

Tout document est interdit. Seul l'emploi d'une calculatrice est autorisé.

Non seulement vos résultats, mais surtout votre capacité à les justifier clairement et à les analyser ensuite de manière critique seront évalués.

Les conventions et grandeurs utilisées devront systématiquement être représentées sur un schéma.

Exercice 1 : Question de cours

Soit le circuit ci-dessous constitué d'une bobine idéale d'inductance L , d'un condensateur idéal de capacité C et d'un conducteur ohmique de résistance R (voir figure 1). On applique entre les points A et D une tension sinusoïdale de fréquence f et d'amplitude U . Donner l'expression littérale de l'impédance complexe équivalente Z_{AD} entre A et D.

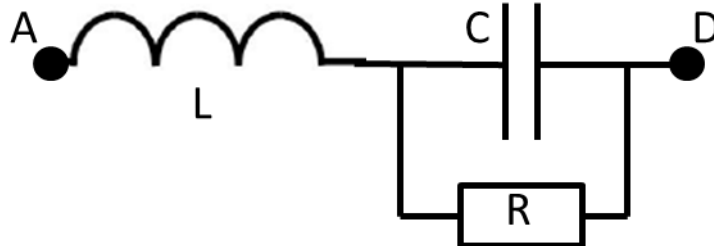


Figure 1

Exercice 2 : pertes en ligne

Un appareil de mesure, noté M , est alimenté par une source de tension continue dont la force électromotrice est égale à E . La source peut être supposée idéale tant que l'intensité ne dépasse pas I_{max} . La distance entre la source et l'appareil de mesure peut varier et nécessite l'utilisation d'une rallonge de longueur L en cuivre de résistance totale R_f . L'appareil de mesure est équivalent à une résistance électrique R_M . Cet appareil fonctionne correctement pour une tension d'alimentation comprise entre U_{min} et U_{max} . Le schéma électrique de l'installation est représenté sur la figure 2. Les données numériques sont données en fin d'énoncé.

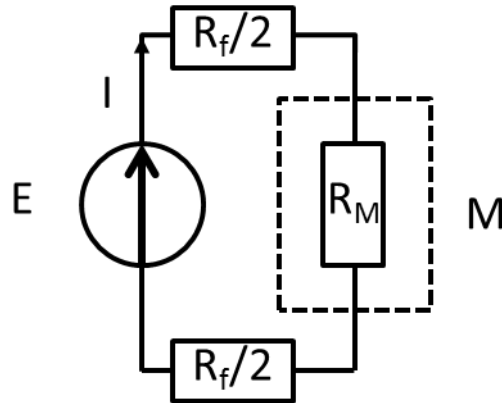


Figure 2

On rappelle que la résistance électrique d'un conducteur électrique de section constante S de longueur ℓ et de résistivité électrique ρ est $R = \rho \ell / S$.

1.1. Donner l'expression de l'intensité du courant I en fonction R_M , R_f et E . Vous justifierez soigneusement votre réponse en prenant soin de définir les grandeurs utiles.

1.2. A partir de la relation précédente et de l'expression de la résistance R_f , en déduire l'expression de la longueur maximale L_M de la rallonge pour que l'appareil de mesure fonctionne correctement. Faites l'application numérique.

1.3. Quelle que soit la longueur de la rallonge $L < L_M$, la source de tension peut-elle être considérée comme idéale? (bonus)

Lors d'une campagne de mesures, deux appareils de mesure identiques à celui décrit dans la première partie sont nécessaires. La même source de tension que dans la première partie est utilisée. Elle est connectée à l'aide d'une seule rallonge de longueur L_M aux appareils de mesure.

2.1. Les appareils sont d'abord branchés en série.

Faites un schéma électrique équivalent de l'installation.

Les appareils de mesure fonctionneront-ils correctement? Justifier.

2.2. Les appareils sont ensuite branchés en parallèle.

Faites un schéma électrique équivalent de l'installation.

Les appareils de mesure fonctionneront-ils correctement? Justifier.

2.3. Quelle solution préconisez-vous pour que les deux appareils fonctionnent correctement? Justifier (bonus)

Données numériques : $E = 220\text{V}$; $I_{max} = 8,0\text{ A}$; $R_M = 44\ \Omega$; $U_{min} = 210\text{ V}$; $U_{max} = 230\text{ V}$

Section du fil utilisée : $S = 2,0\text{ mm}^2$

Résistivité électrique du cuivre : $\rho = 17 \cdot 10^{-9}\ \Omega\text{m}$

Exercice 3: Etude d'un circuit avec inductance

On se propose d'étudier le fonctionnement du circuit représenté sur la figure 3. Il s'agit d'un circuit alimenté par une source idéale de tension E , d'une bobine d'inductance L et de résistance R_L , d'une diode parfaite D de tension de seuil nulle (voir courbe caractéristique sur la figure 4), d'une lampe modélisée par une résistance R_M et d'un interrupteur K . La lampe s'éclaire si le courant qui la traverse est supérieur à I_{min} . Les données numériques sont en fin de texte.

1/ Le but de cette première partie (**indépendante des suivantes**) est de montrer que lorsqu'on ferme l'interrupteur, le montage de la figure 3 est alors équivalent à celui de la figure 3bis.

- Supposez tout d'abord que le point de fonctionnement de la diode appartienne à la partie verticale de sa caractéristique (Figure 4). Qu'est-ce que cela implique pour la tension u_D et l'intensité i_D ? Par quoi peut-on remplacer la diode?
- Supposez ensuite que le point de fonctionnement de la diode appartienne à la partie horizontale de sa caractéristique (Figure 4). Qu'est-ce que cela implique pour la tension u_D et l'intensité i_D ? Par quoi peut-on remplacer la diode?
- Montrer que le circuit de la figure 3 est donc équivalent à celui de la figure 3bis quand l'interrupteur est fermé.

