

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①① N° de publication : **2 531 202**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **82 13108**

⑤① Int Cl<sup>3</sup> : F 41 G 7/22; F 42 B 15/02 // G 05 D 1/12.

①②

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 27 juillet 1982.

③⑦ Priorité

④③ Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOP « Brevets » n° 5 du 3 février 1984.

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦① Demandeur(s) : SOCIÉTÉ ANONYME DE TELECOMMU-  
NICATIONS. — FR.

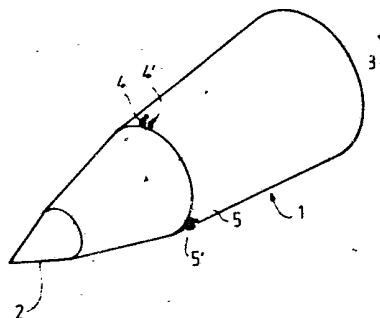
⑦② Inventeur(s) : Pierre Levy et André Robert.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : Robert Bloch.

⑤④ Système passif d'autoguidage pour engin.

⑤⑦ Le système comprend un autodirecteur magnétique et un autodirecteur infrarouge, disposé dans la pointe 2 de l'engin, fonctionnant séquentiellement. L'autodirecteur magnétique comporte trois bases interférométriques à 120° l'une de l'autre. Chaque base comporte deux petits aérans rapprochés 4, 4' : 5, 5', disposés très légèrement en arrière de la pointe infrarouge 2. L'autodirecteur électromagnétique assure la prise en charge de l'engin jusqu'à proximité d'une cible, pour être relayé par l'autodirecteur infrarouge jusqu'à la cible.



FR 2 531 202 - A1

La présente invention concerne un système passif d'autoguidage pour engin, appelé autodirecteur.

On connaît déjà des autodirecteurs à infrarouge. Leur précision est très grande et ils peuvent donc avantageusement guider un engin en fin de trajectoire, près du but. Toutefois, leur portée est relativement réduite.

On connaît également des autodirecteurs électromagnétiques. Si leur précision est moins bonne, leur portée est grande et ils peuvent avantageusement prendre en charge un engin à une grande distance du but et le guider à proximité de celui-ci. Toutefois, leur encombrement n'autorise pas à les implanter sur un engin de faibles dimensions, ni donc à les combiner sur un tel engin à un autodirecteur à infrarouge.

La présente invention vise donc à proposer un autodirecteur électromagnétique de faible encombrement.

A cet effet, la présente invention concerne un système passif d'autoguidage électromagnétique pour engin, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins deux bases interférométriques, comportant, chacune, deux petites antennes disposées sur la tête de l'engin à une faible distance l'une de l'autre.

Ainsi, chaque base permet de fournir l'information d'écart angulaire entre la direction du rayonnement reçu et son plan médiateur.

Le rayonnement reçu peut, par exemple, provenir d'un radar, celui de la cible. Disposant donc de deux informations d'écart angulaire, des moyens de calcul et de traitement déterminent d'abord les angles de site et de gisement correspondants dans deux plans perpendiculaires, pour ensuite actionner les gouvernes de l'engin et asservir sa trajectoire sur la cible.

Bien entendu, lorsque le système ne comporte que deux bases, il est préférable que les plans médiateurs de ces deux bases interférométriques soient perpendiculaires entre eux.

Dans la forme de réalisation préférée du système de

l'invention, il est prévu trois bases interférométriques dont les plans médiateurs sont deux à deux inclinés de  $120^\circ$  l'un sur l'autre.

Dans ce cas, quelle que soit la polarisation du rayonnement reçu et quelle que soit la position en roulis de l'engin et de la cible, des ordres de guidage peuvent être élaborés dans un grand champ d'utilisation.

Enfin, le système de l'invention, compte tenu de son faible encombrement, peut avantageusement être combiné à un autodirecteur infrarouge, pour former un autodirecteur bimode à fonctionnement séquentiel, l'autodirecteur électromagnétique assurant la prise en charge à grande distance, jusqu'à proximité du but, pour être ensuite relayé par l'autodirecteur infrarouge, jusqu'au but.

