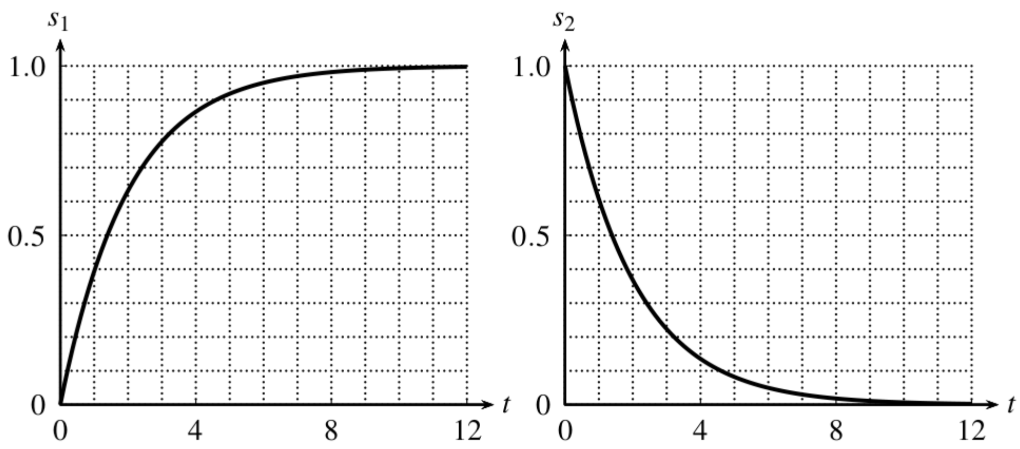
TD : Circuits linéaires du premier ordre

1 Constantes de temps

On soumet deux systèmes, 1 et 2, à une entrée en échelon. Les sorties sont ci-après. Quelles sont les constantes de temps des deux systèmes ?



2 Réponse d'un système

Un système linéaire obéit à l'équation différentielle

$$2\frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}t} + 8f(t) = 2e(t) \ ,$$

1. Quelle est la constante de temps du système ?

2. À l'état initial, $f(0) = 0$ et $e(t)$ passe alors de 0 à 5 V puis reste constant. Que vaut la sortie, vers quelle valeur converge-t-elle ?

3 Résistance de fuite d'un condensateur

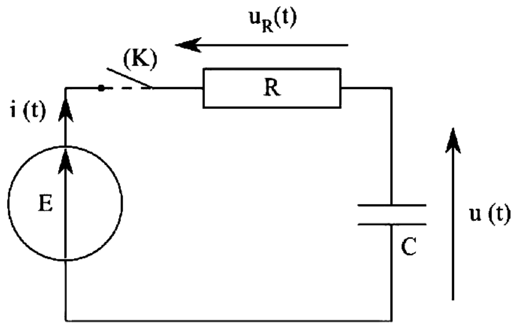
Soit un condensateur de capacité C et présentant une résistance de fuite R_f. On peut modéliser le condensateur par l'association en parallèle de R_f et C. On mesure la tension aux bornes du condensateur à l'aide d'un voltmètre électronique parfait (de résistance interne infinie). Ce condensateur ayant été chargé sous une tension E à l'aide d'une source idéale de tension, on ouvre le circuit. Au bout d'un temps T, on constate que la tension indiquée par le voltmètre n'est plus que de $E' < E$.

1. Comment peut-on expliquer ces observations ?

2. Donner l'expression de R_f en fonction de C, E, E' et T.

4 Charge d'un condensateur

On considère le circuit suivant, dans lequel le condensateur est initialement déchargé.



On ferme l'interrupteur à l'instant $t = 0$.

1. Établir les lois de variation des fonctions $u(t)$ et $i(t)$, puis tracer l'allure de leurs graphes.

2. Calculer le temps de montée à 90 %.

5 Aspect énergétique d'un circuit RC

On considère la réponse indicielle d'un circuit RC à un échelon de tension de hauteur E. Le circuit utilisé pour cela est identique à celui de l'exercice 4. Le condensateur est initialement déchargé ; à $t = 0$, on ferme l'interrupteur (K).

