

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.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR ÉLECTROTECHNIQUE

PHYSIQUE APPLIQUÉE

CORRIGÉ — LA LOCOMOTIVE BB 36000

-A- Première partie

-A11- $m=0,064$

-A12- $I_{2n}=900 \text{ A}$

-A13- $P_{1cc} = 4 \cdot R_s \cdot I_{2cc}^2$

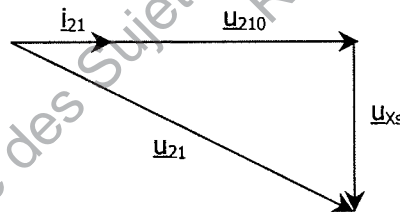
$$R_s = \frac{P_{1cc}}{4 \cdot I_{21cc}^2} = \frac{120900}{4 \cdot 900^2} = 0,037 \Omega$$

-A14- $Z_s = \frac{U_{1cc}}{I_{21cc}} = \sqrt{R_s^2 + X_s^2} = 0,657 \Omega \Rightarrow X_s = 0,656 \Omega \quad L_s = 2,1 \text{ mH}$

-A15- Les points représentent les bornes homologues, elles sont liées aux sens d'enroulement des bobinages. Les courants rentrant par ces bornes créent des flux de même sens. Les tensions qui pointent vers ces bornes sont en phase.

On peut les repérer avec un oscilloscope en alimentant le primaire avec une tension compatible avec les normes de sécurité

-A16-



$$U_{21} = \sqrt{U_{210}^2 + U_{X_s}^2} = 1663 \text{ V avec } U_{X_s} = 454,3 \text{ V, déphasage entre } u_{210} \text{ et } u_{21} = 15,8^\circ$$

-A17- Le facteur de puissance au primaire est égal à 1.
 $I = 176 \text{ A}$

-B- Deuxième partie

-B1-

-B11- si G_1 est fermé alors $v_A = E$
si G_2 est fermé alors $v_A = 0$

-B12- Voir document réponse figure 10

-B2-

-B21- si G_3 est fermé alors $v_B = E$
si G_4 est fermé alors $v_B = 0$

-B22- Voir document réponse figure 10

-B3-

-B31- Voir document réponse figure 11

-B32- Voir document réponse figure 11, déphasage = δ

-B4- $m_d = 6$
 $r = 0,85$

-B5-

-B51- Par projection de \vec{U}_{f2} sur \vec{U}_{20} on obtient : $U_{20} = U_{f2} \cos \delta + L_s \omega \cdot I_{2f} \sin \varphi$
soit : $U_{f2} \cos \delta = U_{20} - L_s \omega \cdot I_{2f} \sin \varphi$
Par projection de \vec{U}_{f2} sur la direction perpendiculaire à \vec{U}_{20} on obtient :
 $U_{f2} \sin \delta = L_s \omega \cdot I_{2f} \cos \varphi$

-B52-

$$P = U_{20} \cdot I_{f2} \cdot \cos \varphi$$
$$Q = U_{20} \cdot I_{f2} \cdot \sin \varphi$$

-B53-

$$I_{2f} = \frac{U_{f2} \sin \delta}{L_s \omega \cdot \cos \varphi} \Rightarrow P = U_{20} \cdot \frac{U_{f2} \cdot \sin \delta}{L_s \omega \cdot \cos \varphi} \cdot \cos \varphi = \frac{U_{f2} \cdot U_{20} \cdot \sin \delta}{L_s \omega}$$

-B54-

$$P = \frac{U_{20} \cdot \frac{r \cdot E}{\sqrt{2}} \cdot \sin \delta}{L_s \omega} = r \cdot \frac{U_{20} \cdot E}{\sqrt{2} \cdot L_s \omega} \sin \delta \quad \text{avec} \quad P_0 = \frac{U_{20} \cdot E}{\sqrt{2} \cdot L_s \omega} = 4,72 \text{ MW}$$

