

1 Le correcteur proportionnel

Définition Le correcteur proportionnel a pour fonction de transfert $C(p) = K$.

Résultat

On observe qu'une augmentation du gain proportionnel a pour effet :

- d'améliorer la précision;
- d'augmenter la vivacité;
- d'augmenter le temps de réponse (à partir d'un certain seuil);
- de diminuer l'amortissement;
- de diminuer la marge de phase.

Pour un système d'ordre supérieur à 2, l'augmentation du gain provoque une marge de phase négative et donc une instabilité du système.

Méthode

Réglage de la marge de phase :

- En utilisant la BO non corrigée, on cherche ω_{0dB} tel que $\varphi(\omega_{0dB})$ respecte la marge de phase souhaitée.
- En utilisant BO non corrigée, on calcule $G_{dB}(\omega_{0dB})$.
- On cherche K_p tel que $G_{dB}(\omega_{0dB}) = 0$

Réglage de la marge de gain :

- En utilisant la BO non corrigée, on cherche ω_{-180° tel que $\varphi(\omega_{-180^\circ}) = -180^\circ$.
- En utilisant la BO non corrigée, on calcule $G_{dB}(\omega_{-180^\circ})$.
- On cherche K_p tel qu'on ait la marge de gain souhaitée.

2 Les correcteurs à action intégrale

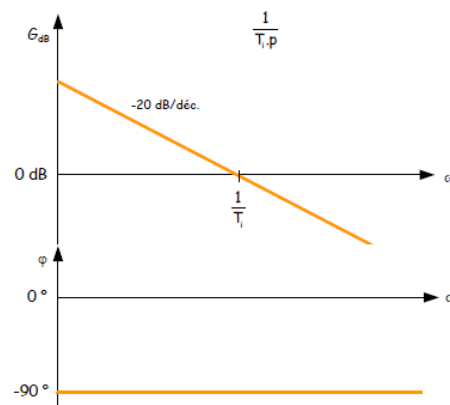
2.1 Le correcteur intégral pur

Définition

Un correcteur intégral pur a pour fonction de transfert

$$C(p) = \frac{U(p)}{\varepsilon(p)} = \frac{1}{T_i p}.$$

Dans le domaine temporel on a l'équation de comportement suivante : $u(t) = \frac{1}{T_i} \int_0^t \varepsilon(\tau) d\tau$.



Résultat

Avantages

Ce correcteur améliore la précision lors de la sollicitation par un échelon car il ajoute une intégration dans la boucle ouverte.

Inconvénients

Le déphasage de -90° sur tout le spectre de pulsation entraîne une réduction de la marge de phase ce qui peut déstabiliser le système.

2.2 Le correcteur proportionnel intégral

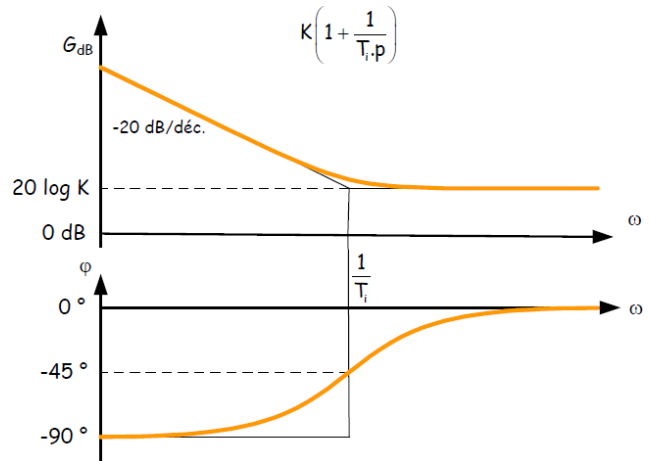
Définition

Un correcteur intégral pur a pour fonction de transfert

$$C(p) = \frac{U(p)}{\varepsilon(p)} = K \left(1 + \frac{1}{T_i p} \right).$$

Dans le domaine temporel on a l'équation de comportement suivante : $u(t) = K \left(\varepsilon(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t \varepsilon(\tau) d\tau \right)$.

