

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 19.02.86.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 10.03.95 Bulletin 95/10.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SOCIETE D'APPLICATIONS GENERALES D'ELECTRICITE ET DE MECANIQUE (SAGEM) société anonyme — FR.

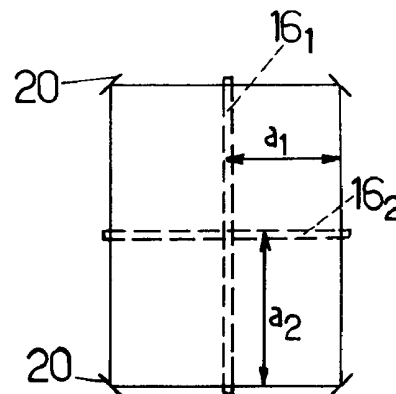
⑦2 Inventeur(s) : Delassaux Jean-Marc.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Cabinet Plasseraud.

⑤4 Dispositif optique de mesure à distance des variations d'orientation d'un objet.

⑤7 Le dispositif, utilisable notamment pour mesurer les variations d'orientation de la partie terminale d'un tube par rapport à un support, comprend un réflecteur (12) porté par l'objet et un ensemble source de lumière-détecteur (16) porté par le support à un emplacement tel que lesdites variations provoquent le déplacement d'une image de la source sur le détecteur. Pour mesurer les variations d'orientation autour d'une seule direction, le réflecteur comporte un seul dièdre (12) dont l'arête est perpendiculaire à ladite direction et dont l'angle au sommet diffère de 90° d'un angle faible β et la source comporte au moins un émetteur de lumière pulsée décalé du détecteur, dans ladite direction, d'une distance $a = 2f \beta$, où f est la distance focale du collimateur.



1

Dispositif optique de mesure à distance des variations
d'orientation d'un objet

L'invention a pour objet un dispositif de mesure à distance des variations d'orientation d'un objet par rapport à un support de référence et elle trouve une application importante, bien que non exclusive, dans la mesure des variations d'une ligne de visée provoquées par la flexion d'un tube.

On connaît déjà de tels dispositifs de mesure du type comprenant un réflecteur porté par l'objet et un ensemble ayant une source de lumière à collimateur et un détecteur porté par le support, en un emplacement tel que les variations d'orientation provoquent le déplacement d'une image de la source sur le détecteur. On a notamment réalisé de tels dispositifs pour mesurer les déformations de la volée d'un canon. L'ensemble est monté à proximité des tourillons permettant l'orientation en site du canon tandis que le réflecteur est monté sur la volée à proximité immédiate de la bouche.

Les dispositifs existants donnent des résultats satisfaisants lorsque le support de tir est fixe. Par contre, ils se prêtent mal à la mesure en présence de vibrations ou lorsqu'une dynamique de mesure importante est requise.

L'invention vise à fournir un dispositif susceptible de fonctionner en ambiance vibratoire, à une fréquence de répétition des mesures élevées, et avec une précision également élevée dans une large dynamique de variation.

Dans ce but, l'invention propose notamment un dispositif du type ci-dessus défini, caractérisé en ce que, pour mesurer les variations d'orientation autour d'une direction déterminée, le réflecteur comporte un dièdre dont l'arête est perpendiculaire à ladite direction et dont l'angle au sommet diffère de 90° d'un angle

faible β et la source comporte au moins un émetteur de lumière pulsée décalé du détecteur, dans ladite direction, d'une distance $a = 2f\beta$, où f est la distance focale du collimateur.

5 Le dièdre peut en fait être constitué par tout organe réflecteur du type fréquemment qualifié d'invariant, dont l'exemple le plus connu est constitué par deux faces réfléchissantes à 90° , telles que deux surfaces argentées ou deux surfaces d'un prisme à
10 réflexion totale. Dans le second cas, la distance a à utiliser conformément à l'invention est $a = 2nf\beta$, n étant l'indice du matériau constituant le prisme.

