

MINISTÈRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE.

DIRECTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

Gr. 6. — Cl. 4.

N° 816.120

**Systèmes de guidage par ondes radioélectriques par exemple pour l'atterrissage des avions sans visibilité extérieure.**

Société dite : « LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE » Société anonyme résidant en France (Seine).

Demandé le 9 avril 1936, à 14<sup>h</sup> 21<sup>m</sup>, à Paris.

Délivré le 26 avril 1937. — Publié le 30 juillet 1937.

[Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.]

La présente invention se rapporte à des perfectionnements aux systèmes de guidage par ondes radioélectriques, par exemple pour l'atterrissage des avions sans visibilité extérieure, dans lesquels on utilise la distribution du champ électromagnétique dans l'espace pour guider un mobile pourvu d'un dispositif sensible aux ondes électromagnétiques.

10 L'invention a notamment pour objet la prévision de moyens pour éliminer les influences parasites qui tendent à altérer la distribution désirée du champ électromagnétique. Dans ce but, l'invention propose, suivant une de ses caractéristiques, de nouveaux arrangements d'éléments radiateurs et de nouvelles dispositions des moyens d'alimentation de ces éléments radiateurs.

20 Suivant une autre caractéristique, l'invention prévoit des moyens pour éliminer l'influence nuisible sur le champ électromagnétique réfléchi par le sol ou par des obstacles pouvant exister à la surface du sol.

25 Une des caractéristiques de l'invention se rapporte à un dispositif récepteur plus particulièrement adapté à fournir aux mobiles guidés des indications concernant par exemple son altitude.

D'autres caractéristiques, également importantes de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante de quelques exemples de réalisation montrés dans les dessins ci-joints dans lesquels :

La fig. 1 représente un diagramme, en coordonnée polaire, de la distribution du champ électromagnétique dans un plan horizontal tel qu'on l'obtient avec des systèmes déjà connus (dipôle vertical associé à un réflecteur);

La figure 2 représente un diagramme en coordonnées polaires dans le plan horizontal du champ électromagnétique obtenu par un dispositif d'antennes utilisant des caractéristiques de la présente invention;

La figure 3 représente un des modes possibles de réalisation d'un système d'antennes permettant notamment d'obtenir un diagramme de rayonnement analogue à celui de la fig. 2;

La figure 4 représente schématiquement comment la réflexion des ondes sur le sol est utilisée pour le guidage d'un mobile dans un plan vertical;

La figure 5 représente une forme de diagramme de rayonnement produisant les mêmes résultats sans utiliser la réflexion sur le sol;

Prix du fascicule : 6 francs.

La figure 6 représente en coordonnées polaires dans le plan vertical la distribution du champ électromagnétique obtenu par un dispositif à antennes utilisant des caractéristiques de la présente invention.

Dans des systèmes connus utilisés pour le guidage en direction d'un mobile, on emploie fréquemment une antenne verticale 1 associée à un réflecteur vertical 2 placé à une distance convenable de cette antenne ; cet ensemble produit dans le plan horizontal un diagramme de distribution de champ d'une forme analogue à celle de la courbe 1, 3, 4, 5 de la figure 1.

Ces effets sont particulièrement marqués si les obstacles comportent de larges surfaces métalliques telles que les hangars que l'on rencontre sur les aérodromes.

Si le procédé connu de manipulation ou de passage successif du réflecteur 2 au réflecteur 6, est appliqué au diagramme de la figure 2, il est visible que la direction 1-X sera jalonnée par l'égalité des signaux, mais que la direction 1-Y indésirable, ne sera pas jalonnée puisqu'aucun signal n'est rayonné dans cette direction. On voit également que le rayonnement en arrière de l'émetteur par rapport à l'axe jalonné est très faible vis-à-vis du rayonnement utile dans la direction 1-X. Il en résulte que si des réflexions sont produites par ce rayonnement secondaire elles n'auront que des effets perturbateurs négligeables vis-à-vis du rayonnement principal dans la direction 1-X.

