Correcteur Proportionnel – Intégrale

Question 1: Rappeler, pour chacune de ces caractéristiques, les critères étudiés.

Stabilité	Rapidité	Précison
Pôles de la FTBF (Critère de Routh de la FTBF) Critère du revers de la FTBO (Marge de phase, Marge de gain)	Temps de montée (s'il existe) Temps de réponse à 5% Pulsation propre et pulsation de coupure à 0 dB	Erreur statique Erreur de traînage (Classe Gain de la FTBO) Eventuellement : Effet d'une perturbation

Système bouclé

Question 2: Donner la forme canonique de la fonction de transfert $\frac{S(p)}{E(p)}$ et ses coefficients caractéristiques.

$$H(p)=\frac{S(p)}{E(p)}=\frac{G(p)}{1+G(p)}=\frac{\frac{K}{1+\tau p}}{1+\frac{K}{1+\tau p}}=\frac{K}{1+K+\tau p}=\frac{\frac{K}{1+K}}{1+\frac{\tau}{1+K}p}=\frac{K_{BF}}{1+\tau_{BF}p}$$

$$K_{BF}=\frac{K}{1+K}=\frac{2}{1+2}=\frac{2}{3}=0{,}66$$

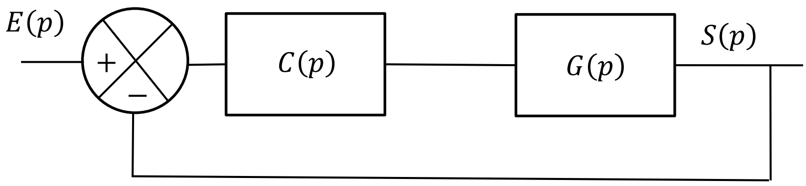
$$\tau_{BF}=\frac{\tau}{1+K}=\frac{1}{1+2}=\frac{1}{3}=0{,}33$$

Question 3: Etudier les 4 performances du cahier des charges pour ce système.

Stabilité	FTBF du 1° ordre → stable d'après son pôle réel négatif $-1/T$. Sinon, FTBO du 1° ordre → Critère du Revers OK $\Delta\varphi > 90°$ car 1° ordre On étudie la FTBO pour déterminer la marge de phase $\omega_{c_0}{}^{BO}=\omega_0{}^{BO}\sqrt{K^2-1}=\frac{\sqrt{K^2-1}}{\tau}=\sqrt{K^2-1}=\sqrt{3}=1{,}73\ rd.s^{-1}$ $\Delta\varphi=\pi-\tan^{-1}(\tau\omega_{c_0})=\pi-\tan^{-1}(\sqrt{3})=2{,}09\ rd=120°$
Rapidité	$t_{r_{5\%}}=3\tau_{BF}=3*\frac{1}{3}=1\ s$
Précision	On a un système à retour unitaire, prenons donc l'écart au comparateur : | | $\alpha=0$ | | ε_s | $\frac{1}{1+2}=\frac{1}{3}$ | | ε_v | ∞ |

Correction

Question 4: Etablir le schéma bloc du système corrigé.



Question 5: Rappeler l'effet des corrections proportionnelle, intégrale et dérivée sur les performances des systèmes asservis.

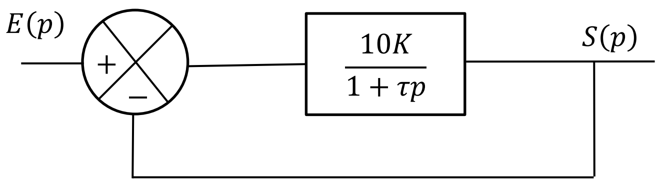
	Stabilité	Précision	Rapidité
$C(p)=K \nearrow$	↘	↗	↗
$C(p)=\frac{1}{p}$	↘	↗	↘
$C(p)=p$	↗	↘	↗

Application 1 : Correction Proportionnelle

Question 6: Donner la fonction de transfert $C(p)$ de ce correcteur.

$$C(p)=10$$

Question 7: Donner le schéma bloc du système ainsi corrigé.



Question 8: Donner la forme canonique de la fonction de transfert $\frac{S(p)}{E(p)}$ et ses coefficients caractéristiques.

$$H(p)=\frac{K_{BF}}{1+\tau_{BF}p}$$

$$K_{BF}=\frac{10K}{1+10K}=\frac{20}{1+20}=\frac{20}{21}=0,95$$

$$\tau_{BF}=\frac{\tau}{1+10K}=\frac{1}{1+20}=\frac{1}{21}=0,05$$

Question 9: Etudier l'influence du correcteur sur les 4 performances du cahier des charges pour ce système.

<table>
<tr><td>Stabilité</td><td>FTBF du 1° ordre → stable (pôle réel négatif)
Sinon, FTBO du 1° ordre → Critère du Revers OK
$\Delta\varphi > 90°$ car 1° ordre
$\omega_{c_0}{}^{BO} = \frac{\sqrt{100K^2 - 1}}{\tau} = \sqrt{400 - 1} = 19{,}97\ rd.s^{-1}$
$\Delta\varphi = \pi - \tan^{-1}(\tau\omega_{c_0}) = \pi - \tan^{-1}(19{,}97) = 1{,}62 = 92{,}87°$
ATTENTION : tout se calcul sur la……… BO !</td></tr>
<tr><td>Rapidité</td><td>$t_{r_{5\%}} = 3\tau_{BF} = 3 * 0{,}05 = 0{,}15\ s$</td></tr>
<tr><td>Précision</td><td><table><tr><td></td><td>$\alpha = 0$</td></tr><tr><td>ε_s</td><td>$\frac{1}{1+20} = \frac{1}{21} = 0{,}05$</td></tr><tr><td>$\varepsilon_v$</td><td>$\infty$</td></tr></table></td></tr>
</table>

Question 10: Vérifier que la modification des performances annoncée par ce correcteur est respectée et conclure sur sa capacité à satisfaire le cahier des charges.

