


Nom :	Prénom :	Groupe :
ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS		
	Cycle Initial Polytech Première Année Année scolaire 2015/2016 <hr style="border: 1px solid black; margin: 10px 0;"/> Epreuve de circuit N°3	Note / 20

Jeudi 17 Décembre 2015

Durée : 1h30

- ☐ Cours et documents non autorisés.
- ☐ Calculatrice collège autorisée.
- ☐ Vous répondrez directement sur cette feuille.
- ☐ Tout échange entre étudiants (gomme, stylo, réponses...) est interdit
- ☐ Vous êtes prié :
 - d'indiquer votre nom, prénom et groupe.
 - d'éteindre votre téléphone portable et de le mettre dans votre sac.

N'OUBLIEZ PAS LES UNITES.

RENDEZ UNE COPIE PROPRE S'IL VOUS PLAÎT.

Conseils :

- **Faites des schémas propres.**
- **Organisez vos schémas et votre rédaction, cela sera ensuite plus simple pour vous (et pour moi).**

Rappel :

- **pico = 10^{-12}**
- **nano = 10^{-9}**
- **micro = 10^{-6}**

On donne :

- $e^{-1} = 0,37$
- $e^{-2} = 0,135$
- $e^{-3} = 0,05$
- $e^{-4} = 0,018$
- $e^{-5} = 0$

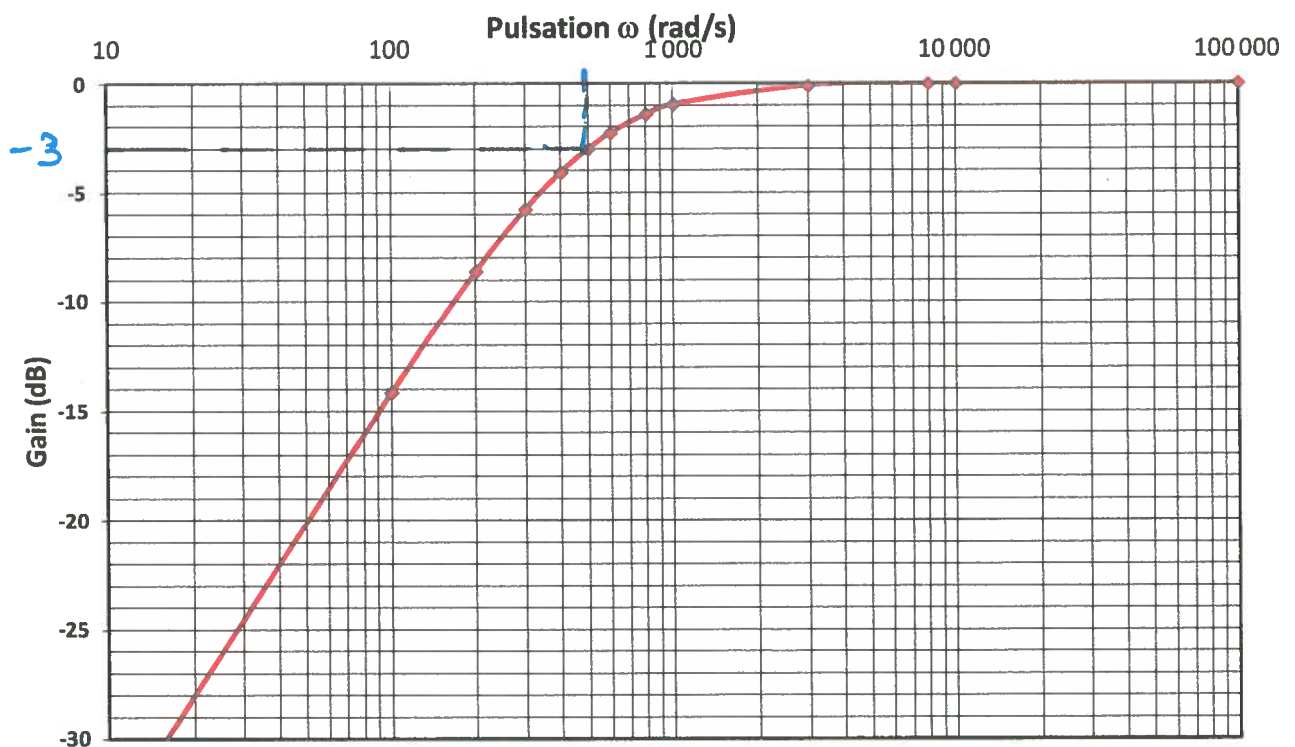
Questions de cours sur les impédances et dimension (2 pts)

