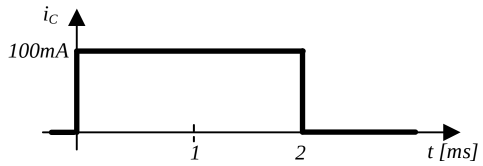
HEIA-FR – Télécom CORRIGE Points: Note:

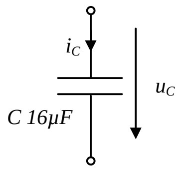
Nom et prénom: ____

Test 1, Signaux & Systèmes électroniques – T2-a/d

Conseils : a) inclure les calculs intermédiaires
b) mettre des explications/développements
c) mettre les réponses avec les unités

1) **(1p)** Avec le courant $i_C(t)$ ci-contre passant dans le condensateur C. Quel est la tension aux bornes du condensateur après 3ms ?
Remarque: le condensateur est considéré comme déchargé au démarrage.

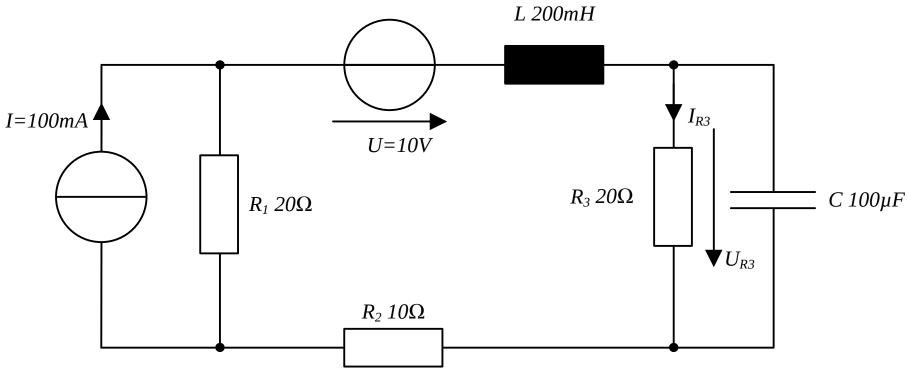




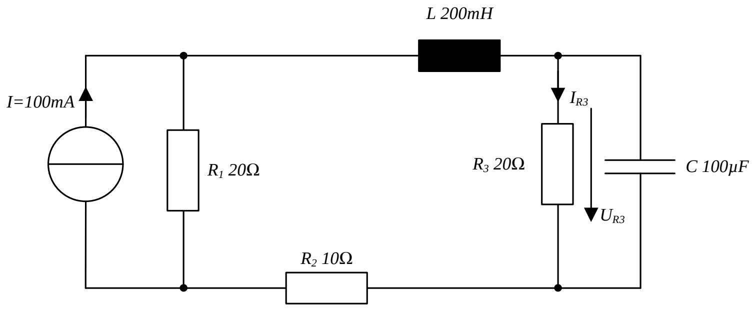
avec la formule du condensateur : $u(t) = \frac{1}{C}\int i_C dt$

donc $u_C(3ms) = \frac{1}{16\mu F}\int_0^{2ms} 100mA\, dt = \frac{1}{16\mu F} 100mA \cdot 2ms = 12.5V$

2) **(2p)** Avec le schéma ci-dessous en régime continu (toutes les tensions et courants constants) :
   a. Calculez le courant I_{R3} et la tension U_{R3}
   b. Calculez l'énergie accumulée dans le condensateur C

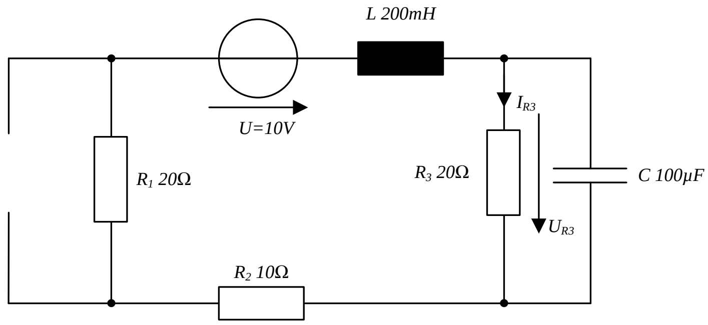


a) Avec la source de courant:



