

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

Etude de l'alimentation électrique d'un AIRPASS

1. Etude d'un alternateur non saturé

5 points

1.1) 1.1.1 $\omega = 2\pi f \quad \omega = 25,1 \cdot 10^2 \text{ rad/s}$

1.1.2 $\Omega = \omega/p \Rightarrow p = 2$

1.1.3 $S_N = 3 V_N I_N = \sqrt{3} U_N I_N \quad I_N = \frac{90 \cdot 10^3}{3 \cdot 115} = 260 \text{ A}$

1.2) 1.2.1 $\underline{V} = \underline{E}_v - \underline{Z}_s \underline{I}$ et $\underline{Z}_s = \frac{E_{v,cc}}{I_{cc}}$

Donc $I_{cc} = 260 \text{ A}$, $I_c = 85 \text{ A}$ et $E_{v,cc} \approx 366 \text{ V}$

$Z_s \approx 1,4 \Omega$

1.2.2 $X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \approx 1,4 \Omega$

1.3) 1.3.1 A vide, $V = E_v = 115 \text{ V}$ d'où $I_c \approx 25 \text{ A}$

1.3.2 $X_s I_N = 364 \text{ V}$, $\cos \varphi = 0,75$, $\varphi = 41,5^\circ$

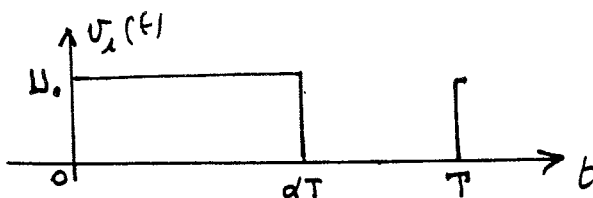
Sur le diagramme, on lit $E_v \approx 450 \text{ V}$

1.3.3 $E_v = 450 \text{ V}$ nécessite $I_c \approx 102 \text{ A}$

2. Etude du circuit d'excitation

5 points

2.1) 2.1.1



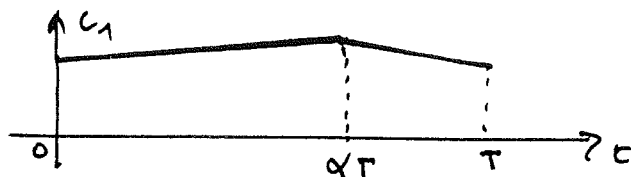
2.1.2 $V_1 = \alpha U_0 \quad V_1 = 84 \text{ V}$

2.1.3 $V_1 = R_1 I_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} \quad \bar{V}_1 = R_1 \bar{I}_1$

$V_1 = R_1 I_1 \quad \bar{I}_1 = 9,33 \text{ A}$

2.2) 2.2.1 de 0 à αT $U_0 = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt}$
 de αT à T $0 = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt}$

2.2.2 avec $\frac{L_1}{R_1} \gg T$, les branches d'exponentielles sont assimilables à des segments de droite



2.3) Δi_1 est maximale pour $\alpha = \frac{1}{2}$. c'est la valeur de α qui annule la dérivée de Δi_1 par rapport à α
 ($\frac{d\Delta i_1}{d\alpha} = (1-2\alpha) \frac{U_0}{2L_1 f}$)

$(\Delta i_1)_{max} = \frac{U_0}{8L_1 f}$ $(\Delta i_1)_{max} = 87,5 \text{ mA}$

3. Etude des tensions de sortie de l'onduleur

6 points

3.1) 3.1.1. Voir document - réponse 1.a.

3.1.2. $V_{MN} = U_B$ (aucune démonstration n'est exigée).

3.2) 3.2.1. $v_1(t) = \frac{4U_B}{\pi} \sin \omega t$, $V_1 = \frac{4U_B}{\pi\sqrt{2}}$ $V_1 = 144 \text{ V}$

3.2.2. Soit obtenu $V_1 = 115 \text{ V}$, il faut $U_B = 128 \text{ V}$

3.2.3 $dg = \frac{\sqrt{V_{MN}^2 - V_1^2}}{V_1} = \frac{\sqrt{128^2 - 115^2}}{115} = 48\%$

3.3) 3.3.1 Voir document, réponse 1.b.

