Electrocinétique - Chapitre 2 : Régimes transitoires-Circuits linéaires du 1er ordre

Ce qu'il faut retenir…

REGIME TRANSITOIRE : Evolution précédant le régime permanent

On s'intéresse ici aux régimes transitoires lorsque les sources délivrent des grandeurs continues : **l**a réponse à un échelon de tension et le **régime libre** qui correspond à l'évolution de celui-ci en l'absence de sources.

METHODE :

1. **Etablir l'équation différentielle vérifiée par la grandeur étudiée : pour cela, utiliser les lois des mailles et des nœuds puis les relations courant-tension des différents dipôles afin de se ramener à une seule inconnue. (certains problèmes nécessitent de dériver ces équations)**

2. **Résoudre l'équation différentielle :** $s(t) = s_H(t) + s_P(t)$

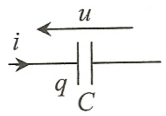
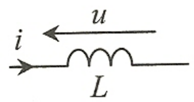
   - $s_H(t)$: solution générale de l'équation homogène (équation sans second membre) : sa forme **correspond au régime libre** du circuit (absence de sources = absence de 2nd membre)

   - $s_P(t)$: solution particulière de l'équation avec second membre. En régime continu, il s'agit d'une constante : sa forme **correspond au régime permanent**, on peut donc la déterminer en remplaçant dans le circuit les condensateurs par des circuits ouverts et les bobines par des fils.

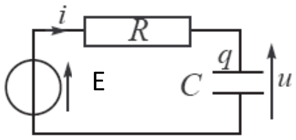
Tant que $|s_H| \approx |s_P|$, on est dans le domaine du régime transitoire, lorsque $|s_H| \ll |s_P|$, le régime est établi.

3. **On détermine la constante d'intégration à l'aide des CI.**

Ces conditions initiales se déterminent à partir des continuités des tensions aux bornes des condensateurs et des intensités des courants traversant les bobines puis avec les lois de Kirchhoff si nécessaire.

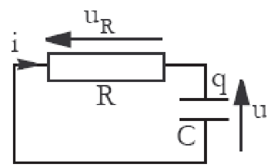
	Condensateur	**Bobine**
Symbole		
Paramètre	Capacité C (F)	Inductance L (H)
Relation fondamentale (en CR)	$q = C.u$; $i = C\dfrac{du}{dt}$	$u = L\dfrac{di}{dt}$
Comportement en régime continu	Interrupteur ouvert	Fil
Energie reçue algébriquement entre 2 instants	$\Delta E_e = \Delta(\frac{1}{2} Cu^2)$	$\Delta E_m = \Delta(\frac{1}{2} Li^2)$
Grandeur continue	**La tension aux bornes d'un condensateur**	**L'intensité du courant qui traverse une bobine**
Association en série	$\dfrac{1}{C_{eq}} = \sum_{k=1}^{n} \dfrac{1}{C_k}$	$L_{eq} = \sum_{k=1}^{n} L_k$
Association en parallèle	$C_{eq} = \sum_{k=1}^{n} C_k$	$\dfrac{1}{L_{eq}} = \sum_{k=1}^{n} \dfrac{1}{L_k}$

EXEMPLES :

<table>
<tr><th>Circuit RC</th><th>Loi des mailles</th><th>Equation différentielle du 1^{er} ordre</th><th>CI</th><th>Tension et intensité</th><th>Régime permanent</th><th>Temps de relaxation</th><th>Bilan énergétique</th></tr>
<tr><td>Réponse à un échelon de tension : charge du condensateur
</td><td>E = Ri + u

$i = C\dfrac{du}{dt}$</td><td>$\dfrac{du}{dt} + \dfrac{1}{\tau}u = \dfrac{E}{\tau}$</td><td>Condensateur déchargé

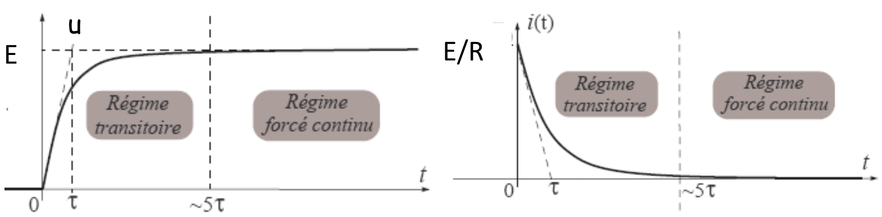
u(0) = 0</td><td>$u(t) = E\left(1 - \exp\left(\dfrac{-t}{\tau}\right)\right)$
$i(t) = \dfrac{E}{R}\exp\left(\dfrac{-t}{\tau}\right)$</td><td>u(∞) = E

i(∞) = 0</td><td rowspan="2">τ = RC</td><td>Pendant la charge, il y a égale répartition de l'énergie fournie par le générateur entre la résistance (énergie dissipée par effet Joule) et le condensateur (énergie stockée)</td></tr>
<tr><td>Régime libre : décharge du condensateur
</td><td>0 = Ri + u

