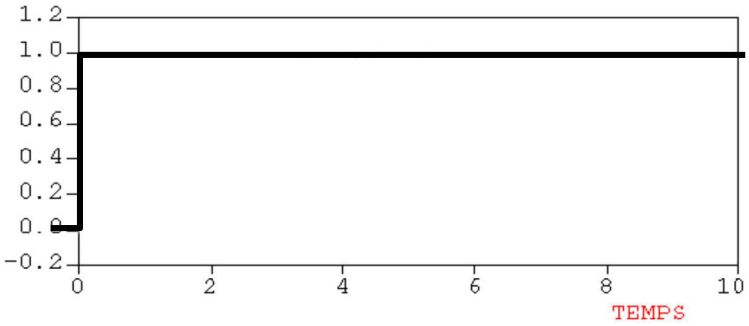
ACQUISITION ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Réponse indicielle pour des circuits du 1er et 2nd ordre

DÉFINITION

La réponse indicielle correspond à la réaction d'un système (signal de sortie) pour une sollicitation en entrée de type échelon.

Un échelon est un signal qui pour t < 0 vaut 0, et qui pour t > 0 vaut une valeur constante (souvent égale à 1, dans ce cas on parle d'échelon unitaire).



PREMIER ORDRE

Un système du premier ordre est un système dont l'équation différentielle est d'ordre 1.

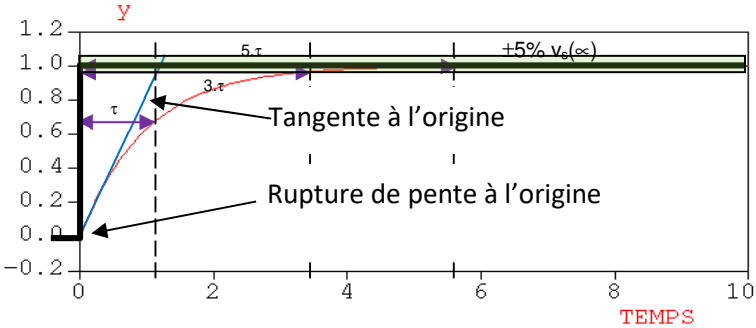
La réponse temporelle à l'échelon (réponse indicielle) d'un tel système est $y(t) = K \cdot (1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$

K correspond à l'amplification que fait le système entre la sortie et l'entrée. Ce coefficient est sans unité.

τ correspond à la constante de temps du système. C'est une image du temps de réaction de celui-ci. τ est facilement déterminable à partir des composants mécaniques ou électriques du système. Son unité est la seconde.

Exemple de réponse d'un système dont le coefficient d'amplification **K vaut 1** car

$$K = \frac{v_s(\propto)}{v_e(\propto)} := 1$$



Remarques :

Remarque 1 : La tangente à l'origine donne une idée assez précise du temps de réponse.

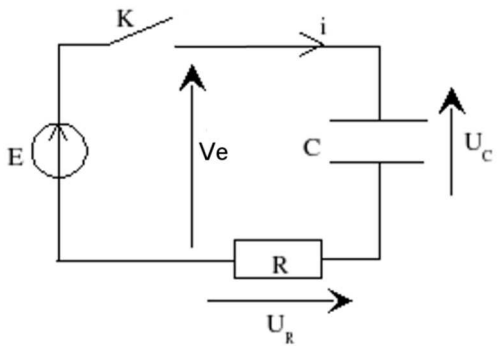
Remarque 2 : Le croisement entre la tangente à l'origine et la courbe y=1 donne la constante de temps du système τ

Remarque 3 : à t=τ, la réponse a atteint 63% de sa valeur finale

Remarque 4 : à t=3.τ, la réponse a atteint 95% de sa valeur finale (temps de réponse à 5%)

Remarque 5 : à t=5τ, la réponse a atteint 99,3% de sa valeur finale

Exemple concret : circuit RC



Pour t<0, interrupteur K = 0 => $v_e(t) = 0$

Pour t>0, interrupteur K=1 => $v_e(t) = E$

Dans la suite on s'intéresse à $u_c(t) = v_s(t)$

On a l'équation suivante : $v_e(t) = u_c(t) + u_r(t)$ avec $i(t)=C \cdot (du_c(t) / dt)$

