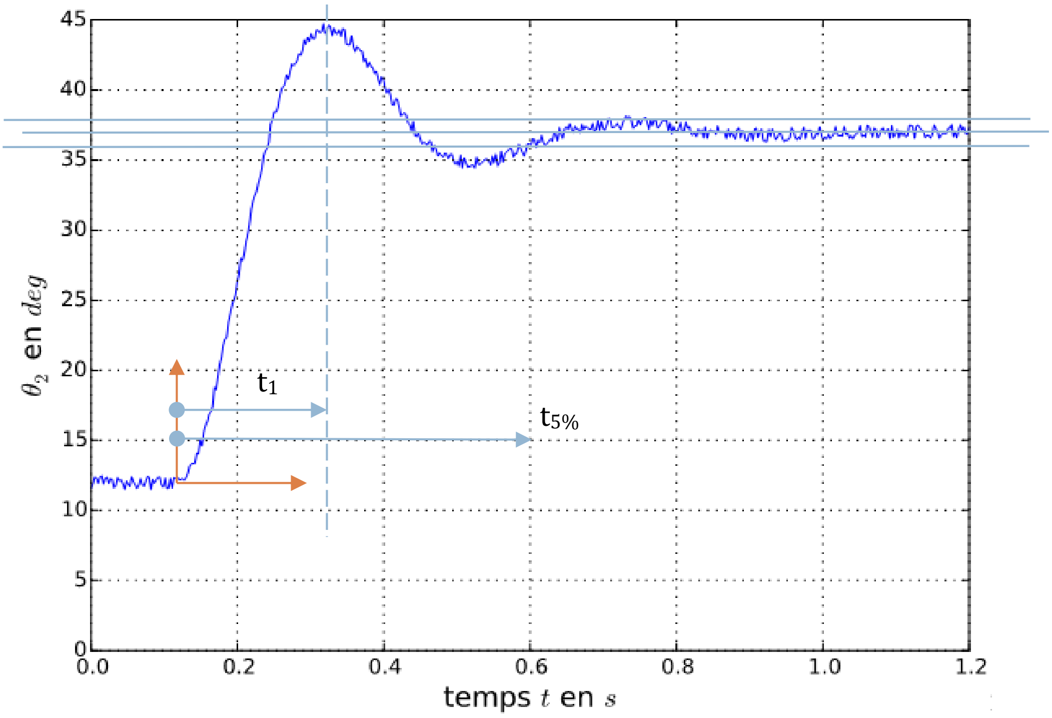
TD 11

1. Avec justifications, proposez un type de modèle et identifier ses constantes après avoir Bras de robot

La courbe ci-dessous est issue du comportement dynamique en rotation θ_2 (axe n° 2) d'un bras de robot sollicité par une variation, modélisée par un échelon, du couple moteur M_2 d'amplitude $\Delta C_0 = 20\ N.m$.

La position angulaire du bras est tracée. On visualise, sur la réponse, un retard $T = 0{,}15\ s$ dû au frottements secs de la transmission de puissance du bras.



On remarque que la réponse présente, après le retard, une pente nulle. Par ailleurs, la réponse converge vers une valeur asymptotique. Enfin, on observe des oscillations amorties.

On peut penser que le système testé a un comportement de 2nd ordre (avec z<1) retardé.

Pour nos calculs, il faudra créer une ***nouvelle origine*** par décalage de l'abscisse (du retard) et de l'ordonnée (de 12°). Nous pourrons alors utiliser les formules du cours.

2. Déterminer la valeur du premier dépassement.

On a $D_1 = \left|\frac{\theta_2(t_1)-\theta_2(\infty)}{\theta_2(\infty)-\theta_2(0)}\right| = \left|\frac{44{,}5-37}{37-12}\right| = 0{,}3 \quad (et \quad t_1 = 0{,}2\ s).$

3. Identifier un modèle de comportement à partir de la courbe. Mettre la fonction de transfert sous forme canonique et préciser les grandeurs caractéristiques.

