

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 80 09115

⑤④ Dispositif de normalisation du gradient d'écartométrie d'un radar, et radar air-sol comportant un tel dispositif.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. ³). G 01 S 13/42, 13/89.

⑫② Date de dépôt..... 23 avril 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 44 du 30-10-1981.

⑦① Déposant : Société dite : THOMSON-CSF, société anonyme, résidant en France.

⑦② Invention de : Guy Le Beyec.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Thomson-CSF, SCPI,
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 08.

La présente invention concerne un dispositif de normalisation du gradient d'écartométrie d'un radar. Elle concerne également un radar air-sol comportant un tel dispositif.

5 Les radars permettant de réaliser des mesures d'écartométrie comportent généralement deux voies de réception communément désignées par voie somme et voie différence. Le signal Σ issu de la voie somme est maximum pour un pointage de l'antenne dans la direction de la cible détectée ; le signal d'écartométrie $\mathcal{E}$ issu de la combinaison des signaux somme Σ et différence Δ est nul pour un
10 pointage de l'antenne dans la direction de la cible détectée et présente un gradient autour de cette position particulière de l'antenne, sur un intervalle angulaire de valeur $\pm \theta$.

De la connaissance de la pente de ce gradient d'écartométrie dépend la précision des mesures de la position des cibles.

15 La connaissance de ce paramètre est particulièrement importante dans le cas de radars embarqués qui sont notamment utilisés pour effectuer des cartographies de sol. En effet, pour des avions par exemple volant à basse altitude, il est absolument nécessaire si la visibilité est mauvaise, de connaître avec précision la cartographie du sol afin d'éviter, notamment, les obstacles importants
20 situés dans l'axe de déplacement de l'avion. La défaillance ou même le simple décalibrage de ce gradient d'écartométrie peut en effet être responsable d'accidents graves du fait de l'erreur dont les mesures sont entachées et en particulier le pouvoir de résolution du radar qui reste très inférieur aux performances autorisées par la
25 prise en compte seule des fluctuations mécaniques de l'antenne autour de la position fixée.

Pour remédier à ces inconvénients, l'art antérieur utilise par
exemple une source de signaux calibrés qui sont injectés, pendant un
30

intervalle de temps prévu pour un test, au niveau des circuits à fréquence intermédiaire. Ce procédé, bien que permettant en théorie de vérifier la pente du gradient d'écartométrie, présente plusieurs inconvénients :

- 5 - ce dispositif est généralement incompatible avec l'émission radar d'où une surveillance incomplète ; - en cas d'une défaillance des voies de mesure d'écartométrie dans la partie haute fréquence, ce procédé de test est totalement inopérant.

10 Pour remédier principalement au deuxième inconvénient, l'art antérieur utilise un petit dipôle rayonnant, situé au niveau de l'antenne radar, ce qui permet de tester tous les circuits de la voie d'écartométrie. Bien que séduisante, l'utilisation de ce dipôle rayonnant présente le double inconvénient de perturber le diagramme de rayonnement de l'antenne du radar, et de ne pas pouvoir créer sur
15 l'antenne du radar une onde plane du fait même de sa proximité, et d'être en général incompatible avec l'émission radar.

Le dispositif selon l'invention permet de remédier à tous ces inconvénients par l'utilisation des échos de sol pour normaliser le gradient d'écartométrie.

20 Selon une caractéristique de l'invention, le dispositif de normalisation du gradient d'écartométrie d'un radar air-sol dont l'antenne est assujettie à effectuer des balayages en gisement pour des valeurs de site déterminées, comporte :

- 25 - des moyens d'arrêt du balayage en gisement de l'antenne du radar pour une valeur de l'angle de gisement prédéterminé ;
- des moyens permettant l'orientation en site de cette antenne successivement suivant un angle S_0 , un angle $S_0 + \Delta S$ et un angle $S_0 - \Delta S$, où S_0 est une valeur angulaire prédéterminée et ΔS correspond à un léger dépointage en site par rapport à cette valeur
30 S_0 ;
- des moyens de mesure, permettant à partir de la réception des échos de sol à une même distance D_0 pour les trois valeurs de l'angle de site, S_0 , $S_0 + \Delta S$ et $S_0 - \Delta S$, de déterminer les valeurs ΔS_1 et ΔS_2 des angles de dépointage en site mesurés par le radar ;

- une boucle d'asservissement effectuant l'opération

$V = V_S - \left(\frac{|\Delta S_1| + |\Delta S_2|}{2} \times k \right)$ où V_S est une constante prédéterminée et ajustant le paramètre k de façon à ce que la valeur de V soit nulle ;

- des moyens de commande du gradient d'écartométrie radar par un signal représentatif de la valeur du paramètre k .

