



- 1 -

La présente invention concerne un dispositif d'asservissement pour robot manipulateur comportant un capteur optique de position destiné à être monté sur le bras du robot afin de localiser une pièce mécanique participant  
5 à un assemblage.

On sait que généralement, pour réaliser un assemblage robotisé, il est nécessaire d'introduire en mémoire dans l'ordinateur qui commande le robot les coordonnées des différentes pièces avant et après montage. Les possibi-  
10 lités des montages robotisés sont ainsi limitées par la précision possible des robots.

On a déjà proposé des asservissements propres à modifier la position relative du bras du robot et de la pièce, selon les indications d'un capteur de position, dé-  
15 livrant un signal d'erreur par rapport à une consigne,

ce signal étant interprété par le calculateur pour agir sur les moyens de commande du robot.

La présente invention a pour objet un dispositif d'asservissement comportant un capteur optique de position  
5 du type mentionné ci-dessus, pilotant l'asservissement et qui comporte un calculateur ainsi que des moyens de commande du robot et du capteur; il est caractérisé par le fait qu'il comporte une caméra matricielle, et des moyens pour comparer une image fournie par cette caméra  
10 à une image de consigne et à émettre un signal d'erreur, ainsi que des moyens pour faire fonctionner cette caméra selon un premier mode d'approche en large bande lumineuse et selon un deuxième mode en lumière cohérente.

Le capteur peut comporter un objectif mis au point sur  
15 un plan de consigne et des moyens agissant sur l'asservissement pour modifier la position relative du bras du robot et de la pièce de manière à faire coïncider un plan de référence de la pièce et le plan de consigne et à placer un point de référence de la pièce sur  
20 l'axe optique de l'objectif.

En général, la pièce comporte un alésage dont la trace sur le plan de référence est un cercle. L'orientation relative du bras du robot et de la pièce est modifiée tant que l'image est une ellipse; la distance relative

est ensuite modifiée afin que le diamètre de l'image atteigne la valeur de consigne; enfin un déplacement parallèle au plan référencé, amène le centre du cercle sur l'axe optique.

- 5 Ce capteur optique peut comporter des moyens pour émettre deux plans laser inclinés à  $45^\circ$  sur l'axe optique de l'objectif dans le plan de consigne et intersectant le plan de consigne selon deux traces perpendiculaires entre elles.
- 10 Le dispositif peut comporter des moyens pour émettre des signaux agissant sur l'asservissement de manière à modifier la position relative du bras manipulateur et de la pièce, de telle sorte que les traces des deux plans laser sur le plan de référence de la pièce s'iden-
- 15 tifient avec une configuration de consigne.

On a décrit ci-après à titre d'exemple non limitatif, un mode de réalisation de l'installation selon l'invention avec référence aux dessins annexés dans lesquels :

- La Figure 1 est un schéma de l'installation;
- 20 La Figure 2 montre le capteur en élévation, avec coupe partielle;
- La Figure 3 est un schéma montrant le fonctionnement du capteur en mode d'approche;

La Figure 4 est un schéma montrant le fonctionnement du capteur en mode de précision.

Tel qu'il est représenté au dessin, le dispositif d'asservissement de robot selon l'invention comprend un capteur de position qui est désigné au dessin d'une façon générale par la référence 1 et qui est monté sur le bras 2 d'un robot 3 (Figure 1).

Le capteur 1 comprend une caméra matricielle 4 de type C.C.D. (Charged Coupled Device) qui est munie d'un objectif 5 à iris commandable dont on voit en 6 l'axe optique et qui est mis au point sur un plan P se trouvant à une distance D. Le capteur porte trois lampes à incandescence 7, donc à large bande, qui peuvent à volonté être mises en ou hors service donc ajuster la luminosité de la zone entourant la zone du plan P situé sur l'axe optique 6.

Le capteur 1 porte également deux projecteurs laser 8 qui sont reliés par des fibres optiques 9 à un séparateur 10 lui-même relié par une fibre optique 11 à une source laser 12 (voir Figure 1). Les projecteurs 8 comprennent chacun une lentille cylindrique et un miroir et sont placés de manière à former deux faisceaux laser inclinés à  $45^\circ$  par rapport à l'axe optique 6 de la caméra 4 et dont les traces P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> dans le plan 3 sont perpendiculaires entre elles.