On a $H(p) = \frac{K}{1+\frac{2.z}{\omega_0}.p+\frac{1}{\omega_0^2}.p^2}.e^{-T.p}$

$D_1 = 0{,}3$ conduit par formule ou abaque à $z = 0{,}35$

$t_1 = 0{,}2\ s$ conduit par formule à $\omega_0 = 17{,}2\ rad.s^{-1}$

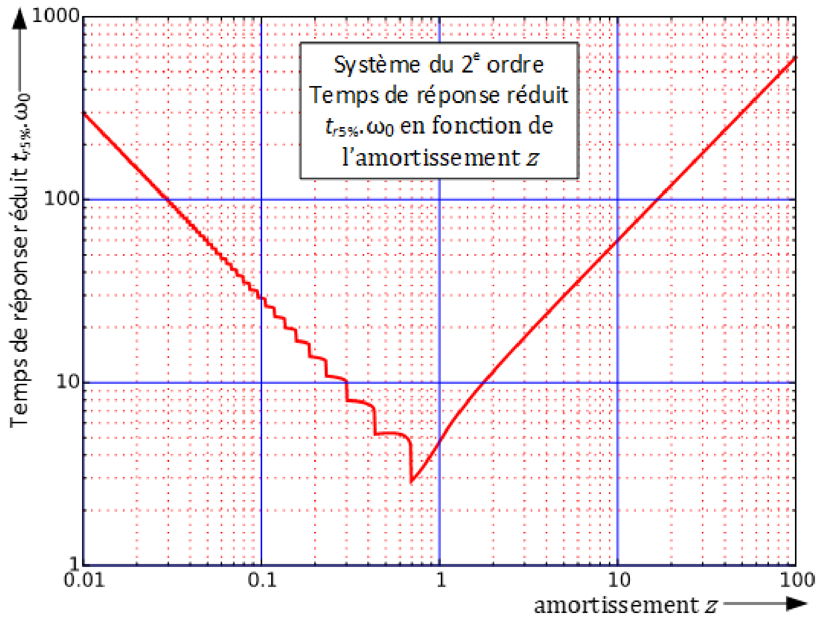
Enfin, $K = \left|\frac{\theta_2(\infty)-\theta_2(0)}{\Delta C_0}\right| = \left|\frac{37-12}{20}\right| = 1{,}25\ °.N^{-1}.m^{-1} = 0{,}022\ rad.N^{-1}.m^{-1}$

Toutes les constantes doivent avoir des unités légales.

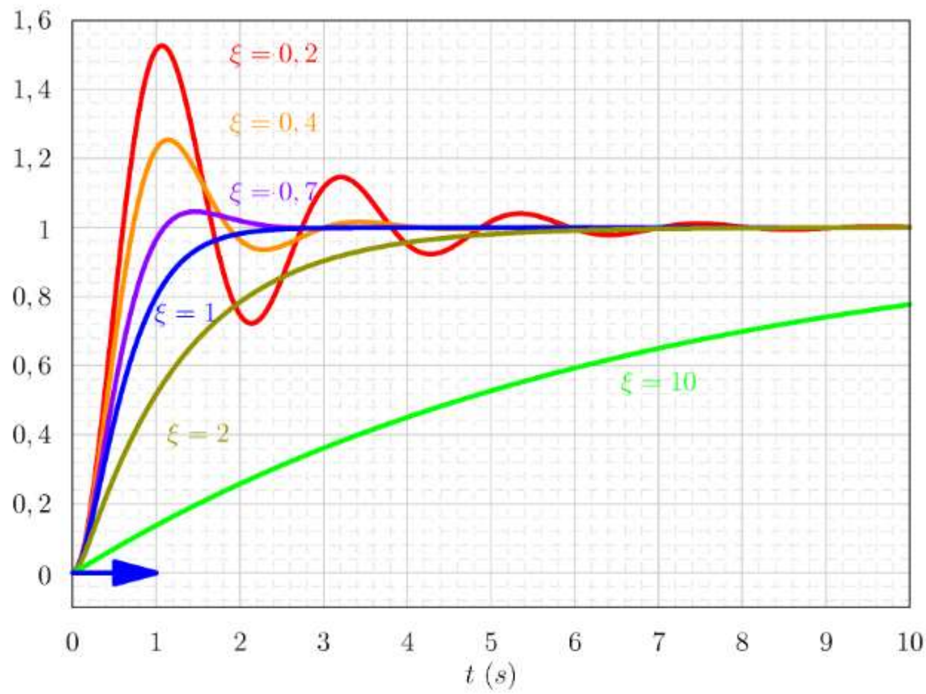
4. Identifier sur la courbe le temps de réponse à 5%, $\boldsymbol{t_{r5\%}}$. Comparer avec le résultat obtenu par l'abaque ci-dessus.

