

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 02544

(54) Dispositif opto-électronique pour mesurer et régler les écarts de sillage des pales d'hélicoptères.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 B 11/14, 9/00; G 01 P 3/40 // B 64 C 11/16.

(22) Date de dépôt..... 10 février 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 32 du 13-8-1982.

(71) Déposant : ETAT FRANÇAIS, représenté par le Délégué Général pour l'Armement, résidant en France.

(72) Invention de : Michel Sabatier.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Bureau des brevets et inventions de la Délégation générale pour l'armement,
14, rue Saint-Dominique, 75997 Paris Armées.

La présente invention concerne un dispositif opto-électronique permettant de mesurer et régler les écarts de sillage des pales d'hélicoptères.

Pour éviter toute vibration anormale des
5 pales d'un hélicoptère, il est important que les extrémités de ces pales tournent toutes dans un même plan. Il est de ce fait nécessaire de régler avec précision, le sillage de ces pales.

Un réglage relativement précis du sillage
10 des pales peut être obtenu par la méthode stroboscopique suivante: on utilise une lampe stroboscopique maintenue par un opérateur placé dans l'hélicoptère. Cette lampe stroboscopique est orientée dans une direction fixe telle que l'extrémité des pales coupe la ligne de visée
15 de cette lampe, laquelle émet un rayonnement lumineux chaque fois qu'une extrémité de pales passe dans la ligne de visée de la lampe. L'émission de ce faisceau lumineux est commandée par un capteur magnétique qui délivre des signaux électriques grâce à des couteaux
20 magnétiques placés sur un disque (par exemple le plateau cyclique) monté en rotation sur le rotor des pales. Ces couteaux magnétiques présentent entre eux, le même écart angulaire que les pales, de sorte que la position des couteaux magnétiques correspond à celle des pales.

25 De plus, les extrémités des pales présentent chacune une cible réfléchissante qui est illuminée chaque fois qu'elle traverse le rayonnement lumineux émis par la lampe stroboscopique, ce qui permet à l'opérateur de distinguer cette cible. Pour pouvoir distinguer
30 ces cibles entre elles, chaque pale comporte une cible de forme différente des autres cibles. Etant donné que les pales tournent à une vitesse supérieure à la vitesse de perception rétinienne de l'oeil de l'opérateur, ce dernier distingue ces cibles toutes en même temps et

il peut ainsi apprécier leur position relative qui traduit les écarts de sillage des pales, les unes par rapport aux autres.

Cette méthode stroboscopique présente toutefois
5 des inconvénients. En effet, l'appréciation de la position relative des cibles réfléchissantes est délicate car ces dernières apparaissent simultanément dans un champ de vision très restreint, de sorte qu'elles sont plus ou moins en superposition. De plus, la nécessité de
10 donner aux cibles des formes distinctes ne permet pas d'obtenir une bonne précision de mesure, de sorte que les réglages obtenus à partir de ces mesures, ne sont pas toujours très rigoureux.

Ces inconvénients ont été surmontés au moyen
15 du boîtier de décalage des cibles décrit dans la demande de brevet français n° 80 11078 du 19 mai 1980 (Etat français).

Cependant l'utilisation d'un capteur magnétique pour délivrer des signaux électriques synchronisés
20 avec le passage des pales présente également des inconvénients. En effet, l'installation d'un tel capteur magnétique sur un hélicoptère nécessite la fixation de couteaux ou lames d'acier sur les écrous ou boulons d'attache des bielles pour commander le pas des pales, sur le
25 plateau cyclique qui est situé à la tête du rotor des hélicoptères. Le montage de ces couteaux ou lames d'acier est particulièrement délicat et doit être exécuté impérativement par des mécaniciens hautement spécialisés, en raison des tolérances extrêmement serrées qui sont
30 exigées.

