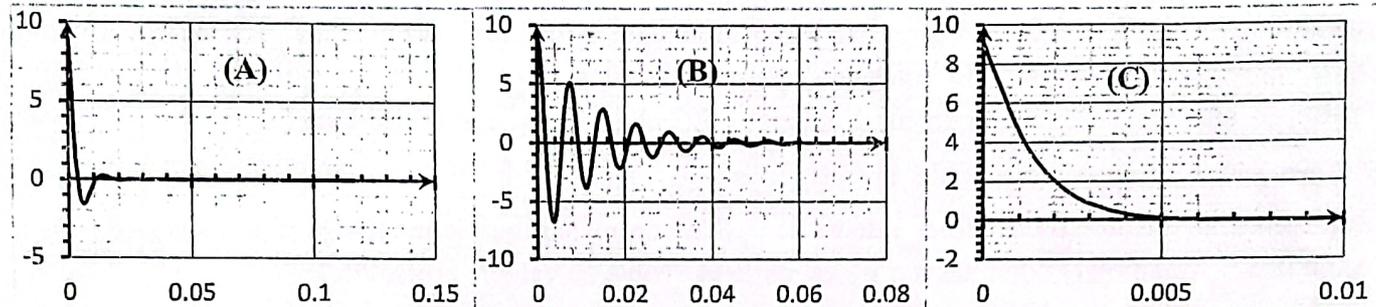


Chapitre 8 : Oscillations libres dans un circuit RLC – Série

Exercice 1 : Repérer les différents régimes d'un circuit RLC

On a représenté la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur de trois circuits RLC différents. Ces circuits possèdent des condensateurs de même capacité. Les résistances des conducteurs ohmiques sont 10Ω , 1000Ω et $10\,000\Omega$.

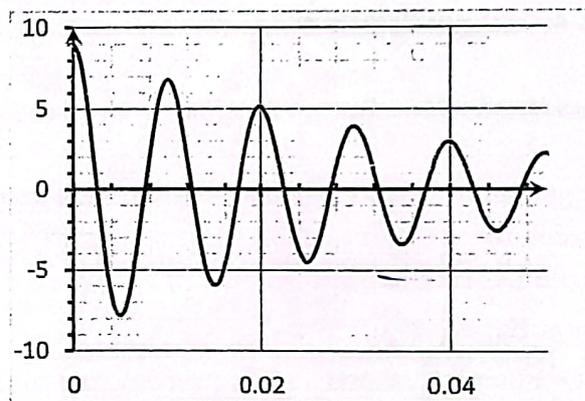


Attribuer à chaque graphique (A, B, C) la valeur de la résistance correspondante.

Exercice 2 : Mesure une pseudo-période

Le graphique ci-dessous représente l'évolution au cours du temps de la tension aux bornes du condensateur d'un circuit RLC.

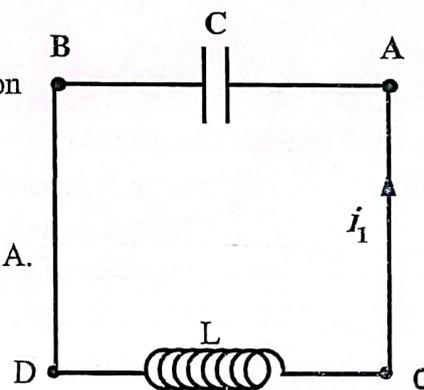
- déterminer la pseudo-période des oscillations.
- La capacité du condensateur est $1,0\text{ mF}$. En déduire l'inductance de la bobine. On admet que la pseudo-période T est proche de la période propre T_0 d'un dipôle LC.



Exercice 3 : Ecrire une équation différentielle.

On considère le circuit LC ci-contre.

- Reproduire le schéma et flécher les tensions u_C et u_L en convention récepteur.
- Exprimer :
 - la tension u_L en fonction de l'intensité du courant.
 - l'intensité du courant en fonction de la charge q de l'armature A.
 - la charge q en fonction de u_C .
 - la tension u_L en fonction de u_C .
- écrire une relation entre les tensions u_L et u_C .
- établir l'équation différentielle qui décrit l'évolution, au cours du temps, de la charge q du condensateur.



