

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.

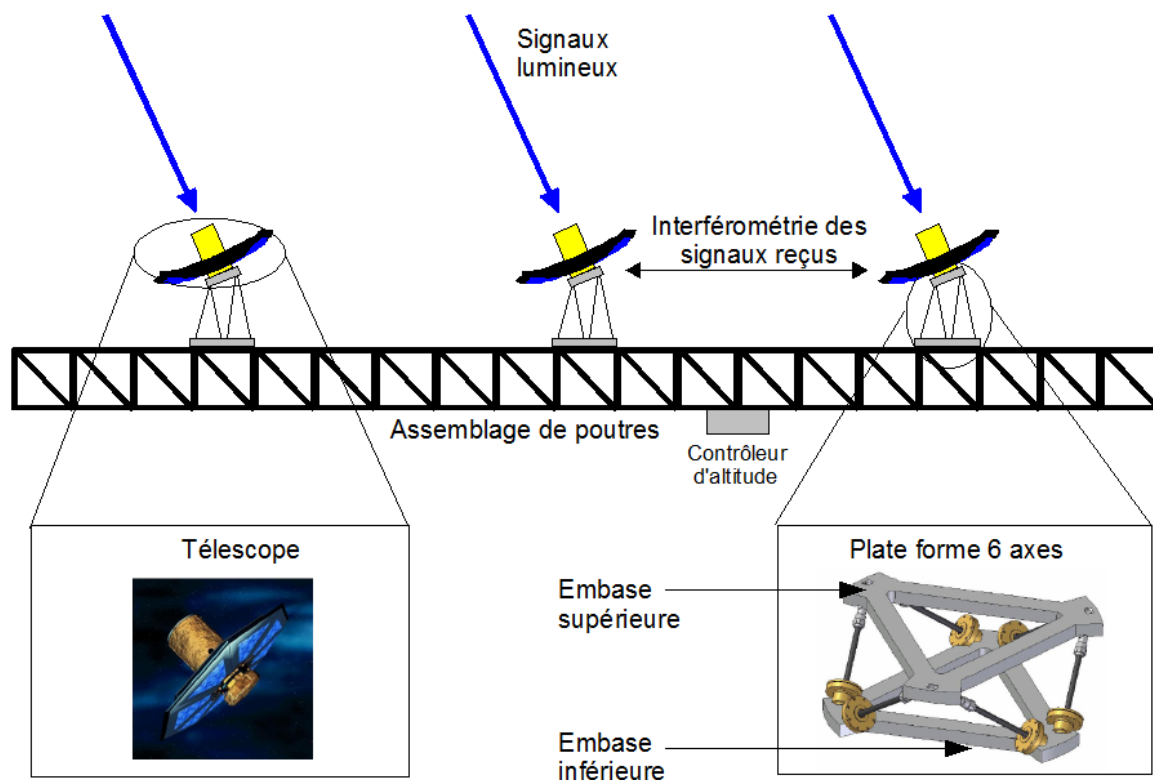


FIGURE 1 – Structure retenue pour le super télescope de l'*ESA*

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 (liées à la raideur des bras de la plate-forme, la masse de l'embase supérieure et l'accélération de la pesanteur).

