

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②

N° 81 02887

⑤ Téliètre à laser.

⑤ Classification internationale (Int. Cl. ³). G 01 C 3/08 // G 03 B 13/18.

② Date de dépôt..... 13 février 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④ Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 33 du 20-8-1982.

⑦ Déposant : COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES LASERS, société anonyme, résidant en France.

⑦ Invention de : François Chabannes, Gilbert Courier et Robert Boirat.

⑦ Titulaire : *Idem* ⑦

⑦ Mandataire : Christian Lheureux, SOSPI,
14-16, rue de la Baume, 75008 Paris.

Télémètre à laser

La présente invention concerne un télémètre à laser.

On connaît un télémètre à laser comportant essentiellement un générateur capable d'envoyer une impulsion laser vers une cible, un
5 récepteur photoélectrique disposé pour recevoir l'écho de cette impulsion renvoyée par la cible et un circuit, comprenant une horloge électronique, capable de mesurer l'intervalle de temps compris entre le départ de l'impulsion vers la cible et son retour sur le récepteur.

10 La présente invention a pour but de réaliser un télémètre à laser ne comprenant pas d'horloge électronique et particulièrement adapté à la mesure des distances relativement courtes.

La présente invention a pour objet un télémètre à laser, comportant

- 15 - un générateur capable d'émettre une impulsion laser vers une cible,
- un moyen pour prélever une portion de l'énergie de l'impulsion laser,
- un détecteur photoélectrique disposé pour recevoir l'énergie prélevée, ce détecteur délivrant alors une impulsion électrique de
20 départ,
- un récepteur photoélectrique disposé pour recevoir l'écho, renvoyé par la cible, de l'impulsion laser, ce récepteur délivrant alors une impulsion électrique de retour
- 25 - et des moyens pour mesurer l'intervalle de temps compris entre la délivrance de l'impulsion électrique de départ et celle de l'impulsion électrique de retour, caractérisé en ce que lesdits moyens pour mesurer l'intervalle de temps, comportent
- 30 - un guide d'ondes optiques muni d'une face d'entrée disposée pour recevoir ladite portion d'énergie de l'impulsion laser,
- un système de détection photoélectrique de ladite portion d'énergie se propageant dans le guide d'onde, ce système étant capable de délivrer N signaux électriques successifs, un signal électrique
35 étant émis chaque fois que cette portion d'énergie a parcouru le long du guide d'onde, une distance constante de valeur prédéterminée

- 2 -

- et un circuit de comptage relié aux sorties du système de détection, du détecteur et du récepteur, ce circuit étant capable de compter les signaux électriques délivrés successivement par ledit système de détection, ce circuit comportant des moyens pour commander le début du comptage à la réception de l'impulsion électrique de départ et des moyens pour arrêter le comptage à la réception de l'impulsion électrique de retour.

Des formes particulières d'exécution de l'objet de la présente invention sont décrites ci-dessous, à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés dans lesquels

- la figure 1 représente schématiquement un premier mode de réalisation du télémètre selon l'invention,
- les figures 2 et 3 montrent deux exemples de disposition du guide d'ondes optiques et de photodétecteurs faisant partie du télémètre illustré par la figure 1,
- la figure 4 représente partiellement un second mode de réalisation du télémètre selon l'invention
- et la figure 5 représente partiellement un troisième mode de réalisation du télémètre selon l'invention.

Sur la figure 1, un émetteur laser 1 par exemple à semiconducteur, délivre un faisceau 2 qui traverse un système optique afocal comportant deux lentilles 3 et 4, afin d'obtenir un faisceau 5 élargi et de divergence réduite. Le faisceau 5 est dirigé vers une cible non représentée. Une lame séparatrice 6 partiellement réfléchissante est disposée à 45° entre l'émetteur 1 et le système afocal, de façon à prélever un faisceau 7 dont l'énergie est faible par rapport à celle du faisceau 2.