Exercice 4 : Vérification de la solution d'une équation différentielle.

La tension aux bornes d'un condensateur d'un circuit LC obéit à l'équation différentielle $\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_C = 0$

- Vérifier que la fonction $u_C = U_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi_0\right)$ est solution de cette équation différentielle et exprimer la période T_0 en fonction de L et C.
- Que représentent U_m et φ_0 ? préciser les unités.
 - Comment détermine-t-on ces deux grandeurs ?

Exercice 5 : Exploiter des conditions initiales

Un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{F}$, chargé sous une tension de $8,0 \text{ V}$, est branché, aux bornes d'une bobine d'inductance $L = 40 \text{ mH}$, de résistance négligeable.

La tension u_C aux bornes du condensateur d'un circuit LC obéit à l'équation différentielle :

$$\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_C = 0 \text{ de solution générale } u_C = U_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi_0\right)$$

Un dispositif d'acquisition transmet les valeurs de u_C à un ordinateur qui donne la représentation graphique.

Au début de l'acquisition ($t=0$) la tension u_C est nulle et évolue en valeurs croissantes.

- déterminer l'amplitude des oscillations.
- déterminer la phase à l'origine des temps φ_0 .
- Calculer la période T_0 des oscillations.
- donner l'allure de la courbe obtenue sur l'écran de l'ordinateur.

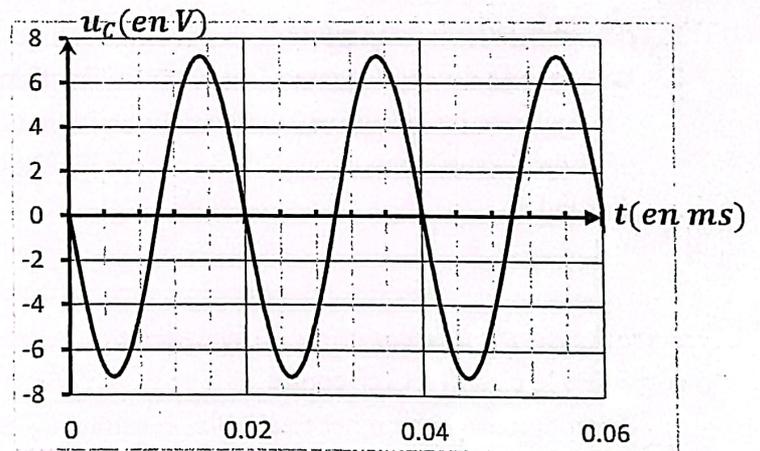
Exercice 6 : Exprimer la tension u_C en fonction du temps

Le graphique ci-contre présente l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur d'un circuit LC et telle que :

$$u_C = U_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi_0\right)$$

déterminer les valeurs numériques des constantes

T_0 , U_m et φ_0 .



Exercice 7 : Calcul des énergies

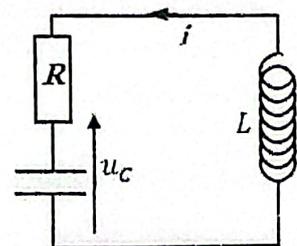
Un condensateur de capacité $C = 330 \text{ nF}$ initialement chargé sous une tension $u_C = 6,0 \text{ V}$, est branché aux bornes d'une bobine d'inductance L et de résistance r.

- Quelle est l'énergie initiale du circuit ?
- A l'issue d'une durée d'oscillations $t = 3T$ (T est la pseudo-période du dipôle RLC), le circuit a perdu le quart de son énergie initiale et toute l'énergie est emmagasinée dans le condensateur.
 - Comment expliquer la perte d'énergie ?
 - Quelle est la tension aux bornes du condensateur ?

