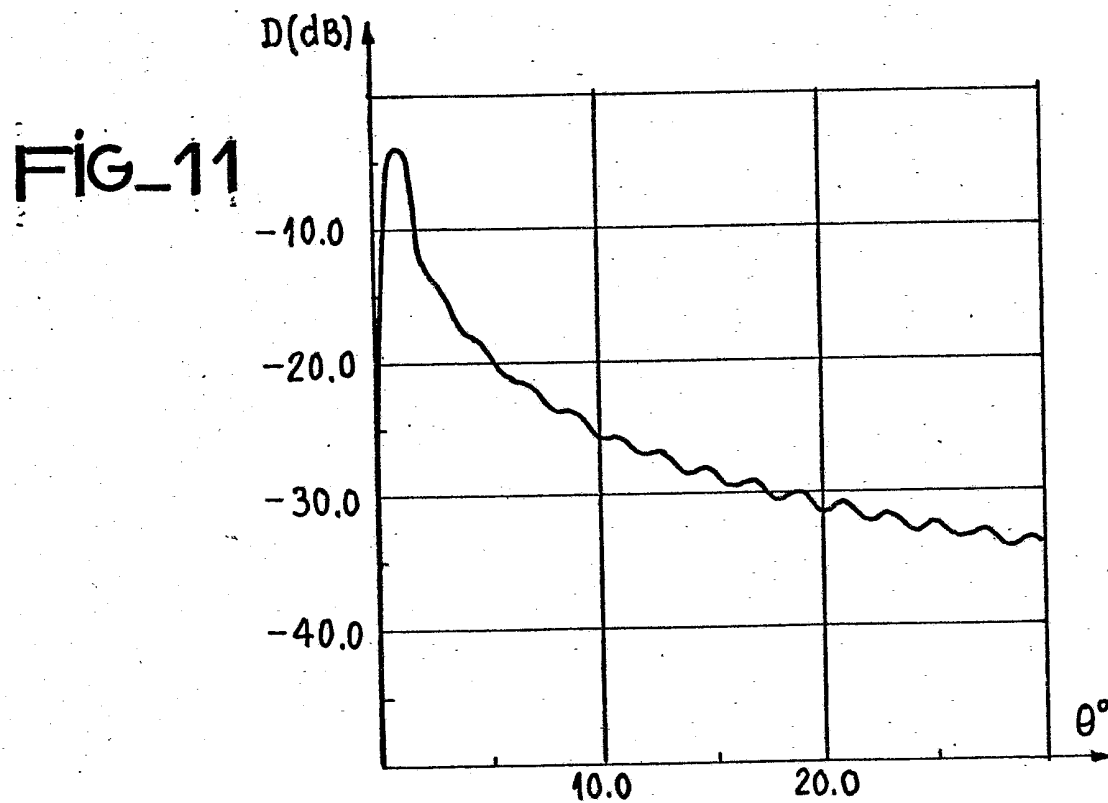
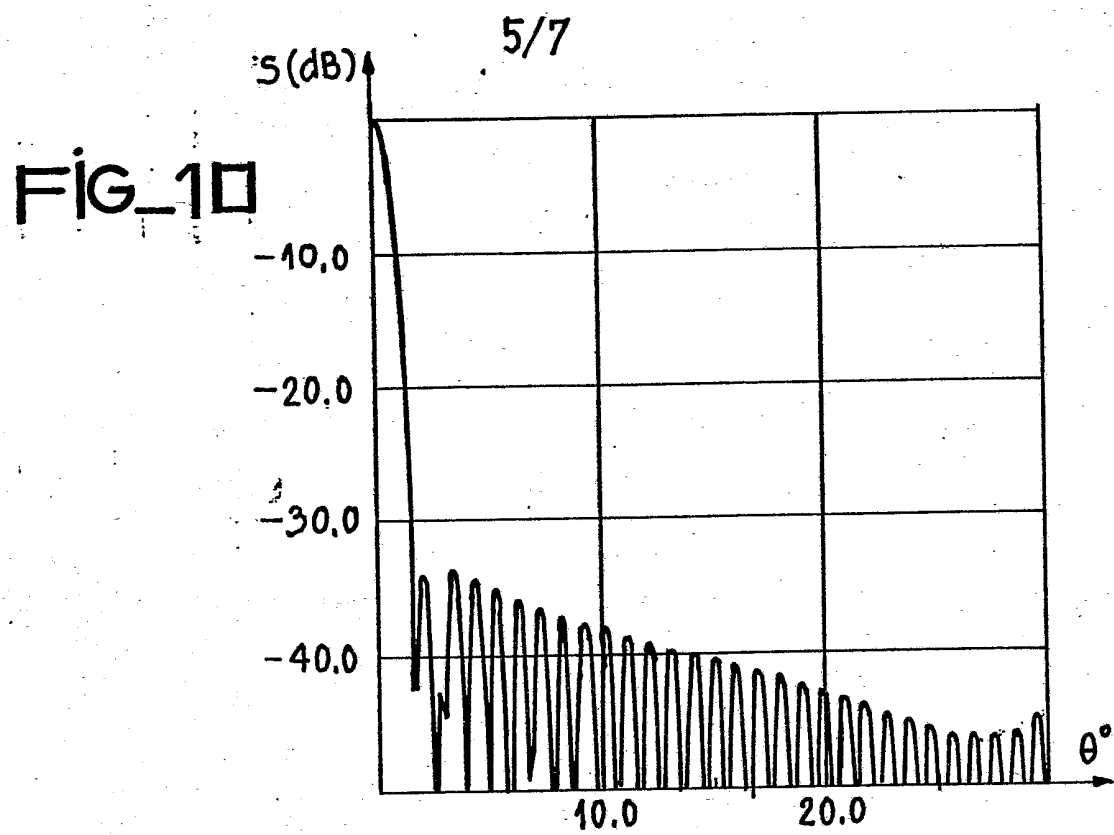
8. Dispositif pour la mise en oeuvre d'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les diagrammes auxiliaires sont créés par des antennes réseau alimentées par un diviseur en chandelier (Fig 8) dans lequel les coupleurs (25 à 28) sont des coupleurs directifs ou du type Té magique ou anneau hybride.

