

Solutionnaire du chapitre 12

1. a) L'impédance étant de 60Ω , le courant efficace est

$$\begin{aligned} I &= \frac{\Delta V}{Z} \\ &= \frac{240V}{60\Omega} \\ &= 4A \end{aligned}$$

b) L'amplitude du courant est

$$\begin{aligned} i_0 &= \sqrt{2}I \\ &= \sqrt{2} \cdot 4A \\ &= 5,657A \end{aligned}$$

c) L'amplitude est

$$\begin{aligned} \Delta v_0 &= \sqrt{2}\Delta V \\ &= \sqrt{2} \cdot 240V \\ &= 339,4V \end{aligned}$$

d) La puissance moyenne est

$$\begin{aligned} P &= \Delta V \cdot I \\ &= 240V \cdot 4A \\ &= 960W \end{aligned}$$

e) La puissance est

$$\begin{aligned} P &= \frac{(\Delta v)^2}{R} \\ &= \frac{(300V)^2}{60\Omega} \\ &= 1500W \end{aligned}$$

2. a) L'impédance est

$$\begin{aligned} Z_L &= \omega L \\ &= 2\pi \cdot 100\text{Hz} \cdot 0,04\text{H} \\ &= 25,13\Omega \end{aligned}$$

Le courant efficace est

$$\begin{aligned} I &= \frac{\Delta V}{Z_L} \\ &= \frac{360\text{V}}{25,13\Omega} \\ &= 14,32\text{A} \end{aligned}$$

L'amplitude du courant est

$$\begin{aligned} i_0 &= \sqrt{2}I \\ &= \sqrt{2} \cdot 14,32\text{A} \\ &= 20,26\text{A} \end{aligned}$$

b) Le déphasage étant de $\pi/2$, On trouve que

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{\phi}{\omega} \\ \Delta t &= \frac{\frac{\pi}{2}}{2\pi \cdot 100\text{Hz}} \\ \Delta t &= 2,5\text{ms} \end{aligned}$$

Comme la valeur est positive, le potentiel devance le courant.

c) Avec une valeur efficace de 360 V, l'amplitude de la différence de potentiel est

$$\begin{aligned} \Delta v_0 &= \sqrt{2} \cdot \Delta V \\ &= \sqrt{2} \cdot 360\text{V} \\ &= 509,1\text{V} \end{aligned}$$

La différence de potentiel en fonction du temps dans ce circuit est donc

$$\Delta v = 509,1V \sin\left(200\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Quand on a 200 V, on a

$$200V = 509,1V \sin\left(200\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$0,3923 = \sin\left(200\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Il y a deux réponses à l'arcsin

$$0,4037 = 200\pi \frac{\text{rad}}{s} t + \frac{\pi}{2} \qquad 2,738 = 200\pi \frac{\text{rad}}{s} t + \frac{\pi}{2}$$

$$t = -1,857 \times 10^{-3} s \qquad t = 1,857 \times 10^{-3} s$$

À ces moments, le courant est

$$\begin{aligned} i &= i_0 \sin\left(200\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t\right) \\ &= 20,26A \sin\left(200\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t\right) \\ &= 20,26A \sin\left(200\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot \pm 1,857 \times 10^{-3} s\right) \\ &= \pm 18,63A \end{aligned}$$

d) La puissance est 0.

e) La puissance est

$$\begin{aligned} P &= \Delta v \cdot i \\ &= 200V \cdot \pm 18,63A \\ &= \pm 3726W \end{aligned}$$

f) L'énergie maximale est

$$\begin{aligned} U_{\max} &= \frac{1}{2} L I_{\max}^2 \\ &= \frac{1}{2} L i_0^2 \\ &= \frac{1}{2} 0,04H \cdot (20,26A)^2 \\ &= 8,207J \end{aligned}$$

3. L'amplitude du courant est

$$\begin{aligned}i_0 &= \sqrt{2}I \\ &= \sqrt{2} \cdot 1A \\ &= 1,414A\end{aligned}$$

L'impédance est donc

$$\begin{aligned}Z &= \frac{\Delta v_0}{i_0} \\ &= \frac{80V}{1,414A} \\ &= 56,57\Omega\end{aligned}$$

On doit donc avoir

$$\begin{aligned}Z_L &= \omega L \\ 56,67\Omega &= 2\pi f \cdot 0,2H \\ f &= 45,02Hz\end{aligned}$$

4. a) L'impédance est

$$\begin{aligned}Z_C &= \frac{1}{\omega C} \\ &= \frac{1}{2\pi \cdot 100Hz \cdot 20 \times 10^{-6}F} \\ &= 79,58\Omega\end{aligned}$$