$I_{R3I} = I\frac{R_1}{R_1+R_2+R_3} = 100mA\frac{20\Omega}{20\Omega+10\Omega+20\Omega} = 40mA$
$U_{R3I} = R_3 \cdot I_{R3I} = 20\Omega \cdot 40mA = 0.8V$

Avec la source de tension:



$I_{R3U} = -\frac{U}{R_1+R_2+R_3} = -\frac{10V}{20\Omega+10\Omega+20\Omega} = -200mA$
$U_{R3U} = R_3 \cdot I_{R3I} = 20\Omega \cdot -200mA = -4V$

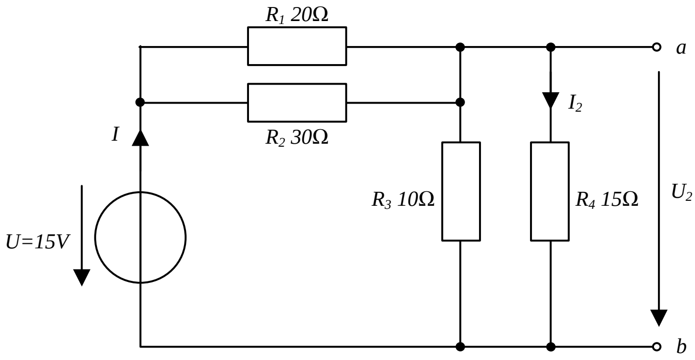
Donc au total:
$I_{R3} = I_{R3I} + I_{R3U} = 40mA - 200mA = -160mA$
$U_{R3} = U_{R3I} + U_{R3U} = 0.8V - 4V = -3.2V$

b) $E_c = \frac{1}{2}CU_C{}^2$ et $U_C = U_{R3}$ donc $E_c = \frac{1}{2}100\mu F \cdot (-3.2V)^2 = 512\mu J$

3) **(2p)** Avec le schéma ci-contre et en continu (toutes les tensions et courants constants):

a. Calculez les rapports $\frac{I_2}{I}$ et $\frac{U_2}{U}$

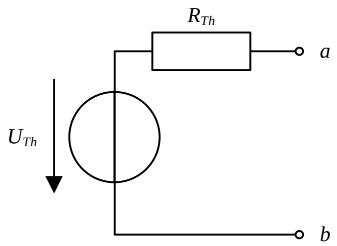
b. Calculez les schéma équivalent de Thévenin et de Norton aux bornes a et b.



a) $\frac{I_2}{I} = \frac{R_3}{R_3+R_4} = \frac{10\Omega}{10\Omega+15\Omega} = \frac{2}{5} = 0.4$

$$\frac{U_2}{U} = \frac{R_3//R_4}{(R_1//R_2)+(R_3//R_4)} = \frac{\frac{R_3R_4}{R_3+R_4}}{\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}+\frac{R_3R_4}{R_3+R_4}} = \frac{\frac{10\Omega\cdot 15\Omega}{10\Omega+15\Omega}}{\frac{20\Omega\cdot 30\Omega}{20\Omega+30\Omega}+\frac{10\Omega\cdot 15\Omega}{10\Omega+15\Omega}} = \frac{6\Omega}{12\Omega+6\Omega} = \frac{1}{3} = 0.333$$

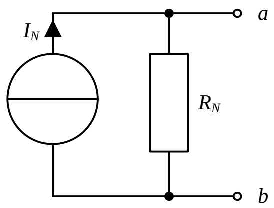
b) Le schéma équivalent de Thévenin:



$$R_{Th} = R_N = R_1//R_2//R_3//R_4 = \left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{20\Omega}+\frac{1}{30\Omega}+\frac{1}{10\Omega}+\frac{1}{15\Omega}\right)^{-1} = 4\Omega$$

$$U_{Th} = U_2 = U\cdot\frac{U_2}{U} = 15V\cdot\frac{1}{3} = 5V$$

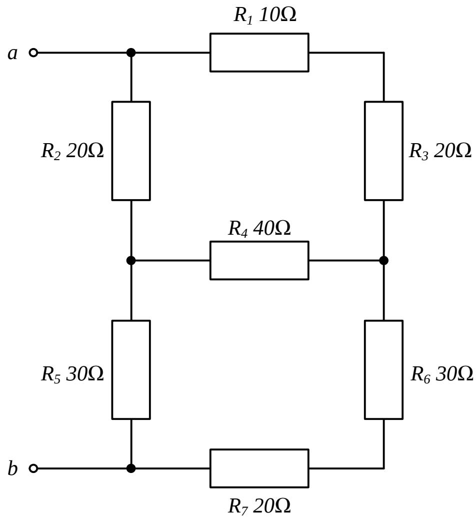
Le schéma équivalent de Norton:



