



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1011411A4

NUMERO DE DEPOT : 08900348

Classif. Internat. : G01S

Date de délivrance le : 07 Septembre 1999

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 30 Mars 1989 à 14H50 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : DASSAULT ELECTRONIQUE, société commerciale
quai Marcel Dassault 55, F-92214 SAINT-CLOUD(FRANCE)

représenté(e)(s) par : VANDERPERRE Robert, GEVERS & VANDER HAEGHEN, Rue de Livourne
7, -B 1060 BRUXELLES.

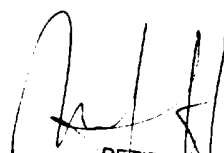
un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes
annuelles; pour : DISPOSITIF RADAR A REGULATION DE FAUSSE ALARME SUR DIFFUS.

INVENTEUR(S) : Sirven Jacques, c/o DASSAULT ELECTRONIQUE, société commerciale, quai
Marcel Dassault 55, F-92214 Saint-Cloud (FR)

PRIORITE(S) 08.07.88 FR FRA 8809349

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité
de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de
la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Bruxelles, le 07 Septembre 1999
PAR DELEGATION SPECIALE :


PETIT M.
Conseiller adjoint

Dispositif radar à régulation de fausse alarme sur diffus.

L'invention concerne les radars.

5 Intrinsèquement, la partie réception d'un radar fournit une représentation de l'énergie électromagnétique reçue, à l'intérieur d'une bande de fréquences déterminée par ses caractéristiques d'émission, compte tenu de l'application
10 concernée. On parle souvent d'"échos" radar, mais, pour définir de tels échos, il faut déjà effectuer un traitement exploitant l'énergie reçue.

Habituellement, pareil traitement comporte l'analyse de l'énergie reçue dans le domaine temps-fréquence. En
15 principe, l'analyse temporelle fait intervenir des "portes" (ou "fenêtres") distance, tandis que l'analyse fréquentielle fait intervenir des portes (ou fenêtres) Doppler, encore que certains radars aient un fonctionnement plus subtil (cas d'une modulation linéaire de fréquence à l'émission
20 par exemple). La combinaison du découpage en portes distance d'une part, Doppler d'autre part fournit des plots distance-Doppler.

En toute rigueur, il n'y a "écho radar" que si l'énergie
25 reçue dans un plot donné dépasse un certain seuil. La définition de tels seuils est importante, car elle détermine la "probabilité de fausse alarme" du radar.

On appelle "régulation de fausse alarme" les moyens permettant de définir lesdits seuils, ou bien des critères, plus
30 évolués qu'un simple seuil, permettant de discriminer des échos dans l'énergie reçue. Si cette régulation est mal effectuée, le système d'exploitation des échos radar aura

en principe trop de plots détectés à analyser, et se trouvera saturé (il pourrait aussi en avoir trop peu, ce qui signifierait que des objets à détecter seront manqués, chose absolument inadmissible).

5

Pour discriminer les vrais échos, il faut éliminer a priori le bruit thermique. Dans de nombreux radars, les objets fixes ("échos de sol") sont également à éliminer. Une difficulté survient alors, car, si le bruit thermique est de
10 très bas niveau, à l'inverse les échos de sol sont de niveau élevé, voire très élevé, c'est-à-dire supérieur au niveau des échos utiles.

Cette difficulté est partiellement allégée par le fait qu'en
15 général on dispose de moyens pour filtrer spécifiquement les échos de sol. Le problème n'existe donc que pour ceux des échos de sol qui ont échappé au filtrage. L'origine de ces "résidus parasites" diffère, selon que le radar est fixe ou porté par une plate-forme mobile, telle qu'un
20 aéronef.

Dans le cas d'un radar fixe, les échos de sol d'origine rapprochée peuvent présenter des surfaces équivalentes radar très importantes. C'est le cas par exemple pour des hangars
25 ou autres constructions proches d'un radar de surveillance du trafic aérien, et réfléchissant l'énergie de bruit de l'émetteur. La régulation de fausse alarme peut se faire :

- soit en disposant un limiteur à l'entrée du filtre
30 Doppler, pour désensibiliser le récepteur en présence d'un écho fort,

- soit en asservissant le seuil de détection en fonction du niveau de l'écho mesuré avant filtrage Doppler; cette
35 seconde technique ne modifie pas le spectre des signaux traversant le filtre Doppler, et est donc utilisable même si le spectre des échos de sol est relativement étalé en fréquence.

Dans le cas d'un radar mobile, le problème de régulation de fausse alarme est radicalement différent, car l'origine de ces fausses alarmes est tout autre.

5 Tout d'abord, les échos de sol à très fort niveau sont rares, car, en principe, le lobe principal de l'antenne n'éclaire pas le sol à faible distance. Il reste que les lobes secondaires de l'antenne (s'ils sont importants) peuvent percevoir des échos de sol de niveau relativement
10 élevé, avec une fréquence Doppler qui correspond à celle d'échos utiles. Le moyen usuel pour réguler les fausses alarmes consiste à utiliser deux voies, c'est-à-dire deux récepteurs associés à deux antennes; la première voie opère normalement, tandis que la seconde, de type
15 omnidirectionnel, plus exactement moins directionnel, est réglée de façon à couvrir les lobes secondaires de la première voie. La régulation de fausse alarme s'effectue alors en comparant les sorties des deux voies pour chaque cellule de résolution distance/Doppler ou plot. Un signal
20 utile correspond au cas où le niveau en sortie de la première voie dépasse celui de la seconde, pour le même plot.

