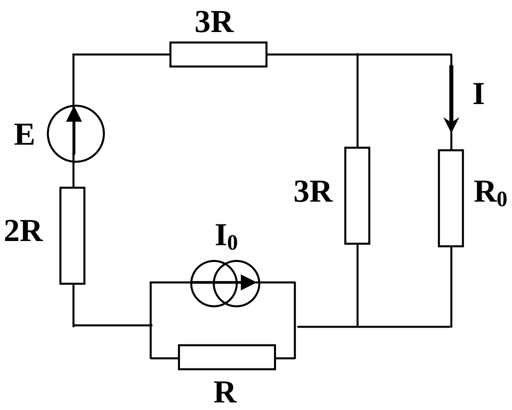
Dimanche 18 Mai 2025 (10h – 11h 30)

Examen écrit

Exercice 1

❖ Déterminer, pour le circuit ci-contre, l'intensité du courant I qui traverse la résistance R_0 en fonction de R, R_0, E et I_0 **:**
en faisant une transformation Norton → Thévenin
et en appliquant le pont diviseur de courant.

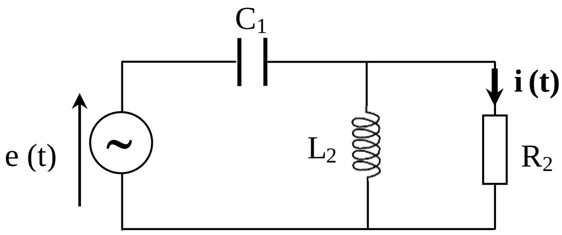


Exercice 2

On considère le circuit ci-dessous. Calculer l'intensité du courant qui passe dans la résistance R_2 :

1. Calculer la valeur maximal I_m du courant I ;
2. Calculer la phase du courant I si on considère la phase de la tension e (t) est à l'origine des phases ;
3. Ecrire l'expression temporelle du courant i (t).

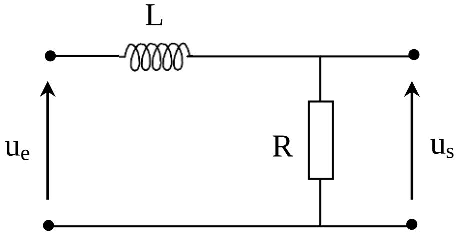
On donne : e (t) = 120 cos (100πt)
L_2 = 820 μH ; C_1 = 2200 μF ; R_2 = 1.2 Ω .



Exercice 3

❖ Soit le filtre correspondant à la figure ci-contre :

1. Calculer sa fonction de transfert $H(\omega)$.
2. Donner les expressions de l'amplitude $G(\omega)$ et de la phase $\varphi(\omega)$ de la fonction de transfert.
3. Déterminer la fréquence de coupure de ce filtre ω_C et sa bande passante. Quelle est la nature du filtre ?
4. Donner les expressions du gain G_{dB} et de la phase φ en fonction de ω *et* ω_C.
5. Donner les expressions du gain G_{dB} et de la phase φ en fonction de x tel que : $x = \omega / \omega_C$.