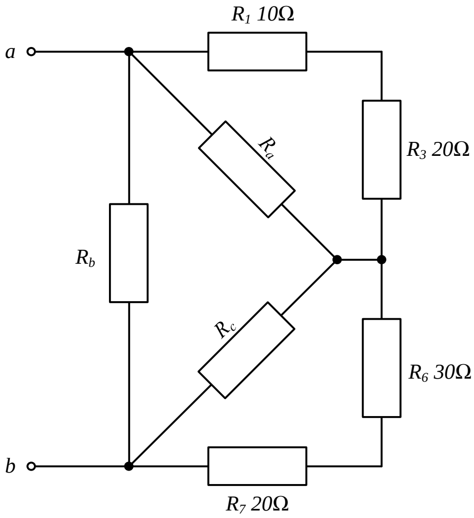
$R_N = R_{Th} = 4\Omega$

$I_N = \frac{U}{R_1//R_2} = \frac{15V}{12\Omega} = 1.25A$

4) **(1p)** Calculez la résistance équivalente R_{ab} vue depuis les bornes a et b du schéma ci-dessous:



Pour faire la résistance équivalente, il faut utiliser kennelly pour avoir le schéma suivant:



$$R_a = R_2 + R_4 + \frac{R_2 + R_4}{R_5} = 20\Omega + 40\Omega + \frac{20\Omega \cdot 40\Omega}{30\Omega} = 86.7\Omega$$

$$R_b = R_2 + R_5 + \frac{R_2 + R_5}{R_4} = 20\Omega + 30\Omega + \frac{20\Omega \cdot 30\Omega}{40\Omega} = 65\Omega$$

$$R_c = R_4 + R_5 + \frac{R_4 + R_5}{R_2} = 40\Omega + 30\Omega + \frac{40\Omega \cdot 30\Omega}{20\Omega} = 130\Omega$$

Puis:

$$R_{ab} = R_b // \left[\left(R_a // (R_1 + R_3) \right) + \left(R_c // (R_6 + R_7) \right) \right] = \left(\frac{1}{R_b} + \frac{1}{\frac{R_a(R_1+R_3)}{R_a+(R_1+R_3)} + \frac{R_c(R_6+R_7)}{R_c+(R_6+R_7)}} \right)^{-1}$$

$$R_{ab} = \left(\frac{1}{65\Omega} + \frac{1}{22.3\Omega + 36.1\Omega} \right)^{-1} = 30.8\Omega$$

5) **(1p)** Soit le phaseur complexe en tension $\underline{U} = 1 + j2$ avec une fréquence $f = 100Hz$.

   a. Calculez sa valeur de crête $\hat{U}$ et déterminez son déphasage α en radian.
   b. Ecrivez la partie réelle de cette tension $u(t)$ sous sa forme trigonométrique.
   c. Calculez la valeur efficace de $\underline{U}$.

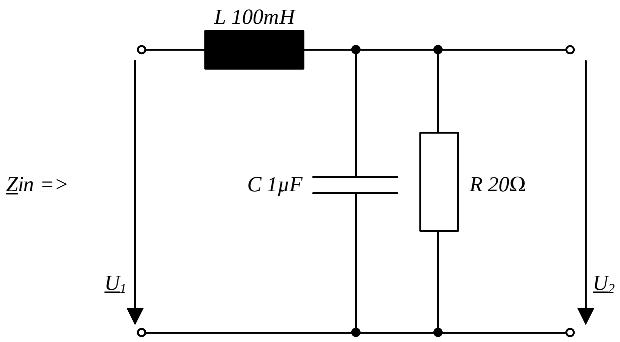
a) $\hat{U} = |\underline{U}| = \sqrt{1^2 + 2^2} = 2.24\ [V]$ $\alpha = arctg\left(\frac{2}{1}\right) = 1.11\ [rad]$ (soit 63.4°)

b) $u(t) = \hat{U}cos(\omega t + \alpha) = 2.24 \cdot cos(2\pi 100t + 1.11)$

c) $U_{eff} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = 1.6\ [V]$

6) **(1p)** Soit le schéma électrique ci-dessous en régime sinusoïdal avec $\underline{U_1} = 3e^{j2\pi 50t}[V]$:

   a. Calculez Z_{in}
   b. Calculer la tension $\underline{U_2}$ (phaseur $\underline{U_2}$)



