-Université De M'sila-

-Département de Génie Electrique -

-Travaux Pratiques système asservi -

-Spécialité : Licence Automatique –L2-

-Année 2019/2020-

Responsable du Module : Dr. BENYOUNES Abdelhafid

TP3 : Etude du comportement d'un système du 2ème ordre

Durée:1h30m

I- Objectifs :

- Modéliser et Simuler des Systèmes de 2ème ordre avec Simulink
- Etudier le comportement d'un Système de 2ème ordre Mesurer les paramètres qui caractérisent les différentes réponses : temps de montée ; temps de réponse, dépassement, erreur statique
- Observer la réponse d'un système instable

II- RAPPEL THEORIQUE :

On appelle système du second ordre tout système régi par une équation différentielle du second ordre à coefficients constants, l'équation s'écrit sous sa forme canonique suivante :

$$\frac{1}{\omega_n^2}\frac{d^2 s(t)}{dt}+\frac{2z}{\omega_n}\frac{ds(t)}{dt}+s(t)=Ke(t)$$

avec:

- ω_n : la pulsation propre du système non amorti (rd/s) si l'unité du temps est en seconde;
- K : gain statique de dimension = [dimension de s]/[dimension de e];
- z : facteur ou coefficient d'amortissement, parfois noté m ou ξ (sans dimension).

On associe au système un bloc à l'intérieur duquel on inscrit sa fonction de transfert en précisant que E(s) et S(s) sont respectivement l'entrée et la sortie du système :

$$E(s) \longrightarrow \boxed{H(s) = \frac{Kw_n^2}{s^2+2zw_n s+w_n^2}} \longrightarrow S(s)$$

Les pôles de la fonction de transfert sont les racines de l'équation caractéristique (Dénominateur). La réponse indicielle est la réponse à l'excitation $e(t) = E_0 u(t)$; soit $u(p) = \dfrac{E_0}{p}$

$$S(s) = \frac{KE_0}{s(\frac{1}{\omega_n^2}s^2 + \frac{2z}{\omega_n}s + 1)}$$

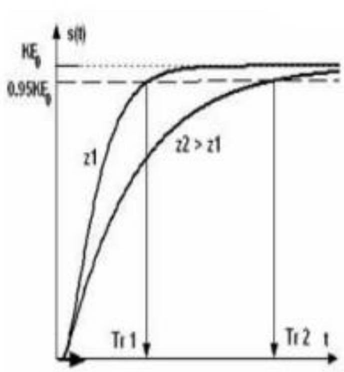
La tangente à l'origine est donc nulle. La courbe démarre tangentiellement à l'axe du temps, passe par une phase transitoire avant de se stabiliser à sa valeur finale $K\ E_0$. L'allure du régime transitoire dépend de la nature des pôles de la fonction de transfert.

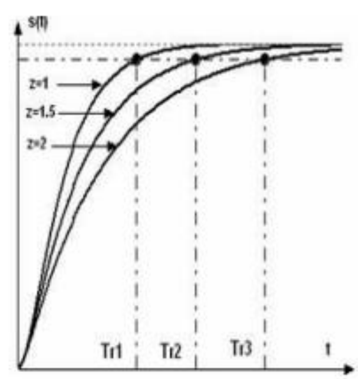
- Comportement transitoire en fonction du coefficient d'amortissement :

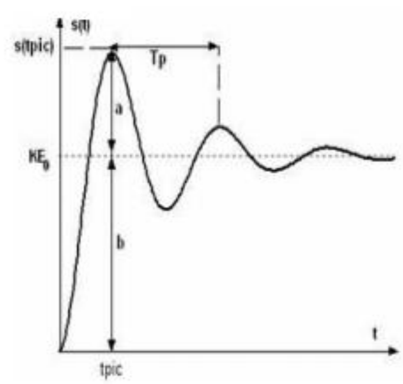
La nature des pôles de la fonction de transfert détermine le comportement transitoire. Elle dépend en particulier du coefficient d'amortissement comme le montre l'étude de l'équation suivante :

On a : $\Delta = z^2\omega_n^2 - \omega_n^2 = \omega_n^2(z^2 - 1)$ Les solutions r_1 et r_2 de l'équation ci-dessus sont données dans le tableau suivant selon le coefficient d'amortissement z:

si z > 1	$r_2 = -\omega_n\left(z - \sqrt{z^2 - 1}\right)$ $r_1 = -\omega_n\left(z + \sqrt{z^2 - 1}\right)$	Deux pôles réels Distincts
si z =1	$r_1 = r_2 = -\omega_n$	un pôle réel double
si z < 1	$r_1 = -\omega_n\left(z + j\sqrt{1 - z^2}\right)$ $r_2 = -\omega_n\left(z - j\sqrt{1 - z^2}\right)$	Deux pôles complexes conjugués