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description qui suit, illustrée à l'aide des figures qui représentent :

- la figure 1, un schéma montrant le procédé utilisé pour effectuer une cartographie du sol ;

- la figure 2, un exemple des signaux somme Z et écartométrie E ;

- les figures 3, 4, 5, des schémas illustrant le procédé utilisé selon l'invention, pour le calibrage du signal d'écartométrie E ;

- la figure 6, un diagramme temporel montrant un exemple de répartition du temps de calibration entre les différentes étapes successives ;

- la figure 7, un bloc diagramme montrant un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention.

La précision des mesures d'écartométrie dépend particulièrement de la connaissance de la calibration du signal d'écartométrie E et plus spécialement de sa pente. La présente invention vise à définir un procédé de calibration de ce signal d'écartométrie E , et un dispositif mettant en oeuvre ce procédé.

La figure 1 montre un schéma illustrant le procédé de relevé cartographique par un radar embarqué par exemple à bord d'un avion ou d'un missile. Lorsqu'un avion ou un missile se déplace à une altitude relativement basse, il est indispensable de connaître avec un certain temps d'avance les obstacles qui peuvent se trouver sur sa trajectoire.

Pour ce faire, l'antenne du radar est inclinée selon un angle de site S_0 choisi de façon à permettre une détection des obstacles suffisamment en avance pour permettre une modification éventuelle

de trajectoire.

Les vecteurs $\overrightarrow{OE}$ et $\overrightarrow{OE'}$ délimitent le lobe principal de rayonnement autour de l'axe OE_0 incliné d'un angle S_0 par rapport à l'horizontal. Le radar effectue à chaque position particulière de l'antenne un échantillonnage à plusieurs distances, de façon à connaître pour chacun des échos de sol reçus, sa distance et son écart angulaire par rapport à l'axe $\overrightarrow{OE_0}$ (écartométrie dans le plan site).

Cet écart angulaire en site ΔS est déterminé à partir du signal $\mathcal{E}$ d'écartométrie, bien connu de l'homme de l'art, et qui peut s'écrire :

$$\mathcal{E} = \frac{\vec{\Delta} \cdot \vec{\Sigma}}{\|\vec{\Sigma}\|^2}$$

Cette opération est répétée pour plusieurs valeurs particulières en gisement, ce qui permet d'obtenir la connaissance du sol dans un domaine angulaire déterminé. L'ensemble de ces opérations peut être répété pour plusieurs valeurs de l'angle de site S_0 permettant ainsi d'élargir le domaine connu de la topographie du sol.

La figure 1 montre une mesure effectuée dans la direction de déplacement du porteur avec un angle de site particulier S_0 .

Pour une distance de télémétrie $D = OE_0$, le signal différence Δ est nul et donc le signal d'écartométrie $\mathcal{E}$ également. L'altitude Δh_0 du point E_0 est déterminée par un calculateur incorporé au radar à l'aide de la relation :

$$\Delta h_0 = D \sin S_0$$

cette expression se simplifie en tenant compte du fait que l'angle S_0 est souvent petit :

$$\Delta h_0 = D S_0$$

Pour une distance $D' = OE$, le signal différence Δ n'est plus nul, et de celui-ci le calculateur déduit la valeur de la correction de site ΔS . L'altitude Δh se calcule alors de la même façon que précédemment :

$$\Delta h = D' \sin (S_0 + \Delta S)$$

ou :

$$\Delta h = D'S_0 + \Delta S)$$

si S_0 est petit.

La figure 2 montre deux exemples des signaux somme Σ et écartométrie $\mathcal{E}$ mesurés à la sortie des circuits hautes fréquences du radar, et qui sont bien connus de l'homme de l'art.

La figure 3 illustre le procédé utilisé selon l'invention, pour calibrer le signal d'écartométrie $\mathcal{E}$ duquel sont extraites les valeurs ΔS de la correction de l'angle de site affichée S_0 .

