



Ens. : Christian Lafforgue, Philippe Allenbach  
EE-106 Sciences et technologies de l'électricité - -  
24.01.2025  
3 heures

# 47

## Extra 20













SCIPER: **X-20**

Salle: -

Signature: 

Attendez le début de l'épreuve avant de tourner la page. Ce document est imprimé recto-verso, il contient 24 pages, les dernières pouvant être vides. Ne pas dégrafer.

- Posez votre carte d'étudiant sur la table.
- Les notes de cours sont autorisées.
- L'utilisation d'une calculatrice est autorisée.
- Première partie (questions de cours): Les questions ont **une seule bonne réponse possible**. On comptera, :
  - +1 points si la réponse est correcte,
  - 0 point si il n'y a aucune ou plus d'une réponse inscrite,
  - 0 point si la réponse est incorrecte.
- Deuxième partie (questions de TP): Les questions ont **une seule bonne réponse possible**. On comptera, :
  - +1 points si la réponse est correcte,
  - 0 point si il n'y a aucune ou plus d'une réponse inscrite,
  - 0 point si la réponse est incorrecte.
- Troisième partie (Exercices): pour les questions ouvertes, le nombre de point maximum est noté au-dessus de chaque question. Laissez les cases à cocher vides !
- Utilisez un **stylo** à encre **noire ou bleu foncé** et effacez proprement avec du **correcteur blanc** si nécessaire.
- Si une question est erronée, l'enseignant se réserve le droit de l'annuler.

Respectez les consignes suivantes   Observe this guidelines   Beachten Sie bitte die unten stehenden Richtlinien		
choisir une réponse   select an answer Antwort auswählen	ne PAS choisir une réponse   NOT select an answer NICHT Antwort auswählen	Corriger une réponse   Correct an answer Antwort korrigieren
  		 
ce qu'il ne faut <b>PAS</b> faire   what should <b>NOT</b> be done   was man <b>NICHT</b> tun sollte		
     		

**Première partie, questions à choix multiple (cours)**

Pour chaque question marquer la case correspondante à la réponse correcte(s) sans faire de ratures. **Cette partie comporte 20 questions.**

**Question 1** Quelle est l'unité SI correspondant au coulomb (C)?

- A·mol<sup>-1</sup>  
 N·m<sup>2</sup>  
 A·s<sup>-1</sup>  
 A·s

**Question 2** Quelle est l'unité SI correspondant au watt (W)

- kg·m<sup>2</sup>·s<sup>-3</sup>  
 kg·m<sup>-2</sup>·s<sup>2</sup>  
 kg·m<sup>3</sup>·s<sup>-2</sup>  
 kg·m<sup>2</sup>·s<sup>-2</sup>

**Question 3** Un conducteur est traversé par un courant continu de 2,3 mA. Quelle quantité de charge a traversé le conducteur au bout de 1 min?

- $2,3 \cdot 10^{-3}$  C  
  $3,83 \cdot 10^{-5}$  C  
  $3,83 \cdot 10^{-2}$  C  
 2,3 C  
  $1,38 \cdot 10^{-1}$  C

**Question 4** Quelle est l'unité de la résistivité?

- Ω·m<sup>-1</sup>  
 Ω<sup>-1</sup>·m  
 Ω<sup>-1</sup>·m<sup>-1</sup>  
 Ω·m

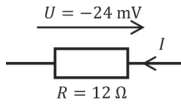
**Question 5**

On dispose de deux fils conducteurs de même résistivité. Le fil 'a' a une longueur de 50 cm et une section carrée de côté 4 mm. Le fil 'b' a une longueur de 30 cm et une section circulaire de rayon 2 mm. Lequel des deux fils a la plus grande résistance?

- Le fil 'a'  
 Le fil 'b'  
 Aucun des deux, ils ont la même résistance.



**Question 6** Dans la configuration suivante, que vaut le courant  $I$ ?



- $I = -2 \text{ A}$
- $I = -288 \text{ mA}$
- $I = 288 \text{ mA}$
- $I = 2 \text{ mA}$
- $I = 12,9 \text{ mA}$
- $I = -12,9 \text{ mA}$
- $I = 2 \text{ A}$

**Question 7** Une source de tension idéale éteinte est équivalente à:

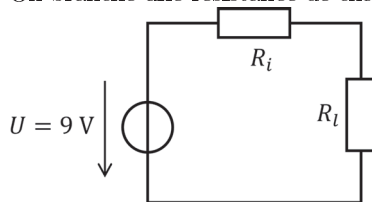
- un fil
- un circuit ouvert

**Question 8**

Quel est l'avantage de transporter l'électricité en régime sinusoïdal?

- Les pertes de ligne peuvent être diminuées.
- La puissance réactive est plus faible.
- C'est moins dangereux que le régime continu.
- La résistance des lignes est plus faible.

**Question 9** On dispose d'une source de tension continue de  $9 \text{ V}$  avec une résistance interne  $R_i$  inconnue. On branche une résistance de charge  $R_l$  à la source comme ci-dessous:

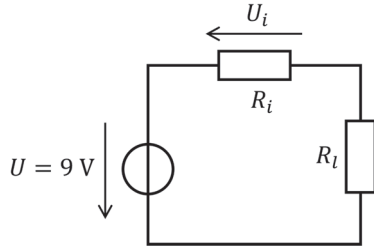


Pour une charge  $R_l$  adaptée en puissance, on mesure une puissance consommée par  $R_l$  égale à  $40,5 \text{ W}$ . A partir de ces informations, déterminer la valeur de la résistance interne  $R_i$ .

- $R_i = 9\Omega$
- $R_i = 4\Omega$
- $R_i = 0,5\Omega$
- $R_i = 1\Omega$
- $R_i = 2\Omega$
- $R_i = 0,25\Omega$



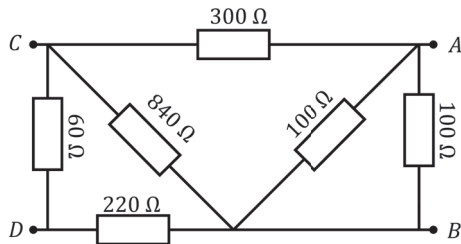
**Question 10** On dispose d'une source de tension continue de 9 V avec une résistance interne  $R_i = 7\Omega$ . On branche une résistance de charge  $R_l = 21\Omega$  à la source comme ci-dessous:



Que vaut la tension aux bornes de  $R_l$  telle que fléchée dans le schéma?

- $U_i = -2.25 \text{ V}$
- $U_i = -6.75 \text{ V}$
- $U_i = 6.75 \text{ V}$
- $U_i = 2.25 \text{ V}$
- $U_i = -4.5 \text{ V}$
- $U_i = -9 \text{ V}$

**Question 11** On considère le réseau de résistances ci-dessous:



Que vaut la résistance équivalente vue des bornes A et B (arrondie à la décimale près)?