Ce moyen ne donne pas entière satisfaction dans tous les
25 cas. En particulier, il existe des applications où il est impossible de réaliser une seconde voie ayant les caractéristiques de "moindre directionnalité" souhaitées. Il faut en effet que le diagramme de rayonnement de cette seconde voie se situe nettement en dessous de celui de la première
30 voie, dans le lobe principal de celle-ci, et légèrement au-dessus de celui de la première voie, dans ses lobes secondaires; à défaut, la régulation de fausse alarme pourrait entraîner des pertes de détection sur cible utile, car le seuil de détection deviendrait anormalement haut dès qu'ap-
35 paraîtraient, dans la voie auxiliaire, des échos de sol, même faibles, qui ne correspondraient pas aux lobes secondaires de la première voie.

Ce problème se pose, notamment, lorsque le lobe principal n'a pas un gain très fort (aérien à grand angle), et que le niveau des lobes secondaires est mal connu, ou difficilement déterminable avec une précision suffisante.

5

La présente invention vient fournir des moyens susceptibles de remplacer ou compléter les dispositions décrites ci-dessus.

- 10 Un autre but de l'invention est de résoudre les problèmes rencontrés lorsque des aériens sont implantés auprès d'un élément de structure dont les caractéristiques électromagnétiques sont mal connues ou variables (élément de structure mobile, par exemple). Il en résulte en effet que
15 les lobes secondaires des aériens sont également mal connus.

Un but encore plus précis de l'invention est de permettre la disposition d'aériens visant vers l'arrière d'un aéronef, sans être trop gênés par les échos de sol.

20

- Le dispositif radar proposé est du type comprenant deux antennes alimentées par les mêmes moyens d'émission, mais desservant des moyens de réception qui sont séparés au moins en partie en deux voies, suivies de moyens d'exploitation;
25 il est supposé que les deux antennes ont sensiblement la même zone d'illumination principale (ou lobe principal) mais possèdent des rayonnements diffus (ou lobes secondaires) au moins en partie différents.

- 30 Selon une définition très générale de l'invention, les moyens d'exploitation sont propres à considérer comme fausse alarme tout écho reçu avec un niveau inférieur à un seuil choisi dans l'une des voies de réception. Pour simplifier l'exposé, on admettra que les rayonnements diffus des
35 des deux aériens sont totalement disjoints. Sous réserve d'un choix convenable du seuil, il est alors possible de distinguer les échos perçus par le rayonnement diffus d'un seul des aériens, qui va donner lieu à un écho inférieur

au seuil dans l'autre aérien, et les échos reçus à travers les lobes principaux des deux aériens, qui vont être tous deux supérieurs au seuil.

5 Un aspect essentiel de l'invention réside en ce que ceci présente des avantages tout à fait remarquables lorsque les moyens d'émission utilisés sont du type à haute fréquence de récurrence, et, en principe, opèrent avec un facteur de forme élevé.

10

Pour la mise en oeuvre de l'invention avec de tels radars, il est tout à fait intéressant que les voies de réception effectuent d'abord une analyse Doppler, puis une analyse distance, si l'application le nécessite.

15

Dans cette dernière hypothèse, les voies de réception peuvent effectuer l'analyse distance par filtrage dédoublé d'une part sur une fréquence intermédiaire choisie, d'autre part sur cette fréquence intermédiaire, augmentée d'un multiple de la fréquence de récurrence, tandis que la bande passante de filtrage est à chaque fois au plus égale à la valeur de la fréquence de récurrence.

20

Dans un mode de réalisation de l'invention, les moyens d'exploitation comparent les échos correspondants (même plot Doppler/distance) issus des deux voies au seuil choisi, et écartent les couples d'échos pour lesquels l'une au moins des deux voies se trouve inférieure au seuil.

25

30 Dans un autre mode de réalisation de l'invention, les moyens d'exploitation construisent le produit d'un écho d'une voie par le conjugué de l'écho de l'autre voie, et écartent les couples d'échos pour lesquels ce produit (qui représente le produit des énergies reçues sur les deux voies) est inférieure au seuil choisi.

35

Quoique l'invention soit susceptible de diverses applica-

tions, elle convient tout particulièrement bien au cas où l'on utilise deux antennes (au moins) implantées de part et d'autre de la dérive d'un avion (ou plus généralement d'un élément de structure d'un mobile porteur) et dirigées
5 vers l'arrière. On fait en sorte que les moyens de réception soient sensibles seulement aux retours d'énergie dont l'analyse Doppler manifeste un rapprochement vis-à-vis de l'avion. Conformément à l'invention, les moyens d'exploitation peuvent ainsi éliminer les fausses alarmes dues notam-
10 ment à des points du sol se trouvant vers l'avant de l'avion.