La face d'entrée 8 d'un guide d'ondes optiques est disposée pour recevoir le faisceau 7. Le guide d'ondes est par exemple une fibre optique 9 comme représenté sur la figure. La surface photosensible d'un détecteur photoélectrique 10 est disposée en regard d'un point 11 de la surface longitudinale de la fibre optique 9, à faible distance de la face d'entrée 7. De préférence, ce point 11 a subi une perturbation telle qu'une contrainte mécanique de pression 43.

Entre le point 11 et la face de sortie 12 de la fibre optique 9, sont disposés successivement des capteurs

photoélectriques 13, 14, 15 et 16 identiques au détecteur 10. Les surfaces photosensibles de ces capteurs sont disposées respectivement en regard d'autres points de la surface longitudinale de la fibre optique 9. Ces points ont subi chacun une perturbation analogue à celle du point 11. La distance, comptée le long de la fibre 9, entre deux capteurs successifs quelconques tels que 14 et 15 est égale à une valeur constante prédéterminée L. La distance, comptée le long de la fibre 9, entre le détecteur 10 et le capteur 13 le plus proche de 10, est aussi égale à L.

10 Les sorties électriques du détecteur 10 et des capteurs 13 à 16 sont reliées à un circuit de comptage 17, respectivement à travers des amplificateurs 18 à 22.

15 La cible renvoie une partie de l'énergie du faisceau 5 suivant un faisceau 23 qui est reçu sur un objectif 25. Celui-ci concentre le faisceau 23 sur la surface photosensible 24 d'un récepteur photoélectrique 26. La sortie électrique du récepteur 26 est reliée au circuit 17 par une connexion 27 à travers un amplificateur 28.

20 Un circuit d'interpolation 29 est connecté au circuit 17. Les circuits 17 et 29 sont respectivement reliés à un circuit de traitement 30.

Le télémètre décrit ci-dessus et représenté sur la figure 1 fonctionne de la manière suivante.

Le faisceau 2 émis par l'émetteur laser est constitué par une impulsion de très courte durée, de l'ordre d'une nanoseconde.

25 Le faisceau 7, formé par une faible portion de l'énergie de cette impulsion, est reçu d'abord sur la face d'entrée 8 de la fibre optique 9 puis se propage le long de la fibre à une vitesse qui dépend de l'indice du matériau dont est constituée la fibre.

30 Les différents photodétecteurs, c'est-à-dire le détecteur 10 et les capteurs 13 à 16, sont excités successivement au moment du passage de l'impulsion laser. En effet, chaque perturbation de la fibre favorise le transfert d'une faible partie de l'impulsion laser vers le photodétecteur en regard de cette perturbation.

35 Donc, le détecteur 10 puis les détecteurs 13 à 16 émettent successivement des impulsions électriques. L'impulsion électrique de départ émise par le détecteur 10 définit en pratique l'instant

d'émission de l'impulsion laser 2, compte tenu de la faible distance entre la surface 11 et la face d'entrée 8. L'impulsion électrique de départ ouvre une porte (non représentée) du circuit de comptage 17, de façon à commander le début du comptage des signaux électriques émis par les détecteurs. Lorsque l'écho 23 de l'impulsion laser renvoyée par la cible arrive sur le détecteur 26, celui-ci émet une impulsion électrique de retour qui arrête le comptage.

Si le compteur a enregistré k signaux, l'intervalle de temps compris entre l'émission du signal électrique de départ et celle du signal électrique de retour, est sensiblement égal au temps mis par l'impulsion laser se propageant le long de la fibre pour parcourir la distance kL dans la fibre d'indice de réfraction n . La distance entre le télémètre et la cible est alors sensiblement égale à $n k L/2$.

Cette mesure donne une valeur par défaut, car elle ne tient pas compte du temps qui s'écoule entre l'émission du k -ième signal et l'arrivée de l'impulsion électrique de retour.

Le circuit d'interpolation 29 permet de corriger cette erreur systématique. Le circuit 29 peut par exemple comporter un condensateur non représenté, dont la charge est déclenchée au moment de l'arrivée de l'impulsion de retour, cette charge étant arrêtée au moment de l'arrivée du $(k+1)$ ième signal.