Pour un angle déterminé et quelconque de gisement, par exemple en fin de cycle de balayage de l'antenne, le radar effectue les opérations suivantes :

- orientation de l'antenne dans un angle de site S_0 prédéterminé ;
- détermination de la distance OE_0 par une mesure de télémétrie air-sol (signal différence Δ nul) ;
- dépointage en site de l'antenne d'une valeur ΔS connue et prédéterminée ;
- mesure du signal d'écartométrie $\mathcal{E}_1$ correspondant au point E_0 par rapport au point E_1 en échantillonnant le signal écho à la distance $D = OE_0$;
- dépointage en site de l'antenne d'une valeur $-\Delta S$;
- mesure du signal d'écartométrie $\mathcal{E}_2$ correspondant au point E_0 par rapport au point E_2 ;
- détermination des angles ΔS_1 et ΔS_2 obtenus respectivement à partir des signaux d'écartométrie $\mathcal{E}_1$ et $\mathcal{E}_2$ comme le montrent les figures 4 et 5 ;
- calcul de la moyenne arithmétique définie par :

$$V = k \frac{|\Delta S_1| + |\Delta S_2|}{2}, \text{ où } k \text{ est une constante ;}$$

- calcul de la différence $V_S - V$ entre une valeur souhaitée V_S par cette moyenne et la valeur V calculée, et asservissement de la constante k afin que cette différence soit nulle.

L'ensemble de ces calculs est fait pendant un temps suffisamment court pour négliger le déplacement du porteur ; toutefois

si la prise en compte de ce déplacement est nécessaire, un calculateur effectue les corrections nécessaires, lors de la détermination des angles de site ΔS_1 et ΔS_2 à partir des signaux $\mathcal{E}_1$ et $\mathcal{E}_2$ d'écartométrie. Ce calculateur reçoit alors d'une centrale à inertie
 5 les signaux représentatifs des différents paramètres définissant la trajectoire et la loi du mouvement de l'avion ou du missile.

La figure 6 montre un exemple de répartition du temps total de calibration supposé égal à 320 ms. La courbe (a) montre l'intervalle total de temps nécessaire à la calibration qui commence à
 10 l'instant τ_0 et se termine à l'instant τ_6 . Pendant tout ce temps, l'antenne reste à un même angle de gisement, défini par rapport au sol, donc indépendamment de la trajectoire du porteur (antenne asservie). La courbe (b) représente le temps total nécessaire à la mesure pour un angle de site S_0 ; celui-ci se décompose en un
 15 premier intervalle de temps de τ_0 à τ_1 pour positionner l'antenne et un deuxième de τ_1 à τ_2 pour mesurer la distance $D = OE_0$ (courbe c).

La courbe (d) représente l'intervalle de temps, allant de τ_2 à τ_6 , pendant lequel la distance $D = OE_0$ est conservée en mémoire.
 20 De l'instant τ_2 à l'instant τ_3 , l'antenne s'oriente suivant l'angle de site $S_0 + \Delta S$ et de l'instant τ_3 à l'instant τ_4 , la valeur du signal d'écartométrie $\mathcal{E}_1$ est mesurée et l'angle de site ΔS_1 correspondant est calculé (courbes (e) et (f)). Enfin les mêmes opérations sont effectuées de l'instant τ_4 à l'instant τ_6 (courbes (g) et (h)) pour
 25 l'angle de site $S_0 - \Delta S$.

La figure 7 représente un mode préférentiel, mais non limitatif de réalisation du dispositif selon l'invention permettant d'effectuer l'ensemble des opérations définies précédemment.

Il comporte trois circuits 4, 5 et 6 permettant de positionner
 30 l'antenne du radar respectivement à un angle de site S_0 prédéterminé, à un angle de site $S_0 + \Delta S$ et à un angle de site $S_0 - \Delta S$ (l'angle de gisement étant le même pour ces trois circuits). Ces trois circuits 4, 5 et 6 peuvent, à titre d'exemple, être constitués par des mémoires dans lesquelles sont codées sous forme numérique les

informations nécessaires au positionnement de l'antenne du radar. Ces trois circuits 4, 5 et 6 sont connectés à un moyen de commutation 8 pouvant comporter par exemple un ensemble de portes logiques ; le moyen de commutation 8 est lui-même connecté à un second moyen de commutation 23 dont la seconde entrée est reliée à une borne 9 et la sortie à une borne 10 correspondant à l'entrée des circuits d'asservissement de l'antenne du radar en angle de site. Le signal de la borne 9 correspond aux valeurs de l'angle de site de l'antenne du radar pendant un cycle de balayage. Les circuits élaborant la programmation de ces valeurs de l'angle de site ne font pas partie du dispositif selon l'invention.

Un circuit d'horloge 3 incrémente un circuit de comptage 7, dont les signaux de sortie, sous forme par exemple de signaux numériques, sont décodés par un circuit 11.