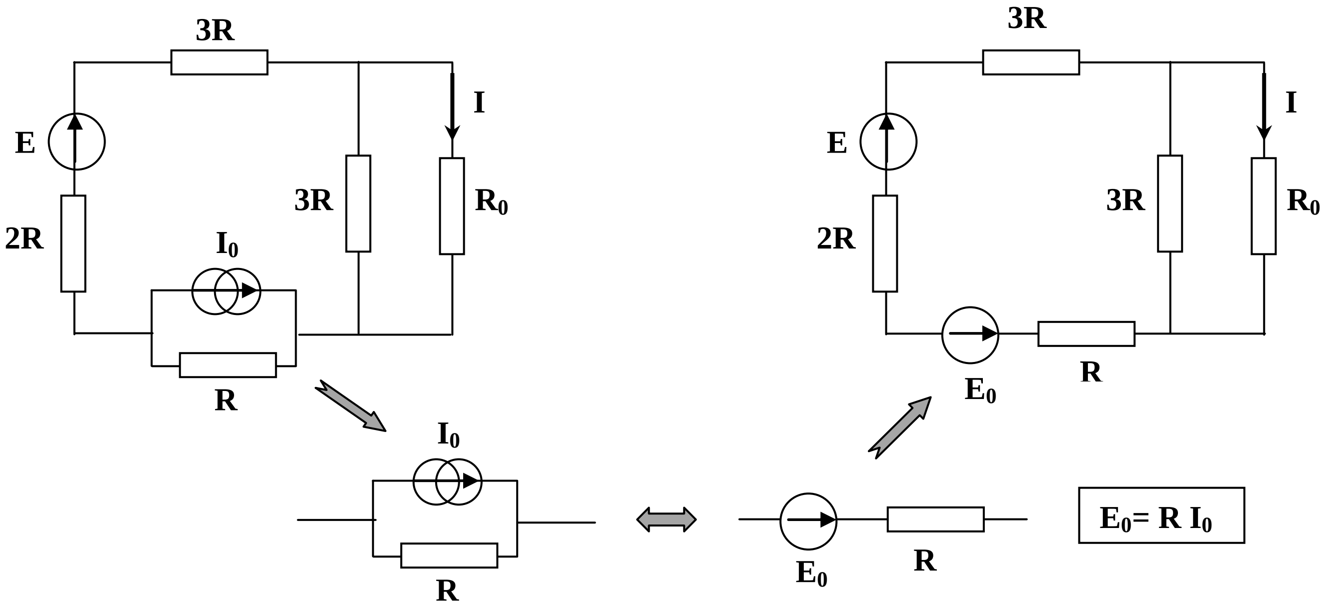
Bonne Chance et Bons Vacances

Correction de l'examen écrit du module « Electronique Générale »

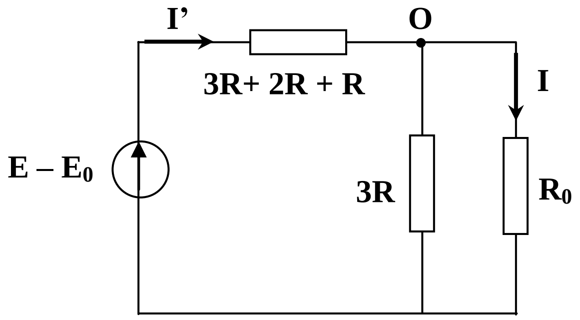
Dimanche 18 Mai 2025 (10h – 11h 30)

Exercice 1

- Déterminer l'intensité du courant I qui traverse la résistance R_0 en fonction de R, R_0, E et I_0.

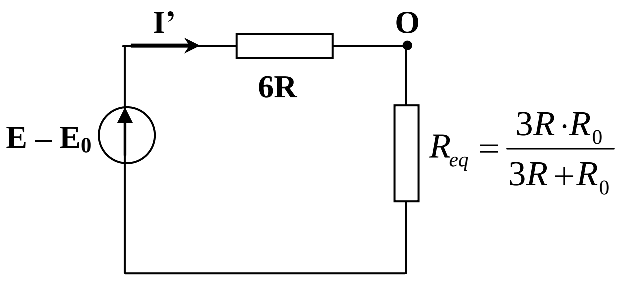


- Transformation : Générateur de Norton → Générateur de Thévenin



- Groupement des générateurs de tensions en série et des résistances en série
- Application du pont diviseur de courant :

$$I = \frac{3R}{3R + R_0} I' \qquad , \quad I' = ?$$



D'après la loi des mailles de Kirchhoff :

$$E - E_0 = (6R + R_{eq})I' \qquad \Rightarrow \quad I' = \frac{E - E_0}{(6R + R_{eq})}$$

On remplace la valeur I' dans l'expression de I :

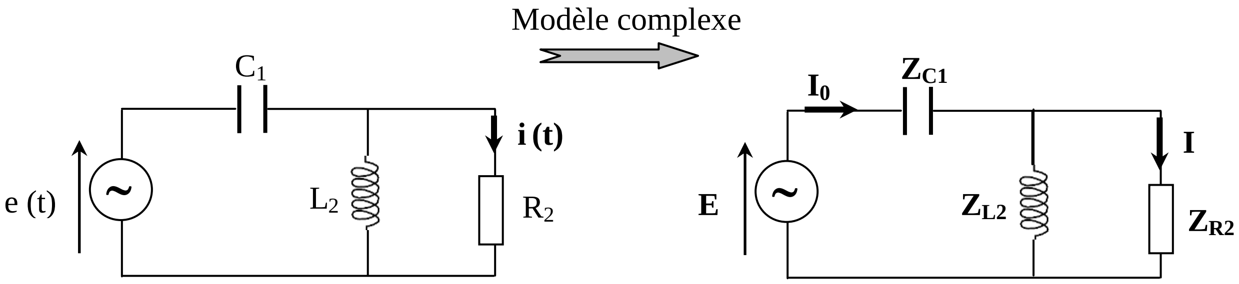
$$\Rightarrow I = \frac{3R}{3R + R_0} \times \frac{E - E_0}{(6R + R_{eq})} = \frac{3R}{3R + R_0} \times \frac{E - R\ I_0}{(6R + \frac{3R \cdot R_0}{3R + R_0})}$$

$$= 3R \times \frac{E - R\ I_0}{(6R \times (3R + R_0) + 3R \cdot R_0)}$$

$$\boxed{\Rightarrow \quad I = \frac{E - RI_0}{6R + 3R_0}}$$

Exercice 2

Calculer le courant qui passe dans la résistance R_2 du circuit suivant :