Les antennes utilisables pour ce genre d'application ont souvent une ouverture angulaire assez grande (typiquement
15 90°), donc un différentiel de gain assez faible entre le lobe principal et le rayonnement secondaire, lequel est de plus assez mal défini, du fait des éléments de structure de l'avion. La difficulté que l'on rencontre alors est que les échos de sol provenant de l'avant de l'avion et entrant
20 par le diffus des aériens, qui possèdent la plupart du temps un niveau important à cause de leur surface équivalente radar également importante, sont très gênants pour l'analyse et la détection Doppler, destinées à repérer des mobiles s'approchant par l'arrière. La présente invention apporte
25 une solution tout à fait élégante à ce problème.

Pour ce type d'application, il sera également intéressant de prévoir au moins trois antennes, par exemple deux antennes de chaque côté de la dérive (ou bien une d'un côté
30 et deux de l'autre), de façon à pouvoir faire une écartométrie. On dispose de moyens de réception au moins en partie séparés pour ces différentes antennes, ce qui fournit en tout au moins trois voies de réception. Et les moyens d'exploitation vont travailler à chaque fois entre
35 les voies de réception relatives à deux antennes situées de part et d'autre de la dérive.

Ceci permet d'effectuer une mesure de gisement entre deux

antennes situées au même niveau horizontal (l'horizontale étant ici le plan des ailes de l'avion) et une mesure incluant le site entre deux antennes situées à des niveaux horizontaux différents.

5

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés, sur lesquels :

- 10 - la figure 1 illustre schématiquement un aéronef équipé de deux antennes, et susceptible d'accueillir un dispositif radar selon la présente invention;
- la figure 2 illustre schématiquement le diagramme de
15 rayonnement d'un aérien;
- la figure 3 illustre très schématiquement un mode de réalisation préférentiel de l'invention avec quatre aériens;
- 20 - la figure 4 est le schéma de principe d'un dispositif radar selon la présente invention; et
- les figures 5 et 6 sont deux schémas détaillés partiels applicables à un dispositif radar selon l'invention.

25

Sur la figure 1, un aéronef AN possède un fuselage FL, des ailes gauche et droite, WG et WD, à l'arrière une dérive DAN émergeant axialement, avec de part et d'autre des ailerons de stabilisation SG et SD.

30

Sur le fuselage et de part et d'autre de la dérive sont montées au moins une antenne de gauche AG et une antenne de droite AD. Les deux antennes ont par exemple un diagramme de rayonnement d'ouverture angulaire 90° tourné vers l'ar-
35 rière et d'axe parallèle à l'axe longitudinal de l'avion.

La figure 2 montre schématiquement le diagramme de rayonne-

ment d'un aérien, qui comporte un lobe principal LP tourné vers l'arrière, et des lobes secondaires majeurs LS1 et LS2 accompagnés d'un diffus DS, moins bien défini, également nommé "lobes secondaires lointains ("far side lobes").

5

Comme déjà indiqué, on sait résoudre certaines difficultés en prévoyant deux aériens dont l'un possède le diagramme de rayonnement illustré en trait plein sur la figure 2, tandis que l'autre possède le diagramme de rayonnement
10 illustré en traits tiretés, et noté ED (enveloppe du diffus et des lobes secondaires). Cette solution n'est pas entièrement satisfaisante, notamment dans les cas où le gain du lobe principal vis-à-vis des lobes secondaires n'est pas très fort, et également lorsqu'on connaît mal le diffus.
15 C'est spécifiquement le cas lors de l'implantation d'antennes à bord d'un aéronef, de la manière illustrée sur la figure 1 par exemple.

La figure 3 illustre schématiquement un aéronef en vue ar-
20 rière, et montre l'implantation de quatre antennes de part et d'autre de sa dérive DAN. On distingue une antenne gauche haute AGH, une antenne basse AGB, et de l'autre côté une antenne droite ADH et une antenne droite ADB. L'homme de l'art comprendra que trois antennes suffisent. La quatrième
25 antenne peut être utile pour des raisons de symétrie (radioélectrique et/ou aérodynamique), avec ou sans voie de réception associée. Dans la suite de la présente description, le symbole AG désigne l'une des antennes de gauche, et le symbole AD désigne l'une des antennes de
30 droite.

On retrouve donc ces deux antennes AG et AD sur la figure 4.

Les moyens d'émission du dispositif radar comportent un
35 oscillateur d'émission O1 opérant à une fréquence F_e , suivi d'un commutateur d'émission CE actionné à une cadence de récurrence F_r , définie par une source SFR.

On suppose ici que le radar est à haute fréquence de récurrence, typiquement plusieurs dizaines de kilohertz au moins, et qu'il possède un facteur de forme élevé, c'est-à-dire que le commutateur d'émission CE est fermé pendant une
5 partie importante de la durée de la période de récurrence (par exemple la moitié de cette période). Le signal modulé ainsi obtenu est appliqué à un amplificateur d'émission AE qui alimente une antenne d'émission AT. En variante, il pourrait alimenter les antennes AG et AD, à travers des
10 circulateurs (voir variante de la figure 5).