Par exemple, le diagramme de la figure 2 qui a été obtenu dans le cas d'une réalisation du type de celle qui sera décrite plus loin, présente deux boucles de rayonnement secondaire 11 et 12 dont les amplitudes maxima dans un exemple de réalisation étaient respectivement de 9 et 25 décibels au-dessous du rayonnement dans la direction désirée 1-X. D'autre part, les rayonnements secondaires 11 et 12 ont sensiblement le même angle d'ouverture entre leurs tangentes à l'origine en sorte que les fausses indications de direction obtenues au cours de la manipulation représentent des valeurs de champ bien au-dessous de l'amplitude maxima de la plus petite des composantes, c'est-à-dire bien au-dessous

de 25 décibels par rapport à l'axe principal jalonné 1-X.

Si des obstacles métalliques ou autres provoquent des réflexions du rayonnement vers l'arrière tel que 11 ou 12, il est visible que les effets perturbateurs seront très faibles vis-à-vis de l'effet principal dans la direction 1-X.

La figure 3 représente un des modes de réalisation du système. On y voit une antenne principale 1, munie d'un réflecteur arrière 13 à une distance égale à un quart de la longueur d'onde de travail et d'une autre antenne ou directeur avant 14 placé à une distance égale à une demi-longueur de l'onde de travail de l'antenne principale 1. Cet ensemble d'antennes et de réflecteurs est alimenté par une source convenable 15 de courant de haute fréquence modulé ou non, au moyen d'une ligne de transmissions 16-17 disposée ou pourvue de moyens pour éliminer les rayonnements perturbateurs de la ligne dus, par exemple, à la présence de courants induits dans la ligne par le champ des antennes. De tels courants ont pour résultat de superposer au champ principal des antennes un champ nuisible de grandeur et de phase mal déterminées qui produit finalement une déformation du diagramme recherché.

Dans l'exemple schématisé par la figure 3, la ligne de transmission 16-17 est placée dans l'axe de symétrie des antennes en sorte que toute perturbation apportée par la ligne au champ principal se reproduira symétriquement pendant les temps successifs de manipulation et par conséquent sera éliminée.

D'autre part, des dispositifs sont utilisés pour éliminer les courants circulant en phase sur les deux fils de ligne et à titre indicatif on a représenté dans ce but des transpositions de fils de ligne mais il est clair que tout autre dispositif servant à l'élimination de tels courants perturbateurs pourrait être employé.

Dans le même but d'éliminer les courants perturbateurs on voit sur la figure 3 que l'émetteur 15 est placé en arrière des antennes dans une direction correspondante à 1-Y de la figure 2 où le rayonnement est nul. On voit en outre que les câbles 18 et

19 qui commandent les relais de manipulation des réflecteurs sont placés dans les directions telles que 1-A et 1-B sur la figure 2 qui correspond également à des  
5 champs rayonnants sensiblement nuis en sorte que les conducteurs 18 et 19 sont sans effet perturbateur sensible sur le rayonnement principal.

On remarquera qu'associés à l'antenne 1  
10 se trouvent des réflecteurs tels que 2 et 6 placés respectivement à un quart de la longueur d'onde de travail de l'antenne 1. Ces réflecteurs 2 et 6 sont simplement destinés à dévier le faisceau principal au  
15 rythme de la manipulation et par le moyen de relais suivant des systèmes connus.

Dans la figure 4 on voit représenté un rayon 1-M émanant d'une antenne 1 et réfléchi par le sol au point M dans la direction M-P. Le champ au point P résulte de la superposition du champ transmis directement suivant la ligne IP et du champ réfléchi M-P.

Le lieu géométrique des points P où le  
25 champ électromagnétique a la même valeur, est une courbe telle que O-X tangente au sol au point O situé verticalement au-dessous de l'antenne 1. L'effet est le même que si on avait associé à l'antenne 1 son  
30 image 1' par rapport au sol. Ce phénomène connu a été utilisé pour procurer un guidage vertical à un récepteur mobile, tel que P, suivant une courbe de champ constant. Il est visible cependant que toute  
35 irrégularité dans la réflexion au sol se traduira par des irrégularités de la trajectoire de guidage OXP, en particulier si des obstacles naturels importants tels que des maisons, des hangars ou des arbres, etc.,  
40 se trouvent au point M, les perturbations de la trajectoire peuvent être considérables. Ces effets nuisibles sont grandement évités si un diagramme de rayonnement vertical tel que celui représenté figure 5 est utilisé.  
45 Ce diagramme est caractérisé par le fait que le rayonnement dans la direction du sol est nul et qu'on évite par conséquent les irrégularités de la réflexion, la trajectoire de guidage étant produite uniquement par  
50 le rayonnement direct de l'antenne 1 vers le point P indiquant le récepteur mobile à guider.

