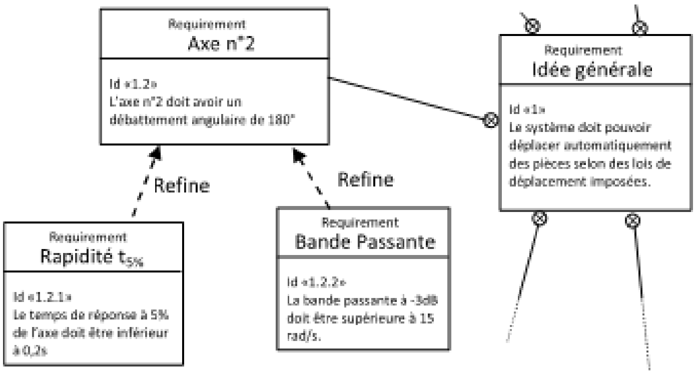
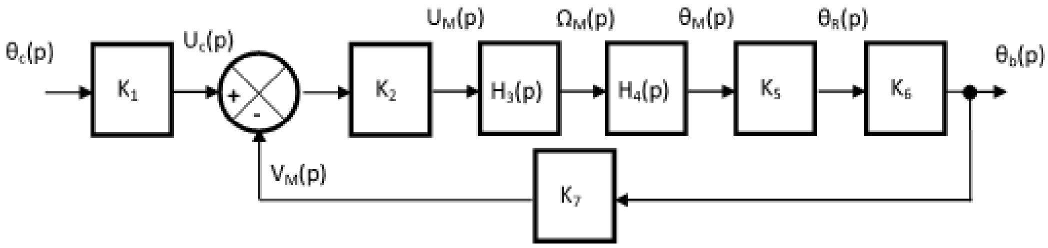
Robot préhenseur de pièces

On s'intéresse à un robot préhenseur de pièces dont on donne une description structurelle ainsi qu'un extrait partiel du diagramme des exigences de son modèle SysML. L'objectif de cette étude est de vérifier les performances d'un des axes asservi de ce robot vis-à-vis des critères de performances attendus.



On donne le modèle de comportement de l'asservissement de position angulaire de l'axe du bras étudié sous la forme du schéma bloc qui suit (l'angle réel du bras est $\theta_b(t)$, l'angle de consigne est $\theta_c(t)$).



Avec : K_1, K_2, K_5, K_6, K_7 : constantes, $\theta_C(p)$: angle de consigne, $U_C(p)$: tension consigne, $U_M(p)$: tension moteur, $\Omega_M(p)$: vitesse angulaire de l'arbre moteur, $\theta_M(p)$: angle de l'arbre moteur, $\theta_R(p)$: angle de l'arbre en sortie de réducteur, $\theta_b(p)$: position angulaire du bras, $V_M(p)$: tension mesurée image de $\theta_b(p)$.

Q.1. Déterminer le lien entre K_1 et K_7 pour que $\theta_b(p)$ soit asservi sur $\theta_c(p)$.

La fonction de transfert $H_3(p)$ est réalisée par un moteur, dont les équations de comportement sont :

$$u_M(t) = e(t) + R.i(t) \qquad e(t) = k_e.\omega_M(t) \qquad J.\frac{d\omega_M(t)}{dt} = C_M(t) \qquad C_M(t) = k_M.i(t)$$

Avec : $u_M(t)$: tension aux bornes du moteur (en V), $e(t)$: force contre-électromotrice (en V), $i(t)$: intensité (en A), $\omega_M(t)$: vitesse de rotation de l'arbre en sortie de moteur (en rad/s), $C_M(t)$: couple moteur (en N.m) (un couple est une action mécanique qui tend à faire tourner), J : inertie équivalente en rotation de l'arbre moteur (en kg.m^2), R : résistance électrique du moteur (Ω), k_e : constante de force contre-électromotrice (V.rad^{-1}.s), k_M : constante de couple (N.m.A^{-1}).

Q.2. Déterminer la fonction de transfert $H_3(p) = \dfrac{\Omega_M(p)}{U_M(p)}$. Montrer que H(p) peut se mettre sous la forme canonique $H_3(p) = \dfrac{K_3}{(1+T_3.p)}$ et déterminer les valeurs littérales K_3 et T_3.

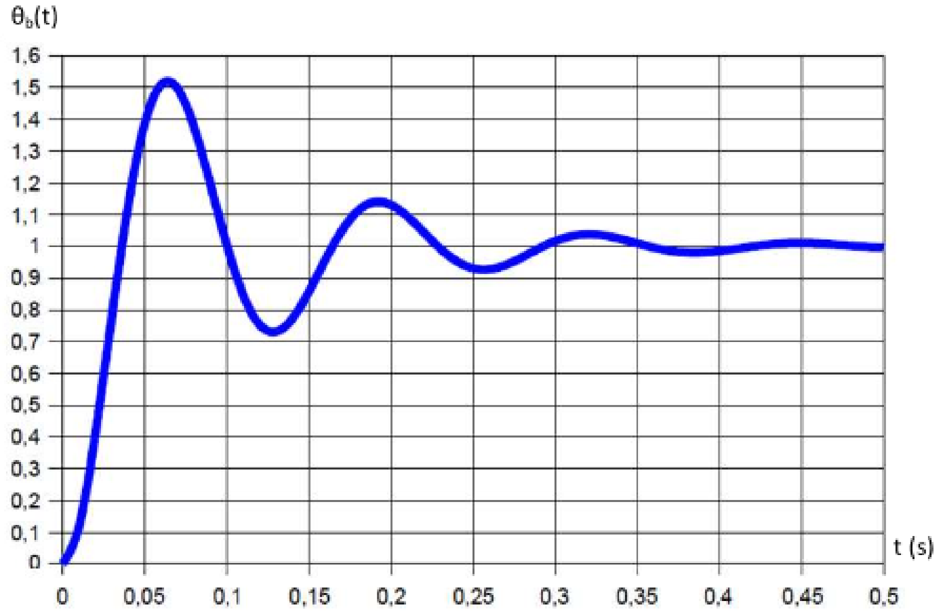
Q.3. Déterminer $\omega_M(t)$ lorsque lorsque $u_M(t)$ est un échelon de tension d'amplitude U_0. Préciser la valeur de $\omega_M(t)$ à l'origine, la pente de la tangente à l'origine de $\omega_M(t)$ et la valeur finale atteinte par $\omega_M(t)$ quand t tend vers l'infini.

Q.4. Déterminer la fonction de transfert $H_4(p)$.

Q.5. Déterminer la fonction de transfert $H(p) = \dfrac{\theta_b(p)}{\theta_c(p)}$. Montrer que cette fonction peut se mettre sous la forme

$H(p) = \dfrac{K}{(1 + \dfrac{2.z}{\omega_0}p + \dfrac{1}{\omega_0{}^2}p^2)}$ et déterminer les valeurs littérales K, z et ω_0 en fonction des constantes fournies.

La réponse indicielle de H(p) à un échelon unitaire est donnée sur la figure suivante :



Q.6. Déterminer, en expliquant la démarche utilisée, les valeurs numériques de K, z et ω_0.

Q.7. Déterminer, en expliquant la démarche utilisée, le temps de réponse à 5%. Conclure quant à la capacité du préhenseur de pièces à vérifier (ou non) le critère de rapidité de la FS1.