

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 01840**

---

(54) Système de guidage d'engin par faisceau lumineux.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). F 41 G 7/24; F 42 B 15/02.

(22) Date de dépôt..... 29 janvier 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° 31 du 31-7-1981.

---

(71) Déposant : Société dite : SOCIETE ANONYME DE TELECOMMUNICATIONS, résidant en France.

(72) Invention de : Wladimir Koreicho.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Robert Bloch, conseil en brevets d'invention,  
39, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne un système de guidage d'engin comprenant une source émettant un faisceau lumineux dont l'axe définit la direction de visée, des moyens de modulation placés sur la trajectoire du faisceau, et sur l'engin, au moins un détecteur et un circuit de calcul pour déterminer, à partir du signal de sortie du détecteur, les coordonnées du détecteur par rapport à la direction de visée, les gouvernes de l'engin étant actionnées en fonction des dites coordonnées en vue d'asservir la trajectoire de l'engin sur la direction de visée.

On connaît par le brevet français 2 339 832 un système de guidage comprenant, pour la modulation du faisceau, une mire tournante en forme de spirale. La mesure des durées d'éclairement de chaque détecteur permet de déterminer la distance du détecteur à l'axe du faisceau, puisque, étant donné la forme de la mire, la durée d'éclairement est fonction de la distance à l'axe.

Mais dans ce système connu, la durée d'éclairement est très variable par rapport à la durée totale de mesure et en particulier la durée d'éclairement relative est voisine de 100 % sur l'axe du faisceau et diminue à mesure qu'on s'écarte de l'axe jusqu'à être voisine de 0 à la limite du champ. Ceci est très désavantageux sur le plan du bilan de liaison car à cet égard, la valeur optimale de la durée d'éclairement relative est égale à 50 %.

La présente invention vise un système de guidage du type décrit plus haut, dans lequel la durée d'éclairement relative du détecteur reste égale à 50 % quelle que soit la position du détecteur.

A cet effet, les moyens de modulation comprennent une mire comportant des secteurs transparents et opaques et éventuellement semi-transparentes, délimités par des courbes symétriques par rapport au centre de la mire, certaines au moins de ces courbes ayant pour équation  $f(\rho, \theta \text{ modulo } \pi) = 0$ , où  $\rho$  varie de façon monotone en fonction de  $\theta$ , et définissant  $2n$  angles au centre égaux quel que soit le rayon considéré, et des moyens pour produire un mouvement de rotation relatif entre la mire et le faisceau.

Selon une forme de réalisation, la mire est formée comme

la superposition d'une première mire divisée en un secteur transparent et un secteur semi-transparent semi-circulaires et d'une seconde mire divisée en quatre secteurs égaux, à savoir deux secteurs transparents et deux secteurs semi-transparentes par deux courbes d'équation  $f(\rho, \theta \text{ modulo } \pi) = 0$ .

Selon une autre forme de réalisation, il est prévu deux mires identiques occupant à tour de rôle une position active d'interception du faisceau, chaque mire étant divisée en deux secteurs identiques par une courbe d'équation  $f(\rho, \theta \text{ modulo } \pi) = 0$ .

L'invention sera bien comprise à la lecture de la description ci-après d'exemples de réalisation représentés sur les dessins.

Sur les dessins :

- la figure 1 est une vue schématique du système de guidage selon l'invention.
- la figure 2 montre la section du faisceau de guidage au niveau du détecteur de l'engin.
- la figure 3 représente une première forme de réalisation de la mire de modulation.
- les figures 4a et 4b montrent les dessins de mire dont la superposition donne la mire de la figure 3.
- la figure 5 est un diagramme de signaux illustrant le principe de modulation.
- les figures 6a et 6b illustrent une autre forme de réalisation des moyens de modulation.

Le système de guidage schématisé à la figure 1 comprend une source lumineuse 1, par exemple une source laser émettant dans l'infrarouge telle qu'un laser à  $\text{CO}_2$ . On utilise de préférence dans l'invention un laser à émission continue. Mais on peut aussi envisager d'utiliser comme source une diode électroluminescente du type AsGa.

Le faisceau émis par la source 1 est modulé en amplitude à une fréquence élevée par un modulateur électro-optique 2 qui est conçu pour fournir une référence angulaire. A cet effet, la fréquence de modulation du faisceau est modifiée d'une façon déterminée, en synchronisme avec la rotation de la mire décrite ci-après.