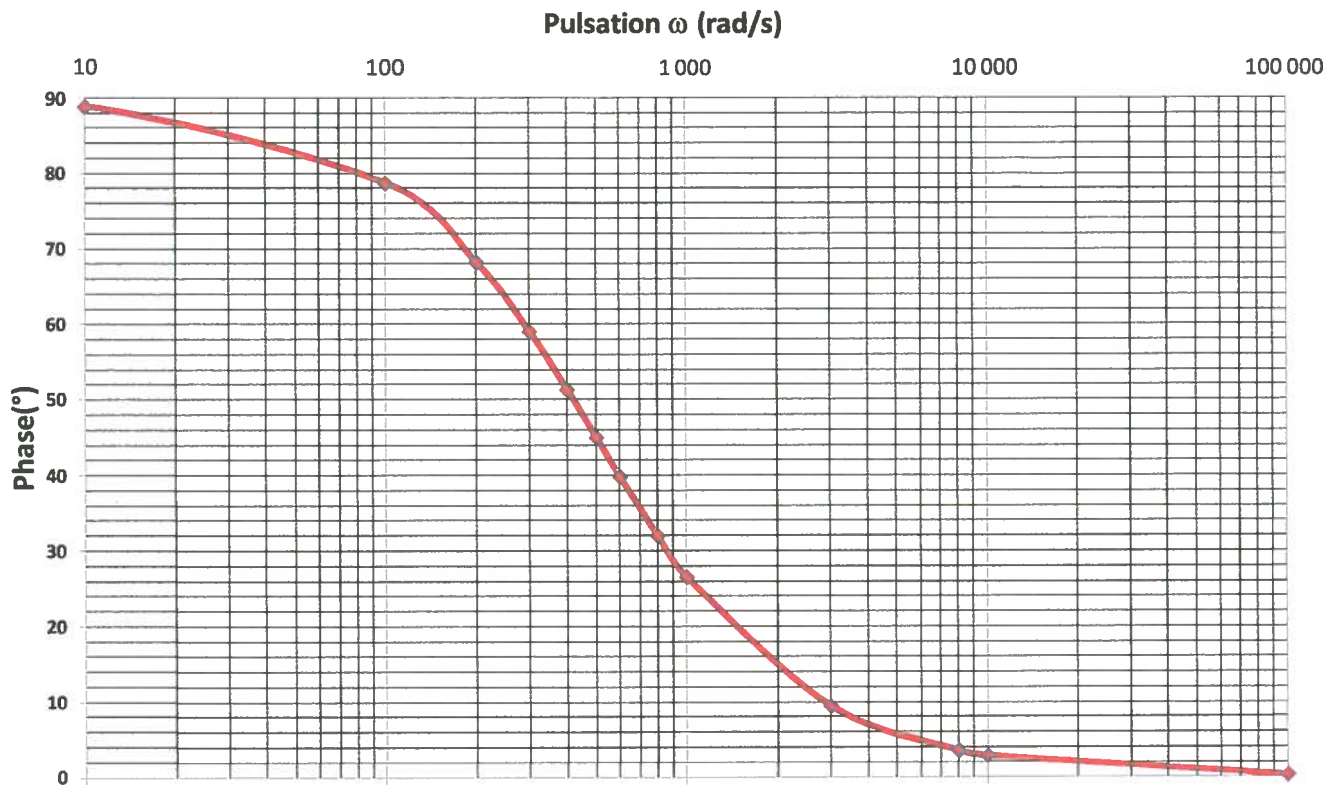
- 0,25pt Expression de l'impédance d'une résistance : $Z_R = R$
- 0,25pt Expression de l'impédance d'une bobine : $Z_L = jL\omega$
- 0,25pt Expression de l'impédance d'un condensateur : $Z_C = \frac{1}{jC\omega}$
- 0,25pt Expression et définition de la fonction de transfert d'un circuit : $H(\omega) = \frac{U_S}{U_E}$
rapport entre la tension de sortie et d'entrée d'un circuit
- 0,25pt Expression du gain : $G(\omega) = |H(\omega)|$
- 0,25pt Expression du gain en décibel : $G_{dB}(\omega) = 20 \log_{10} G(\omega)$
- 0,25pt Comment est définie la pulsation de coupure ω_c ? $G_{dB}(\omega_c) = -3 \text{ dB}$
- 0,25pt Que représente l'argument de la fonction de transfert ? ϕ ne présente le
déphasage de U_S par rapport à U_E

EXERCICE I : Savoir reconnaître un filtre passe-bas/passe-haut (2,5 pts)

Soit un circuit RC ou RL : en notation complexe, on écrit U_E la tension d'alimentation du circuit et U_S la tension de sortie, prise sur l'un des éléments.