La présente invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante d'une forme de réalisation préférée du système de l'invention, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue de profil de la tête de l'engin sur laquelle est monté le système de l'invention.

- la figure 2 représente schématiquement des aériens du système de la figure 1.

- la figure 3 représente schématiquement une illustration d'une base interférométrique, et

- la figure 4 représente le bloc-diagramme d'un des récepteurs du système de l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté la tête 1 d'un engin d'axe 3, dont la trajectoire doit être asservie sur une cible à atteindre qui émet notamment un rayonnement électromagnétique, par exemple par son radar, ainsi que naturellement un rayonnement infrarouge.

L'autodirecteur électromagnétique qui va être décrit est combiné à un autodirecteur infrarouge, connu par ailleurs, disposé dans la pointe avant 2 de l'engin.

Les deux autodirecteurs électromagnétique et infrarouge, forment un autodirecteur bimode passif, fonctionnant séquentiellement, le premier d'abord, lors de la prise en

charge de l'engin jusqu'à proximité de la cible, le deuxième ensuite, jusqu'à la cible.

Sur la paroi extérieure de la tête 1, très légèrement en arrière de la pointe 2, sont fixées sensiblement dans un même plan perpendiculaire à l'axe de l'engin, trois paires de petites antennes réceptrices rapprochées 4, 4'; 5, 5'; 6, 6', dont une n'est pas visible sur la figure 1, constituant les trois aériens de trois bases interférométriques, identiques dans l'exemple considéré, de l'autodirecteur électromagnétique de l'invention.

Les plans médiateurs 7, 8, 9 de ces trois bases sont deux à deux inclinés de  $120^\circ$  l'un sur l'autre.

En référence à la figure 3, rappelons le principe d'une base interférométrique.

Soient A et B les points d'implantation des deux antennes de la base, M le plan médiateur de la base, D la distance entre les deux antennes,  $\theta$  l'angle d'incidence du rayonnement électromagnétique de la cible reçu par les antennes, par rapport à son plan médiateur M, et  $\lambda$  la longueur d'onde du rayonnement.

Les deux signaux délivrés par les deux antennes de la base sont déphasés d'un angle  $\Delta\varphi$  fourni par la relation :

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{D}{\lambda} \sin \theta.$$

Connaissant ce déphasage, on en déduit donc l'angle d'incidence  $\theta$  du rayonnement de la cible par la relation :

$$\theta = \arcsin \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \cdot \frac{\lambda}{D}.$$

La connaissance de deux angles d'incidence  $\theta_1$  et  $\theta_2$  du même rayonnement, avec deux bases interférométriques, permettrait déjà, par un changement de coordonnées, de calculer le site et le gisement de l'engin. Si les plans médiateurs de ces deux bases étaient déjà perpendiculaires

entre eux, on éviterait le changement de coordonnées. Toutefois, un autodirecteur à deux bases laisserait une zone d'ombre, ou un masque. Dans le cas de bases orthogonales, il faudrait quatre bases orthogonales deux à deux pour éliminer cette zone d'ombre. Mais, avec trois bases espacées angulairement de  $120^\circ$ , on s'affranchit déjà de ce problème de masque. En outre, avec un autodirecteur à quatre bases orthogonales deux à deux, on ne recueillerait aucune information sur l'une des deux paires de bases, en cas de réception d'un signal de polarisation croisée. C'est la raison finalement pour laquelle on préfère un autodirecteur à trois bases espacées angulairement deux à deux de  $120^\circ$ . Quelle que soit la polarisation du rayonnement incident, et que l'engin tourne sur lui-même ou non, le système fournit les informations recherchées.

On notera ici que, les deux antennes d'une même base étant rapprochées l'une de l'autre, c'est-à-dire que leur distance  $D$  étant faible, l'indétermination du déphasage  $\Delta\varphi$  est également faible.

Disposant ainsi de trois informations de déphasage  $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2, \Delta\varphi_3$ , délivrées par les trois bases à  $120^\circ$  les unes des autres, des moyens de calcul et de traitement, connus en soi, disposés dans l'engin déterminent le site et le gisement recherchés dans deux plans perpendiculaires, c'est-à-dire les ordres de guidage, qui sont ensuite appliqués, de manière également connue en soi, au circuit de commande des gouvernes de l'engin, pour asservir sa trajectoire sur la cible.

