

Durée 2H. Calculatrice interdite.

**Indications pour le devoir :**

- Lire l'énoncé en entier avant d'écrire quoi que ce soit, puis choisir l'exercice par lequel vous souhaiter commencer.
- Vous pouvez faire les exercices dans l'ordre de votre choix, mais dans un exercice donné, les questions doivent se suivre.
- Une attention particulière sera donnée à la présentation et à la rédaction (justifiez vos réponses, précisez la signification et l'unité des termes utilisés...).
- Toute réponse non justifiée ne sera pas prise en compte.

**CHECK LIST A COCHER AVANT DE RENDRE SA COPIE.**

- La copie est entièrement rédigée au STYLO.
- Toutes les copies sont numérotées.
- Toutes les réponses sont justifiées.
- Les questions sont rédigées dans l'ordre.
- Chaque question / schéma / calcul est INTRODUIT par une PHRASE / un mot.
- Les lois sont citées : « D'après la loi ... »
- Aucune phrase ne commence par « c'est », « car »...
- Les SCHÉMAS sont GRANDS, PROPRES, COMPLÉTÉS au STYLO.
- Introduire les applications numériques par 'AN':
- AUCUNE ligne de calcul ne contient de signe « = » VIDE à gauche.
- Un seul signe « = » par ligne.
- Les formules littérales utilisées pour faire les AN sont encadrés.
- Les applications numériques sont toutes suivies d'une UNITÉ (si elle existe).
- Les applications numériques sont soulignées.
- J'ai simplifié au maximum les expressions obtenues.

**Compétences évaluées:****Exercice 1**

Remplacer une association série ou parallèle de deux résistances par une résistance équivalente.

Utiliser la loi des noeuds et celle des mailles.

Algébriser les grandeurs électriques et utiliser les conventions récepteur et générateur.

Utiliser les relations entre l'intensité et la tension.

**Exercice 2**

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 du courant traversant une bobine.

**Exercice 3**

Établir l'équation différentielle du premier ordre vérifiée par une grandeur électrique dans un circuit comportant une ou deux mailles.

Déterminer la réponse temporelle dans le cas d'un régime libre ou d'un échelon de tension.

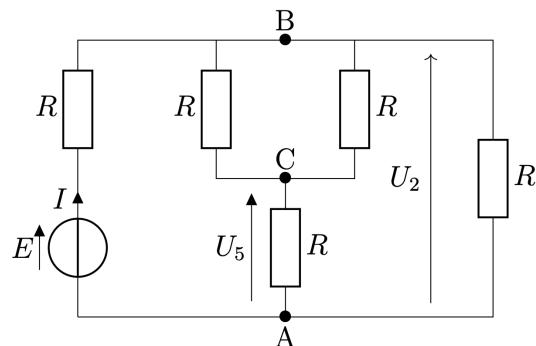
Distinguer sur un relevé expérimental, le régime transitoire et le régime permanent d'un signal à la sortie d'un système du premier ordre soumis à un échelon de tension.

Exprimer l'énergie stockée dans un condensateur

**Exercice 1 : circuit résistif (20 minutes).**

On considère le circuit ci-contre où toutes les résistances sont égales à R.

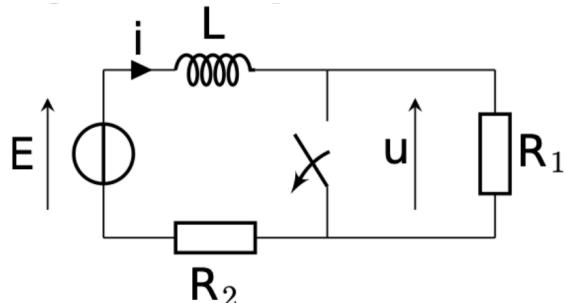
1. **Déterminer** la résistance équivalente  $R_{BC}$  entre B et C en justifiant.
2. **Déterminer** la résistance équivalente  $R_{AB}$  entre A et B.
3. En ramenant le circuit à une unique résistance équivalente notée  $R_{\text{tot}}$ , **déterminer** l'expression de l'intensité I en fonction de E et R uniquement.

**Exercice 2: allumage d'une lampe (45 min).**

L'objectif de cet exercice est d'étudier la surtension qui apparaît aux bornes de l'interrupteur lorsqu'on ouvre un circuit comportant une bobine. Ce phénomène est par exemple utilisé pour amorcer l'éclairage des néons que vous avez l'habitude de voir tous les jours au plafond du lycée et ailleurs.

