

Identifier le comportement d'un système

Table des matières

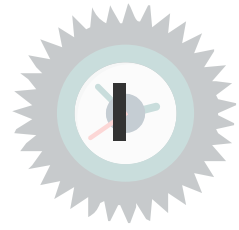
Objectifs	3
I - Identification d'un premier ordre	4
1. Identification temporelle	4
1.1. Réponse indicielle	4
1.2. Réponse indicielle avec retard	5
1.3. Réponse à une rampe	5
2. Identification harmonique	6
II - Identification d'un second ordre	7
1. Identification temporelle (avec la réponse indicielle)	7
1.1. Régime pseudo-périodique	7
1.2. Régime amorti	8
2. Identification harmonique	9

Objectifs



Par l'observation de sa réponse à une sollicitation, on propose un modèle pouvant représenter le système étudié.

Identification d'un premier ordre



1. Identification temporelle

1.1. Réponse indicielle

Détermination du gain statique K



Le gain statique est simplement le **rapport** de la valeur asymptotique de la sortie sur l'amplitude de

l'échelon d'entrée :
$$K = \lim_{t \rightarrow +\infty} \left(\frac{s(t)}{e(t)} \right)$$

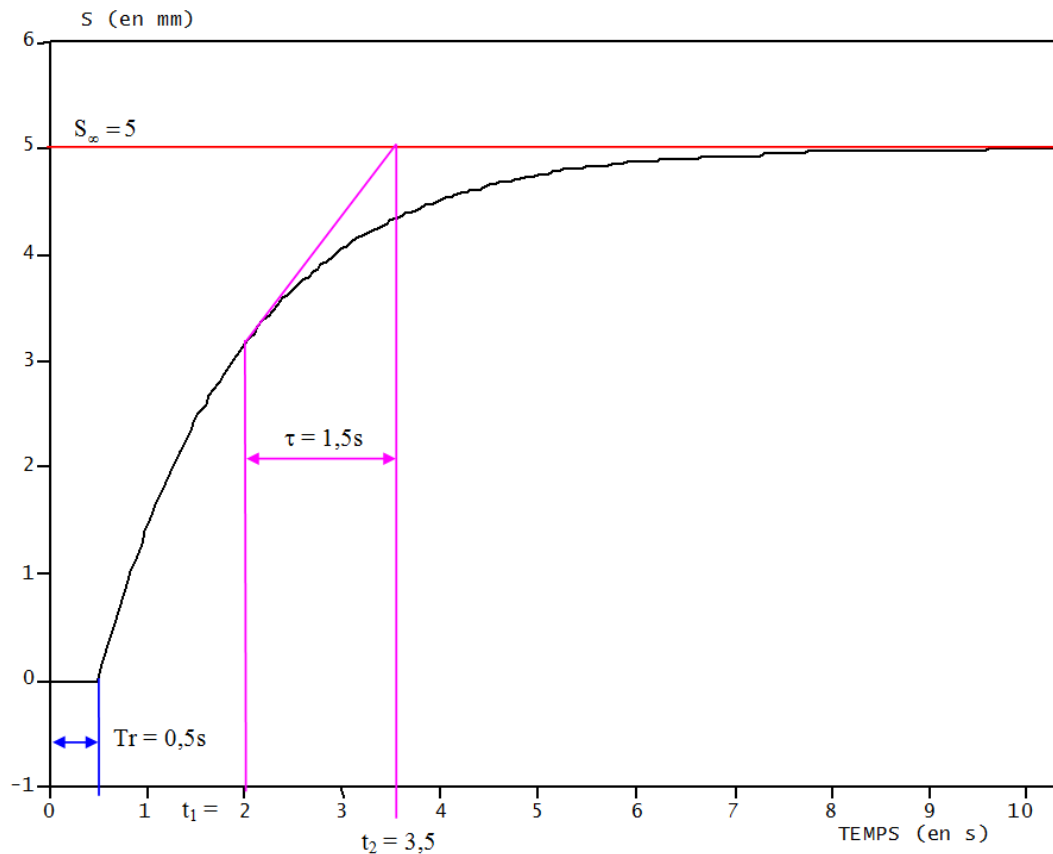
Détermination de la constante de temps



Plusieurs moyens sont possibles :

1. le temps au bout duquel la réponse atteint 95% de sa valeur asymptotique est $t = 3\tau$
2. le temps au bout duquel la réponse atteint 63% de sa valeur asymptotique est $t = \tau$
3. la pente de la tangente à l'origine est égale à $\frac{K}{\tau}$ (peu précis)
4. la durée entre t_1 et t_2 est égale à τ :
 - on trace une tangente à la réponse en un instant t_1
 - l'instant où cette tangente coupe l'asymptote horizontale de la réponse est t_2

1.2. Réponse indicielle avec retard



La fonction de transfert d'un premier ordre avec retard peut s'écrire : $H(p) = e^{-\tau_r p} \frac{K}{1 + \tau p}$.

Détermination du gain statique K



Procéder comme pour la réponse indicielle non retardée.

Détermination de la constante de temps



Le point 4 de la méthode employée pour la réponse indicielle non retardée semble préférable.

