

TD7 : Asservissement

1 Positionnement d'une antenne de satellite

Une antenne parabolique permet sur un satellite l'échange d'informations avec la terre. Cette antenne doit être précisément orientée vers les antennes sur terre. À cette fin, deux moteurs asservis en position assurent l'orientation angulaire. On se propose d'étudier l'un des asservissements.



FIG. 1 – Satellite et antennes de communication.

Le système est piloté par une tension de consigne U_c et assure une position angulaire θ de l'antenne.

Le comportement du moteur est modélisé par une fonction de transfert du premier ordre de gain $K_m = 11 \text{ rad/s/V}$ et de constante de temps $\tau_m = 5 \times 10^{-3} \text{ s}$. Il est commandé par une tension U_m fournie par un amplificateur et admet en sortie la vitesse de rotation $\dot{\theta}$.

L'amplificateur est modélisé par une fonction de transfert du premier ordre de gain $K_A = 50$ et de constante de temps $\tau_A = 0.5 \times 10^{-3} \text{ s}$. Il est commandé par une tension V .

Un correcteur de fonction de transfert $C(p)$ est placé en amont de l'amplificateur et adapte la tension ε en une tension V pour commander l'amplificateur.

Un capteur de gain $K_c = 2 \text{ V/rad}$ assure la chaîne de retour en mesurant θ et fournit une tension e . La mesure est comparée à la consigne U_c tel que $\varepsilon = U_c - e$.

1. Étude du système avec correcteur proportionnel

1. Tracer le schéma bloc du système.
2. Calculer la fonction de transfert en boucle ouverte puis la fonction de transfert en boucle fermée pour un correcteur proportionnel : $C(p) = K_P$.
3. Déterminer si le système est stable pour $K_P = 1$, $K_P = 2$ et $K_P = 4$.
4. Tracer les diagrammes de Bode asymptotiques de la fonction de transfert en boucle ouverte dans les trois cas précédents. Expliquer pourquoi à basse fréquence, l'amplificateur peut être assimilé à un gain pur.
5. Tracer l'allure du diagramme de Black dans les trois cas précédents et placer le point -1 ainsi que les marges de gain et de phase.

6. Tracer l'allure du diagramme de Nyquist dans les trois cas précédents et placer le point -1.

2. Étude du système avec correcteur proportionnel-dérivé

On choisit d'utiliser un correcteur proportionnel-dérivé : $C(p) = K_P + K_D \cdot p$ où $K_P = 4$ et $K_D = 10^{-2}s$.

1. Tracer le diagramme de Bode asymptotique du correcteur.
2. Tracer le diagramme de Bode asymptotique du système en boucle ouverte avec correcteur proportionnel-dérivé.
3. Tracer l'allure du diagramme de Black du système en boucle ouverte avec correcteur proportionnel-dérivé. Que pensez-vous de la stabilité ?
4. Vérifier la stabilité du système par le calcul des pôles de la fonction de transfert en boucle fermée.

2 Correcteur à retard de phase

On souhaite faire une étude fréquentielle du correcteur à retard de phase : $C(p) = \frac{1 + \tau \cdot p}{1 + \alpha \cdot \tau \cdot p}$ avec $\alpha = 5$ et $\tau = 2$.

Déterminer le diagramme de Bode asymptotique du correcteur puis tracer le diagramme de Bode en calculant quelques points.