- $R_{AB} = 22.5\Omega$
- $R_{AB} = 500\Omega$
- $R_{AB} = 45.5\Omega$
- $R_{AB} = 100\Omega$
- $R_{AB} = 53.2\Omega$
- $R_{AB} = 450.5\Omega$
- $R_{AB} = 50\Omega$
- $R_{AB} = 973.6\Omega$



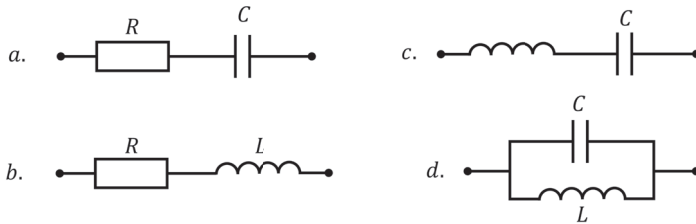
**Question 12**

Pour le même schéma que la question précédente, que vaut la résistance équivalente vue des bornes C et D (arrondie à la décimale près)?

- $R_{CD} = 500\Omega$
- $R_{CD} = 22.5\Omega$
- $R_{CD} = 53.2\Omega$
- $R_{CD} = 50\Omega$
- $R_{CD} = 450.5\Omega$
- $R_{CD} = 973.6\Omega$
- $R_{CD} = 100\Omega$
- $R_{CD} = 45.5\Omega$

**Question 13**

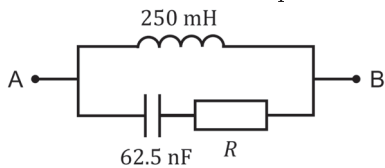
On mesure l'impédance d'un système inconnu et on trouve  $Z = 15 + j7\Omega$ . Parmi les arrangements suivants (délimités par les bornes noires), lequel peut correspondre au système mesuré?



- Arrangement a.
- Arrangement b.
- Arrangement c.
- Arrangement d.

**Question 14**

Dans l'agencement suivant, on mesure l'impédance équivalente aux bornes de A et B pour une pulsation de  $8000 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$  et on obtient  $Z_{AB} = 25 + j2 \text{ k}\Omega$ . En calculant l'impédance équivalente et en se basant sur les données du schéma ainsi que la mesure, déterminer la valeur de  $R$ .

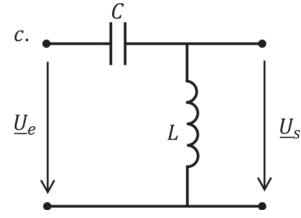
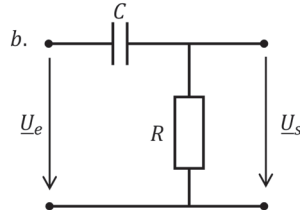
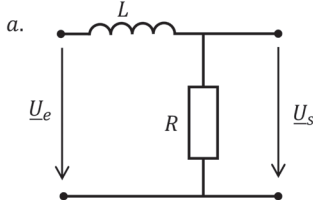


- $R = 25 \text{ k}\Omega$
- $R = 108.1 \text{ m}\Omega$
- $R = 39.7 \mu\Omega$
- $R = 37 \text{ M}\Omega$
- $R = 160 \Omega$



**Question 15**

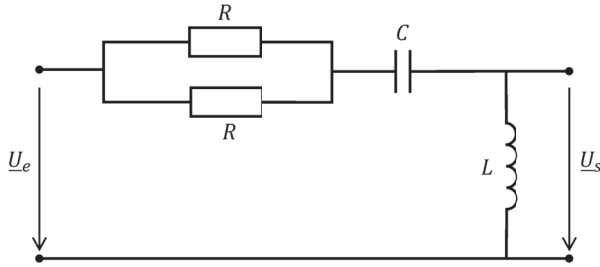
Lequel des filtres suivants est un filtre de type passe-bas?



- Filtre a.
- Filtre b.
- Filtre c.

**Question 16**

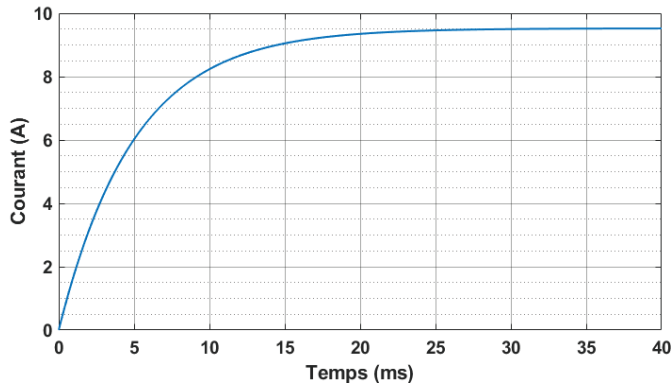
Déterminer la fonction de transfert  $\underline{H}(\omega) = \frac{U_s}{U_e}$  du quadripôle suivant avec  $R = 240 \text{ k}\Omega$ ,  $L = 300 \text{ mH}$  et  $C = 10 \text{ mF}$ :



- $\underline{H}(\omega) = \frac{3 \cdot 10^{-3} \omega^2}{1 + j1.2 \cdot 10^3 \omega - 3 \cdot 10^{-6} \omega^2}$
- $\underline{H}(\omega) = -\frac{3 \cdot 10^{-3} \omega^2}{1 + j1.2 \cdot 10^3 \omega - 3 \cdot 10^{-3} \omega^2}$
- $\underline{H}(\omega) = \frac{j3 \cdot 10^{-6} \omega^2}{1 + j2.4 \cdot 10^3 \omega}$
- $\underline{H}(\omega) = \frac{j3 \cdot 10^{-6} \omega^2}{1 + j2.4 \cdot 10^3 \omega}$
- $\underline{H}(\omega) = \frac{j3 \cdot 10^{-6} \omega^2}{1 + j1.2 \cdot 10^3 \omega - 3 \cdot 10^{-6} \omega^2}$

**Question 17**

On mesure dans un circuit donné un courant de la forme  $i_L(t) = I(1 - e^{-t/\tau})$ . Son tracé est donné ci-dessous:



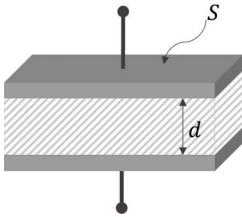
Par lecture graphique, déterminer les valeurs de  $I$  et de  $\tau$ .