Un oscillateur local OL fournit une fréquence intermédiaire F_i . Un mélangeur $M\emptyset$ reçoit les fréquences F_i et F_e pour fournir un signal de la forme $F_e + F_i$, qui est appliqué à
15 deux mélangeurs M_{IG} et M_{ID} de réception. Ceux-ci reçoivent respectivement par ailleurs les sorties des antennes AG et AD éventuellement après passage des interrupteurs IG et ID, ouverts pendant l'émission. Se trouve défini ainsi le point de départ de deux voies de réception entièrement
20 séparées. (Mais l'homme de l'art sait que les techniques de multiplexage actuellement disponibles, notamment après codage sous forme numérique, permettent d'utiliser souvent des parties communes pour la réception).

25 Les sorties des deux mélangeurs M_{IG} et M_{ID} , qui sont à la fréquence F_i , se trouvent amplifiées dans des amplificateurs ARG et ARD, puis filtrées dans des filtres à bande étroite FEG et FED, avant de subir une démodulation synchrone dans des circuits DSG et DSD, qui reçoivent la fréquence F_i
30 depuis la source OL, et utilisent une composante en phase et une composante en quadrature de celle-ci.

La sortie des deux démodulateurs DSG et DSD est appliquée à des convertisseurs analogiques-numériques CANG et CAND.
35 Les sorties de ceux-ci peuvent être respectivement définies comme :

$X_g + i.Y_g$ pour la voie de gauche,

$X_d + i.Y_d$ pour la voie de droite.

- 5 Dans chaque cas, la composante X est celle qui est en phase avec la fréquence intermédiaire, tandis que la composante Y est celle qui est en quadrature, suivant la notation complexe bien connue pour la démodulation synchrone.
- 10 Les deux signaux ainsi obtenus sont appliqués au circuit d'exploitation EXP.

Dans l'esprit d'un radar à haute fréquence de récurrence et de facteur de forme élevé, on considère que celui-ci
15 travaille sur une seule porte distance. Dans la pratique, l'analyse Doppler fera intervenir une pluralité de filtres, à l'intérieur de la bande passante définie par les étages FEG et FED. Les sorties des deux convertisseurs seront donc multiples, et affectées d'un numéro de voie k.

20

Pour chaque plot Doppler (éventuellement tenant compte de la distance), les moyens d'exploitation vont comparer les sorties des deux convertisseurs, prises en carré de module, à un seuil S_0 . On sait que le carré du module est la somme
25 $X^2 + Y^2$. Le seuil S_0 peut être déterminé en liaison avec le bruit thermique, ou avec la valeur moyenne observée sur une pluralité de filtres Doppler, par exemple. Ceci permet de déterminer les plots pour lesquels on reçoit une contribution significative par l'un des aériens, et au
30 contraire une contribution très faible dans l'autre. Il s'agit dans ce cas d'un point du sol situé vers l'avant de l'aéronef, tel que le point M sur la figure 1. En effet, ce point M peut donner une contribution significative à travers un lobe secondaire ou le diffus de l'antenne AG.
35 Par contre, pour l'antenne AD, il est complètement masqué par la dérive DAN de l'avion.

On peut ainsi définir un critère très simple pour l'élimination de tous les points du sol se situant à l'avant de l'aéronef, et par conséquent animés d'une vitesse de rapprochement par rapport à l'aéronef.

5

Par contre, les points du sol situés vers l'arrière rentreront de la même manière dans les lobes principaux des deux antennes. Mais ce fait n'est pas gênant, dans la mesure où le radar s'intéresse non pas aux échos de sol
10 du lobe principal, mais à des objets mobiles par rapport à ceux-ci. Un filtrage Doppler approprié effectue la discrimination.

Dans une application particulièrement intéressante, le radar
15 ne surveille que des objets se rapprochant de l'aéronef par l'arrière. Sont alors seuls gênants les échos de sols provenant de l'avant, à travers les lobes secondaires et/ou le diffus. Il suffit alors d'appliquer l'invention, avec un filtrage Doppler ne conservant que les vitesses de
20 rapprochement ("plage des Dopplers positifs").

On comprend immédiatement que l'invention permet d'éliminer complètement les effets d'échos de sol qui sont gênants, lorsqu'on cherche à observer un mobile s'approchant par
25 l'arrière, ou dans d'autres applications.

Comme déjà indiqué, la discrimination par rapport au seuil peut s'effectuer de plusieurs manières.

30 La première consiste à calculer d'une part $Xg^2 + Yg^2$, et $Xd^2 + Yd^2$, et à ne retenir comme échos utiles que ceux pour lesquels les deux grandeurs ainsi calculées dépassent le seuil.

35 Une autre façon de procéder consiste à calculer une grandeur complexe A qui est le produit défini par la relation (I) annexée. Lorsque le module de ce produit A est inférieur à un seuil, (qui n'est naturellement pas le même que le précédent, à conditions égales par ailleurs) le circuit

d'exploitation admettra qu'il s'agit d'une fausse alarme, c'est-à-dire d'un point du sol venant par l'avant de l'aéronef.

Ce seuil S_1 peut être déterminé comme pour le seuil S_0 .