En général, deux sources sont placées symétriquement par rapport au détecteur. En conséquence, le
15 dièdre fournira en tout quatre images (deux par source). Le dispositif pourra alors être complété par des moyens associés au détecteur permettant de sélectionner celle des sources pour laquelle on obtient un résultat significatif.

20 Lorsque le dispositif est destiné à mesurer les variations d'orientation autour de deux directions orthogonales l'une à l'autre, il comprend deux dièdres dont les arêtes sont orthogonales, fournissant en tout quatre images de chaque source. Le détecteur pourra être
25 constitué par une barrette pour chaque direction : les deux barrettes devant être orthogonales et l'une et l'autre dans le plan focal du collimateur, un séparateur de lumière est placé derrière ce dernier.

Dans le cas d'une mesure selon deux directions
30 perpendiculaires, il est avantageux de prévoir quatre sources de lumière disposées aux angles d'un carré ou d'un rectangle autour de l'axe optique du collimateur et de prévoir des moyens d'allumage en séquence des quatre sources. Lorsqu'il est nécessaire d'adopter une cadence
35 de mesure élevée, les sources seront généralement des diodes laser.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes particuliers de réalisation, donnés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

5 - la Figure 1 est un schéma de principe d'un dispositif de mesure des variations d'orientation de la partie terminale d'un tube, autour d'une seule direction ;

10 - la Figure 2 est un schéma montrant la formation de deux images par un dièdre quasi invariant à partir d'une source objet ;

15 - la Figure 3, similaire à la Figure 1, est un schéma d'un dispositif permettant de mesurer les variations d'orientation autour de deux directions orthogonales ;

- les Figures 4 et 5 montrent les divers paramètres qui interviennent dans le fonctionnement du dispositif ;

20 - la Figure 6 est un synoptique d'une électronique utilisable dans le dispositif de la Figure 3.

Le dispositif dont la partie optique est montrée schématiquement en Figure 1 est utilisable pour mesurer les variations d'orientation de la partie terminale de la volée d'un canon, monté par exemple sur un véhicule blindé. Ce dispositif comprend un ensemble porté par un support servant de référence, généralement la partie du canon directement supportée par la tourelle, et un réflecteur monté à proximité de la bouche du canon sur la volée 10.

30 Le réflecteur est constitué, de façon connue en soi, par un dièdre 12 dont l'arête est placée suivant la direction z , qui est verticale lorsque le pointage est à site nul. Le dièdre est symétrique par rapport à la direction x , parallèle à l'axe de la volée.

35 L'ensemble porté par le support de référence,

placé à proximité immédiate du tourillon 14 autour duquel tourne la pièce lors du pointage en site, comporte, dans le mode de réalisation illustré, un détecteur 16 constitué par une barrette d'éléments photosensibles, par exemple une barrette de photodiodes ou de capteurs à couplage de charges. La barrette est montée de façon que, en l'absence de flexion de la volée 10, elle soit parallèle à la direction z et dans le plan défini par Ox et Oz (O étant le centre de l'arête du dièdre 12). La barrette est située dans le plan image d'un collimateur 18, de distance focale f .

L'ensemble comporte de plus, dans le mode de réalisation illustré, deux sources 20 placées symétriquement par rapport à la barrette 16, à distance a de cette dernière.

Alors que les dièdres utilisés comme rétro-rélecteurs présentent généralement un angle de 90° , le dièdre 12 est prévu pour donner, de chaque source 20, deux images dont l'une se forme sur la barrette 16, à une distance du centre de la barrette qui change suivant l'orientation de la partie terminale de la volée 10 autour de la direction y . Dans la pratique, on donne au dièdre 12 un angle qui diffère de 90° d'un écart β faible (ne dépassant pas quelques degrés) choisi en fonction de a et de f pour que :

$$2f\beta = a$$

Lorsque les deux faces du dièdre sont constituées par les surfaces réfléchissantes d'un prisme à réflexion totale, cette formule devient :

$$2nf\beta = a$$

où n est l'indice du matériau constituant le prisme.