- $I = 8.75 \text{ A}, \tau = 4.3 \text{ ms}$
- $I = 9.5 \text{ A}, \tau = 4.3 \text{ ms}$
- $I = 8.75 \text{ A}, \tau = 4.3 \text{ s}$
- $I = 9.5 \text{ A}, \tau = 14.5 \text{ ms}$
- $I = 9.75 \text{ A}, \tau = 14.5 \text{ ms}$
- $I = 9.5 \text{ A}, \tau = 5 \text{ ms}$

**Question 18**

On dispose d'un condensateur plan de capacité  $C = 155 \text{ pF}$  tel que représenté ci-dessous. La distance entre les électrodes est  $d = 0.5 \text{ mm}$  et le matériau du condensateur a une permittivité relative  $\epsilon_r = 2000$ . Quelle est la surface des électrodes?

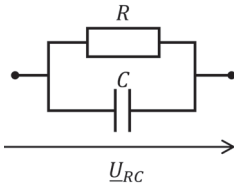
Donnée:  $\epsilon_0 \simeq 8.84 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$ .



- $S = 57 \text{ mm}^2$
- $S = 4.38 \text{ mm}^2$
- $S = 57 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
- $S = 4.38 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2$
- $S = 38.75 \text{ pm}^2$
- $S = 38.75 \text{ nm}^2$

**Question 19**

On mesure la tension en régime sinusoïdale permanent aux bornes de l'agencement ci-dessous avec  $R = 1.44 \Omega$  et  $C = 163.7 \mu\text{F}$ .



On obtient  $\underline{U}_{RC} = 12e^{-j\frac{\pi}{5}} \text{ V}$  à une fréquence  $f = 1 \text{ kHz}$ . Que vaut la puissance active du dipôle RC?

- $P = 11.67 \text{ W}$
- $P = 207.36 \text{ W}$
- $P = 8.33 \text{ W}$
- $P = 100 \text{ W}$
- $P = 148.11 \text{ W}$

**Question 20**

Pour les mêmes conditions que la question précédente, que vaut la puissance réactive du dipôle RC?

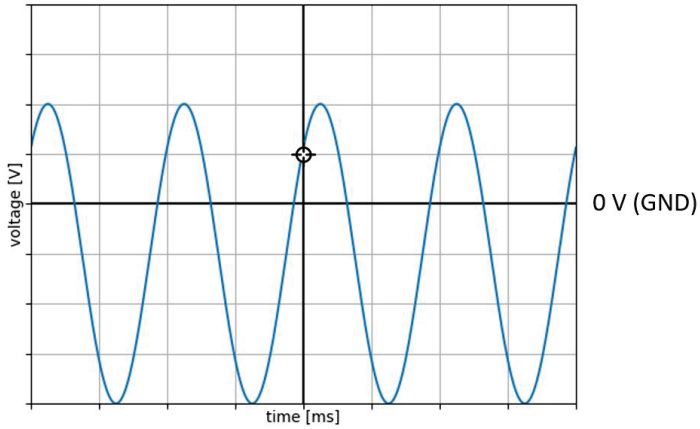
- $Q = 207.36 \text{ var}$
- $Q = 100 \text{ var}$
- $Q = -148.11 \text{ var}$
- $Q = -207.36 \text{ var}$
- $Q = 148.11 \text{ var}$
- $Q = -100 \text{ var}$



### Deuxième partie, questions à choix multiple (TP)

Pour chaque question marquer la case correspondante à la réponse correcte(s) sans faire de ratures. Cette partie comporte 10 questions.

**Question 21** On observe le signal suivant à l'oscilloscope :

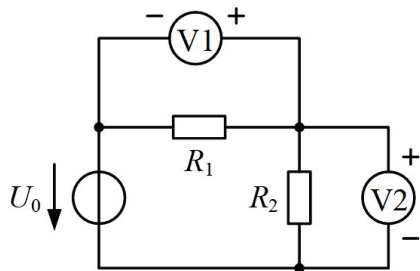


CH1 : 2 V/div  
TB : 100 ms/div  
Couplage : DC

À quelle valeur doit-on placer le niveau de déclenchement (trigger level) pour obtenir l'affichage ci-dessus ?

- 2 V
- 0 V
- 1 V
- 1 V

**Question 22** Calculer la valeur de la tension  $U_0$  du circuit ci-dessous en se basant sur les mesures des voltmètres V1 et V2.

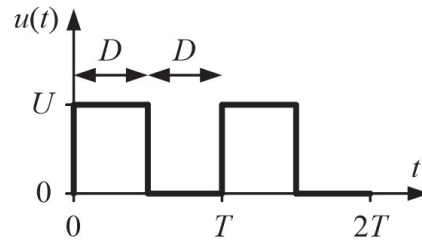
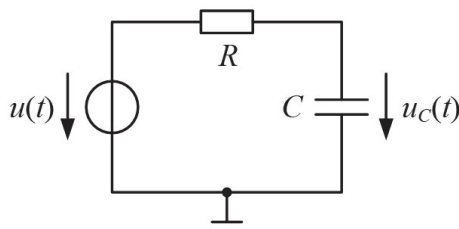


V1 : -2 V  
V2 : 4 V

- 2 V
- 6 V
- 2 V
- 6 V

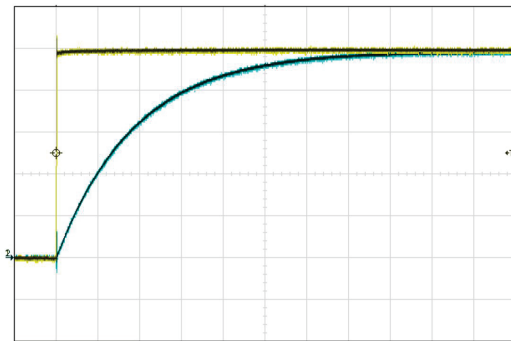


**Question 23** On alimente le montage ci-dessous avec une tension  $u(t)$  rectangulaire.



$f = 25 \text{ Hz}$   
 $U = 5 \text{ V}$

On visualise à l'oscilloscope les courbes suivantes :

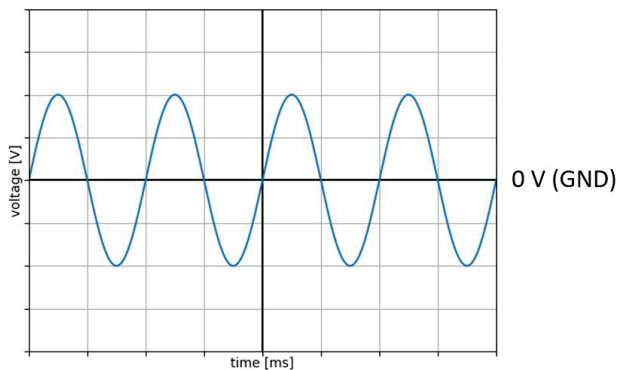


CH1 : 1 V/div  
CH2 : 1 V/div  
TB : 1 ms/div  
Couplage : DC

Quelle est la valeur de la constante de temps  $\tau = RC$ :