Ce circuit de décodage 11 comporte un ensemble de circuits mémoires et de comparateurs permettant de délivrer des signaux de commande à chaque fois que le signal numérique issu du circuit de comptage 7 est identique à un signal mémorisé dans le circuit de décodage 11. Ce circuit de décodage 11 est connecté aux bornes de commande du moyen de commutation 8 et de deux interrupteurs 13 et 14 pouvant être des portes logiques. Le circuit d'horloge 3 reçoit d'une borne 1 un signal de départ du comptage, et du circuit de comptage 7 un signal d'arrêt correspondant à la fin du test de calibration. Dans l'exemple de la figure 6, le temps entre le signal de départ et le signal d'arrêt est de 320 ms. Un circuit de commande 19 du second moyen de commutation 23, reçoit du circuit de comptage 7 un signal, correspondant à un ordre de basculement du moyen de commutation 23, à chaque début et fin de cycle de calibration, et délivre à chaque début de calibration un signal d'arrêt du balayage gisement par l'intermédiaire d'une borne 20. Un circuit de multiplication 12 a ses entrées connectées d'une part à une borne 2, recevant un signal correspondant à la valeur mesurée ΔS_1 ou ΔS_2 définie précédemment, et d'autre part la sortie d'un comparateur 18. La sortie du circuit de multiplication 12 est connectée aux deux

interrupteurs commandés 13 et 14. La sortie de ces interrupteurs 13 et 14 est respectivement connectée à une borne d'entrée d'un circuit 17 calculant la moyenne arithmétique des signaux qui lui sont appliqués, par l'intermédiaire de deux circuits 15 et 16 effectuant
 5 l'intégration des signaux issus des interrupteurs 13 et 14 avec une constante de temps $\Delta\tau$ prédéterminée.

La sortie du circuit 17 de calcul de la moyenne arithmétique est reliée à un comparateur 18 recevant d'une borne 21 un signal correspondant à la grandeur V_S précédemment définie. Ce compa-
 10 rateur 18, délivre au circuit de multiplication 12, un signal noté k proportionnel à l'écart entre les signaux appliqués sur ses entrées. Si le signal k est supérieur à une valeur prédéterminée stockée dans le comparateur 18, un signal d'invalidation des mesures correspondant au balayage d'antenne précédant cette normalisation est délivré par
 15 l'intermédiaire d'une borne 22.

A un angle prédéterminé en gisement, et pour chaque cycle de balayage d'antenne (ou tous les n cycles de balayage), le test de normalisation est effectué. Dans la description qui suit du fonction-
 20 nement, on suppose que l'angle de gisement choisi est celui correspondant à l'angle de fin de cycle de balayage de l'antenne, et que le test de normalisation est effectué à chaque cycle de balayage.

En fin de balayage de l'antenne à l'instant τ_0 un signal est appliqué au circuit d'horloge 3 par l'intermédiaire de la borne 1. Ce signal a pour effet de positionner les moyens de commutation 8 et
 25 23 de façon à ce que le circuit 4 soit relié à la borne 10, permettant ainsi l'orientation de l'antenne avec l'angle de site S_0 ; parallèlement le circuit de commande 19 arrête le balayage en gisement en délivrant un signal d'arrêt par l'intermédiaire de la borne 20.

Le radar détermine, à l'aide de circuits non représentés ici, la
 30 distance D_0 correspondant au point du sol situé dans l'axe de l'antenne.

Le circuit de comptage 7 continuant à être incrémenté, délivre à l'instant τ_2 au circuit de décodage 11, un signal numérique correspondant au basculement du moyen de commutation de façon à

relier le circuit 5 à la borne 10. Cette opération a pour effet de dépointer l'antenne en site d'une valeur $+\Delta S$. Le radar détermine alors, à partir des échos du sol à la distance D_0 des circuits d'écartométrie la valeur ΔS_1 du dépointage mesurée qui est appliquée à l'instant τ_3 à l'entrée 2 du multiplicateur 12. Simultanément le circuit décodeur 11 ferme l'interrupteur 13 permettant la transmission de la valeur ΔS_1 au circuit d'intégration 15.

A l'instant τ_4 le décodeur 11 provoque le basculement du moyen de commutation 8 de façon à connecter le circuit 6 à la borne 10 ; ainsi l'antenne se trouve positionnée en site à un angle $S_0 - \Delta S$. De même que précédemment, le radar recevant les échos de sol, détermine en échantillonnant les signaux reçus à la distance D_0 , la valeur de l'écartométrie ϵ_2 qui correspond à la valeur ΔS_2 mesurée par le radar pour ce dépointage en site. Cette valeur ΔS_2 est appliquée à l'instant τ_5 au circuit de multiplication 12 par l'intermédiaire de la borne 2. Parallèlement l'interrupteur 13 est ouvert et l'interrupteur 14 est fermé, ce qui permet la transmission du signal représentatif de la valeur ΔS_2 au circuit d'intégration 16.