Le dièdre 12, qu'on peut considérer comme un quasi-invariant, permet de décaler la source (ou les sources) 20 de la barrette dans le plan focal et donne alors de chaque source 20 deux images décalées de $4nf\beta$

dans le plan focal, qui contient les sources 20 et le détecteur. Les deux images se déplacent parallèlement entre elles lorsque l'angle α que fait la partie terminale de la volée 10 avec sa direction théorique change. L'une des images de chaque source reste sur le
5 détecteur 16 et se déplace le long de ce détecteur.

On est toujours certain de disposer d'une image sur le détecteur, dans la mesure où la flexion ne dépasse pas la valeur pour laquelle l'image de la source
10 atteint le bord de la barrette.

La Figure 3 montre un dispositif à quatre sources 20_1 et 20_2 , utilisable lorsqu'on veut mesurer les variations d'orientation autour de deux directions orthogonales y et z . Le dispositif comporte, en plus du
15 couple de sources 20_1 ayant la même disposition que celles de la Figure 1, deux sources 20_2 alignées suivant une direction orthogonale. Chaque couple de sources est associé au détecteur correspondant 16_1 ou 16_2 parmi deux détecteurs disposés orthogonalement l'un à l'autre.

Pour qu'il soit possible de placer les deux détecteurs, également formés par des barrettes, dans le plan focal, le dispositif de la Figure 3 comporte deux lames séparatrices 22 et 24. La lame semi-transparente 22 transmet par réflexion la lumière émise par les
20 sources 20_1 , 20_2 , et laisse passer, en retour, une fraction de la lumière vers les détecteurs 16_1 et 16_2 . Cette lumière transmise est fractionnée en deux parties par une seconde lame 24.

Une autre solution consiste à utiliser deux collimateurs différents à l'émission et à la réception,
30 de façon que le plan focal objet et le plan focal image soient décalés l'un par rapport à l'autre dans la direction x , ce qui permet de supprimer la lame 22.

Les sources 20_1 et 20_2 peuvent être disposées
35 suivant un rectangle dont les côtés sont parallèles aux

barrettes, comme indiqué sur la Figure 4. Cette disposition permet d'accroître la dynamique de mesure, car toute déviation par rapport à la position centrée tend à ramener deux des quatre images de chacune des sources, fournies par les deux dièdres quasi invariants 12_1 et 12_2 du centre O. L'emploi de quatre sources ayant cette disposition constituera en général le meilleur compromis possible, bien que ce nombre puisse être diminué ou augmenté, par exemple en utilisant deux jeux de sources, les sources d'un jeu étant aux sommets d'un rectangle, et les autres dans l'alignement des premières. Lorsque les sources ne sont pas ponctuelles, mais en forme de fente, elles peuvent être disposées comme indiqué sur la Figure 4 ou autrement, par exemple de façon que chaque source ait la forme d'une fente dirigée vers le centre O.

Grâce à cette disposition, on obtient, de chaque source 20 telle que celle montrée sur la Figure 5, quatre images qui, en cas de changement d'orientation des dièdres quasi invariants, se déplacent parallèlement deux à deux et parallèlement aux détecteurs correspondants. Sur la Figure 5, on a représenté schématiquement les quatre images 26_1 et 26_2 correspondant à une déflexion donnée du tube 10. Du fait de la présence de quatre sources 20 ayant la disposition montrée en Figure 4, on est certain qu'une image se formera sur chacun des deux détecteurs 16_1 et 16_2 .

De plus, la disposition de la Figure 4 permet d'être certain de toujours disposer de deux images de l'une des sources 20, qui ne se recouvrent pas.

