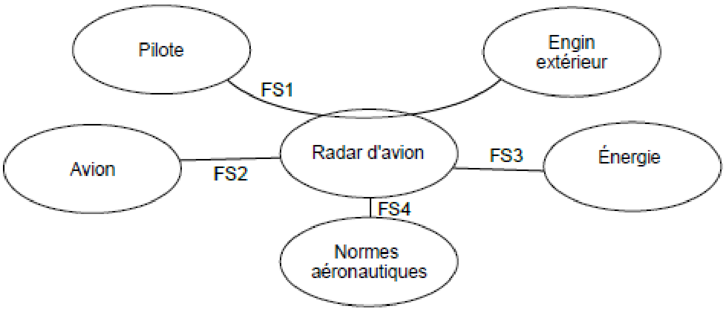
TD – SLCI : étude des systèmes fondamentaux du 2nd ordre

Problème : Analyse d'un radar d'avion

Le support d'étude est un radar d'avion. Il permet au pilote de connaître la position des engins extérieurs (avions, hélicoptères, bateaux, ...)

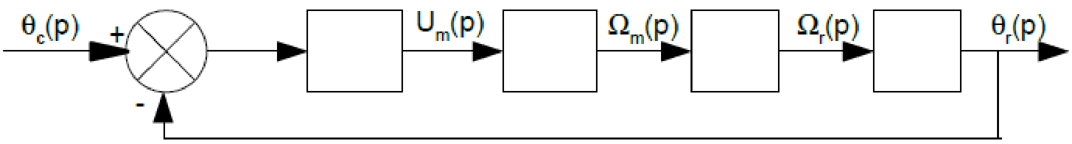


FS1 : permettre au pilote de connaître la position des engins extérieurs
FS2 : s'adapter à l'avion
FS3 : s'adapter à l'énergie
FS4 : respecter les normes aéronautiques

Fonction	Critère	Niveau
FS1	Rapidité	$t_{5\%} < 0,2$ s
	Bande passante	$\omega_{3dB} > 18$ rad.s^{-1}
	Précision	erreur < 2%

L'objectif de cette étude est de vérifier les performances de la fonction FS1, décrites dans le cahier des charges de ce système.

On réalise un asservissement de position angulaire du radar d'avion : l'angle souhaité est $\theta_c(t)$, l'angle réel du radar est $\theta_r(t)$. La différence des deux angles est transformée en une tension $u_m(t)$, selon la loi $u_m(t)=A\left(\theta_c(t)-\theta_r(t)\right)$. La tension $u_m(t)$ engendre, via un moteur de fonction de transfert $H_m(p)$, une vitesse angulaire $\omega_m(t)$. Cette vitesse angulaire est réduite grâce à un réducteur de vitesse, selon la relation $\omega_r(t)=B\,\omega_m(t)$ $(B<1)$, $\omega_r(t)$ étant la vitesse angulaire du radar : $\omega_r(t)=\dfrac{d\theta_r(t)}{dt}$.



Q1. *Après avoir recopié sur la copie le schéma bloc ci-dessus, inscrire dans les cases l'expression des fonctions de transfert.*

Après passage dans le domaine de Laplace des équations du moteur électrique seul, on arrive à la fonction de transfert suivante pour $H_m(p) = \Omega_m(p) / U_m(p)$:

$$\boxed{H_m(p) = \frac{k_m}{k_e.k_m + RJp}}$$

Q2. *Montrer que $H_m(p)$ peut se mettre sous la forme d'un système de 1er ordre dont vous déterminerez K_m et τ_m*