Le but de la présente invention est de remédier à cet inconvénient en créant un dispositif opto-électronique qui soit beaucoup plus simple à monter sur un hélicoptère que dans le cas de la réalisation connue, tout en

permettant une sécurité d'utilisation accrue.

Le dispositif opto-électronique pour mesurer et régler les écarts de sillage des pales d'hélicoptère, visé par l'invention, comprend une lampe stroboscopique destinée à être dirigée vers une cible réfléchissante placée à l'extrémité des pales, un capteur pour commander l'émission d'un faisceau lumineux de la lampe stroboscopique à chaque passage d'une cible réfléchissante d'une pale dans la ligne de visée de cette lampe vers la cible correspondante pour visualiser la position des différentes cibles.

Suivant l'invention ce dispositif est caractérisé en ce qu'il comprend des cibles réfléchissantes régulièrement réparties autour de l'axe de rotation des pales et tournant avec ces dernières, la position de chaque cible correspondant à la position d'une pale, et en ce que le capteur comporte une lampe adaptée pour envoyer sur les cibles un faisceau lumineux susceptible d'être réfléchi successivement par ces cibles vers le capteur, ce dernier comportant au moins une cellule photoélectrique adaptée pour recevoir les faisceaux réfléchis successivement par les cibles et engendrer des signaux électriques successifs correspondants, et en ce que le dispositif comporte en outre un circuit électronique pour amplifier les signaux précités et commander à partir de ces signaux l'émission des faisceaux lumineux de la lampe stroboscopique.

Ainsi, lors de la rotation des pales, les cibles réfléchissantes en question, réfléchissent successivement les faisceaux lumineux émis par la lampe du capteur vers la cellule photoélectrique qui, à son tour émet des signaux électriques successifs qui commandent l'émission de faisceaux lumineux de la lampe stroboscopique qui servent à visualiser les cibles portées par les

extrémités des pales.

Grâce à un tel dispositif, les cibles réfléchissantes précitées peuvent être constituées par des pastilles réfléchissantes collées sous le plateau cyclique de l'hélicoptère.

Ainsi, le montage de ces cibles n'exige aucun démontage de pièces délicates et vitales de l'hélicoptère et peut être exécuté par un personnel sans compétence particulière.

Il en résulte ainsi une sécurité d'utilisation notablement accrue.

Selon une version avantageuse de l'invention, les pastilles réfléchissantes sont collées sous le plateau cyclique de l'hélicoptère suivant un cercle centré sur l'axe de rotation des pales de l'hélicoptère, la position du capteur étant telle que la lampe émette un faisceau lumineux perpendiculaire au cercle précité et susceptible de couper ce dernier.

Selon une version préférée de l'invention, le capteur comporte un embout dans lequel est ménagé un canal pour définir la direction du faisceau lumineux émis par la lampe, cet embout comportant en outre un deuxième canal à l'extrémité intérieure duquel est disposée la cellule photoélectrique, ce canal formant avec le premier canal un angle tel que les axes de ces deux canaux se croisent sur le cercle sur lequel sont situées les cibles réfléchissantes.

Cette disposition permet à la cellule de recevoir le faisceau réfléchi sur les cibles.

De préférence, la cellule est reliée électriquement à l'entrée non inverseuse d'un amplificateur opérationnel.

Dans une réalisation particulièrement performante de l'invention, le capteur comporte une seconde cellule

photoélectrique disposée en regard d'un troisième canal parallèle au premier canal définissant la direction du faisceau lumineux émis par la lampe, cette seconde cellule photoélectrique étant reliée à l'autre entrée de l'amplificateur opérationnel.

Du fait de la disposition de ce troisième canal, la seconde cellule photoélectrique ne peut recevoir les faisceaux qui sont réfléchis par les cibles. Cette dernière ne peut ainsi émettre qu'un signal électrique correspondant à une exposition de cette cellule à la lumière ambiante, tandis que la première cellule engendre un signal de tension supérieure correspondant à l'éclairement qu'elle subit lors de la réflexion du faisceau émis par la lampe sur les cibles successives.