-B55-

$$P = 1,1 \text{ MW} \Rightarrow P/P_0 = r \cdot \sin \delta$$
$$Q = 0 \text{ VAR} \Rightarrow Q_0 = r \cdot P_0 \cdot \cos \delta \Rightarrow Q_0/P_0 = r \cdot \cos \delta$$
$$Q_0 = \frac{U_{20}^2}{L_s \omega} = 3,9 \text{ MVar}$$
$$\tan \delta = P/Q_0 \Rightarrow \delta = 16^\circ \text{ et } r = (P/P_0 \cdot \sin \delta) = 0,85$$

-C- Troisième partie

-C11- $u_{G1} = 0$

-C12- $u_{G1} = E$

-C13- $u_{G1} = u_L + V$, en passant aux valeurs moyennes $\bar{u}_{G1} = \bar{u}_L + V$, $\bar{u}_L = 0$, donc $\bar{u}_{G1} = V$

-C14- Voir document réponse figure 12

On déduit du document réponse $\bar{u}_{G1} = (T - \alpha T)E/T = (1 - \alpha)E$

-C15- On sait aussi que $\bar{u}_{G1} = V$ d'où $E = \frac{V}{1 - \alpha}$

pour $V = 1500$ V et $E = 2750$ V, on a $\alpha = (V/E) - 1 = 0,45$.

-C16-

$$\frac{di}{dt} = \frac{V}{L} \text{ d'où } i_1 = \frac{V}{L}t + I_{1\min}$$

-C17-

$$\frac{di}{dt} = \frac{V - E}{L} \text{ d'où } i_1 = \frac{V - E}{L}(t - \alpha T) + I_{1\max}$$

-C18- Voir document réponse 2 figure 13 et figure 14

-C19-

à $t = \alpha T$, $i_1 = I_{\max}$, on a donc $I_{\max} = \frac{V}{L}\alpha T + I_{1\min}$ d'où $I_{\max} - I_{1\min} = \frac{V}{L}\alpha T$ et $\Delta i = \frac{V}{2L}\alpha T = \frac{\alpha \cdot V}{2L \cdot f}$

pour $\alpha = 0,45$; $\Delta i_1 = 226$ A

-C21- Voir document réponse figure 15

-C22- $i = i_1 + i'_1$

Voir document réponse figure 16

-C23-

$i = i_1 + i'_1$ donne $\frac{di}{dt} = \frac{di_1}{dt} + \frac{di'_1}{dt} = \frac{V}{L} + \frac{V - E}{L}$

-C24- Sur $[0, \alpha T]$, on a $i = \left(\frac{V}{L} + \frac{V - E}{L}\right) \cdot t + I_{\min}$

