

# AMÉLIORATION DES PERFORMANCES DES SLCI

## STATION SPATIALE D'OBSERVATION PAR INTERFÉROMÉTRIE

### 1 Présentation

Afin de voir encore plus loin dans l'espace, l'agence spatiale européenne (*ESA*) a entrepris un projet de « super télescope ». L'idée retenue pour le concevoir est de faire interférer entre eux des signaux lumineux reçus par plusieurs télescopes (voir FIGURE 1). Des plates formes 6 axes sont utilisées pour filtrer les vibrations parasites qui peuvent être présentes dans l'assemblage de poutres qui relie les différents télescopes.

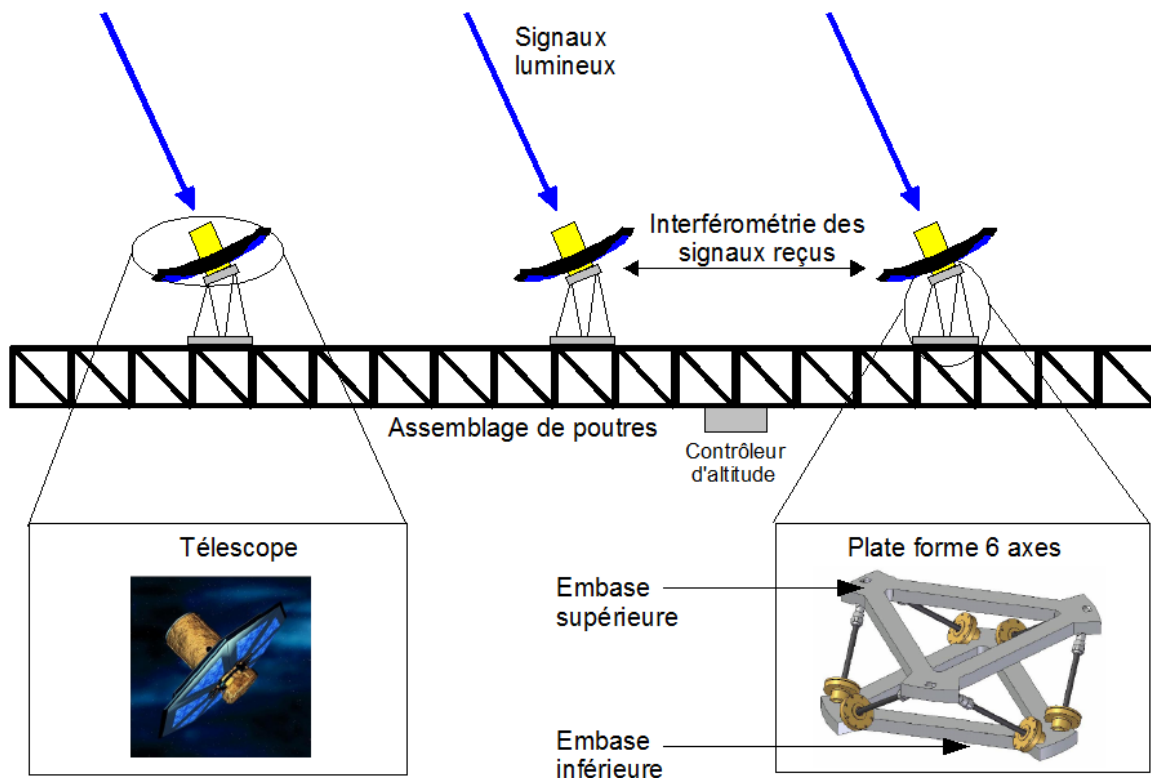


FIGURE 1 – Structure retenue pour le super télescope de l'ESA

Les performances attendues pour filtrer les vibrations sont les suivantes :

Critères	Exigences
Précision	Écart statique nul pour une consigne échelon
Rapidité	Pulsation de coupure à 0 dB de la FTBO : $\omega_{0\text{dB}} = 2\pi \times 5$
Stabilité	Marge de phase $M_\varphi = 45^\circ$ , Marge de gain $MG > 20\text{ dB}$

On limite l'étude au mouvement de translation entre les embases supérieures (déplacement noté  $Z_8$ ) et inférieure (déplacement noté  $Z_7$ ) d'une plate forme. Le schéma-blocs de l'asservissement de ce mouvement est représenté sur la FIGURE 2.  $k$ ,  $M$  et  $g$  sont des constantes (raideur des bras de la plate-forme, masse de l'embase supérieure et coefficient de proportionnalité  $g$ ).

Le schéma-blocs à retour unitaire équivalent (avec la fonction de transfert en boucle ouverte  $H_0(p)$ ) est représenté sur la FIGURE 3.