Détermination du retard



Le retard τ_r correspond à l'instant où la sortie commence à réagir.

1.3. Réponse à une rampe



L'asymptote de la réponse est $y(t) = K a_0 \cdot (t - \tau)$. Cette droite est de pente $K a_0$, et coupe l'axe des abscisses en $t = \tau$.

Détermination du gain statique K



Mesurer la pente de la droite asymptotique, et diviser par la pente a_0 de la rampe d'entrée.

Détermination de la constante de temps



Mesurer l'instant où la droite asymptotique coupe l'axe des abscisses.

2. Identification harmonique

Détermination du gain statique K



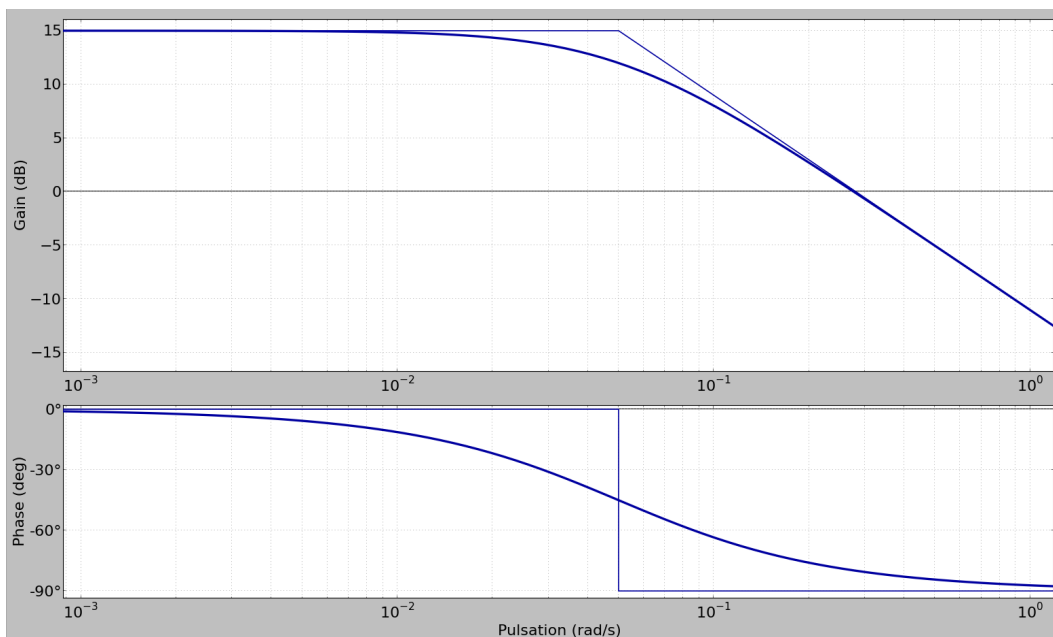
L'asymptote horizontale correspond à $20 \log K$, il suffit donc de lire la valeur du gain en décibels (soit G) et de calculer $10^{\frac{G}{20}}$.

Détermination de la constante de temps



La pulsation "de cassure" au niveau de laquelle les asymptotes (horizontale et de pente -20dB/déc) **se rejoignent** correspond à l'inverse de la constante de temps.

La **courbe de phase** peut grandement faciliter l'obtention de la pulsation de cassure, puisque celle-ci correspond à la valeur de phase située "à mi-chemin" entre la phase initiale et la phase finale (par exemple -45° entre 0° et -90°).



Identification d'un second ordre



1. Identification temporelle (avec la réponse indicielle)

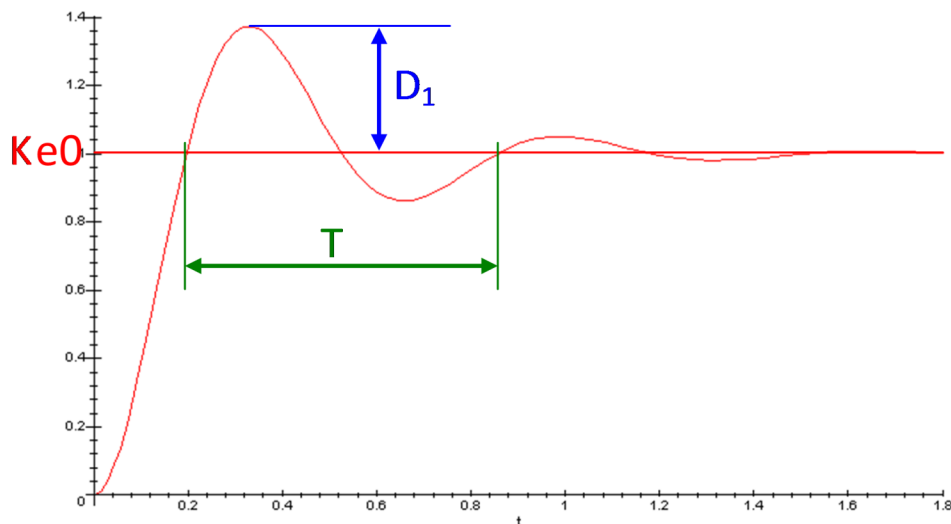
Détermination du gain statique K



Le gain statique est simplement le **rapport** de la valeur asymptotique de la sortie sur l'amplitude de l'échelon d'entrée : $K = \lim_{t \rightarrow +\infty} \left(\frac{s(t)}{e(t)} \right)$

1.1. Régime pseudo-périodique

La réponse présente des dépassements et une périodicité plus ou moins visible.



