

CORRIGÉEtude de l'alimentation électrique  
d'un Airbus1. Etude d'un alternateur non saturé5 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  $\underline{V} = \underline{E}_v - \underline{Z}_0 \underline{I}$  et  $\underline{Z}_s = \frac{E_{v,cc}}{I_{cc}}$   
Donc  $I_{cc} = 260 \text{ A}$ ,  $I_c \approx 85 \text{ A}$  d'où  $E_{v,cc} \approx 366 \text{ V}$   
 $Z_0 \approx 1,4 \Omega$

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

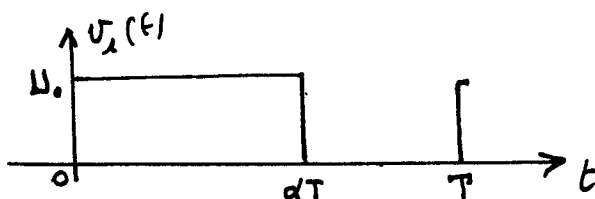
1.3) 1.3.1 A vide,  $V = E_v = 115 \text{ V}$  d'où  $I_c \approx 25 \text{ A}$

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'excitation5 points

2.1) 2.1.1



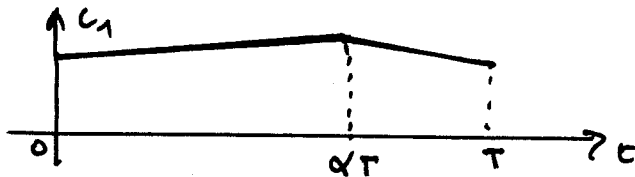
2.1.2  $V_A = \alpha U_0 \quad V_A = 84 \text{ V}$

2.1.3  $v_A = R_A i_A + L_A \frac{di_A}{dt} \quad \bar{v}_A = R_A \bar{i}_A$

$V_A = R_A I_A \quad I_A = 9,33 \text{ A}$

2.2) 2.2.1 de 0 à  $\alpha T$   $U_0 = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt}$   
 de  $\alpha T$  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)  $\Delta i_1$  est maximale pour  $\alpha = \frac{1}{2}$ . c'est la valeur de  $\alpha$  qui annule la dérivée de  $\Delta i_1$  par rapport à  $\alpha$

$$\left( \frac{d \Delta i_1}{d \alpha} = (1 - 2\alpha) \frac{U_0}{2L_1 f} \right)$$

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

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

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

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

$$V_1 = 0,722 U_B \quad \text{soit} \quad \underline{V_2 = 0,72 U_B}$$

#### 4. Filtré de sortie de l'inducteur

4 points

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

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

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

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

$$\underline{Z}_{L13} = 15,3 \Omega \quad \underline{Z}_{C13} = 1,39 \Omega$$

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 suivants.

$$4.2.3. \frac{V_{S1n}}{V_n} = \frac{\underline{Z}_{Cn}}{\underline{Z}_{Cn} + \underline{Z}_{Ln}} = \frac{1}{1 + \frac{\underline{Z}_{Ln}}{\underline{Z}_{Cn}}}$$

$$\frac{V_{S1n}}{V_n} = \frac{1}{1 - n^2 LC \omega^2}$$

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

$\frac{V_{S1n}}{V_n}$  est une fonction décroissante de  $n$

Donc pour  $n > 13$ ,  $\frac{V_{S1n}}{V_n} < \frac{1}{10}$

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

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

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

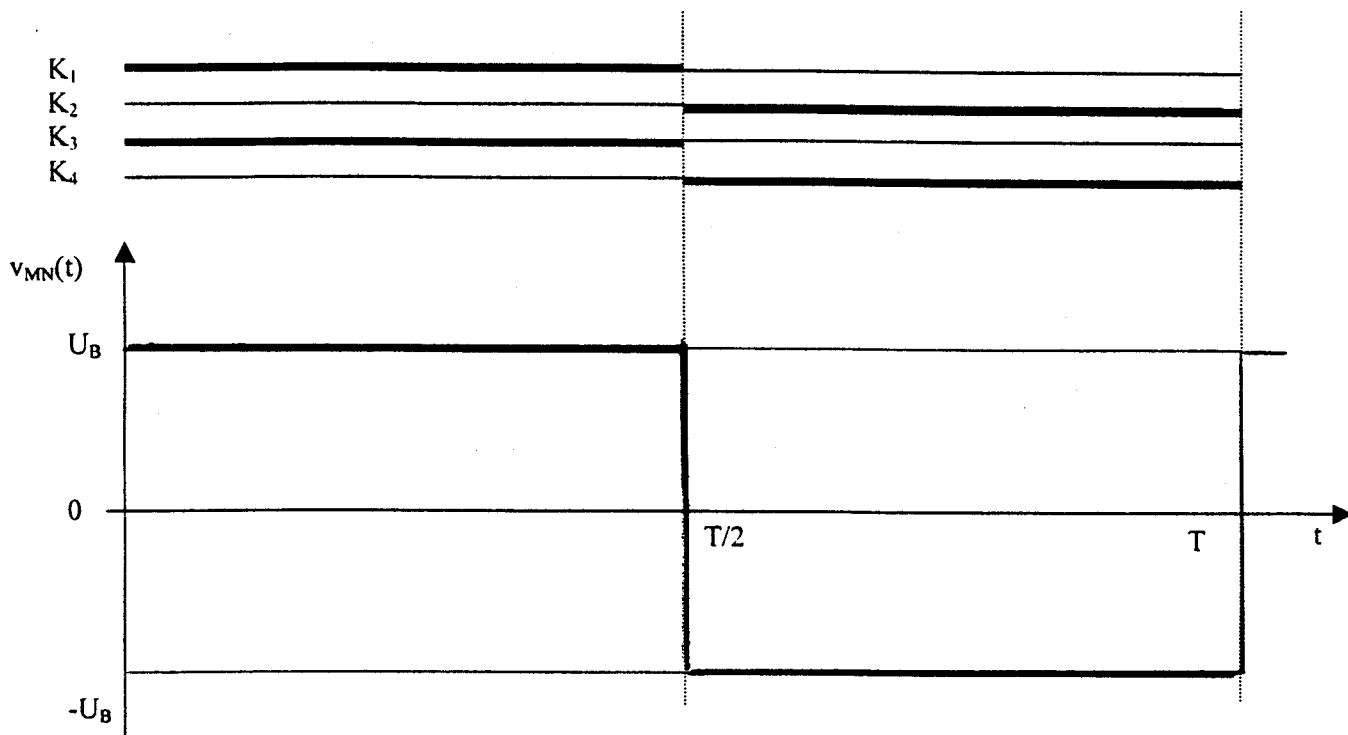
de plus  $V_{S1} > V_1$  puisque  $V_{S1} = 1,06 V_1$ .