2/ L'interrupteur est fermé à l'instant t que l'on prendra pour origine des temps et on considèrera donc que le montage est équivalent à celui de la Figure 3bis.

- Donner l'équation différentielle décrivant la variation de l'intensité $i(t)$ dans la bobine.
- Résoudre cette équation pour donner l'expression analytique de l'intensité $i(t)$ dans la bobine au cours du temps.
- Représenter qualitativement l'évolution de l'intensité $i(t)$ en fonction du temps. Commentez la valeur de $i(t)$ lorsque t tend vers l'infini.
- Proposer une solution pour observer avec un oscilloscope un signal représentatif de $i(t)$. Indiquez comment l'oscilloscope doit être branché.

3/ Le régime permanent étant atteint interrupteur fermé, celui-ci est malencontreusement ouvert à l'instant t' que l'on reconsidèrera comme l'origine des temps pour la suite. On reprend donc le montage de la figure 3.

- Expliquer qualitativement pourquoi la lampe s'allume dans ces conditions et donner le nouveau schéma équivalent du montage.
- Au bout de combien de temps la lampe s'éteint-elle? Vous veillerez à expliquer **soigneusement** votre démarche. (Dans cette question, vous serez entre autre évalués sur votre capacité à construire un raisonnement argumenté.)

4/ Quelle peut être l'utilité de ce type de montage? (bonus)

Données numériques : $E = 1,0 \text{ V}$; $R_L = 0,10 \Omega$; $R_M = 0,10 \Omega$; $L = 200 \text{ mH}$; $I_{min} = 10 \text{ mA}$

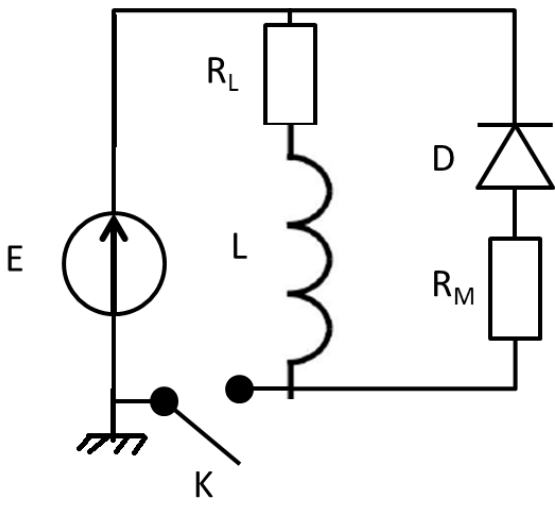


Figure 3

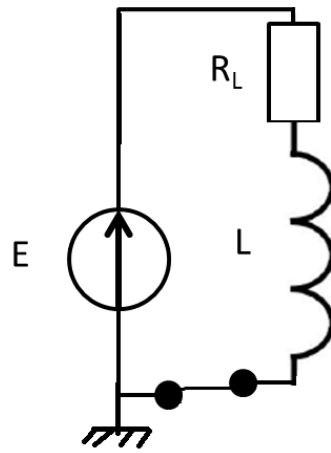


Figure 3bis

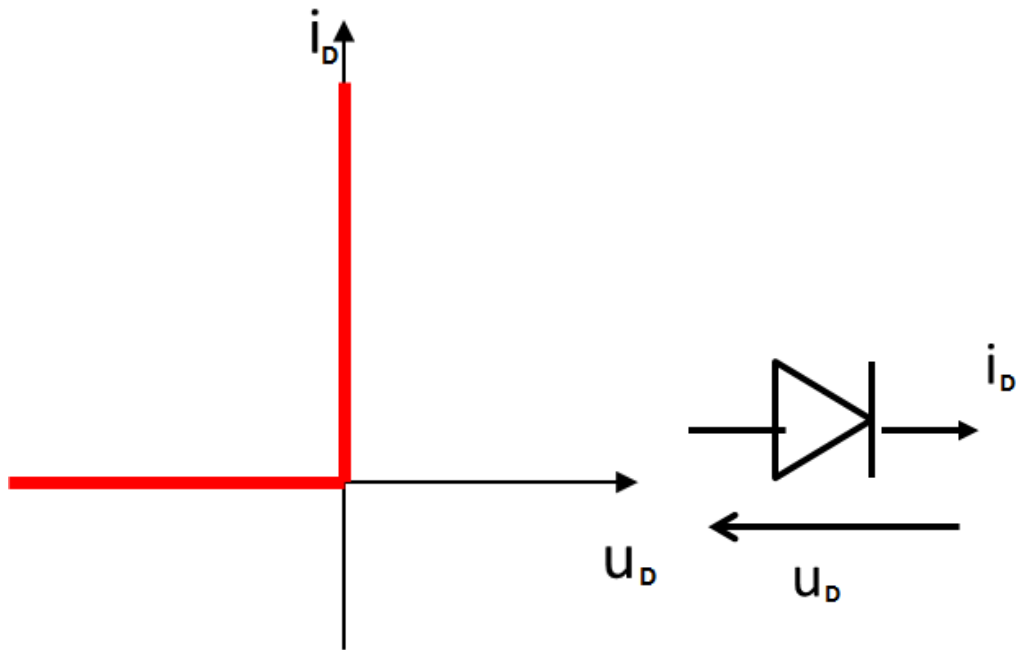


Figure 4 : courbe caractéristique courant-tension de la diode D.