La correction proportionnelle a

- Diminué la stabilité
- Augmenté la rapidité
- Augmenté la précision

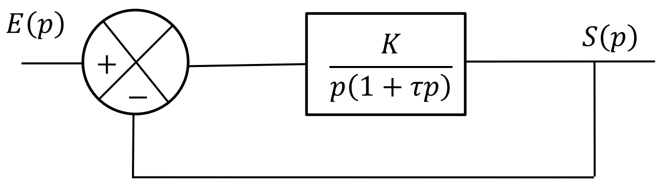
On ne pourra répondre au cahier des charges avec ce type de correcteur car l'écart statique ne sera jamais nul et l'écart en vitesse jamais fini.

Application 2 : Correction Intégrale pure

Question 11: Donner la fonction de transfert $C(p)$ de ce correcteur.

$$C(p) = \frac{1}{p}$$

Question 12: Donner le schéma bloc du système ainsi corrigé.



Question 13: Donner la forme canonique de la fonction de transfert $\frac{S(p)}{E(p)}$ et ses coefficients caractéristiques.

$$H(p)=\frac{S(p)}{E(p)}=\frac{FTBO(p)}{1+FTBO(p)}=\frac{\frac{K}{p(1+\tau p)}}{1+\frac{K}{p(1+\tau p)}}=\frac{K}{K+p+\tau p^2}=\frac{1}{1+\frac{1}{K}p+\frac{\tau}{K}p^2}$$

$$H(p)=\frac{1}{1+0{,}5p+0{,}5p^2}=\frac{K_{BF}}{1+\frac{2z_{BF}}{\omega_{0BF}}p+\frac{p^2}{\omega_{0BF}{}^2}}$$

$$K_{BF}=1$$

$$\omega_{0BF}=\sqrt{\frac{K}{\tau}}=\sqrt{2}=1{,}41 \quad ; \quad z_{BF}=\frac{1}{2}\omega_{0BF}\frac{1}{K}=\frac{\omega_{0BF}}{2K}=\frac{\sqrt{\frac{K}{\tau}}}{2K}=\frac{1}{2\sqrt{K\tau}}=0{,}35$$

Question 14: Etudier l'influence du correcteur sur les 4 performances du cahier des charges pour ce système.

Stabilité	FTBF du 2° ordre → stable (partie réelle de ses pôles négative) Sinon, FTBO du 2° ordre → Critère du Revers OK $\lvert G_{j\omega}\rvert=\frac{K}{\sqrt{\tau^2\omega^4+\omega^2}}=\frac{K}{\omega\sqrt{\tau^2\omega^2+1}}$ $\frac{K}{\omega_{c_0}^{BO}\sqrt{\tau^2{\omega_{c_0}^{BO}}^2+1}}=1$ $\tau^2{\omega_{c_0}^{BO}}^4+{\omega_{c_0}^{BO}}^2-K^2=0$ $X={\omega_{c_0}^{BO}}^2$ $\tau^2X^2+X-K^2=0$ $\Delta=1+4\tau^2K^2$ $X=\frac{\sqrt{1+4\tau^2K^2}-1}{2\tau^2}$ $\omega_{c_0}^{BO}=\sqrt{X}=\sqrt{\frac{\sqrt{1+4\tau^2K^2}-1}{2\tau^2}}=\sqrt{\frac{\sqrt{1+16}-1}{2}}=1{,}25\ rd.s^{-1}$ $\Delta\varphi=\pi+\arg\left(\frac{K}{j\omega_{c_0}^{BO}(1+j\tau\omega_{c_0}^{BO})}\right)=\pi-\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}(\tau\omega_{c_0}^{BO})$ $\boldsymbol{\Delta\varphi=\frac{\pi}{2}}-\tan^{-1}(\tau\omega_{c_0}^{BO})$ $\Delta\varphi=0{,}67\ rd=38{,}7\ °$
Rapidité	A l'aide de l'abaque : $\omega_0^{BF}t_{r5\%}=8$ $t_{r5\%}=\frac{8}{\omega_0^{BF}}=\frac{8}{\sqrt{2}}=5{,}66\ s$
Précision	<table><tr><td></td><td>$\alpha=1$</td></tr><tr><td>ε_s</td><td>0</td></tr><tr><td>ε_v</td><td>$\frac{1}{K}=\frac{1}{2}=0{,}5$</td></tr></table>

Question 15: Vérifier que la modification des performances annoncée par ce correcteur est respectée.

La correction intégrale a

- Diminué la stabilité
- Diminué la rapidité
- Augmenté la précision

Application 3 : Correction Intégrale optimisée

Question 16: Déterminer le correcteur à action intégrale a/p permettant d'obtenir le plus faible temps de réponse à 5%

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

En reprenant les formules de la question 13 et en remplaçant $K \ par \ aK$, il vient :

$$\omega_0^{BF} = \sqrt{\frac{aK}{\tau}} = \sqrt{aK}$$

$$z_{BF} = \frac{\omega_0^{BF}}{2aK} = \frac{\sqrt{aK}}{2\sqrt{\tau aK}} = \frac{1}{2\sqrt{\tau aK}}$$

Pour avoir le temps de réponse le plus faible, il faut : $\boldsymbol{z_{BF} = 0,69}$ (et pas $\frac{\sqrt{2}}{2}$)

$$z_{BF} = \frac{1}{2\sqrt{\tau aK}} \Leftrightarrow 2\sqrt{\tau aK} = \frac{1}{z_{BF}} \Leftrightarrow a = \frac{1}{4K\tau {z_{BF}}^2}$$

$$z_{BF} = 0{,}69 \Rightarrow \boldsymbol{a = \frac{1}{4K\tau * 0,69^2} = 0,26}$$

$$C(p) = \boldsymbol{\frac{0,26}{p}}$$

Question 17: Donner les nouveaux coefficients caractéristiques de la fonction de transfert $\frac{S(p)}{E(p)}$.