Le courant efficace est

$$\begin{aligned}I &= \frac{\Delta V}{Z_L} \\ &= \frac{60V}{79,58\Omega} \\ &= 0,7540A\end{aligned}$$

L'amplitude du courant est

$$\begin{aligned}
 i_0 &= \sqrt{2}I \\
 &= \sqrt{2} \cdot 0,7540A \\
 &= 1,066A
 \end{aligned}$$

b) Le déphasage étant de $-\pi/2$, On trouve que

$$\begin{aligned}
 \Delta t &= \frac{\phi}{\omega} \\
 \Delta t &= \frac{-\frac{\pi}{2}}{2\pi \cdot 100Hz} \\
 \Delta t &= -2,5ms
 \end{aligned}$$

Comme la valeur est positive, le potentiel est en retard sur le courant.

c) Avec une valeur efficace de 60 V, l'amplitude de la différence de potentiel est

$$\begin{aligned}
 \Delta v_0 &= \sqrt{2} \cdot \Delta V \\
 &= \sqrt{2} \cdot 60V \\
 &= 84,85V
 \end{aligned}$$

La différence de potentiel en fonction du temps dans ce circuit est donc

$$\Delta v = 84,85V \sin\left(200\pi \frac{rad}{s} \cdot t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Quand on a 40 V, on a

$$\begin{aligned}
 40V &= 84,85V \sin\left(200\pi \frac{rad}{s} \cdot t - \frac{\pi}{2}\right) \\
 0,4714 &= \sin\left(200\pi \frac{rad}{s} \cdot t - \frac{\pi}{2}\right)
 \end{aligned}$$

Il y a deux réponses à l'arcsin.

$$\begin{aligned}
 0,4909 &= 200\pi \frac{rad}{s} t - \frac{\pi}{2} & 2,651 &= 200\pi \frac{rad}{s} t - \frac{\pi}{2} \\
 t &= 3,281 \times 10^{-3} s & t &= 6,719 \times 10^{-3} s
 \end{aligned}$$

À ces moments, le courant est

$$\begin{aligned}
 i &= i_0 \sin\left(200\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot t\right) & i &= i_0 \sin\left(200\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot t\right) \\
 &= 1,066\text{A} \sin\left(200\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot t\right) & &= 1,066\text{A} \sin\left(200\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot t\right) \\
 &= 1,066\text{A} \sin\left(200\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 3,281 \times 10^{-3}\text{s}\right) & &= 1,066\text{A} \sin\left(200\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 6,719 \times 10^{-3}\text{s}\right) \\
 &= 0,9404\text{A} & &= -0,9404\text{A}
 \end{aligned}$$

Le courant est donc de 0,9404 A (dans un sens ou dans l'autre).

d) La puissance est 0.

e) La puissance est

$$\begin{aligned}
 P &= \Delta v \cdot i \\
 &= 40\text{V} \cdot \pm 0,9404\text{A} \\
 &= \pm 37,62\text{W}
 \end{aligned}$$

f) La charge maximale est

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{max}} &= C \Delta V_{\text{max}} \\
 &= C \Delta v_0 \\
 &= 20\mu\text{F} \cdot 84,85\text{V} \\
 &= 1697\mu\text{C}
 \end{aligned}$$

5. L'impédance est

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{\Delta V}{I} \\
 &= \frac{400\text{V}}{0,1\text{A}} \\
 &= 4000\Omega
 \end{aligned}$$

On doit donc avoir

$$\begin{aligned}
 Z_c &= \frac{1}{\omega C} \\
 4000\Omega &= \frac{1}{2\pi \cdot 120\text{Hz} \cdot C} \\
 C &= 331,6\text{nF}
 \end{aligned}$$

6. a) On a

$$Z_L = \omega L = 2\pi \cdot 180\text{Hz} \cdot 0,2\text{H} = 226,2\Omega$$

$$Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 180\text{Hz} \cdot 10 \times 10^{-6}\text{F}} = 88,42\Omega$$

L'impédance est donc

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \\ &= \sqrt{(50\Omega)^2 + (226,2\Omega - 88,42\Omega)^2} \\ &= 146,6\Omega \end{aligned}$$

Le courant efficace est

$$\begin{aligned} I &= \frac{\Delta V}{Z} \\ &= \frac{200\text{V}}{146,6\Omega} \\ &= 1,365\text{A} \end{aligned}$$

b) Le déphasage est

$$\begin{aligned} \tan \phi &= \frac{Z_L - Z_C}{R} \\ &= \frac{226,2\Omega - 88,42\Omega}{50\Omega} \\ &= 2,755 \\ \phi &= 1,223\text{rad} \end{aligned}$$