- 1 ms
- 3 ms
- 2 ms
- 500  $\mu\text{s}$

**Question 24** On veut obtenir l'affichage suivant du signal  $u(t)$  à l'oscilloscope :



CH1 : 5 V/div  
TB : 100 ms/div

$u(t) = U_0 + \hat{U} \sin(2\pi ft)$   
 $f = 5 \text{ Hz}$   
 $\hat{U} = 10 \text{ V}$   
 $U_0 = 5 \text{ V}$

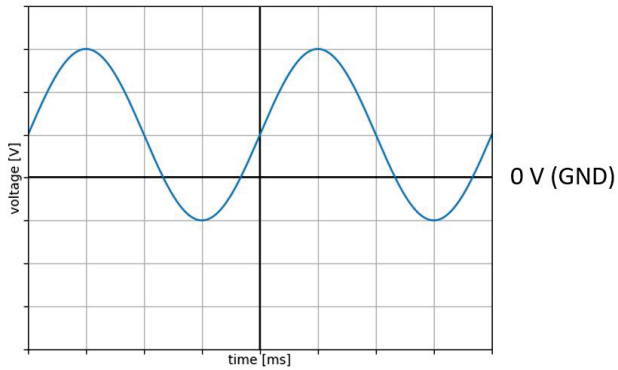
Le couplage de l'oscilloscope doit être mis sur :

- INV
- AC
- DC
- GND



Les 3 questions suivantes concernent le même sujet !

On observe le signal suivant à l'oscilloscope :



CH1 : 5 V/div  
TB : 1 ms/div  
Couplage : DC

**Question 25** Sa valeur moyenne est :

- 10 V
- 0 V
- 5 V
- 2 V

**Question 26** Quelle est sa valeur efficace si l'on supprime sa composante continue ?

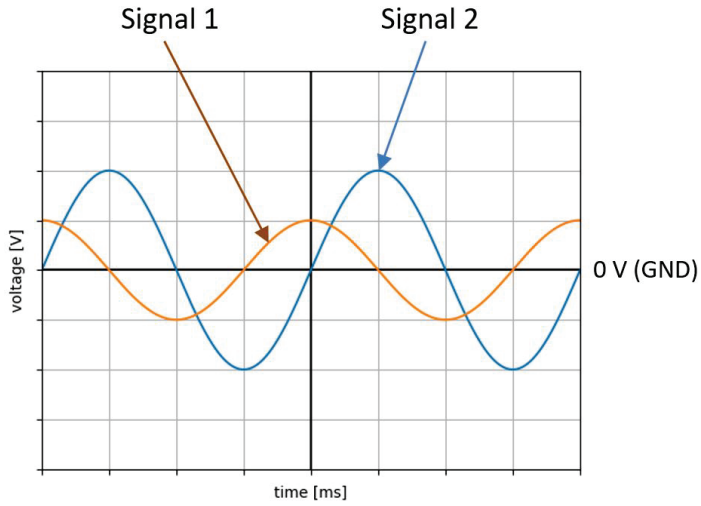
- 15 V
- 3.53 V
- 7.07 V
- 10.6 V

**Question 27** Sa fréquence est :

- 250 Hz
- 125 Hz
- 500 Hz
- 4 ms



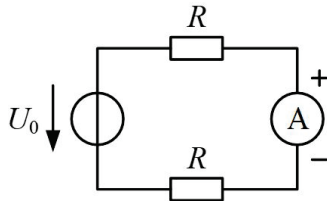
**Question 28** On observe les deux signaux suivants à l'oscilloscope :



Le déphasage  $\phi_{21}$  entre le signal 2 et le signal 1 vaut :

- $45^\circ$
- $-90^\circ$
- $-45^\circ$
- $65^\circ$

**Question 29** Quelle valeur affiche l'ampèremètre A inséré dans le circuit ci-dessous ?

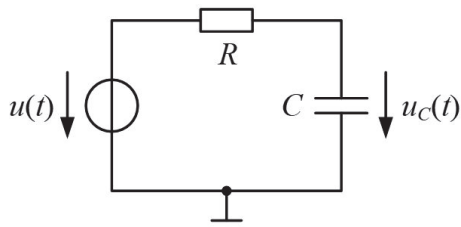


$$U_0 = 10 \text{ V}$$
$$R = 20 \Omega$$

- $0.25 \text{ A}$
- $-0.5 \text{ A}$
- $0.5 \text{ A}$
- $-0.25 \text{ A}$



**Question 30** On alimente le montage ci-dessous avec une tension  $u(t)$  sinusoïdale.



$$u(t) = \hat{U} \sin(2\pi ft)$$
$$f = 5 \text{ kHz}$$
$$\hat{U} = 2 \text{ V}$$

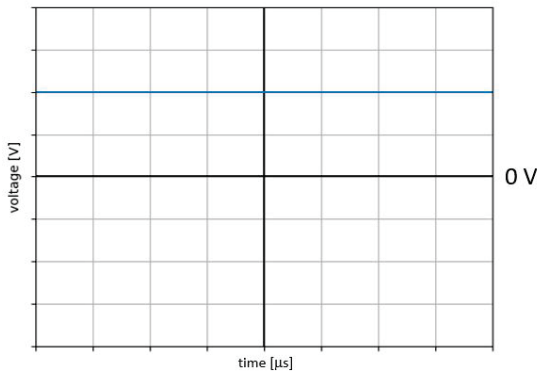
On visualise à l'oscilloscope la tension  $u_C(t)$  :

