

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 468 101

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 25777

-
- (54) Instrument à laser destiné à mesurer le profil transversal d'ouvrages souterrains.
- (51) Classification internationale (Int. Cl. 3). G 01 B 11/24; E 01 B 35/00; E 21 F 17/00; G 01 C 7/06.
- (33) (32) (31) (22) Date de dépôt..... 17 octobre 1979.
- (41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 18 du 30-4-1981.
- (71) Déposant : Société dite : SOCIETE NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS, société nationale, Société dite : SORO-ELECTRO-OPTICS, société anonyme et BARDES Jean-Claude, résidant en France.
- (72) Invention de : Jean-Claude Bardes.
- (73) Titulaire : *Idem* (71)
- (74) Mandataire : Cabinet Germain, Maureau et Millet, conseils en brevets, 64, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.
-

La présente invention concerne un instrument optique à laser, destiné à mesurer sans contact le profil transversal d'ouvrages souterrains tels que tunnels, galeries et autres cavités..

Cette invention se rapporte, plus particulièrement, au 5 domaine des ouvrages d'art ferroviaires, pour lequel elle fournit un instrument permettant de déterminer avec précision le profil d'un tunnel, ou d'obstacles divers situés à proximité des voies ferrées, soit lors d'une étude préalable à des travaux, soit lors du contrôle de travaux déjà effectués, en vue notamment de vérifier 10 l'obtention d'un gabarit souhaité.

On connaît déjà des appareils de mesure permettant de relever le profil d'ouvrages souterrains. Certains de ces appareils possèdent une bonne précision de mesure, de l'ordre de 1 à 2 centimètres, mais ils sont destinés au dessin de profils transversaux ; ainsi ils fournissent un tracé reproduisant le profil à mesurer, mais ils ne permettent pas une lecture directe des distances radiales séparant chacun des points du profil de l'axe de l'appareil. Comme exemples d'appareils de ce genre, on peut citer celui décrit dans le Bulletin d'Information et de Documentation de la Régie Autonome des Transports Parisiens, Mars- 15 Avril 1960, dans un article de Mr. Charles LECHARTIER, ainsi qu'un appareil allemand conçu par le Professeur Dr. K. RINNER, dès 1961, et perfectionné en 1972-1973 par la Firme allemande F.W. BREITHAUPT & SOHN, Kassel, ce dernier appareil utilisant déjà 20 un rayon laser.

Mis à part les appareils fournissant un résultat de mesure sous une forme purement graphique, on connaît aussi un instrument à laser donnant le résultat de mesure sous une forme numérique, un compteur donnant directement la distance entre 25 l'instrument et un point du profil, pour n'importe quelle position angulaire.

Dans ce dernier instrument, le faisceau laser suit un axe de rotation horizontal jusqu'à un système de miroirs mobiles, lequel le fait dévier d'un angle constant. Un télescope permet 30 de représenter le point lumineux projeté par le faisceau sur une plaque en verre dépoli. Par déplacement du système de miroirs le long de l'axe longitudinal de l'instrument, on déplace le faisceau laser jusqu'à ce que l'image du point lumineux projeté 35 coïncide avec des traits de repère du dispositif optique (télescope). Cet instrument, désigné par la dénomination commerciale 40

PROTA, est produit par la Firme autrichienne R + A ROST, Vienne.

Bien qu'il vise le même but que la présente invention, cet instrument connu semble posséder une précision limitée, en raison même de son principe optique consistant en une visée directe de la tache lumineuse.

La présente invention vise à éliminer les inconvénients des appareils connus, en fournissant un instrument permettant de mesurer un profil d'ouvrage souterrain en donnant directement les distances radiales, avec une précision excellente, de l'ordre du centimètre pour un profil de tunnel correspondant sensiblement à un cylindre ayant un diamètre d'environ 8 mètres.

A cet effet, l'instrument à laser selon l'invention, destiné à mesurer le profil transversal d'ouvrages souterrains, comprend essentiellement, en combinaison :

15 un laser produisant un faisceau parallèle, dirigé suivant un axe horizontal,

un premier miroir ou prisme disposé sur ledit axe, avec une inclinaison telle que le faisceau soit dévié suivant un angle droit,

20 un second miroir ou prisme disposé sur le même axe, entre le laser et le premier miroir ou prisme, ou vice-versa, ce second miroir ou prisme interceptant partiellement le faisceau et ayant une inclinaison telle que le faisceau soit dévié suivant un angle légèrement différent d'un angle droit,

25 des moyens aptes à permettre la rotation, autour de l'axe précité, de l'ensemble formé par les deux miroirs ou prismes,

des moyens aptes à déplacer l'un des deux miroirs ou prismes, le long dudit axe, tout en le maintenant parallèle à lui-même,

30 et des moyens d'affichage de la distance radiale mesurée, liés aux moyens de déplacement précités, la distance radiale exacte étant indiquée lorsque les deux taches, projetées sur la paroi de l'ouvrage par les deux miroirs ou prismes, sont amenées en superposition par le déplacement de l'un des prismes ou miroirs.