Sur la courbe temporelle, il faut prendre $\theta_2(\infty) = 37 - 12 = 25°$ et tracer un bandeau de ± 5 % et on lit $\boldsymbol{t_{r5\%}} = 0{,}45\ s$ (retard exclu !)

Sur l'abaque, pour $z = 0{,}35$, on lit $\boldsymbol{t_{r5\%}}.\omega_0 = 8\ et\ donc\ \boldsymbol{t_{r5\%}} = 0{,}47\ s$.



1. VÉRIFICATION

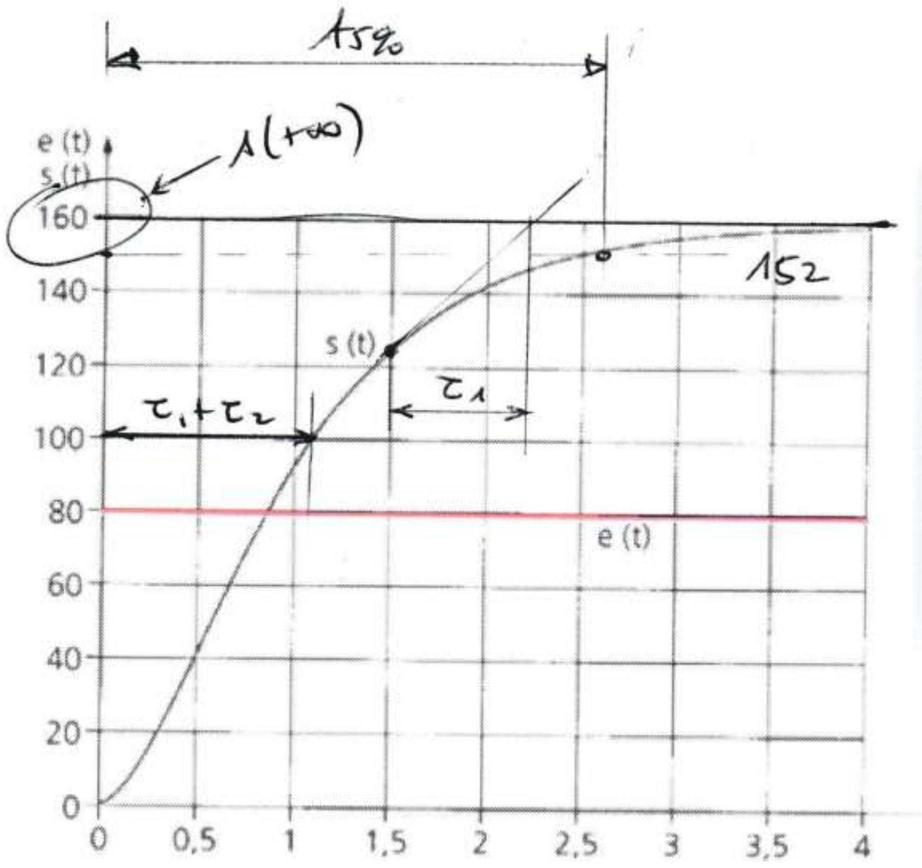


Les courbes ci-contre sont données comme les réponses indicielles unitaires d'un second ordre pour différentes valeurs du facteur d'amortissement (noté ξ dans ce cas).

1. Vérifier la validité de ces courbes.

Pour $z = 0{,}2$ on contrôlera que D_1 est correct.