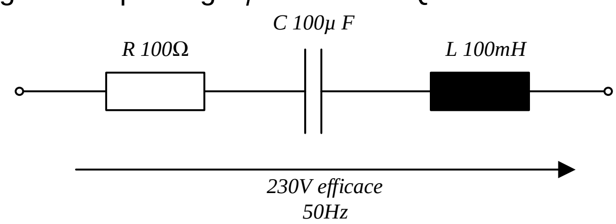
a) $\underline{Z}in = X_L + X_c//R = j\omega 100mH + \frac{\frac{1}{j\omega 1\mu F}\cdot 20\Omega}{\frac{1}{j\omega 1\mu F}+20\Omega}$ où $\omega = 2\pi 50Hz$

$\underline{Z}in = j2\pi 50 \cdot 100mH + \frac{\frac{1}{j2\pi 50\cdot 1\mu F}\cdot 20\Omega}{\frac{1}{j2\pi 50\cdot 1\mu F}+20\Omega} = j2\pi 50 \cdot 100mH + 20 - j0.126 = 20 + j31.3$ ou $37.1e^{j1}$

b) $\underline{U_2} = \underline{U_1}\frac{X_c//R}{X_L+X_c//R} = 3 \cdot \frac{20-j0.126}{\underline{Z}in} = 0.86 - j1.37$ ou $1.62e^{-j1.01}\ [V]$

7) **(1p)** Soit le schéma ci-dessous :

   a. Calculez le courant $\underline{I}_{eff}$ (phaseur $\underline{I}_{eff}$)
   b. Déterminez l'angle de déphasage φ en radian. Qu'en concluez-vous?



a) $\underline{I}_{eff} = \frac{U_{eff}}{R+\frac{1}{j\omega C}+j\omega L} = \frac{U_{eff}}{100\Omega+\frac{1}{j2\pi 50\cdot 100\mu F}+j2\pi 50\cdot 100mH} = 2.3 + j0.0095$

soit en polaire $\underline{I}_{eff} = 2.3A \cdot e^{j0.004}$

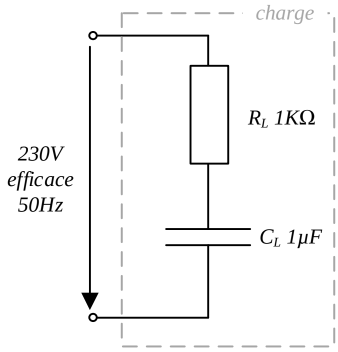
b) $\varphi = \alpha - \beta = 0 - arctg\left(\frac{0.0095}{2.3}\right) = -0.004\ [rad]$

Le courant est presque purement réel car G_c est presque égale à G_L (donc X_c est presque égale à X_L) et s'annulent. Donc l'impédance totale est presque égale uniquement la résistance R.

8) **(1p)** Soit une charge RC ci-dessous que l'on veut brancher sur le réseau électrique :

a. Calculez la puissance active P_L, puissance réactive Q_L et la puissance apparente S_L que cette charge aura si on la branche sur le réseau électrique. Donnez les unités de chacune de ces puissances.

b. Déterminez le $cos(\varphi)$ de la charge. Est-ce que c'est un $cos(\varphi)$ adapté pour le réseau électrique? Justifiez.



a) $\underline{I_L} = \frac{230}{R_L + \frac{1}{j\omega C_L}} = \frac{230}{1K\Omega + \frac{1}{j2\pi 50 \cdot 1\mu F}} = 69maA \cdot e^{j1.27}$

d'où $\varphi = \alpha - \beta = 0 - 1.27 = -1.27$

donc:

$P_L = 230 \cdot 0.069 \cdot cos(-1.27) = 4.7\ [W]$

$Q_L = 230 \cdot 0.069 \cdot sin(-1.27) = -15.2\ [VAR]$

$S_L = 230 \cdot 0.069 = 15.87\ [VA]$

b) Le $cos(\varphi)$ est $cos(-1.27) \cong 0.3$.