Nom et prénom	Groupe	date	Note

TP N° 3 : Analyse temporelle du système 2 ordre

I Rappel théorique du système du second ordre

On appelle système du second ordre tout système régi par la fonction de transfert suivante :

$$H(p) = \frac{KE_0}{\frac{p^2}{\omega_0^2} + \frac{2\xi}{\omega_0}p + 1} = \frac{N(p)}{D(p)}$$

Avec ω_n : la pulsation propre du système non amorti (rd/s) si l'unité du temps est en seconde;

K : gain statique ;

ξ : facteur ou coefficient d'amortissement (sans dimension).

Les pôles de la fonction de transfert sont les racines de l'équation caractéristique (*Dénominateur*).

Pour trouver les pôles on calcule le discriminant associé à $D(p)$

$$\Delta = \frac{2\xi}{\omega_0} - \frac{4}{\omega_0^2} = \frac{4}{\omega_0^2}(\xi^2 - 1)$$

1) Cas du régime apériodique (ξ >1):

Pour ce régime l'équation caractéristique admet deux racines réelles négatives:

$$p_1 = -\xi\omega_0 - \omega_0\sqrt{\xi^2 - 1}$$

$$p_2 = -\xi\omega_0 + \omega_0\sqrt{\xi^2 - 1}$$

2) Cas du régime oscillatoire amorti (ξ < 1):

Pour ce régime l'équation caractéristique admet deux racines complexes conjuguées:

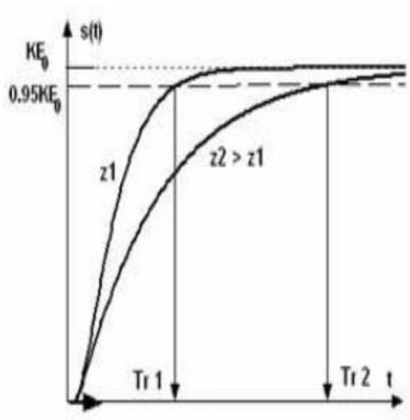
$$p_1 = -\left(\xi - j\sqrt{1 - \xi^2}\right)\omega_0$$

$$p_2 = -\left(\xi + j\sqrt{1 - \xi^2}\right)\omega_0$$

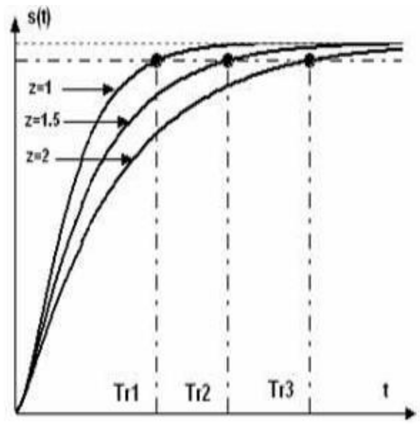
3) Cas du régime apériodique critique (ξ =1):

Pour ce régime apériodique critique, l'équation caractéristique admet une racine double

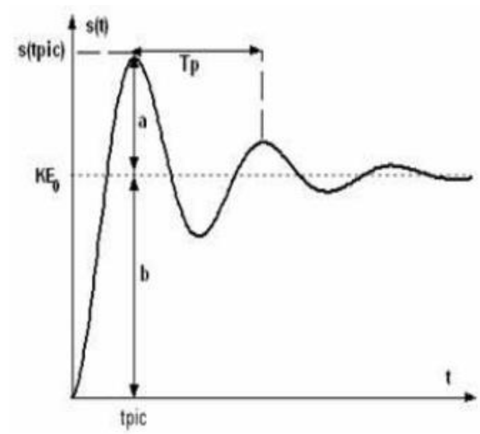
$$p_1 = p_2 = \omega_0$$



Cas 1: z >1 - Régime apériodique

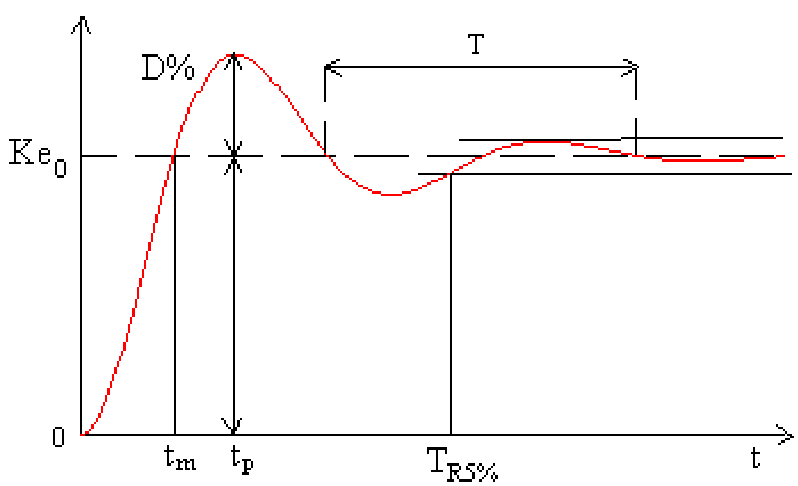


Cas 2: z =1 - Régime apériodique critique



Cas 3 : z < 1 régime oscillatoire amorti

- **<u>Temps de réponse :</u>** 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.