35 Ainsi l'instrument objet de l'invention est un genre de télémètre, qui permet, par le déplacement d'un miroir ou prisme mobile, de superposer deux taches et d'en déduire la distance radiale, entre l'axe de l'instrument et un point de la paroi, 40 cette distance étant affichée directement, en se servant d'un

triangle rectangle dont les angles sont constants et la base variable avantageusement ; une lunette grossissante, portée par l'ensemble tournant qui comporte les deux miroirs ou prismes, et orientée de manière à viser la région où se forment les deux 5 taches, permet de s'assurer de la parfaite superposition de ces taches. La rotation dudit ensemble, autour de l'axe de l'instrument, permet d'effectuer les mesures suivant un angle polaire quelconque.

10 Suivant un mode de réalisation de l'instrument selon l'invention, celui-ci comprend une partie inférieure fixe, renfermant le laser et apte à être montée sur une embase, sur laquelle est montée tournante, autour d'un axe horizontal, une partie supérieure de forme cylindrique, renfermant les deux miroirs ou prismes ainsi que les moyens de déplacement de l'un 15 de ceux-ci et les moyens d'affichage de la distance radiale mesurée, d'autres miroirs ou prismes auxiliaires étant prévus de manière à amener le faisceau du laser en coïncidence avec l'axe de rotation de la partie supérieure tournante. La disposition inférieure du laser permet une réalisation parti- 20 culièrement compacte, en évitant de le placer dans le prolongement des miroirs.

25 Selon une autre caractéristique, les moyens de déplacement de l'un des deux miroirs ou prismes sont constitués par une vis d'entraînement accouplée à un moteur électrique, tandis que les moyens d'affichage de la distance radiale mesurée comprennent un compteur numérique accouplé à ladite vis d'entraînement.

30 Par ailleurs, en vue de faciliter la mise en station de l'instrument objet de l'invention, le miroir ou prisme, disposé de manière à dévier le faisceau suivant un angle droit, est de préférence prévu de manière à ne pas intercepter une faible 35 partie du faisceau, ceci pour obtenir un faisceau de sortie auxiliaire occultable, parallèle à l'axe de l'instrument.

De toute façon, l'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui suit, en référence au dessin schématique 35 annexé représentant, à titre d'exemple non limitatif, une forme de réalisation de cet instrument à laser destiné à mesurer le profil transversal d'ouvrages souterrains :

Figure 1 est un schéma de principe d'un instrument conforme à l'invention ;

40 Figure 2 en est une vue de côté, plus détaillée, avec

coupes partielles.

L'instrument représenté, dans son principe général, sur la figure 1, comprend une source lumineuse 1, constituée par un laser He-Ne, associée à un dispositif optique produisant un faisceau parallèle, suivant un axe optique 2 horizontal.

Sur cet axe 2 est disposé un miroir fixe 3, incliné à 50 grades par rapport audit axe, de manière à dévier le faisceau suivant un angle droit, et à former une première tache lumineuse A sur la paroi 4 de l'ouvrage souterrain dont le profil est à mesurer.

Entre le laser 1 et le miroir fixe 3, toujours sur l'axe 2, est placé un miroir mobile 5, soit à réflexion partielle, soit disposé de manière à n'intercepter qu'une partie du faisceau, afin que ce dernier atteigne encore le miroir fixe 3. Le miroir mobile 5 fait un angle α constant avec l'axe 2, cet angle étant légèrement différent de 50 grades, et il forme une seconde tache lumineuse B sur la paroi 4. La disposition relative des deux miroirs 3 et 5 est telle que les taches A et B sont situées dans un même plan passant par l'axe 2, ce plan étant celui de la figure 1.

Le miroir mobile 5 est déplaçable le long de l'axe 2, tout en restant parallèle à lui-même. En déplaçant ainsi ce miroir 5, on peut superposer les taches A et B, lire la distance 00' entre les centres des deux miroirs, et en déduire la distance radiale OA = 00', tg2 α entre l'axe 2 et la paroi 4, dans le plan considéré. Cette distance est affichée directement sur un compteur lié au mécanisme de déplacement du miroir mobile 5. Une lunette grossissante 6, orientée de manière à viser la région où se forment les taches A et B, permet de s'assurer de la parfaite superposition des deux taches au moment où la distance OA est relevée.

