

SI-correction

Adama

December 8, 2022

Table of Contents

1 Structure

- correction "série"/en cascade
- Correction par retour dérivé/en parallèle
- Correction par anticipation

2 Type de correction

- Correction proportionnelle
- Correction à effet dérivé
 - correction dérivée filtrée
 - Correction proportionnelle et dérivée (dite PD)
 - Correction à avance de phase
- Corrections à effet intégral
 - Correction intégrale pure
 - Correction proportionnelle et intégrale (dite PI)
 - Correction à retard de phase
- Corrections complètes de type PID et Corrections des systèmes à retard

3 Bilan Général

Table of Contents

1 Structure

- correction "série"/en cascade
- Correction par retour dérivé/en parallèle
- Correction par anticipation

2 Type de correction

- Correction proportionnelle
- Correction à effet dérivé
 - correction dérivée filtrée
 - Correction proportionnelle et dérivée (dite PD)
 - Correction à avance de phase
- Corrections à effet intégral
 - Correction intégrale pure
 - Correction proportionnelle et intégrale (dite PI)
 - Correction à retard de phase
- Corrections complètes de type PID et Corrections des systèmes à retard

3 Bilan Général

correction "série"/en cascade

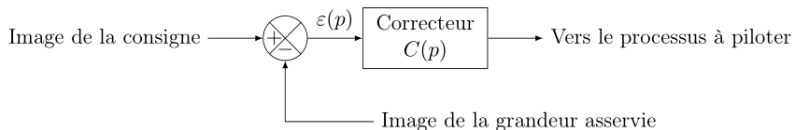


FIGURE 9.6 – Structure de la correction série

On choisit ce positionnement du correcteur pour au moins 3 raisons:

- il s'agit de l'endroit de la boucle où l'énergie transmise est la plus faible, car on ne traite que de l'information: il n'y a donc que peu de risques que ce correcteur soit dégradé par des tensions trop fortes,
- son effet est maximal à cet endroit,
- le positionnement est naturellement en amont de la perturbation (modélisée le plus souvent par une action mécanique sur l'axe de l'actionneur), ce qui permet de la compenser et **de rendre ainsi le système robuste.**

Par la suite, cette structure de référence sera **la seule étudiée.**

Correction par retour dérivé/en parallèle

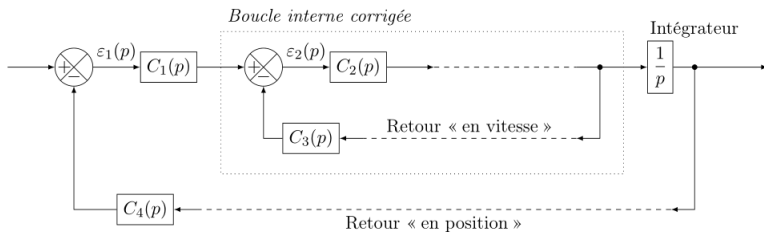


FIGURE 9.7 – Structure de la correction par retour dérivé

Compensation d'une perturbation

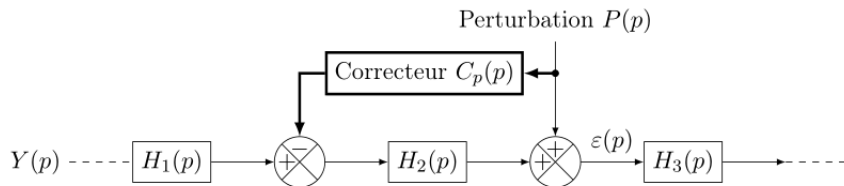


FIGURE 9.8 – Structure de la correction par compensation d'une perturbation

Compensation de l'écart dû à la consigne

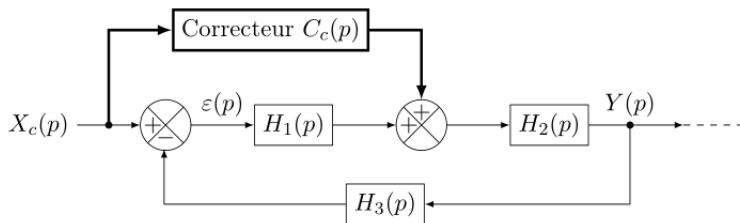


FIGURE 9.9 – Structure de la correction par compensation de l'écart dû à la consigne

Table of Contents

1 Structure

- correction "série"/en cascade
- Correction par retour dérivé/en parallèle
- Correction par anticipation

2 Type de correction

- Correction proportionnelle
- Correction à effet dérivé
 - correction dérivée filtrée
 - Correction proportionnelle et dérivée (dite PD)
 - Correction à avance de phase
- Corrections à effet intégral
 - Correction intégrale pure
 - Correction proportionnelle et intégrale (dite PI)
 - Correction à retard de phase
- Corrections complètes de type PID et Corrections des systèmes à retard

3 Bilan Général

Remarque

On utilise $C(p)$ pour la fonction de transfert du correcteur

Correction proportionnelle

$$C(p) = A$$

Résultat de la correction C_p ($A > 1$)

Stabilité	Précision	Amortissement	Rapidité
—	+	—	+

Conclusion

La correction proportionnelle avec $A > 1$ permet d'améliorer la précision/robustesse et la rapidité.