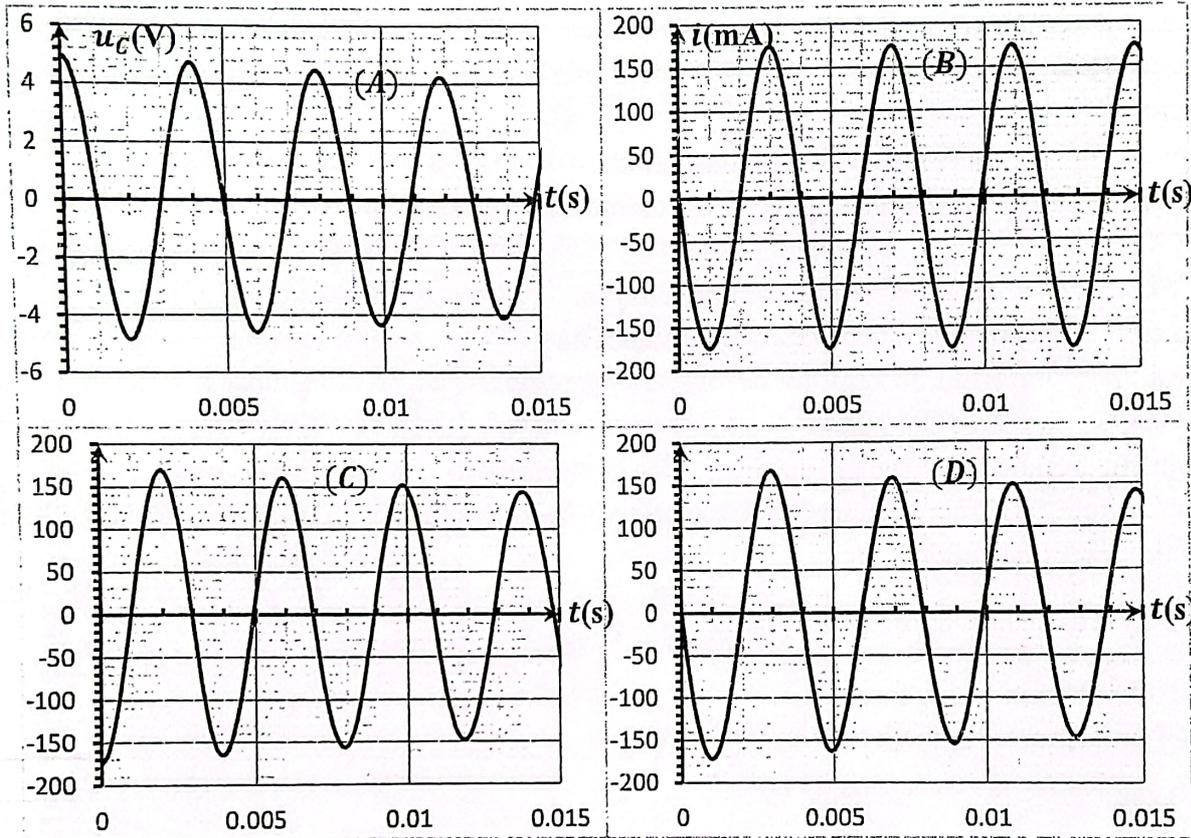
Exercice 8 : Quel graphique choisir ?

On réalise le montage schématisé suivant dans lequel le condensateur est initialement chargé ($u_C > 0$).

- Représenter les branchements permettant d'acquérir la tension u_C aux bornes du condensateur grâce à un système d'acquisition informatisé.