CH1 : 1 V/div

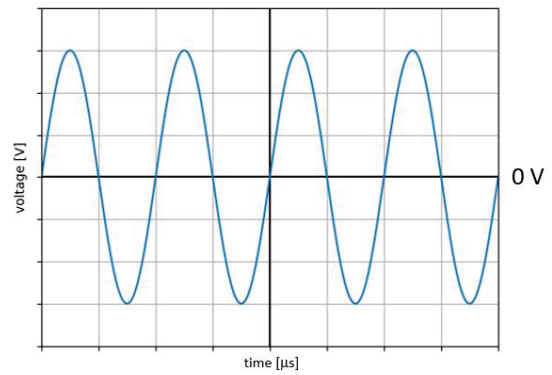
TB : 100  $\mu\text{s}/\text{div}$

Couplage : DC

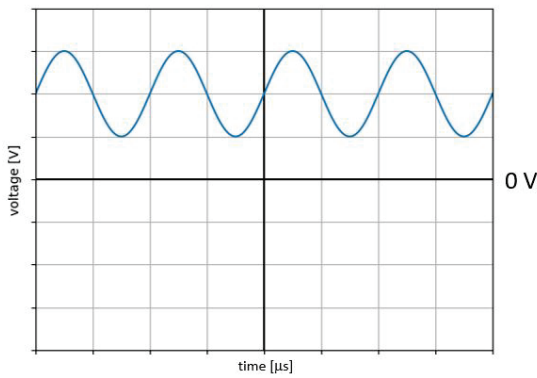
**A**



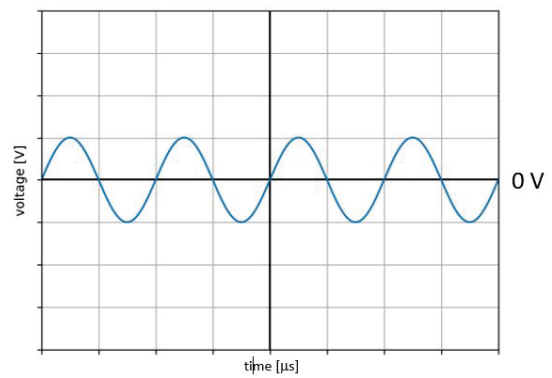
**B**



**C**



**D**



Parmi les courbes ci-dessus, la quelle correspond à la tension  $u_C(t)$  ?

- D
- C
- A
- B



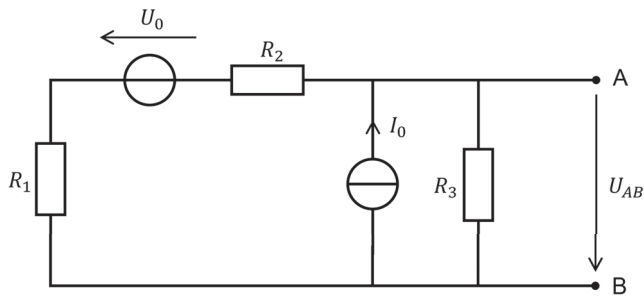
### Troisième partie, questions de type ouvert

Répondre dans l'espace dédié. Votre réponse doit être soigneusement justifiée, toutes les étapes de votre raisonnement doivent figurer dans votre réponse. Veuillez faire apparaître clairement la réponse finale à la question en l'encadrant. Laisser libres les cases à cocher : elles sont réservées au correcteur. **Cette partie contient 3 exercices, pensez à tourner les pages.**

**Question 31:** Cette question est notée sur 10 points.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

On considère le circuit suivant en régime statique:



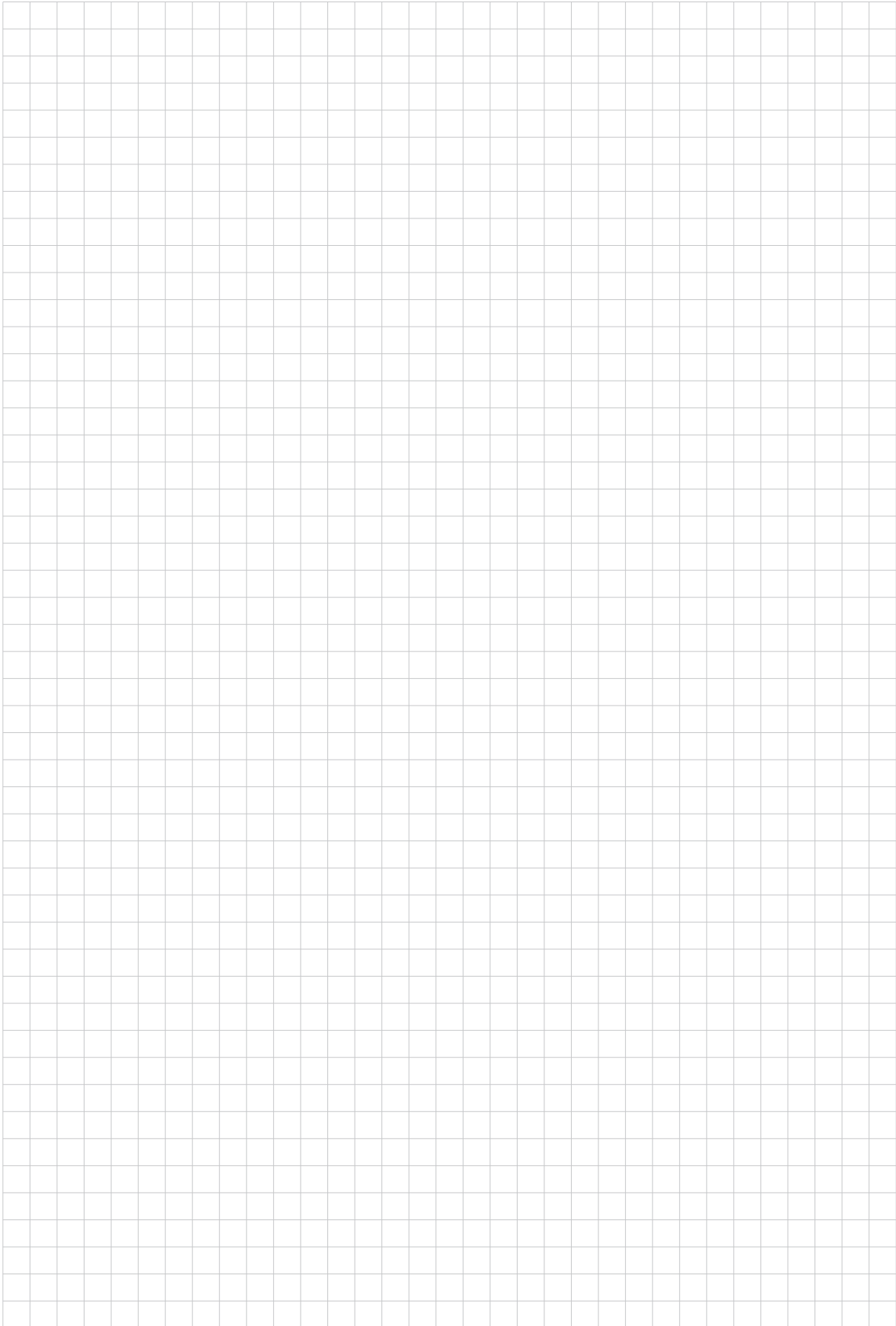
On souhaite déterminer les équivalents de Thévenin et de Norton de ce circuit vu des bornes A et B.

Données:  $R_1 = 127 \Omega$ ,  $R_2 = 373 \Omega$ ,  $R_3 = 2000 \Omega$ ,  $U_0 = 9 \text{ V}$ ,  $I_0 = 20 \text{ mA}$ .