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

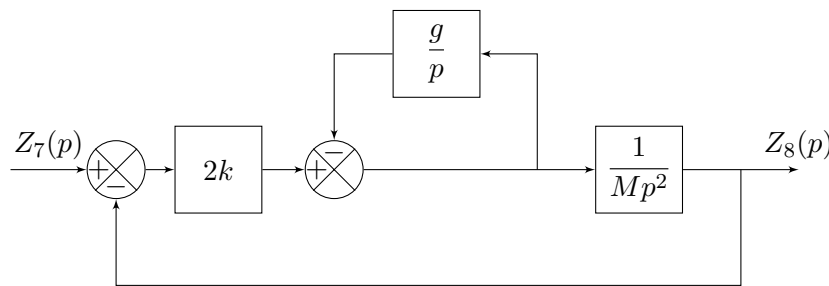


FIGURE 2 – Schéma-blocs de l'asservissement

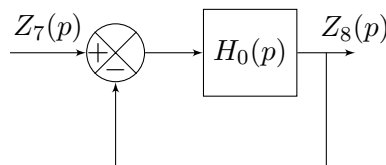


FIGURE 3 – Schéma-blocs à retour unitaire

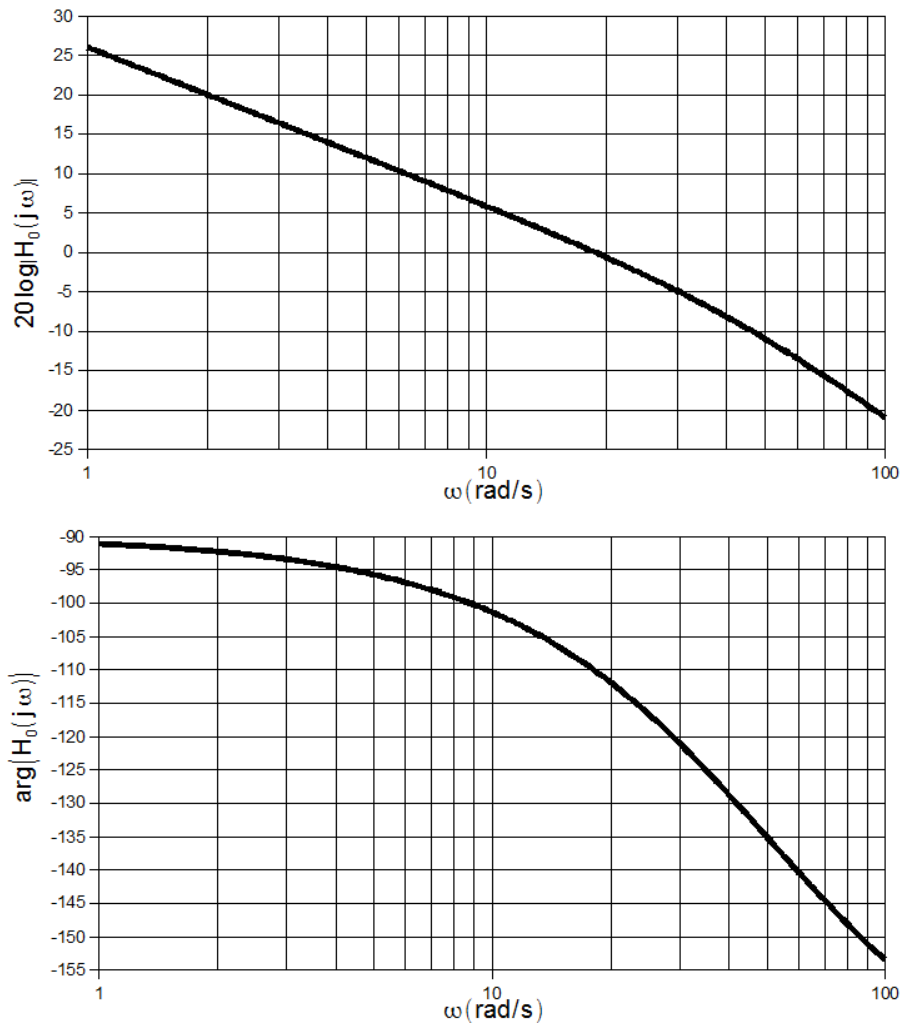
2 Travail demandé

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 ω_m en laquelle la phase est maximale. Déterminer φ_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.

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

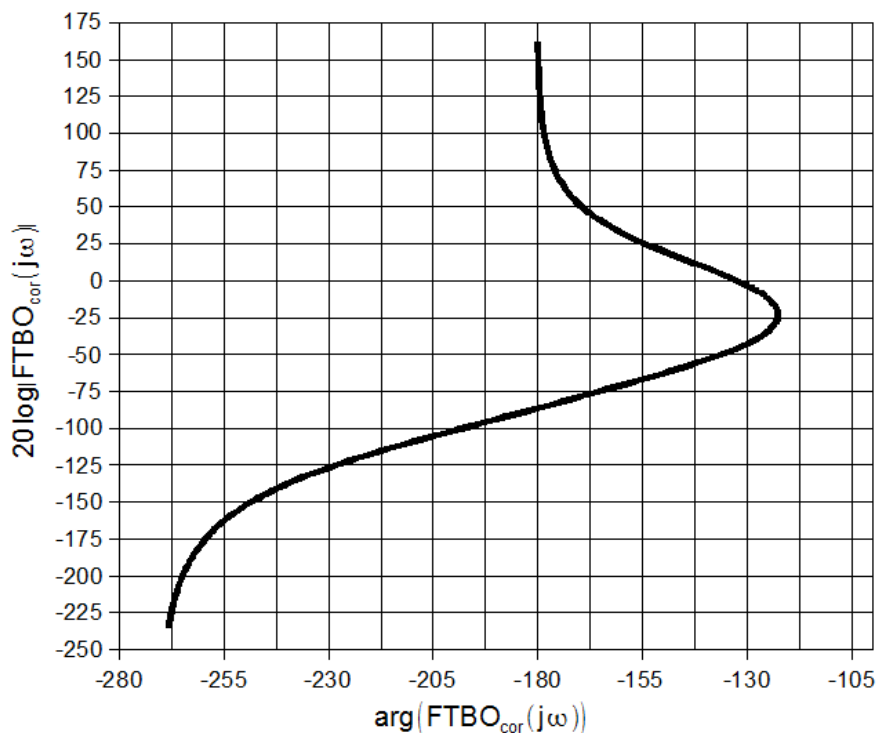


FIGURE 5 – Diagramme de Black-Nichols de la FTBO corrigée.

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.