Le faisceau issu du modulateur 2 est modulé par une mire tournante 3 entraînée en rotation à une vitesse angulaire  $\omega$  par un mécanisme 4 et décrite plus en détail ci-après. L'important étant qu'un mouvement de rotation relatif ait lieu entre la mire 3 et le faisceau, on pourrait aussi  
5 laisser la mire fixe et faire tourner le faisceau par exemple au moyen d'un prisme de Wollaston. Le faisceau résultant traverse ensuite une optique d'émission 5.

L'engin E se dirige vers la cible C sur laquelle est  
10 pointé le faisceau. Il porte un (ou plusieurs) détecteur D qui transforme le rayonnement lumineux qu'il reçoit en provenance de la source 1 en un signal électrique. Du fait que le faisceau lumineux est modulé, le signal électrique l'est aussi et le principe de modulation, exposé ci-après, est  
15 tel que les coordonnées polaires  $(\rho, \theta)$  du détecteur D par rapport à l'axe du faisceau puissent être déduites du signal de sortie du détecteur.

Les signaux représentatifs des dites coordonnées sont appliqués au circuit de commande des gouvernes prévues sur  
20 l'engin, de manière à asservir la trajectoire de l'engin sur l'axe du faisceau.

Il faut noter que l'optique d'émission 5 est conçue pour maintenir sensiblement constante la section du faisceau projetée au niveau du détecteur, et donc la puissance lumineuse reçue par le détecteur. L'optique 5 est munie à cet  
25 effet d'un dispositif du type zoom.

La mire 3 représentée à la fig. 3 peut être considérée comme la superposition de deux mires 6 et 7 représentées respectivement aux fig. 4a et 4b.

30 La première est composée d'un secteur transparent et d'un secteur semi-transparent de forme semi-circulaire. La composante de modulation résultante dans le signal de sortie du détecteur D est le signal  $S_1(\omega t)$  (voir fig. 5).

Grâce à la variation de fréquence effectuée par le modulateur 2 en synchronisme avec la rotation de la mire 3, le  
35 circuit de traitement prévu sur l'engin élabore un signal de référence  $R_1(\omega t)$  de même fréquence correspondant à l'axe  $x_H$  et il est clair que l'angle polaire  $\theta$  peut être déterminé facilement en mesurant le déphasage entre  $S_1(\omega t)$  et  $R_1(\omega t)$ .

La mire 7 représentée à la figure 4b définit quatre secteurs identiques, alternativement transparents et semi-transparentes qui sont délimités par des sections de spirale d'Archimède d'équations  $\rho = a (\theta \text{ modulo } \pi)$  et

5  $\rho = a ((\theta + \frac{\pi}{2}) \text{ modulo } \pi)$ . La composante de modulation correspondante est représentée par le signal  $S_2 (\omega t)$ , et il est facile de comprendre que le déphasage de  $S_2 (\omega t)$  par rapport à un signal de référence  $R_2 (\omega t)$ , dont la fréquence est double de celle de  $R_1 (\omega t)$ , est fonction du rayon vec-

10 teur  $\rho$ . Ce déphasage est donné par la relation

$$Q = \theta - \frac{\rho}{a}$$

et comme on peut déterminer  $\theta$  par le déphasage entre  $S_1 (\omega t)$  et  $R_1 (\omega t)$ , il est facile également de déterminer  $\rho$ .

15 Les signaux  $S_1$  et  $S_2$  sont facilement déduits du signal  $S (\omega t)$  que l'on obtient à la sortie du détecteur D après amplification et mise en forme appropriée.

Il faut noter, en ce qui concerne la mire représentée à la fig. 3, qu'elle comporte des secteurs transparents

20 (éclairage à 100 %), des secteurs semi-transparentes (éclairage à 50 %), représentés en hachures espacées, et des secteurs opaques (éclairage à 0 %), représentés en hachures serrées. Il ne faut pas considérer la mire de la figure 3 comme formée de la superposition des mires des fig.

25 4a et 4b, car la superposition de deux secteurs semi-transparentes ne donnerait pas une opacité complète. Les mires des fig. 4a et 4b sont fictives et ne sont — représentées que dans un but d'explication.

Il faut souligner que, pour chacune des mires fictives

30 des fig. 4a et 4b, la durée d'éclairage total, correspondant au total des angles au centre définis par les secteurs transparents serait égale à la durée de semi-éclairage, correspondant au total des angles au centre définis par les secteurs semi-transparentes, quel que soit le rayon considéré. Il en résulte que la durée d'éclairage relative de

35 la mire de la figure 3 est égale à 50 % quel que soit le rayon considéré, cette durée relative étant égale à

$$100 \cdot \frac{\sum_{ET}}{\sum_{ET} + \sum_{SE}} + 50 \cdot \frac{\sum_{SE}}{\sum_{ET} + \sum_{SE}}, \quad \sum_{ET} \text{ et } \sum_{SE} \text{ désignant le total}$$

des angles au centre définis respectivement par les secteurs transparents et les secteurs semi-transparentes de la mire.