Un filtre 13 centré sur la fréquence de la source laser 12 est monté pivotant sur le capteur 1 autour d'un axé 14 de façon à pouvoir être interposé devant la caméra 4 ou écarté de celle-ci. Un électro-aimant 15 porté par 5 le capteur 1 permet d'actionner, contre l'action d'un ressort antagoniste 16, une tringlerie 17 de commande du filtre 13.

Les signaux fournis par le capteur 1 sont envoyés à l'armoire de commande 18 du robot 3, par l'intermédiaire 10 d'un dispositif de commande 19 et d'un calculateur 20.

Le calculateur 20 est programmé de manière que, lorsque la caméra est disposée en regard d'un alésage 21 d'une pièce 22 :

- il déplace le bras 5 jusqu'à ce que le centre de l'alésage 21 soit sur l'axe optique 6 de la caméra 4 et 15 que l'image reçue par celle-ci soit une ellipse;
- il modifie l'orientation du bras 2 jusqu'à ce que l'image reçue par la caméra 4 soit un cercle;
- il déplace le bras 3 parallèlement à lui-même jusqu'à 20 ce que le diamètre de l'image ait une valeur donnée, le plan de référence coïncidant alors avec le plan P;
- il modifie l'orientation du bras 3 jusqu'à ce que les intersections des plans laser avec un plan de référence de la pièce 22 soient orthogonales entre elles,
- 25 - et il modifie l'orientation du bras 3 jusqu'à ce que

l'intersection des plans laser avec le plan de référence de la pièce soit sur l'axe optique.

Le dispositif d'asservissement qui vient d'être décrit fonctionne de la manière suivante. Le capteur 1 est  
5 amené par le bras 2 à une position de référence de la zone de travail. Il inspecte l'objet d'abord en lumière à large bande, puis en lumière structurée.

Dans la première étape (voir Figure 3), le filtre 13 est escamoté, les sources lumineuses 7 et l'iris de  
10 l'objectif 5 sont ajustés de façon à obtenir une scène analysable. Le bras 2, commandé par le capteur 1, se déplace alors jusqu'à ce que l'image du trou 21 soit un cercle de diamètre donné. Puis le filtre 13 est placé devant la caméra 4 et les sources lumineuses 7 sont  
15 éteintes; l'iris de l'objectif 5 est ajusté en fonction de la brillance des plans laser (absorption de la lumière laser selon la nature de l'objet 22). Le bras 2, toujours commandé par le capteur 1, se déplace alors jusqu'à ce que les intersections des traces  $P_1$  et  $P_2$   
20 soient orthogonales entre elles.

Le mode de fonctionnement en lumière à large bande permet au capteur de travailler dans un champ relativement important, mais non d'obtenir une grande précision, notamment dans la direction de l'axe optique 6. Le mode  
25 de fonctionnement en lumière structurée ne peut être

utilisé que lorsque le capteur est proche de sa position finale recherchée, mais est d'une très grande précision. L'utilisation des deux modes de fonctionnement permet d'optimiser le travail du capteur en temps de  
5 traitement et en précision.

On peut ajouter que le dispositif selon l'invention est facile à implanter sur son organe porteur grâce à son faible poids et à ses faibles dimensions.

Il va de soi que la présente invention ne doit pas  
20 être considérée comme limitée au mode de réalisation décrit et représenté mais en couvrir, au contraire, toutes les variantes.