5 Il peut aussi être déterminé autrement.

Par exemple S_1 peut être égal à K fois la grandeur MR , définie par la relation (II), avec $0 < K < 1$. On détermine les carrés des modules des deux signaux reçus et MR est
10 le plus grand de ces carrés.

En variante, on considère les parties réelle (ax) et imaginaire (ay) de la grandeur A , définies par les relations (III) et IV). Ces deux grandeurs font l'objet de filtrages
15 passebas respectifs de mêmes caractéristiques, qui les transforment en bx et by , respectivement. On peut alors comparer le module de la grandeur $B = bx + i by$ à un seuil S_2 , déterminable comme le seuil S_0 .

20 Ce seuil peut aussi être obtenu par un filtrage passe-bas (éventuellement différent des précédents) de la quantité MR précitée, affectée d'un coefficient K_2 , compris entre 0 et 1 .

25 Il est naturellement possible d'imaginer d'autres critères de décision permettant de discriminer une contribution différente dans les deux antennes.

Par exemple, il a été observé que la phase de la grandeur
30 A (ou de sa transformée B après filtrage passe-bas) est en relation avec la direction d'arrivée des échos concernés. On peut donc limiter l'analyse en fonction de conditions portant sur la phase de cette grandeur A . Si l'on veut par exemple limiter la zone observée à la partie centrale
35 du lobe principal de rayonnement, on rejettera les mesures pour lesquelles la phase de A est trop éloignée de zéro, par exemple située en dehors de l'intervalle $\pm 90^\circ$, qui correspond sensiblement au lobe à mi-puissance.

Ceci convient pour tout rayonnement reçu dont la phase est significative, (ce qui est vrai dans le ou les lobes secondaires majeurs, mais pas dans le diffus). L'application de conditions sur la phase de A ou B complète donc bien
5 l'application du seuil. Le plus simple consiste à faire un "ET" logique de ces deux conditions, pour que l'une et l'autre indiquent un signal utile, c'est-à-dire autre qu'un résidu parasite d'écho de sol.

10 Puisque la mise en oeuvre de l'invention suppose l'existence de deux aériens, suivis de deux voies de réception semblables, il est possible de s'en servir pour effectuer une écartométrie.

15 Ainsi, une écartométrie en gisement peut être effectuée en utilisant les deux aériens AGH et ADH, ou bien AGB et ADB (ou les deux couples). Une écartométrie en site peut être effectuée en utilisant les aériens AGH et ADB d'une part, ainsi que ADH et AGB d'autre part, qui donnent la
20 somme et la différence du site et du gisement. Une seule de ces deux mesures suffit, puisqu'on dispose déjà du gisement (cas de 3 antennes). Le traitement des signaux d'écartométrie ainsi obtenu est à considérer comme connu de l'homme de l'art, après que l'on ait éliminé selon la
25 présente invention les échos perturbateurs dus par exemple à des points du sol qui se rapprochent.

Dans une variante particulièrement intéressante, le dispositif radar selon l'invention permet aussi une mesure de la
30 distance de l'objet (de l'objet s'approchant, dans le mode de réalisation décrit).

Cette variante fait usage de la Demande de Brevet au nom de la Demanderesse déposée le 24 Juin 1988 sous le N° 88
35 08542 et intitulée "Perfectionnement aux radars de veille aéroportés".

A toutes fins utiles, le contenu descriptif de cette autre Demande de Brevet est à considérer comme incorporé à la présente description.

5 La figure 5 illustre la mise en oeuvre de cette mesure de distance, en ne considérant que l'une des deux antennes de la figure 4, pour simplifier le dessin. Sur cette figure, les références alphanumériques de l'autre Demande de Brevet sont conservées et l'on considère des antennes communes
10 d'émission réception.

Les organes 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 100 correspondent respectivement aux organes SFR, OE, AE, CE, CG et AG de la figure 4 (le cas échéant pour l'antenne de gauche).
15

L'organe 100 est la source d'oscillateur local OL. L'organe 101 correspond au mélangeur $M\emptyset$. Les organes 102 et 104 correspondent au mélangeur MlG et à l'amplificateur ARG, tandis que l'organe 103 réalise l'interruption de réception
20 pendant l'émission.

La figure 5 fait apparaître en plus un organe 105 capable de produire une fréquence égale à la somme de la fréquence intermédiaire F_i et du multiple d'ordre n de la fréquence de récurrence Fr , l'ensemble avec une composante en phase
25 et en quadrature. n peut être choisi égal à 1.

Après l'amplificateur 104, la réception se subdivise en deux voies V_1 et V_2 , identiques, sauf sur le fait que leurs
30 filtres d'entrée V_{11} et V_{21} ont la même bande passante FR que selon la présente invention, mais des fréquences décalées différentes, à savoir F_i pour le filtre V_{11} , et $F_i + NFR$ pour le filtre V_{21} . On peut ainsi faire suivre ces deux filtres de détection synchrones opérant respectivement
35 sur les sorties des sources 100 et 105, avec ensuite codage et analyse spectrale dans les circuits V_{14} , V_{15} , V_{24} , V_{25} . L'ensemble fournit des composantes réelles et imaginaires

X1I et Y1I pour la première voie, X2I et Y2I pour la deuxième voie, le tout étant appliqué à un circuit d'exploitation 109.