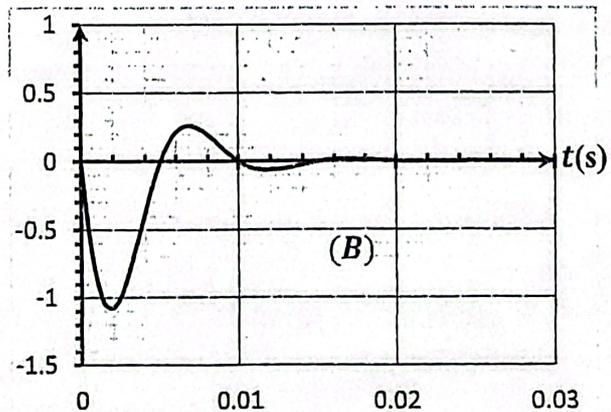
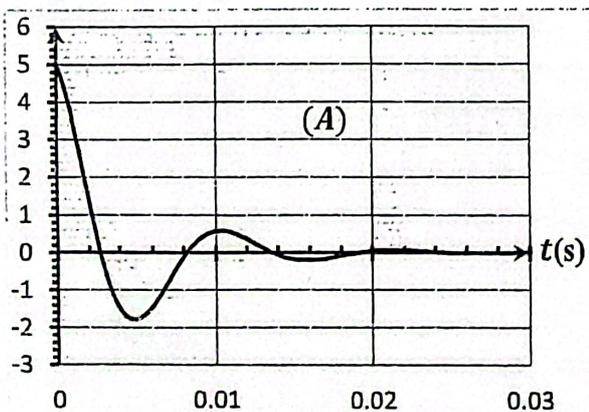
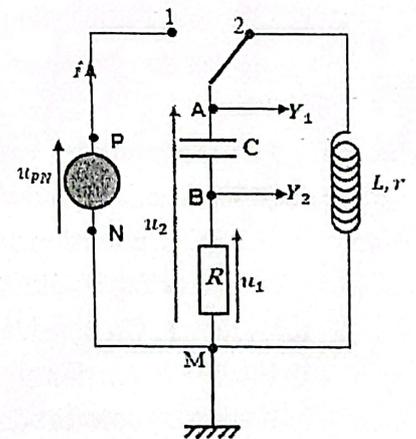
- On souhaite visualiser l'intensité du courant $i(t)$. Comment procéder ?
- le graphique A représente la tension u_C aux bornes du condensateur. Parmi les autres graphiques (B, C, D), lequel représente l'intensité du courant $i(t)$ correspondant à cette expérience ?



Exercice 9 : Le bon choix

On considère le circuit schématisé ci-contre. Le générateur maintient entre ses bornes la tension $u_{PN} = 5,5 V$. Le commutateur est initialement en position 1. A l'instant $t=0$, début de l'acquisition, le commutateur est déplacé de la position 1 à la position 2. On enregistre les tensions u_1 et u_2 sur les voies Y_1 et Y_2 .

A partir des tensions enregistrées, on trace le graphique donnant l'évolution en fonction du temps de la tension u_R aux bornes de la résistance (convention récepteur), puis après calculs, le graphe donnant l'évolution en fonction du temps de la tension aux bornes du condensateur (convention récepteur) (voir les schémas ci-dessous).



1. Comment nomme-t-on ce type de décharge du condensateur ?
2. a. Comment à partir des tensions enregistrées u_1 et u_2 , obtient-on la tension u_C ? Justifier.
b. Lequel des graphiques ci-dessous, représente u_C ? Justifier.
3. a. Laquelle des tensions représentées indique le mode d'évolution de l'intensité du courant ?
b. Durant les premières 5 ms, quel est le signe de l'intensité du courant i ? Quel est le sens du courant ?
4. a. Donner une valeur approchée de la pseudo-période.
b. La résistance de ce circuit est-elle négligeable ? Justifier la réponse.

Exercice 10 : Calculer la valeur d'une résistance critique.

Le graphique ci-après représente la tension u_C aux bornes du condensateur d'un circuit RLC.

Données $L = 0,8 \text{ H}$; $R = 9 \Omega$; $C = 30 \mu\text{F}$.

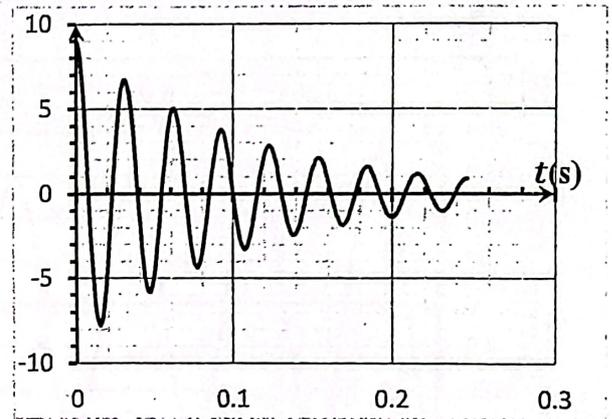
1. L'augmentation de la résistance du circuit a-t-elle une influence sur l'amortissement des oscillations ?
2. Définir un régime aperiodique
3. Lorsque la résistance est égale à $R_C = 2 \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$; le régime est critique

a. par une analyse dimensionnelle vérifier que

l'expression $\sqrt{\frac{L}{C}}$ s'exprime en Ω

b. Calculer la valeur de R_C

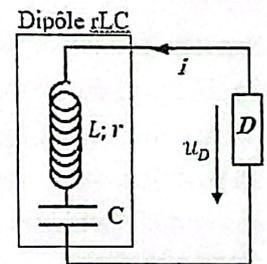
c. Donner l'allure du graphique montrant les variations de la tension u_C en fonction du temps, dans le cas du régime critique.