Un dispositif d'antenne similaire à celui de la figure 2 permet d'obtenir un diagramme de rayonnement vertical analogue à 55 celui de la figure 5.

Se référant aux figures 2 et 3 on voit qu'il suffit de monter l'antenne 1 horizontalement, le réflecteur 13 horizontalement et à un quart de longueur d'onde au-dessous 60 de l'antenne 1, le directeur 14 au-dessus de l'antenne 1 et à une demi-longueur d'onde de distance. Un réflecteur 2 est placé à la même hauteur que l'antenne 1 et à un quart de longueur d'onde en arrière. 65

Le réflecteur 6 de la figure 3 n'est pas installé dans ce cas.

Dans ces conditions on obtient un diagramme tel que celui de la figure 6 où un mobile provenant de la direction 1-A est guidé par une trajectoire 10, 17, 1 arrivant tangentiellement au sol, représenté par la droite A, 1, B. 70

Des effets secondaires de réflexion sur le sol peuvent être produits par le rayonnement de la boucle 11, mais l'amplitude de la boucle 11 étant faible vis-à-vis de l'amplitude du rayonnement principal 10, ces effets secondaires sont peu sensibles. D'autre part, la direction horizontale 1-A correspond à une direction de rayonnement nul pour la boucle 11. Il s'ensuit que les effets secondaires produits par le rayonnement 12 sont négligeables dans les directions voisines de l'horizontale et ne prennent de valeur appréciable que pour des angles suffisamment grands par rapport à l'horizontal. 75 80 85

Ces angles correspondent sur la trajectoire normale de guidage 10-17-1 à des points très rapprochés de l'antenne 1 c'est-à-dire que dans la pratique les effets de réflexion du rayonnement 12 sont entièrement négligeables. 90

En ce qui concerne le guidage vertical du récepteur mobile, on remarque que celui-ci doit suivre une courbe de champ constant; s'il se trouve à une altitude très grande, il reçoit un champ électromagnétique supérieur à la valeur normale; au contraire, s'il se trouve à trop faible altitude, le champ reçu est inférieur à la valeur normale. 95 100

Il est désirable dans certains cas que les

indications de guidage soient fournies au pilote par une autre voie que par la voie visuelle, par exemple par des indications sonores.

5 Dans une des formes de réalisation proposée dans l'invention, la force des signaux contrôle la fréquence d'un oscillateur à fréquence audible; de telle sorte qu'une augmentation de fréquence est obtenue  
10 lorsque le champ électromagnétique est supérieur à la valeur normale, c'est-à-dire lorsque le mobile se trouve au-dessous de la trajectoire de guidage vertical. Inversement, une diminution de fréquence caracté-  
15 ralise une altitude trop faible.

Ces variations de fréquence peuvent être mises en évidence par des appareils visuels connus, tels des fréquencesmètres. Si une indication sonore est désirée, il est commode de comparer la fréquence variable obtenue  
20 par les moyens ci-dessus avec une fréquence de base fixe. On peut, par exemple, utiliser comme fréquence de comparaison, la fréquence de modulation de l'émetteur terrestre fixe.

25 Afin de rendre le dispositif ci-dessus plus sensible, on peut obtenir la fréquence audible variable par l'interférence entre un oscillateur à haute fréquence fixe et un

second oscillateur à haute fréquence contrôlé comme il est expliqué ci-dessus. L'os- 30  
cillateur à fréquence fixe peut être l'oscillateur hétérodyne du récepteur, si celui-ci en comporte un.

L'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et elle est 35  
au contraire susceptible de nombreuses applications qui apparaîtront clairement à l'homme de l'art.

#### RÉSUMÉ.

La présente invention se rapporte à des 40  
perfectionnements aux systèmes de guidage par ondes radioélectriques, par exemple à l'atterrissage des avions sans visibilité extérieure et elle comprend les nouvelles  
45 caractéristiques montrées et décrites.