$$K^{BF} = 1 \quad ; \quad z^{BF} = 0{,}69 \quad ; \quad \omega_0^{BF} = \sqrt{0{,}26 * 2} = 0{,}72$$

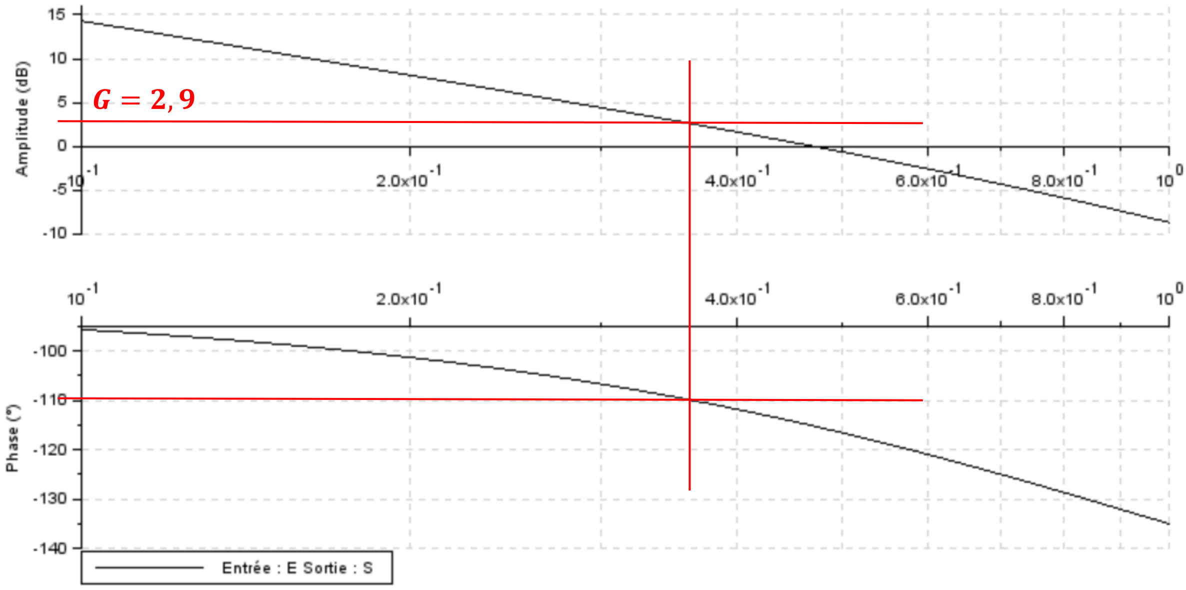
Question 18: Etudier l'influence du correcteur sur les 4 performances du cahier des charges pour ce système.

Stabilité	FTBF du 2° ordre → stable (partie réelle de ses pôles négative) Sinon, FTBO du 2° ordre → Critère du Revers OK $\tau^2 {\omega_{c_0}^{BO}}^4 + {\omega_{c_0}^{BO}}^2 - aK^2 = 0$ $\omega_{c_0}^{BO} = \sqrt{\frac{\sqrt{1+4\tau^2(aK)^2}-1}{2\tau^2}} = 0{,}47\ rd.s^{-1}$ $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2} - \tan^{-1}(\tau\omega_{c_0}^{BO})$ $\Delta\varphi = 1{,}13\ rd = 64{,}62\ °$
Rapidité	A l'aide de l'abaque : $\omega_0^{BF} t_{r5\%} = 3$ $t_{r5\%} = \frac{3}{\omega_0^{BF}} = \frac{3}{0{,}72} = 4{,}14$
Précision	<table><tr><td></td><td>$\alpha = 1$</td></tr><tr><td>ε_s</td><td>0</td></tr><tr><td>ε_v</td><td>$\frac{1}{aK} = \frac{1}{0{,}26 * 2} = 1{,}9$</td></tr></table>

MODELE

Application 4 : Correction Intégrale 2

Question 19: Déterminer graphiquement le correcteur à action intégrale a'/p permettant de respecter le critère de marge de phase en vous aidant des diagrammes de Bode de la page suivante



$$TG = -2{,}9 = 20\log k \Rightarrow k = 10^{\frac{TG}{20}} = 10^{\frac{-2{,}9}{20}} = 0{,}716$$

$$C(p) = \frac{ak}{p} = \frac{0{,}26 * 0{,}716}{p} = \frac{0{,}19}{p} = \frac{a'}{p}$$

Question 20: Donner les nouveaux coefficients caractéristiques de la fonction de transfert $\frac{S(p)}{E(p)}$.

$$K_{BF} = 1 \quad ; \quad \omega_{0_{BF}} = \sqrt{\frac{Ka'}{\tau}} = 0{,}62 \quad ; \quad z_{BF} = \frac{\omega_{0_{BF}}}{2Ka'} = 0{,}81$$

Question 21: Etudier l'influence du correcteur sur les 4 performances du cahier des charges pour ce système.