L'ensemble formé par les deux miroirs 3 et 5 est rotatif, autour de l'axe 2, comme le symbolise la flèche 7, ce qui permet d'effectuer les mesures suivant un angle polaire quelconque.

Un mode de réalisation de cet instrument est indiqué, de façon plus détaillée, sur la figure 2. Comme le montre cette figure, l'instrument comprend ici une partie inférieure fixe 8, renfermant le laser 1, sur laquelle est monté tournante, autour de l'axe horizontal 2, une partie supérieure 9 de forme cylindrique, renfermant les deux miroirs 3 et 5.

La partie inférieure 8 permet de fixer l'instrument sur une embase, non représentée, par l'intermédiaire d'un adaptateur 10 permettant un mouvement de rotation autour d'un axe vertical 11, ainsi qu'un blocage en rotation. Outre le laser 1, la partie 5 inférieure 8 renferme le bloc d'alimentation, par exemple sous une tension de 12V, de ce laser, ainsi qu'un système optique afocal 12. A ses extrémités, la partie inférieure 8 constitue, en 13 et 14, les deux paliers permettant le guidage en rotation de la partie supérieure 9. Dans la région de l'un de ces paliers 13 10 il est prévu deux miroirs auxiliaires 15 et 16 qui, par une double réflexion à angle droit du faisceau laser, amènent celui-ci en coïncidence avec l'axe de rotation 2 de la partie supérieure 9. Il est à noter que cette disposition inférieure du laser 1 permet de réaliser un instrument d'encombrement réduit.

15 La partie supérieure rotative 9 supporte, à l'une de ses extrémités située en porte-à-faux par rapport au palier 14, le miroir fixe 3, ainsi que la lunette de visée grossissante 6 ; une ouverture, prévue dans cette région, permet la sortie du faisceau "fixe" 17 qui donne la tache lumineuse A, ce faisceau 17 formant un 20 angle droit par rapport à l'axe 2 compte tenu de l'inclinaison à 50 grades du miroir 3.

Le miroir mobile 5 est monté coulissant le long de l'axe 2, et déplaçable au moyen d'une vis d'entraînement 18 accouplée à un moteur électrique 19; Ce miroir 5 dévie une partie du faisceau, 25 de manière à former un faisceau "mobile" 20 qui sort par une fente longitudinale et qui donne la tache lumineuse B. L'orientation du miroir mobile 5 est, par exemple, telle que l'angle entre l'axe 2 et le faisceau 20 soit égal à 96,82 grades. Des moyens sont en outre prévus pour déplacer manuellement le miroir mobile 5, afin 30 d'effectuer le réglage lui amenant exactement la tache lumineuse B en coïncidence avec la tache lumineuse A, ce réglage étant effectué en s'aidant de la lunette de visée 6, dont l'oculaire est indiqué en 21.

35 L'angle polaire des faisceaux 17 et 20, correspondant à la position angulaire de la partie supérieure 9 de l'instrument, se mesure sur un cercle gradué en grades, solidaire de la partie inférieure 8. Un vernier permet d'apprécier le 1/10 de grade. L'instrument est muni d'un dispositif de réglage fin de l'angle polaire, ainsi que d'un dispositif de blocage de la rotation et 40 d'un dispositif débrayable d'encliquetage (par exemple, tous les

10 grades).

La vis d'entraînement 18 du miroir mobile 5 est accouplée, par des pignons 22, 23, à un compteur numérique 24 donnant directement, en centimètres, la distance radiale de la paroi à 5 l'axe 2, dans le plan de mesure. Le compteur 24 donne, par exemple, des indications entre 150 et 650 cm, avec une précision de l'ordre de ±1 cm à l'intérieur de toute cette plage de mesure. Les distances radiales peuvent être déterminées suivant un angle polaire quelconque, sur un tour complet soit 400 grades, moins 10 l'angle mort qui résulte nécessairement de la présence de la partie inférieure 8 au-dessus de la partie supérieure rotative 9.

Un dispositif d'éclairage est avantageusement prévu, pour lire dans l'obscurité distances radiales et angles polaires.