L'ensemble de ces opérations est répété régulièrement. Les valeurs de ΔS_1 et ΔS_2 , intégrées sur plusieurs cycles de normalisation du gradient, sont alors transmises au circuit 17 qui calcule la valeur moyenne arithmétique de ces deux valeurs. La comparaison de cette valeur moyenne avec la valeur théorique souhaitée V_S détermine la valeur de k qui est appliquée au multiplicateur 12.

Si ce coefficient k passe une valeur seuil maximale déterminée, il est vraisemblable que le radar a subi une défaillance passagère ou que certains de ses circuits sont détériorés. Dans ce cas, un signal d'invalidation des mesures du cycle de balayage d'antenne précédent est envoyé, par l'intermédiaire d'une borne 22, par exemple aux circuits de visualisation.

La valeur du paramètre k ainsi déterminé par la boucle d'asservissement, est enfin transmise par l'intermédiaire d'une borne S aux circuits d'écartométrie du radar, de façon à ce que le gradient soit modifié en fonction de la valeur de ce paramètre k . Cette

modification peut être simplement réalisée à partir d'un amplificateur (30) recevant les signaux d'écartométrie $\mathcal{E}$ et dont le gain est commandé par le signal représentatif du paramètre k . L'extraction des valeurs de l'écartométrie ΔS se fait alors à partir des signaux $\mathcal{E}(k)$ dont l'amplitude est fonction du paramètre k et qui sont
5 issus de cet amplificateur (30).

Les circuits de multiplication 12, d'intégration 15 et 16, de calcul de la moyenne arithmétique 17, de comparaison 18 et les deux interrupteurs 13 et 14 peuvent être réalisés soit à l'aide des
10 techniques numériques, soit à l'aide des techniques analogiques.

Ce dispositif est applicable à tous les radars du type air-sol et plus particulièrement à ceux effectuant des relevés cartographiques.

On a ainsi décrit un dispositif de normalisation du gradient d'écartométrie et un radar comportant un tel dispositif.
15

20

25

30

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de normalisation du gradient d'écartométrie d'un radar air-sol comportant une antenne assujettie à effectuer des balayages en gisement pour des valeurs de site déterminées, caractérisé en ce qu'il comporte :
- 5 - des moyens d'arrêt du balayage en gisement de l'antenne du radar pour une valeur de l'angle de gisement prédéterminée ;
 - des moyens permettant l'orientation en site de cette antenne successivement suivant un angle S_0 , un angle $S_0 + \Delta S$ et un angle $S_0 - \Delta S$, où S_0 est une valeur angulaire prédéterminée et ΔS correspond à un dépointage en site par rapport à cette valeur S_0 ;
 - 10 - des moyens de mesure, permettant à partir de la réception des échos de sol à une même distance D_0 pour les trois valeurs de l'angle de site, S_0 , $S_0 + \Delta S$ et $S_0 - \Delta S$, de déterminer les valeurs ΔS_1 et ΔS_2 des angles de dépointage en site mesurés par le radar ;
 - 15 - une boucle d'asservissement effectuant l'opération

$$V = V_S - \left(\frac{|\Delta S_1| + |\Delta S_2|}{2} \times k \right) \text{ où } V_S \text{ est une constante}$$
 prédéterminée et ajustant le paramètre k de façon à ce que la valeur de V soit nulle ;
 - des moyens de commande du gradient d'écartométrie radar par un
 - 20 signal représentatif de la valeur du paramètre k .

2. Dispositif de normalisation du gradient d'écartométrie selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'arrêt du balayage en gisement s'effectue à la fin de chaque cycle de balayage de l'antenne.

- 25 3. Dispositif de normalisation du gradient d'écartométrie selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'orientation en site de l'antenne du radar pendant l'intervalle de temps nécessaire à la normalisation du gradient d'écartométrie comportent trois circuits (4, 5, 6) qui, connectés successivement à la borne d'entrée (10)
- 30 des circuits d'asservissement en site de l'antenne par l'intermédiaire d'un moyen de commutation (8), permet l'orientation de l'antenne à

des instants déterminés selon les angles S_0 , $S_0 + \Delta S$ et $S_0 - \Delta S$.