L'écart de temps est

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{\phi}{\omega} \\ \Delta t &= \frac{1,223}{2\pi \cdot 180\text{Hz}} \\ \Delta t &= 1,081\text{ms} \end{aligned}$$

Le potentiel devance le courant de 1,081 ms.

c) Avec une valeur efficace de 200 V, l'amplitude de la différence de potentiel est

$$\begin{aligned}\Delta v_0 &= \sqrt{2} \cdot \Delta V \\ &= \sqrt{2} \cdot 200V \\ &= 282,8V\end{aligned}$$

La différence de potentiel en fonction du temps dans ce circuit est donc

$$\Delta v = 282,8V \sin\left(360\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t + 1,223\right)$$

Quand on a 120 V, on a

$$\begin{aligned}120V &= 282,8V \sin\left(360\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t + 1,223\right) \\ 0,4243 &= \sin\left(360\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t + 1,223\right)\end{aligned}$$

Il y a deux réponses à l'arcsin.

$$\begin{aligned}0,4381 &= 360\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t + 1,223 & 2,703 &= 360\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t + 1,223 \\ t &= -6,940 \times 10^{-4} s & t &= 1,309 \times 10^{-3} s\end{aligned}$$

À ces moments, le courant est

$$\begin{aligned}i &= i_0 \sin\left(360\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t\right) & i &= i_0 \sin\left(360\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t\right) \\ &= 1,365A \cdot \sqrt{2} \sin\left(360\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t\right) & &= 1,365A \cdot \sqrt{2} \sin\left(360\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot t\right) \\ &= 1,930A \sin\left(360\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot -6,940 \times 10^{-4} s\right) & &= 1,930A \sin\left(360\pi \frac{\text{rad}}{s} \cdot 1,309 \times 10^{-3} s\right) \\ &= -1,363A & &= 1,922A\end{aligned}$$

d) la puissance est

$$\begin{aligned}P &= RI^2 \\ &= 50\Omega \cdot (1,365A)^2 \\ &= 93,1W\end{aligned}$$

7. On a

$$Z_L = \omega L = 200 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 0,5 \text{H} = 100\Omega$$

$$Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{200 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 20 \times 10^{-6} \text{F}} = 250\Omega$$

L'impédance est donc

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \\ &= \sqrt{(40\Omega)^2 + (100\Omega - 250\Omega)^2} \\ &= 155,2\Omega \end{aligned}$$

L'amplitude de la différence de potentiel est donc

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\Delta v_0}{i_0} \\ 155,2\Omega &= \frac{\Delta v_0}{0,32\text{A}} \\ \Delta v_0 &= 49,68\text{V} \end{aligned}$$

Le déphasage est

$$\begin{aligned} \tan \phi &= \frac{Z_L - Z_C}{R} \\ &= \frac{100\Omega - 250\Omega}{40\Omega} \\ &= -3,75 \\ \phi &= -1,310 \end{aligned}$$

La formule du potentiel est donc

$$\begin{aligned} \Delta v &= \Delta v_0 \sin(\omega t + \phi) \\ &= 49,68\text{V} \sin\left(200 \frac{\text{rad}}{\text{s}} t - 1,310\right) \end{aligned}$$

8. a) L'impédance est

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{\Delta v_0}{i_0} \\
 &= \frac{60V}{0,5A} \\
 &= 120\Omega
 \end{aligned}$$

b) On a

$$\begin{aligned}
 \cos \phi &= \frac{R}{Z} \\
 \cos \phi &= \frac{72\Omega}{120\Omega} \\
 \phi &= \pm 0,9273
 \end{aligned}$$

Comme on dit que le courant devance le potentiel, on doit prendre la valeur négative.

On aurait aussi pu faire

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \\
 120\Omega &= \sqrt{(72\Omega)^2 + (Z_L - Z_C)^2} \\
 Z_L - Z_C &= \pm 96\Omega
 \end{aligned}$$

On a alors

$$\begin{aligned}
 \tan \phi &= \frac{Z_L - Z_C}{R} \\
 \tan(\phi) &= \frac{\pm 96\Omega}{72\Omega} \\
 \tan(\phi) &= \frac{\pm 4}{3} \\
 \phi &= \pm 0,9273
 \end{aligned}$$

Comme on dit que le courant devance le potentiel, on doit prendre la valeur négative.