TD – SLCI : étude des systèmes fondamentaux du 2nd ordre

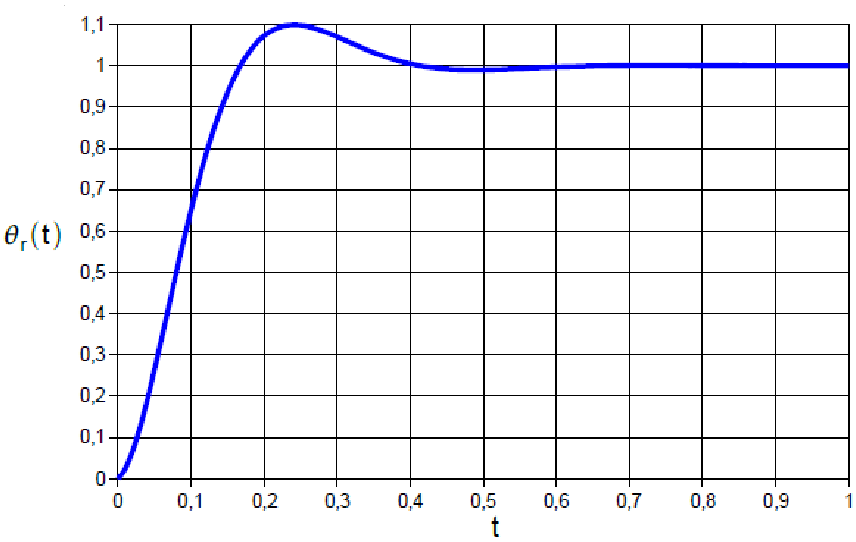
Q3. *Déterminer $w_m(t)$ lorsque $u_m(t)$ est un échelon de tension d'amplitude U_0. Exprimer ce résultat en fonction de Km, τ_m et U_0. Préciser la valeur de $w_m(t)$ à l'origine, la pente de la tangente à l'origine et la valeur finale atteinte par $w_m(t)$ quand t tend vers l'infini, en fonction de Km, τ_m et U_0.*

Q4. *Déterminer la fonction de transfert $H(p) = \theta_r(p) / \theta_c(p)$. Montrer que cette fonction peut se mettre sous la forme :*

$$H(p) = \frac{K}{1+(2\xi/w_0).p + p^2/w_0^2}$$

Déterminer les constantes K, ξ et w_0 en fonction de K_m, τ_m, A et B.

La réponse temporelle $\theta_r(t)$ à un échelon unitaire est donnée sur la figure suivante :

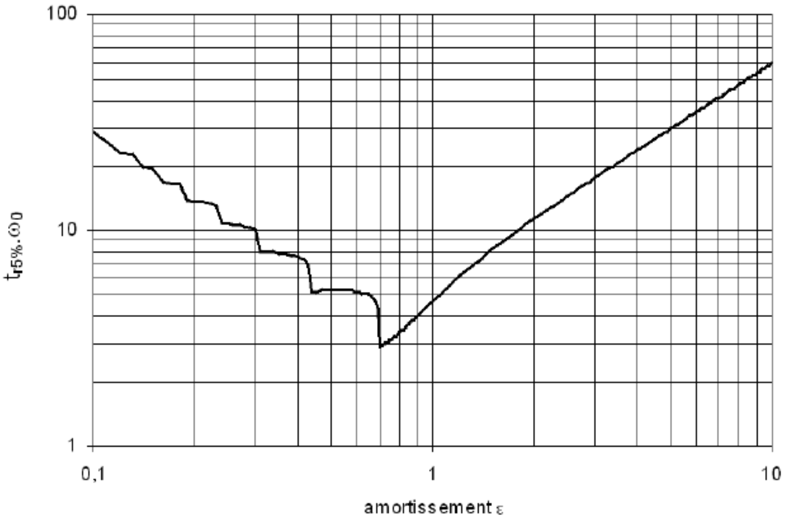


$$D_{1R} = \frac{D_1(\%)}{100} = \frac{s(t_1) - s(\infty)}{s(\infty)} = \frac{D_1}{E_0.K} = e^{-\frac{\xi.\pi}{\sqrt{1-\xi^2}}}$$

Q5. *Déterminer, en expliquant la démarche utilisée, les valeurs numériques de K, ξ et w_0*

Sans préjuger du résultat trouvé dans la question précédente, on prendra, pour la suite : K=1 , ξ=0,5 et w_0=15 rad.s^{-1} .

Q6. *Déterminer, en expliquant la démarche utilisée, le temps de réponse à 5%. Conclure quant la capacité du radar à vérifier le critère de rapidité de la fonction FS1.*


100
10
1
0,1
1
10
$t_{5\%}.\omega_0$
amortissement ε