Stabilité	$\omega_{c_0}^{BO} = \sqrt{\frac{\sqrt{1+4\tau^2(a'K)^2}-1}{2\tau^2}} = 0{,}36\, rd.s^{-1}$ $\Delta\boldsymbol{\varphi} = \frac{\boldsymbol{\pi}}{\mathbf{2}} - \tan^{-1}\left(\tau\omega_{c_0}^{BO}\right) = 1{,}22\, rd = 70{,}31\,°$
Rapidité	$\omega_0^{BF} t_{r_{5\%}} \approx 3{,}3$ J'ai fait une résolution à peu près propre avec règle ! Si on garde 3 le temps est bon… $t_{r_{5\%}} = \frac{3{,}3}{\omega_0^{BF}} = 5{,}35$
Précision	<table><tr><td></td><td>$\alpha = 1$</td></tr><tr><td>ε_s</td><td>0</td></tr><tr><td>ε_v</td><td>$\frac{1}{a'K} = 2{,}63$</td></tr></table>

On respecte alors tous les critères sauf le temps de réponse…

MODELE

Bilan des corrections abordées

Question 22: Comparer les résultats précédents

	Bouclé	Proportionnel	Intégral pur	Intégral 1	Intégral 2
$C(p)$	1	10	$\frac{1}{p}$	$\frac{0{,}26}{p}$	$\frac{0{,}19}{p}$
$\Delta\varphi$	$120°$	$92{,}9°$	$38{,}7\,°$	$64{,}6\,°$	$70\,°$
$t_{r_{5\%}}$	1	$0{,}14$	$5{,}66$	$4{,}14$	$5{,}3$
ε_s	$0{,}33$	$0{,}05$	0	0	0
ε_v	$+\infty$	$+\infty$	$0{,}5$	$1{,}9$	$2{,}6$
ω_{c_0}	$1{,}73$	$19{,}97$	$1{,}25$	$0{,}47$	$0{,}36$

Si l'erreur statique doit être nulle (et l'erreur de trainage limitée), il faut utiliser une correction intégrale. Dans ce cas, le plus faible temps de réponse à 5% est de 4,24s, mais plus ce temps est faible, plus l'erreur de trainage est grande.
Les marges de stabilité avec la correction intégrale ont diminué, la situation où le temps de réponse à 5% est le plus faible présente une marge encore trop faible, il manque 5°.
On pourrait peut-être trouver le facteur permettant d'avoir exactement une réponse en 5s, ce que l'on ne fera pas…

Question 23: Rappeler la fonction de transfert du correcteur retenu actuellement

$$C(p) = \frac{0{,}26}{p}$$

Correction de la phase

Question 24: Proposer le correcteur $A(p)$ basé sur les formules du cours permettant de répondre à tous les critères du cahier des charges.

$$A(p) = \frac{1 + aTp}{1 + Tp} \quad ; \quad a > 1$$

MODELE

Réglage de a	Réglage de T
$\sin^{-1}\left(\frac{a-1}{a+1}\right) = \theta$ $\frac{a-1}{a+1} = \sin\theta$ $a - 1 = a\sin\theta + \sin\theta$ $a - a\sin\theta = 1 + \sin\theta$ $a = \frac{1+\sin\theta}{1-\sin\theta}$ $\theta = 70 - 64{,}62 = 5{,}38° = 0{,}09\,rd$ $a = \frac{1+\sin\theta}{1-\sin\theta} = 1{,}21$	$\omega_{max} = \frac{1}{T\sqrt{a}}$ $\frac{1}{T\sqrt{a}} = \omega_{c_0}$ $T = \frac{1}{\omega_{c_0}\sqrt{a}} = \frac{1}{0{,}47\ \sqrt{1{,}21}} = 1{,}92$ Donne 1,92 avec 1,21, mais sans arrondis c'est 1,92 Alors : $aT = 2{,}32$

$$A(p) = \frac{1 + 2{,}32p}{1 + 1{,}92p}$$

Pour aller plus loin

Question 25: Déterminer la marge de phase réellement obtenue avec ce correcteur et expliquer l'origine d'une éventuelle de la différence

$$\Delta\varphi = 68{,}22$$

Remarque : Selon que l'on fait calculer a et T par XCOS ou qu'on les impose avec arrondis, on peut trouver un résultat légèrement différent
La pulsation de coupure à $0\ db$ a augmenté car le gain est modifié
Cela conduit à ne pas être précisément sur la valeur maximale de la remontée de phase.

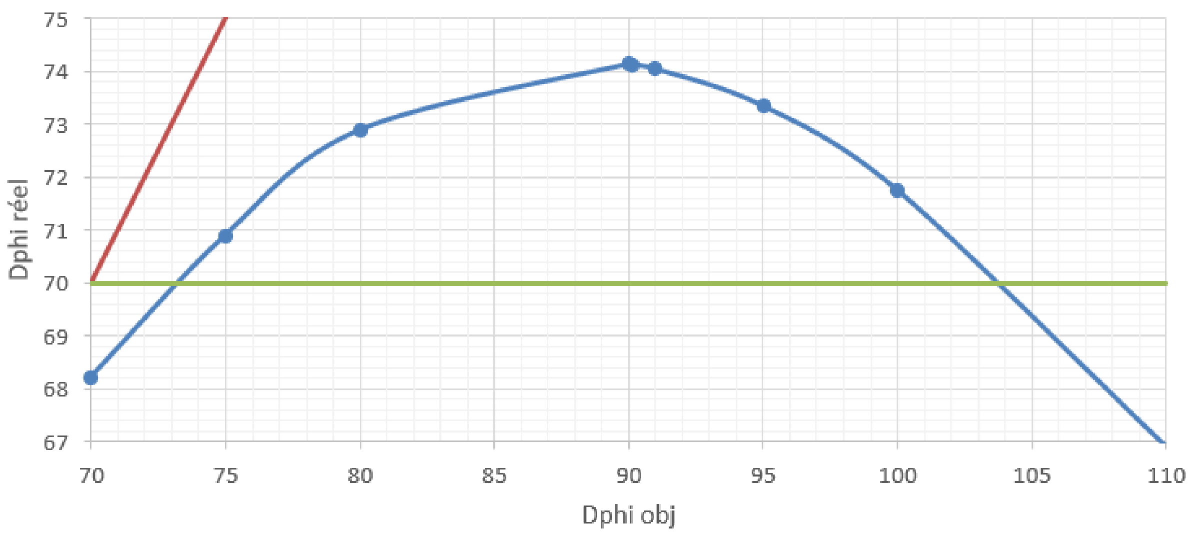
Question 26: Etudier la marge de phase obtenue lorsque l'on demande une remontée de phase de 50°