Ces derniers signaux peuvent être sélectionnés au moyen d'une diode appropriée reliée à la sortie de l'amplificateur opérationnel.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs:

- la figure 1 est un schéma général du dispositif conforme à l'invention,
- la figure 2 est une vue en coupe longitudinale partielle du capteur opto-électronique du dispositif monté dans un support fixe de l'hélicoptère, montrant la réflexion sur une cible du faisceau lumineux émis par la lampe de ce capteur,
- la figure 3 est une vue en coupe suivant le plan III-III de la figure 2,
- la figure 4 est une vue schématique montrant le dessous d'un plateau cyclique portant les pales d'un hélicoptère, ce plateau comportant des cibles réfléchissantes,

- la figure 5 est le schéma du circuit électronique contenu dans le capteur opto-électrique,

- la figure 6 montre l'évolution de la tension en fonction du temps mesurée au point A du circuit représenté sur la figure 5.

En référence à la figure 1, le dispositif pour mesurer et régler les écarts de sillage des pales d'un hélicoptère comprend principalement:

- une lampe stroboscopique 1 destinée à être dirigée vers une cible 2a placée à l'extrémité des pales d'un hélicoptère,

- un capteur 2 pour commander l'émission d'un faisceau lumineux de la lampe stroboscopique 1 à chaque passage d'une cible 2a portée par une pale, dans la ligne de visée 3 de cette lampe 1 vers la cible 2a pour permettre à l'oeil 4 de l'opérateur de visualiser la position des différentes cibles 2a et de déterminer les écarts éventuels entre ces dernières,

- des cibles 5 entraînées en rotation par le rotor 6 de l'hélicoptère permettant au capteur 2 d'émettre des signaux électriques successifs synchronisés avec le passage des pales.

Un dispositif de ce type, comprenant en tant que capteur 2, un capteur magnétique a été décrit en détail dans la demande de brevet français (Etat Français n° 80 11078 du 19 mai 1980.

Dans le dispositif conforme à la présente invention, les cibles 5 sont des cibles réfléchissantes régulièrement réparties autour de l'axe de rotation 8 des pales et tournant avec ces dernières. La position de chaque cible 5 correspond à la position d'une pale.

Dans la réalisation représentée sur la figure 4, ces cibles 5 sont constituées par des pastilles réfléchissantes, par exemple en métal poli, ou en une matière

revêtue par une couche métallisée, collées sur le plateau cyclique 9 qui porte les pales 10.

D'autre part, dans le présent dispositif, le capteur 2 au lieu d'être un capteur magnétique est un capteur opto-électronique comportant (voir figure 2) deux cellules photoélectriques 11, 12 et une lampe 13 adaptée pour envoyer sur chaque cible 5 un faisceau lumineux 14 susceptible d'être réfléchi vers le capteur 2.

La cellule 11 est adaptée à recevoir les faisceaux 15 réfléchis successivement par les différentes cibles 5 et à engendrer des signaux électriques successifs correspondants.

Le dispositif selon l'invention comprend en outre un circuit électrique 16 logé à l'intérieur du capteur 2, représenté en détail sur la figure 5 et destiné à amplifier les signaux électriques précités engendrés par le capteur opto-électronique 2 et à commander à partir de ces signaux l'émission des faisceaux lumineux de la lampe stroboscopique, comme il a été décrit en détail dans la demande de brevet français n° 80 11078 déjà citée.

Comme on le voit sur la figure 4, les pastilles réfléchissantes 5 sont collées sous le plateau cyclique 9 suivant un cercle C centré sur l'axe de rotation 8 des pales 10 de l'hélicoptère.

Par rapport à ce plateau cyclique 9, le capteur 2 est positionné d'une manière telle que la lampe 13 puisse émettre un faisceau lumineux 14 perpendiculaire au plan du cercle C et susceptible de couper ce dernier.

