UE LU3EE104 – 2019/20 –
Corrigé de l'écrit réparti n°1

Exercice 1 :

a. La tension est choisie comme origine des phase, donc : $\underline{V} = |\underline{V}|.e^{j.0} = 400\ [V]$.

$\underline{I_1} = \frac{V}{R_1} \implies \underline{I_1} = \frac{400}{100} = 4{,}0\ [A]$

Valeur efficace = module de l'intensité complexe $|\underline{I_1}| = 4{,}0\ [A]$

Phase à l'origine de $\underline{I_1} = \arg\ \underline{I_1} = 0$

b. $\underline{I_2} = \frac{V}{R_2+jX_2} \implies \underline{I_2} = \frac{400}{30+j40} = \frac{400}{30^2+40^2} \times (30 - j40) = 8{,}0 \times (0{,}3 - j0{,}4)$

Valeur efficace = module de l'intensité complexe $|\underline{I_2}| = \frac{400}{\sqrt{30^2+40^2}} = 8{,}0\ [A]$

Phase à l'origine de $\underline{I_2} = \arg\ \underline{I_2} = -\operatorname{atan}\left(\frac{0{,}4}{0{,}3}\right) = -53{,}1°$

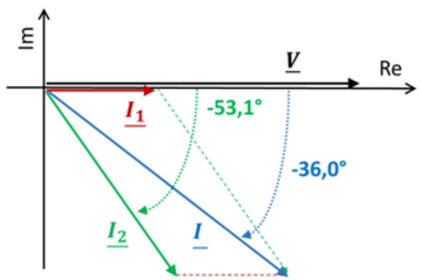
c. $\underline{I} = \underline{I_1} + \underline{I_2}$

$\underline{I} = 4{,}0 + 8{,}0 \times [0{,}6 - j.0{,}8] = 8{,}8 - j.6{,}4$ [A]

Valeur efficace : $|\underline{I}| = 10{,}9\ [A]$

Phase de $\underline{I} = \arg\ \underline{I} = -\operatorname{atan}\left(\frac{6{,}4}{8.8}\right) = -36{,}0°$

d.



e. $\underline{S} = \underline{V}.\underline{I}^* = P + j.Q.$

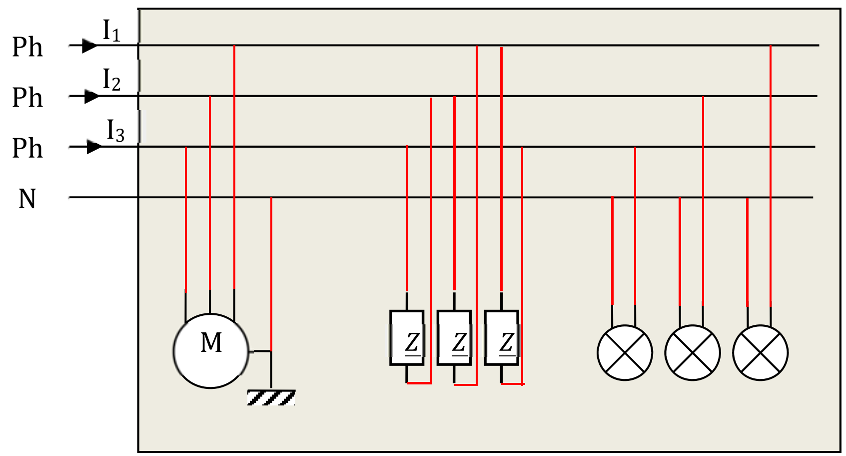
$\underline{S} = 400 \times (8{,}8 + j.6{,}4) = 3520 + j.2560$, d'où $P = 3520\ [W]$ et $Q = 2560\ [VAR]$

$S = |\underline{S}| = 4352\ [VA]$

Par définition : $FP = \frac{P}{S} = \frac{3520}{4352} = 0{,}81$

Exercice 2 :

a.



b. $P_Z = 3 \times Re[\underline{Z}] \times \left[\frac{U}{Z}\right]^2 = 3 \times 80 \times \left[\frac{400}{100}\right]^2 = 3840\ [W]$

$Q_Z = 3 \times Im[\underline{Z}] \times \left[\frac{U}{Z}\right]^2 = 3 \times 60 \times \left[\frac{400}{100}\right]^2 = 2880\ [W]$

c. $P_{moteur} = \frac{P_{méca}}{\eta} = 8\,000\ [W]$

$Q_{moteur} = P_{moteur} \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} = 8\,000 \times \frac{0{,}8}{0{,}6} = 10\,667\ [VAR]$

$P_{atelier} = P_{moteur} + P_Z + P_{lampes} = 8\,000 + 3\,840 + 3 \times 1\,000 = 14\,840\ [W]$

$Q_{atelier} = Q_{moteur} + Q_Z + Q_{lampes} = 10\,667 + 2\,880 + 3 \times 0 = 13\,547\ [VAR]$

d. $S_{atelier} = 3 \times V \times I$, et $S_{atelier} = \sqrt{P_{atelier}{}^2 + S_{atelier}{}^2} = 20\,093\ [VA]$

$I = \frac{S_{atelier}}{3 \times V} = \frac{20\,093}{3 \times 230} = 29{,}1\ [A]$

$FP_{atelier} = \frac{P_{atelier}}{S_{atelier}} = \frac{14\,840}{20\,093} = 0{,}74$ pas acceptable car inférieur à 0,8

e. $Q_{compensé} = Q_{atelier} + Q_{condensateurs}$

Valeur à obtenir : $Q_{compensé} = P_{atelier} \times \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi}$, avec $\cos\varphi = 0{,}8$

$Q_{compensé} = 14\,840 \times \frac{0{,}6}{0{,}8} = 11\,130\ [VAR]$

D'où $Q_{condensateurs} = 11\,130 - 13\,547 = -2417$ [VAR]

Par ailleurs : $Q_{condensateurs} = -3 \times C\omega \times U^2$,

d'où $C = \frac{-Q_{condensateurs}}{3 \times U^2 \times \omega} = \frac{2417}{3 \times 400^2 \times 100\pi} = 16 \times 10^{-6}\ [F]$

Dans ces conditions : $S_{compensé} = \sqrt{14\,840^2 + 11\,130^2} = 18\,550\ [VA]$

$I_{compensé} = \frac{18\,550}{3 \times 230} = 26{,}9\ [A]$

La compensation permet de réduire les courants de ligne, pour une même puissance active fournie.