Le dispositif peut comporter un circuit d'analyse des résultats, du genre montré en Figure 6, associé à des moyens pour amener successivement les quatre sources 20 suivant un cycle répétitif. Chacune des deux barrettes est associée à une branche de mesure qui peut être constituée d'un lecteur 28 actionné à la

cadence d'une horloge H qui fixe également la fréquence d'allumage, un convertisseur analogique/numérique 30 fournissant une valeur numérique représentative de l'éclairement reçu par chaque élément sensible du détecteur 16. L'ensemble des résultats est stocké dans une mémoire tampon 32 et, à l'issue de la scrutation de la barrette, le barycentre est déterminé par un circuit de calcul 34. On obtient ainsi, pour chaque cycle d'allumage des quatre sources en succession, des informations représentatives de la position de l'image suivant les directions Y et Z (Figure 5). Un circuit de sélection 36 reçoit les informations provenant des deux branches et sélectionne les valeurs les plus significatives (celles pour lesquelles la source allumée forme une image sur une ou deux barrettes 16_1 et 16_2). Les valeurs Y, Z sont mémorisées en 38 et un circuit 40 permet de comparer ces valeurs à des valeurs Y_0 , Z_0 obtenues par un processus d'harmonisation et correspondant à l'état non fléchi du tube 10.

Un tel dispositif est notamment applicable à la mesure des déformations de la volée d'un canon. Il permet d'obtenir, sur une volée de plusieurs mètres, une mesure avec une résolution de l'ordre de 30 microradians pour des mouvements de flexion qui peuvent atteindre 14 millièmes de crête à crête. La fréquence de mesure peut aisément atteindre 500 Hz lorsqu'on utilise comme sources des diodes laser fournissant des impulsions lumineuses de 200 nanosecondes avec une période de répétition de 10 millisecondes. Lorsqu'on utilise comme sources des diodes laser au Ga-As et des détecteurs 16 constitués par des barrettes "RETICON" de 256 éléments au pas de 25 microns, on peut regrouper les éléments portés par l'affût dans un cylindre de quelques millimètres de diamètre, avec un collimateur de 250 mm de distance focale. Le dispositif peut également être adapté, mais avec une dynamique de mesure plus faible, à

la mesure des déformations en torsion.

L'invention est susceptible de nombreuses variantes et de nombreuses applications autres que celle qui vient d'être mentionnée. En particulier, elle est applicable à toute mesure de variation d'angle, par exemple en vue de déterminer les modifications de la position des lignes de visée et celles d'un bras support. Elle permet également de réaliser des harmonisations d'axes et des mesures de résiduelle de stabilisation.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure à distance des variations d'orientation d'un objet par rapport à un support de référence, comprenant un réflecteur (12) porté par l'objet et un ensemble source de lumière-détecteur (16) porté par le support à un emplacement tel que lesdites variations provoquent le déplacement d'une image de la source sur le détecteur, caractérisé en ce que, pour mesurer les variations d'orientation autour d'une direction déterminée, le réflecteur comporte un dièdre (12) dont l'arête est perpendiculaire à ladite direction et dont l'angle au sommet diffère de 90° d'un angle faible β et la source comporte au moins un émetteur de lumière pulsée décalé du détecteur, dans ladite direction, d'une distance $a = 2f\beta$, où f est la distance focale du collimateur.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que deux sources sont placées symétriquement par rapport au détecteur.

3. Dispositif selon la revendication 1, destiné à mesurer des variations d'orientation autour de deux directions déterminées orthogonales (y, z), caractérisé en ce qu'il comprend deux dièdres dont les arêtes sont orthogonales l'une à l'autre, fournissant en tout quatre images de chaque source et deux détecteurs ($16_1, 16_2$).

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend quatre sources de lumière (20) réparties aux angles d'un carré ou d'un rectangle autour de l'axe optique du collimateur.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'allumage en séquence des quatre sources.

6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé par des moyens de sélection de la mesure correspondant à la source fournissant des images sur

chacun des deux détecteurs.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend un seul collimateur et des moyens séparateurs de lumière permettant de disposer les deux détecteurs, en forme de barrettes croisées, dans le plan focal du collimateur.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le détecteur, ou chaque détecteur, est formé par une barrette de photodiodes et en ce que la source, ou chaque source, est constituée par une diode laser.

FIG. 1.