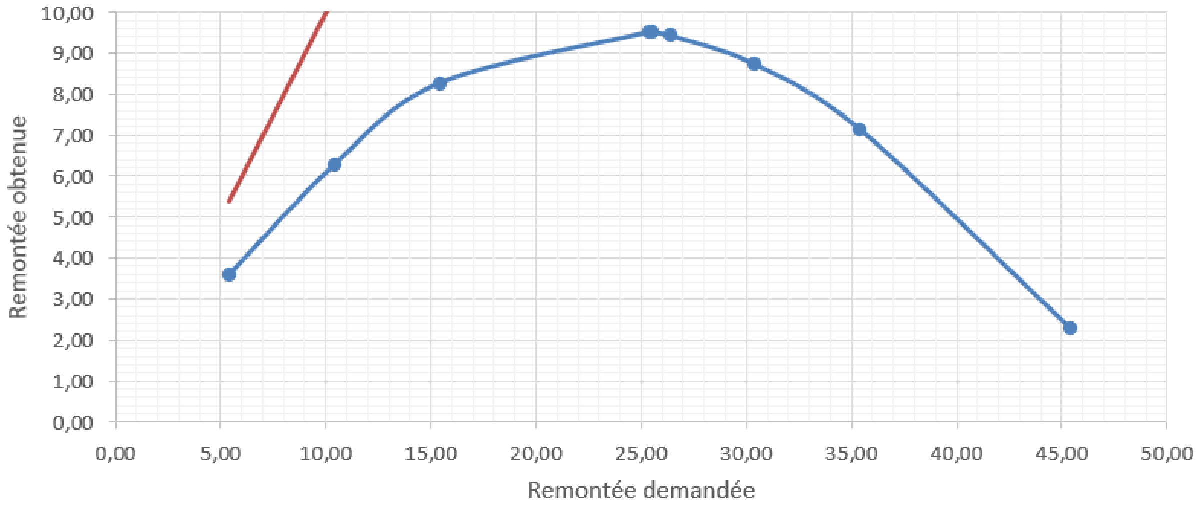
On obtient $\Delta\varphi = 64{,}18°$: C'est une diminution de la marge de phase…….

Question 27: En procédant par itérations, tracer la marge de phase obtenue en fonction de la marge souhaitée puis la remontée de phase obtenue en fonction de la remontée de phase souhaitée pour une marge souhaitée de 70 à 110°

$\Delta\varphi$	70	75	80	90	100	110
$Remontée$	4,47	9,47	14,47	24,47	34,47	44,47
a	1,17	1,39	1,67	2,41	3,61	5,68
T	2,03	1,86	1,70	1,41	1,16	0,92
$\Delta\varphi$ $réel$	68,22	70,9	72,89	74,14	71,76	66,91