Donc $v_e(t) = u_c(t) + R.i(t)$

$v_e(t) = u_c(t) + R.C. (du_c(t) / dt)$

$v_e(t) = v_s(t) + R.C. (dv_s(t) / dt)$

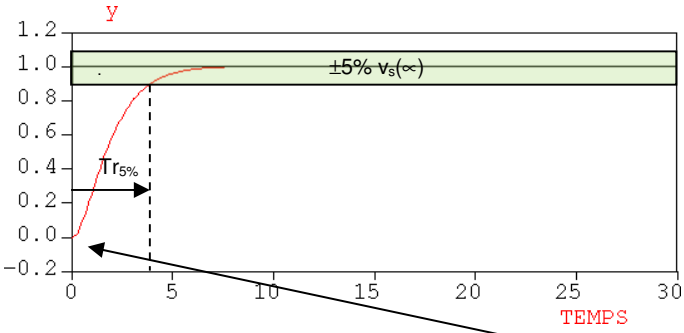
La solution d'une telle équation différentielle pour cet échelon de $v_e(t)$ est : $v_s(t) = E \cdot (1 - e^{-t/\tau})$ avec τ = RC (constante de temps en secondes)

SECOND ORDRE

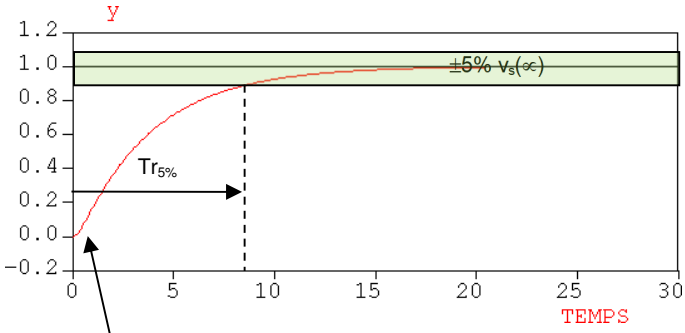
Un système du second ordre est un système dont l'équation différentielle est d'ordre 2.

La réponse d'un tel circuit peut être complexe et avoir 3 formes différentes :

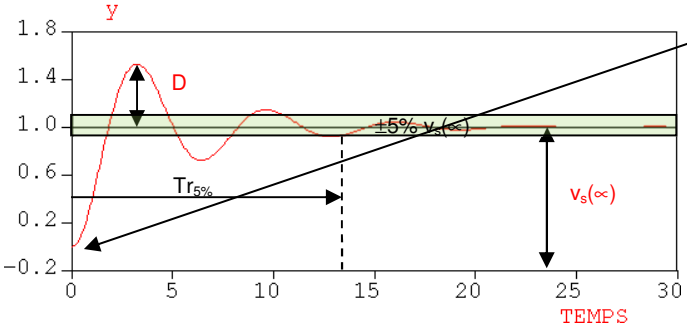
Amortissement égal à 1



Amortissement supérieur à 1

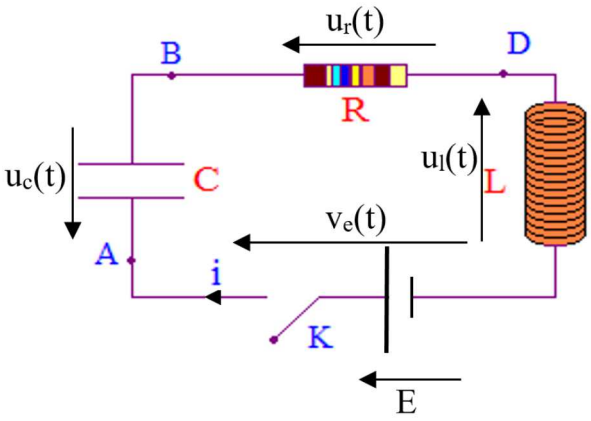


Amortissement compris entre 0 et 1



Aucune rupture de pente à l'origine

Exemple concret : circuit RLC



Pour t<0, K = 0 => $v_e(t) = 0$

Pour t>0, K=1 => $v_e(t) = E$

Dans la suite on s'intéresse à $u_c(t) = v_s(t)$

On a l'équation suivante : $v_e(t) = u_c(t) + u_r(t) + u_l(t)$

avec $i(t) = C \cdot (du_c(t) / dt)$

et $u_r(t) = L \cdot (di(t) / dt)$

Donc $v_e(t) = u_c(t) + R \cdot i(t) + L \cdot (di(t) / dt)$

$v_e(t) = u_c(t) + R \cdot C \cdot (du_c(t) / dt) + L \cdot C \cdot (d^2u_c(t) / dt^2)$

La réponse de ce circuit dépend des valeurs de R, C et L et donne les réponses ci-dessus.