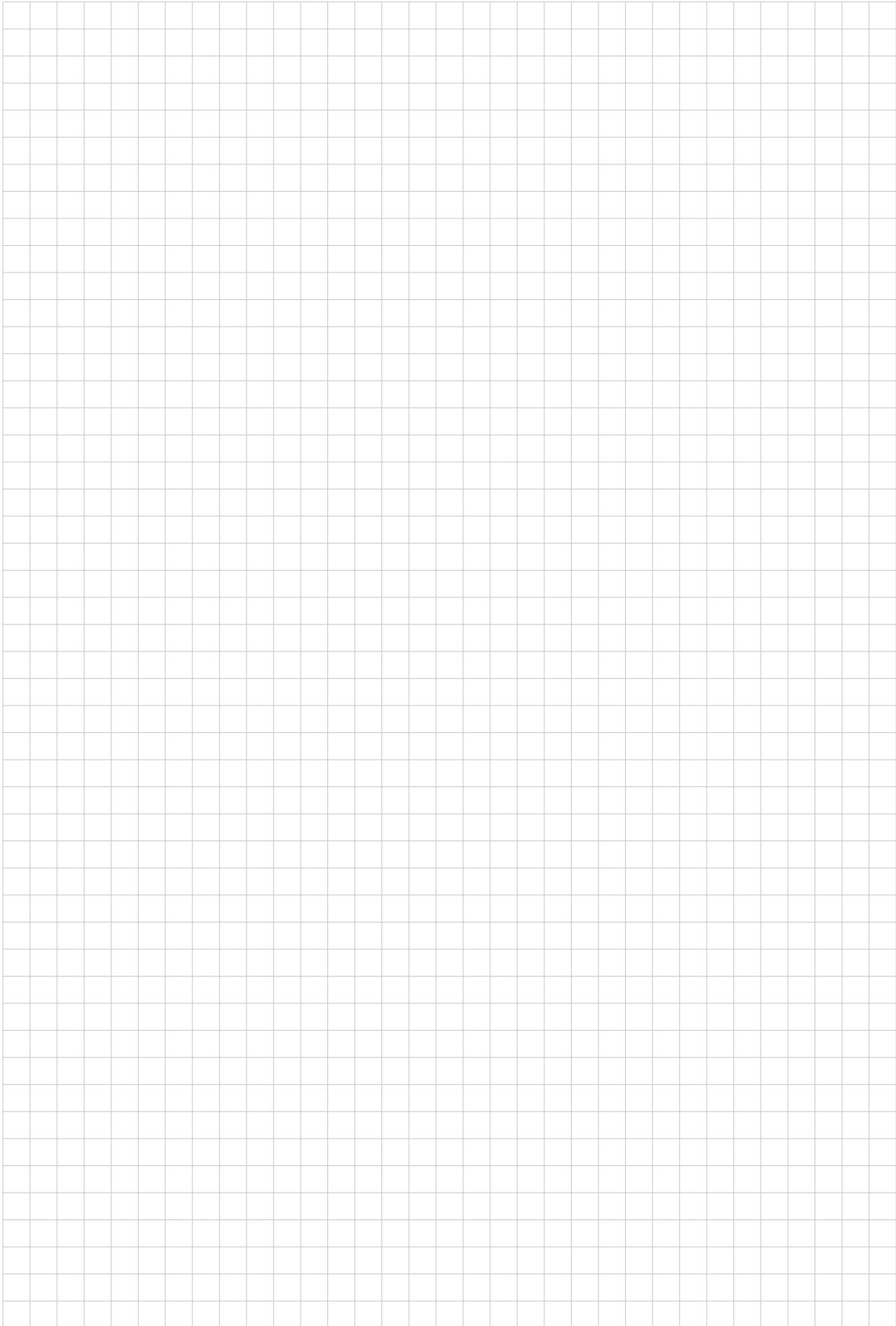
- Exprimer et calculer la résistance équivalente de Thévenin entre A et B, que l'on appellera  $R_{eq}$ . (2 points)
- En utilisant le principe de superposition, exprimer et calculer la tension à-vide  $U_{AB}$ . Veuillez à bien détailler chaque étape de l'application du principe de superposition. (2 points)
- Dessiner le schéma équivalent de Thévenin en faisant apparaître  $R_{eq}$  et  $U_{AB}$ . (2 points)
- Par équivalence de source, exprimer et calculer la résistance équivalente de Norton et le courant équivalent de Norton  $I_{cc}$ . (2 points)
- Dessiner le schéma équivalent de Norton en faisant apparaître  $R_{eq}$  et  $I_{cc}$ . (2 points)



+562/15/22+





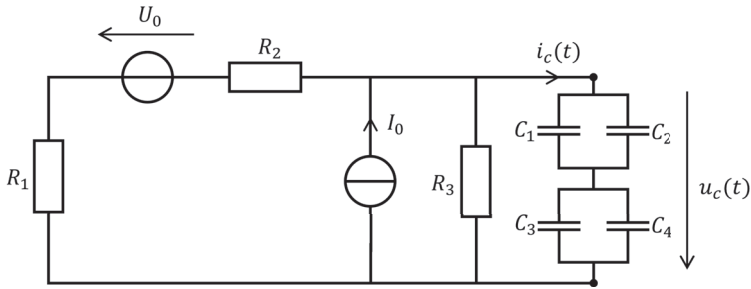




**Question 32:** Cette question est notée sur 10 points.

0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

On branche un ensemble de condensateurs initialement déchargés aux bornes du circuit précédent comme représenté ci-dessous.