Lors de la mise en station de l'instrument, effectuée avant 15 de procéder à une série de mesures correspondant à l'établissement d'un profil, l'embase est positionnée horizontalement avec précision ; l'axe de rotation 2 et les faisceaux de sortie correspondant aux angles polaires 100 grades et 300 grades doivent alors se trouver rigoureusement horizontaux. Un niveau à bulle 20 25, placé sur la partie rotative 9, permet de contrôler l'horizontalité, dans la position angulaire de la partie 9 correspondant à 0 grade. Enfin, il peut être prévu que le miroir fixe 3 n'intercepte pas une faible partie du faisceau suivant l'axe 2. On obtient ainsi un faisceau de sortie auxiliaire 26, occultable, 25 parallèle à l'axe de rotation 2 de l'instrument, qui permet une mise en station rapide de l'instrument.

Comme il va de soi, l'invention ne se limite pas à la seule forme de réalisation de cet instrument à laser destiné à mesurer le profil transversal d'ouvrages souterrains qui a été 30 décrite ci-dessus, à titre d'exemple ; elle en embrasse au contraire, toutes les variantes comportant des moyens équivalents. C'est ainsi, notamment, que des prismes peuvent être employés à la place des miroirs, pour dévier le faisceau laser. On peut aussi échanger les miroirs fixe et mobile, ou le miroir donnant 35 une déviation suivant un angle droit et celui donnant une déviation suivant un angle différent, ces interversions ne modifiant pas le principe de l'instrument.

REVENDICATIONS

- 1.- Instrument à laser destiné à mesurer le profil transversal d'ouvrages souterrains, en donnant directement les distances radiales entre la paroi de l'ouvrage et l'axe de 5 l'instrument, dans un plan correspondant à un angle polaire quelconque, caractérisé en ce qu'il comprend essentiellement, en combinaison :
- un laser produisant un faisceau parallèle, dirigé suivant un axe horizontal,
- 10 un premier miroir ou prisme disposé sur ledit axe, avec une inclinaison telle que le faisceau soit dévié suivant un angle droit,
- un second miroir ou prisme disposé sur le même axe, entre le laser et le premier miroir ou prisme, ou vice-versa, ce 15 second miroir ou prisme interceptant partiellement le faisceau et ayant une inclinaison telle que le faisceau soit dévié suivant un angle légèrement différent d'un angle droit,
- des moyens aptes à permettre la rotation, autour de l'axe précité, de l'ensemble formé par les deux miroirs ou prismes,
- 20 des moyens aptes à déplacer l'un des deux miroirs ou prismes, le long dudit axe, tout en le maintenant parallèle à lui-même,
- et des moyens d'affichage de la distance radiale mesurée, liés aux moyens de déplacement précités, la distance radiale 25 exacte étant indiquée lorsque les deux taches, projetées sur la paroi de l'ouvrage par les deux miroirs ou prismes, sont amenées en superposition par le déplacement de l'un des prismes ou miroirs.
- 2.- Instrument selon la revendication 1, caractérisé en 30 ce qu'il est prévu une lunette grossissante, portée par l'ensemble tournant qui comporte les deux miroirs ou prismes, et orientée de manière à viser la région où se forment les deux taches.
- 3.- Instrument selon la revendication 1 ou 2, caractérisé 35 en ce qu'il comprend une partie inférieure fixe, renfermant le laser et apte à être montée sur une embase, sur laquelle est montée tournante, autour d'un axe horizontal, une partie supérieure de forme cylindrique, renfermant les deux miroirs ou prismes ainsi que les moyens de déplacement de l'un de ceux-ci

et les moyens d'affichage de la distance radiale mesurée, d'autres miroirs ou prismes auxiliaires étant prévus de manière à amener le faisceau du laser en coïncidence avec l'axe de rotation de la partie supérieure tournante.

5 4.- Instrument selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens de déplacement de l'un des deux miroirs ou prismes sont constitués par une vis d'entraînement accouplée à un moteur électrique, tandis que les moyens d'affichage de la distance radiale mesurée comprennent un 10 compteur numérique accouplé à ladite vis d'entraînement.

5.- Instrument selon la revendication 4, caractérisé en ce que des moyens sont en outre prévus pour déplacer manuellement le miroir ou prisme mobile, pour le réglage fin.

6.- Instrument selon l'une quelconque des revendications 15 1 à 5, caractérisé en ce qu'un dispositif d'éclairage est prévu, pour lire dans l'obscurité distances radiales et angles polaires.

7.- Instrument selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'un niveau à bulle est prévu sur l'ensemble tournant qui comporte les deux miroirs ou prismes, 20 en vue d'un contrôle d'horizontalité.

8.- Instrument selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le miroir ou prisme, disposé de manière à dévier le faisceau suivant un angle droit, est prévu de manière à ne pas intercepter une faible partie du faisceau, 25 ceci pour obtenir un faisceau de sortie auxiliaire occultable, parallèle à l'axe de l'instrument, facilitant la mise en station de celui-ci.