Enfin, sur la figure suivante, sont visualisés le temps de réponse à 5%, la pseudo-période T et le dépassement D%. Apparaissent aussi le temps de pic tp et le temps de montée tm

II Simulation

II.1 Système du 2 ordre en boucle ouverte (BO)

$$E(p) \longrightarrow \boxed{\frac{K}{\frac{p^2}{\omega_0^2} + \frac{2\xi}{\omega_0}p + 1}} \longrightarrow S(p)$$

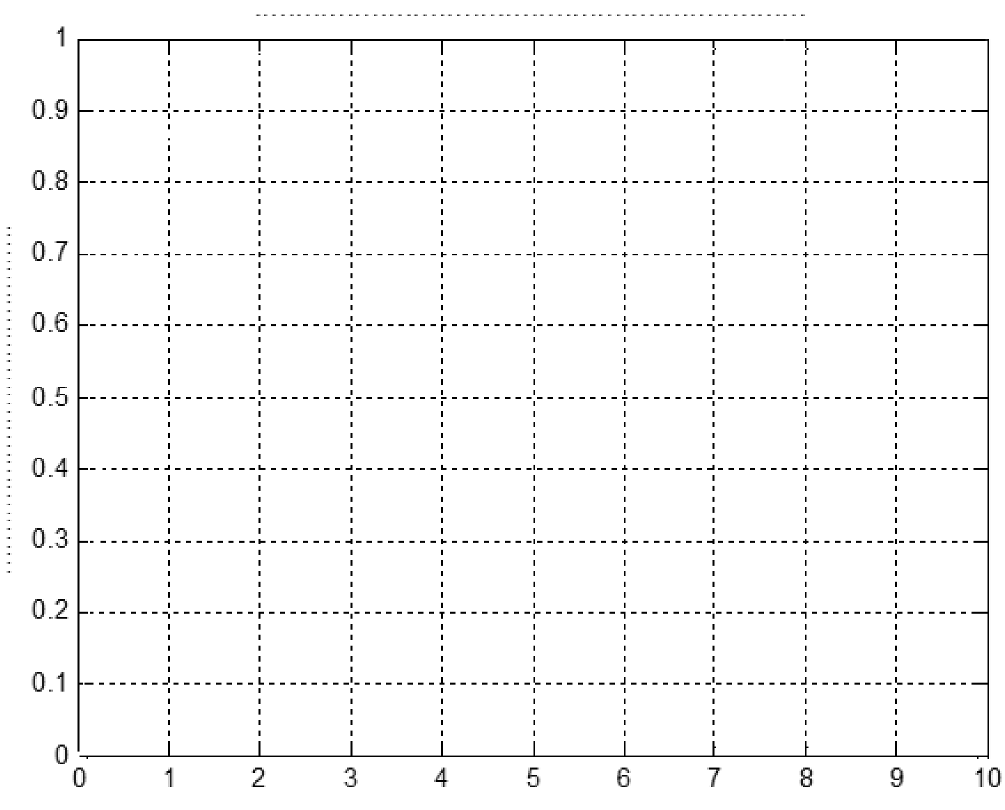
Appliquer à l'entrée du système un échelon unitaire $e(t) = u(t)$.

En variant ξ compléter le tableau ci-dessous :

- **Pour ω_0 =3 [rad/s] et K=1**

ξ	**0.1**	**0.5**	**0.7**	**1**
Fonction de transfert				
y_{max}				
$D_1(\%)$				
$t_m(s)$				
$t_p(s)$				
$t_r(s)$				

Tracer la réponse indicielle en boucle ouverte



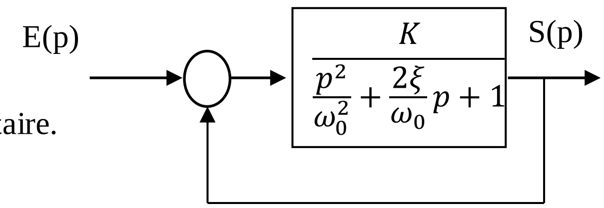
Que remarquez – vous ? ……………………………………………..……………………………………..…….
………
………

………

………

………

………



II.2 Système du 2 ordre en boucle fermée (BF)

- Dans ce cas le système est en boucle fermée avec un retour unitaire.
- On donne $\boldsymbol{\omega_0}$ **= 1[rad/s], ξ =0.3**
- Exciter le système par un échelon unitaire et observer la sortie en variant le gain $\boldsymbol{K}$
- 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 :

$\boldsymbol{K}$	**1**	**5**	**10**	**100**
Fonction de transfert				
$\boldsymbol{D_1}(\%)$				
$\boldsymbol{t_p}(\boldsymbol{s})$				
$\boldsymbol{t_m}\ (\boldsymbol{s})$				
Erreur statique $\boldsymbol{\epsilon}(\boldsymbol{t})$				

Conclusion : Interpréter les réponses indicielles obtenues en boucle ouverte et en boucle fermée :……………..

………

………

………

………

………

………

………

………

………

………

………