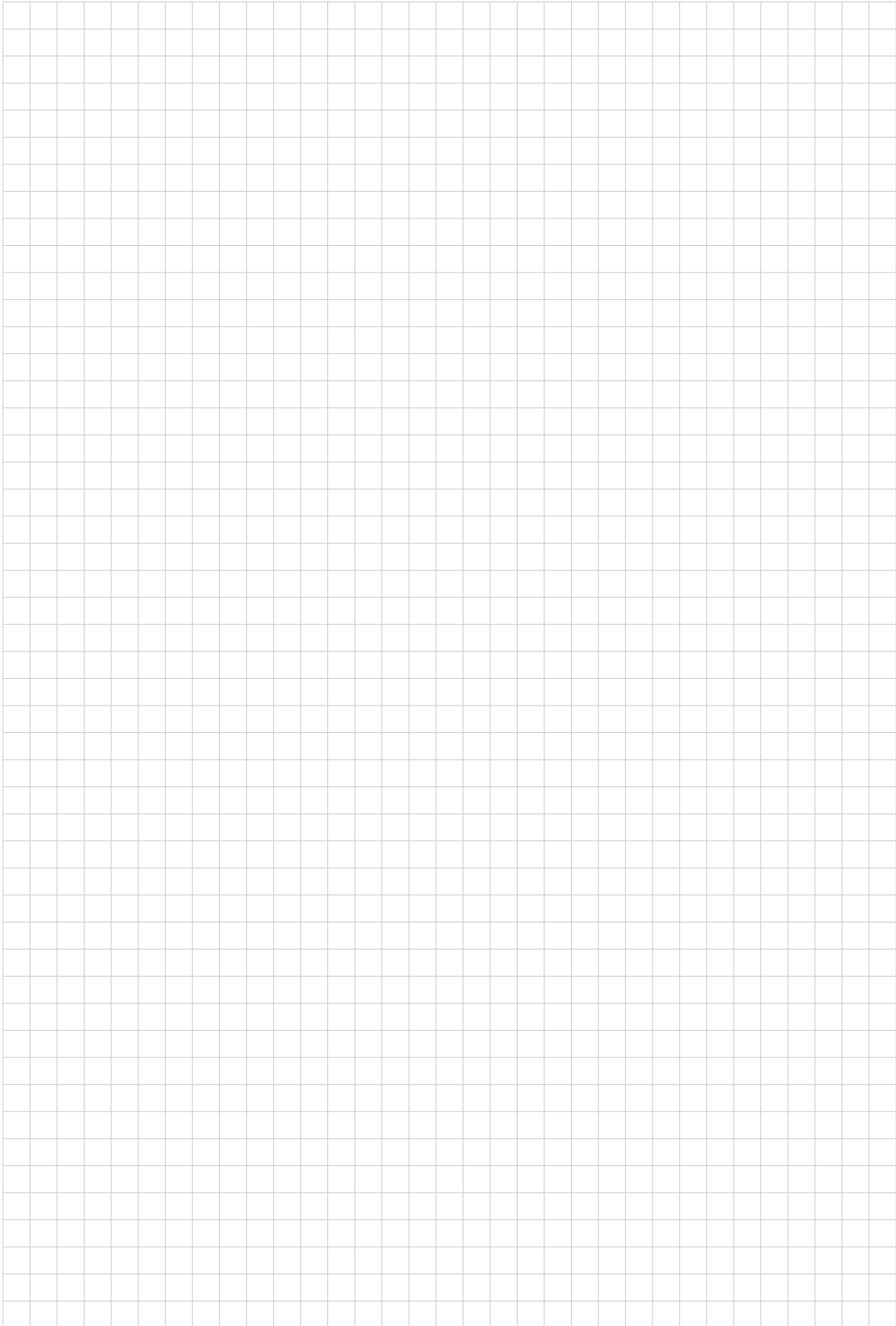


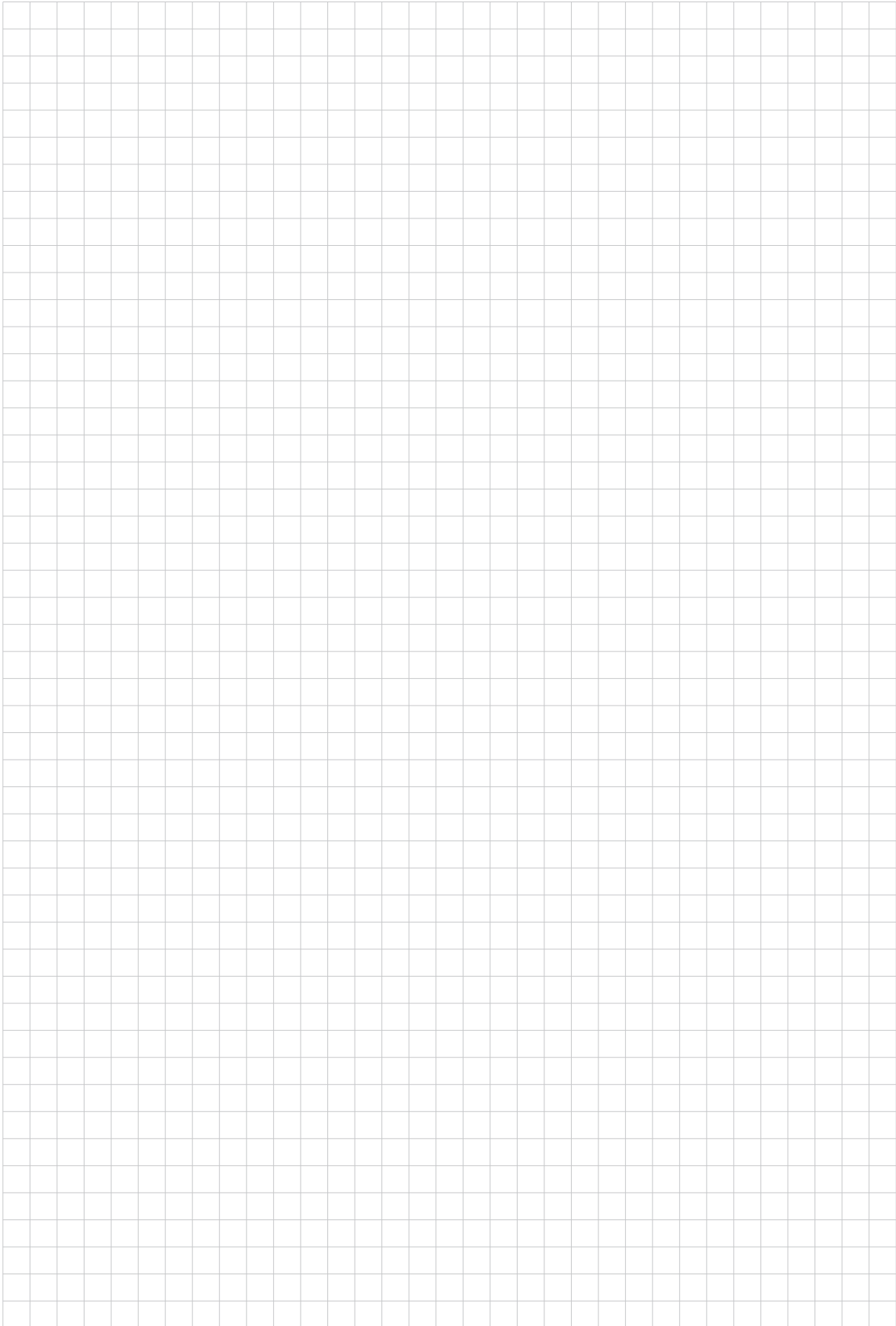
On souhaite déterminer l'évolution dans le temps de la tension  $u_c(t)$  définie sur le schéma.  
Données:  $C_1 = 61 \text{ nF}$ ,  $C_2 = 64 \text{ nF}$ ,  $C_3 = 35 \text{ nF}$ ,  $C_4 = 90 \text{ nF}$ .