3.3.2 $V_{MN}^2 = \frac{U_B^2}{90} [(\alpha_1 - \alpha_2) + (\alpha_4 - \alpha_3) + (90^\circ - \alpha_5)]$

$V_{MN}^2 = U_B^2 \times \frac{58}{90}$ $V_{MN} \approx 0,80 U_B$

3.3.3 $v_1(t) = \frac{4U_B}{\pi} \times 0,802 \sin \omega t$

$V_1 = 0,722 U_B$ soit $\underline{V_1 = 0,72 U_B}$

4. Filtra de sortie de l'inducteur

$$4.1) 4.1.1. R = \frac{V^2}{P} \quad R = 13,2 \Omega$$

$$4.1.2. V_{S1} = 1,06 V_1 ; \text{ on } V_1 = 0,722 U_B$$

$$V_{S1} = 0,765 U_B \quad \text{with } U_B = 150 V$$

$$4.2) 4.2.1. \underline{Z}_{L13} = jL \times 13 \omega \quad \underline{Z}_{C13} = \frac{1}{jC \times 13 \omega}$$

$$\underline{Z}_{L5} = 15,3 \Omega \quad \underline{Z}_{C15} = 1,39 \Omega$$

4.2.2. $\underline{Z}_{C13} \ll R$, on peut donc négliger le courant qui passe dans R par rapport à celui qui passe dans C. c'est encore plus vrai pour les harmoniques suivantes.

$$4.2.3. \frac{V_{Sm}}{V_m} = \frac{\underline{Z}_{Cm}}{\underline{Z}_{Cm} + \underline{Z}_{Lm}} = \frac{1}{1 + \frac{\underline{Z}_{Lm}}{\underline{Z}_{Cm}}}$$

$$\frac{V_{Sm}}{V_m} = \frac{1}{1 - m^2 LC \omega^2}$$

$$4.2.4. \frac{V_{S13}}{V_{13}} = \frac{1}{|1 - 13^2 LC \omega^2|} \approx \frac{1}{10}$$

$\frac{V_{Sm}}{V_m}$ est une fonction décroissante de m

$$\text{Donc pour } m > 13, \frac{V_{Sm}}{V_m} < \frac{1}{10}$$

$$4.2.5. d_{g_{VS}} = \left[\left(\frac{V_{S13}}{V_{S1}} \right)^2 + \left(\frac{V_{S15}}{V_{S1}} \right)^2 + \dots \right]^{1/2}$$

$$d_{g_{VMN}} = \left[\left(\frac{V_{13}}{V_1} \right)^2 + \left(\frac{V_{15}}{V_1} \right)^2 + \dots \right]^{1/2}$$

$$V_{S13} = V_{13}/10 ; V_{S15} < V_{15}/10 \text{ etc,}$$

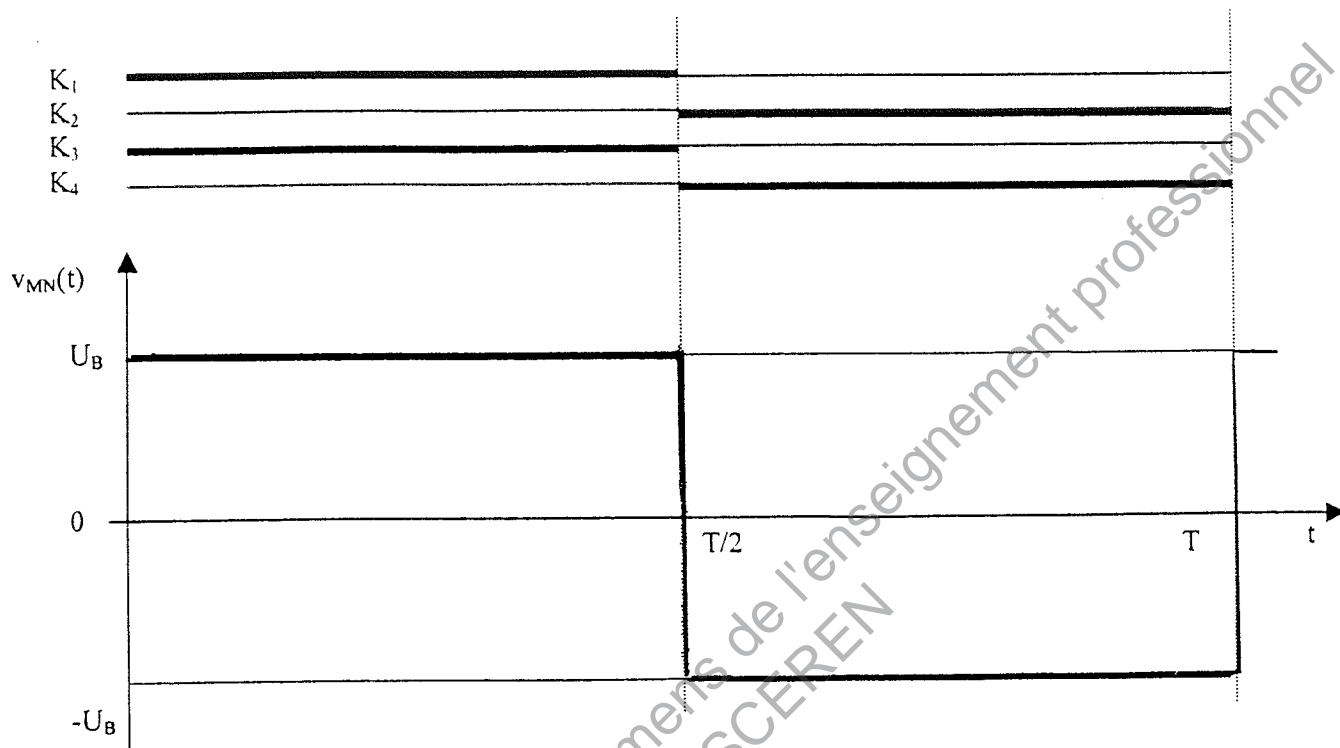
de plus $V_{S1} > V_1$ puisque $V_{S1} = 1,06 V_1$.