Circuit réel **Circuit complexe**

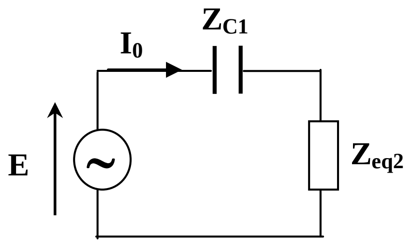
Tel que : $Z_{R2} = R_2$; $Z_{C1} = -\dfrac{j}{C_1\omega}$; $Z_{L2} = jL_2\omega$

D'après le théorème du pont diviseur de courant, on trouve :

$$\underline{I} = \frac{Y_{R2}}{Y_{R2}+Y_{L2}}\underline{I}_0 = \frac{Z_{L2}}{Z_{R2}+Z_{L2}}\underline{I}_0 \qquad (1) \quad tel\,que \quad Y = \frac{1}{Z}$$

Pour trouver I_0, on doit simplifier le circuit complexe (R_2 // L_2) :

tel que : $Y_{eq2} = Y_{R2} + Y_{L2} \;\Rightarrow\; Z_{eq2} = \dfrac{Z_{R2}\times Z_{L2}}{Z_{R2}+Z_{L2}}$



Le courant I_0 est égale (d'après la loi des mailles) :

$$\underline{E} = (Z_{C1} + Z_{eq2})\,\underline{I}_0 \qquad \Rightarrow \qquad \underline{I}_0 = \frac{\underline{E}}{Z_{C1}+Z_{eq2}} \qquad (2)$$

On remplace la valeur de I_0 (éq.2) dans la relation de T (éq.1) :

$$\underline{I} = \frac{Z_{L2}}{Z_{R2}+Z_{L2}} \times \frac{\underline{E}}{Z_{C1}+Z_{eq2}} = \frac{Z_{L2}}{Z_{R2}+Z_{L2}} \times \frac{\underline{E}}{Z_{C1} + \dfrac{Z_{R2}\times Z_{L2}}{Z_{R2}+Z_{L2}}}$$

$$\boxed{\underline{I} = \frac{Z_{L2}}{Z_{C1}\left(Z_{R2}+Z_{L2}\right)+(Z_{R2}\times Z_{L2})}\,\underline{E} \qquad (3)}$$

Application numérique :

$\underline{E} = 120\, e^{j(0)} = 120$; $Z_{R2} = R_2 = 1.2$

$Z_{C1} = \dfrac{-j}{C_1\omega} = \dfrac{-j}{(2200\times 10^{-6}\times 100\times\pi)} = -j\,1.45$; $Z_{L2} = jL_2\omega = j(820\times 10^{-6}\times 100\times\pi) = j\,0.26$

1. **Module I_m**

L'intensité du courant i(t) qui circule dans la résistance R_2 est le module de I.

On remplace les valeurs des impédances dans la relation (3) :

$$\underline{I} = \frac{(j0.26)\times 120}{-j1.45(1.2+j0.26)+(j0.26)(1.2)} = \frac{j31.2}{0.38-j1.43} \qquad (4)$$

$$I_m = |\underline{I}| = \left|\frac{j31.2}{0.38-j1.43}\right| = \frac{|j31.2|}{|0.38-j1.43|} = \frac{31.2}{\sqrt{0.38^2+1.43^2}} = \frac{31.2}{2.189} = 14.25\ A$$

2. Phase φ

D'après la relation (4) : $\underline{I} = \dfrac{j31.2}{0.38-j1.43}$

$$\varphi = \arg(\underline{I}) = \arg\left(\frac{j31.2}{0.38-j1.43}\right) = \arg(j31.2) - \arg(0.38-j1.43) = arctg\left(\frac{31.2}{0}\right) - arctg\left(\frac{-1.43}{0.38}\right) =$$