Exercice 11 : Déterminer l'expression de la charge d'un condensateur

Le montage schématisé ci-contre permet d'obtenir des oscillations non amorties aux bornes du condensateur d'un circuit RLC. La tension aux bornes du module électronique D est $u = -r \cdot i$

1. a. Le circuit représenté ci-contre peut être schématisé très simplement. Le représenter. On considèrera ce schéma par la suite.
b. Flécher la tension u_C aux bornes du condensateur et la tension aux bornes de la bobine en convention récepteur.
2. On se propose d'établir l'expression de la charge du condensateur $q = C \cdot u_C$ en fonction du temps.

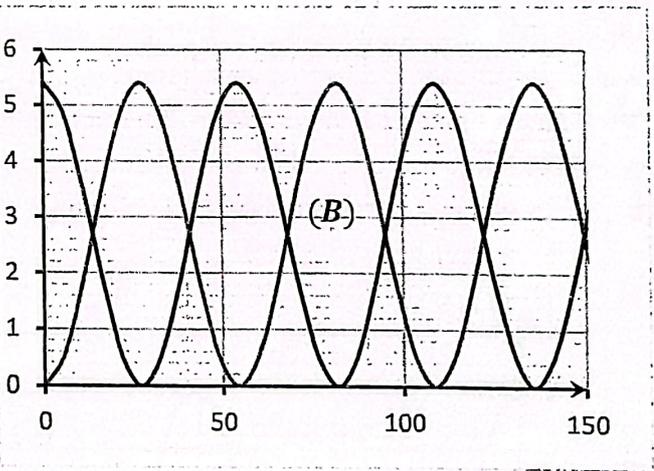
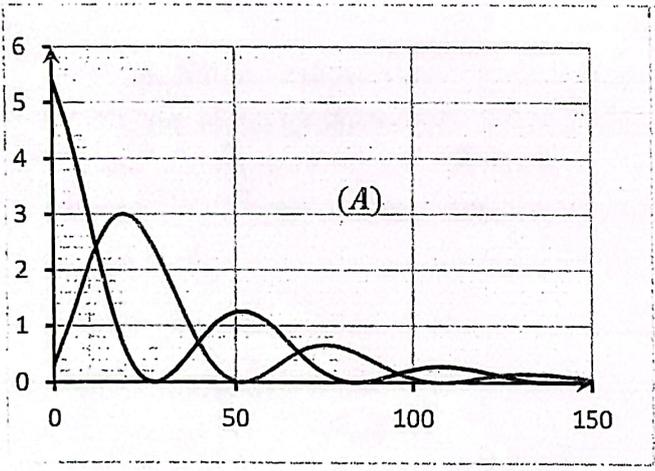
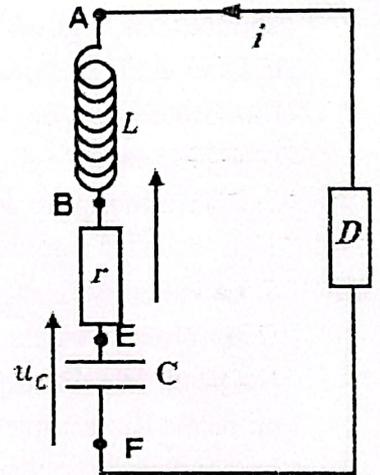


- a. Quelle est la relation entre l'intensité du courant dans le circuit et la charge q ?
- b. exprimer la tension u_L en fonction de l'intensité du courant i , puis la charge q .
- c. Ecrire l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge q aux cours du temps.
3. a. Vérifier que la solution de l'équation est de la forme : $q_C = q_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi_0\right)$.
b. Exprimer T_0 .
c. A $t=0$, le condensateur porte une charge négative $-q_0$, maximale en valeur absolue. déterminer q_m et φ_0 .

Exercice 12 : Etudier les énergies lors des oscillations entretenues.