Le circuit 29 détermine le temps de charge du condensateur à partir de sa tension de charge finale ; ce temps de charge est alors retranché du temps connu de propagation de l'impulsion laser le long de la fibre entre deux détecteurs successifs, pour obtenir le temps d'interpolation qui s'écoule entre l'émission du k ième signal compté par le circuit 17 et l'arrivée de l'impulsion électrique de retour.

Le circuit 30 permet, à partir du nombre d'impulsions k mesuré par le circuit 17 et du temps d'interpolation mesuré par le circuit 29, de déterminer la distance comprise entre le télémètre et la cible, cette distance pouvant être affichée en valeur numérique par exemple.

A titre indicatif, l'indice de réfraction du matériau de la fibre étant de 1,5 et la longueur de fibre entre deux détecteurs successifs étant constante et égale à 2 mètres, cette longueur de

5 fibre correspond à un trajet total de l'impulsion laser dans l'air de 3 mètres aller et retour, c'est-à-dire à une distance entre la cible et le télémètre de 1,5 mètre. La vitesse de propagation de la lumière dans l'air étant de 300.000 km/s, l'intervalle de temps séparant deux signaux successifs émis par les détecteurs est alors de 10 ns. Si le circuit 29 a mesuré un temps de 3 ns séparant l'émission de l'impulsion de retour et l'émission du signal suivant immédiatement cette impulsion, la charge du condensateur du circuit 29 sera proportionnelle à ce temps et le temps d'interpolation à rajouter à celui résultant du comptage du circuit 17 est de 7 ns. Ce temps d'interpolation correspond à une distance complémentaire de

$$1,50 \times 7 / 10 = 1,05 \text{ m}$$

15 qui s'ajoute à la valeur de la distance de la cible, cette valeur étant celle qui est déterminée uniquement à partir des informations délivrées par le circuit 17.

20 Comme il est visible sur les figures 1 et 2, le détecteur 10 et les capteurs 13 à 16 sont placés de préférence côte à côte, de façon que les lignes électriques partant respectivement de chacun de ces photodétecteurs et aboutissant au circuit 17 aient la même longueur. Il importe en effet que les différences de temps de propagation des signaux électriques dans les lignes électriques soient aussi faibles que possible et restent négligeables par rapport à l'intervalle de temps séparant l'arrivée au circuit 17 de deux signaux successifs.

25 Dans la variante illustrée par la figure 2, la fibre optique 9 est courbée pour venir passer devant les photodétecteurs 10 et 13 à 16 alignés l'un à côté de l'autre. La fibre 9 peut aussi être enroulée entre deux photodétecteurs successifs pour former des bobines telles que 31, comme il apparaît sur la figure 3.

30 Dans un mode de réalisation particulièrement avantageux représenté sur la figure 4, la fibre optique 9 recevant sur sa face d'entrée 8 le faisceau laser prélevé 7 est enroulée suivant N spires successives par exemple sur une bobine 32 pour former un anneau 33 de faible hauteur axiale. La surface photosensible d'un photodétecteur 34 est disposée en regard et à faible distance d'un point de la périphérie extérieure de l'anneau 33. La sortie électrique du détec

35

teur 34 est reliée à travers un amplificateur 35 à un circuit 17 tout à fait analogue à celui représenté sur la figure 1, le reste de l'installation restant identique. Bien entendu les périmètres des N spires constituant l'anneau 33 sont identiques entre eux et égaux à la valeur constante prédéterminée L. Dans ces conditions, le photodétecteur 34 émet N impulsions électriques, chaque fois que l'onde laser entrant dans la fibre 9 par la face 8 et se propageant dans les N spires passe devant le photodétecteur 34.

Le photodétecteur 34 remplace donc ici le détecteur 10 et les capteurs 13 à 16 du télémètre montré sur la figure 1, ce qui constitue une simplification importante.