En développant on obtient $C(p) = K \frac{T_i p + 1}{T_i p}$. Ce correcteur augmente donc la classe de la boucle ouverte et donc la précision. Si $K > 1$ la pulsation de coupure est augmentée, entraînant ainsi une augmentation de la rapidité du système. Enfin, ce correcteur diminue la phase à basse fréquence. Il faut donc faire en sorte que cette chute de phase n'intervienne pas dans la zone de la pulsation de coupure du système.



Résultat Le correcteur proportionnel intégral :

augmente l'amortissement, augmente la rapidité, augmente la précision.

Méthode

- En utilisant la BO non corrigée, on cherche ω_{0dB} tel que $\varphi(\omega_{0dB})$ respecte la marge de phase souhaitée.
- En utilisant la BO non corrigée, on calcule $G_{dB}(\omega_{0dB})$.
- On cherche K tel que $G_{dB}(\omega_{0dB}) = 0$
- La mise en place de l'effet intégral ne doit pas modifier la position de la pulsation de coupure réglée précédemment. Pour cela, il faut donc que $\frac{1}{T_i} \ll \omega_{0dB}$. Usuellement on positionne l'action intégrale une décade avant la pulsation réglée. On a donc $T_i = \frac{10}{\omega_{0dB}}$.

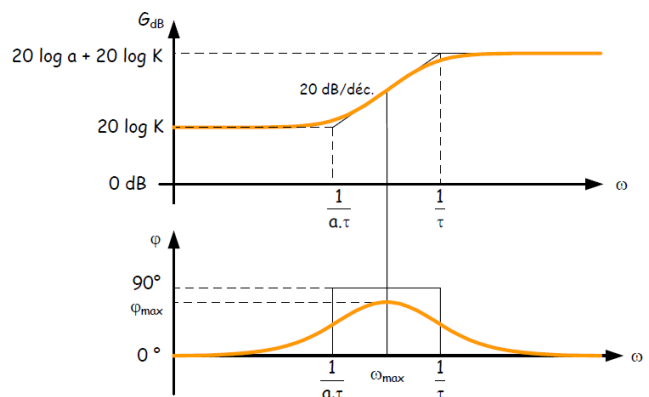
3 Le correcteur à avance de phase

Définition

Un correcteur à avance de phase a pour fonction de transfert $C(p) = \frac{U(p)}{\varepsilon(p)} = K \frac{1 + a\tau p}{1 + \tau p}$ avec $a > 1$.

Résultat Ce correcteur permet d'ajouter de la phase pour les pulsations comprises entre $\frac{1}{a\tau}$ et $\frac{1}{\tau}$. On montre que $\varphi_{\max} = \arcsin\left(\frac{a-1}{a+1}\right)$ et ce pour une pulsation $\omega_{\max} = \frac{1}{\tau\sqrt{a}}$.

- R** On peut prendre $K = \frac{1}{\sqrt{a}}$ pour ne pas modifier la valeur du gain à la pulsation où on désire ajouter de la phase.



Méthode

- En utilisant la BO non corrigée on cherche ω_{0dB} tel que le gain est nul.

- On calcule $\varphi(\omega_{0dB})$.
- On détermine la phase à ajouter.
- On calcule a .
- On calcule τ .
- On calcule K .

4 Bilan sur l'influence des correcteurs

| Correcteur | Situation sans correction | |
|---|---------------------------|-----------------|
| | | |
| | Si K_p augmente | |
| Proportionnel K_p | Marges | ← |
| | Précision | → |
| | Rapidité | → |
| Proportionnel intégral $K_p + \frac{K_i}{p}$ | Marges | ← |
| | Précision | → (Cf : classe) |
| | Rapidité | ← |
| À avance de phase $K_p \frac{1+a\tau p}{1+\tau p} \quad a > 1$ | Marges | → |
| | Précision | ↔ |
| | Rapidité | → |