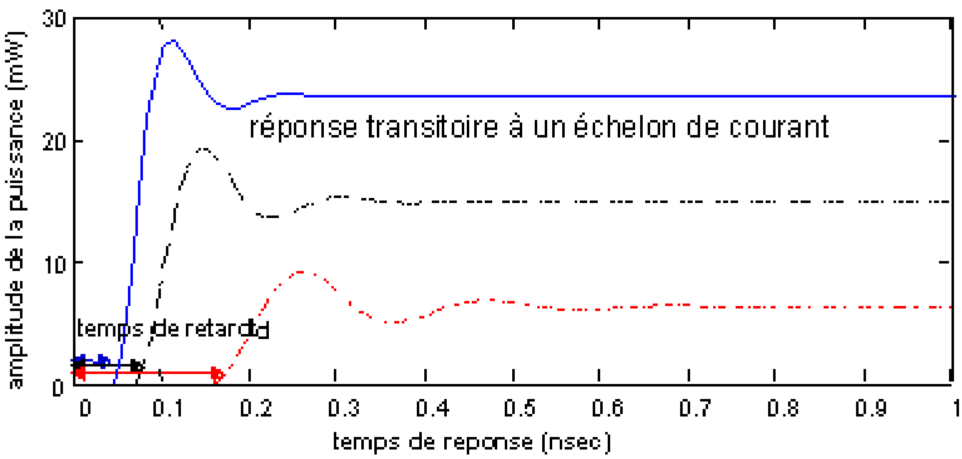
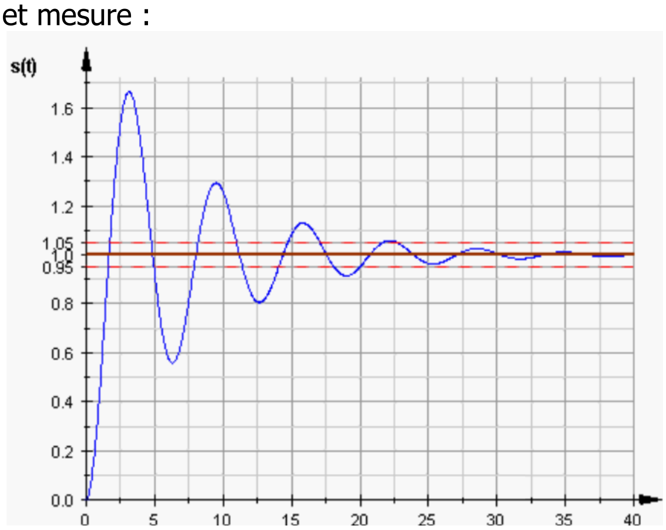
Chapitre 7 : régime transitoire des systèmes du premier et du second ordre.

1) généralités sur le régime transitoire.

- régime transitoire et permanent : exemple



- utilité de connaître le régime transitoire et mesure :



2) Système du premier ordre (rappels).

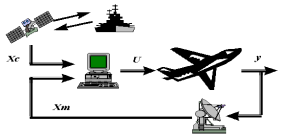
Un système physique du premier ordre est un système dont la relation entrée e(t) ® sortie X(t) peut être décrite par une équation différentielle du premier ordre du type :

$$\tau \cdot \frac{dX}{dt} + X(t) = e(t)$$

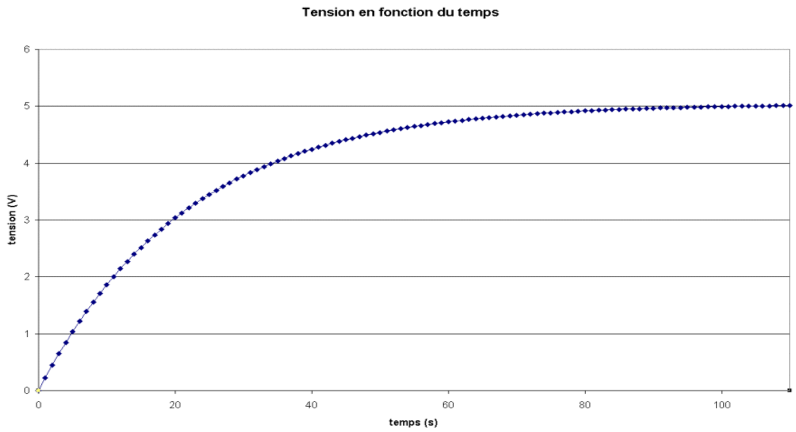
avec τ la constante de temps (toujours homogène à un temps)
Si on suppose que le signal d'entrée e(t) est un signal échelon de hauteur E, la solution est nécessairement :

$$X(t) = E + (E_0 - E) \times \exp\left(\frac{-t}{\tau}\right)$$

E_0 est la valeur de X(t) pour t = 0.