On réalise le montage schématisé ci-dessous. Le dipôle D permet d'éviter l'amortissement des oscillations.

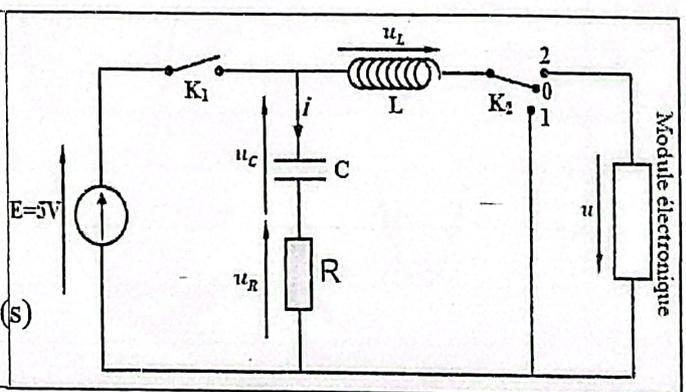
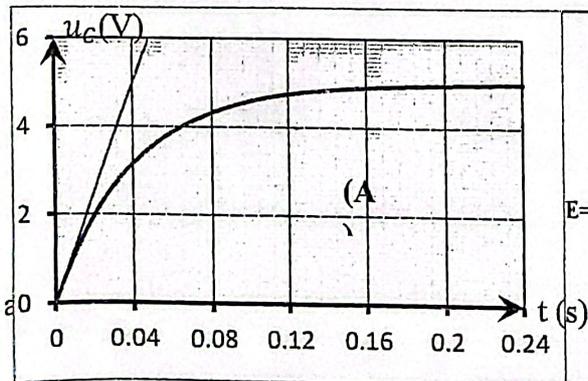
- Quelle est la cause de l'amortissement des oscillations dans un circuit RLC ?
- Un ordinateur relié au montage par l'intermédiaire d'un système d'acquisition a permis de visualiser les variations :
 - de la tension u_C aux bornes du condensateur de capacité $C = 330 \mu\text{F}$;
 - de l'intensité du courant $i(t)$ dans le circuit.
 - On a pour cela programmé le début de l'acquisition lorsque la tension u_C est maximale, égale à 6V.
- Représenter les branchements permettant d'enregistrer la tension u_C .
 - Le système d'acquisition ne permet d'enregistrer que des tensions ; Il est donc impossible d'obtenir directement l'intensité du courant. Indiquer comment procéder (branchements et calculs).
- On visualise les énergies E_e emmagasinée dans le condensateur et E_m emmagasinée dans la bobine.
 - Quelles sont les expressions de ces deux énergies E_e et E_m ?
 - Parmi les graphiques suivants (A, B) lequel est possible ?



Exercice 13 :

On réalise le montage ci-dessous :

- Le commutateur K_2 est en position 0, On ferme l'interrupteur K_1 . Le graphique A représente la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps.



b. Sachant que la résistance du conducteur ohmique est $R = 200 \Omega$; en déduire la capacité du condensateur .

2. l'interrupteur K_1 est maintenant ouvert.

Le commutateur K_2 est en position 1.

Le graphique B représente l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur.

la tension initiale $u_C(0)$ figurant sur le graphique B est-elle en accord avec les informations données par le graphique A ?

b. Quel est le composant responsable de l'amortissement des oscillations, la résistance de la bobine étant négligeable ?

c. Déterminer graphiquement la pseudo-période T .

d. La valeur de T est pratiquement égale à la période propre d'un circuit LC.

Déterminer la valeur de l'inductance de la bobine .

3. On place le commutateur K_2 en position 2.

on ferme l'interrupteur K_1 pour charger de nouveau le condensateur.

Le condensateur chargé l'interrupteur K_1 est ouvert est le commutateur K_2 est placé en position 2 à un instant choisi comme nouvelle origine des dates.

a. Ecrire une relation entre les tensions u_C , u_L , u_R et u . On souhaite que les oscillations de la tension u_C soient non amorties. En déduire la valeur de la tension imposée par le module électronique pour qu'il en soit ainsi.

b. le graphe (C) correspondant à l'évolution de la tension u_C est-il correct ? Justifier la réponse.