Sur la figure 5 est montré un autre mode de réalisation du télémètre selon l'invention, encore plus simple que celui illustré par la figure 4. Le guide d'ondes optiques dans lequel se propage le faisceau laser prélevé 7 comporte une branche d'entrée 36 et une branche de sortie 37 raccordées respectivement en 40 et 41 à une boucle 38. Les branches d'entrée et de sortie ainsi que la boucle peuvent être formées par les jonctions en Y qui peuvent être réalisées par soudure. Dans ces conditions, l'impulsion laser entrant par la face d'entrée 8 de la branche 36 est injectée dans la boucle en 40 dans un sens prédéterminé 39. Lorsque l'énergie de cette impulsion arrive en 41, une faible partie emprunte la branche de sortie 37 et l'énergie restante continue à tourner dans la boucle dont la périphérie a une largeur prédéterminée. Un photodétecteur 34 est disposé en regard de la face de sortie 42 de la branche 37. Le photodétecteur 34 émet donc un signal électrique à chaque tour de l'impulsion laser dans la boucle 38. Les signaux émis par le photodétecteur 34 sont dirigés vers le circuit de comptage 17 à travers un amplificateur 35.

Comme il est possible de réaliser des fibres optiques ayant une très faible atténuation (de l'ordre de trois dB/km pour une longueur d'onde laser de 0,9 micron), l'impulsion laser peut faire de nombreux tours dans la boucle 38. Donc, l'unique photodétecteur 34 joue, encore dans ce cas, le rôle du détecteur 10 et des capteurs 13 à 16, le premier signal délivré par ce photodétecteur 34 constituant l'impulsion électrique de départ.

Le télémètre selon l'invention peut être appliqué notamment à la mesure des distances courtes. A titre d'exemple, il peut être associé à un appareil photographique pour des utilisations telles que la macrophotographie. Il peut être associé aussi aux détecteurs d'obstacles ou aux fusées de proximité. Ce télémètre peut également être utilisé dans les radars anti-collision et les radars routiers.

REVENDEICATIONS

- 1/ Télémètre à laser, comportant
- un générateur capable d'émettre une impulsion laser vers une cible,
 - 5 - un moyen pour prélever une portion de l'énergie de l'impulsion laser,
 - un détecteur photoélectrique disposé pour recevoir l'énergie prélevée, ce détecteur délivrant alors une impulsion électrique de départ,
 - 10 - un récepteur photoélectrique disposé pour recevoir l'écho, renvoyé par la cible, de l'impulsion laser, ce récepteur délivrant alors une impulsion électrique de retour
 - et des moyens pour mesurer l'intervalle de temps compris entre la délivrance de l'impulsion électrique de départ et celle de l'impulsion électrique de retour,
 - 15 caractérisé en ce que lesdits moyens pour mesurer l'intervalle de temps, comportent
 - un guide d'ondes optiques muni d'une face d'entrée disposée pour recevoir ladite portion d'énergie de l'impulsion laser,
 - 20 - un système de détection photoélectrique de ladite portion d'énergie se propageant dans le guide d'onde, ce système étant capable de délivrer N signaux électriques successifs, un signal électrique étant émis chaque fois que cette portion d'énergie a parcouru le long du guide d'onde, une distance constante de valeur prédéterminée
 - 25 - et un circuit de comptage relié aux sorties du système de détection, du détecteur et du récepteur, ce circuit étant capable de compter les signaux électriques délivrés successivement par ledit système de détection, ce circuit comportant des moyens pour commander le début du comptage à la réception de l'impulsion électrique de départ et des moyens pour arrêter le comptage à la réception de l'impulsion électrique de retour.
 - 30
- 2/ Télémètre selon la revendication 1, caractérisé en ce que, le guide d'onde étant de forme allongée, le système de détection comporte
- 35 - N capteurs photoélectriques disposés successivement le long du guide d'onde, la distance comptée le long du guide d'onde, entre deux