En revanche, elle dégrade la stabilité du système et l'amortissement.

correction dérivée filtrée

$$C(p) = \frac{Cp}{1 + \varepsilon p}$$

Cette correction ne sera jamais utilisé seule en pratique.

Correction proportionnelle et dérivée (dite PD)

Correction proportionnelle et dérivée (dite PD)

$$C(p) = A\left(1 + \frac{Cp}{1 + \varepsilon p}\right) \approx A\frac{1 + Cp}{1 + \varepsilon p}$$

Correction à avance de phase

Correction à avance de phase

$$C(p) = A \frac{1 + a\tau p}{1 + \tau p}$$

Ce correcteur augmente la pente de la courbe de gain de 20dB/décade pour les pulsations ω telles que $z_0 = \frac{1}{a\tau} \leq \omega \leq \frac{1}{\tau} = p_0$, et il augmente la phase.

des paramètres importants

$$\omega_m = \frac{1}{\tau\sqrt{a}} = \sqrt{z_0 p_0} \text{ le milieu logarithmique de } z_0 = \frac{1}{a\tau} \text{ et } p_0 = \frac{1}{\tau}$$

$$\varphi_m = \varphi_C(\omega_m) = \arcsin \frac{a-1}{a+1} \leftrightarrow \sin \varphi_m = \frac{a-1}{a+1}$$

des paramètres importants

calculer $10 \log a$ et déterminer la pulsation à laquelle le gain du système non corrigé vaut $-10 \log a$ dB pour que ω_m soit aussi la nouvelle pulsation de coupure.

Stabilité	Précision	Amortissement	Rapidité
++	—	++	++

Correction intégrale pure

$$C(p) = \frac{B}{p}$$

Stabilité	Précision	Amortissement	Rapidité
--	+++	--	-

La correction intégrale pure permet d'améliorer grandement la précision/robustesse grâce à l'intégration qui permet de diminuer la phase de 90°

En revanche, elle dégrade la stabilité du système et l'amortissement du système (cf P263)

Correction proportionnelle et intégrale (dite PI)

Correction proportionnelle et intégrale (dite PI)

$$C(p) = K\left(1 + \frac{1}{\tau p}\right) = K + \frac{B}{p}$$

Stabilité	Précision	Amortissement	Rapidité
maîtrisée	+++	perfectible	ça dépend

La correction proportionnelle et intégrale est utilisée pour améliorer la précision/robustesse sans trop dégrader les autres performances.

Si l'on règle bien le gain K et la constante de temps τ , on atteint souvent des performances correctes. Ce type de correction peut cependant ralentir de manière très sensible les systèmes déjà trop lents.

Correction à retard de phase

Correction à retard de phase

$$C(p) = A \frac{1 + \tau p}{1 + a\tau p}$$

Ce correcteur diminue la pente de la courbe de gain de 20dB/décade pour les pulsations ω telles que $p_0 = \frac{1}{a\tau} \leq \omega \leq \frac{1}{\tau} = z_0$, et il diminue la phase.

des paramètres importants

$$\omega_m = \frac{1}{\tau\sqrt{a}} = \sqrt{z_0 p_0} \text{ le milieu logarithmique de } p_0 = \frac{1}{a\tau} \text{ et } z_0 = \frac{1}{\tau}$$

$$\varphi_m = \varphi_C(\omega_m) = \arcsin \frac{1-a}{a+1} \leftrightarrow \sin \varphi_m = \frac{1-a}{a+1}$$

Correction à retard de phase

Stabilité	Précision	Amortissement	Rapidité
—	+	—	—

La correction à retard de phase est moins performante que la correction proportionnelle et intégrale qui lui sera donc très souvent préférée. Elle est utilisée pour fournir un apport de gain de $20 \log A$ à basse fréquences tout en laissant une marge de phase suffisante au système.

Les exigences sur la démarche, voir P272-P274

Corrections complètes de type PID et Corrections des systèmes à retard

Voir P275-P281

Table of Contents

1 Structure

- correction "série"/en cascade
- Correction par retour dérivé/en parallèle
- Correction par anticipation

2 Type de correction

- Correction proportionnelle
- Correction à effet dérivé
 - correction dérivée filtrée
 - Correction proportionnelle et dérivée (dite PD)
 - Correction à avance de phase
- Corrections à effet intégral
 - Correction intégrale pure
 - Correction proportionnelle et intégrale (dite PI)
 - Correction à retard de phase
- Corrections complètes de type PID et Corrections des systèmes à retard

3 Bilan Général

III Bilan général

Au final, le type de correcteur qui sera retenu dépendra de la performance qui est privilégiée :

- si l'on privilégie la **stabilité**, on retiendra un correcteur de type proportionnel et dérivé (avec éventuellement un correcteur à avance de phase),
- si l'on privilégie la **précision**, on retiendra un correcteur de type proportionnel et intégral (avec éventuellement un correcteur à retard de phase),
- si l'on privilégie l'**amortissement**, on retiendra un correcteur de type proportionnel et dérivé (avec éventuellement un correcteur à avance de phase),
- si l'on privilégie la **rapidité**, on retiendra un correcteur de type proportionnel, intégral et dérivé (avec éventuellement un correcteur par avance et retard de phase).