

Asservissement : Sirius (ENS PSI 2011)

Système de détection et de poursuite Sirius

La protection des bateaux militaires est essentielle pour la Marine. Parmi les menaces potentielles, les missiles sol-mer constituent un réel danger car leur vitesse et leur petite taille les rendent difficilement repérables.

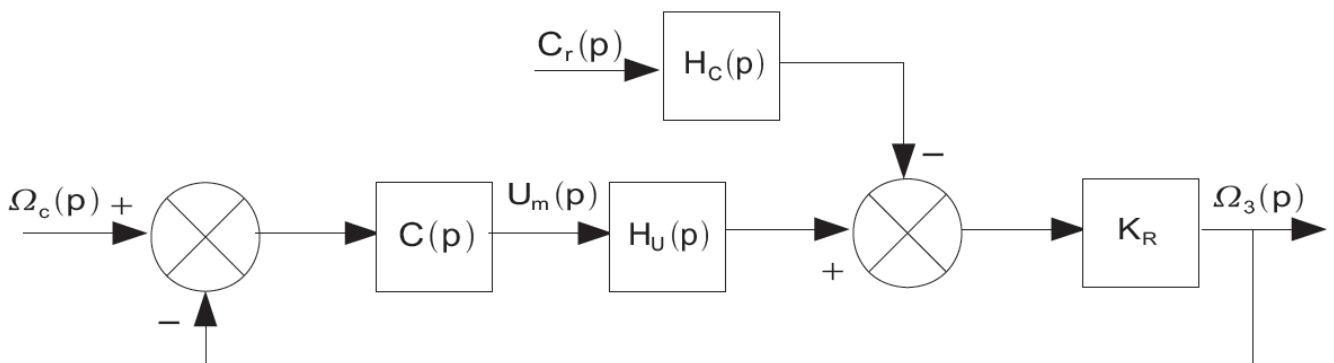
Les bateaux disposent de radars performants permettant ce repérage, mais dans certains cas l'émission radar du bateau doit être coupée pour réduire sa visibilité magnétique. Les militaires doivent donc disposer d'un système permettant de repérer les cibles volantes sans utiliser de radar.

Une des solutions utilisées est le système de détection et de poursuite baptisé Sirius. Placé en haut du mât du bateau, Sirius permet de repérer les objets volants sans émettre d'onde magnétique, mais simplement en repérant leur signature thermique.



Etude des performances de l'asservissement en vitesse d'un axe

On donne le schéma bloc équivalent à retour unitaire :



$$C(p) = \frac{40}{1 + 0,015p}, \quad H_U(p) = \frac{K_U}{(1 + T_1p)(1 + T_2p)}, \quad H_C(p) = \frac{K_C(1 + T_3p)}{(1 + T_1p)(1 + T_2p)}, \quad T_1 = 0,04 \text{ s},$$

$$T_2 = 1,1 \text{ ms}, \quad T_3 = 1,0 \text{ ms}, \quad K_U = 6,7 \text{ rad.s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}, \quad K_C = 44,4 \text{ rad.s}^{-1} \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \quad \text{et}$$

$$K_R = K_5 = 0,02.$$

On donne un extrait du cahier des charges :

- ✓ Vitesse angulaire 1 tr/min +/- 4%
- ✓ Stabilité de l'asservissement : Marge de phase 45° Marge de gain 10 dB

Questions

1. Conclure sur la capacité du système à satisfaire ou non le critère de vitesse angulaire du cahier des charges.

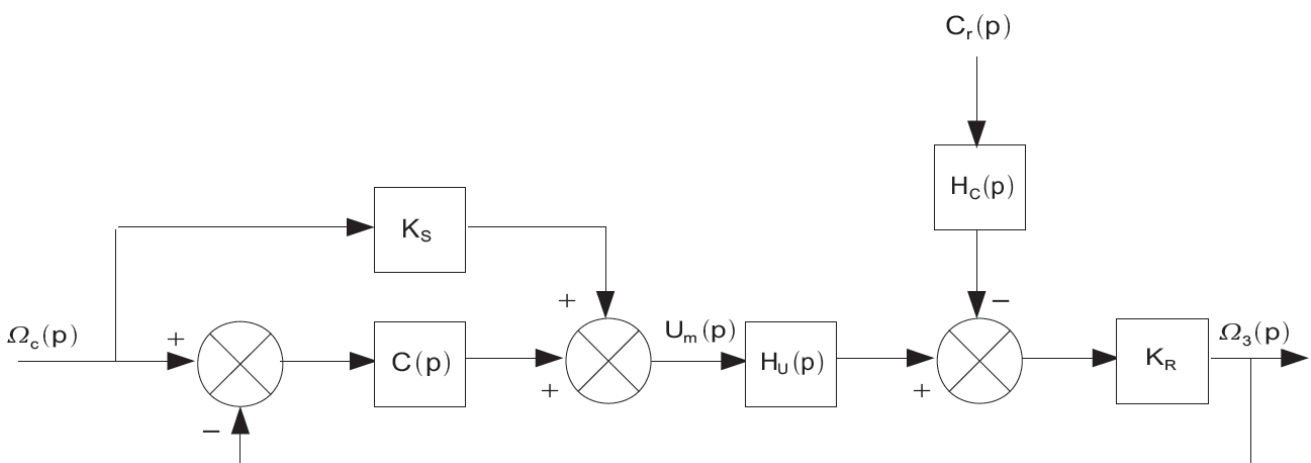
2. Représenter le diagramme de Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte entre $\Omega_3(p)$ et $\Omega_c(p)$.
3. Conclure sur la capacité du système à satisfaire ou non les critères de stabilité du cahier des charges.

Amélioration des performances par compensation de consigne

Vu que les marges de stabilité sont très petites, les ingénieurs de Thalès ont exclu d'introduire un correcteur à déphasage négatif supplémentaire dans la chaîne directe.

Pour améliorer les performances et permettre à Sirius de satisfaire tous les critères du cahier des charges, ils ont choisi de rajouter une compensation de consigne dans la chaîne asservie.

Le schéma bloc de l'ensemble prend alors la forme définie sur la figure suivante avec $K_S = 7,5 \text{ V.s}$.



Questions

4. Montrer que cette compensation de consigne ne modifie pas la stabilité du système.
5. En cas de perturbation nulle, conclure sur la capacité du système à satisfaire ou non le critère de vitesse angulaire.

Une des perturbations les plus classiques est celle due au vent.

En effet, en pleine mer, le vent n'est pas freiné par un quelconque obstacle, et agit donc directement et puissamment sur le système d'observation qui tourne.

Le couple résistant est alors modélisé par $C_r(p) = \frac{3,2}{(40 + p^2)}$

Questions

6. Déterminer et justifier la fonction $C_r(t)$.
7. Justifier la possibilité de négliger, en première approche, toutes les constantes de temps du système pour déterminer l'influence de $C_r(t)$ sur $\omega_3(t)$ lorsque l'entrée est un échelon de vitesse (d'amplitude celle du cahier des charges), et déterminer dans ce cas sur $\omega_3(t)$.
8. On a $\omega_c = 2\pi \text{ rad.s}^{-1}$. Conclure quant à la capacité du système à satisfaire les critères du cahier des charges cités au début de cette partie, avec la structure par compensation de consigne.