c) la puissance est

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{\Delta v_0 i_0}{2} \cos \phi \\
 &= \frac{60V \cdot 0,5A}{2} \cos(-0,9273) \\
 &= 9W
 \end{aligned}$$

d) On a

$$\begin{aligned}
 Z_L - Z_C &= -96\Omega \\
 \omega L - \frac{1}{\omega C} &= -96\Omega \\
 200 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 0,2H - \frac{1}{200 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot C} &= -96\Omega \\
 C &= 36,76\mu F
 \end{aligned}$$

9. a) Si on veut le plus grand courant efficace, on doit être à la fréquence de résonance. On a donc

$$\begin{aligned}
 f_0 &= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \\
 &= \frac{1}{2\pi\sqrt{0,05H \cdot 50 \times 10^{-6}F}} \\
 &= 100,7\text{Hz}
 \end{aligned}$$

b) À la fréquence de résonance, l'impédance est

$$\begin{aligned}
 Z &= R \\
 &= 100\Omega
 \end{aligned}$$

Le courant efficace est donc

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\Delta V}{Z} \\
 &= \frac{40V}{100\Omega} \\
 &= 0,4A
 \end{aligned}$$

c) Si on veut que le courant efficace soit de 0,1 A, l'impédance doit être

$$I = \frac{\Delta V}{Z}$$

$$0,1A = \frac{40V}{Z}$$

$$Z = 400\Omega$$

On a donc

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$400\Omega = \sqrt{(100\Omega)^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$Z_L - Z_C = \pm 387,3\Omega$$

Avec la valeur positive, on a

$$Z_L - Z_C = 387,3\Omega$$

$$\omega L - \frac{1}{\omega C} = 387,3\Omega$$

$$\omega \cdot 0,05H - \frac{1}{\omega \cdot 50 \times 10^{-6}F} = 387,3\Omega$$

$$\omega^2 \cdot 0,05H - \frac{1}{50 \times 10^{-6}F} = \omega \cdot 387,3\Omega$$

$$\omega^2 \cdot 0,05H - 20000F^{-1} = \omega \cdot 387,3\Omega$$

$$\omega^2 \cdot 0,05H - \omega \cdot 387,3\Omega - 20000F^{-1} = 0$$

Les solutions de cette équation sont

$$\omega = 7797,3 \frac{rad}{s} \quad \text{et} \quad \omega = -51,3 \frac{rad}{s}$$

La deuxième réponse est à rejeter. Il ne reste que la première réponse qui correspond à une fréquence de

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = 1241Hz$$

Avec la valeur négative, on a

$$\begin{aligned}
 Z_L - Z_C &= -387,3\Omega \\
 \omega L - \frac{1}{\omega C} &= -387,3\Omega \\
 \omega \cdot 0,05H - \frac{1}{\omega \cdot 50 \times 10^{-6}F} &= -387,3\Omega \\
 \omega^2 \cdot 0,05H - \frac{1}{50 \times 10^{-6}F} &= -\omega \cdot 387,3\Omega \\
 \omega^2 \cdot 0,05H - 20000F^{-1} &= -\omega \cdot 387,3\Omega \\
 \omega^2 \cdot 0,05H + \omega \cdot 387,3\Omega - 20000F^{-1} &= 0
 \end{aligned}$$

Les solutions de cette équation sont

$$\omega = 51,3 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad \text{et} \quad \omega = -7797 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

La deuxième réponse est à rejeter. Il ne reste que la première réponse qui correspond à une fréquence de

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = 8,165\text{Hz}$$

Les fréquences sont donc de 8,165 Hz et 1241 Hz.

10. On a

$$\begin{aligned}
 Z_L &= \omega L = 2\pi \cdot 60\text{Hz} \cdot 0,25H = 94,25\Omega \\
 Z_C &= \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 60\text{Hz} \cdot 100 \times 10^{-6}F} = 26,53\Omega
 \end{aligned}$$

L'impédance est donc

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \\
 &= \sqrt{(20\Omega)^2 + (94,25\Omega - 26,53\Omega)^2} \\
 &= 70,61\Omega
 \end{aligned}$$

Le courant est donc

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\Delta V}{Z} \\
 &= \frac{360V}{70,61\Omega} \\
 &= 5,098A
 \end{aligned}$$

a) La différence de potentiel aux bornes de la résistance est

$$\begin{aligned}
 \Delta V_R &= Z_R I \\
 &= 20\Omega \cdot 5,098A \\
 &= 102,0V
 \end{aligned}$$

b) La différence de potentiel aux bornes de l'inducteur est

$$\begin{aligned}
 \Delta V_L &= Z_L I \\
 &= 94,25\Omega \cdot 5,098A \\
 &= 480,5V
 \end{aligned}$$

c) La différence de potentiel aux bornes du condensateur est

$$\begin{aligned}
 \Delta V_C &= Z_C I \\
 &= 26,53\Omega \cdot 5,098A \\
 &= 135,2V
 \end{aligned}$$

d) Entre les points A et C, l'impédance est

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{R^2 + Z_L^2} \\
 &= \sqrt{(20\Omega)^2 + (94,25\Omega)^2} \\
 &= 96,35\Omega
 \end{aligned}$$

