

COMMANDE DE ROBOTS – 2A SRI

2^e session – Vendredi 30 Août 2019

Durée 1h – Documents de Cours, TD, TP autorisés

Téléphones mobiles et tablettes interdits

Commande articulaire d'un robot manipulateur élémentaire

On considère le robot présenté Figure 1. Celui-ci est constitué d'une seule liaison prismatique, orientée selon l'axe vertical descendant $-z_0$.

Le but est d'asservir, au moyen d'une commande en vitesse, la variable articulaire $q(t)$ à une loi de référence $q^*(t)$ préalablement définie. Pour cela, on dispose des deux modélisations suivantes :

Modèle dynamique inverse du robot Il s'écrit

$$\tau(t) = m\ddot{q}(t) - mg \quad (1)$$

où m désigne la « masse équivalente » du robot ramenée en bout de bras, et g est la valeur absolue de l'accélération gravitationnelle.

Modèle des actionneurs (moteurs à courant continu) $v(t)$ désignant la tension d'induit et $\tau(t)$ le couple ramené par la structure mécanique du robot, on obtient

$$q(t) = r\theta_m(t) \quad (2)$$

$$J_m\ddot{\theta}_m(t) + B_{\text{eff}}\dot{\theta}_m(t) = Kv(t) - r\tau(t). \quad (3)$$

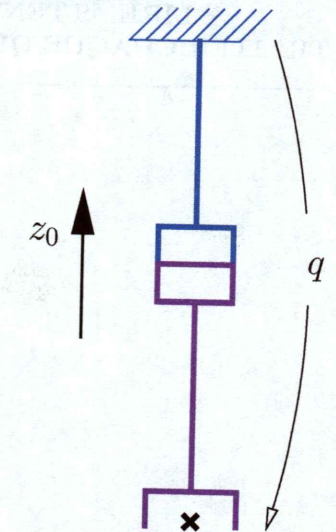


FIGURE 1 – Robot étudié

1. Démontrer que la synthèse d'une commande prenant en compte les dynamiques de l'actionneur et de la structure mécanique du robot peut être effectuée à partir du schéma de principe présenté Figure 2, où $d(t) \equiv -mg$ et $J_{\text{eff}} = J_m + r^2m$.

Ce résultat sera admis dans la suite du sujet.

2. On considère la loi de commande Proportionnelle Dérivée $V(p) = K_1(\Theta_m^*(p) - \Theta_m(p)) - K_2p\Theta_m(p)$, où les coefficients K_1 et K_2 sont les paramètres libres à déterminer. Caractériser en fonction de ces paramètres la stabilité de l'asservissement, puis établir l'expression de son erreur de position *en tenant compte de la présence de la perturbation* $d(t) \equiv d^0 = -mg \neq 0$. À toutes fins utiles, on rappelle que la transformée de Laplace $D(p)$ de $d(t) \equiv d^0$ s'écrit $D(p) = \frac{d^0}{p}$. Les calculs analytiques sont demandés ! Expliquer physiquement les résultats obtenus.

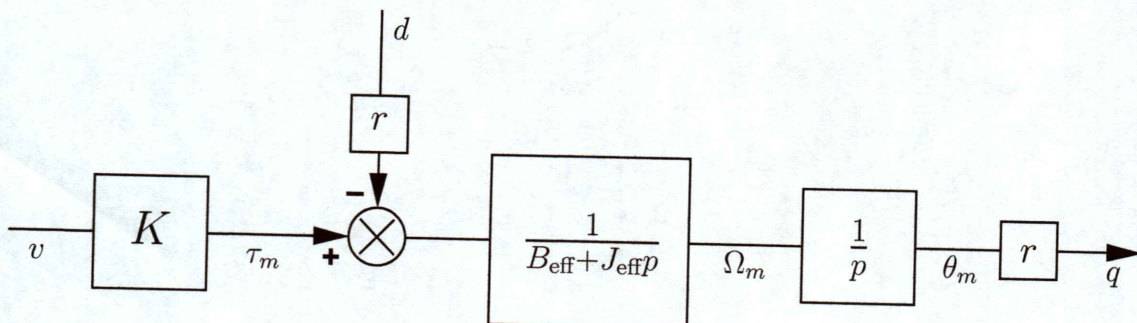


FIGURE 2 – Schéma utilisé pour la synthèse de la commande articulaire

3. On souhaite conférer à la boucle fermée : (1) une erreur de position ε_0 donnée pour une consigne $\theta_m^*(t) = \theta_m^0 = \text{constante}$; (2) un comportement dynamique acceptable. Expliquer soigneusement la méthode à mettre en œuvre permettant d'établir les expressions analytiques de K_1 et K_2 . *Le système d'équations permettant l'obtention de K_1 et K_2 est demandé, mais on ne détaillera pas sa résolution.*
4. Comment cette loi peut-elle être complétée de façon à assurer le suivi satisfaisant d'une consigne variable dans le temps en dépit de $d(t)$?

LIRE ATTENTIVEMENT L'ENSEMBLE DU SUJET AVANT DE COMPOSER
TRAITER CHAQUE QUESTION EN TOTALITÉ - RÉPONDRE AU PROBLÈME ET À LUI SEUL
