

exterminale

TÉLÉMANIPULATEUR **MT 200** A COMMANDE NUMÉRIQUE

Pierre VALENTIN

CEA DTA/CEREM/DPSA - Service Téléopération et Robotique - Pierrelatte - France

RÉSUMÉ

La réalisation de mouvements précis ou à vitesse régulière fait partie, avec les tâches répétitives, des difficultés rencontrées dans le domaine de la télémanipulation. Le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) a mis au point une commande numérique pour le télémanipulateur MT 200. La solution retenue consiste à remplacer le bras maître du télémanipulateur par une platine équipée de moteurs électriques et un système informatique (voir Figure 1).

Ce papier décrit les caractéristiques et fonctionnalités de cette commande avant de présenter les résultats des différents essais de caractérisation et d'évaluation de l'ensemble bras/système de commande.

La facilité de mise en oeuvre de cet ensemble et les résultats obtenus permettent d'envisager dans certaines cellules, l'exécution de travaux délicats ou l'automatisation de tâches répétitives.

INTRODUCTION

Initialement, le télémanipulateur MT 200 est un appareil du type maître-esclave mécanique à bras télescopique. Appareil à bras déconnectable, il est composé de trois éléments principaux : un bras maître, un bras esclave et un tube de traversée.

En reproduisant les gestes humains, la réalisation de mouvements précis et/ou à vitesse régulière est l'une des difficultés rencontrées dans le domaine de la télémanipulation. Par ailleurs, les travaux simples mais répétitifs, ou le déplacement de charges importantes, restent éprouvants pour les opérateurs.

Une première étude a été lancée avec pour idée de guider mécaniquement la poignée du bras maître. Les résultats obtenus ont été très moyens. La vitesse était certes, bien régulière, mais les axes étant couplés mécaniquement, la trajectoire décrite par le bras esclave ne correspondait pas exactement à celle imposée à la poignée du bras maître.

Pour réaliser des trajectoires correctes, il fallait donc supprimer ou compenser ces couplages mécaniques. Une commande informatique pouvait résoudre ce problème.

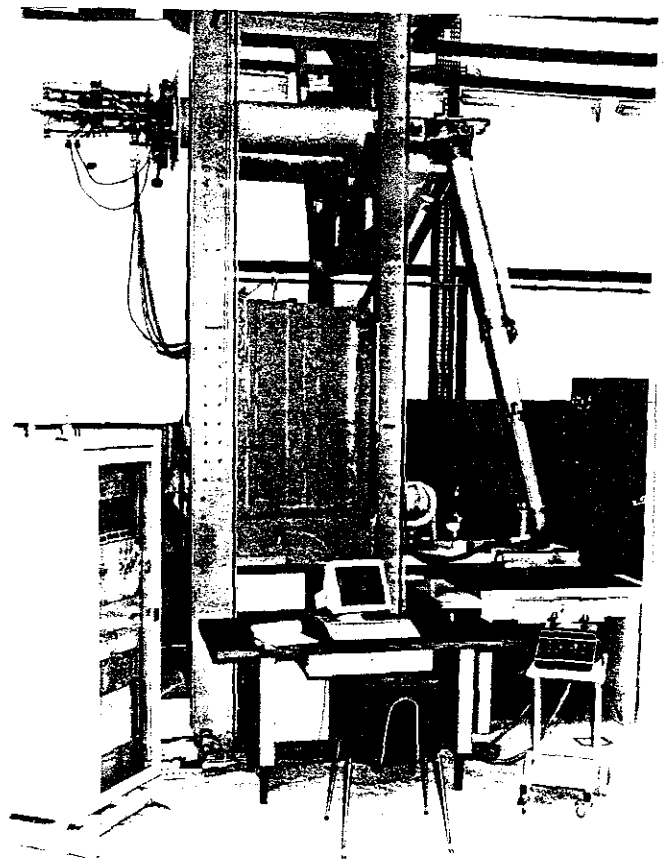


Fig. 1 : MT 200 numérique

PRÉSENTATION DE LA SOLUTION MISE EN OEUVRE

Pour s'affranchir de ces inconvénients, le bras maître a été remplacé par une platine équipée de moteurs cette dernière étant pilotée par un système informatisé : le contrôleur. La transmission des mouvements entre bras maître et bras esclave est assurée par des arbres tournants au niveau du tube de traversée. Les liaisons entre les bras et le tube de traversée se font à l'aide de crabots. Le MT 200 étant un télémanipulateur à bras déconnectable, nous avons remplacé le bras maître par une platine équipée de moteurs et pilotée par un contrôleur.