La différence de potentiel efficace entre les points A et C est donc

$$\begin{aligned}
 \Delta V &= ZI \\
 &= 96,35\Omega \cdot 5,098A \\
 &= 491,2V
 \end{aligned}$$

e) Entre les points B et D, l'impédance est

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{(Z_L - Z_C)^2} \\
 &= \sqrt{(94,25\Omega - 26,53\Omega)^2} \\
 &= 67,72\Omega
 \end{aligned}$$

La différence de potentiel efficace entre les points B et D est donc

$$\begin{aligned}
 \Delta V &= ZI \\
 &= 67,72\Omega \cdot 5,098A \\
 &= 345,3V
 \end{aligned}$$

11. On a

$$\begin{aligned}
 \Delta V_R &= Z_R I \\
 25V &= 40\Omega \cdot I \\
 I &= 0,625A
 \end{aligned}$$

L'impédance du circuit est donc

$$\begin{aligned}
 \Delta V &= ZI \\
 100V &= Z \cdot 0,625A \\
 Z &= 160\Omega
 \end{aligned}$$

Puisque

$$Z_L = \omega L = 2\pi \cdot 80\text{Hz} \cdot 0,4\text{H} = 201,1\Omega$$

On a

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2} \\
 160\Omega &= \sqrt{(40\Omega)^2 + (201,1\Omega - Z_C)^2} \\
 201,1\Omega - Z_C &= \pm 154,9\Omega
 \end{aligned}$$

Avec la valeur positive, on a

$$\begin{aligned}
 201,1\Omega - Z_C &= 154,9\Omega \\
 Z_C &= 46,14\Omega \\
 \frac{1}{\omega C} &= 46,14\Omega \\
 \frac{1}{(2\pi \cdot 80\text{Hz})C} &= 46,14\Omega \\
 C &= 43,11\mu F
 \end{aligned}$$

Avec la valeur négative, on a

$$\begin{aligned}
 201,1\Omega - Z_C &= -154,9\Omega \\
 Z_C &= 356,0\Omega \\
 \frac{1}{\omega C} &= 356,0\Omega \\
 \frac{1}{(2\pi \cdot 80\text{Hz})C} &= 356,0\Omega \\
 C &= 5,589\mu F
 \end{aligned}$$

La capacité est de 43,11 μF ou 5,589 μF .

12. On a

$$\begin{aligned}
 Z_L = \omega L &= 2\pi \cdot 80\text{Hz} \cdot 0,1\text{H} = 50,27\Omega \\
 Z_C = \frac{1}{\omega C} &= \frac{1}{2\pi \cdot 80\text{Hz} \cdot 25 \times 10^{-6}\text{F}} = 79,58\Omega
 \end{aligned}$$

Le courant dans le circuit se trouve avec

$$\begin{aligned}
 \Delta V_L &= Z_L I \\
 30\text{V} &= 50,27\Omega \cdot I \\
 I &= 0,5968\text{A}
 \end{aligned}$$

L'impédance du circuit est donc

$$\begin{aligned}
 \Delta V &= ZI \\
 24\text{V} &= Z \cdot 0,5968\text{A} \\
 Z &= 40,21\Omega
 \end{aligned}$$

On peut donc trouver la résistance avec

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$40,21\Omega = \sqrt{R^2 + (50,27\Omega - 79,58)^2}$$

$$R = 27,53\Omega$$

La puissance dissipée est donc

$$P = RI^2$$

$$= 27,53\Omega \cdot (0,5968A)^2$$

$$= 9,806W$$

- 13.** a) Si la puissance est maximale, c'est que le courant efficace est maximal. On est donc à la fréquence de résonance. On a donc

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$1500Hz = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot 40 \times 10^{-6} F}}$$

$$L = 2,814 \times 10^{-4} H$$

b) À la fréquence de résonance, on a

$$Z = R$$

$$\cos \phi = 1$$

La puissance dissipée est alors

$$P = \frac{\Delta V^2}{Z} \cos \phi$$

$$P = \frac{\Delta V^2}{R}$$

$$400W = \frac{(800V)^2}{R}$$

$$R = 1600\Omega$$

14. a) Le déphasage

$$\begin{aligned}
 \phi &= \omega \Delta t \\
 &= 2\pi \cdot 100 \text{ Hz} \cdot -0,001 \text{ s} \\
 &= -\frac{\pi}{5}
 \end{aligned}$$