On considère donc le circuit ci-contre, qui comporte une bobine et deux résistances. L'interrupteur sera d'abord considéré fermé, puis brusquement ouvert.

On prendra  $E = 10 \text{ V}$ ,  $L = 1.0 \text{ H}$ ,  $R_1 = 50 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 1.0 \text{ k}\Omega$  pour les applications numériques.



1. Dans un premier temps, on considère que **l'interrupteur est fermé** depuis longtemps, si bien qu'un **régime permanent est atteint**.

- a) **Représenter** le circuit dans ces conditions, orienter toutes les tensions et toutes intensités adéquates sur le schéma.
- b) En déduire la valeur de la tension u en justifiant.
- c) Quelle est la valeur de la tension aux bornes de la bobine ? Justifier.
- d) **Montrer** alors que  $i=E/R_2$ . Faire l'application numérique.

2. Dans un second temps **on ouvre l'interrupteur, tout se passe comme si le circuit comporte une seule maille**. On définit l'instant  $t = 0$  comme celui où l'interrupteur est brusquement ouvert.

- a) **Représenter** le circuit dans ces conditions, orienter toutes les tensions et toutes intensités adéquates sur le schéma.
- b) Quelle est la valeur de i à  $t = 0^+$ , juste après l'ouverture de l'interrupteur? On la notera  $i(0^+)$ . Justifier.
- b) En déduire la valeur  $u(0^+)$  après l'ouverture de l'interrupteur. Commentaires?

3. **Déterminer** la valeur  $u_\infty$  de u au bout d'un temps long en représentant le circuit en régime permanent, l'interrupteur étant toujours ouvert. **En déduire** la valeur de l'intensité qui traverse la bobine une fois le régime permanent atteint lorsque l'interrupteur est ouvert. On notera  $i_\infty$  cette valeur.

4. Si  $R_1$  tend vers l'infini, vers quoi tend  $u_\infty$ ? Justifier alors que l'on observe une étincelle à l'ouverture du circuit.

Exercice 3 (45 minutes). Charge d'un défibrillateur.

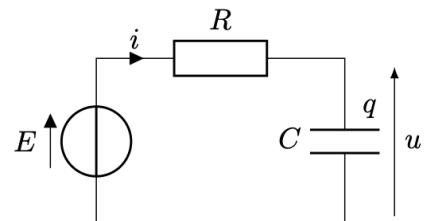
Le défibrillateur permet de lutter contre la fibrillation cardiaque, qui est un trouble grave du rythme cardiaque pouvant aboutir à un infarctus, qui correspond lui à une mort cellulaire de tout ou partie du muscle cardiaque. En 1947, le Dr BECK développe à l'hôpital universitaire de Cleveland un défibrillateur fonctionnant avec le courant alternatif du secteur et possédant une tension utile de l'ordre de 1500 volts. Les années 1960 virent une amélioration notable du dispositif en permettant son utilisation ambulatoire à l'aide d'une alimentation autonome à courant continu : on stocke dans des condensateurs de l'énergie qui est ensuite libérée pendant un intervalle de temps très court.



La notice indique une énergie maximale stockée de  $W=150 \text{ J}$ .

On modélise le défibrillateur par un condensateur idéal de capacité  $C$  placé dans le circuit ci-contre contenant un générateur de f.e.m.  $E$  et une résistance  $R$ . On allume le générateur à l'instant  $t= 0$  afin de le charger.

Le condensateur est **initiallement déchargé**.



1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u(t)$  aux bornes du condensateur pour  $t \geq 0$ . On la mettra sous la forme:  $\frac{du(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}u(t) = \frac{E}{\tau}$ ; Exprimer  $\tau$  en fonction de  $R$  et  $C$ .
2. Résoudre l'équation différentielle.
3. Déterminer l'expression de l'intensité  $i(t)$  du courant circulant dans le circuit. Cette grandeur est-elle continue à  $t= 0$  ?  
Déterminer l'expression, en fonction de  $E$  et  $R$ , de la valeur maximale  $I_{\max}$  du courant.
4. La courbe représentant  $u(t)$  est représentée sur la figure 3. Faire apparaître le régime transitoire et le régime permanent. Déterminer la valeur de la constante de temps  $\tau$  en expliquant la démarche.
5. Résolution de problème. Quelle est la valeur de la capacité du défibrillateur? Quelle est la valeur de  $R$  utilisée dans le circuit de charge?

Figure 3: tension aux bornes du condensateur en fonction du temps.

