

TD4 - Correcteur Avance de Phase : Suite de l'étude du téléphérique Vanoise Express



Objectif de l'étude : Vérification des critères « Ecart statique », « Ecart de traînage », « Marge de phase » et « Pulsation de coupure en boucle ouverte » de l'exigence E.1.2.1

Dans ce qui suit, on désire respecter les critères suivants du cahier des charges partiel :

Exigence	Critère	Niveau
E.1.2.1 : Contrôler l'énergie	Ecart statique en vitesse en présence d'une perturbation échelon	$\varepsilon_S = 0$
	Ecart de traînage (ou écart dynamique) en vitesse en l'absence de perturbations	$\varepsilon_V = 0$
	Marge de phase	$M\varphi \geq 45^\circ$
	Pulsation de coupure en boucle ouverte (pulsation pour laquelle le gain en boucle ouverte vaut 0dB)	$\omega_{0dB} \geq 1 \text{ rad/s}$

Reprendre la fin du TD...

Utilisation d'un double correcteur intégral et d'un correcteur à avance de phase :

On décide d'utiliser le correcteur $C(p) = C_a(p) \cdot \frac{1}{p^2}$, produit de la fonction $C_a(p) = K \cdot \frac{1+a\tau p}{1+\tau p}$ avec $a > 1$ (correcteur dont la fonction est d'ajouter de la phase) et d'un double intégrateur.

On donne en Annexe 4 le diagramme de Bode de la fonction $H(p) = \frac{A'.B.G}{p^2.(1+\tau.p)}$, qui est la fonction de transfert en boucle ouverte du système sans $C_a(p)$ (c'est à dire pour $C_a(p) = 1$).

Q1 : Montrer que le système n'est pas stable sans la fonction $C_a(p)$?

La fonction $C_a(p)$ va nous permettre de stabiliser le système, et de respecter les critères de « **Marge de phase** » et de « **Pulsation de coupure en boucle ouverte** ». Pour cela, il faut suivre la démarche suivante :

Q2 : Combien de degrés de phase faut-il ajouter à la pulsation 1 rad/s pour obtenir une phase de - 135° ?

Q3 : Tracer en fonction de a , τ et K les diagrammes **asymptotiques** de Bode (amplitude et phase) du correcteur $C_a(p) = K \cdot \frac{1+a.\tau.p}{1+\tau.p}$ avec $a > 1$. Préciser clairement les amplitudes ou les phases de **toutes les asymptotes horizontales** en fonction des différents paramètres. Préciser de même les pulsations des points particuliers.

Q4 : La phase maximum φ_{max} ajoutée par $C_a(p)$ peut être calculée par la formule : $\sin(\varphi_{max}) = \frac{a-1}{a+1}$. Calculer **numériquement** a pour obtenir la remontée de phase déterminée sur le diagramme de Bode à la question 2.

Q5 : Pour cette question, on pourra utiliser les propriétés de symétrie de la courbe de phase.

1. Donner l'expression en fonction de a et τ de la pulsation ω pour laquelle la courbe de phase atteint son maximum.
2. En déduire la valeur numérique de τ pour que φ_{max} soit ajoutée à la pulsation 1 rad/s.

Q6 : Calculer **numériquement** la valeur à donner à K pour respecter les critères de « **Marge de phase** » et de « **Pulsation de coupure en boucle ouverte** » du cahier des charges ? Préciser la démarche utilisée.

Q7 :

1. Les critères « **Ecart statique** en vitesse en présence d'une perturbation échelon » et « **Ecart de traînage** (ou écart dynamique) en vitesse en l'absence de perturbations » sont-ils vérifiés ? Justifier.
2. Ce correcteur permet-il de vérifier les critères du cahier des charges ? Justifier.

Annexe 4

Diagramme de Bode de la fonction $H(p) = \frac{A.B.G}{p^2.(1+T.p)}$