Revendications

1. Dispositif d'asservissement pour robot manipulateur comportant un capteur optique de position (1) monté sur le bras (2) du robot pour localiser une pièce mécanique (22) participant à un assemblage et coopérant  
5 avec des moyens aptes à émettre un signal d'erreur agissant sur l'asservissement et à modifier la position relative du bras et de la pièce pour atteindre une position de consigne,  
caractérisé en ce qu'il comporte une caméra matricielle  
10 le (4) propre à analyser une image, des moyens pour comparer cette image à une image de consigne et émettre un signal d'erreur agissant sur l'asservissement, ainsi que des moyens pour faire fonctionner cette caméra selon un premier mode d'approche en large bande lumineuse  
15 et selon un deuxième mode de précision en lumière structurée.
2. Dispositif selon la revendication 1,  
caractérisé en ce que le capteur optique (1) comporte,  
coopérant avec la caméra (4), un objectif (5) à iris  
20 commandable mis au point sur un plan de consigne P et des sources lumineuses sélectionnables (7) à large bande.
3. Dispositif selon la revendication 2,  
caractérisé en ce que la caméra matricielle (4) est propre à agir sur l'asservissement pour modifier la dis-

ce relative et l'orientation relative du bras manipulateur (2) et de la pièce (22) de manière à faire coïncider un plan de référence de la pièce et le plan de consigne et à placer un point de référence sur l'axe  
5 optique (6) de l'objectif (5).

4. Dispositif selon la revendication 1 ou 3, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour passer automatiquement du mode en large bande au mode en lumière structurée quand la consigne en mode large bande  
10 de est atteinte.

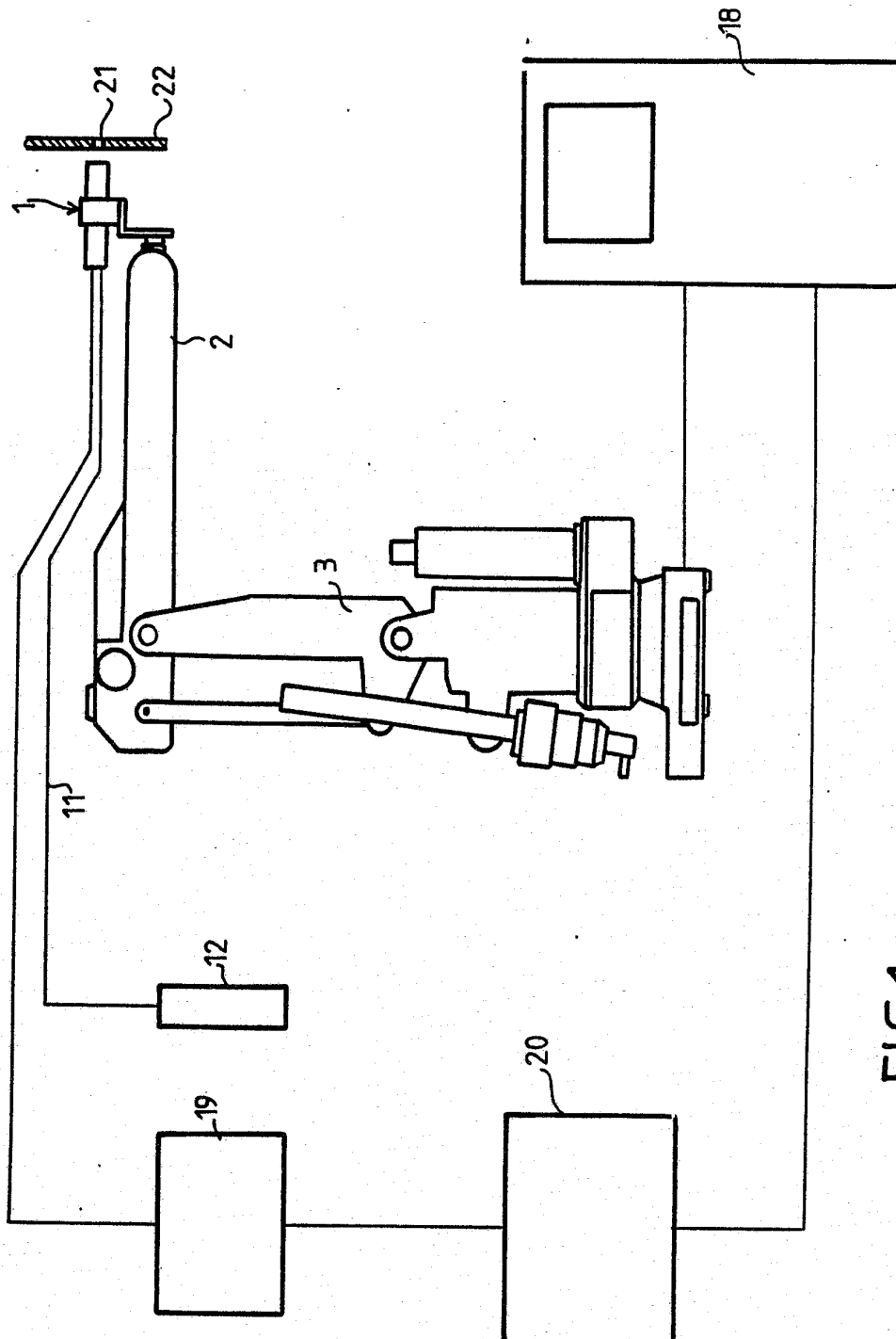
5. Dispositif selon la revendication 1 ou 4, caractérisé en ce que le capteur optique (1) comporte des moyens (11) de liaison optique à une source laser (12), un séparateur (13) propre à transformer un signal  
15 laser en deux signaux identiques, et des moyens optiques (8) pour engendrer deux plans laser inclinés à  $45^\circ$  sur l'axe optique (6) de la caméra (4), coupant l'axe optique dans un plan de consigne P et dont les traces P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> sur le plan de consigne P sont perpendiculaires  
20 entre elles.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le capteur optique (1) comporte un filtre (13) centré sur la fréquence laser et des moyens (15-16-17) pour l'introduire dans le circuit  
25 optique quand le capteur (1) fonctionne selon son