- 5 L'homme de l'art aura compris que la première voie V1 opère exactement de la même manière que l'ensemble de la voie de gauche illustrée sur la figure 4.

10 L'invention peut donc être mise en oeuvre entre les deux voies V1 ainsi obtenues, d'une part pour l'antenne de gauche AG, d'autre part pour l'antenne de droite AD.

Après sélection selon l'invention des échos ne correspondant pas à des fausses alarmes, on peut maintenant utiliser séparément les voies de gauche et de droite, ou plus exactement leurs deux sous-voies V1 et V2, afin de réaliser une mesure de distance de la manière décrite dans l'autre Demande de Brevet déjà mentionnée. En bref, on obtient une information de distance par le fait que l'écart de phase entre les 20 sorties des deux voies V1 et V2 (de chaque antenne) est relié à la distance entre le radar et un objet provoquant des impulsions reçues.

La figure 6 illustre un mode de réalisation un peu différent de celui de la figure 5. On observera que les voies V1 et 25 V2 sont plus étendues, du fait que le décalage de fréquence centrale de filtrage est obtenu non pas au niveau des filtres V11 et V21 eux-mêmes, mais au contraire par la réalisation du premier changement de fréquence V102 (ou 30 V202) avec deux fréquences écartées de n.FR.

Ce mode de réalisation est avantageux en ce que les deux voies de réception V1 et V2 peuvent alors être identiques, et notamment leurs filtres V11 et V21, d'où une construction 35 plus commode pour l'homme de l'art, notamment lorsqu'il y a lieu de prendre en compte les déphasages intrinsèques des circuits.

A ce propos, on notera que les déphasages intrinsèques peuvent être échantillonnés une fois pour toutes, en appliquant dans chacune des voies de réception une petite fraction du signal émission, pour obtenir la réponse de chaque voie
5 à distance et Doppler zéro.

L'homme de l'art comprendra que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits en détail.

- 10 Par exemple, pour les variantes des figures 5 et 6, on pourrait utiliser une voie V1 associée à l'antenne AG et une voie V2 associée à l'antenne AD. Le déphasage entre les voies V1 et V2 dépendrait alors de la distance et du gisement. On sait en tirer la distance, dès lors que le
15 gisement est connu. Cette variante est illustrée schématiquement sur la figure 6 où, au lieu de recevoir la sortie du circulateur 5, la voie V1 peut recevoir la sortie de l'antenne AD.
- 20 Par ailleurs, un radar aéroporté monopulse utilise en général des voies somme et différence. On sait, à partir de celles-ci, reconstruire (au niveau vidéo fréquence) l'équivalent des signaux reçus par des segments d'antenne distincts (droite et gauche par exemple). Ces équivalents
25 peuvent alimenter directement le circuit EXP (figure 4). Ceci convient bien pour l'élimination des échos venant par les lobes de réflexion de radôme, qui ne proviennent pas de la même direction de l'espace pour les deux parties de l'antenne. La double condition de seuil et d'angle est
30 particulièrement adaptée à ce cas.