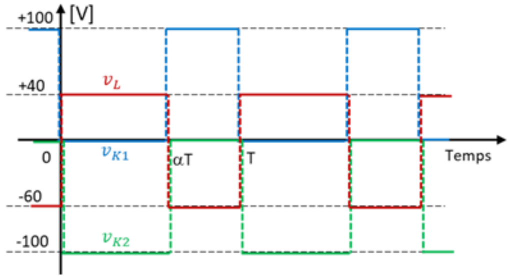
Exercice 3 :

a. Sur $[0, \alpha T]$: K1 fermé, donc $v_{K1} = 0$,

d'où $v_L = U = 40\ [V]$ et $v_{K2} = -E = -100\ [V]$

Sur $[\alpha T, T]$: K2 fermé, donc $v_{K2} = 0$,

d'où $v_L = U - E = -60\ [V]$ $v_{K1} = E = 100\ [V]$



Chronogrammes des tensions

b. $\langle v_L \rangle = \frac{1}{T}[\alpha T \times U + (1-\alpha)T \times (U - E)] = U - (1-\alpha).E$

Par ailleurs : $\langle v_L \rangle = \frac{1}{T}\int_0^T v_L(t).dt$ et $v_L(t) = L.\frac{di_{PV}}{dt}(t)$

Donc : $\langle v_L \rangle = \frac{1}{T}\int_0^T L.\frac{di_{PV}}{dt}(t).dt = \frac{L}{T}[i_{PV}(t)]_0^T = \frac{L}{T}[i_{PV}(T) - i_{PV}(0)]$

En régime périodique : $i_{PV}(T) = i_{PV}(0)$, donc $\langle v_L \rangle = 0$

On en déduit que $U - (1-\alpha).E = 0$, d'où $\alpha = 1 - \frac{U}{E} = 0.6$

c. Sur $[0, \alpha T]$: $v_L = L.\frac{di_{PV}}{dt}(t) = U$, donc : $i_{PV}(t) = \frac{U}{L}t + \mathrm{C}_1$

$i_{PV}(t=0) = i_0$, donc $\mathrm{C}_1 = i_0$ et $i_{PV}(t) = \frac{v_{PV}}{L}t + i_0$

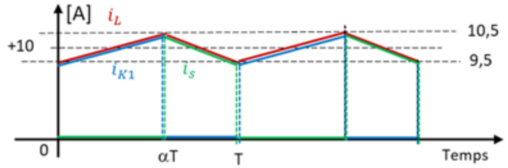
Sur $[\alpha T, T]$: $v_L = L.\frac{di_{PV}}{dt}(t) = U - E$, donc : $i_{PV}(t) = \frac{\mathrm{U}-E}{L}t + \mathrm{C}_2$

$i_{PV}(t=T) = i_0$, donc $\frac{\mathrm{U}-E}{L}T + \mathrm{C}_2 = i_0$ et $i_{PV}(t) = \frac{\mathrm{U}-E}{L}(t-T) + i_0$

$i_\alpha = i_0 + \frac{U}{L}\alpha T$

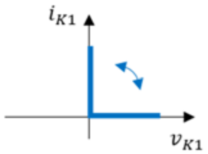
d. Compte tenu de la forme affine du courant, $\langle i_{PV} \rangle = \frac{i_0 + i_\alpha}{2}$. De plus, $\langle \Delta i_{PV} \rangle = i_\alpha - i_0$.

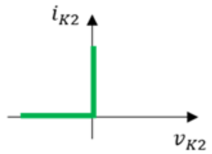
On obtient donc $i_\alpha = \langle i_{PV} \rangle + \frac{1}{2}\langle \Delta i_{PV} \rangle = 10{,}5\ [A]$ et $i_0 = \langle i_{PV} \rangle - \frac{1}{2}\langle \Delta i_{PV} \rangle = 9{,}5\ [A]$.



Chronogrammes des courants

e. Caractéristiques tension-courant des interrupteurs :





Pour K1, il faut un transistor

Pour K2, il faut une diode

Exercice 4 :

Pour $0 \leq \theta < 2\pi$: D est passante pour $\frac{\pi}{6} \leq \theta \leq \frac{5\pi}{6}$

$$v_s(\theta) = \begin{cases} \sqrt{2}V\sin(\theta) \quad si\ \frac{\pi}{6} \leq \theta \leq \frac{5\pi}{6} \\ E\ \ ailleurs \end{cases}$$

$$v_D(\theta) = \begin{cases} 0 \quad si\ \frac{\pi}{6} \leq \theta \leq \frac{5\pi}{6} \\ \sqrt{2}V\sin(\theta) - E\ \ ailleurs \end{cases}$$

$$i_s(\theta) = \begin{cases} \frac{\sqrt{2}V\sin(\theta) - E}{R} \quad si\ \frac{\pi}{6} \leq \theta \leq \frac{5\pi}{6} \\ 0\ \ ailleurs \end{cases}$$