20

9 Dispositif suivant la revendication 8, caractérisé en ce que le diagramme principal de l'antenne est celui créé par la voie somme et les diagrammes auxiliaires sont ceux créés respectivement par la voie différence, (D) la voie écart (E) et la voie double différence (D').

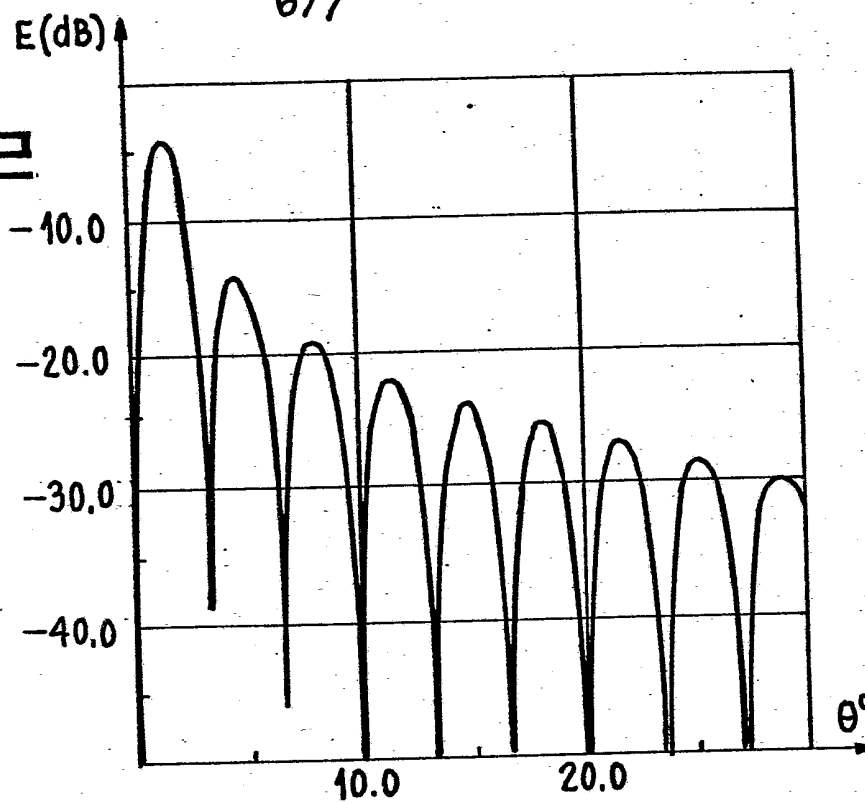




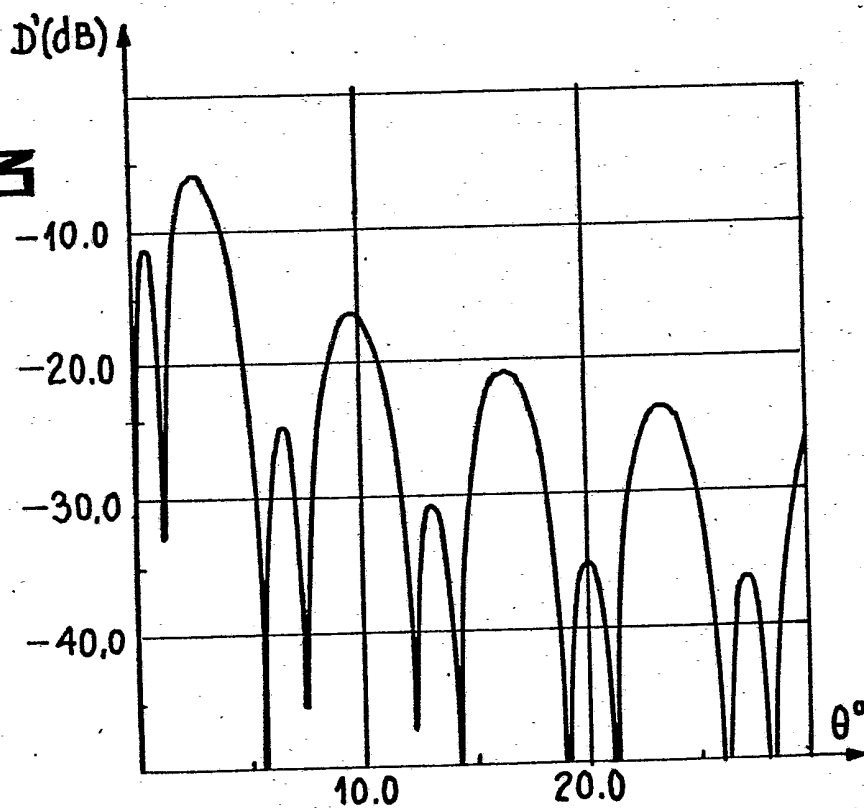


6/7

FIG_12



FIG_13



7/7

FIG. 14