Dans la réalisation représentée sur la figure 2, le capteur 2 comporte un embout 17 qui est monté dans un support fixe 17a de l'hélicoptère. Dans cet embout 7 est ménagé un canal 18 ouvert à ses deux extrémités et définissant la direction du faisceau lumineux

14 émis par la lampe 13 qui est située à l'intérieur et à l'entrée du canal 18.

5 L'embout 17 comporte un second canal 19 de section plus faible que le canal 18. En regard de l'entrée 19a est disposée la cellule photoélectrique 11. Ce canal 19 forme avec le premier canal 18 un angle α tel que les axes de ces deux canaux se croisent sur le cercle C sur lequel sont situées les cibles réfléchissantes 5 (voir figure 2). Ainsi dès que le faisceau lumineux 10 14 rencontre une cible 5 disposée sur le cercle C, ce faisceau est réfléchi vers la cellule 11 au travers du canal 19.

15 Le capteur 2 comporte une seconde cellule photoélectrique 12 disposée à l'intérieur de ce capteur, en regard d'un troisième canal 20 parallèle au premier canal 18. La direction de ce canal 20 est ainsi telle que la seconde cellule 12 ne puisse recevoir un faisceau réfléchi par une cible 5.

20 Le circuit électronique représenté sur la figure 5 est alimenté à la borne 21 par une tension, par exemple, de 28 Volts prélevée sur le réseau électrique de bord de l'hélicoptère. Cette même tension est appliquée à la lampe 13 qui est disposée à l'entrée du canal 18 ménagé dans l'embout 17 du capteur 2. La cellule 25 photoélectrique placée à l'entrée du canal oblique 19 est reliée à l'entrée non inverseuse 23 d'un amplificateur opérationnel 22.

La cellule photoélectrique 12 est reliée à l'autre entrée 24 de l'amplificateur 22.

30 La sortie 25 de cet amplificateur 22 est reliée au moyen d'une résistance 26 de 51 ohms à une diode 27. Cette dernière est elle-même reliée à la sortie S du capteur 2 par un condensateur 27a de 1 microfarad. Entre la masse M du circuit 16 et la sortie S

est inséré un condensateur 28 de 10 nanofarads.

En parallèle avec la lampe 13 et le circuit électronique proprement dit est inséré un condensateur 28a de 2,2 microfarads.

5 Le circuit 16 comporte en outre des résistances 29 (1 kilohm), 30 (820 ohms), 31 (18 kilohms) branchées en série, la résistance 29 étant reliée à la borne 21 et la résistance 31 étant reliée à la masse M.

10 Par ailleurs, une résistance 32 (470 kilohms) reliée à la borne 21 est branchée en série avec la cellule photoélectrique 12. De même une résistance 33 (de 470 ohms) est branchée en série avec la cellule 11.

15 D'autre part, une résistance 34 de 1 mégohm est branchée entre l'entrée 24 de l'amplificateur 22 et sa sortie au-delà de la résistance 26. Une autre résistance 35 de 4,7 kilohms est branchée à la sortie de la diode 27 et un point situé entre les résistances 29 et 30.

20 On va maintenant expliquer le fonctionnement du dispositif que l'on vient de décrire.

Lors de la rotation des pales 10 de l'hélicoptère, le plateau cyclique 9 tourne autour de son axe 8. Les cibles réfléchissantes 5 passent successivement devant le capteur 2.

25 Lorsqu'une cible 5 rencontre le faisceau lumineux 14 issu de la lampe 13 du capteur 2, ce faisceau est réfléchi selon un faisceau 15 qui pénètre dans le canal oblique 19 et rencontre la cellule photoélectrique 11.

30 On obtient ainsi au point A du circuit électrique 16, à la sortie de l'amplificateur 22, un signal électrique 36 (voir figure 6) de tension égale à 27 Volts et dont la durée dt correspond au temps de passage de la cible 5 devant le faisceau lumineux 14.

