Université Chouaib Doukkali **Année universitaire 2019-2020**

Faculté des Sciences

Département de Physique

Electromagnétisme dans le vide

SMI4

Solution série n° : 1

Exercice-1 :

1. $i(t) = I_M \sin(\omega t - \phi)$
2. $\underline{u}(t) = U_M e^{j\omega t}$

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

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

   $$\varphi = arctg\left(\frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}\right)$$

   $\underline{i}(t) = I_M e^{j(\omega t - \phi)}$
3. Loi d'Om : $\underline{u}(t) = z.\underline{i}(t)$ soit $|\underline{u}(t)| = |z|.|\underline{i}(t)|$

   $\arg \underline{u} = \arg Z\underline{i} = \arg z + \arg \underline{i} = 0$

   $\arg i = -\arg Z$ d'où $\phi = \varphi = arctg\left(\frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}\right)$
4. $I_M = \frac{U_M}{|Z|}$, Résonance $\Rightarrow I_M$ maximal $\Rightarrow |Z|$ minimal soit $L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0$, d'où

   $LC\omega^2 = 1$ soit $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ donc $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
5. $\omega \to 0 \Rightarrow |Z| \to \infty \Rightarrow I_M \to 0$; si $\omega \to \infty \Rightarrow |Z| \to \infty \Rightarrow I_M \to 0$

   $\omega \to 0 \Rightarrow arctg\varphi \to -\infty \Rightarrow \varphi \to -\frac{\pi}{2}$; $\omega \to \infty \Rightarrow arctg\varphi \to +\infty \Rightarrow \varphi \to \frac{\pi}{2}$

   $\omega = \omega_0 \Rightarrow |I_M| = \frac{U_M}{R}$
6. $P = U_e I_e \cos\varphi$

Exercice – 2

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

2. $\underline{u}(t)=U_M e^{j\omega t}$; $\underline{i}(t)=I_M e^{j(\omega t-\phi)}$; $Y=|Y|e^{j\varphi}$ avec $|Y|=\sqrt{\frac{1}{R^2}+\left(C\omega-\frac{1}{L\omega}\right)^2}$ et $\varphi=arctg\left(R\left(C\omega-\frac{1}{L\omega}\right)\right)$

3. $I_M=|Y|U_M$; $\phi=-\varphi=-arctg\left(R\left(C\omega-\frac{1}{L\omega}\right)\right)$

4. Antirésonance $I_M=|Y|U_M$ minimal ; soit $L\omega-\frac{1}{C\omega}=0$, d'où $LC\omega^2=1$ d'où $\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}$ donc $f_0=\frac{\omega_0}{2\pi}=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

5. $\omega\to 0\Rightarrow|Y|\to\infty\Rightarrow I_M\to\infty$; $\omega\to\infty\Rightarrow|Y|\to\infty\Rightarrow I_M\to\infty$;
   $\omega=\omega_0\Rightarrow|I_M|=\frac{U_M}{R}$

Exercice- 3

1. $P_1=\frac{P_{u_1}}{\tau}$
2. $P_2=\frac{P_{u_2}}{\tau}$
3. $Q_1=P_1 tg\phi_1$
4. $Q_2=P_2 tg\phi_2$
5. $P=3P_1+P_2+P_3$ $\qquad Q=3Q_1+Q_2$
6. Pour chaque moteur à forage $I_1=\frac{P_1}{U_e\cos\phi_1}$, pour le moteur d'ascenseur $I_2=\frac{P_2}{U_e\cos\phi_2}$ pour le four électrique $I_3=\frac{P_3}{U_e}$
7. a. $S=\sqrt{P^2+Q^2}=U_eI_e$ $\;I_e=\frac{\sqrt{P^2+Q^2}}{U_e}$

   b. $\underline{i}(t)=3\underline{i_1}(t)+\underline{i_2}(t)+\underline{i}(t)$ soit

   $I_e e^{j\phi}=3I_1e^{j\phi_1}+I_2e^{j\phi_2}+I_3=\left(3I_1\cos\phi_1+I_2\cos\phi_2+I_3\right)+j\left(3I_1\sin\phi_1+I_2\sin\phi_2\right)$

   d'où $I_e=\sqrt{\left(3I_1\cos\phi_1+I_2\cos\phi_2+I_3\right)^2+\left(3I_1\sin\phi_1+I_2\sin\phi_2\right)^2}$
8. $\phi=arctg\frac{\left(3I_1\sin\phi_1+I_2\sin\phi_2\right)}{\left(3I_1\cos\phi_1+I_2\cos\phi_2+I_3\right)}$

   $\Rightarrow\cos\phi=\cos\left(arctg\frac{\left(3I_1\sin\phi_1+I_2\sin\phi_2\right)}{\left(3I_1\cos\phi_1+I_2\cos\phi_2+I_3\right)}\right)$
9. Soit Q_C la puissance réactive à ajouté la nouvelle puissance réactive sera alors $Q'=Q+Q_C$

$$Q_C = Q' - Q = P\cos\phi' - P\cos\phi = P\left(\cos\phi' - \cos\phi\right)$$

10. $Q_c = U_e I_c \sin\phi_c = U_e I_c \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) = -U_e I_c$ d'où

$$U_e = \frac{I_c}{C\omega} \Rightarrow I_c = U_e C\omega \Rightarrow Q_c = -U_e^2 C\omega \Rightarrow C = -\frac{Q_c}{U_e^2\omega}$$

11. $S' = \sqrt{P^2 + Q'^2} = U_e I_e^{'} \Rightarrow I_e^{'} = \frac{\sqrt{P^2 + Q'^2}}{U_e^{'}}$ avec $Q' = P.tg\phi'$