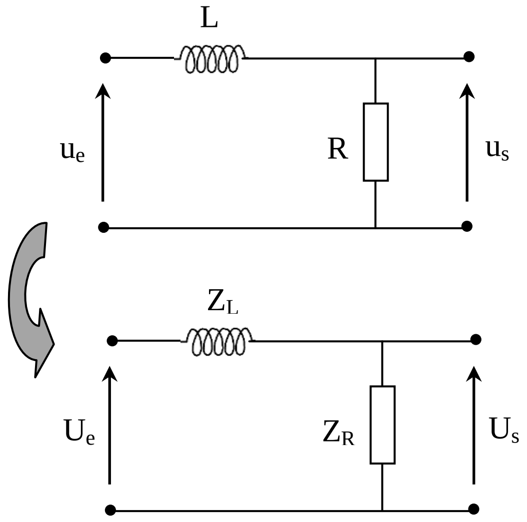
$$\varphi = arctg(\infty) - arctg(-3.76) = 90 - (-75.11) = +165.11^\circ = 2.88\ rad$$

3. L'expression du courant i(t) circulant dans la bobine

$$i(t) = I_m \cos(\omega t + \varphi) = \quad 14.25\cos(100\pi t + 2.88)$$

Exercice 3

1. Fonction de transfert



1) Fonction de transfert

D'après la figure du circuit complexe, nous avons :

$$\underline{U}_s = \frac{Z_R}{Z_R + Z_L}\underline{U}_e = \frac{R}{R + jL\omega}\underline{U}_e$$

$$\boxed{\Rightarrow \quad \underline{H}(\omega) = \frac{R}{R + jL\omega}}$$

2) Gain et la phase en fonction de ω

Soit : $\boxed{G(\omega) = |\underline{H}| = \dfrac{R}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}} = \dfrac{1}{\sqrt{1 + \dfrac{L^2\omega^2}{R^2}}}}$

$$\varphi(\omega) = \arg(\underline{H}) = \arg\left(\frac{R}{R + jL\omega}\right) = \arg(R) - \arg(R + jL\omega) = \arctan\left(\frac{0}{R}\right) - \arctan\left(\frac{L\omega}{R}\right)$$

$$\boxed{\varphi = -\arctan\left(\frac{L\omega}{R}\right)}$$

3) Pulsation de coupure ω_C - Bande passante :

- La pulsation de coupure ω_C est définie par : $G(\omega_c) = \dfrac{G_{max}}{\sqrt{2}}$, $G_{max} = ?$

$$G = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{L^2\omega^2}{R^2}}} \uparrow \quad \Rightarrow \quad \frac{L^2\omega^2}{R^2} \downarrow \quad \Rightarrow \quad \omega \downarrow \quad \Rightarrow \quad \omega \to 0$$

$$\Rightarrow \quad G_{\max} = G(\omega = 0) = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{L^2\omega^2}{R^2}}} = 1$$ (filtre passe - bas)

$$\Rightarrow \quad G(\omega_c) = \frac{G_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{L^2\omega_C{}^2}{R^2}}} \quad \Rightarrow \quad \frac{L^2\omega_C{}^2}{R^2} = 1 \quad \boxed{\Rightarrow \quad \omega_C = \frac{R}{L}}$$

- La bande passante de ce filtre passe-bas, tel que $\frac{G_{\max}}{\sqrt{2}} \leq G(\omega) \leq G_{\max}$, est l'intervalle $[0\,,\omega_C]$

4) <u>Gain G_{dB} et la phase φ en fonction de ω_c</u>

$$G = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{L^2\omega^2}{R^2}}} \quad \Rightarrow \quad G = \frac{1}{\sqrt{1+\frac{\omega^2}{\omega_C{}^2}}}$$

$$\Rightarrow \quad G_{dB} = 20\log G = 20\log\frac{1}{\sqrt{1+\frac{\omega^2}{\omega_C{}^2}}} = 20\log\left(1+\left(\frac{\omega}{\omega_C}\right)^2\right)^{-1/2} = -10\log\left(1+\left(\frac{\omega}{\omega_C}\right)^2\right)$$

$$\Rightarrow \quad \varphi = -\arctan\left(\frac{L\omega}{R}\right) = -\arctan\left(\frac{\omega}{\omega_C}\right)$$

5) <u>Gain G_{dB} et de la phase φ en fonction de x tel que :</u> $x = \frac{\omega}{\omega_C}$

En posant $x = \omega/\omega_C$ (pulsation réduite), il vient :

$$\boxed{\begin{cases} G_{dB} = 20\log G = -10\log\left(1+\left(\frac{\omega}{\omega_C}\right)^2\right) = -10\log(1+x^2) \\ \varphi = -\arctan\left(\frac{\omega}{\omega_C}\right) = -\arctan x \end{cases}}$$