Réponse indicielle d'un second ordre oscillant

Détermination du coefficient d'amortissement



La valeur du premier dépassement relatif ne dépend que du coefficient d'amortissement, il suffit donc de :

1. mesurer la valeur du maximum au premier dépassement
2. en calculer le rapport par rapport à la valeur asymptotique de la sortie pour obtenir le dépassement relatif

3. résoudre l'équation $D_1 \% = e^{\frac{-\pi m}{\sqrt{1-m^2}}}$.

Détermination de la pulsation propre

Une fois le coefficient d'amortissement connu, il suffit de mesurer la pseudo-période T , et de résoudre l'équation $T = \frac{2\pi}{\omega_0 \sqrt{1 - m^2}}$

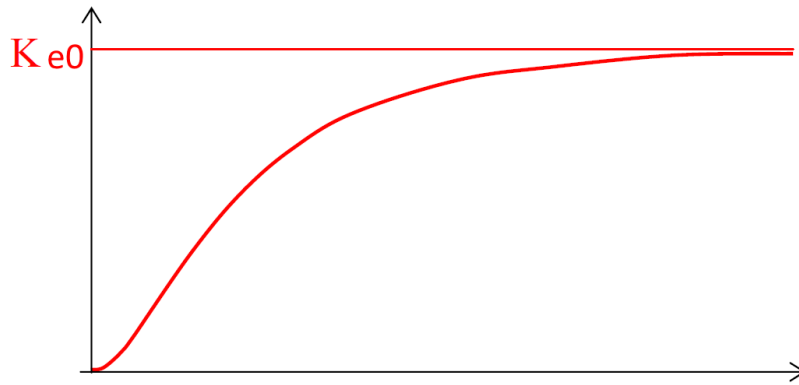
Une autre façon de procéder consiste à mesurer en plus le temps de réponse à 5% et d'utiliser l'abaque du temps de réponse réduit pour en déduire m .

1.2. Régime amorti

La réponse ne présente pas de dépassement ni de périodicité. En revanche, il y a un point d'inflexion plus ou moins visible.

Le système de second ordre peut être modélisé comme l'assemblage en série de deux premier ordre. L'idée est donc ici d'obtenir τ_1 et τ_2 , les deux constantes de temps, dans l'expression de la réponse

$$s(t) = K e_0 \left(1 + \frac{\tau_1}{\tau_2 - \tau_1} e^{-t/\tau_1} - \frac{\tau_2}{\tau_2 - \tau_1} e^{-t/\tau_2} \right) \cdot u(t)$$



Réponse indicielle d'un système de second ordre amorti

Détermination de la constante de temps dominante

C'est la constante de temps τ_1 qui est dominante, car elle correspond au pôle dominant p_1 (celui qui a la partie réelle la plus petite).

Pour la déterminer, on se place au niveau du point d'inflexion, et on considère que le tracé qui se situe **après** correspond à la réponse d'un premier ordre (on néglige la première partie de la courbe jusqu'au point d'inflexion).

L'expression de la réponse est alors considérée comme $s(t) = K e_0 \left(1 - \frac{\tau_1}{\tau_1 - \tau_2} e^{-t/\tau_1} \right) \cdot u(t)$

On utilise la méthode du tracé de la tangente en un point quelconque (cf. premier ordre) pour obtenir la valeur de la première constante de temps τ_1 .

Pour la deuxième constante de temps τ_2 , il suffit de relever la valeur de la sortie après le point d'inflexion à un instant t_3 par exemple, et d'utiliser l'expression approchée de la sortie à cet instant :

$$s(t_3) = K e_0 \left(1 - \frac{\tau_1}{\tau_1 - \tau_2} e^{-t_3/\tau_1} \right)$$

2. Identification harmonique

Détermination du gain statique K



Méthode

L'asymptote horizontale correspond à $20 \log K$, il suffit donc de lire la valeur du gain en décibels (soit G) et de calculer $10^{\frac{G}{20}}$.

Détermination de la pulsation propre



Méthode

La pulsation "de cassure" au niveau de laquelle les asymptotes (horizontale et de pente -40dB/déc) se rejoignent correspond à la pulsation propre.

La courbe de phase peut grandement faciliter l'obtention de la pulsation de cassure, puisque celle-ci correspond à la valeur de phase située "à mi-chemin" entre la phase initiale et la phase finale (par exemple -90° entre 0° et -180°).

Détermination du coefficient d'amortissement



Méthode

Lorsque $\omega = \omega_0$, le gain exact vaut $G_{dB} = 20 \log \frac{K}{2m}$. Ainsi, en connaissant déjà K , on obtient approximativement une valeur de m .

La valeur de m obtenue devra être **cohérente** avec la présence ou non d'un pic de **résonance**.

? Exemple