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

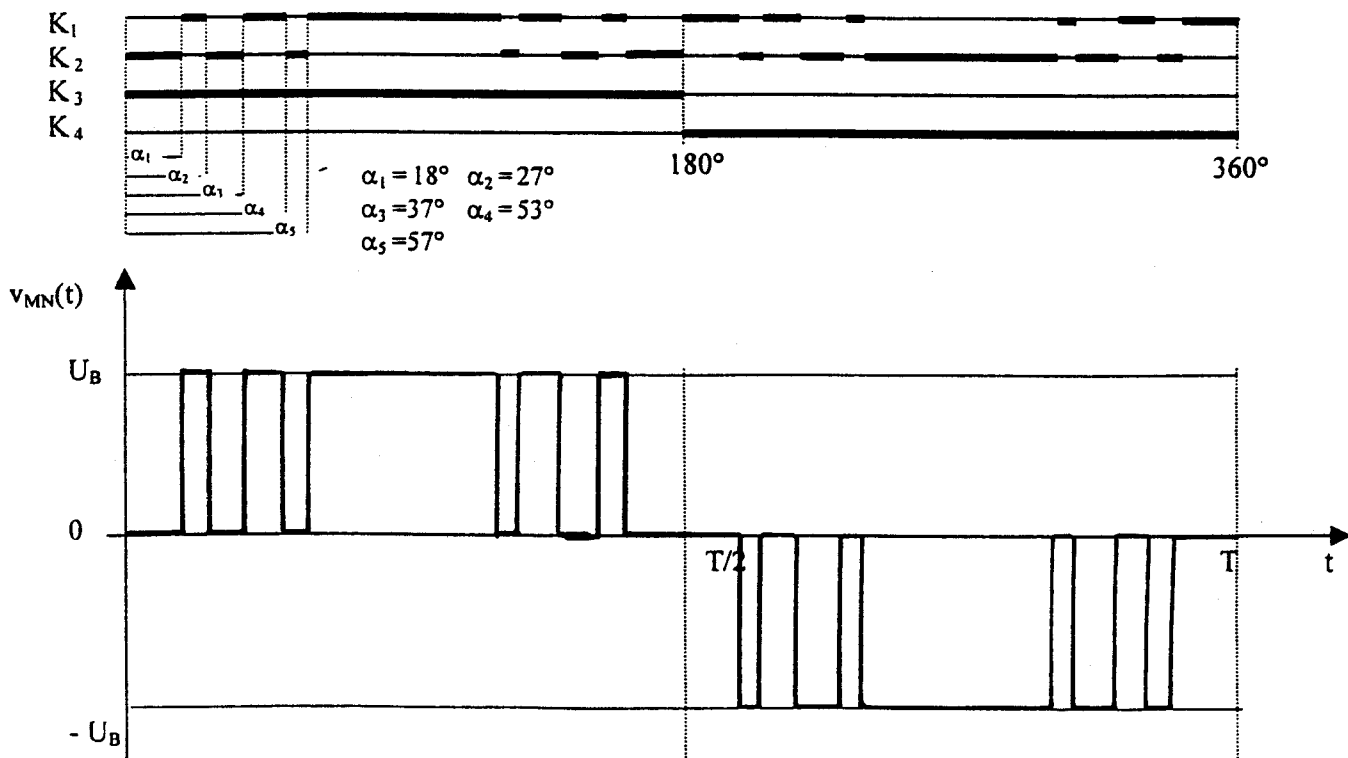
4.3. La commande MLI permet de réduire la taille du filtre.

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

# Airbus: Barème indicatif

1<sup>er</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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
	4.2.3	0,15
	4.2.4	0,5
	4.2.5	0,15
4.3		0,5