4. Dispositif de normalisation du gradient d'écartométrie selon la revendication 1, caractérisé en ce que la boucle d'asservissement comporte un circuit de multiplication (12) recevant d'une borne (2) les signaux correspondant aux valeurs mesurées par le radar des angles de dépointage ΔS_1 et ΔS_2 et dont la sortie est connectée aux deux entrées d'un circuit (17) calculant la moyenne arithmétique par l'intermédiaire respectivement de deux interrupteurs commandés (13, 14) et deux circuits d'intégration (15, 16), un circuit comparateur (18) dont une première entrée est connectée à la sortie du circuit (17) calculant la moyenne arithmétique et dont la seconde entrée est reliée à une borne (21) sur laquelle est disponible le signal correspondant à une valeur V_S prédéterminée, la sortie de ce circuit comparateur (18) étant reliée à la seconde entrée du circuit de multiplication (12) et à une borne de commande (S) permettant de modifier le gradient d'écartométrie.

5. Dispositif de normalisation du gradient d'écartométrie selon la revendication 4, caractérisé en ce que le circuit comparateur (18) délivre à une borne (22) un signal d'inhibition des mesures effectuées pendant les cycles de balayage d'antenne depuis la dernière normalisation du gradient d'écartométrie, si la valeur du coefficient k est supérieure à une valeur prédéterminée.

6. Dispositif de normalisation du gradient d'écartométrie selon les revendications 3 et 4, caractérisé en ce qu'il comporte, connectés en série, un circuit d'horloge (3), un circuit de comptage (7) et un décodeur (11), le décodeur (11) étant relié aux bornes de commande du moyen de commutation (8) et des deux interrupteurs (13, 14), le circuit de comptage (7) délivrant d'une part en fin de chaque cycle de normalisation du gradient d'écartométrie un signal d'arrêt au circuit d'horloge (3) et d'autre part, en début et en fin de chaque cycle de normalisation un signal de commande à un second moyen de commutation (23) intercalé entre le premier moyen de commutation (8) et la borne d'entrée (10) des circuits d'asservissement de l'antenne du radar, ce second moyen de commutation (23)

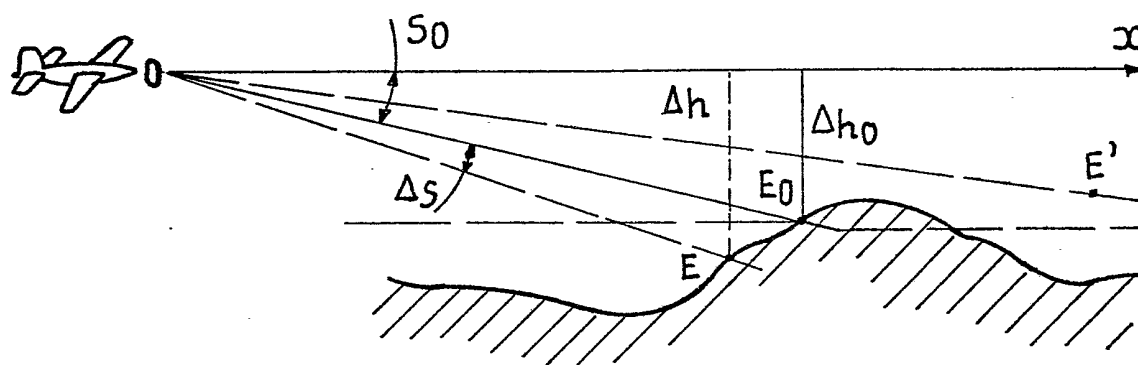
délivrant soit la valeur de l'angle de site issue d'une borne (9) selon une programmation extérieure prédéterminée, soit la valeur contenue dans les circuits (4, 5, 6) permettant la normalisation du gradient d'écartométrie.

5 7. Dispositif de normalisation du gradient d'écartométrie selon la revendication 1, caractérisé en ce que les signaux d'écartométrie $\mathcal{E}$ sont appliqués à un amplificateur (30) dont la commande de gain reçoit le signal représentatif du paramètre k .