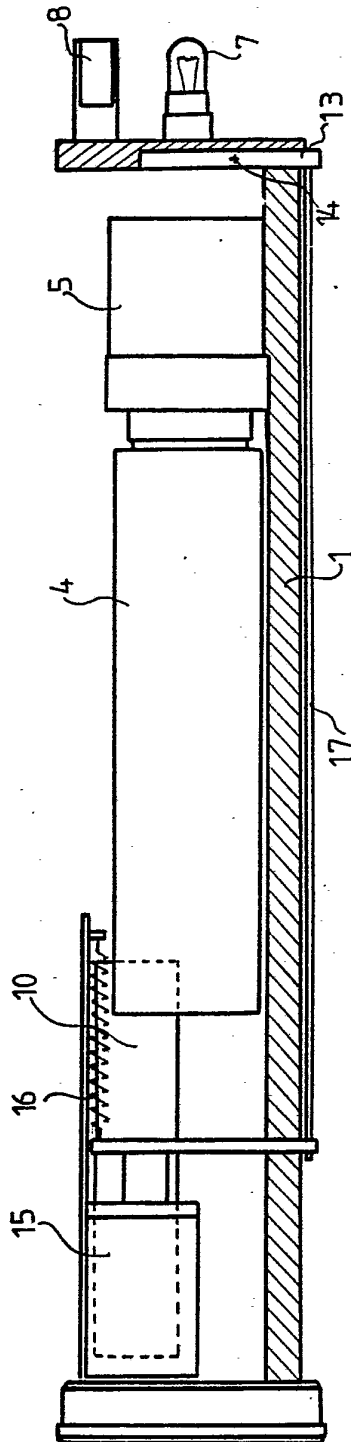
deuxième mode et pour l'éclipser quand le capteur fonctionne selon son premier mode.

7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour commander l'asservissement de manière à modifier la position relative du bras (2) et de la pièce (22) de telle sorte que les intersections des plans laser avec le plan de référence de la pièce s'identifient avec la configuration de consigne.
- 10 8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour commander l'asservissement de manière à modifier la distance relative du bras (2) et du plan de référence de la pièce quand le point d'intersection des traces sur le plan de référence est situé en dehors de l'axe optique (6) de l'objectif (5).
- 15 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour commander l'asservissement de manière à modifier l'orientation relative du bras (2) et du plan de référence de la pièce (22) quand les traces sur le plan de référence font entre elles un angle aigu ou obtus.
- 20 10. Capteur optique inclus dans un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce qu'il comporte une caméra matricielle (4), un objectif (5) à iris commandable, des sources lumineuses sélectionnables (7) à large bande, une source laser (12), un séparateur (13) des lentilles cylindriques associées à des miroirs pour engendrer des plans laser, un filtre (13) ajusté sur la fréquence laser, et des moyens (15-16-17) pour mettre en circuit ou hors circuit le filtre (13) selon que le capteur fonctionne en large bande ou en lumière structurée.