MODELE

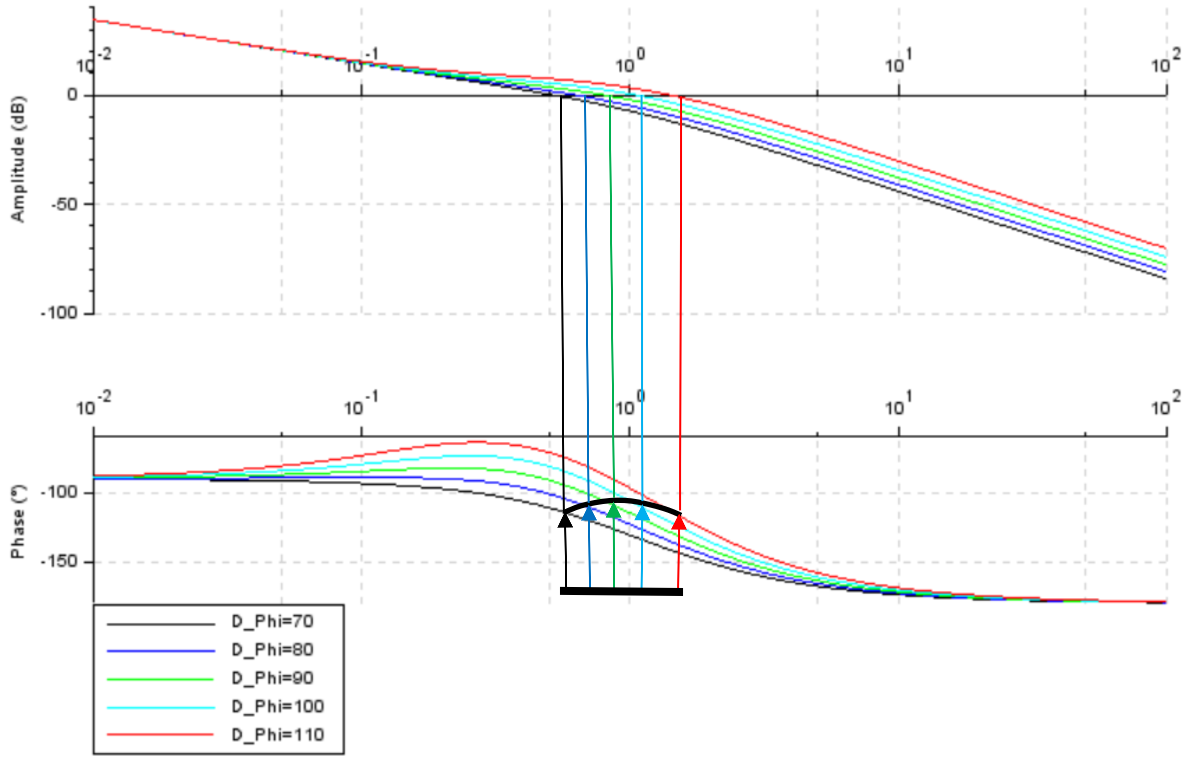


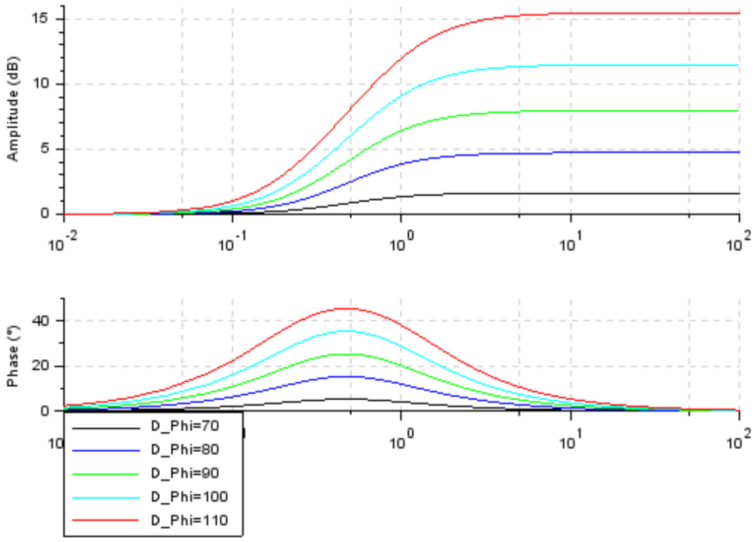


Question 28: Décrire et justifier le comportement obtenu (on pourra utiliser l'option Param. variation dans CPGE-Analyse pour tracer les différents diagrammes de Bode du système corrigé pour des marges souhaitées de 70 à 110°)

On ne trouve pas le comportement attendu, proche d'une droite y=x

Plus on demande de remontée de phase, plus le gain est « perturbé », ω_{c_0} augmente et on ne profite plus de la remontée de phase.



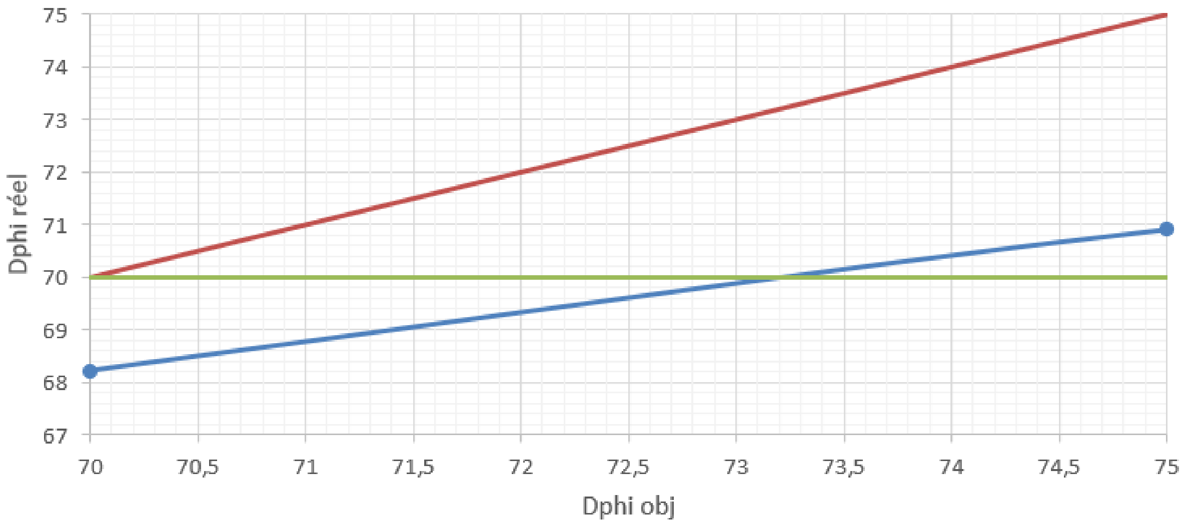


Question 29: Conclure sur les options simples à disposition pour essayer d'obtenir une marge de phase souhaitée

Solutions :

- Décaler le ω_{max} vers la droite – Avec XCOS, on met $\omega_{c_0} = 0{,}6$ et en demandant 70°, on obtient : $\Delta\varphi = 68{,}63$ ° - Le problème, c'est que cela décale aussi la courbe de gain ☹
- Demander une remontée de phase supérieure à celle souhaitée, comme on vient de le faire…

Question 30: Finalement, proposer un correcteur complet (intégrale et avance de phase) pour lequel la marge de phase obtenue est exactement égale à 70° et qui permette de satisfaire à tous les critères du cahier des charges



On voit qu'il faut demander une marge de phase de 73,2° environ pour avoir la marge de phase réelle de 70°.