Une fois que la cible 5 est sortie du champ du

faisceau lumineux 14, les cellules photoélectriques 11 et 12 sont masquées par la paroi du plateau cyclique 9. On obtient alors au point A un signal 37 de tension égale à 13,5 Volts.

5 A un stade ultérieur, seule la cellule photo-électrique 11 est masquée. Le signal au point A est alors nul (voir référence 38 sur la figure 6).

 Lorsque la paroi du plateau cyclique 9 sort du champ du capteur 2, les deux cellules 11 et 12 sont
10 éclairées par la lumière ambiante et on obtient en A un signal 39 de 13,5 Volts.

 On obtient ensuite successivement, un signal de tension nulle, un signal de tension égale à 13,5 Volts puis à nouveau un signal 36a de tension égale à 27 Volts
15 correspondant au passage d'une autre cible 5 devant le faisceau lumineux 14.

 Ainsi, à chaque passage d'une cible 5 devant le capteur 2, on obtient au point A du circuit électrique 16 un signal de tension égal à 27 Volts.

20 La diode 27 polarisée sur sa cathode a un potentiel légèrement supérieur à 13,5 Volts (par exemple égal à 15 Volts) et recevant sur son anode le potentiel de sortie de l'amplificateur 22, c'est-à-dire la tension des signaux 36, 37, 38, 36a etc..., ne devient donc
25 conductrice que lorsque ces signaux présentent une tension supérieure à 15 Volts, c'est-à-dire lorsque la cellule 11 reçoit le faisceau 15 réfléchi par une cible 5.

 Ainsi, à la sortie S du circuit 16, seuls sont engendrés les signaux tels que 36, 36a, correspondant
30 au passage d'une cible 5 devant le faisceau 14 émis par la lampe 13.

 Ces signaux 36, 36a commandent l'émission de faisceaux lumineux successifs de la lampe stroboscopique 1 et qui servent à illuminer et à visualiser les cibles

réfléchissantes 2a fixées aux extrémités des pales, pour permettre à l'opérateur de déterminer les écarts éventuels existants entre ces cibles en vue de régler le sillage des pales, comme décrit dans la demande de
5 brevet français n° 80 11078 déjà citée.

Par ailleurs, les signaux électriques engendrés par le capteur 2 peuvent être appliqués à un boîtier 40 (voir figure 1) de décalage des cibles décrit dans la demande de brevet précitée, avant d'être appliqués
10 sur la lampe stroboscopique 1, ce qui permet de faciliter la détermination des écarts existants entre les différentes cibles.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples que l'on vient de décrire et on peut apporter
15 à ceux-ci de nombreuses modifications, sans sortir du cadre de l'invention.

Ainsi, le capteur opto-électronique 2 peut être appliqué sans modification à tous les types d'hélicoptères, quel que soit le nombre des pales de ceux-ci.

20 D'autre part, le capteur opto-électronique 2 pourrait être simplifié en supprimant la cellule photoélectrique 12.

Bien entendu, les cibles réfléchissantes
5 pourraient être fixées sur tout autre organe rendu
25 solidaire en rotation des pales.

REVENDECATIONS

1. Dispositif opto-électronique pour mesurer et régler les écarts de sillage des pales d'hélicoptère, comprenant une lampe stroboscopique (1), destinée à être dirigée vers une cible (2a) placée à l'extrémité des pales, un capteur (2) pour commander l'émission d'un faisceau lumineux de la lampe stroboscopique à chaque passage d'une cible (2a) d'une pale dans la ligne de visée (3) de cette lampe, vers la cible correspondante pour visualiser la position des différentes cibles, ce dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend des cibles réfléchissantes (5) régulièrement réparties autour de l'axe de rotation (8) des pales et tournant avec ces dernières, la position de chaque cible (5) correspondant à la position d'une pale et en ce que le capteur (2) comporte une lampe (13) adaptée pour envoyer sur les cibles (5) des faisceaux lumineux (14) susceptibles d'être réfléchis successivement par ces dernières vers le capteur (2), ce dernier comportant au moins une cellule photoélectrique (11) adaptée pour recevoir les faisceaux réfléchis (14) successivement par les cibles (5) et engendrer des signaux électriques successifs correspondants et en ce que le dispositif comprend en outre un circuit électronique (16) pour amplifier les signaux électriques précités et commander à partir de ces signaux amplifiés (36, 36a), l'émission des faisceaux lumineux de la lampe stroboscopique.