La mesure du gain en décibel et de la phase en degré, donnent lieu aux graphes ci-dessous.





I.1. Quel est ce type de filtre ? Justifiez votre réponse.

1pt

Pour les hautes pulsations ($> 1000 \text{ rad/s}$)

$$G_{dB} = 0 \quad \text{sat} \quad G(\omega) = 1 = \left| \frac{u_s}{u_e} \right|$$

$$\text{donc } |u_s| = |u_e|$$

Pour ailleurs la phase est faible ($< 10^\circ$ varie un peu), donc il n'y a quasi pas de déphasage entre u_s et u_e .

Donc amplitudes égales et pas de déphasage

$$\Rightarrow u_s(t) = u_e(t) \quad \text{pour les hautes fréq.}$$

\Rightarrow filtre passé-haut

I.2. A partir du graphique, déterminez la pulsation de coupure ω_c .

1pt

$$\omega_c = 500 \text{ rad/s}$$

I.3. En déduire la fréquence de coupure f_c .

0,5pt

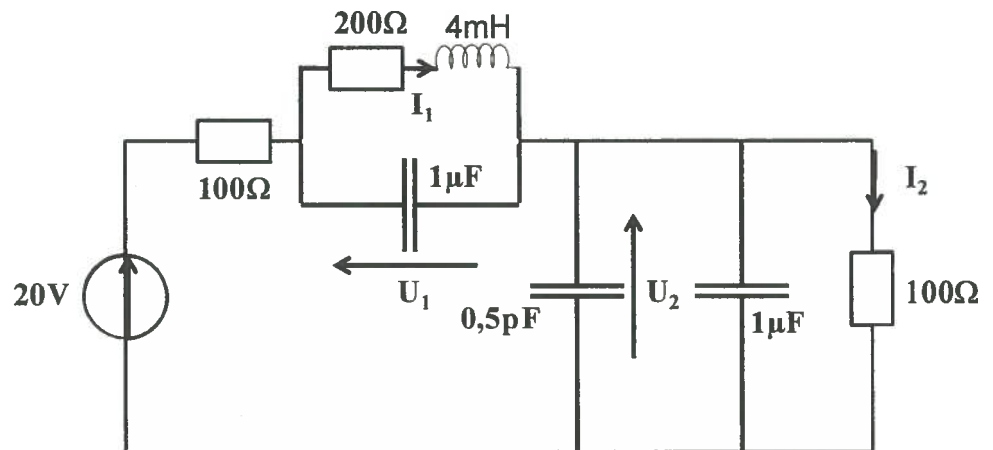
$$f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = 79,58 \text{ Hz}$$

EXERCICE II : Régime permanent (3 pts)

Le régime permanent est atteint.

Calculez les tensions U_1 et U_2 ainsi que les courants I_1 et I_2 .

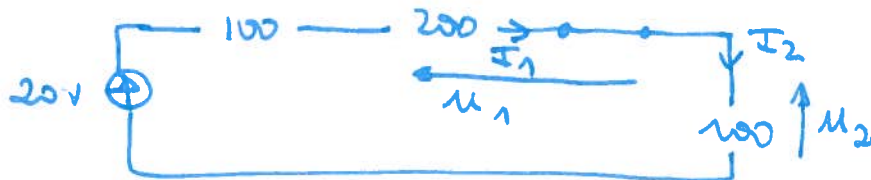
Faites (entre autre) un schéma explicatif.