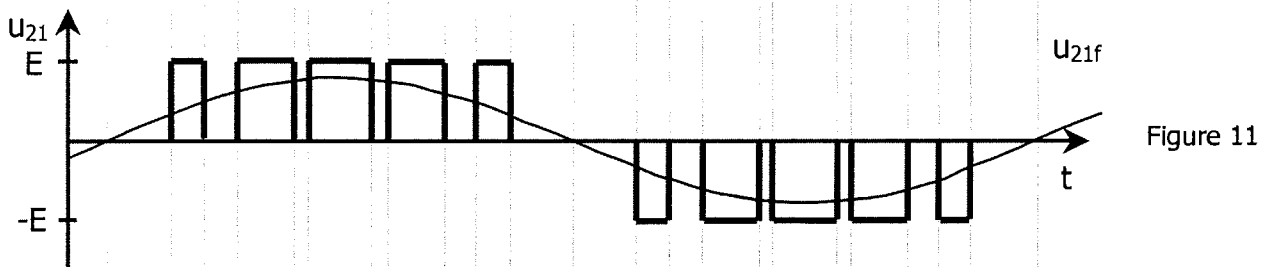
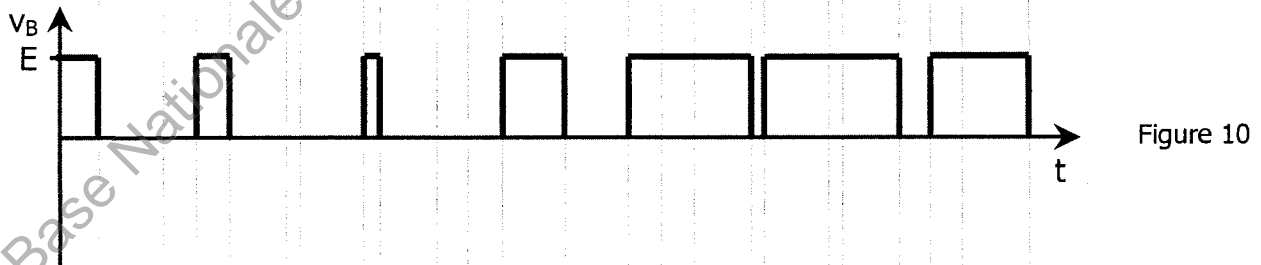
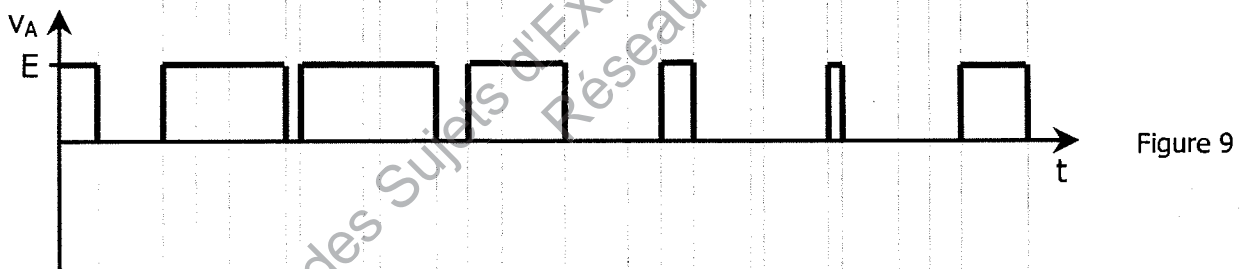
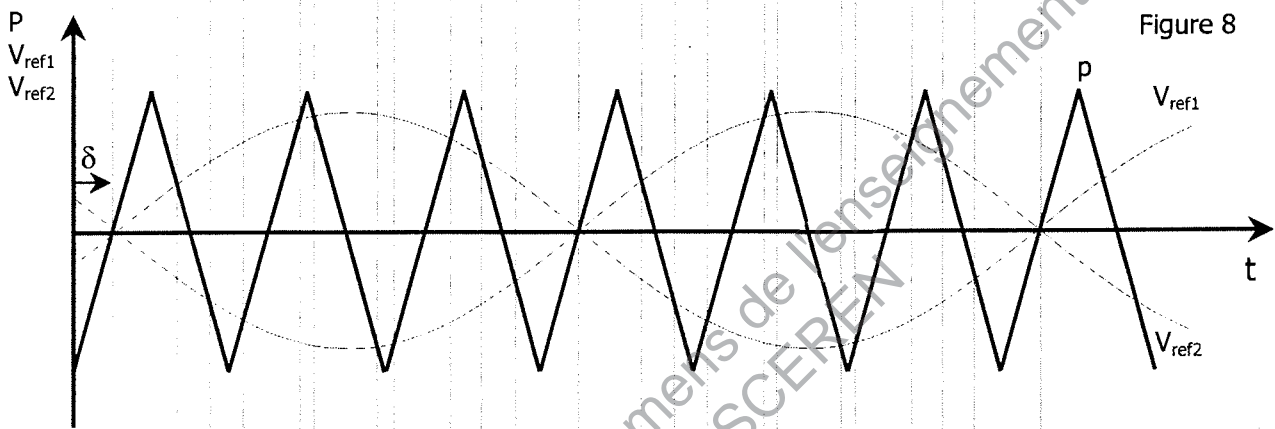
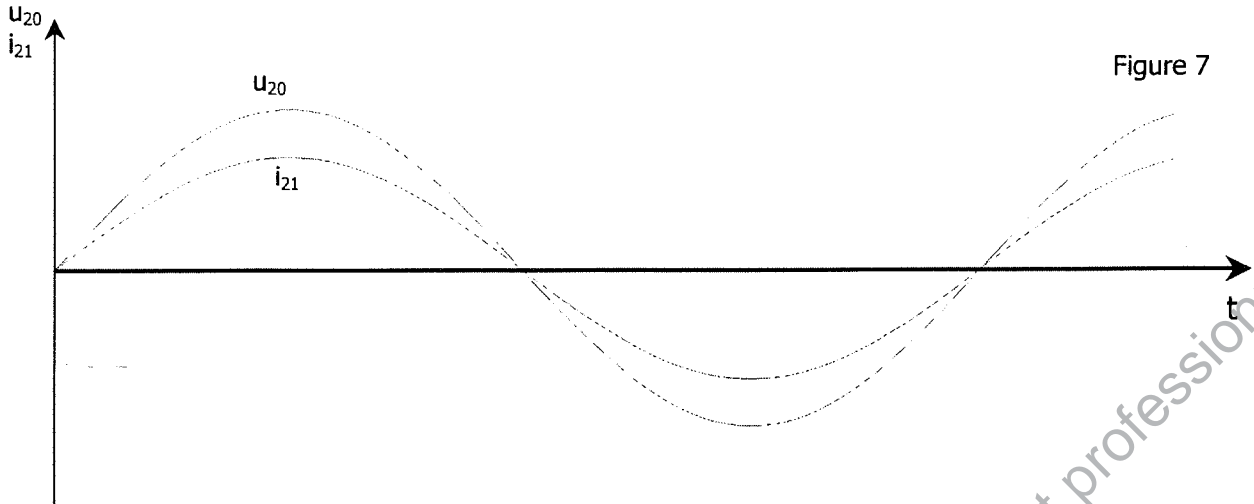
à $t = \alpha T$, $i = I_{\max}$ donne $I_{\min} - I_{\max} = \left(\frac{V}{L} + \frac{V - E}{L}\right) \cdot \alpha T$ soit $\Delta i = \frac{E \cdot (1 - 2\alpha)\alpha}{2Lf}$.