2. Dispositif conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que les cibles (5) sont constituées par des pastilles réfléchissantes collées sous le plateau cyclique (9) de l'hélicoptère, suivant un cercle (C) centré sur l'axe de rotation (8) des pales de l'hélicoptère, la position du capteur (2) étant telle que la lampe (13) émette un faisceau lumineux (14) perpendiculaire

au cercle précité et susceptible de couper ce dernier.

3. Dispositif conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que le capteur (2) comporte un embout (17) dans lequel est ménagé un canal (18) pour
5 définir la direction du faisceau lumineux émis par la lampe (13).

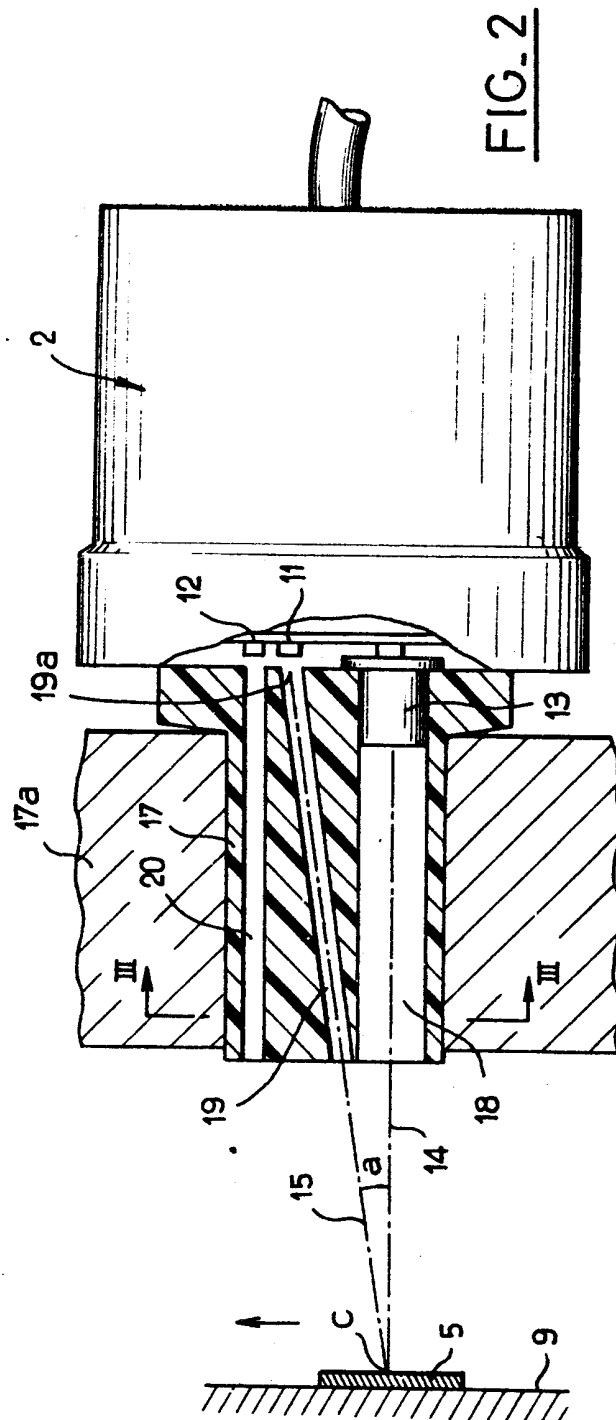
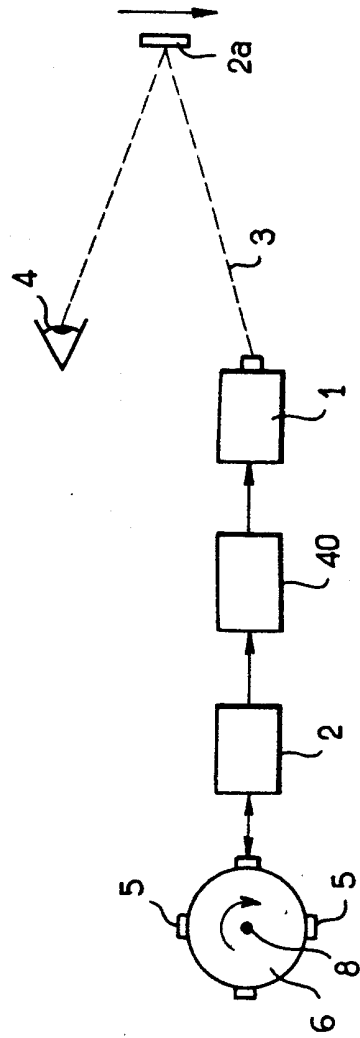
4. Dispositif conforme à la revendication 3, caractérisé en ce que l'embout (17) comporte un deuxième canal (19) à l'extrémité intérieure duquel est disposée
10 la cellule photoélectrique (11), ce canal (19) formant avec le premier canal (18) un angle (a) tel que les axes de ces deux canaux se croisent sur le cercle (C) sur lequel sont situées les cibles réfléchissantes (5).

