Travaux dirigés n°S3
Circuits du 1^er^ ordre

Exercice 1 : Energie stockée dans un condensateur

1. Un flash d'appareil photo jetable est constitué d'un condensateur de capacité $C = 150$ µF et est chargé sous une tension $E = 300$ V. Déterminer l'énergie stockée dans ce condensateur.
2. Un défibrillateur cardiaque est constitué d'un condensateur de capacité $C = 470$ µF et est chargé sous une tension $E = 1500$ V. Déterminer l'énergie stockée dans ce condensateur.

Exercice 2 : Minuterie.

Cet exercice étudie le fonctionnement d'une ancienne minuterie d'éclairage.
Dans le montage suivant, un composant M, servant de comparateur de tensions, permet l'allumage de la lampe L **tant que la tension du condensateur est inférieure à une tension limite**, notée U_{lim}, fixée ici à 10 V. Ce composant possède une alimentation électrique propre qui fournit l'énergie nécessaire à l'allumage des lampes. On admettra qu'il ne perturbe pas le fonctionnement du circuit RC.

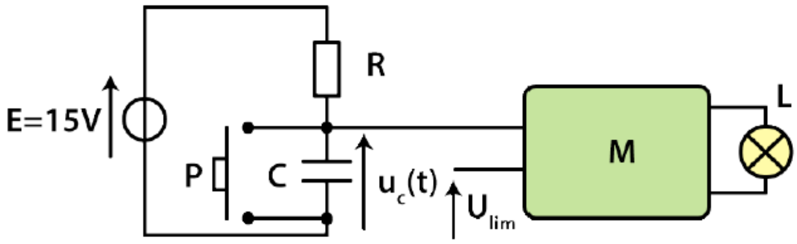


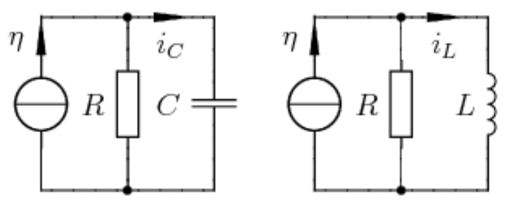
Schéma de fonctionnement d'une minuterie

Pour allumer la lumière, l'utilisateur appuie sur le bouton poussoir P, ce qui a pour effet de décharger le condensateur et d'allumer la lampe. Il le relâche à l'instant considéré comme l'instant initial $t = 0$ de la minuterie. Le condensateur est alors complètement déchargé.

1. Expliquer succinctement le principe de fonctionnement de cette minuterie.
2. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$.
3. Résoudre cette équation en définissant une constante de temps notée τ (à préciser)
4. Tracer l'allure de $u_C(t)$ en faisant apparaître la tension E et la constante de temps.
5. Calculer la valeur de τ pour $R = 100$ kΩ et $C = 200$ µF.
6. Déterminer l'expression de la durée d'allumage t_0 en fonction de E, U_{lim} et τ. Calculer t_0.
7. Sur quels paramètres du montage peut-on agir afin d'augmenter la durée d'allumage de la lampe ? Quel est le plus simple ?

Exercice 3 : Détermination de la réponse d'un circuit

On considère les circuits suivants, alimentés par un générateur idéal de courant :



A l'instant t = 0, on allume le générateur (Pour $t < 0$, η vaut 0 et pour $t > 0$, il est constant). A $t = 0$, le condensateur est déchargé et la bobine parcourue par aucun courant.

Montage de gauche :

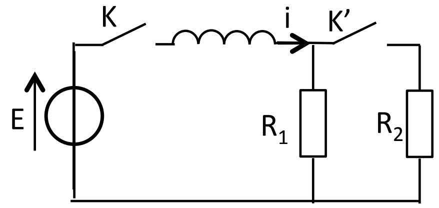
- Etablir l'équation différentielle en $u_C(t)$, en déduire l'expression de la constante de temps.
- Donner les valeurs de u_C dans les conditions initiales puis en régime permanent.
- En déduire l'expression de $u_C(t)$ puis la courbe d'évolution de $u_C(t)$

Montage de droite :

- Etablir l'équation différentielle en $i_L(t)$, en déduire l'expression de la constante de temps
- Donner les valeurs de i_L dans les conditions initiales ainsi qu'en régime permanent.
- En déduire l'expression de $i_L(t)$ puis la courbe d'évolution de $i_L(t)$

Exercice 4 : Etablissement du courant dans un circuit

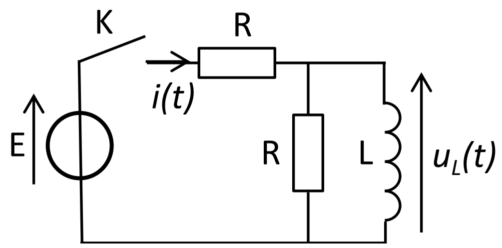
On considère le circuit suivant comportant une bobine d'inductance L et de deux résistances R_1 et R_2. K et K' sont deux interrupteurs et le générateur de tension possède la f.e.m E.