La platine moteur

Pour commander le bras esclave, nous avons développé une platine (voir Figure 2) équipée de moteurs électriques à courant continu, d'électro-freins, de réducteurs et de codeurs incrémentaux. La liaison avec le tube de traversée se fait comme pour le bras maître, par l'intermédiaire de crabots.

Les codeurs incrémentaux ont été montés sur chaque axe, afin de réaliser leur asservissement. Ils ont été choisis de façon à ne pas dégrader la précision mécanique du bras.

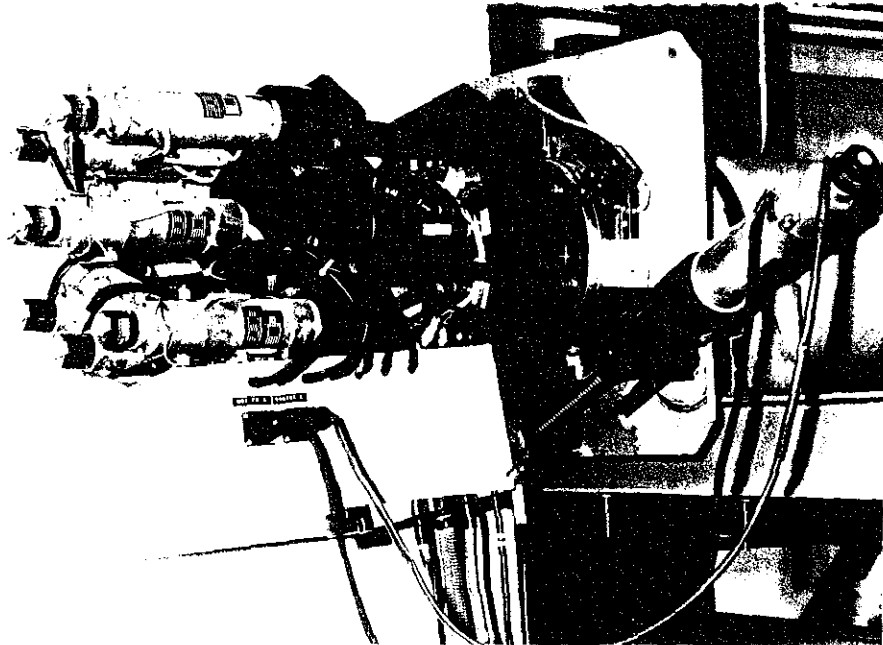


Fig. 2 : Platine moteur

Le contrôleur

La commande est bâtie autour d'un ordinateur de la série LSI 11 de Digital Equipment Corporation (DEC). L'interface opérateur est constituée d'un ensemble écran/clavier et d'une boîte à boutons.

Sur la Figure 3, nous pouvons distinguer les différents niveaux de la commande, à savoir :

- le niveau informatique : il gère les fonctions de calculs de trajectoires, le séquentiel spécifique à l'application et le dialogue opérateur,
- le niveau des cartes d'axe : il assure le suivi de l'asservissement,
- le niveau répartiteur d'entrées/sorties (E/S) : il permet de gérer les échanges des signaux d'E/S entre carte d'axe, variateur, codeur, fins de course et le pupitre de commande.
- le niveau variateur : il réalise une commande en couple et permet de contrôler le courant moteur donc l'effort transmis à l'axe.