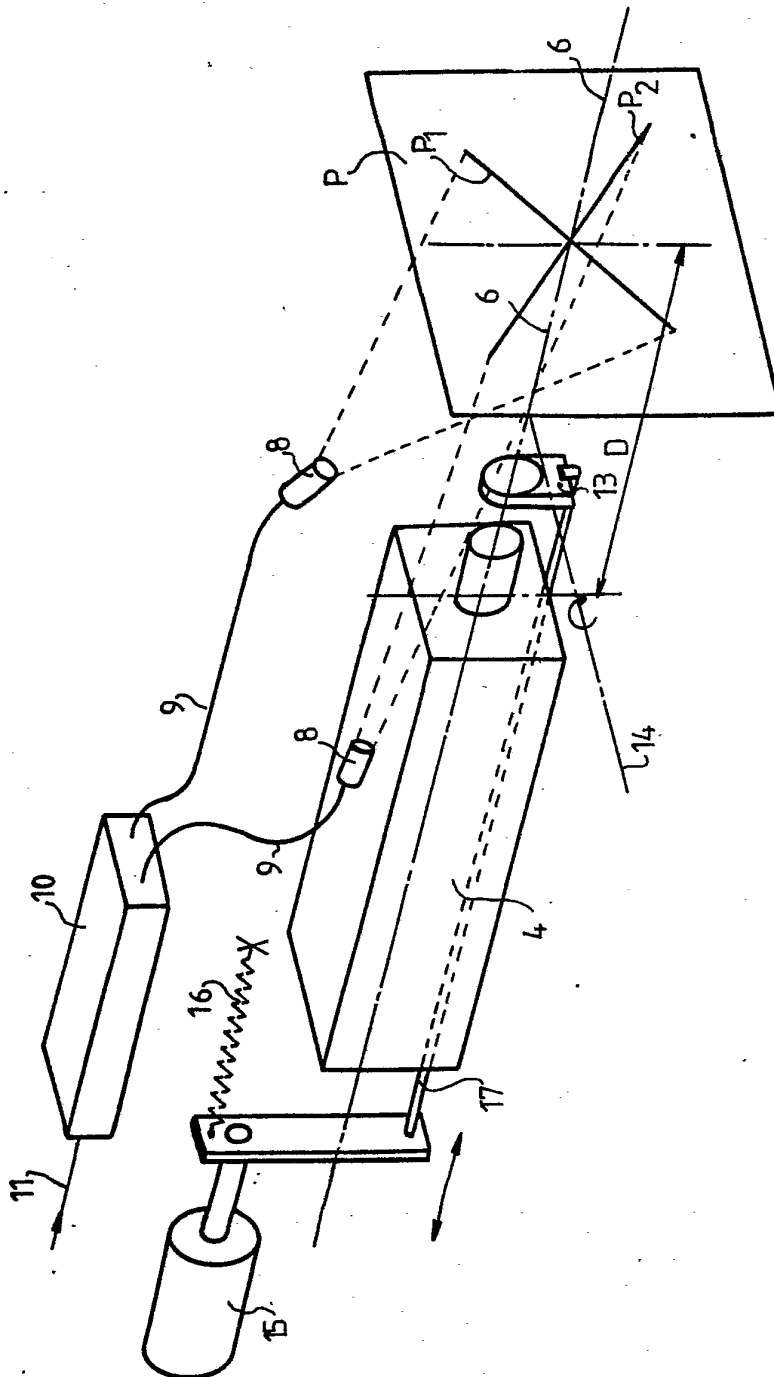
FIG.1

2 / 4

FIG.2



4/4

FIG. 4