Réglage de a	Réglage de T
$\sin^{-1}\left(\frac{a-1}{a+1}\right)=\theta$ $\frac{a-1}{a+1}=\sin\theta$ $a-1=a\sin\theta+\sin\theta$ $a-a\sin\theta=1+\sin\theta$ $a=\frac{1+\sin\theta}{1-\sin\theta}$ $\theta=73{,}2-64{,}62=8{,}58°=0{,}15\ rd$ $a=\frac{1+\sin\theta}{1-\sin\theta}=1{,}35$	$\omega_{max}=\frac{1}{T\sqrt{a}}$ $\frac{1}{T\sqrt{a}}=\omega_{c_0}$ $T=\frac{1}{\omega_{c_0}\sqrt{a}}=\frac{1}{0{,}47\ \sqrt{1{,}36}}=1{,}81$ Alors : $aT=2{,}45$

$$C(p)=\frac{0{,}26}{p}\frac{1+1{,}35p}{1+2{,}45p}$$

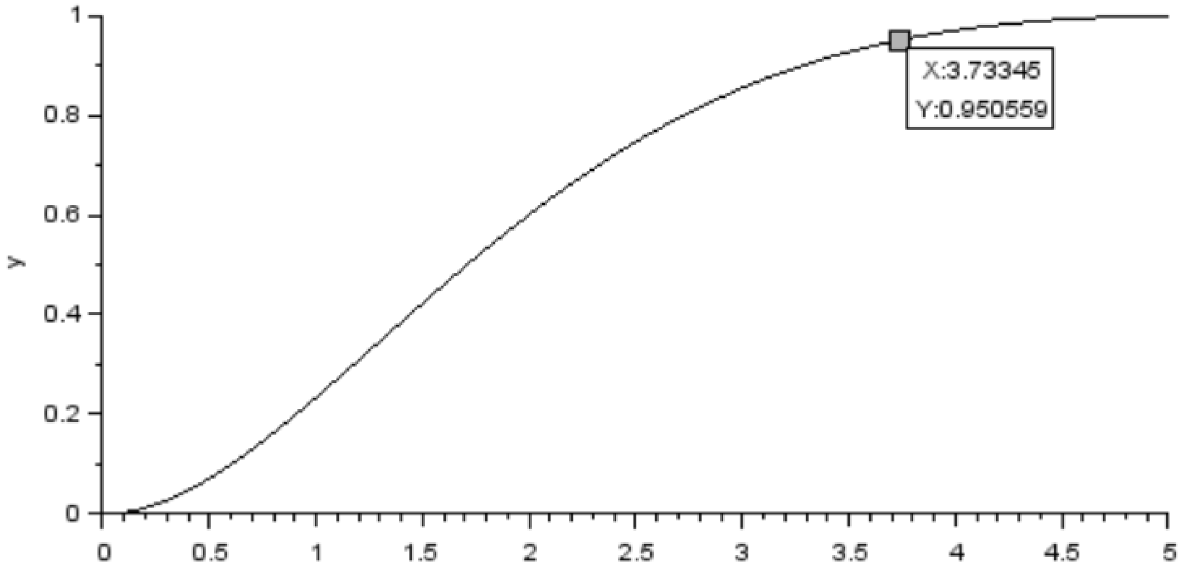
Question 31: Discuter des nouvelles performances obtenues

K_{BO} n'étant pas changé, on ne change pas les écarts

On augmente la BP certes mais quid de $t_{r5\%}$?

MODELE

Courbe de réponse simulée :



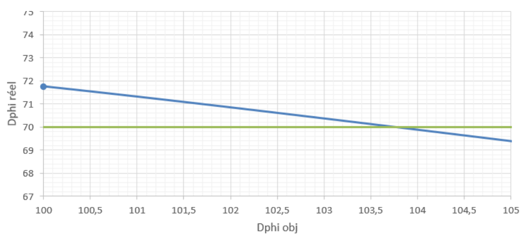
$$t_{r5\%} = 3{,}7\ s\ OK\ !!!$$

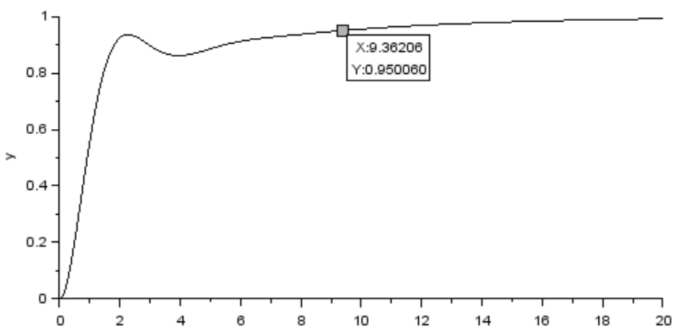
La marge de phase obtenue est :

$$\Delta\varphi = 70°\ :)$$

Tout est bon !!!

Remarque : on aurait pu se dire que prendre 103.8 (autre borne pour avoir 70° de marge) permettrait d'avoir un système encore plus rapide. Mais dans les faits, la réponse part plus vite certes, mais le tr5% augmente…





Nouveau correcteur à avance de phase

$$C''(p) = k\frac{0,26}{p}\frac{1 + 2,32p}{1 + 1,92p}$$

Question 32: Proposer un réglage de k afin d'obtenir exactement la marge de phase souhaitée

Comme vu dans le cours, il faut obtenir un diagramme de gain du correcteur qui passe par 0 en ω_{c_0}, il faut donc une translation de gain de

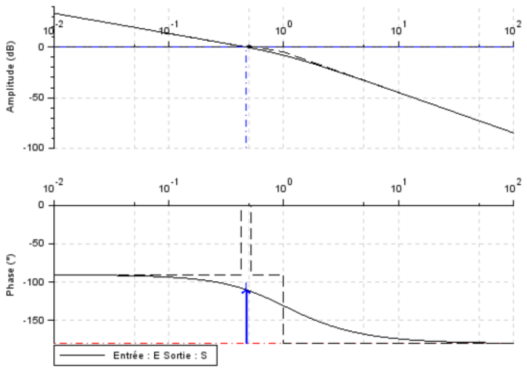
$$TG = -\frac{20\log a}{2} = -20\log\sqrt{a} = 20\log\left(\frac{1}{\sqrt{a}}\right)$$