$$\text{Donc } d_{g_{VS}} < d_{g_{VMN}}/10 \rightarrow d_{g_{VS}} < 4,9\%$$

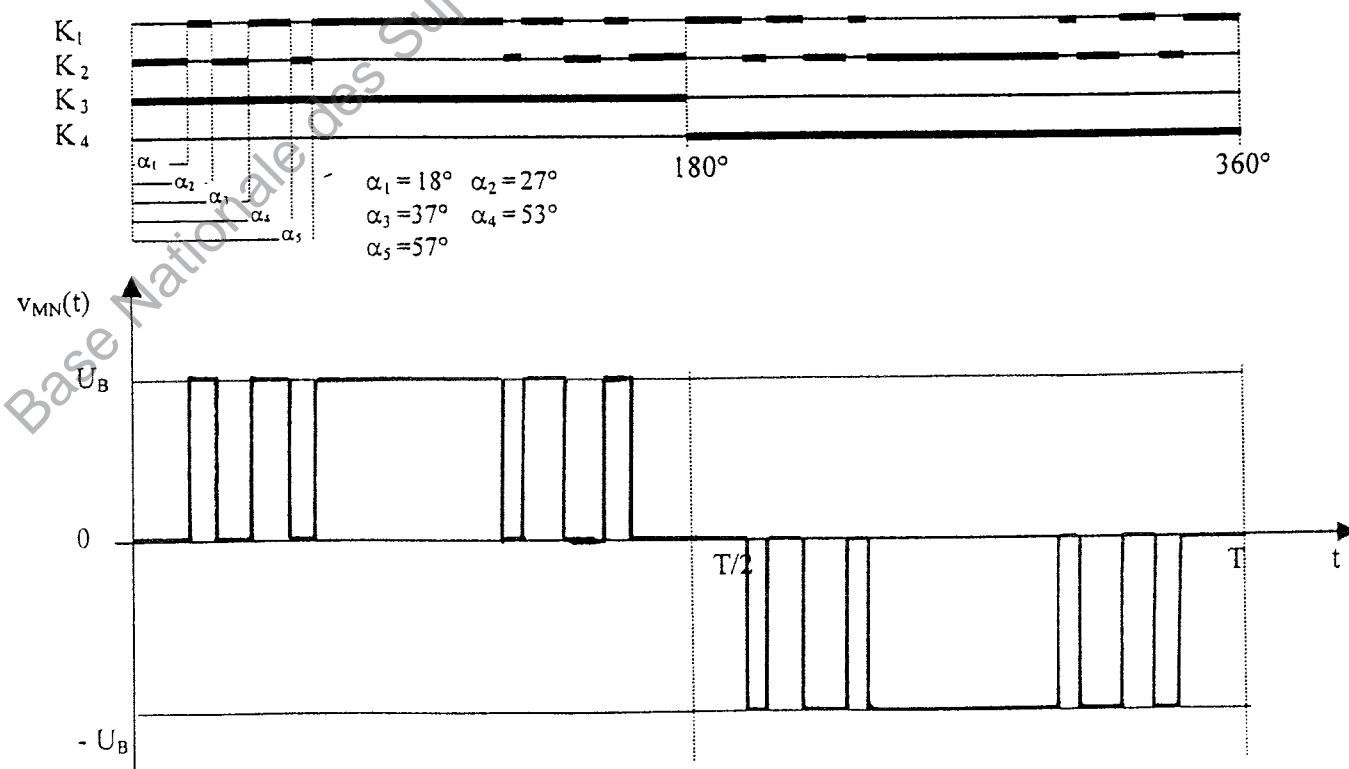
4.3. La commande MLI permet de réduire la taille du filtre.