On a donc

$$\begin{aligned}
 \tan(\phi) &= \frac{Z_L - Z_C}{R} \\
 \tan\left(-\frac{\pi}{5}\right) &= \frac{Z_L - Z_C}{60\Omega} \\
 Z_L - Z_C &= -43,59\Omega
 \end{aligned}$$

On a donc

$$\begin{aligned}
 \omega L - \frac{1}{\omega C} &= -43,59\Omega \\
 (2\pi \cdot 100 \text{ Hz}) \cdot 1,2 \text{ H} - \frac{1}{(2\pi \cdot 100 \text{ Hz}) C} &= -43,59\Omega \\
 C &= 1,995\mu\text{F}
 \end{aligned}$$

b) La fréquence de résonance est

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \\
 &= \frac{1}{2\pi\sqrt{1,2 \text{ H} \cdot 1,995 \times 10^{-6} \text{ F}}} \\
 &= 102,9 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

15. La différence de potentiel efficace est

$$\begin{aligned}
 \Delta V &= \sqrt{\Delta V_R^2 + (\Delta V_L - \Delta V_C)^2} \\
 &= \sqrt{(30 \text{ V})^2 + (70 \text{ V} - 20 \text{ V})^2} \\
 &= 58,31 \text{ V}
 \end{aligned}$$

L'amplitude est donc

$$\begin{aligned}\Delta v_0 &= \sqrt{2}\Delta V \\ &= \sqrt{2} \cdot 58,31V \\ &= 82,46V\end{aligned}$$

16. La puissance dissipée est

$$P = RI^2$$

et le courant est

$$I = \frac{\Delta V}{Z}$$

On a donc

$$P = RI^2 = R \frac{\Delta V^2}{Z^2}$$

Puisque

$$Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

on arrive à

$$P = \frac{R\Delta V^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

Les valeurs de Z_L et Z_C sont

$$Z_L = \omega L = 2\pi \cdot 1000Hz \cdot 0,075H = 471,2\Omega$$

$$Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 1000Hz \cdot 2 \times 10^{-9}F} = 795,8\Omega$$

Notre équation devient donc

$$P = \frac{R\Delta V^2}{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$$

$$170W = \frac{R(340V)^2}{R^2 + (471,2\Omega - 795,8\Omega)^2}$$

$$170W = \frac{R(340V)^2}{R^2 + 105\,323\Omega^2}$$

Il ne reste qu'à isoler R .

$$170W = \frac{R(340V)^2}{R^2 + 105\,323\Omega^2}$$

$$170W(R^2 + 105\,323\Omega^2) = R(340V)^2$$

$$R^2 + 105\,323\Omega^2 = R \cdot 680\Omega$$

$$R^2 - R \cdot 680\Omega + 105\,323\Omega^2 = 0$$

Les solutions de cette équation quadratique sont $441,4\ \Omega$ et $238,6\ \Omega$.

17. a) On a

$$Z_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$= \frac{1}{2\pi \cdot 180Hz \cdot 8 \times 10^{-6} F}$$

$$= 110,5\Omega$$

L'impédance du circuit est

$$Z = \sqrt{R^2 + (-Z_C)^2}$$

$$= \sqrt{(240\Omega)^2 + (-110,5\Omega)^2}$$

$$= 264,2\Omega$$

Le courant efficace est

$$\Delta v_0 = Zi_0$$

$$240V = 264,2\Omega \cdot i_0$$

$$i_0 = 0,9083A$$

b) Le déphasage est

$$\begin{aligned}\tan(\phi) &= \frac{-Z_c}{R} \\ &= \frac{-110,5\Omega}{240\Omega} \\ &= -0,4605 \\ \phi &= -0,4316\end{aligned}$$

L'écart de temps est donc

$$\begin{aligned}\Delta t &= \frac{\phi}{\omega} \\ &= \frac{-0,4316}{2\pi \cdot 180\text{Hz}} \\ &= -3,816 \times 10^{-4} \text{ s}\end{aligned}$$

Le courant devance donc le potentiel de 0,3816 ms.

c) La puissance est

$$\begin{aligned}P &= \frac{Ri_0^2}{2} \\ &= \frac{240\Omega \cdot (0,9083\text{A})^2}{2} \\ &= 99\text{W}\end{aligned}$$

