3E104 – ER n° 2 – 8 janvier 2018

1

Ex. 1 :

a) $P_{max} = 3\ MW$ 0,5

b) $P = \dfrac{|\underline{U}|^2}{R}$ 0,5

c) $\underline{Z}_{eq} = \dfrac{jX_c}{R + jX_c}$ 0,5

d) $\underline{U} = \underline{U_0} \dfrac{\underline{Z}_{eq}}{jX_L + \underline{Z}_{eq}} = \underline{U_0} \dfrac{R \cdot X_c}{R(X_c + X_L) + j X_c X_L}$ 1

e) P et $|\underline{U}|$ donné $\Rightarrow R = \dfrac{|\underline{U}|^2}{P}$ a.n : $R = 10\ \Omega$ 0,5

$|\underline{U}| = |\underline{U_0}| \Rightarrow R X_c = \sqrt{R^2(X_c + X_L)^2 + (X_c X_L)^2}$

$\Rightarrow R^2 X_c^2 = R^2(X_c^2 + 2X_c X_L + X_L^2) + X_c^2 X_L^2$

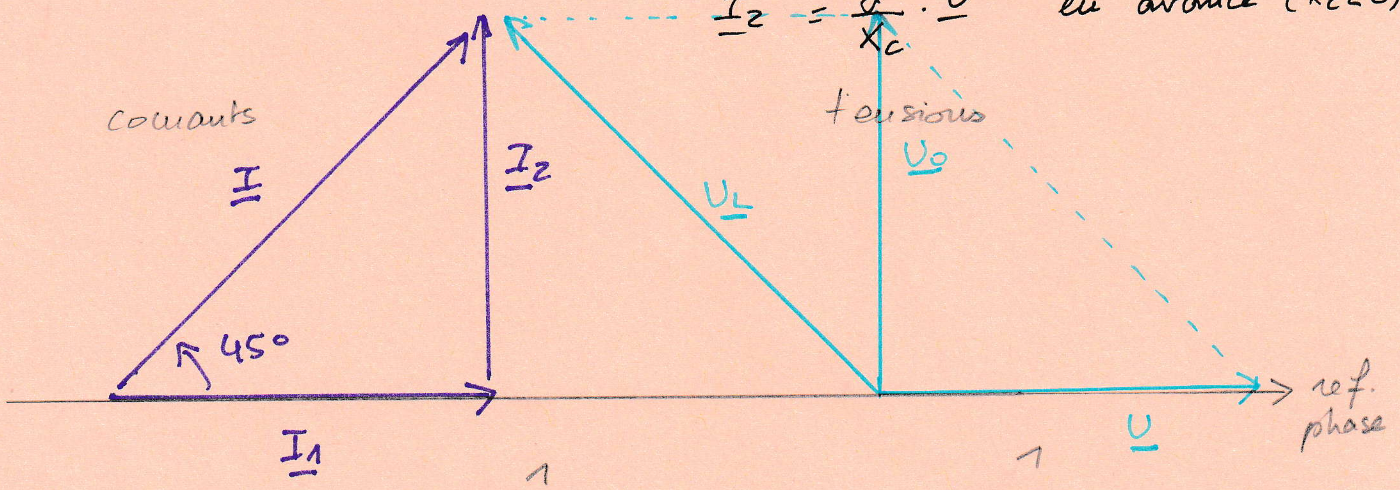
$\Rightarrow R^2(2X_L X_c + X_L^2) + X_c^2 X_L^2 = 0$

$\Rightarrow 100(20 X_c + 100) + 100 X_c^2 = 0$

$\Rightarrow X_c^2 + 20 X_c + 100 = 0$ d'où $X_c = -10\ \Omega$ 1

f) diagramme de Fresnel : $\underline{I_1} = \dfrac{1}{R} \cdot \underline{U}$ en phase

$\underline{I_2} = \dfrac{-j}{X_c} \cdot \underline{U}$ en avance ($X_c < 0$)



$|\underline{I_1}| = 1000\ A$
$|\underline{I_2}| = 1000\ A$
$|\underline{I}| = 1414\ A$

$|\underline{U}| = 10000\ V$
$|\underline{U_L}| = 14140\ V = |\underline{U_L} = jX_L \cdot \underline{I}|$
$|\underline{U_0}| = 10\,000\ V$

Ex. 2 :