A toutes fins utiles, on rappellera encore la méthode permettant de transformer les trois informations angulaires obtenues  $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3$ , en ordres de guidage en site et gisement,  $\theta_1$  et  $\theta_4$  :

à partir de  $\vartheta_1$  et  $\vartheta_2$ , par la relation

$$\sin \theta_4 = \frac{\sin \theta_2 + \frac{\sin \theta_1}{2}}{\sin \frac{\pi}{3}} ;$$

à partir de  $\theta_1$  et  $\theta_3$ , par la relation

$$\sin \theta_4 = \frac{\sin \theta_3 + \frac{\sin \theta_1}{2}}{\sin \frac{\pi}{3}} ;$$

5

à partir de  $\theta_2$  et  $\theta_3$ , par les relations

$$\sin \theta_1 = - (\sin \theta_2 + \sin \theta_3)$$

10

$$\sin \theta_4 = \frac{1}{\sqrt{3}} (\sin \theta_2 - \sin \theta_3) .$$

Les circuits de l'autodirecteur magnétique vont maintenant être décrits, en référence à la figure 4 qui concerne une des trois voies associées respectivement aux trois bases interférométriques, les deux autres étant identiques.

Chaque voie comprend en fait un récepteur superhétérodyne recevant les signaux des deux antennes de la base associée, par exemple 4, 4'.

Ces signaux sont d'abord reçus dans des filtres de bande 40, 40', avant de subir respectivement des changements de fréquence différents dans des mélangeurs 41, 41', respectivement raccordés, par leurs premières entrées, aux sorties des filtres 40, 40'.

Deux oscillateurs locaux 42, 42' sont à cet effet raccordés aux deuxièmes entrées des mélangeurs 41, 41', par l'intermédiaire d'isolateurs 43, 43' et de répartiteurs 44, 44'. Les deux répartiteurs 44, 44' sont par ailleurs raccordés à un mélangeur 45, lui-même raccordé à un circuit de contrôle automatique de fréquence 46, qui est bouclé sur les deux oscillateurs 42, 42', afin de maintenir constante la différence de leurs fréquences, égale, dans l'exemple considéré, à 70 MHz.

Les deux signaux à fréquences distinctes issus des mélangeurs 41, 41' sont additionnés dans un additionneur 47, suivi d'un filtre de bande 48.

Ainsi, les deux signaux issus des deux antennes de réception de la base, de fréquence comprise entre 5 et 15 GHz, arrivent, additionnés, à l'entrée du récepteur proprement dit, à une fréquence de l'ordre de 1,5 GHz.

5 A la sortie du filtre 48, sont connectés un premier amplificateur 49, suivi d'un détecteur 50, d'un filtre de bande 51, à la fréquence d'accord, et d'un deuxième amplificateur 52.

10 La sortie du deuxième amplificateur 52 est réintroduite dans deux circuits de contrôle automatique de gain 53, 54 respectivement branchés entre le filtre 48 et l'amplificateur 49, d'une part, et le filtre 51 et l'amplificateur 52, d'autre part.

A la sortie de l'amplificateur 52 on obtient un  
15 signal à la fréquence d'accord égale à la différence entre celles des deux oscillateurs 42, 42', et déphasé par rapport au signal issu du mélangeur 45 de l'écart angulaire  $\Delta\varphi_1$  recherché.

20 Le signal de sortie de l'amplificateur 52 et le signal de sortie du mélangeur 45 <sup>sont</sup> introduits dans un comparateur de phase 55, qui fournit donc un signal d'erreur représentatif de l'information d'écart angulaire  $\Delta\varphi_1$ . Ce signal est ensuite amplifié dans un amplificateur 56, avant d'être introduit, avec les deux autres signaux représentatifs des  
25 écarts  $\Delta\varphi_2$ ,  $\Delta\varphi_3$ , dans le calculateur des moyens de calcul et de traitement évoqués plus haut, qui élabore les angles  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_3$  puis  $\theta_4$ , et délivre, au circuit de commande des gouvernes de l'engin, les ordres de guidage en site et en gisement pour asservir la trajectoire de l'engin  
30 sur la cible.

