CYCLE 3

CONCEVOIR LA PARTIE COMMANDE DES SYSTÈMES ASSERVIS AFIN DE VALIDER LEURS PERFORMANCES

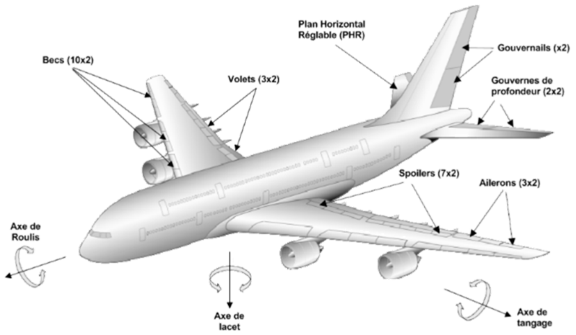
TP

PSI★

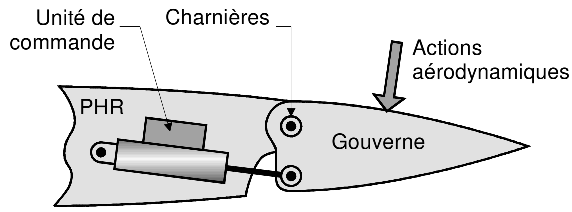
ANALYSE ET CONCEPTION D'UN CORRECTEUR

CORRECTION D'ALTITUDE

1 PROBLÉMATIQUE

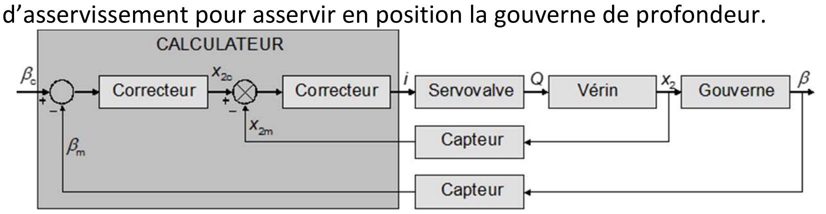


On se propose d'étudier la réalisation de la fonction *« Asservir en position la gouverne de profondeur »*. On se limitera à l'asservissement en position de la servocommande d'une gouverne intérieure.



Pour atteindre les performances, il y a nécessité d'asservir en position la gouverne de profondeur

La chaîne d'énergie qui permet de modifier l'inclinaison de gouverne de profondeur est composée d'une servovalve comme actionneur et d'un vérin comme effecteur. Comme le montre la figure suivante, il y a deux boucles d'asservissement pour asservir en position la gouverne de profondeur.



i : intensité alimentant la servovalve
Q : débit alimentant le vérin
β : inclinaison des gouvernes par rapport au PHR
x_2 : position de la tige du vérin

Nous allons seulement étudier l'asservissement en position de la tige du vérin (c'est-à-dire la première boucle d'asservissement) dont le cahier des charges est le suivant :

Exigence	Critères	Niveaux
Asservir en position la tige du vérin	Marge de phase	$\geq 60°$
	Marge de gain	≥ 10 dB
	Ecart de position	$\varepsilon_p = 0\ mm$
	Ecart de traînage pour une consigne $x_{2c}(t) = 0{,}1 \cdot t$	$\varepsilon_T < 0.2\ mm$
	Temps de réponse à 5% (échelon)	$t_{R5\%} < 0.45$s
	Dépassement (échelon)	$D^{\%} < 5\%$

On modélise cet asservissement par le schéma bloc suivant où :

- C(p) est la fonction de transfert du correcteur ;
- $FTBO_{nc}(p)$ est la fonction de transfert de la FTBO **non corrigée** : $FTBO_{nc}(p) = \frac{0,01}{p\left(1+\frac{2\times 0.0032}{161,7}p+\frac{p^2}{161,7^2}\right)}$.

Vous allez commencer par déterminer les performances du produit sans correcteur en utilisant Matlab.