Comme on l'a indiqué précédemment, il s'agit là d'une caractéristique très avantageuse sur le plan du bilan de liaison du système.

Les figures 6a et 6b illustrent une autre forme de réalisation des moyens de modulation. Dans ce cas, il est prévu deux mires 14a et 14b qui sont mues de façon cadencée par un mécanisme de commutation, non représenté, de manière que le faisceau soit modulé tour à tour par la mire 14a et par la mire 14b.

Les mires 14a et 14b sont identiques et formées chacune de deux secteurs identiques délimités par une courbe 15a, 15b, formée de deux sections de spirale d'Archimède  $\rho = a \theta$  et  $\rho = -a \theta$  symétriques par rapport au centre de la mire. Les deux mires sont déphasées d'un angle donné, qui vaut  $180^\circ$  dans l'exemple représenté. Des moyens sont prévus bien entendu pour créer un mouvement de rotation entre le faisceau et les mires, par exemple un organe optique faisant tourner le faisceau ou un mécanisme pour entraîner les mires en rotation dans le même sens à la même vitesse angulaire  $\omega$ .

Comme indiqué précédemment, on déduit du signal de sortie du détecteur D les composantes imputables aux mires respectives et on détermine leur déphasage  $\varphi_a$ ,  $\varphi_b$  par rapport à un signal de référence.

Les déphasages sont donnés par les relations

$$\varphi_a = \theta - \frac{\rho}{a} \quad \text{et} \quad \varphi_b = \theta + \frac{\rho}{a}$$

On en tire

$$\theta = \frac{\varphi_a + \varphi_b}{2} \quad \text{et} \quad \rho = a \frac{(\varphi_b - \varphi_a)}{2}$$

Le circuit de traitement permettant le calcul de  $\rho$  et  $\theta$  n'est pas décrit ici, car il est tout à fait à la portée de l'homme de l'art.

La forme de réalisation représentée aux figs. 6a et 6b ne nécessite qu'un seul signal de référence  $R(\omega t)$  au lieu de deux dans la réalisation des figs. 3a et 3b. Elle est en outre plus avantageuse sur le plan de la diffraction.

- 5 On peut aussi envisager, en variante, de faire tourner les mires 14a et 14b à la même vitesse, mais en sens inverses.

- 10 Dans les réalisations décrites, les courbes délimitant les secteurs sont des sections de spirale d'Archimède, ce qui fournit une relation linéaire entre  $\rho$  et  $\theta$ . Mais l'invention n'est pas limitée à ce type de courbes et on peut envisager de façon plus générale toute courbe d'équation  $f(\rho, \theta) = 0$  où  $\rho$  varie de façon monotone en fonction de  $\theta$ .

REVENDICATIONS

1 - Système de guidage d'engin comprenant une source émettant un faisceau lumineux dont l'axe définit la direction de visée, des moyens de modulation placés sur la trajectoire du faisceau, et sur l'engin, au moins un détecteur et un circuit de calcul pour déterminer, à partir du signal de sortie du détecteur, les coordonnées du détecteur par rapport à la direction de visée, les gouvernes de l'engin étant actionnées en fonction des dites coordonnées en vue d'asservir la trajectoire de l'engin sur la direction de visée, caractérisé par le fait que les moyens de modulation comprennent une mire comportant des secteurs transparents et opaques et éventuellement semi-transparentes, délimités par des courbes symétriques par rapport au centre de la mire, certaines au moins de ces courbes ayant pour équation  $f(\rho, \theta \text{ modulo } \pi) = 0$ , où  $\rho$  varie de façon monotone en fonction de  $\theta$ , et définissant  $2n$  angles au centre égaux quel que soit le rayon considéré, et des moyens pour produire un mouvement de rotation relatif entre la mire et le faisceau.

2 - Système selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la mire est formée comme la superposition d'une première mire divisée en un secteur transparent et un secteur semi-transparent semi-circulaires et d'une seconde mire divisée en quatre secteurs égaux, à savoir deux secteurs transparents et deux secteurs semi-transparentes, par deux courbes d'équation  $f(\rho, \theta \text{ modulo } \pi) = 0$ .

3 - Système selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il est prévu deux mires identiques occupant à tour de rôle une position active d'interception du faisceau, chaque mire étant divisée en deux secteurs identiques par une courbe d'équation  $f(\rho, \theta \text{ modulo } \pi) = 0$ .