DOCUMENT REPONSE N° 1 a

Les parties en trait épais correspondent à l'état fermé des interrupteurs
 Les parties en trait fin correspondent à l'état ouvert des interrupteurs.



DOCUMENT REPONSE N° 1 b



Solution "mathématique" de la question 4.2.5

(on n'attend évidemment pas des candidats qu'ils utilisent ce formalisme)

$$d_{g_{VS}} = \frac{\sqrt{V_{S13}^2 + V_{S15}^2 + \dots}}{V_{S1}} = \sqrt{\left(\frac{V_{S13}}{V_{S1}}\right)^2 + \left(\frac{V_{S15}}{V_{S1}}\right)^2 + \dots}$$
$$d_{g_{VMN}} = \sqrt{\left(\frac{V_{13}}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{V_{15}}{V_1}\right)^2 + \dots}$$

Or $V_{S13} = V_{13} \times \frac{1}{10}$ et $V_{S1} = 1,06 V_1$ donc : $\frac{V_{S13}}{V_{S1}} < \frac{1}{10} \cdot \frac{V_{13}}{V_1}$ et $\left(\frac{V_{S13}}{V_{S1}}\right)^2 < \frac{1}{10^2} \cdot \left(\frac{V_{13}}{V_1}\right)^2$.

De même $V_{S15} < V_{15} \times \frac{1}{10}$, donc $\left(\frac{V_{S15}}{V_{S1}}\right)^2 < \frac{1}{10^2} \cdot \left(\frac{V_{15}}{V_1}\right)^2$.

Il en va de même pour les termes homologues relatifs aux autres harmoniques non nuls.

Par conséquent $\sqrt{\left(\frac{V_{S13}}{V_{S1}}\right)^2 + \left(\frac{V_{S15}}{V_{S1}}\right)^2 + \dots} < \sqrt{\frac{1}{10^2} \cdot \left(\frac{V_{13}}{V_1}\right)^2 + \frac{1}{10^2} \cdot \left(\frac{V_{15}}{V_1}\right)^2 + \dots}$

En faisant sortir le facteur $\frac{1}{10}$ de sous la deuxième racine carrée :

$$\sqrt{\left(\frac{V_{S13}}{V_{S1}}\right)^2 + \left(\frac{V_{S15}}{V_{S1}}\right)^2 + \dots} < \frac{1}{10} \cdot \sqrt{\left(\frac{V_{13}}{V_1}\right)^2 + \left(\frac{V_{15}}{V_1}\right)^2 + \dots}$$

soit : $d_{g_{VS}} < \frac{d_{g_{VMN}}}{10} = 4,9\% < 5\%$.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'Enseignement Professionnel

Airbus : Barème indicatif

1^{er} partie 5/20

1.1	1.1.1)	0,5
	1.1.2)	0,5
	1.1.3)	0,5
1.2	1.2.1)	1
	1.2.2)	0,25
1.3	1.3.1)	0,5
	1.3.2)	1
1.4		0,75

3^e partie 6 /20

3.1	3.1.1)	0,5
	3.1.2)	0,5
3.2	3.2.1)	0,5
	3.2.2)	0,5
	3.2.3)	0,25
3.3	3.3.1)	1,5
	3.3.2)	1,5
	3.3.3)	0,75

2^e partie 5/20

2.1	2.1.1)	0,5
	2.1.2)	0,5
	2.1.3)	0,5
2.2	2.2.1)	1
	2.2.2)	1
2.3		1,5

4^e partie 4/20

4.1	4.1.1)	0,5
	4.1.2)	0,5
4.2	4.2.1	0,5
	4.2.2	0,5
	4.2.4	0,5
	4.2.5	1
4.3		0,5