Une fois chargé :

- $C \equiv \text{---} \text{---} \text{---}$ car $E_C = \text{cte}$ donc $\frac{1}{2} C U_C^2 = \text{cte}$
donc $U_C = \text{cte}$ donc $i_C = C U_C' = 0$
- $L \equiv \text{---} \text{---} \text{---}$ car $E_L = \text{cte}$ donc $\frac{1}{2} L i_L^2 = \text{cte}$
donc $i_L = \text{cte}$ donc $U_L = L i_L' = 0$

Soit le schéma simplifié :



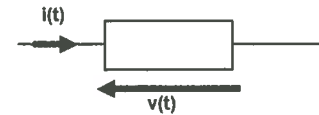
$$I_1 = I_2 = \frac{20}{100 + 200 + 100} = \underline{0,05 \text{ A}}$$

$$U_1 = 200 \times I_1 = \underline{10 \text{ V}}$$

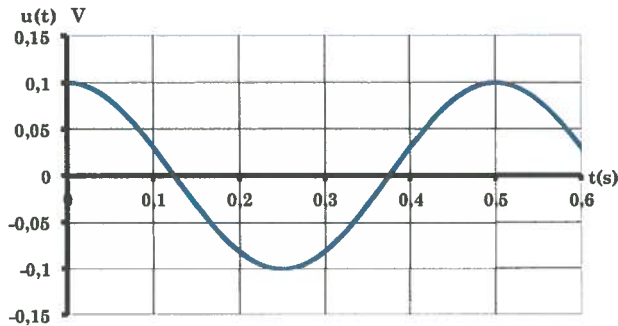
$$U_2 = 100 \times I_1 = \underline{5 \text{ V}}$$

EXERCICE III : Détermination d'un élément inconnu (3 pts)

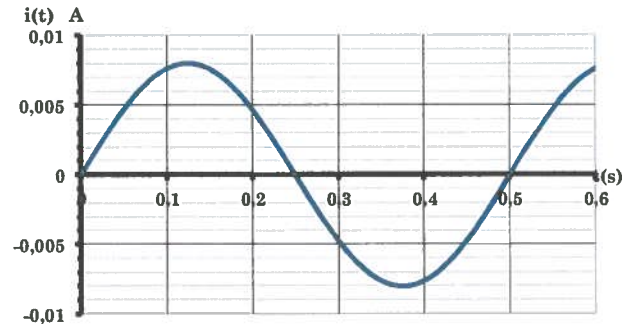
Soit les graphes ci-dessous, donnant l'évolution de la tension et du courant dans un élément inconnu.



Tension



Courant



III.1. Déduire du graphe les réponses aux questions suivantes :

1pt

		Tension	Courant
	Amplitude	0,1 V	0,008 A
	T_0	0,5 s	0,5 s
	ω_0	$\frac{2\pi}{T_0} = 4\pi \text{ rad/s}$	$4\pi \text{ rad/s}$
	Expression*	$u(t) = 0,1 \cos(4\pi t)$	$i(t) = 0,008 \sin(4\pi t)$

* pour l'expression des signaux en fonction du temps, utilisez les fonctions sinus ou cosinus (n'introduisez pas de déphasage).

III.2. Quel est l'élément inconnu ? Donnez sa valeur numérique

1,5pt

Dérivée de $\sin = \cos$
donc la dérivée du courant donne la tension à un coefficient près.

$$u(t) = L i'(t)$$

il s'agit d'une bobine.

$$L = \frac{u(t)}{i'(t)} = \frac{0,1 \cos(4\pi t)}{0,008 \times 4\pi \cos(4\pi t)} = \underline{1 \text{ H}}$$

III.3. Quelle est la valeur maximale de l'énergie dans l'élément ?

0,5pt

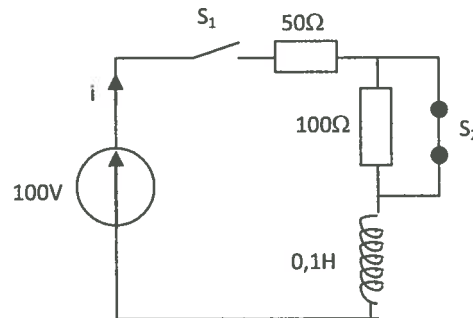
$$E_{\max} = \frac{1}{2} L i_{\max}^2 = 32 \mu\text{J}$$

EXERCICE IV : Régime transitoire (5 pts)

Soit le schéma ci-contre.

L'interrupteur S_1 est fermé à $t=0$.

L'interrupteur S_2 est ouvert à $t=4\text{ms}$.



S_1 est fermé ; S_2 est ~~ouvert~~ ^{FERME}. On donne l'expression de $i_1(t)$: $i_1(t) = 2 - 2e^{-500t}$

IV.1. Donnez la valeur numérique de i_1 en $t=4\text{ms}$.

