

TD 1

Contrôle d'une machine de forage – Sujet

D'après Concours CCINP 2023 – MP.

On travaille avec le schéma-bloc simplifié de la figure 1.2 où K_0 est un gain d'adaptation fixe.

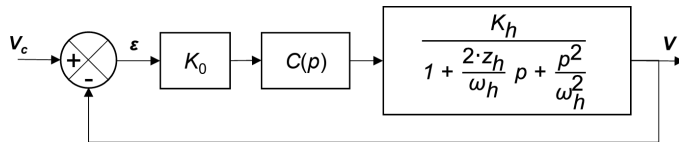


FIGURE 1.1 – Schéma-bloc de l'asservissement en vitesse simplifié

On prend dans un premier temps un correcteur $C(p)$ proportionnel : $C(p) = K_p$.

Question 1 Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte $G_{BO}(p) = \frac{V(p)}{\varepsilon(p)}$.

Question 2 Avec un correcteur proportionnel, peut-on satisfaire l'exigence de précision de vitesse indiquée à l'exigence 2.1.1. ? Justifier.

On utilise dans un second temps un correcteur proportionnel intégral : $C(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i p} \right)$.

Question 3 L'exigence de précision sur la vitesse est-elle satisfaite ? Justifier.

Ce correcteur est initialement réglé avec les valeurs suivantes : $K_p = 1$ et $T_i = 10$ s.

Question 4 Tracer les diagrammes de Bode asymptotique et réel de ce correcteur. Détailler les constructions.

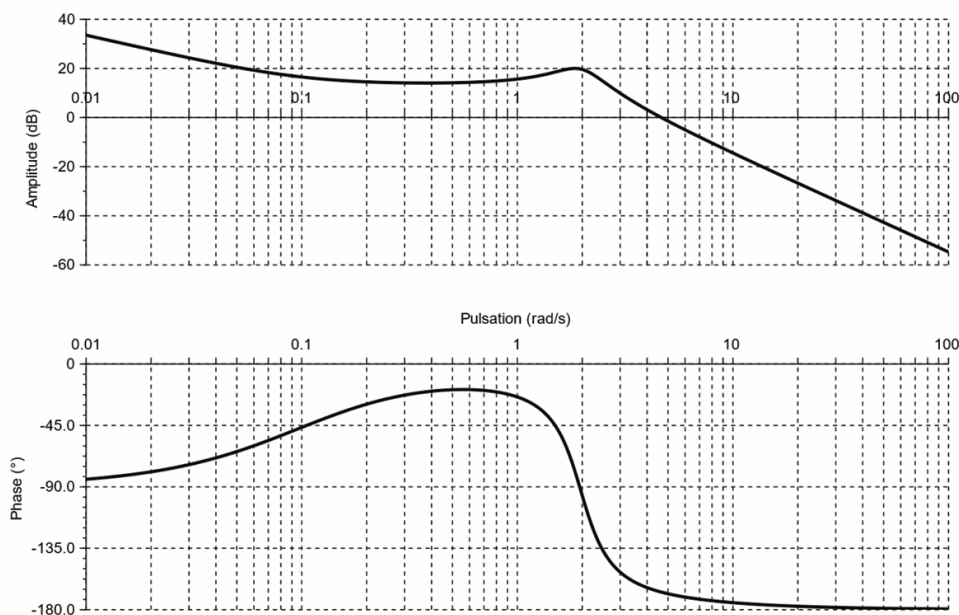
« requirement »

Performances de l'axe

Id = '2.1.1'

Text = 'La vitesse de l'axe d'avance doit respecter les performances suivantes :

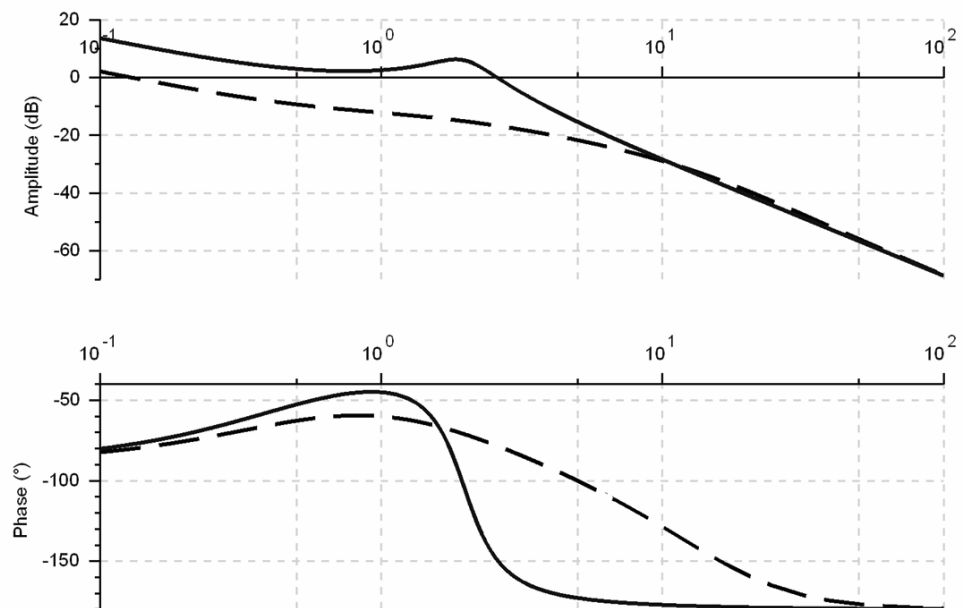
- précision : erreur statique nulle
- stabilité : marges de phase de 30° et de gain de 40dB'



Pour le réglage de la question précédente, on donne le diagramme de Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte ainsi corrigée sur le DR3.

