

Régime transitoire des systèmes du second ordre

Objectif :

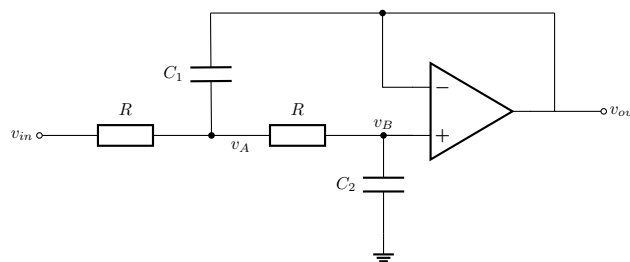
- Comprendre le comportement d'un système du second ordre dans le domaine temporel en fonction de ses paramètres.
- Être capable d'utiliser les abaques temporels des systèmes du second ordre.

Préparation : Obligatoire.

Compte rendu papier : À remettre à la fin de la séance de TP.

1 Préparation (5 points)

On étudie le montage suivant :



La fonction de transfert de ce système est la suivante :

$$T(p) = \frac{1}{1 + 2RC_2p + R^2C_1C_2p^2}$$

1. Justifier l'ordre du système étudié.
2. Rappeler la forme canonique de la fonction de transfert d'un système du second ordre. Donner le nom et l'unité de chacun des paramètres caractéristiques qui la compose.
3. Par identification, donner en fonction de R , C_1 et C_2 , les expressions littérales des paramètres caractéristiques de la fonction de transfert $T(p)$.

On souhaite fixer la valeur de ω_0 à 10^4 rad.s^{-1} . Les valeurs des composants mis à disposition sont les suivantes :

Pour R : 1,8 k Ω 2,2 k Ω 22 k Ω

Pour C_1 et C_2 : 1 nF 22 nF 33 nF 47 nF 68 nF

4. Trouver les valeurs de R , C_1 et C_2 qui permettent de régler au plus près les valeurs du tableau suivant, puis compléter celui-ci.

Valeurs souhaitées			Valeurs normalisées			Valeurs exactes		
$\omega_0 \text{ (rad.s}^{-1}\text{)}$	$f_0 \text{ (Hz)}$	m	$R \text{ (k}\Omega\text{)}$	$C_1 \text{ (nF)}$	$C_2 \text{ (nF)}$	$\omega_0 \text{ (rad.s}^{-1}\text{)}$	$f_0 \text{ (Hz)}$	m
10^4		0,2						
		0,7						
		1,2						

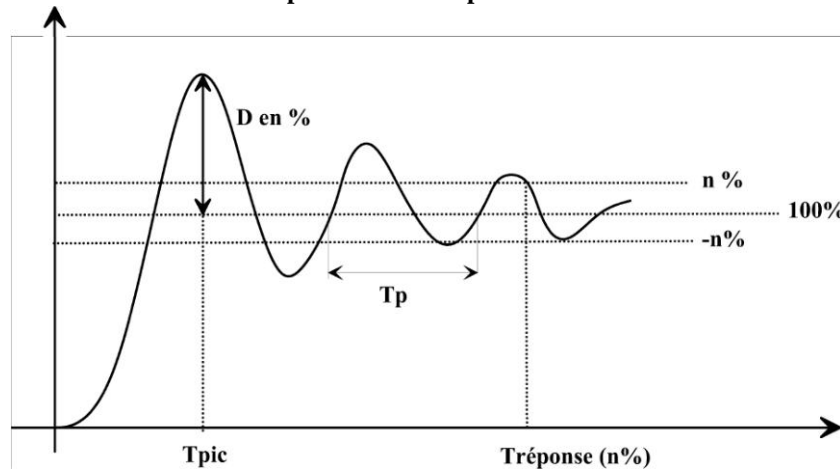
5. Tracer l'allure de la réponse temporelle du système en fonction des valeurs de m .
6. Exprimer m à partir de l'expression du dépassement $D\%$ en utilisant le formulaire sur les systèmes du second ordre fourni en annexe.
7. Exprimer ω_0 en fonction du temps de pic (t_{pic}) en utilisant le formulaire sur les systèmes du second ordre.

2 Manipulations (15 points)

Une maquette de manipulation correspondant au montage étudié est mise à disposition. Sur cette maquette, il est possible, à l'aide de cavaliers, de régler les différentes valeurs de R , C_1 et C_2 . Ainsi, à l'aide des cavaliers et de votre préparation théorique, sélectionner les composants permettant d'obtenir $\mathbf{m} = \mathbf{0,2}$. En complément d'informations, un formulaire sur les systèmes du second ordre est donné en annexe.

1. Effectuer les bons réglages pour correctement observer la réponse indicielle du système. Relever l'oscillogramme de la réponse indicielle.
2. Détermination de m et ω_0 (méthode 1) :
 - (a) Mesurer l'amplitude du premier dépassement et l'exprimer en % de la valeur finale (régime transitoire). On notera cette valeur $D\%$. En déduire la valeur de m grâce à votre préparation.
 - (b) Comparer la valeur trouvée de m avec celle sélectionnée grâce aux cavaliers.
 - (c) Mesurer le temps t_{pic} correspondant au maximum de ce premier dépassement.
 - (d) En déduire la valeur de ω_0 , la pulsation propre du système.
3. Détermination de m et ω_0 (méthode 2) :
 - (a) Mesurer le temps de réponse à 5 % du système ($t_{r5\%}$).
 - (b) En déduire le temps de réponse réduit tel que $t_{reduit} = \omega_0 t_{r5\%}$. Prendre la valeur de ω_0 déterminée précédemment pour le calcul.
 - (c) A l'aide de l'abaque donné en annexe, en déduire la valeur de m .
 - (d) Comparer à la valeur théorique.

Reprendre l'ensemble des questions précédentes pour $\mathbf{m} = \mathbf{0,7}$ et $\mathbf{m} = \mathbf{1,2}$. Les deux méthodes vues précédemment sont-elles applicables ? Dans le cas où une seule des méthodes est applicable, proposer une procédure permettant néanmoins de déterminer m et ω_0 .

Annexe : Formulaire sur les systèmes du second ordre**Réponse indicielle pour $m < 1$** 

Paramètre	Expression théorique
Temps de réponse à $n\%$ pour $m < 0,7$ (T_r)	$T_r = \frac{1}{\omega_0 m} \ln\left(\frac{100}{n}\right)$
Temps de pic (T_{pic})	$T_{pic} = \frac{\pi}{\omega_0 \sqrt{1-m^2}}$
Pseudo-période (T_p)	$T_p = \frac{2\pi}{\omega_0 \sqrt{1-m^2}}$
Dépassement indiciel en % ($D\%$)	$D\% = 100e^{\frac{-\pi m}{\sqrt{1-m^2}}}$
Nombre d'oscillations complètes (nb)	$nb = \frac{1}{2m}$

Abaque du temps de réponse réduit