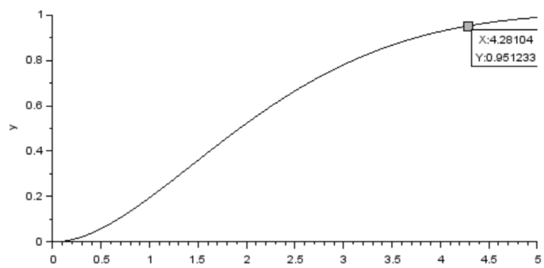
Il faut donc multiplier la FT du correcteur par :

$$k = \frac{1}{\sqrt{a}}$$

$$C''(p) = \frac{1}{\sqrt{1,21}}\frac{0,26}{p}\frac{1 + 2,32p}{1 + 1,92p}$$

Question 33: Discuter des nouvelles performances obtenues





Marge de gain infinie ; Marge de phase : 70.18°

$$FTBO(p) = \frac{\alpha}{p}\frac{1}{\sqrt{a'}}\frac{1 + a'T'p}{1 + T'p}\frac{K}{1 + Tp}$$

	$\alpha = 1$
ε_s	0
ε_v	$\frac{1}{aK\frac{1}{\sqrt{a'}}} = \frac{1}{0,26 * 2 * \frac{1}{\sqrt{1,21}}} = 2,12 < 3$

Marge de phase OK ☺

$t_{r_{5\%}} = 4,3\ s\ OK$!!!

Tout est OK !

Correcteur PI

Question 34: Rappeler la fonction de transfert de ce correcteur en fonction de K_i et T_i

$$C(p) = K_p + \frac{K_i}{p} = K_i \frac{1 + T_i p}{p} \quad ; \quad T_i = \frac{K_p}{K_i}$$

Question 35: Proposer le temps T_i du correcteur par compensation de pôles

On a une FTBO qui vaut :

$$\frac{K}{1 + \tau p}$$

On choisit T_i afin de compenser τ : $T_i = \tau = 1$

Soit :

$$FTBO(p) = \frac{K}{1 + \tau p} K_i \frac{1 + T_i p}{p} = \frac{K K_i}{p}$$

Question 36: Proposer un réglage K_i de afin de répondre au cahier des charges

Le réglage proposé donne un premier ordre en BO, et donc en BF, avec un gain statique de 1 😊 (mais ne soyons pas trop heureux quand même)
La marge de phase est de 90° (la phase de la BO est constante à -90°), donc le critère est vérifié.
La précision à un échelon d'entrée est vérifiée.

$$H(p) = \frac{S(p)}{E(p)} = \frac{G(p)}{1 + G(p)} = \frac{\frac{K K_i}{p}}{1 + \frac{K K_i}{p}} = \frac{K K_i}{p + K K_i} = \frac{1}{1 + \frac{1}{K K_i} p} = \frac{K_{BF}}{1 + \tau_{BF} p}$$

$$K_{BF} = 1$$

$$\tau_{BF} = \frac{1}{K K_i}$$

Il faut respecter les critères de rapidité et précision à une rampe. On a :

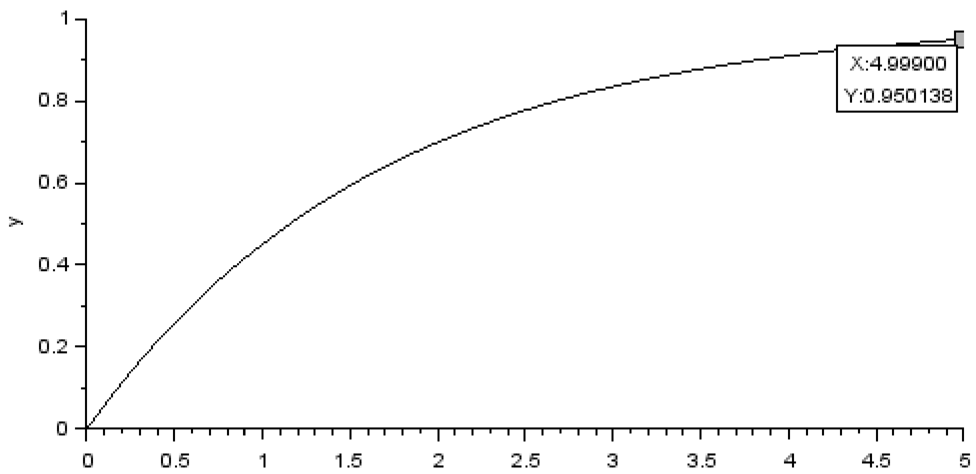
Rapidité : $t_{r_{5\%}} \leq 5\ s$	Précision à une rampe : $\lvert\varepsilon_v\rvert \leq 3\ m.s^{-1}$
$3\tau_{BF} \leq 5 \Leftrightarrow \tau_{BF} \leq \frac{5}{3}$ $\frac{1}{K K_i} \leq \frac{5}{3} \Leftrightarrow K K_i \geq \frac{3}{5}$ $\Leftrightarrow K_i \geq \frac{3}{5K} = \frac{3}{5 * 2} = \frac{3}{10} = 0{,}3$ $K_i \geq 0{,}3$	Système de classe 1 : $\varepsilon_v = \frac{1}{K_{BO}} = \frac{1}{K K_i} \leq 3$ $K K_i \geq \frac{1}{3} \Leftrightarrow K_i \geq \frac{1}{3K} = \frac{1}{3 * 2} = \frac{1}{6} = 0{,}1\overline{6}$

Question 37: Donner la fonction de transfert numérique du correcteur utilisé

$$K_i = 0{,}3$$
$$T_i = \tau = 1$$
$$K_p = T_i K_i = 0{,}3$$

$$C(p) = 0{,}3 + 0{,}3\frac{1}{p} = 0{,}3\frac{1+p}{p}$$

Résultat :



Question 38: Préciser ce qui limite sur K_i dans la réalité

Ce correcteur est fantastique 😊 On peut obtenir ce que l'on veut comme précision et rapidité… MAIS Les systèmes réels sont limités dans la consigne qu'ils peuvent donner, il y a des saturations.