Question 5 Affiner le réglage du correcteur (sans modifier la valeur de T_i) en proposant une valeur de K_p permettant de garantir la marge de phase spécifiée dans l'exigence 2.1.1.

Enfin, on souhaite valider ou invalider l'hypothèse faite en début de cette sous-partie concernant la non-influence de l'amortisseur sur les performances d'asservissement en vitesse d'avance de la table de forage. Les diagrammes de Bode de la figure suivante, illustrent la fonction de transfert en boucle ouverte corrigée sans (en train plein) et avec amortisseur (en pointillés).



Question 6 Sur quelle(s) performance(s) la présence de l'amortisseur peut-elle influencer ? Justifier que le correcteur choisi permet de répondre aux exigences 2.1.1 en présence de l'amortisseur.

TD 1

Contrôle d'une machine de forage – Corrigé

D'après Concours CCINP 2023 – MP.

Question 1 Exprimer la fonction de transfert en boucle ouverte $G_{BO}(p) = \frac{V(p)}{\varepsilon(p)}$.

Correction

$$G_{BO}(p) = K_0 C(p) \frac{K_h}{1 + \frac{2z_h}{\omega_h} p + \frac{p^2}{\omega_h^2}}$$

Question 2 Avec un correcteur proportionnel, peut-on satisfaire l'exigence de précision de vitesse indiquée à l'exigence 2.1.1. ? Justifier.

Correction

Pour un erreur statique nulle, il faut obligatoirement un intégrateur dans la boucle ouverte, ce qui n'est pas le cas.

On utilise dans un second temps un correcteur proportionnel intégral : $C(p) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_i p} \right)$.

Question 3 L'exigence de précision sur la vitesse est-elle satisfaite ? Justifier.

Correction

$C(p) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_i p} \right) = K_P \frac{T_i p + 1}{T_i p}$. La FTBO est maintenant de classe 1. L'erreur statique est donc nulle.

Ce correcteur est initialement réglé avec les valeurs suivantes : $K_P = 1$ et $T_i = 10$ s.

Question 4 Tracer les diagrammes de Bode asymptotique et réel de ce correcteur. Détailler les constructions.

Correction

On a $\frac{K_P}{T_i} = 0,1$

- ▶ Quand ω tend vers 0, le gain a une pente de -20 dB/decade et la phase tend vers -90° .
- ▶ Quand ω tend vers $+\infty$, le gain a une pente de 0 dB/decade et tend vers $20 \log K_P = 0$ et la phase tend vers 0° .
- ▶ Le changement de pente se passe à $1/10$ rad/s.

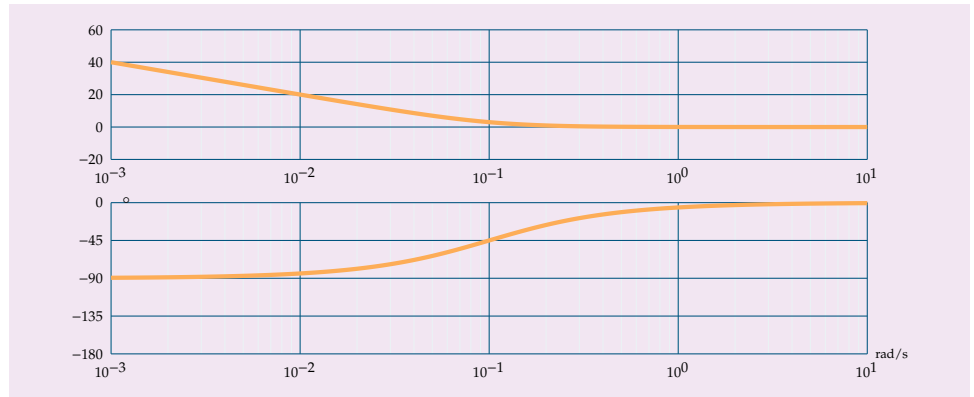
« requirement »

Performances de l'axe

Id = '2.1.1'

Text = 'La vitesse de l'axe d'avance doit respecter les performances suivantes :

- précision : erreur statique nulle
- stabilité : marges de phase de 30° et de gain de 40 dB'



Question 5 Affiner le réglage du correcteur (sans modifier la valeur de T_i) en proposant une valeur de K_p permettant de garantir la marge de phase spécifiée dans l'exigence 2.1.1.

Correction

Pour avoir une marge de phase de 30° , il faut que le gain soit nul quand la phase est de -150° . Dans l'état actuel le gain est de 10 dB. Il faut donc $20 \log K_p = -10$ soit $K_p = 0,31$.

Question 6 Sur quelle(s) performance(s) la présence de l'amortisseur peut-elle influencer ? Justifier que le correcteur choisi permet de répondre aux exigences 2.1.1 en présence de l'amortisseur.

Correction

L'amortisseur améliore la stabilité car la marge de phase est plus grande. En revanche, la bande passante à 0 dB étant plus petite, le système est donc moins rapide.