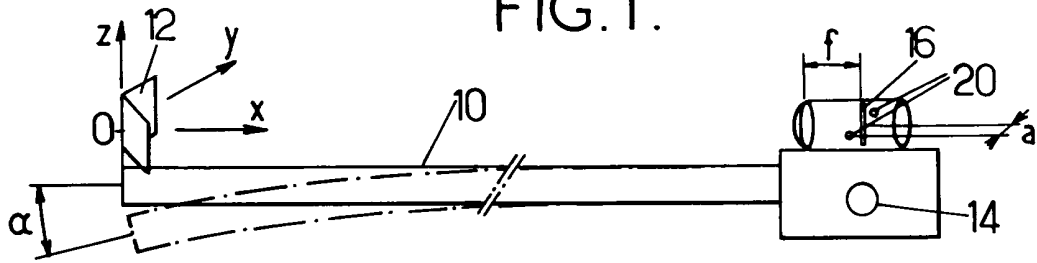


FIG. 3.

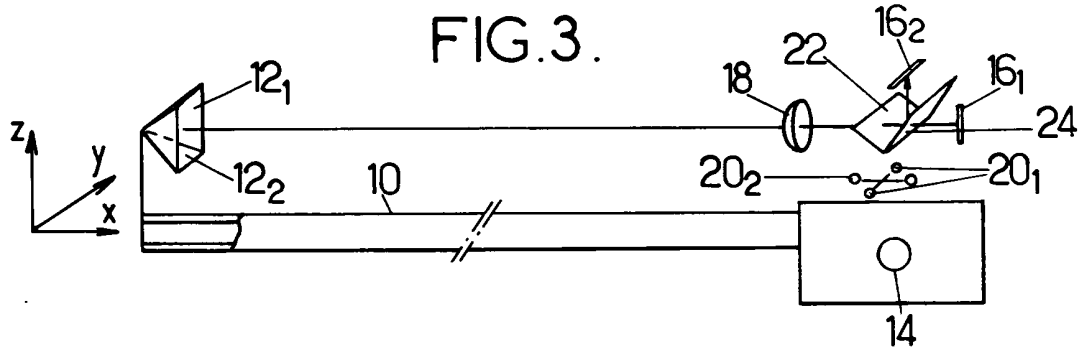


FIG. 2.

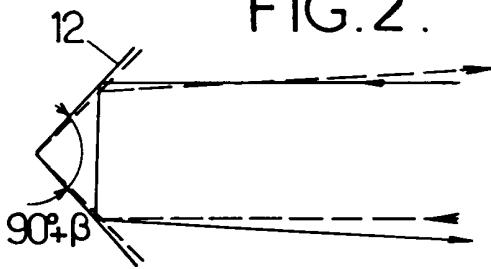


FIG. 4.

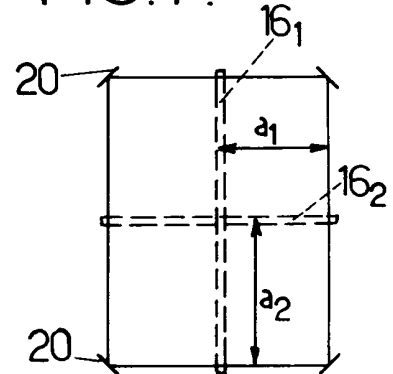


FIG. 5.

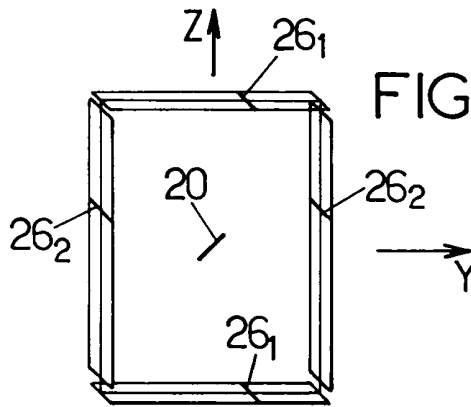


FIG. 6.