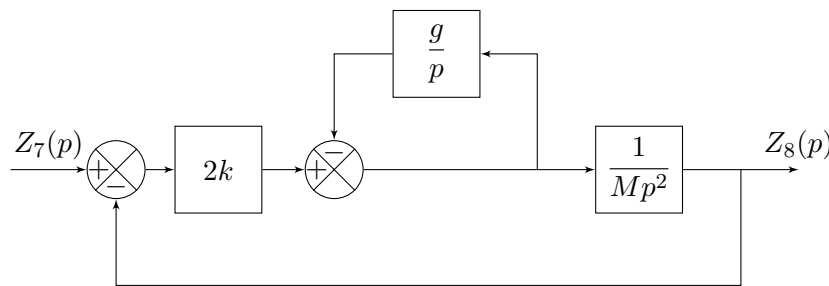


FIGURE 2 – Schéma-blocs de l'asservissement

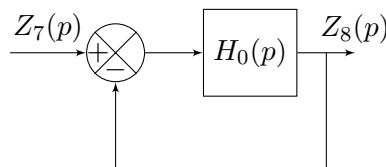


FIGURE 3 – Schéma-blocs à retour unitaire

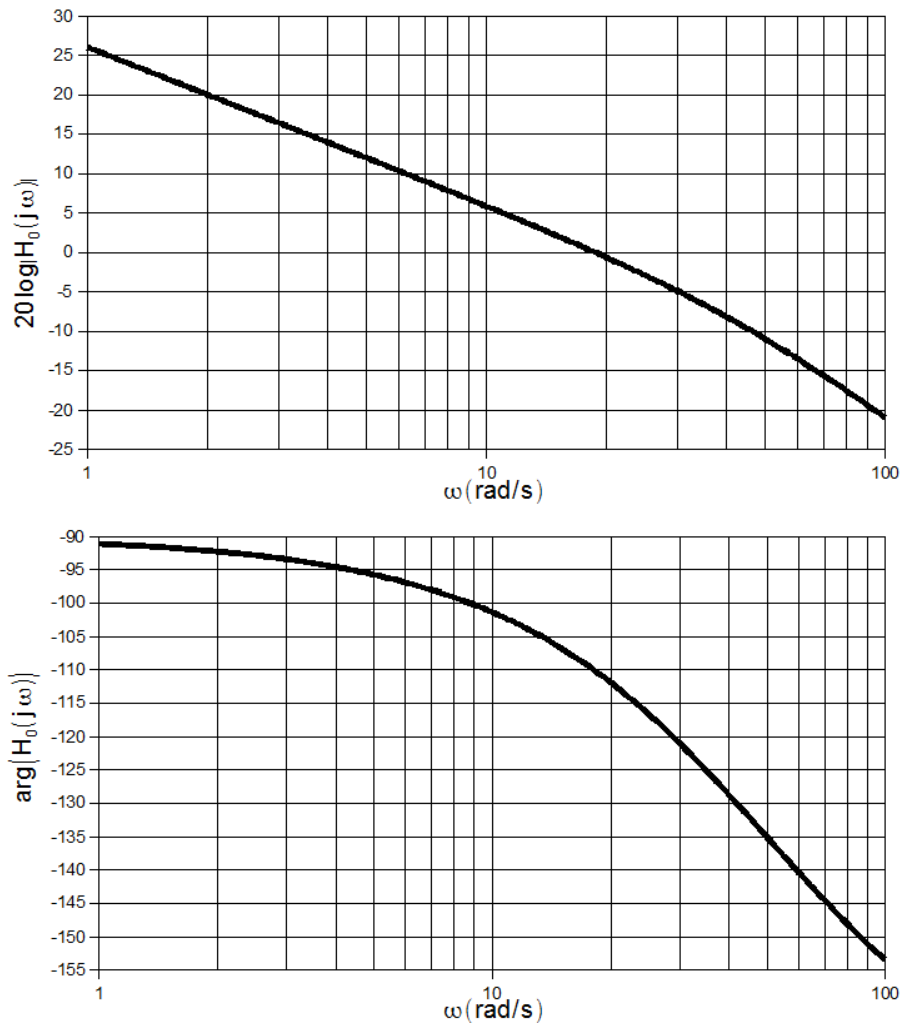
## 2 Travail demandé

**Question 1** Déterminer l'expression de  $H_0(p)$  pour que les schéma-blocs des FIGURE 2 et 3 soient équivalents.

Le diagramme de Bode de la fonction  $H_0(p)$  est fourni sur la FIGURE 4.

**Question 2** Expliquer en quoi, actuellement, l'asservissement ne satisfait pas l'ensemble des critères du cahier des charges.

On choisit d'utiliser un correcteur  $C(p)$  pour atteindre le niveau des critères du cahier des charges.