Question 1 – Déterminer si les 6 critères du cahier des charges sont respectés. Conclure.

Objectifs
L'objectif du TP est de trouver les caractéristiques d'un correcteur qui permet de valider le cahier des charges.

2 Action proportionnelle

On choisit d'utiliser un correcteur proportionnel dont la fonction de transfert est $C(p) = K_p$

Question 2 – Trouver la plus grande valeur de K_p qui permet de vérifier les marges de stabilité.
Question 3 – Expliquer pourquoi l'écart de position (ou écart statique) ne dépend pas de la valeur de K_p.
Question 4 – Trouver la plus grande valeur de K_p qui permet de vérifier l'écart de trainage. Conclure.
Question 5 – Faire un bilan, dans un tableau, de l'influence de K_p (pour K_p>1) sur les 3 performances : stabilité, précision et rapidité. Quelles sont les performances qui vont ensemble et celles qui sont antagonistes ?
Question 6 – Un correcteur proportionnel suffit-il à vérifier le cahier des charges ?

3 Correcteur à retard de phase

On choisit d'utiliser un correcteur à retard de phase dont la fonction de transfert est $\mathrm{C(p)} = K\frac{1+.T.p}{1+b.T.p}$avec $b > 1$ et $\sin\varphi_m = \frac{1-a}{1+a}$.

Question 7 – Déterminer les paramètres du correcteur à retard de phase pour vérifier le critère de précision sans impacter la stabilité du système.

4 Action intégrale.

On choisit d'utiliser un correcteur intégral dont la fonction de transfert est $\mathrm{C(p)} = \frac{K_I}{p}$.

Question 8 – Faire un bilan, dans un tableau, de l'influence de la présence d'un correcteur intégral sur les 2 performances : stabilité et précision.

5 Correcteur à avance de phase

On ajoute un intégrateur pour obtenir un écart nul en vitesse.
On choisit d'utiliser un correcteur à avance de phase dont la fonction de transfert est $\mathrm{C(p)} = K\frac{1+a.T.p}{1+T.p}$avec a>1.

Question 10 – Déterminer les paramètres du correcteur à avance de phase pour vérifier le critère de stabilité.

6 Correcteur « compensateur »

On choisit un correcteur, réalisable numériquement, de fonction de transfert : $\mathrm{C(p)} = K_c.\frac{N(p)}{D(p)} = K_c.\frac{1+\frac{2.\xi}{\omega_0}p+\frac{p^2}{\omega_0^2}}{1+\frac{2.\xi_c}{\omega_c}p+\frac{p^2}{\omega_c^2}}$.

Caractéristiques du correcteur :

- le gain K_c du correcteur est choisi égal à 50 ;
- le facteur d'amortissement ξ_c est choisi égal à 0,7 ;
- le numérateur $N(p)$ de $C(p)$ est choisi égal au terme du second ordre du dénominateur de la fonction $H(p)$.

Question 11 – Justifier les choix de la valeur du gain de boucle K_c et celle du facteur d'amortissement ξ_c.
Question 12 – Donner la nouvelle expression de la FTBO. Expliquer le nom de ce correcteur.
Question 13 – Que vaut la phase de la FTBO pour ω_c ? Pour quelles valeurs de ω_c le système est-il instable ?
Question 14 – Donner la valeur de ω_c qui permet de vérifier la marge de phase de 60°.

7 Correcteur PID

Afin de profiter des avantages des trois actions précédentes, on utilise un correcteur Proportionnel-Intégral-Dérivé : $\mathrm{C(p)} = K_p + K_D.p + \frac{K_I}{p} = K.\frac{1+\frac{2.\xi}{\omega_0}p+\frac{p^2}{\omega_0^2}}{p}$

Repartir du système sans correction

Utiliser le correcteur PID(s) proposé par Matlab et sa fonction "Tune" pour obtenir une optimisation automatique des paramètres.

Question 17 – Analyser les résultats obtenus et modifier éventuellement le système.