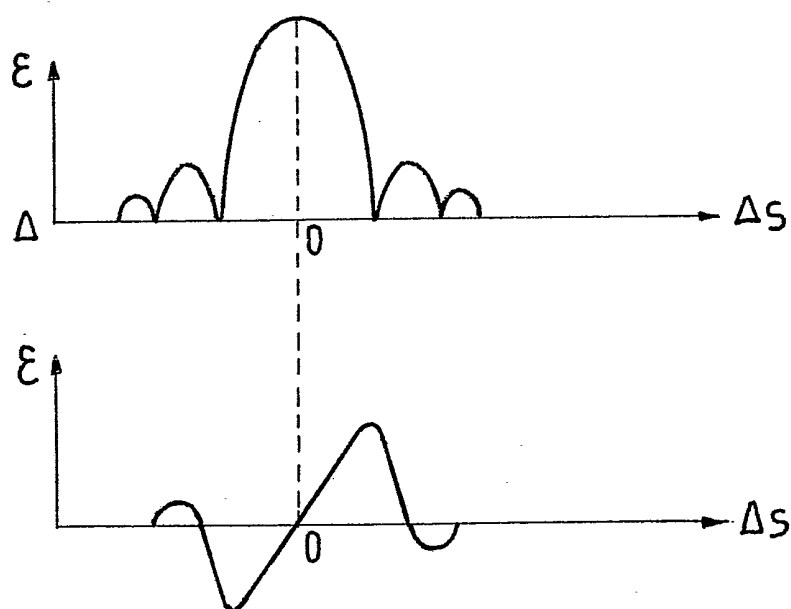
10 8. Radar air-sol embarqué sur un avion ou un missile et possédant une voie de réception délivrant des signaux d'écartométrie, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de normalisation du gradient d'écartométrie selon l'une quelconque des revendications précédentes.