4 - Système selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les deux mires tournent dans le même sens et sont déphasées.

5 - Système selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les deux mires tournent en sens inverses.



6 - Système selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que chacune des dites courbes est formée de deux sections de spirale d'Archimède d'équations

$$\rho = a\theta \text{ et } \rho = -a\theta.$$

FIG. 1

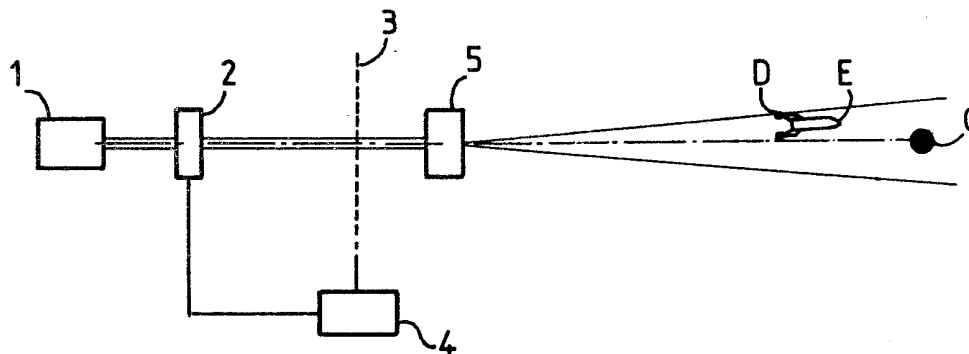


FIG. 2

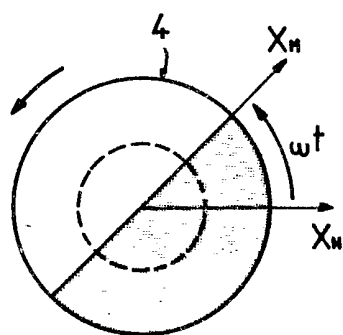
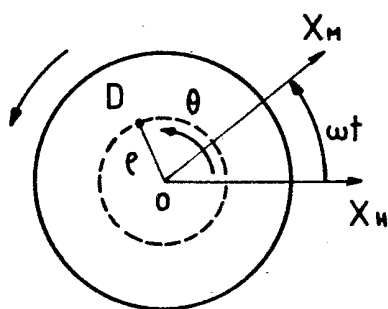


FIG. 4a

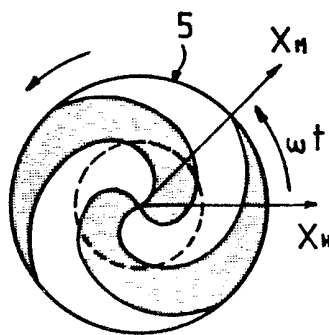


FIG. 4b

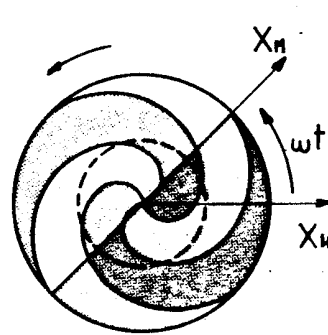


FIG. 3

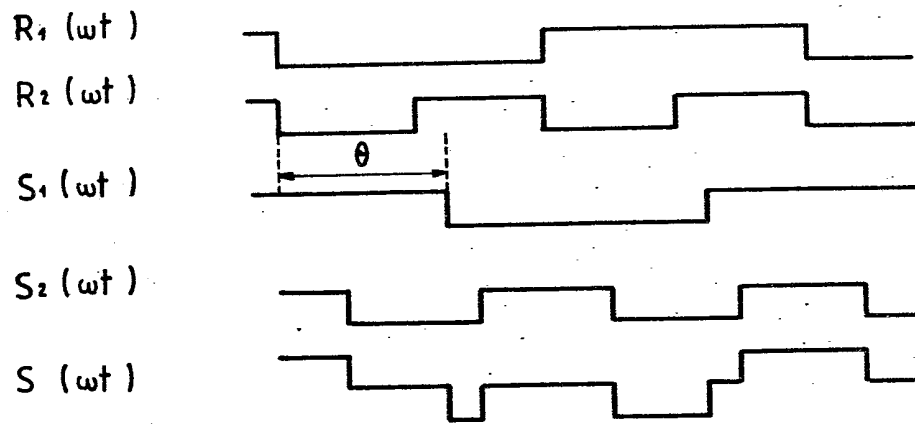


FIG \_ 5