1. K' est ouvert. A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K.
   a. Quelle est la valeur de i à $t = 0$? Quel est le courant *I* en régime permanent ?
   b. Déterminer la loi d'évolution de l'intensité $i(t)$.
   c. Tracer l'allure de la courbe.
2. Le régime permanent d'intensité I est établi (K est fermé depuis longtemps). A $t = 0$, on ferme K'.
   a. Que dire de i à l'instant 0 ? Quelle est la nouvelle intensité *I'* en régime permanent.
   b. Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de $i(t)$.
   c. Sans résolution, tracer l'allure de $i(t)$.

Exercice 5 : Circuit RL**

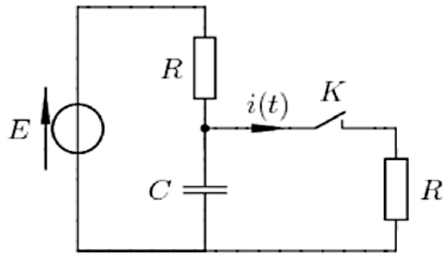
On considère le circuit suivant comportant une bobine d'inductance L et de deux résistances R. Le circuit est alimenté par un générateur de tension de f.e.m E. A l'instant $i = 0$, on ferme l'interrupteur K.
On appelle $t = 0^-$ l'instant précédent la fermeture de l'interrupteur et $t = 0^+$ l'instant juste après la fermeture de l'interrupteur.



1. Peut-on dire que $u_L(0^-) = u_L(0^+)$? Peut-on dire que $i(0^-) = i(0^+)$? Déterminer l'expression de $u_L(0^+)$ à l'aide de considérations physiques.
2. Déterminer l'expression de u_L en régime permanent.
3. Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u_L(t)$.
4. En déduire l'expression de $u_L(t)$. Tracer l'allure de $u_L(t)$.
5. Exprimer en fonction de L et R le temps T au bout duquel $u_L(T) = \frac{u_L(0^+)}{10}$.
6. On mesure expérimentalement $T = 3{,}0\ \mu s$. On donne $R = 1000\ \Omega$, en déduire la valeur numérique de L.

Exercice 6 : Réponse d'un circuit RC à un échelon de tension**

Soit le montage représenté ci-dessous. Pour $t < 0$, le circuit est en régime permanent, c'est à dire que le générateur de tension est allumé depuis longtemps et K ouvert depuis longtemps. Le condensateur est chargé. On ferme K à $t = 0$.



1. Quelle est la valeur initiale de la tension aux bornes du condensateur ? En déduire l'expression de l'intensité initiale $i(0)$ circulant dans le résistor R.
2. Déterminer l'expression de l'intensité finale $i(\infty)$ en régime permanent.
3. Etablir l'équation différentielle en $i(t)$.
4. Déterminer complètement l'expression de $i(t)$.
5. Tracer son allure.

Capacités exigibles :

- Distinguer sur un relevé expérimental, régime transitoire et régime permanent.
- Citer les relations entre l'intensité et la tension et les ordres de grandeurs pour les composants L et C
- Exprimer l'énergie stockée dans une bobine, un condensateur.
- Utiliser un modèle équivalent aux dipôles pour déterminer les grandeurs électriques en régime permanent
- Interpréter et utiliser les continuités de la tension aux bornes d'un condensateur ou de l'intensité dans une bobine
- Etablir la relation différentielle du premier ordre vérifiée par une grandeur électrique dans un circuit comportant une ou deux mailles.
- Déterminer un ordre de grandeur de la durée d'un régime transitoire.
- Prévoir qualitativement l'évolution du système avant toute résolution de l'équation différentielle
- Résoudre analytiquement une équation différentielle du 1er ordre
- Réaliser un bilan énergétique

QCM d'entraînement :