Le récepteur décrit ci-dessus est un récepteur à large bande qui peut recevoir et traiter un signal de modulation quelconque.

35 Conformément à l'invention, on peut donc implanter sur un engin des faibles dimensions un autodirecteur bimode à fonctionnement séquentiel, avec un autodirecteur magnétique, pour la prise en charge de l'engin jusqu'à

environ 1 ou 2 km de la cible, et un autodirecteur infrarouge, plus précis, relayant ensuite, et de manière toujours classique, l'autodirecteur magnétique jusqu'à la cible, les aériens de l'autodirecteur magnétique étant  
5 de préférence, comme dans l'exemple représenté et illustré, disposés juste derrière la pointe infrarouge.

REVENDICATIONS

- 1 - Système passif d'autoguidage électromagnétique pour engin, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins deux bases interférométriques (4, 4'; 5, 5') comportant, chacune, deux petites antennes disposées sur l'engin (1) à une faible distance l'une de l'autre.
- 2 - Système selon la revendication 1, dans lequel les plans médiateurs des bases sont perpendiculaires entre eux.
- 3 - Système selon la revendication 1, dans lequel il est prévu trois bases interférométriques (4, 4'; 5, 5'; 6, 6') dont les plans médiateurs (7, 8, 9) sont deux à deux inclinés de  $120^\circ$  l'un sur l'autre.
- 4 - Système selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel les signaux délivrés par les bases sont reçus dans des récepteurs à large bande (40 - 56).
- 5 - Système passif d'autoguidage pour engin, caractérisé par le fait qu'il comporte un autodirecteur bimode à fonctionnement séquentiel, comprenant, en combinaison, un système magnétique selon l'une des revendications 1 à 4 et un système d'autoguidage infrarouge classique (2).
- 6 - Système selon la revendication 5, dans lequel le système infrarouge est disposé dans la pointe avant (2) de l'engin et les antennes (4 - 6) du système électromagnétique sont disposées sur la tête de l'engin, très légèrement en arrière de la pointe (2).

FIG 1

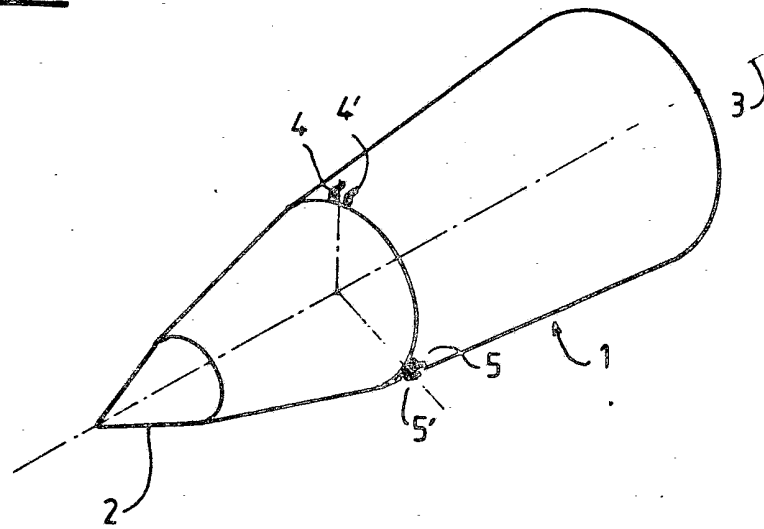


FIG 2

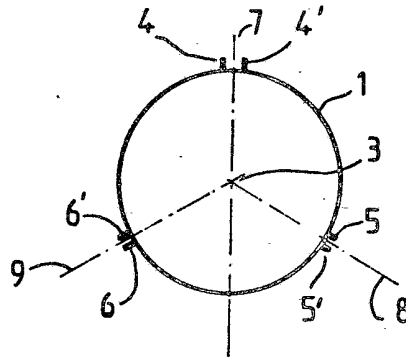
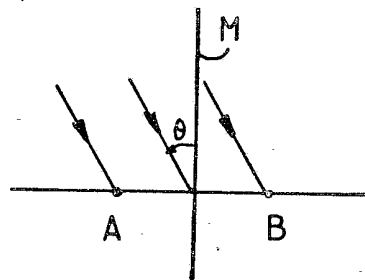