FIGURE 4 – Diagramme de Bode de la fonction  $H_0(p)$ 

## 2.1 Correcteur proportionnel

On choisit d'insérer, dans la chaîne directe du schéma-blocs de la FIGURE 3, un correcteur proportionnel  $C(p) = C_0$ .

**Question 3** Déterminer la valeur de  $C_0$  pour que le niveau du critère de marge de phase soit satisfait.

**Question 4** Déterminer la pulsation de coupure à 0 dB (la pulsation qui annule le gain) de la FTBO corrigée, et conclure sur la capacité du correcteur proportionnel à satisfaire le cahier des charges.

## 2.2 Correcteur intégral

On choisit d'insérer, dans la chaîne directe du schéma-blocs de la FIGURE 3, un correcteur intégral  $C(p) = \frac{1}{T_i p}$ .

**Question 5** Discuter de la capacité de ce type de correcteur à satisfaire le critère de marge de phase, et conclure sur la capacité du correcteur intégral à satisfaire le cahier des charges.

### 2.3 Correcteur intégral et à avance de phase

On choisit d'insérer, dans la chaîne directe du schéma-blocs de la FIGURE 3, un correcteur intégral, associé à un correcteur à avance de phase  $C(p) = \frac{K}{p} \frac{1+Tp}{1+aTp} = \frac{K}{p} C_{ap}(p)$  avec  $a < 1$ .

**Question 6** Expliquer en quoi ce choix de correcteur permet de satisfaire les critères de précision et de stabilité du cahier des charges.

**Question 7** Tracer l'allure des diagrammes de Bode de  $C_{ap}(p)$ , en précisant, notamment, la valeur de la pulsation  $\omega_m$  en laquelle la phase est maximale. Déterminer  $\varphi_m$ , la valeur maximale de la phase de  $C_{ap}(p)$ .

**Question 8** Déterminer les valeurs de  $a$  et de  $T$  pour que la marge de phase corresponde à celle indiquée dans le cahier des charges.

**Question 9** Déterminer la valeur de  $K$  pour satisfaire le critère de rapidité.



#### Remarque

Les questions suivantes sont hors-programme.

Le diagramme de Black-Nichols de la FTBO corrigée est fourni sur la FIGURE 5.

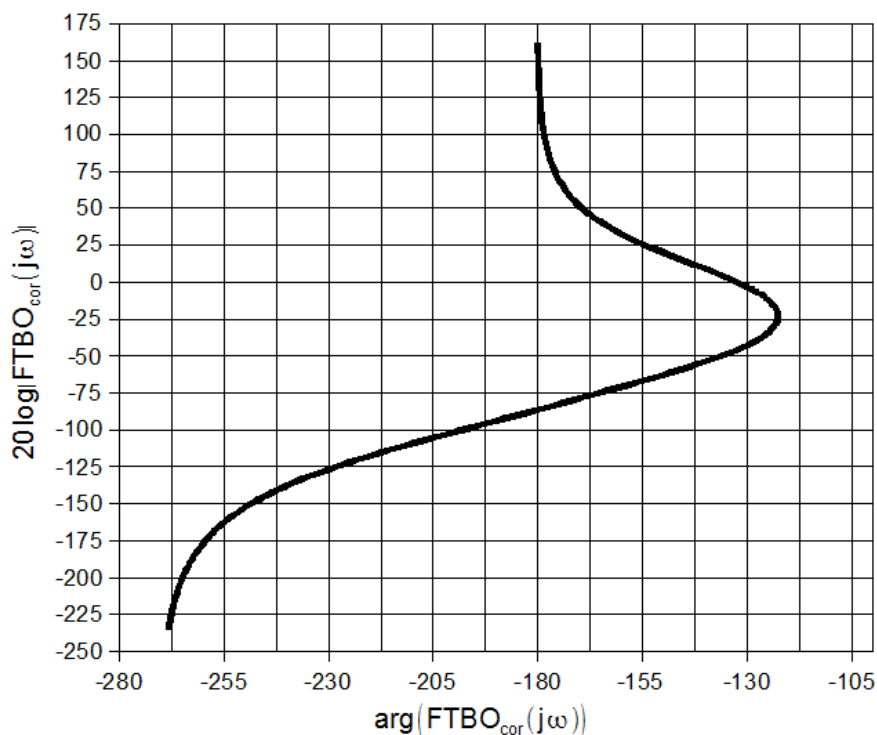


FIGURE 5 – Diagramme de Black-Nichols de la FTBO corrigée.

**Question 10** Déterminer la marge de gain.

**Question 11** Conclure sur la capacité du correcteur à satisfaire l'ensemble des critères du cahier des charges.