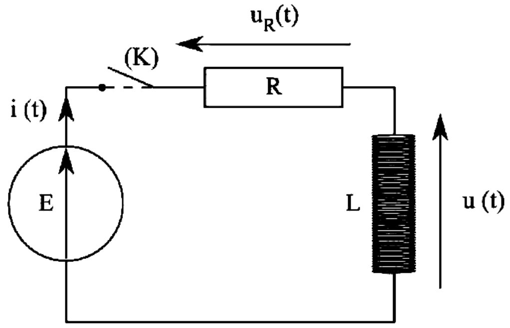
1. Rappeler les expressions de $u(t)$, tension aux bornes du condensateur ainsi que celle de l'intensité $i(t)$ de l'intensité du courant traversant le circuit.

2. On se place à un instant t quelconque. Quelle énergie $\mathrm{d}E_g$ est fournie au circuit pendant la durée $\mathrm{d}t$, avec $\mathrm{d}t$ infinitésimale ? En déduire l'énergie E_g fournie par le générateur durant la charge. On considèrera la charge achevée pour un temps infini.

3. Déterminer de la même façon, durant la charge, l'énergie emmagasinée E_C par le condensateur, et dissipée E_R par le conducteur ohmique par effet Joule.

6 Rupture du courant dans un circuit RL

On considère le circuit suivant, dans lequel l'interrupteur est fermé depuis longtemps.



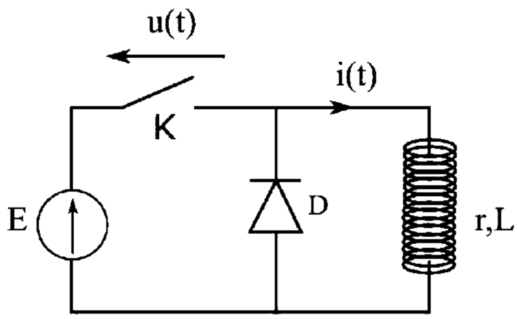
On ouvre l'interrupteur à l'instant $t = 0$.

1. Établir les lois de variations des fonctions $u(t)$ et $i(t)$, puis tracer l'allure de leurs graphes.

2. Expliquer l'apparition d'une étincelle à l'ouverture de l'interrupteur.

7 Circuit RL et diode de roue libre

On considère le circuit ci-dessous où la diode possède une tension de seuil $V_D = 0{,}6\,\mathrm{V}$ et une résistance $r_D = 10\,\Omega$.



Pour $t < 0$, l'interrupteur est fermé depuis suffisamment longtemps pour être en régime permanent. On l'ouvre à l'instant $t = 0$.

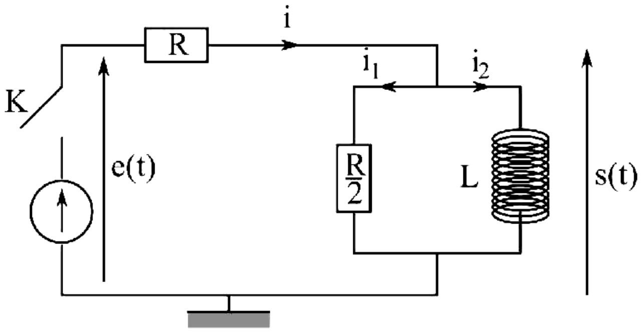
1. Que vaut la tension $u(t)$ qui apparait aux bornes de l'interrupteur juste après la fermeture ?

2. Que vaudrait-elle si la diode était suprimée ? Expliquer l'intérêt d'un tel dispositif.

On donne $E = 10\,\mathrm{V}$, $L = 100\,\mathrm{mH}$ et $r = 100\,\Omega$.

8 États limites d'un circuit

On s'intéresse au circuit suivant, alimenté par un générateur idéal de tension continue de fem E. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K qui était ouvert depuis longtemps.



Étudier les comportements asymptotiques quand t tend vers 0^+, puis vers l'infini des intensités des courants i, i_1 et i_2, de la tension $s(t)$ et de la dérivée de l'intensité du courant traversant la bobine $\frac{\mathrm{d}i_2}{\mathrm{d}t}$.