

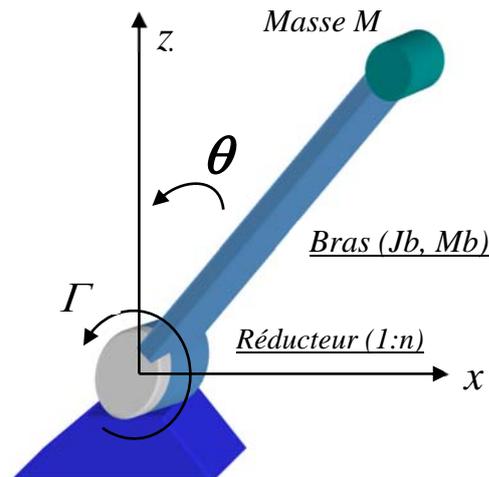
# Série 10 – Commande d'axe

30.11.2018

## Exercice 10.1 :

La configuration de l'**axe rotatif la plus fréquente** correspond à une combinaison de moteur et un réducteur, un bras de robot et une charge au bout. Si nous ne considérons pas les couplages, tous les bras de robots peuvent être représentés par la configuration suivante.

- Un moteur d'inertie  $J_m$
- Un réducteur de rapport  $n$  et un moment d'inertie négligeable.
- Un bras de longueur  $l$ , de masse  $M_b$  un moment d'inertie  $J_b$  par rapport à son centre de masse situé au centre du segment,
- Une charge  $M$  à l'extrémité du bras.
- Un coefficient de viscosité ramené à la charge  $k_{vis}$ .

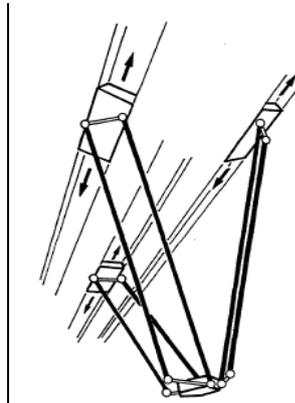


1. Ecrivez le modèle dynamique inverse de cet axe ramené au moteur.
2. Ecrivez la loi de commande la plus simple que nous pourrions utiliser pour la commande de cet axe.
3. Quelle est l'expression de la loi de commande qui inclut un couple a priori pour la commande de cet axe ?
4. Quelle est l'expression de la loi de commande de cet axe qui réalise une compensation exacte des non linéarités ?

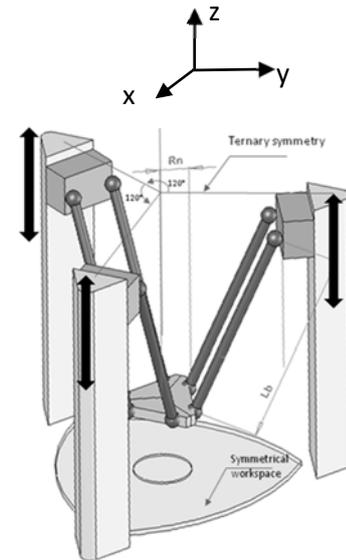
## Exercice 10.2 (Examen 2018, 25pts/120pts)

Les questions 1 à 3 ne font pas partie des objectifs de ce cours

Il existe plusieurs variantes du robot Delta linéaire. Une des variantes est celle totalement horizontale (fig ci-contre 1) et une autre est celle totalement verticale (fig ci-contre 2).



1- Variante Delta linéaire horizontale



2- Variante Delta linéaire verticale

Nous désirons contrôler les axes linéaires de chacune de ces machines. Nous faisons l'hypothèse suivante :

- $m_h$  est la masse équivalente ramenée à chaque axe linéaire de la variante horizontale. Elle est supposée constante quel que soit la position du robot. Tous les moments d'inertie sont supposés nuls.
- $m_v$  est la masse équivalente ramenée à chaque axe linéaire de la variante verticale. Elle est supposée constante quel que soit la position du robot. Tous les moments d'inertie sont supposés nuls.
- Pour les deux variantes, le frottement sec est supposé nul. Le coefficient de frottement visqueux est  $k_v$  pour chaque axe linéaire.

4.1 Quel est le nombre de degrés de liberté de la variante horizontale ?

- (A) 2            (B) 3            (C) 4            (D) 1

4.2 Quel est le nombre de degrés de liberté de la variante verticale ?

- (A) 2            (B) 3            (C) 4            (D) 1

4.3 Concernant le Jacobien, laquelle des expressions suivantes est correcte ?

- (A) La matrice Jacobienne de la variante horizontale ne dépend pas de la position du robot  
 (B) La matrice Jacobienne de la variante verticale ne dépend pas de la position du robot  
 (C) La matrice Jacobienne des deux variantes dépend de la position du robot  
 (D) La matrice Jacobienne de la variante verticale correspond à la matrice Identité

**4.4** Concernant le modèle dynamique, en supposant que les masses ramenées  $m_h$  et  $m_v$  sont constantes,  $m_h$  (pour la variante horizontale), respectivement  $m_v$  pour la variante verticale, laquelle des expressions suivantes est correcte ?

- (A) Le modèle dynamique de chacun de ces deux robots est découplé**
- (B) Le modèle dynamique de chacun des robots dépend de la position terminale du robot**
- (C) Les modèles dynamiques des deux robots sont identiques**
- (D) Seulement le modèle dynamique de la variante horizontale est découplé**

**4.a** Les moteurs sont commandés en couple. Quel est le contrôleur minimal qui fonctionnerait pour une commande en position suffisamment rigide de l'un des axes de la variante horizontale : **P , PI , PD ou PID ? Expliquez !**(2 pts)

**4.b** Les moteurs sont commandés en couple. Quel est le contrôleur minimal qui fonctionnerait pour la commande en position suffisamment rigide de l'un des axes de la variante verticale : **P , PI , PD ou PID ? Expliquez !** (2 pts)

**4.c** Donnez l'expression du contrôleur de la question (.a). Décrire par un schéma de contrôle votre fermeture de la boucle d'asservissement. Explicitez les variables utilisées. (3 pts).

**4.d** Donnez l'expression du modèle dynamique inverse d'un des axes horizontaux (1 pt)

**4.e** Donnez l'expression du modèle dynamique inverse d'un des axes verticaux (2 pts)

**4.f** Quelles sont les expressions des couples généralisés a priori pour un des axes horizontaux et un des axes verticaux (3 pts)

**4.g** Faire le schéma du contrôleur de la réponse (.c) avec un couple généralisé a priori. Quelle est l'expression totale du couple généralisé de commande (3 pts).

**4.h** Dans le cas de l'utilisation d'un a priori avec un des axes de la variante vertical, quel est le régulateur minimal **P , PI , PD ou PID ? Expliquez !** (1 pnt)