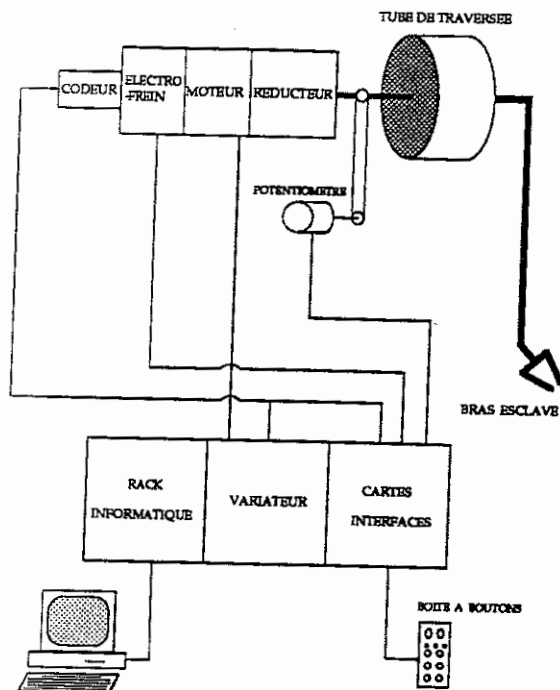


Fig. 3 : Commande du MT 200

Le constructeur du manipulateur, SNE La Calhène, imposant un couple maximum sur chaque axe, nous avons choisi une commande en couple. Cette commande permet au MT 200 de maintenir son effort constant en cas de rencontre avec un obstacle quelconque, sans essayer de poursuivre sa trajectoire par appel de puissance de son alimentation. Ce dernier point est très important car le MT 200 travaille en milieu hostile et nécessite donc une fiabilité exemplaire.

Le programme d'application est écrit en Pascal. Il assure les fonctions séquentielles du système, la gestion des axes et le dialogue opérateur.

RÉSULTATS OBTENUS

Caractéristiques des axes

Débattements

$\theta 1$	mouvement X	- 37° à + 40°
$\theta 2$	mouvement Y	- 10° à + 80°
d3	mouvement Z	1642 mm
$\theta 4$	mouvement azimut	328°
$\theta 5$	mouvement élévation pince	130°
$\theta 6$	mouvement rotation pince	340°

Caractéristiques dynamiques des axes

Les résultats obtenus respectent la mécanique du bras, à savoir :

- vitesse linéaire du robot : de 1 à 100 mm/s.
- temps d'accélération et de décélération des axes : 1 seconde.

Génération de trajectoires

Les déplacements du bras s'effectuent suivant des trajectoires préalablement mémorisées lors d'une phase d'apprentissage.

Apprentissage :

Pour l'apprentissage de ces points, l'opérateur dispose d'une boîte à boutons comportant deux joysticks permettant d'effectuer une commande en vitesse des axes du robot.

L'opérateur dispose de trois modes de déplacement du robot :

- articulaire : mouvement axe par axe,
- cartésien : déplacement rectiligne de la pince par rapport au repère de référence du bras esclave,
- outil : déplacement rectiligne de la pince par rapport au repère de l'outil.

Ces deux derniers modes ont nécessité le développement du changeur de coordonnées direct et des matrices jacobiniennes inverses.

Exécution automatique :

Deux types d'interpolation sont disponibles :

- une interpolation linéaire : l'organe terminal décrit un segment de droite défini par deux points d'apprentissage,
- une interpolation circulaire : l'organe terminal peut décrire un arc de cercle ou un cercle entier (tous deux définis par trois points d'apprentissage).

Évaluation des performances

Nous avons réalisé différents essais afin d'évaluer les performances du manipulateur :

- en statique, afin de déterminer les erreurs de positionnement de l'organe terminal. Nous avons relevé une répétabilité de 2 mm. La réversibilité varie de 4 à 10 mm en fonction de la zone de travail du bras.
- en dynamique, afin d'identifier les divers paramètres influant sur la précision des trajectoires. La précision obtenue est de l'ordre de quelques millimètres.

Ces résultats sont satisfaisants dans la mesure où le bras esclave du télémanipulateur MT 200 est un bras flexible. Des essais ont permis d'utiliser correctement des outils tels que : torche de fissuration, disceuse, torche plasma, Une étude de faisabilité concernant l'automatisation du brossage de conteneurs de verre à l'aide de cet appareil a été effectuée en 93 pour COGÉMA.

CONCLUSION

Ce type de commande peut être adaptée à tout télémanipulateur maître-esclave mécanique à bras déconnectable. Il suffit de modifier les caractéristiques du bras telles que longueurs des segments, entr'axes, ... qui entrent en jeu au niveau de la commande.

Sa mise en oeuvre, immédiate, ne nécessite aucune intervention en actif ou modification des installations nucléaires existantes. Un seul système de commande peut desservir les divers télémanipulateurs MT 200 existants dans une unité. Par ailleurs, la maintenance du bras esclave reste identique à celle prévue initialement.

En cours d'industrialisation, cet ensemble versatile devrait permettre d'utiliser ce manipulateur pour de multiples opérations en enceintes blindées, notamment pour des tâches répétitives ou précises, contraignantes pour l'homme ainsi que pour déplacer des charges importantes.