5. Dispositif conforme à l'une quelconque
15 des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la cellule (11) est reliée électriquement à l'entrée non inverseuse (23) d'un amplificateur opérationnel (22).

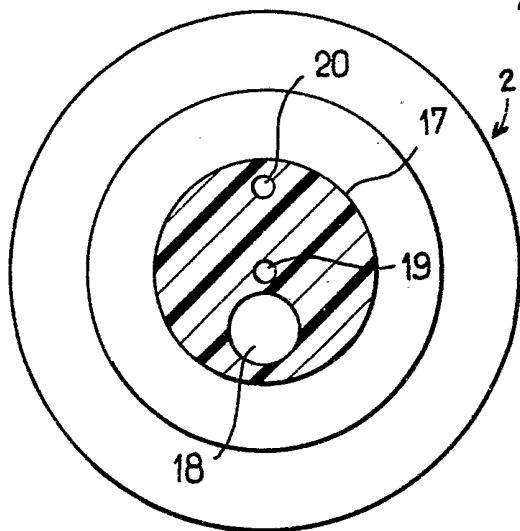
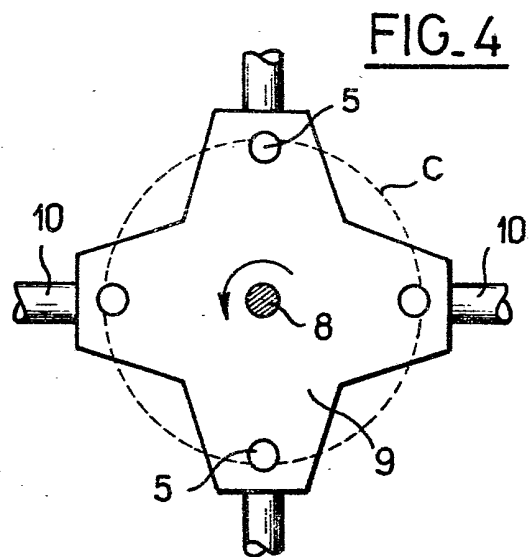
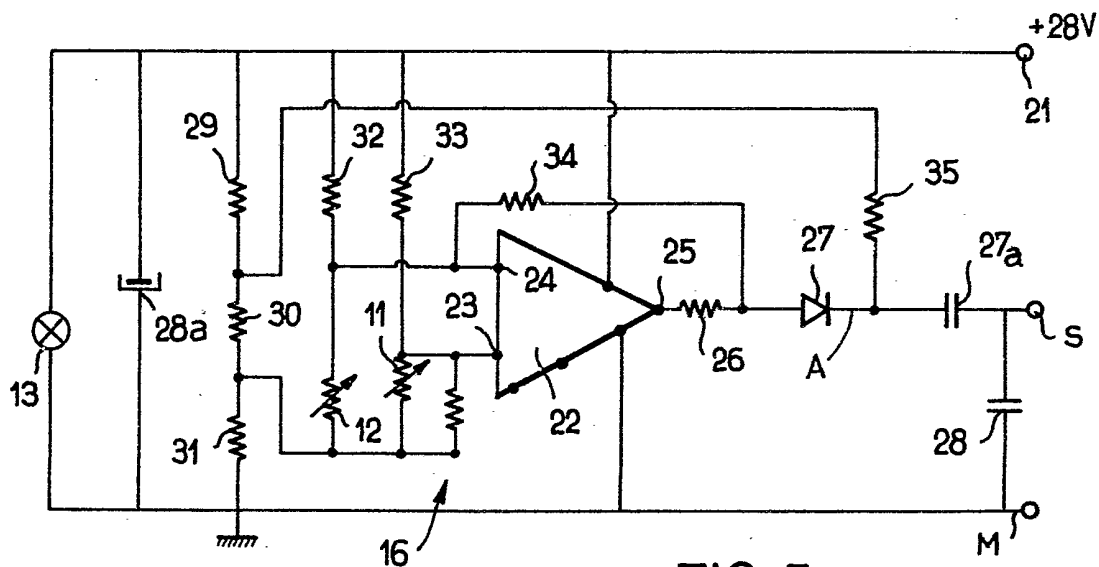
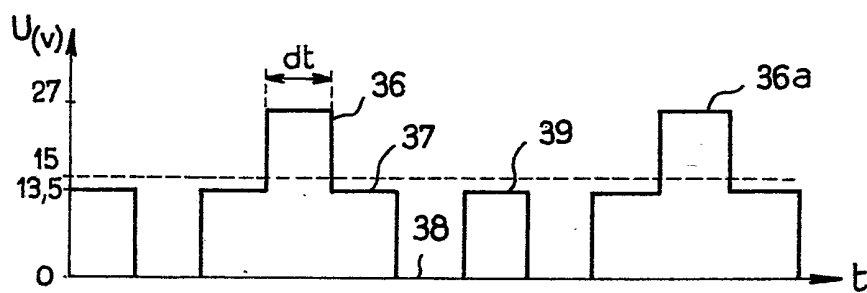
6. Dispositif conforme à la revendication 5, caractérisé en ce que le capteur (2) comporte une seconde
20 cellule photoélectrique (12) disposée en regard d'un troisième canal (20) parallèle au premier canal (18) qui définit la direction du faisceau lumineux de la lampe (13), cette seconde cellule photoélectrique (12) étant reliée à l'autre entrée (24) de l'amplificateur
25 opérationnel (22).

7. Dispositif conforme à la revendication 6, caractérisé en ce que le circuit électronique (16) comprend
une diode (27) dont l'anode est reliée à la sortie de l'amplificateur opérationnel (22) et dont la cathode
30 est polarisée à une tension inférieure à la tension de sortie de l'amplificateur (22), lorsque la première cellule (11) reçoit le faisceau (15) réfléchi par une cible (5), cette tension étant légèrement supérieure à la tension de sortie de l'amplificateur, obtenue

lorsque les deux cellules (11, 12) sont exposées à la lumière ambiante.



2 / 2

FIG. 3FIG. 4FIG. 5FIG. 6