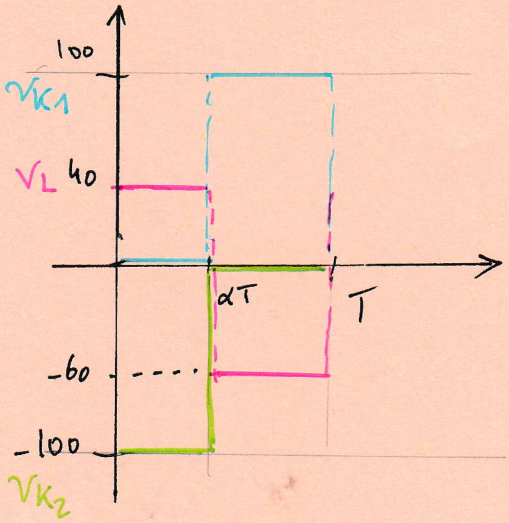
a) $v_{PV} = 40\,V$, $v_{Bat} = 100\,V$ $\Rightarrow$ le convertisseur doit élever la tension, il faut un convertisseur boost

0,5

b) inductance "idéale" : la résistance est négligée $R \ll Lf$

0,5

c)



1,5

Sur $[0, \alpha T[$: $v_{K1} = 0$

$v_L = v_{PV} = 40\,V$

$v_{K2} = -v_{Batt} = -100\,V$

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

$v_{K1} = v_{Batt} = 100\,V$

$v_L = v_{PV} - v_{Batt} = -60\,V$

d) $\langle v_L \rangle = v_{PV} \cdot \alpha + (v_{PV} - v_{Batt})(1-\alpha)$

$= v_{PV} + v_{Bat}(\alpha - 1)$

En régime permanent $\langle v_L \rangle = 0$, donc $v_{PV} + v_{Bat}(\alpha-1) = 0$

$$\Rightarrow \frac{v_{Bat}}{v_{PV}} = \frac{1}{1-\alpha} \qquad \text{a.n :}$$

1

a.n : $1-\alpha = \dfrac{v_{PV}}{v_{bat}} = \dfrac{40}{100} = 0{,}4 \Rightarrow \alpha = 0{,}6$

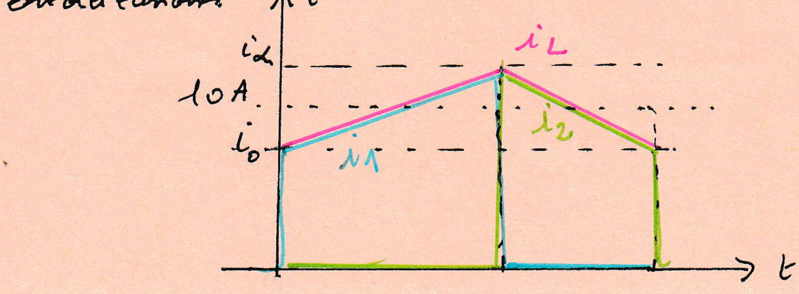
e) Sur $[0, \alpha T[$: $v_L = L\dfrac{di_{PV}}{dt} = v_{PV} \Rightarrow i_{PV}(t) = i_0 + \dfrac{v_{PV}}{L}t$

Sur $[\alpha T, T[$: $v_L = L\dfrac{di_{PV}}{dt} = v_{PV} - v_{Bat} \Rightarrow i_{PV}(t) = i_0 + \dfrac{v_{PV} - v_{Bat}}{L}(t-T)$

à $t = \alpha T$: $i_{PV}(\alpha T) = i_0 + \dfrac{v_{PV}}{L}\alpha T = i_\alpha$

~~ondulation~~

2



f) $\Delta i = i_\alpha - i_0 = \frac{v_{PV}}{L}\alpha T = \frac{v_{PV}.\alpha}{Lf}$

1 on veut : $\Delta i \Rightarrow L = \frac{v_{PV}.\alpha}{f.\Delta i} = \frac{40 \times 0,6}{10^4 \times 1} = 2,4.10^{-3}\,H$

g) $\langle i_s \rangle = (1-\alpha).\langle i_{PV} \rangle = 0,4 \times 10 = 4\,A$

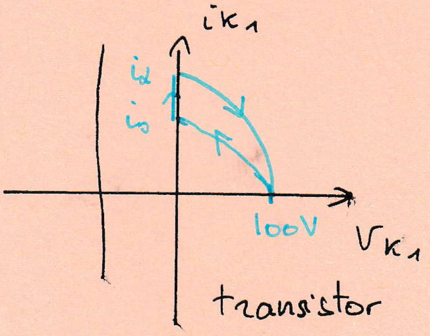
$P_s = v_{Bat}.\langle i_s \rangle = 100 \times 4 = 400\,W$