- capteurs successifs, étant égale à ladite valeur prédéterminée, ces capteurs étant placés à proximité de la surface longitudinale du guide d'onde de façon qu'ils puissent émettre respectivement les N signaux électriques lorsque la portion d'énergie arrive en regard de ces capteurs
- 5 - et ledit détecteur placé à proximité de la surface longitudinale du guide d'onde, entre la face d'entrée et le capteur le plus proche de cette face, la distance, comptée le long du guide d'onde, entre ce capteur et le détecteur étant égale à ladite valeur prédéterminée.
- 10 3/ Télémètre selon la revendication 2, caractérisé en ce que le détecteur et lesdits capteurs sont placés l'un à côté de l'autre.
- 4/ Télémètre selon la revendication 2, caractérisé en ce que le guide d'onde est enroulé entre deux capteurs successifs de façon à former des bobines.
- 15 5/ Télémètre selon la revendication 1, caractérisé en ce que le guide d'onde est enroulé suivant N spires successives pour former un anneau, le périmètre de chaque spire ayant ladite valeur prédéterminée, et que le circuit de détection est constitué par le détecteur placé en un point de la périphérie de l'anneau.
- 20 6/ Télémètre selon la revendication 1, caractérisé en ce que le guide d'onde comporte une branche d'entrée, une branche de sortie et une boucle dont le périmètre a ladite valeur prédéterminée, une extrémité de chaque branche étant raccordée à la boucle par une jonction en Y, l'autre extrémité de la branche d'entrée étant ladite
- 25 face d'entrée, et que ledit circuit de détection est constitué par le détecteur disposé en regard de l'autre extrémité de la branche de sortie, de telle sorte que la portion d'énergie est injectée dans la boucle dans un sens prédéterminé et peut se propager ensuite dans la branche de sortie, le détecteur émettant un signal électrique chaque
- 30 fois que la portion d'énergie a fait un tour de la boucle.
- 7/ Télémètre selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un circuit d'interpolation pour mesurer le temps qui s'écoule entre d'une part l'émission du signal électrique précédant immédiatement la délivrance de l'impulsion électrique de retour
- 35 et d'autre part la délivrance de cette impulsion électrique de retour.

8/ Télémètre selon la revendication 1, caractérisé en ce que le guide d'ondes est une fibre optique.

