

# TD 1

## Robot à câbles – Corrigé

Concours Centrale-Supélec 2023 – TSI.

### Présentation

### Étude de l'asservissement de la longueur d'un câble pour gérer le mouvement

#### Objectif

Déterminer les réglages de la commande asservie des moteurs permettant d'assurer l'enroulement adéquat des câbles.

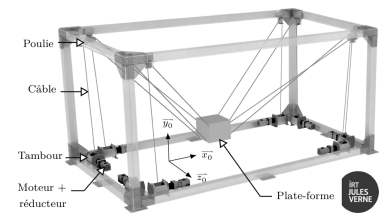


FIGURE 1 – Robot à câbles CAROCA

**Question 1** Justifier la valeur numérique proposée pour la constante de temps  $\tau$ .

#### Correction

Si la bande passante à  $-3$  dB est de 200 Hz, on a une pulsation de cassure à 200 Hz soit  $\omega_\tau = \frac{1}{\tau} = 2 \times \pi \times 200$  et  $\tau = 7,9 \times 10^{-4} = 796 \mu\text{s}$ .

**Question 2** On souhaite que l'erreur  $\mu(t)$  soit nulle quand l'écart  $\varepsilon(t)$  l'est : en déduire la relation entre  $K_a$  et  $c$ .

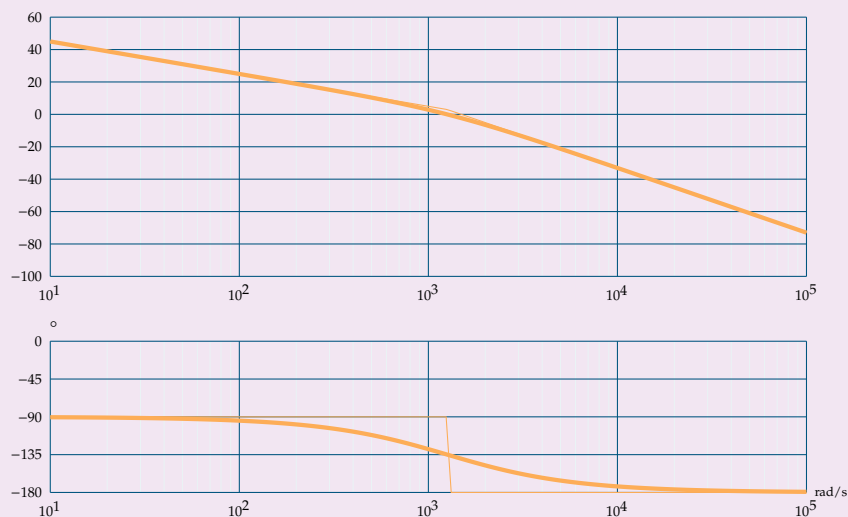
#### Correction

Dans les conditions citées ci-dessus, il faut donc nécessairement  $K_a = c$ .

**Question 3** Après avoir donné l'expression de la fonction de transfert en boucle ouverte  $H_{bo}(j\omega)$ , tracer son diagramme asymptotique de Bode (courbes de gain et de phase en précisant la valeur de la cassure et le gain associé) et esquisser le plus précisément possible l'allure des courbes réelles de réponse fréquentielle.

#### Correction

Par définition,  $H_{bo}(j\omega) = \frac{abc}{p(1 + \tau p)}$  avec  $abc = 1304 \times 31,4 \times 43,3 \times 10^{-3} = 1773 \text{ s}^{-1}$ .



**Question 4** Relever sur la courbe tracée à la question précédente la valeur de la marge de phase  $M\varphi$ . Sachant qu'on souhaite que cette marge soit de  $M\varphi = 45^\circ$ , conclure quant au réglage de  $a$ .

#### Correction

La marge de phase est mesurée à environ  $45^\circ$ . Le choix de  $a$  est donc convenable.

**Question 5** Déterminer l'expression de l'image  $\mu(p)$  de l'erreur en fonction de l'image  $\Theta_c(p)$  de la consigne angulaire et de la fonction de transfert en boucle ouverte  $H_{bo}(p)$  de l'asservissement.

#### Correction

Pour déterminer l'erreur vis-à-vis de la consigne, il faudrait déplacer le comparateur vers la gauche. Cela revient à avoir un asservissement à retour unitaire en passant le gain  $c$  dans la chaîne directe.

$$\text{On a donc } \mu(p) = \frac{\Theta_c(p)}{1 + FTBO(p)} \text{ avec } FTBO(p) = \frac{abc}{p(1 + \tau p)}.$$

$$\text{Remarque : on peut aussi exprimer } \varepsilon(p) = \frac{R_c(p)}{1 + FTBO(p)} = \frac{\Theta_c(p)a}{1 + FTBO(p)}. \text{ On a donc } \varepsilon(p) = a\mu(p).$$

**Question 6** Déterminer la valeur de l'erreur statique  $\mu_p$ . Déterminer l'expression de l'erreur de poursuite  $\mu_v$  en fonction des gains  $a$ ,  $b$  et  $c$  et de la pente  $\omega_0$ . Faire l'application numérique et vérifier si les exigences de l'utilisateur sont vérifiées.

#### Correction

La FTBO est de classe 1 et il n'y a pas de perturbation. On a donc  $\mu_p = 0$  et  $\mu_v = \frac{\omega_0}{abc}$ . Pour  $\omega_0 = 1$ , on a  $\mu_v = 0,05\%$ . Le cahier des charges est respecté.