18. a) On a

$$\begin{aligned}Z_L &= \omega L = 2\pi \cdot 1000\text{Hz} \cdot 0,8\text{H} = 5026,5\Omega \\ Z_C &= \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot 1000\text{Hz} \cdot 30 \times 10^{-9}\text{F}} = 5305,2\Omega\end{aligned}$$

L'impédance du circuit est

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{(Z_L - Z_C)^2} \\
 &= \sqrt{(5026,5\Omega - 5305,2\Omega)^2} \\
 &= \sqrt{(-278,6\Omega)^2} \\
 &= 278,6\Omega
 \end{aligned}$$

Le courant efficace est donc

$$\begin{aligned}
 \Delta V &= ZI \\
 400V &= 278,6\Omega \cdot I \\
 I &= 1,436A
 \end{aligned}$$

b) Le déphasage est

$$\begin{aligned}
 \tan(\phi) &= \frac{Z_L - Z_C}{0} \\
 &= \frac{-278,6\Omega}{0\Omega} \\
 &= -\infty \\
 \phi &= -\frac{\pi}{2}
 \end{aligned}$$

L'écart de temps est donc

$$\begin{aligned}
 \Delta t &= \frac{\phi}{\omega} \\
 &= \frac{-\pi/2}{2\pi \cdot 1000Hz} \\
 &= -2,5 \times 10^{-4} s
 \end{aligned}$$

Le courant devance donc le potentiel de 0,25 ms.

c) La puissance est

$$\begin{aligned}
 P &= RI^2 \\
 &= 0\Omega \cdot (0,9083A)^2 \\
 &= 0W
 \end{aligned}$$

19. À 250 Hz, on a

$$\begin{aligned}\Delta V &= ZI \\ 200V &= Z \cdot 0,2A \\ Z &= 1000\Omega\end{aligned}$$

On a donc

$$\begin{aligned}Z &= \sqrt{R^2 + Z_L^2} \\ Z &= \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \\ 1000\Omega &= \sqrt{R^2 + \left(500\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} L\right)^2} \\ (1000\Omega)^2 &= R^2 + \left(500\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} L\right)^2\end{aligned}$$

À 350 Hz, on a

$$\begin{aligned}\Delta V &= ZI \\ 200V &= Z \cdot 0,16A \\ Z &= 1250\Omega\end{aligned}$$

On a donc

$$\begin{aligned}Z &= \sqrt{R^2 + Z_L^2} \\ Z &= \sqrt{R^2 + (\omega L)^2} \\ (1250\Omega)^2 &= R^2 + \left(700\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} L\right)^2\end{aligned}$$

On a donc 2 équations.

$$\begin{aligned}(1000\Omega)^2 &= R^2 + \left(500\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} L\right)^2 \\ (1250\Omega)^2 &= R^2 + \left(700\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} L\right)^2\end{aligned}$$

Si on soustrait les deux équations, on a

$$\begin{aligned}(1250\Omega)^2 - (1000\Omega)^2 &= \left[R^2 + \left(700\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} L\right)^2 \right] - \left[R^2 + \left(500\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} L\right)^2 \right] \\ &= \left(700\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} L\right)^2 - \left(500\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} L\right)^2 \\ &= \left[\left(700\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)^2 - \left(500\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)^2 \right] L^2\end{aligned}$$

On a donc

$$\begin{aligned} L^2 &= \frac{(1250\Omega)^2 - (1000\Omega)^2}{(700\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}})^2 - (500\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}})^2} \\ &= 0,2375H^2 \\ L &= 0,4873H \end{aligned}$$

L'inductance est de 487,3 mH.

On peut ensuite trouver la résistance.

$$\begin{aligned} (1000\Omega)^2 &= R^2 + (500\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} L)^2 \\ (1000\Omega)^2 &= R^2 + (500\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 0,4873H)^2 \\ (1000\Omega)^2 &= R^2 + (765,5\Omega)^2 \\ R &= 643,5\Omega \end{aligned}$$

20. Le courant se trouve avec l'équation suivante.

$$\begin{aligned} P &= RI^2 \\ 21,6W &= 60\Omega \cdot I^2 \\ I &= 0,6A \end{aligned}$$

L'impédance du circuit est donc

$$\begin{aligned} \Delta V &= ZI \\ 120V &= Z \cdot 0,6A \\ Z &= 200\Omega \end{aligned}$$

On a donc

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{R^2 + Z_L^2} \\ 200\Omega &= \sqrt{(60\Omega)^2 + (120\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} L)^2} \\ L &= 0,5061H \end{aligned}$$

21. Le déphasage est

$$\begin{aligned}
 \phi &= \omega \Delta t \\
 &= 400\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot -0,001\text{s} \\
 &= -\frac{2\pi}{5}
 \end{aligned}$$

La valeur est négative puisque le courant devance le potentiel.