-C25- AN : $\Delta i = 41,25$ A ; soit 5,5 fois moins que sans l'entrelacement.

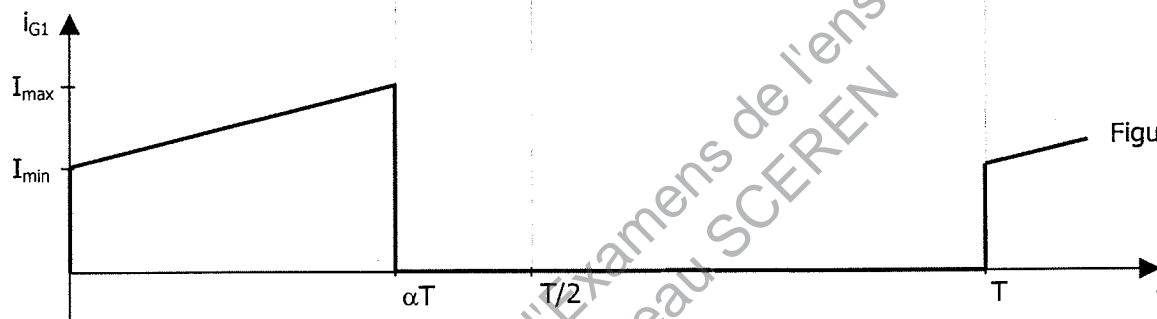
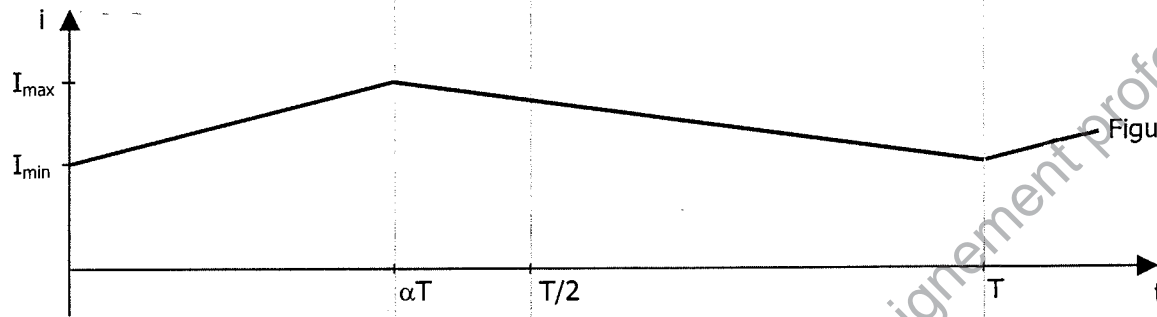
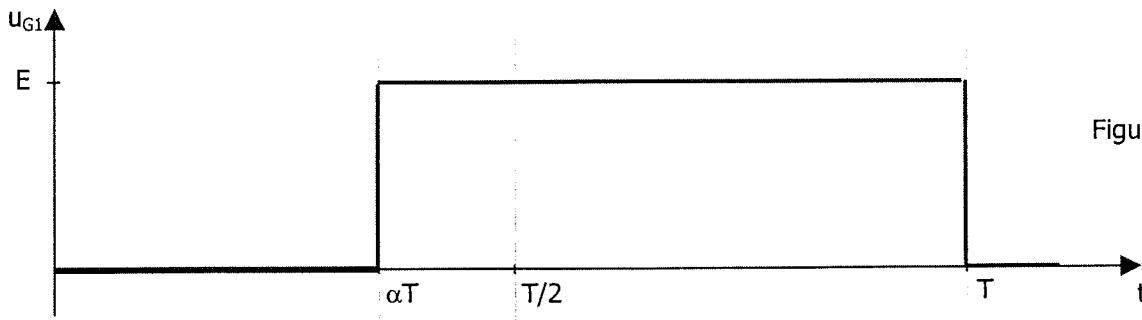
La fréquence de i vaut 600 Hz, le double de f .

Le filtrage du courant sera plus facile.

Document réponse 1

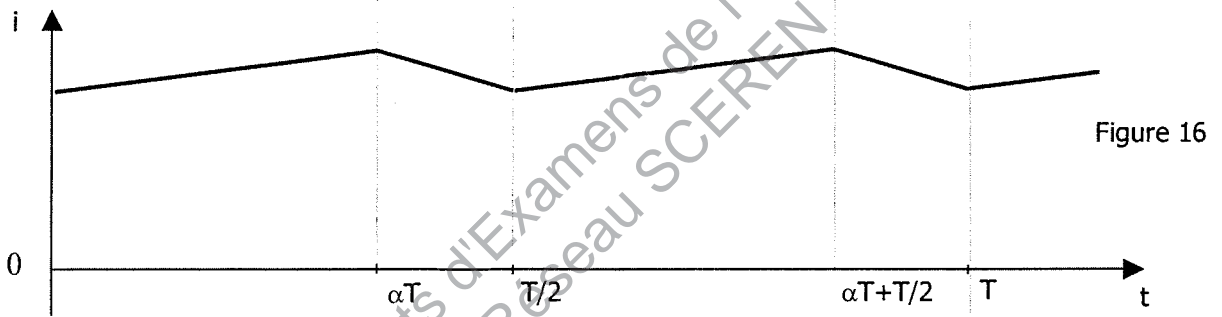
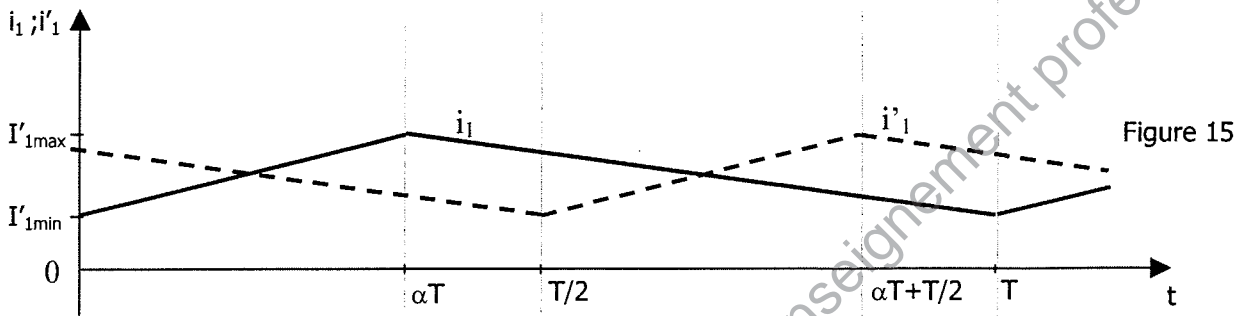