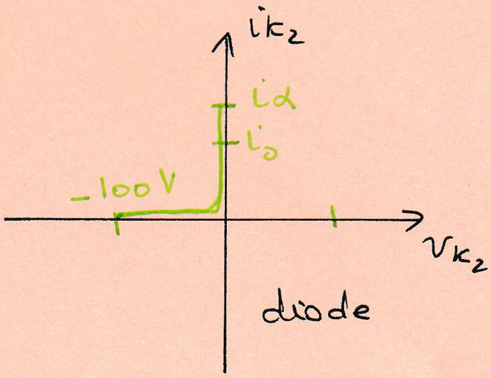
1 $P_e = v_{PV}.\langle i_L \rangle = 40 \times 10 = 400\,W$

conservation de la puissance, car convertisseur sans pertes

h)

1





i) conduction continue si $i_0 > 0$, avec $i_0 = \langle i_{PV} \rangle - \Delta i/2 = \langle i_{PV} \rangle - 0,5\,A$

$\Rightarrow$ il faut $\langle i_{PV} \rangle > 0,5\,A$, vérifié entre 6 h et 18 h

0,5 donc oui, l'hypothèse est justifiée

Ex. 3 : a) 3 cellules de commutation 0,5

b) D_1 est passante si $v_1(\theta) > v_2(\theta)$ et $v_1(\theta) > v_3(\theta)$

D_2 " $v_2(\theta) > v_1(\theta)$ " $v_2(\theta) > v_3(\theta)$ 1

D_3 " $v_3(\theta) > v_1(\theta)$ " $v_3(\theta) > v_2(\theta)$

c) D_4 est passante si $v_1(\theta) < v_2(\theta)$ et $v_1(\theta) < v_3(\theta)$

D_5 " $v_2(\theta) < v_1(\theta)$ " $v_2(\theta) < v_3(\theta)$ 1

D_6 " $v_3(\theta) < v_1(\theta)$ " $v_3(\theta) < v_2(\theta)$

d) $v_A(\theta) = \max[v_1(\theta), v_2(\theta), v_3(\theta)] \quad \forall\theta$

$v_B(\theta) = \min[v_1(\theta), v_2(\theta), v_3(\theta)] \quad \forall\theta$ 1 cf. annexe

e) pour $\theta \in [-30°; +30°]$: $v_A(\theta) = v_3(\theta) = V_{max} \cdot \sin(\theta + 2\pi/3)$

$v_B(\theta) = v_2(\theta) = V_{max} \cdot \sin(\theta - 2\pi/3)$

$$v_S(\theta) = v_A(\theta) - v_B(\theta) = V_{max} \cdot \left[\sin\left(\theta + \frac{2\pi}{3}\right) - \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right)\right]$$

1,5

$$= 2V_{max} \cdot \cos\theta \cdot \sin\frac{2\pi}{3} = \sqrt{3} \cdot V_{max} \cdot \cos\theta$$

f) $v_S(\theta) = v_A(\theta) - v_B(\theta) = V_{max} \cdot \left[\sin\theta - \sin\left(\theta - \frac{2\pi}{3}\right)\right]$

$$= 2V_{max} \cdot \cos\left(\theta - \frac{\pi}{3}\right) \cdot \sin\frac{\pi}{3} = \sqrt{3}\, V_{max} \cdot \cos\left(\theta - \frac{\pi}{3}\right)$$

0,5 $\pi/3 = 60°$ $\Rightarrow$ v_S sur $[30, 90]$ est identique à v_S sur $[-30, 30]$, décalé de 60°.

g) pour compléter $v_S(\theta)$, on remarque que v_S est périodique ($T = 60°$)

1 cf. annexe pour les intervalles de conduction des différentes diodes

h) période : 60° $\quad \langle v_S \rangle = \int_{-30°}^{30°} \cos\theta\, d\theta \cdot \sqrt{3}\, V_{max} \times \frac{1}{\pi/3}$

$$\Rightarrow \langle v_S \rangle = \frac{3}{\pi} \left[+\sin\theta\right]_{-\pi/6}^{\pi/6} \sqrt{3} V_{max} = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} \times 2\sin\frac{\pi}{6} = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} V_{max}$$

1,5

$$\left.\begin{array}{l} v_{S\,max} = \sqrt{3} \cdot V_{max} \\ v_{S\,min} = \frac{3}{2} V_{max} \end{array}\right\} \Rightarrow \tau_{v_S} = \frac{\sqrt{3} - \frac{3}{2}}{3\sqrt{3}} \times \pi = 0{,}14$$

i) cf. annexe.

1

Annexe 1, à rendre

N° étudiant : [redacted]