FIG3



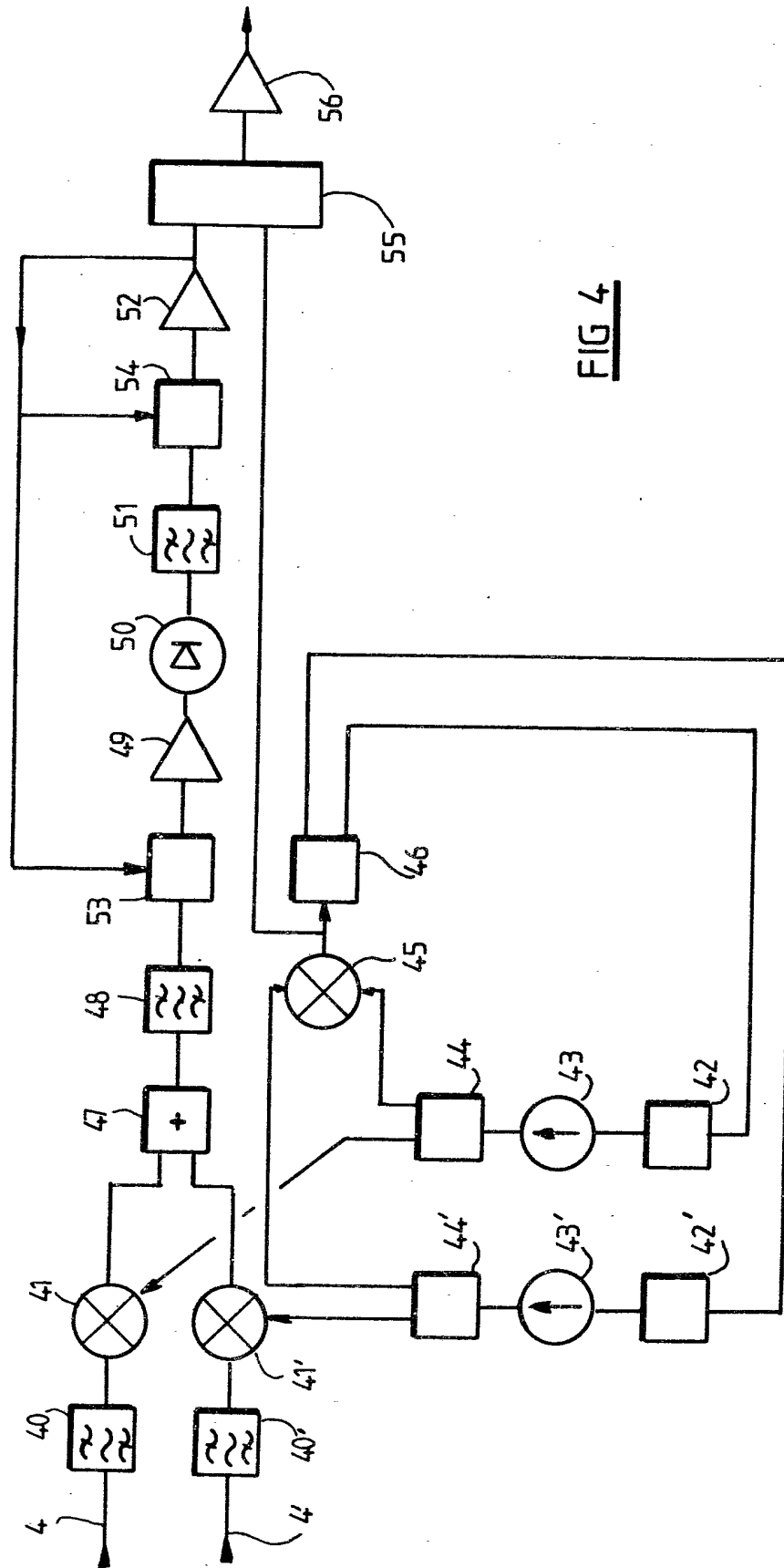


FIG 4