1/4

FIG_1

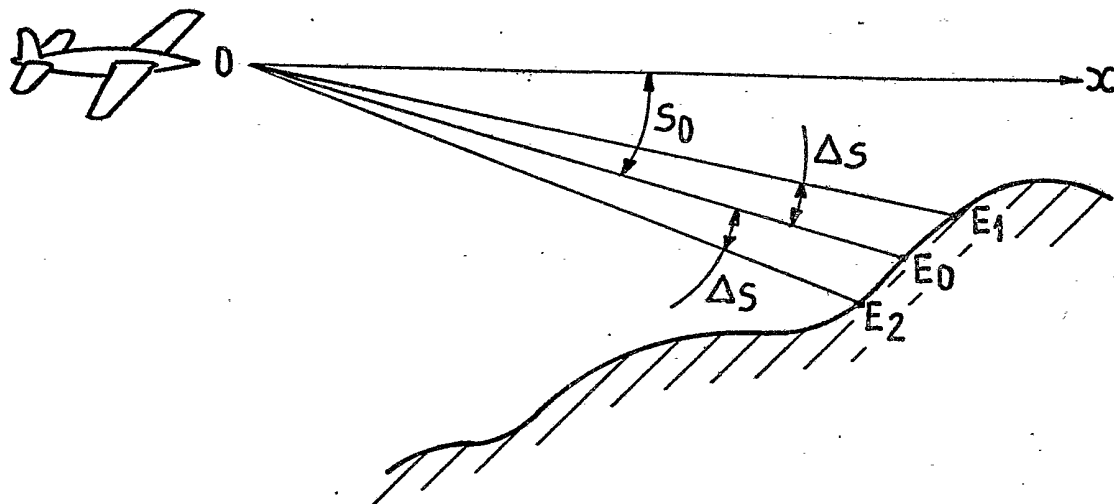


FIG_2

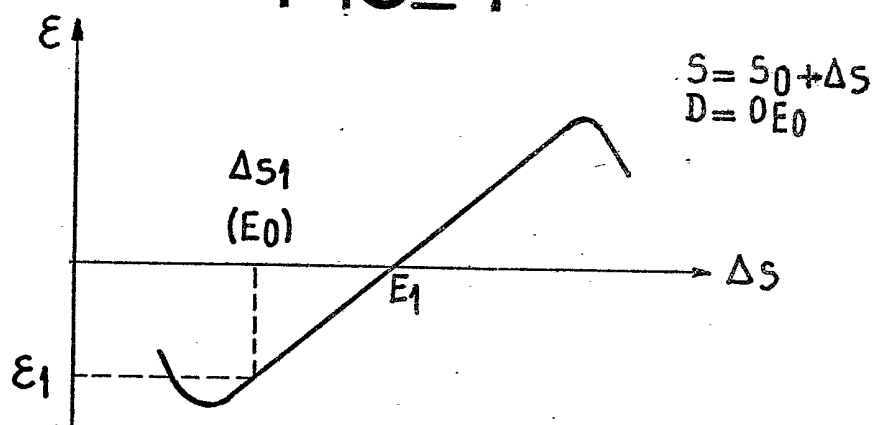


2/4

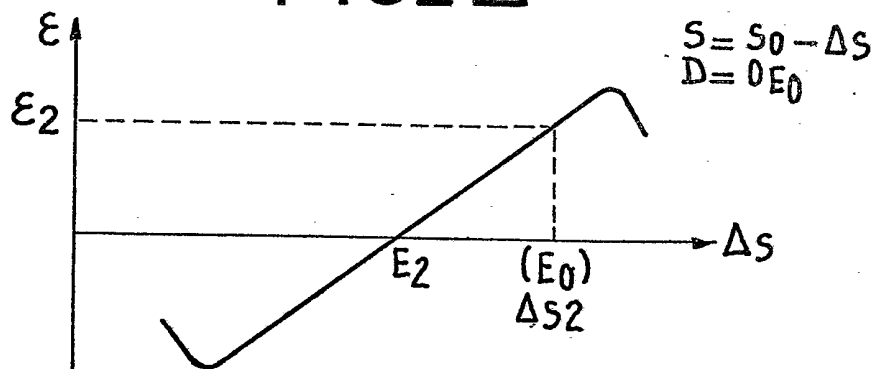
FIG_3



FIG_4

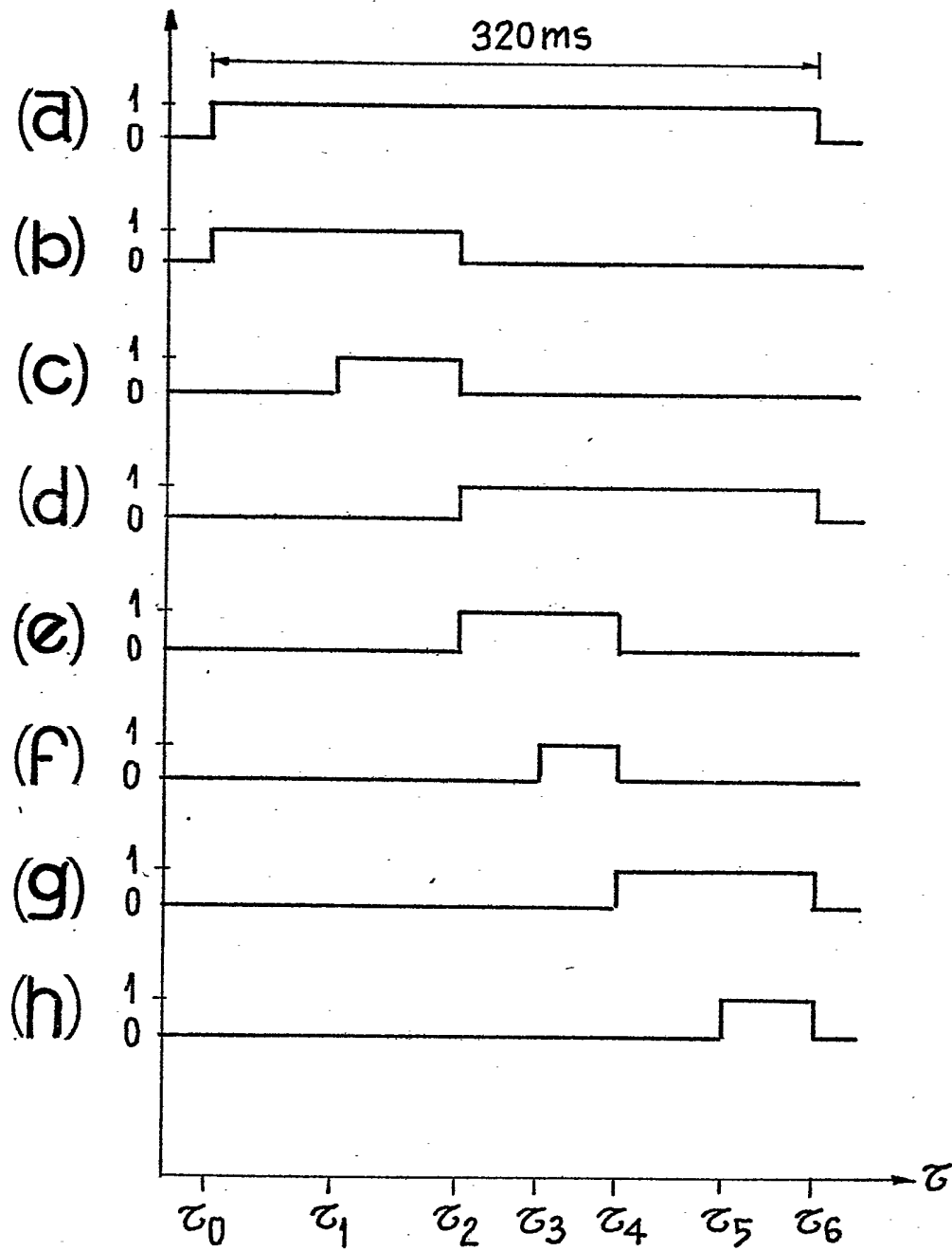


FIG_5



3/4

FIG. 5



4/4

FIG_7

