

## Travaux dirigés n°S3

### Circuits du 1<sup>er</sup> ordre

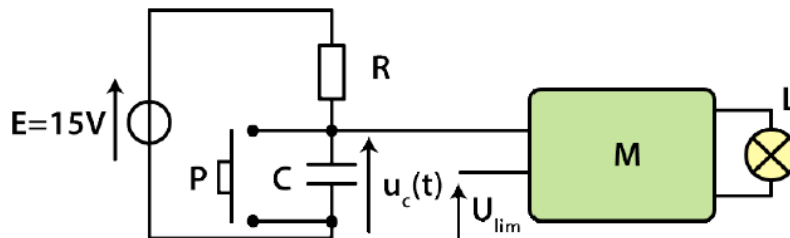
#### Exercice 1 : Energie stockée dans un condensateur

1. Un flash d'appareil photo jetable est constitué d'un condensateur de capacité  $C = 150 \mu\text{F}$  et est chargé sous une tension  $E = 300\text{V}$ . Déterminer l'énergie stockée dans ce condensateur.
2. Un défibrillateur cardiaque est constitué d'un condensateur de capacité  $C = 470 \mu\text{F}$  et est chargé sous une tension  $E = 1500\text{V}$ . 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  $U_{\text{lim}}$ , fixée ici à  $10 \text{ V}$ . 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.



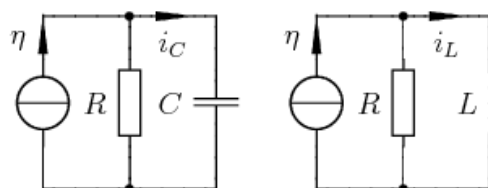
*Schéma de fonctionnement d'une minuterie*

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  $\tau$  (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  $\tau$  pour  $R = 100 \text{ k}\Omega$  et  $C = 200 \mu\text{F}$ .
6. Déterminer l'expression de la durée d'allumage  $t_0$  en fonction de  $E$ ,  $U_{\text{lim}}$  et  $\tau$ . 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  $t < 0$ ,  $\eta$  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 :**

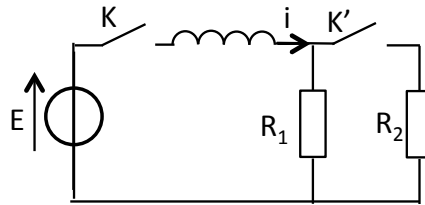
- Etablir l'équation différentielle en  $u_C(t)$ , en déduire l'expression de la constante de temps.
- Donner les valeurs de  $u_C$  dans les conditions initiales puis en régime permanent.
- En déduire l'expression de  $u_C(t)$  puis la courbe d'évolution de  $u_C(t)$

**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  $E$ .

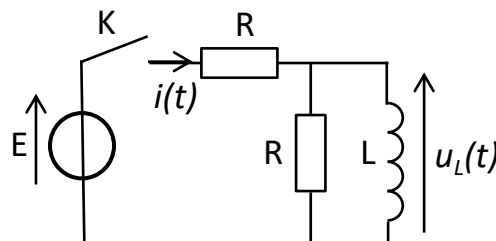


1.  $K'$  est ouvert. A l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur  $K$ .
  - a. Quelle est la valeur de  $i$  à  $t=0$  ? Quel est le courant  $I$  en régime permanent ?
  - b. Déterminer la loi d'évolution de l'intensité  $i(t)$ .
  - c. Tracer l'allure de la courbe.
2. Le régime permanent d'intensité  $I$  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  $t=0$ , on ferme l'interrupteur  $K$ .

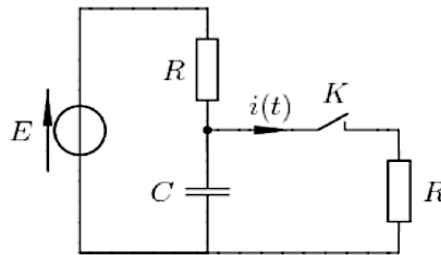
On appelle  $t = 0^-$  l'instant précédent la fermeture de l'interrupteur et  $t = 0^+$  l'instant juste après la fermeture de l'interrupteur.



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 1<sup>er</sup> ordre
- Réaliser un bilan énergétique

#### QCM d'entraînement :

