

CLASSE DE PROBLÈMES SLCI-2

MODÉLISER LES SYSTÈMES LINÉAIRES CONTINUS

INVARIANTS

ÉTABLIR DES MODÈLES DE CONNAISSANCE ET DE COMPORTEMENT

OBJECTIF : établir le schéma bloc de la régulation de l'angle de tangage.

1 Mise en place de schéma bloc moteur

Les modèles électrique et mécanique du moteur sont rappelés ci-dessous :

$$\begin{aligned}
 n.\omega(t) &= \omega_m(t) & (1) \\
 e(t) &= K_e.\omega_m(t) & (2) \\
 u_m(t) &= R.i(t) + e(t) & (3) \\
 J_r.n^2.\frac{d\omega(t)}{dt} &= -C_r(t) + n.K_c.i(t) & (4)
 \end{aligned}$$

avec

- $u_m(t)$: Tension d'alimentation du motoréducteur
- $e(t)$: Force électromotrice du moteur
- $\omega_m(t)$: Vitesse angulaire de l'axe du moteur
- $\omega(t)$: Vitesse angulaire de l'axe de sortie du motoréducteur
- $i(t)$: Intensité du courant dans le moteur
- $C_r(t)$: Couple résistant sur l'axe de sortie du motoréducteur

- R : Résistance du moteur
- n : Réduction du réducteur composant le motoréducteur
- K_e : Constante de force contre électromotrice
- K_c : Constante de couple
- J_r : Inertie du motoréducteur sur son axe de sortie

Q - 1 : Établir le schéma bloc d'un moteur.

2 Angle de tangage

L'étude dynamique du drone permet de lier l'angle de tangage α à la poussée des moteurs.

On considère ici que la force de poussée $F_{hel}(t)$ d'une hélice est proportionnelle à la vitesse de rotation $\omega(t)$ de l'hélice : $F_{hel}(t) = K_p.\omega(t)$.

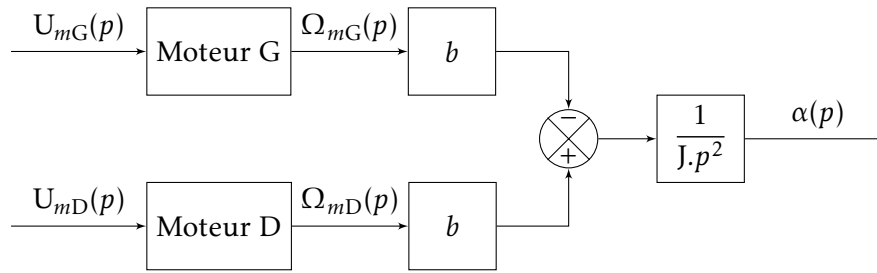
Par ailleurs, les axes de rotation des hélices étant situés à une distance d de l'axe de tangage, chaque hélice fournit une force de rotation proportionnelle à cette distance et à la force de poussée.

Le théorème du moment dynamique appliqué au drone, dans le repère galiléen lié au labo permet d'obtenir :

$$J.\frac{d^2\alpha(t)}{dt^2} = d.K_p.\omega_D(t) - d.K_p.\omega_G(t) \quad (5)$$

où $\omega_D(t)$ et $\omega_G(t)$ sont respectivement les vitesses de rotations des hélices droites et gauches et J le moment d'inertie du drone autour de son axe de tangage.

En appelant $u_{mG}(t)$ et $u_{mD}(t)$ les tensions d'alimentations des moteurs gauche et droit, compléter le schéma bloc suivant :



3 Régulation en tangage

Un capteur de l'angle de tangage permet d'obtenir $\alpha_n t$, une mesure numérique de l'angle de tangage sur 16 bits.

La consigne consigne d'angle de tangage est numérisée sur 16 bits et la différence entre la consigne numérique et la mesure numérique de l'angle de tangage est corrigée par un correcteur proportionnel, intégral, dérivé. La valeur corrigée du signal est envoyée aux hacheurs qui alimentent via $u_{mG}(t)$ et $u_{mD}(t)$ les moteurs.

Q - 2 : Mettre en place un asservissement des deux moteurs pour réguler la position de tangage.

4 Réponse temporelle

Q - 3 : Déterminer la fonction de transfert de l'asservissement.

Q - 4 : Déterminer l'expression de la réponse à un d'angle α_0 .