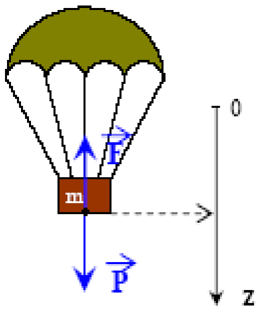


Méthodes pour trouver τ :



Remarques :

- pour un système du premier ordre, le temps de réponse à 5% vaut : tr5% = 3.τ
- on passe de l'équation différentielle à la fonction de transfert complexe en remplaçant la dérivée par une multiplication par j.ω.
- exemples de systèmes du premier ordre : circuit RC, circuit RL, vitesse d'un parachute , désintégration des noyaux radioactifs, …
- pour identifier un système du premier ordre, on a besoin de deux paramètres : la constante de temps τ et la valeur finale de s(t).



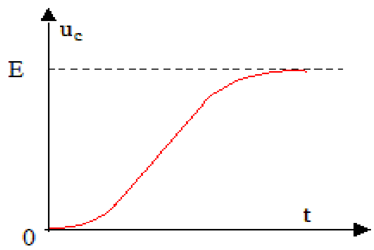
3) Système du second ordre .

Un système physique du second ordre est un système dont la relation entrée e(t) $\rightarrow$ sortie X(t) peut être décrite par une équation différentielle du second ordre que l'on peut souvent mettre sous la forme suivante : $\frac{1}{\omega_0^2}.\frac{d^2X}{dt^2}+\frac{2.m}{\omega_0}.\frac{dX}{dt}+X(t)=K.e(t)$

où ω_0 est appelée la pulsation propre du circuit, m le coefficient d'amortissement et K la transmittance statique.

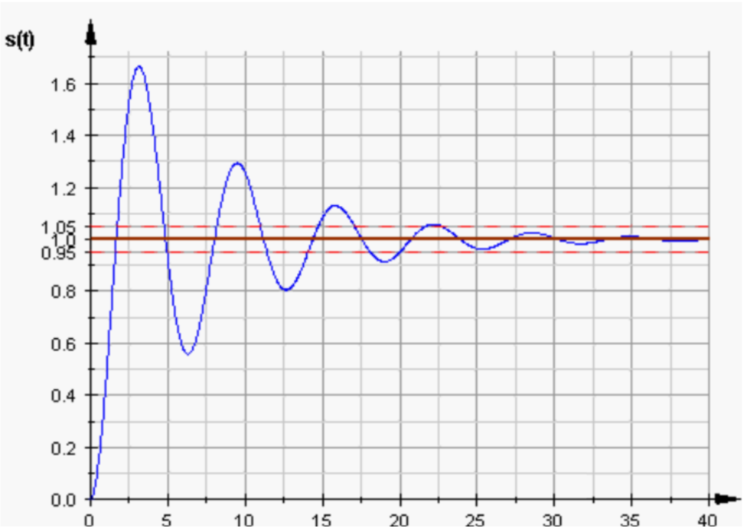
La forme de la réponse à un signal échelon e(t) = E si t >0 dépend du paramètre m :

- si m>1 : on a deux racines réelles pour l'équation : $(1/\omega_0^2).x^2 + (2.m/\omega_0).x + 1 = 0$ et la réponse est apériodique : il n'y a pas de dépassement et la réponse « ressemble » à un premier ordre sauf à l'origine où la tangente est horizontale.



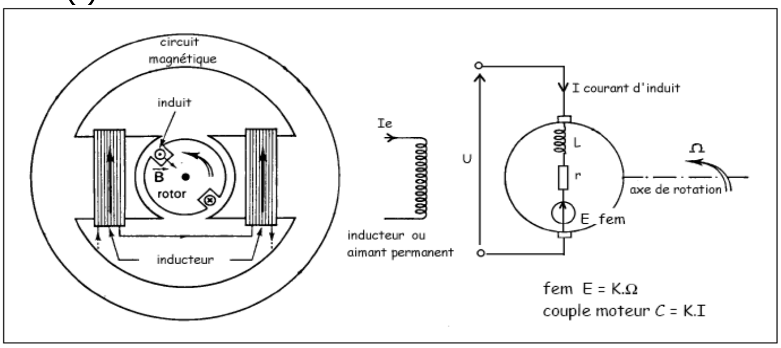
- si m<1 : on a deux racines imaginaires pour l'équation : $(1/\omega_0^2).x^2 + (2.m/\omega_0).x + 1 = 0$ et la réponse est oscillatoire amortie : il y a un dépassement et une pseudo-période :

$X(t) = \lambda \times \cos(\omega.t+\varphi) \times \exp(\omega_0.t) + E$ avec ω la pseudo-pulsation du système : $\omega = \omega_0 \times \sqrt{m^2 - 1}$



Remarques :

- pour un système du second ordre, le temps de réponse à 5% est donné par des abaques (voir ci-dessous). Le temps de réponse est minimal pour m = 0,7.
- on passe de l'équation différentielle à la fonction de transfert complexe en remplaçant la dérivée par une multiplication par j.ω.
- exemples de systèmes du premier ordre : circuit RLC, moteur à courant continu, position d'un moteur pas-à-pas , …
- pour identifier un système du second ordre, on a besoin de trois paramètres : ω_0 , m et la valeur finale de s(t).



Abaques servant à trouver le temps de réponse à 5% et le dépassement pour les systèmes du second ordre :