0,5pt

$$i_1(4\text{ms}) = 1,73\text{A}$$

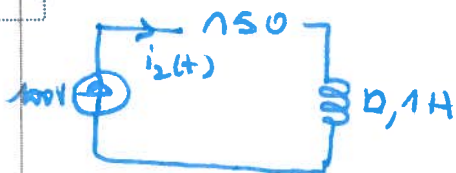
IV.2. On ouvre S_2 . On appelle à présent le courant $i_2(t)$. Que vaut $i_2(0)$? Expliquez brièvement.

0,5pt

$i_2(0) = i_1(4 \cdot 10^{-3}) = 1,73\text{A}$ car l'état initial du circuit lorsque S_2 est ouvert correspond à l'état final du circuit lorsque S_2 est fermé.

IV.3. Donnez l'expression de $i_2(t)$ (dessinez le circuit, écrivez la loi des mailles, déduisez-en l'équation différentielle puis donnez-en la solution en détaillant un minimum).

4pt



$$100 - 150 i_2(t) - 0,1 i_2'(t) = 0$$

$$\text{soit } i_2'(t) + 1500 i_2(t) = 1000$$

La solution est composée de :

- solution de l'EDL1H : $i_{2h}(t) = k e^{-1500t}$
- solution particulière de l'EDL1A : du même type que le 2nd membre donc $i_{2p}(t) = K$

$$i_2(t) \text{ vérifie l'ED : } 0 + 1500k = 1000$$

$$k = \frac{2}{3}$$

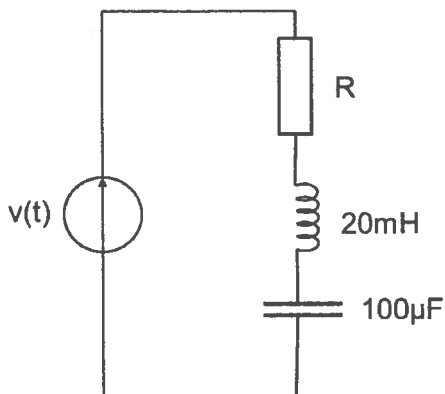
$$\text{Soit } i_2(t) = k e^{-1500t} + \frac{2}{3}$$

$$k \text{ en } t=0 : i_2(0) = 1,73 = k + \frac{2}{3}$$

$$k = 1,06$$

$$i_2(t) = 1,06 e^{-1500t} + \frac{2}{3}$$

EXERCICE V : Régime harmonique – Circuit RLC série (4,5 pts)



Soit le circuit RLC série ci-contre.

L'alimentation est une source de tension de 24V et de pulsation 1000 rad/s.

On donne : $v(t) = 24 \cos(1000t)$

On étudie uniquement le circuit lorsque le régime permanent est atteint. Le module du courant est alors de 2 A.

V.1. Détermination de la valeur de R :

V.1.a Donnez l'expression (en fonction de R, L, C et ω) de l'impédance Z :

$$Z = R + j \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)$$

0.5 pt

V.1.b Donnez l'expression du module de Z : $|Z|$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2}$$

0.5 pt

V.1.c A partir des données de l'énoncé, calculez la valeur numérique de ce module :

$$|Z| = \frac{|u|}{|i|} = \frac{24}{2} = 12 \, \Omega$$

0.5 pt

V.1.d A partir des réponses aux questions V.1.b et 1.c, et des valeurs numériques données dans l'énoncé, calculez la valeur numérique de R :

1 pt

Réponse :

$$R^2 + (20 - 10)^2 = 12^2$$

$$R = 6,63 \, \Omega$$

Remarque : de façon à rendre la suite indépendante de la première partie, vous prendrez $R = 10 \Omega$.

V.2. Expression du courant :

V.2.a. Donnez l'expression numérique complexe de Z (avec $R=10\Omega$ et les données de l'énoncé).

0.25

$$Z = 10 + 10j$$

V.2.b. Donnez l'expression et la valeur de l'argument de Z .

0.5 pt

$$\arg Z = \arctan\left(\frac{10}{10}\right) = \frac{\pi}{4}$$

V.2.c. Donnez l'expression de l'argument du courant i .

0.75

$$i(t) = \frac{u(t)}{Z}$$

$$\text{donc } \arg(i) = \arg u - \arg Z$$

$$= 1000t - \frac{\pi}{4}$$

V.2.d. Donnez l'expression de $i(t)$:

0.5 pt

$$i(t) = 2 \cos\left(1000t - \frac{\pi}{4}\right)$$