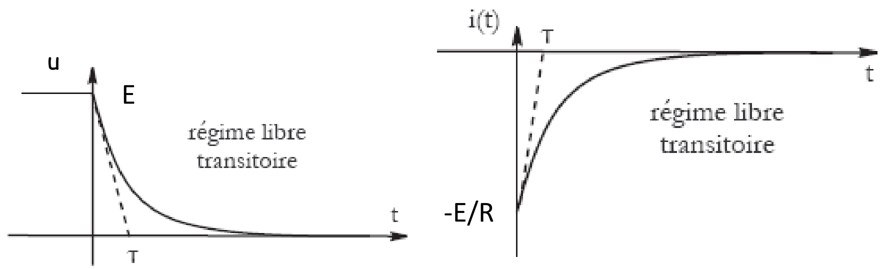
$i = C\dfrac{du}{dt}$</td><td>$\dfrac{du}{dt} + \dfrac{1}{\tau}u = 0$</td><td>Condensateur chargé

u(0) = E</td><td>$u(t) = E\exp\left(\dfrac{-t}{\tau}\right)$
$i(t) = -\dfrac{E}{R}\exp\left(\dfrac{-t}{\tau}\right)$</td><td>u(∞) = 0

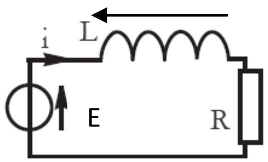
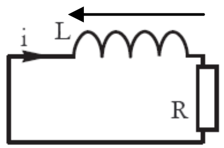
i(∞) = 0</td><td>Toute l'énergie stockée par le condensateur est dissipée dans la résistance par effet Joule.</td></tr>
</table>

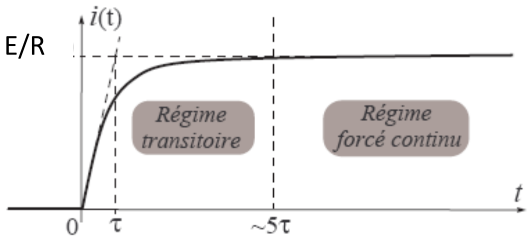


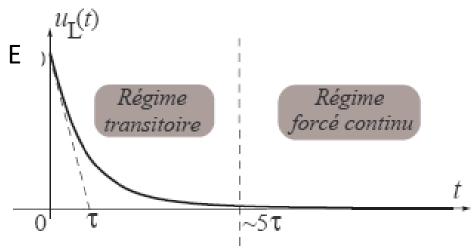
Charge du condensateur

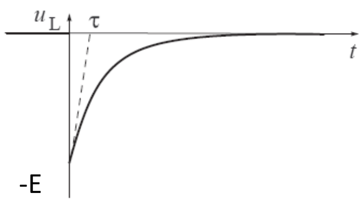


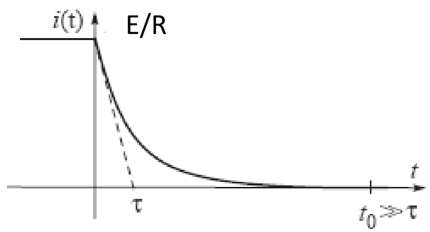
Décharge du condensateur

Circuit RL	Loi des mailles	Equation différentielle du 1^er^ ordre	CI	Tension et intensité	Temps de relaxation	Régime permanent	Bilan énergétique
***Réponse à un échelon de tension* : Retard à l'établissement du courant** 	E = Ri + u_L $u_L = L\frac{di}{dt}$	$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau}i = \frac{E}{L}$	Pas de courant i(0) = 0	$i(t) = \frac{E}{R}\left(1 - \exp\left(\frac{-t}{\tau}\right)\right)$ $u_L(t) = E\exp\left(\frac{-t}{\tau}\right)$	τ = L/R	i(∞) = E/R u(∞) = 0	La bobine stocke de l'énergie, la source continue de débiter en régime permanent contrairement à ce qui se passait lors de la charge du condensateur.
***Régime libre* : Retard à l'annulation du courant** 	0 = Ri + u_L $u_L = L\frac{di}{dt}$	$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau}i = 0$	Courant établi i(0) = E/R	$i(t) = \frac{E}{R}\exp\left(\frac{-t}{\tau}\right)$ $u_L(t) = -E\exp\left(\frac{-t}{\tau}\right)$		i(∞) = 0 u(∞) = 0	Toute l'´energie stockée par la bobine est dissipée dans la résistance par effet Joule.









Retard à l'établissement du courant

Retard à l'annulation du courant