Si l'élément inconnu était un inducteur, le déphasage serait

$$\tan(\phi) = \frac{Z_L}{R}$$

et il serait positif, ce qui n'est pas le cas.

Si l'élément inconnu était un condensateur, le déphasage serait

$$\tan(\phi) = \frac{-Z_C}{R}$$

et il serait négatif, ce qui est le cas. L'élément mystère est donc un condensateur. On a donc

$$\begin{aligned}
 \tan(\phi) &= \frac{-Z_C}{R} \\
 \tan\left(-\frac{2\pi}{5}\right) &= \frac{-Z_C}{10\Omega} \\
 Z_C &= 30,77\Omega
 \end{aligned}$$

Il ne reste qu'à trouver la capacité.

$$\begin{aligned}
 Z_C &= 30,77\Omega \\
 \frac{1}{\omega C} &= 30,77\Omega \\
 \frac{1}{400\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot C} &= 30,77\Omega \\
 C &= 25,86\mu F
 \end{aligned}$$

22. a) la différence de potentiel aux bornes du circuit secondaire est

$$\begin{aligned}\Delta V_2 &= \frac{N_2}{N_1} \Delta V_1 \\ &= \frac{100}{500} 1000V \\ &= 200V\end{aligned}$$

Comme la résistance est en parallèle avec la bobine du circuit secondaire, la différence de potentiel aux bornes de la résistance est aussi de 200 V.

b) Le courant est

$$\begin{aligned}I &= \frac{\Delta V}{R} \\ &= \frac{200V}{10\Omega} \\ &= 20A\end{aligned}$$

c) Le courant est

$$\begin{aligned}I_2 &= \frac{N_1}{N_2} I_1 \\ 20A &= \frac{500}{100} I_1 \\ I_1 &= 4A\end{aligned}$$

23. a) Le courant est

$$\begin{aligned}I &= \frac{\Delta V}{R} \\ &= \frac{120V}{1000\Omega} \\ &= 0,12A\end{aligned}$$

b) On a

$$\Delta V_2 = \frac{N_2}{N_1} \Delta V_1$$

$$120V = \frac{N_2}{N_1} 425\,000V$$

$$\frac{N_2}{N_1} = 0,0002824 = \frac{1}{3541}$$

c) Le courant est

$$I_2 = \frac{N_1}{N_2} I_1$$

$$0,12A = 3541I_1$$

$$I_1 = 33,88\mu A$$

d) On a

$$\Delta V_2 = \frac{N_2}{N_1} \Delta V_1$$

$$425\,000V = \frac{N_2}{N_1} 13\,800V$$

$$\frac{N_2}{N_1} = 30,8$$

e) Le courant est

$$I_2 = \frac{N_1}{N_2} I_1$$

$$33,88\mu A = \frac{1}{30,8} I_1$$

$$I_1 = 1,04mA$$

24. a) La différence de potentiel est

$$\Delta V_2 = \frac{N_2}{N_1} \Delta V_1$$

$$120V = \frac{N_2}{100N_2} \Delta V_1$$

$$\Delta V_1 = 12\,000V$$

b) Le courant est

$$P = \Delta V \cdot I$$

$$60\,000W = 120V \cdot I$$

$$I = 500A$$

c) Le courant dans le circuit primaire est

$$I_2 = \frac{N_1}{N_2} I_1$$

$$500A = \frac{100N_2}{N_2} \cdot I_1$$

$$I_1 = 5A$$

d) La perte d'énergie est

$$P = RI^2$$

$$= 10\Omega \cdot (5A)^2$$

$$= 250W$$

e) La différence de potentiel est

$$\Delta V_2 = \frac{N_2}{N_1} \Delta V_1$$

$$120V = \frac{N_2}{1000N_2} \Delta V_1$$

$$\Delta V_1 = 120\,000V$$

f) Le courant est

$$P = \Delta V \cdot I$$

$$60\,000W = 120V \cdot I$$

$$I = 500A$$

g) Le courant dans le circuit primaire est

$$I_2 = \frac{N_1}{N_2} I_1$$
$$500A = \frac{1000N_2}{N_2} \cdot I_1$$
$$I_1 = 0,5A$$

h) La perte d'énergie est

$$P = RI^2$$
$$= 10\Omega \cdot (0,5A)^2$$
$$= 2,5W$$

i) Oui. En transportant l'électricité à 12 000 V, les pertes sont de 250 W. En transportant l'électricité à 120 000 V, les pertes ne sont plus que de 2,5 W. On constate que les pertes diminuent quand on augmente le potentiel.