FIG. 1

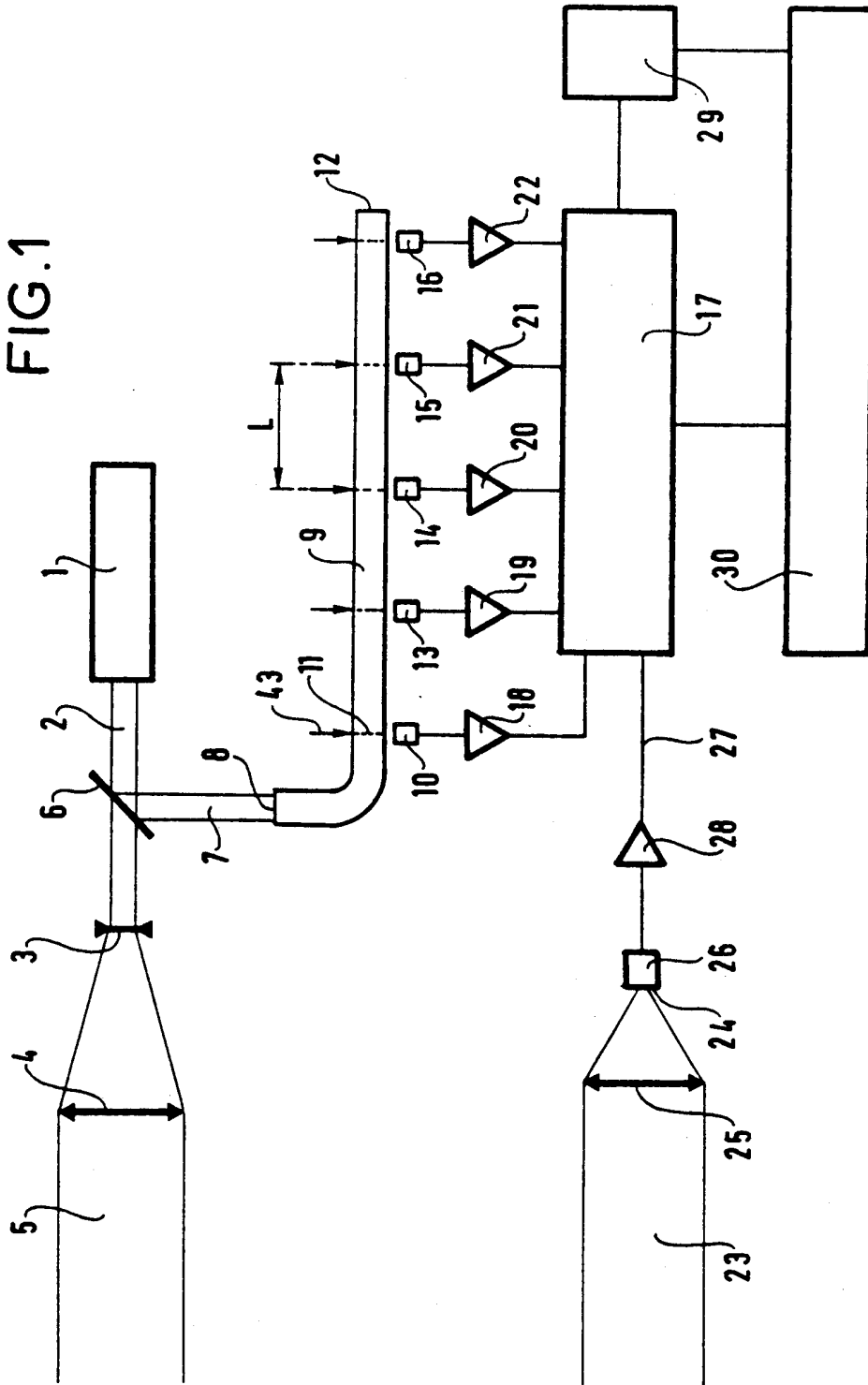


FIG. 2

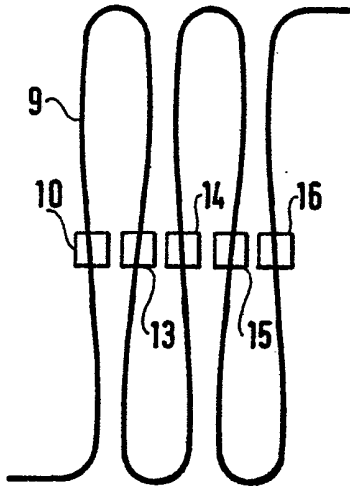


FIG. 3

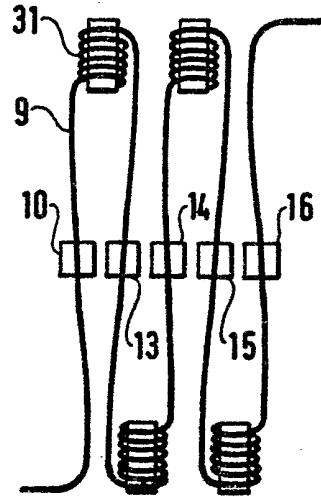


FIG. 4

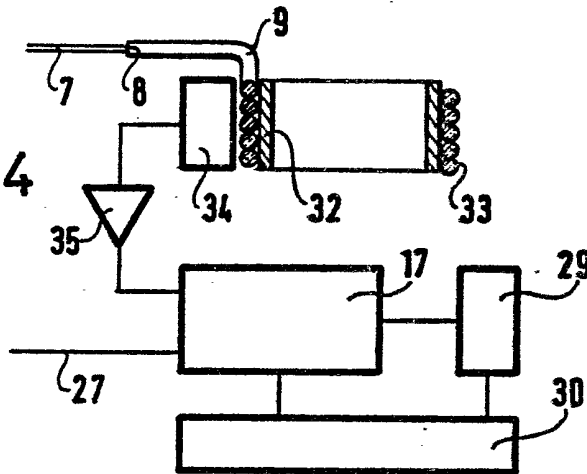


FIG. 5