- Exprimer et calculer la capacité équivalente  $C_{\text{eq}}$  de l'ensemble formé par les condensateurs. (2 points)
- En vous aidant des questions précédentes, simplifier le schéma en faisant apparaître  $U_{AB}$ ,  $R_{\text{eq}}$  et  $C_{\text{eq}}$ . (2 points)
- Etablir l'équation différentielle de  $u_c(t)$ . La mettre sous la forme:
$$\frac{du_c}{dt}(t) + \frac{1}{\tau}u_c(t) = \frac{U_s}{\tau}$$
et expliciter  $\tau$  et  $U_s$  en fonction de  $U_{AB}$ ,  $R_{\text{eq}}$  et  $C_{\text{eq}}$ . (2 points)
- Déterminer la solution  $u_c(t)$  (laisser l'expression sous forme littérale). (2 points)
- En considérant la valeur finale de la tension atteinte, exprimer et calculer l'énergie  $\mathcal{E}$  stockée dans le condensateur. (2 points)



+562/19/18+



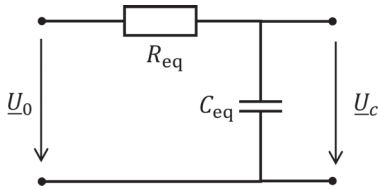




**Question 33:** Cette question est notée sur 10 points.

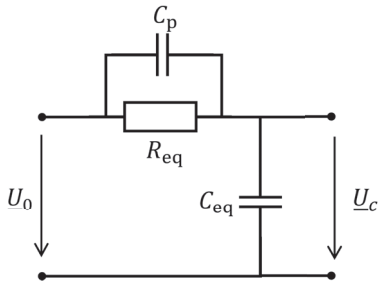
0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10

On considère le quadripôle suivant contenant la résistance équivalente et le condensateur équivalent trouvés dans l'exercice précédent:



On souhaite déterminer le comportement de la tension du condensateur en fonction de la pulsation  $\omega$ .

- Exprimer et calculer la fonction de transfert  $\underline{H}(\omega) = \underline{U}_c / \underline{U}_0$ . (2 points)
- Exprimer le gain en décibel correspondant. (1 points)
- De quel type de filtre s'agit-il? (1 points)
- Exprimer et calculer la fréquence de coupure de ce filtre. (2 points)
- On ajoute un condensateur de capacité  $C_p = 15.625 \text{ nF}$  en parallèles de la résistance comme montré ci-dessous:

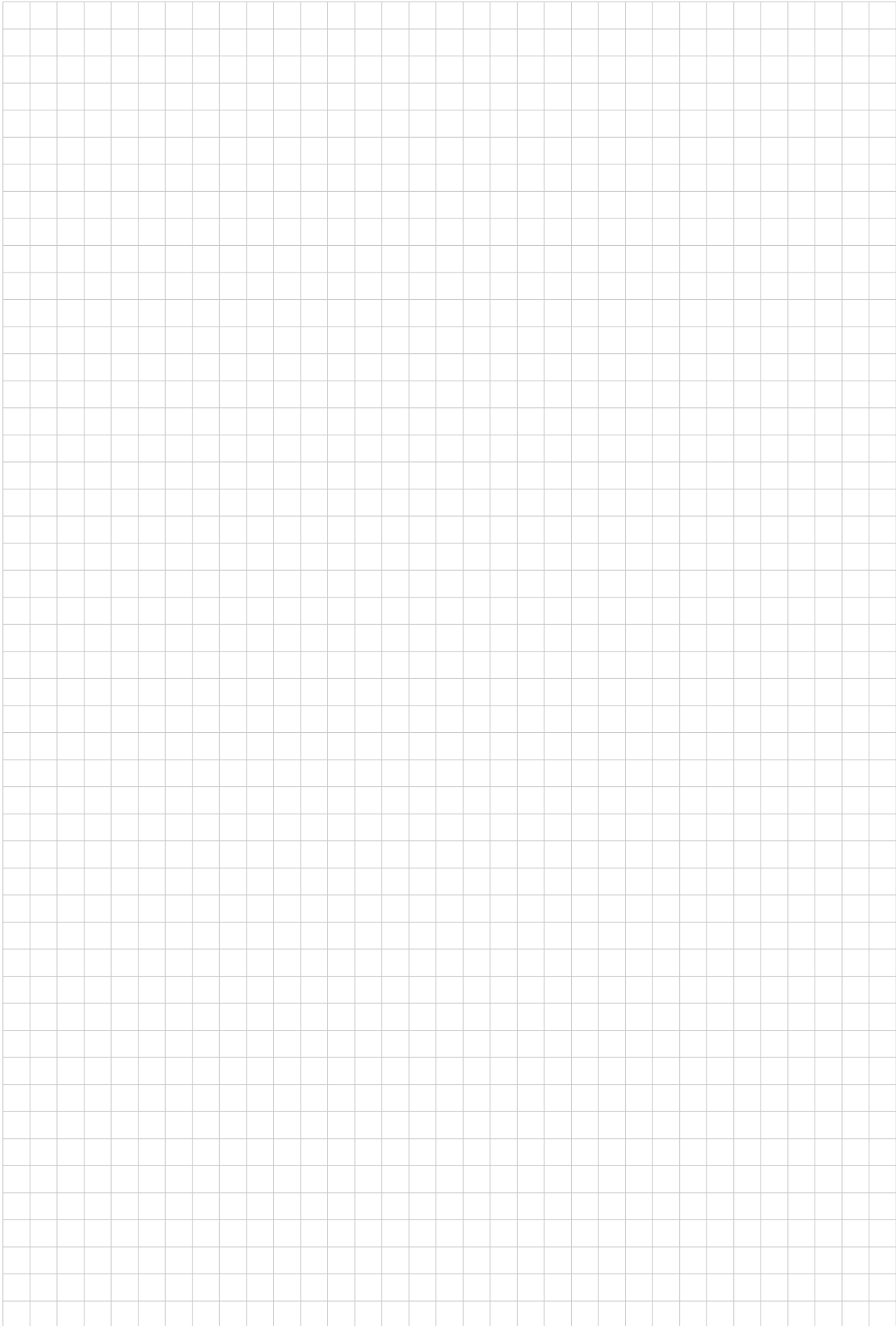


Exprimer la nouvelle fonction de transfert sous la forme:

$$\underline{H}_p(\omega) = \frac{1 + j \frac{\omega}{\omega_1}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_2}}$$

et expliciter  $\omega_1$  et  $\omega_2$  en fonction des éléments du circuit. (2 points)

- En prenant  $\omega_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$  et  $\omega_2 = 3 \cdot 10^4 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$  (ces valeurs ne correspondent pas forcément à celles trouvées à la question précédente), tracer le diagramme asymptotique de gain correspondant sur le graphe fourni. (2 points)





+562/23/14+