2. PRÉCONTRAINTE DU BÉTON



La mesure de l'allongement du câble métallique, produit par le dispositif hydraulique de tension automatique, est notée $s(t)\ (en\ mm)$ La courbe représentative de $s(t)$ est tracée pour une entrée en pression $e(t) = 80.u(t)\ (en\ bar)$.

1. Déterminer $\boldsymbol{H(p)} = \frac{S(p)}{E(p)}$ caractérisant le comportement du dispositif.

On a une réponse a-périodique sur-amortie. C'est un 2nd ordre avec $z \geq 1$.

Cela signifie que ce 2nd ordre peut être mis sous la forme d'un produit de deux 1er ordre,

$$H(p) = \frac{K}{(1+\tau_1.p).(1+\tau_2.p)}$$

Les constantes de temps sont déterminées (approximativement) par construction graphique.

$$\tau_1 = 0{,}75\ s\ \ et\ \ \tau_2 = 1{,}1 - 0{,}75 = 0{,}35\ s$$

$$on\ a\ aussi\quad K = 2\ mm.bar^{-1} = 2.10^{-8}\ m.Pa^{-1}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{\tau_1.\tau_2}} = 1{,}95\ rad.s^{-1}\quad et\quad z = \frac{\tau_1+\tau_2}{2\sqrt{\tau_1.\tau_2}} = 1{,}07$$

2. Calculer $\boldsymbol{t_{5\%}}$ et vérifier graphiquement ce résultat.

Sur l'abaque, pour $z = 1{,}07$, on lit $\boldsymbol{t_{r5\%}}.\omega_0 = 5\ et\ donc\ \boldsymbol{t_{r5\%}} = 2{,}56\ \ s$.

Idem sur la courbe temporelle.

3. RÉGLAGE D'UN CORRECTEUR PROPORTIONNEL

Voir DS 3

On choisit $z = 1$ car le système est alors le plus rapide sans dépassement.

4. FORME CANONIQUES DES FONCTIONS SUIVANTES (DEUX FORMES PARFOIS)

$H_1(p) = 10.\frac{1}{(1+0,5p).(1+0,25p)}$ déjà canonique !

$$H_2(p) = \frac{5(4+p)}{p(2.p+p)} = \frac{\frac{20}{3}}{p^2}.(1+0.25.p)$$

$$H_3(p) = 20.\frac{(1+5.p)}{1+\frac{2.0,4}{10}p+\frac{1}{10^2}p^2}$$

$$H_4(p) = \frac{2}{p}.\frac{(1+0,9.\mathrm{p})}{(1+0,25.p).(1+0,125.p)}$$

5. DETERMINER LES CONSTANTES CARACTERISTIQUES DES REPONSES INDICIELLES DES SLCI MODELISES PAR LES FONCTIONS QUI SUIVENT :

$$H_5(p) = \frac{10}{(1+0,5p).(1+0,25p)} \;\; ; \;\; H_6(p) = \frac{450}{100+5p+p^2}$$

Classique !

6. DECOMPOSER LES FONCTIONS DE LA QUESTION 5 EN ELEMENTS SIMPLES.

$$H_5(p) = 10.\frac{1}{(1+0,5p).(1+0,25p)} = 10.\left(\frac{a}{(1+0,5p)}+\frac{b}{(1+0,25p)}\right) = etc\ ...$$

$$H_6(p) = \frac{4,5}{1+\frac{2.0,25}{10}p+\frac{1}{10^2}p^2}\ et\ comme\ z<1, les\ pôles\ sont\ complexes\ conjugués\ ...$$

$$H_6(p) = 4,5.\frac{1}{1+\frac{2.0,25}{10}p+\frac{1}{10^2}p^2} = 4,5.\frac{A.p+B}{(p+z.\omega_0)^2+\omega_p^2} = \frac{p+2.z.\omega_0}{(p+z.\omega_0)^2+\omega_p^2} = \cdots et\ voir\ la\ page\ \frac{6}{12}\ du\ C11.$$