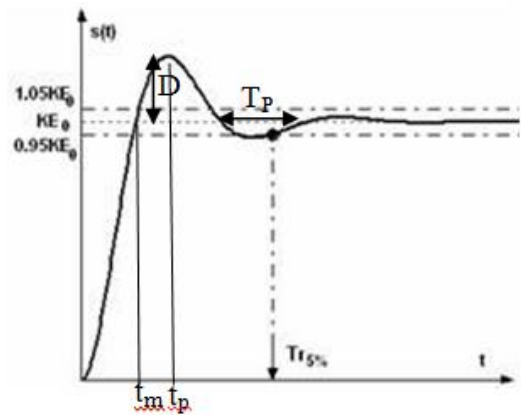


Cas 1: z >1 - Régime apériodique

Cas 2: z =1 - Régime apériodique critique

Cas 3 : z < 1 régime oscillatoire amorti

- Temps de réponse : Lorsque la réponse indicielle est apériodique, le temps de réponse à 5% est toujours défini par le temps au bout duquel la réponse atteint 95% de sa valeur finale. Par contre, lorsque la réponse est oscillatoire amortie, le temps de réponse à 5% est défini par le temps au bout duquel, la réponse rentre définitivement dans la bande définie par 105% et 95% de la valeur finale. La figure 2 donne un exemple de relevé du temps de réponse à partir de la réponse indicielle d'un système du deuxième ordre avec z < 1.



Tp: pseudo-periode des oscillations

tm : temps de montée

D : dépassement maximale

tp : temps de pic

tr : temps d'établissement

KE_0 : valeur finale

Les performances des systèmes asservis sont formulées parfois en termes de caractéristiques temporelles et/ou fréquentielles. En générale, on souhaite que la fonction de transfert en boucle fermée d'un système asservi soit du premier ordre ou du second ordre avec des caractéristiques temporelles et/ou fréquentielles (*Gain statique, Constante de temps, Paramètres z et* $\square_n$) fixées par le cahier des charges.

I. Travail à faire

Soit Un système du 1er ordre s'écrit de manière générale: $H(s) = \dfrac{K\omega_n}{s^2 + 2z\omega_n s + \omega_n^2}$

1. <u>Etude en boucle ouverte (BO)</u>

- Réaliser le montage correspondant par simulink
  - **1er Cas :** on fixe w_n à 1[rad/s] avec k=1
- Tracer la réponse indicielle du système en variant *z* .
- Relever la valeur maximale de chaque réponse puis compléter le tableau ci-dessous :

Z	0	0.1	0.5	0.7	1	1.5	2
y_{max}							
$D_1(\%)$							

  - **2ème Cas :** Prenant w_n à 1[rad/s], z = 0.25 et k=1
- Déterminer les temps de temps caractéristiques du système : t_p, t_m, et t_r

- Déterminer graphiquement la valeur de w_d (pulsation d'oscillation)

➢ **3ème Cas :** on fixe k=1 et z=0.5

Tracer la réponse indicielle pour w_n = 1 ; 3 ; et 10 [rad/s] Que remarquez – vous ?

2. <u>Etude en boucle fermée (BF)</u>

Réaliser par SIMULINK le schéma de simulation du système en boucle fermée à retour unitaire avec un gain k sur la chaîne d'action.

➢ **1er Cas :** on donne w_n = 1[rad/s] ,z=0.3

- Exciter le système par un échelon unitaire et observer la sortie en variant le gain k
- Pour chaque réponse relever le dépassement, le temps de pic, le temps de montée et l'erreur statique correspondante en complétant le tableau ci – dissous :

K	1	5	10	100
D_1(%)				
t_p(s)				
t_m(s)				
$\varepsilon(t_f)$				

3. <u>Cas d'un système du second ordre instable :</u>

Tracer la réponse indicielle pour les deux cas suivants :

➢ z = - 0.1 et w_n=1 rd/s

➢ z = - 0.1 et w_n=10 rd/s

* Pour le système du second d'ordre en B.F à retour unitaire avec un gain *k*.

- Exprimer la nouvelle constante de temps τ réponse t'. en fonction de τ et k. En déduire le temps de Exprimer en fonction de k le gain statique k' et l'erreur statique E'(∞).
- Quelles conclusions pouvez-vous en tirer en comparant les réponses indicielles obtenus en BO et en BF.
- Discuter l'intérêt de l'action proportionnelle en régime statique et dynamique.