ANNEXE FORMULES

$$(I) \quad A = (Xg + i Yg) \dot{\times} (Xd + i Yd)^*$$

$$(II) \quad MR = \text{MAX} (Xg^2 + Yg^2, Xa^2 + Yd^2)$$

$$(III) \quad A = (Xg Xd + Yg Yd) + i (Yg Xd - Xg Yd)$$

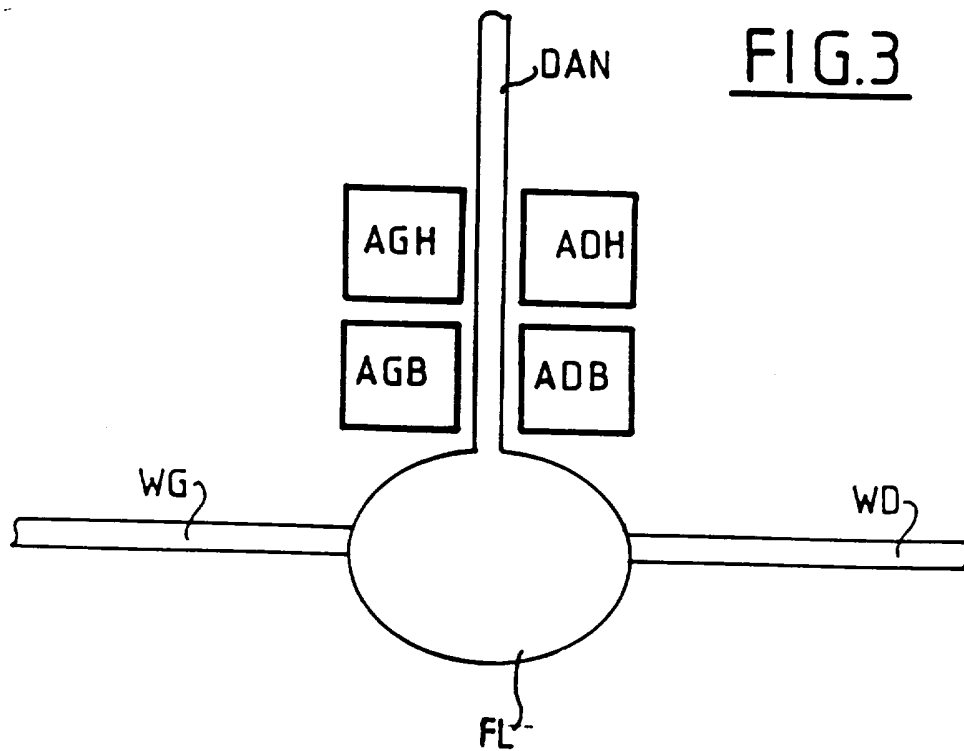
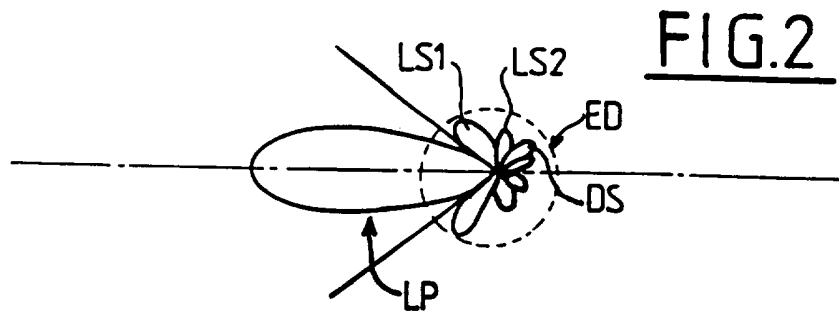
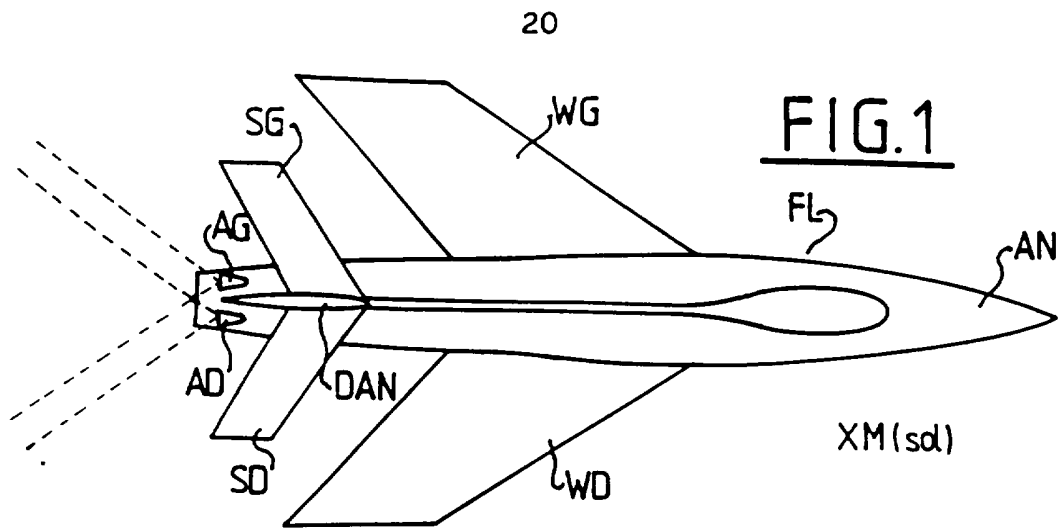
$$(IX) \quad A = a_x + i a_y$$