Suivant certaines de ses caractéristiques, l'invention prévoit des moyens perfectionnés pour le guidage d'un mobile par un champ électromagnétique permettant d'assurer une  
50 distribution prédéterminée du champ électromagnétique tout en réduisant les influences nuisibles qui tendent à perturber la distribution de ce champ.

Société dite :  
« LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE. »  
Société anonyme.

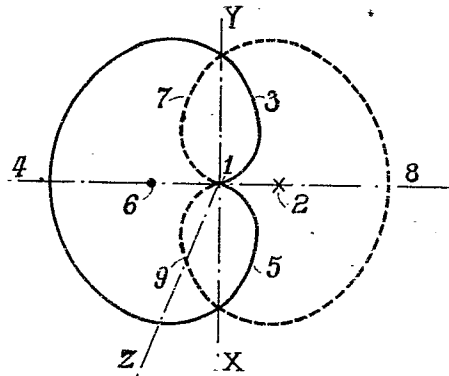


FIG. 1

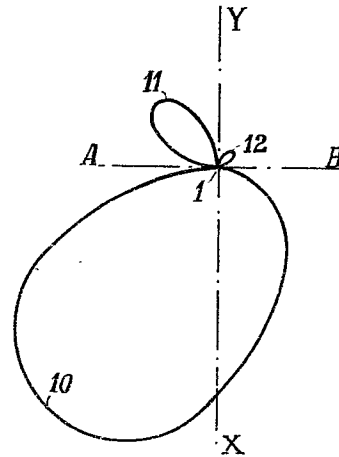


FIG. 2

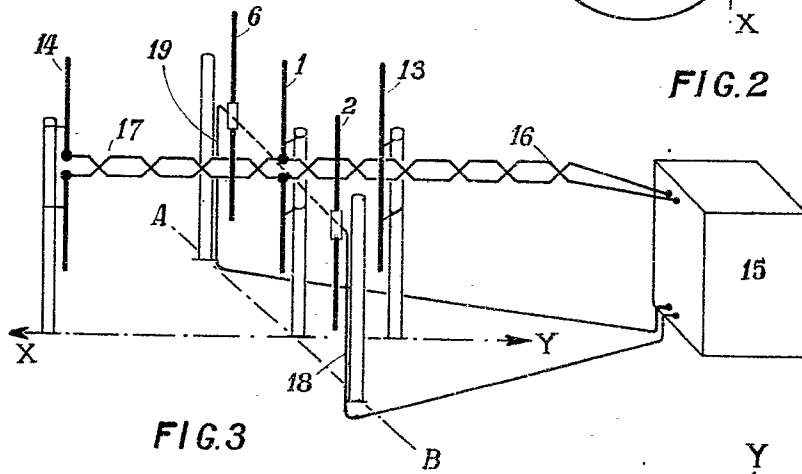


FIG. 3

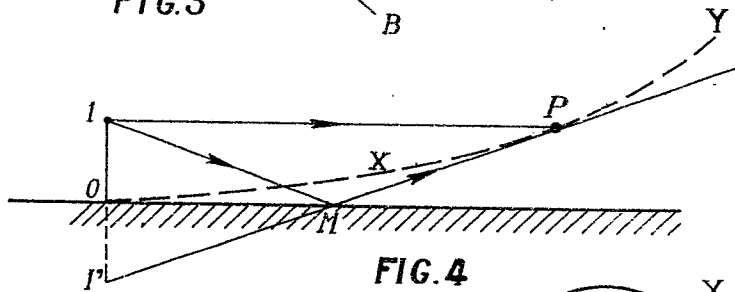


FIG. 4

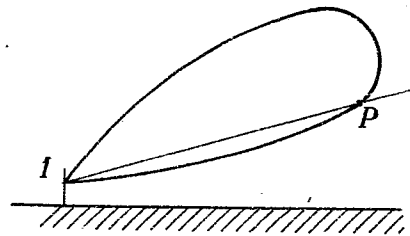


FIG. 5

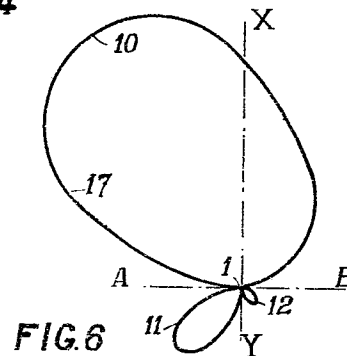


FIG. 6