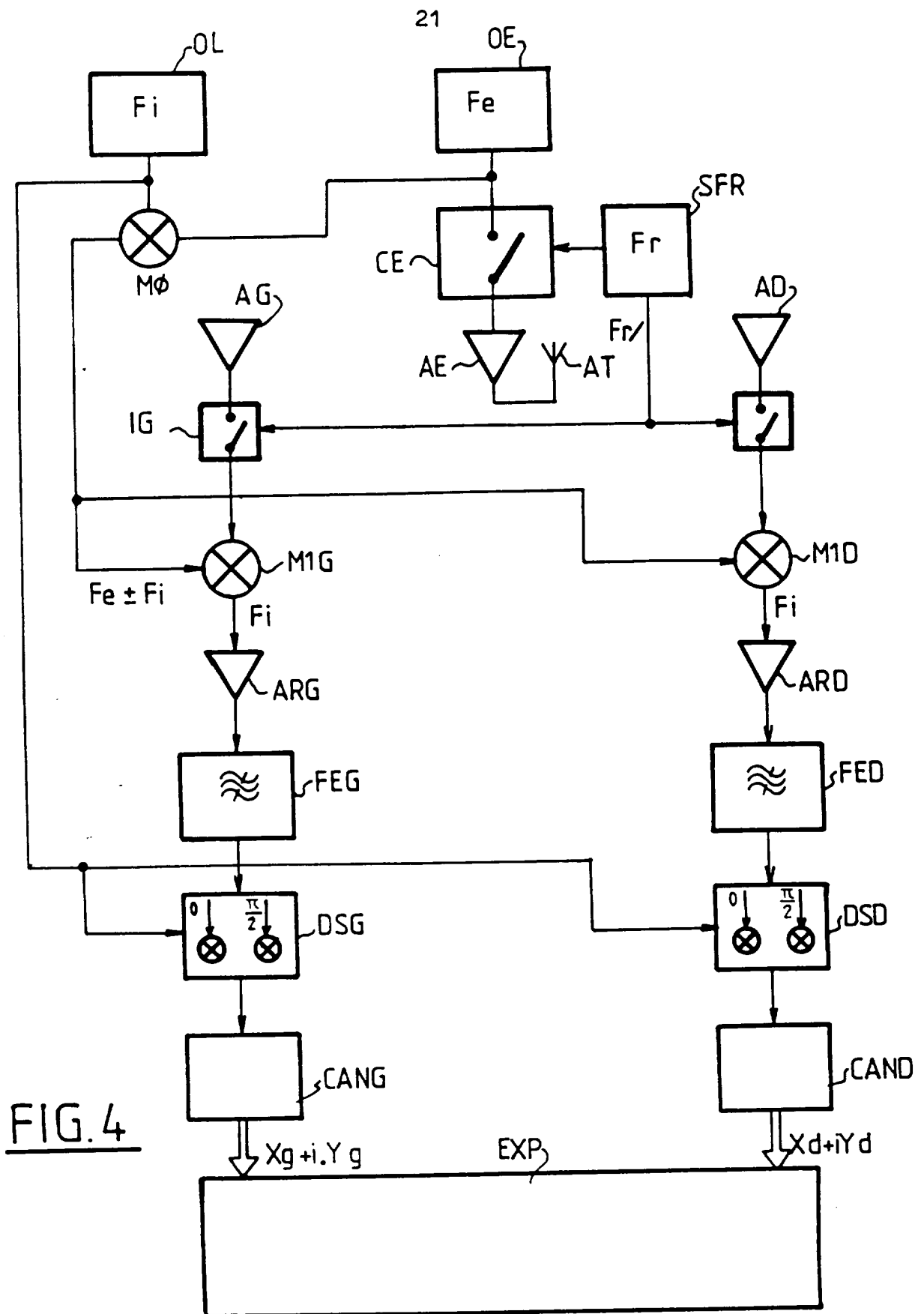
Revendications.

1. Dispositif radar, comprenant deux antennes alimentées par des mêmes moyens d'émission, mais desservant des moyens
5 de réception séparés au moins en partie en deux voies, suivies de moyens d'exploitation, caractérisé en ce que, lesdites antennes ayant sensiblement la même zone d'illumination principale, mais possédant des lobes secondaires aux rayonnements diffus au moins en partie
10 différents, les moyens d'exploitation (EXP) sont propres à considérer comme fausse alarme tout écho reçu avec un niveau inférieur à un seuil choisi dans l'une des voies de réception.
- 15 2. Dispositif radar selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'émission sont du type à haute fréquence de récurrence.
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce
20 que les moyens d'émission opèrent avec un facteur de forme élevé.
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les voies de réception effectuent d'abord une analyse
25 Doppler, puis une analyse distance.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les voies de réception effectuent l'analyse distance par filtrage dédoublé d'une part sur une fréquence intermédiaire
30 diaire choisie, d'autre part sur cette fréquence intermédiaire, augmentée d'un multiple de la fréquence de récurrence, la bande passante de filtrage étant à chaque fois au plus égale à la valeur de la fréquence de récurrence.
- 35 6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les moyens d'exploitation (EXP) comparent les échos correspondants issus des deux voies au seuil

choisi et écartent les couples d'échos pour lesquels l'une au moins des deux voies se trouve inférieure au seuil.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les moyens d'exploitation construisent le produit d'énergie des échos correspondants issus des deux voies, et écartent les couples d'échos pour lesquels ce produit est inférieur au seuil choisi.
8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les deux antennes sont implantées de part et d'autre de la dérive d'un avion, et dirigées vers l'arrière, en ce que les moyens de réception sont sensibles seulement aux retours d'énergie dont l'analyse Doppler manifeste un rapprochement vis-à-vis de l'avion, tandis que les moyens d'exploitation éliminent les fausses alarmes dues notamment à des points du sol se trouvant vers l'avant de l'avion.
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte deux antennes sur l'un au moins des côtés de la dérive, associées à des moyens de réception au moins en partie séparés, avec en tout au moins trois voies de réception, les moyens d'exploitation travaillant à chaque fois entre deux antennes situées de part et d'autre de la dérive.
10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il effectue au moins une mesure de gisement entre deux antennes situées au même niveau horizontal, et une mesure de site entre deux antennes situées à des niveaux horizontaux différents.









Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

B0 6974
BE 8900348

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
A	US 3 875 569 A (HILL RICHARD M ET AL) 1 avril 1975	1	G01S7/28
A	* le document en entier * ---	4,6,8	
A	US 4 298 872 A (RODGERS WILLIAM E) 3 novembre 1981 -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			G01S
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 février 1999		Zaccà, F	
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	

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

BO 6974
BE 8900348

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche 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.

01-02-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3875569 A	01-04-1975	GB 1426143 A	25-02-1976
US 4298872 A	03-11-1981	JP 57012378 A	22-01-1982