Document réponse 2



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Document réponse 3



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Barème

-A- Première partie

6 points

- A11- 0,5
- A12- 0,5
- A13- 0,5
- A14- 1
- A15- 0,5
- A16- 1
- A17- 0,5
- A18- 1
- A19- 0,5

-B- Deuxième partie

7 points

- B1-
 - B11- 0,5
 - B12- 1
- B2-
 - B21- 0,5
 - B22- 1
- B3-
 - B31- 0,5
 - B32- 0,5
- B4- 0,5
- B5-
 - B51- 0,5
 - B52- 0,5
 - B53- 0,5
 - B54- 0,5
 - B55- 0,5

-C- Troisième partie

- C11- 0,5
- C12- 0,5
- C13- 0,5
- C14- 0,5
- C15- 0,5
- C16- 0,5
- C17- 0,5
- C18- 0,5
- C19- 0,5

- C21- 0,5
- C22- 0,5
- C23- 0,5
- C24- 0,5
- C25- 0,5

Document réponse 1

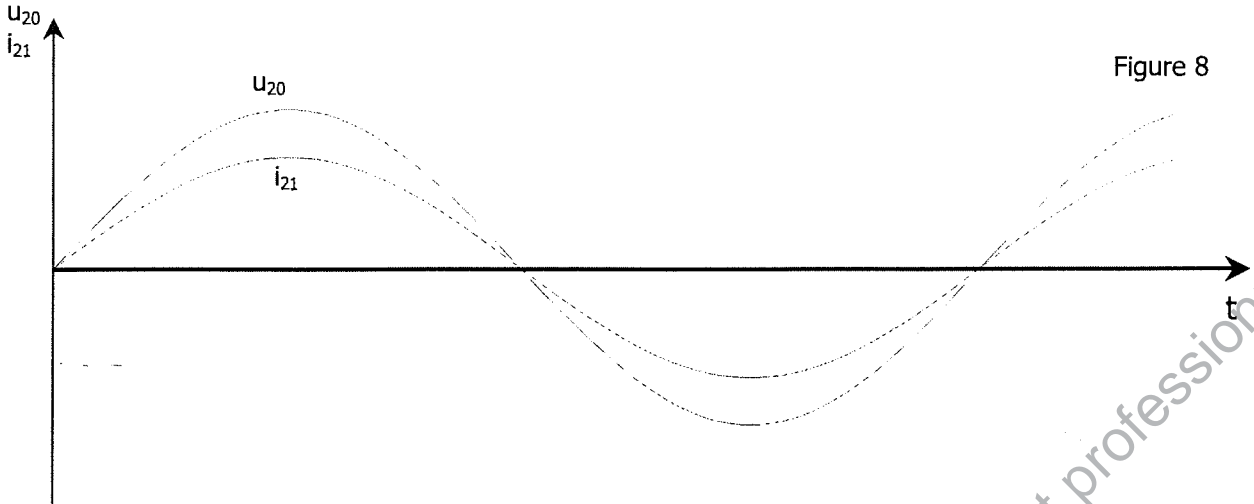


Figure 8

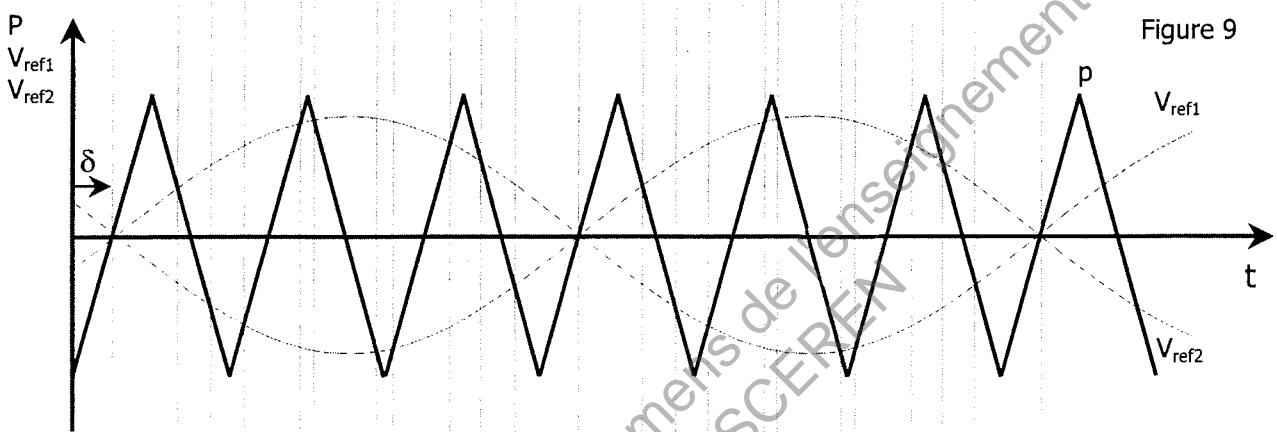


Figure 9

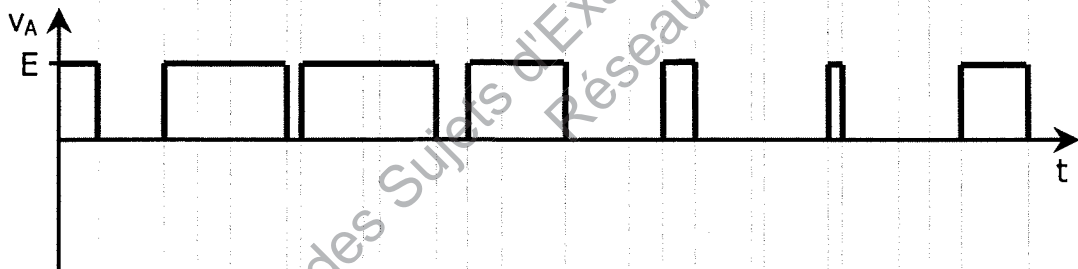


Figure 10

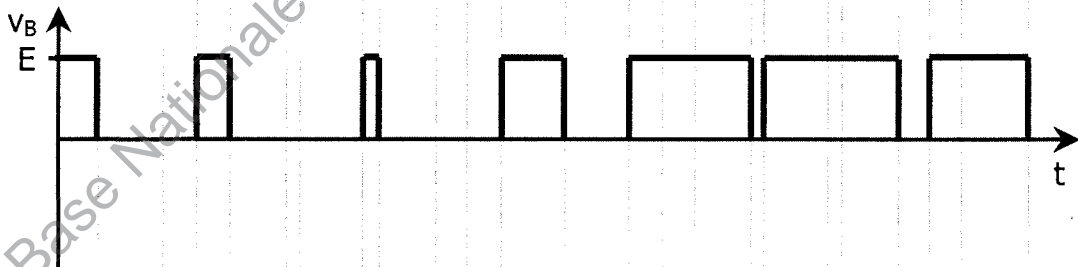


Figure 11

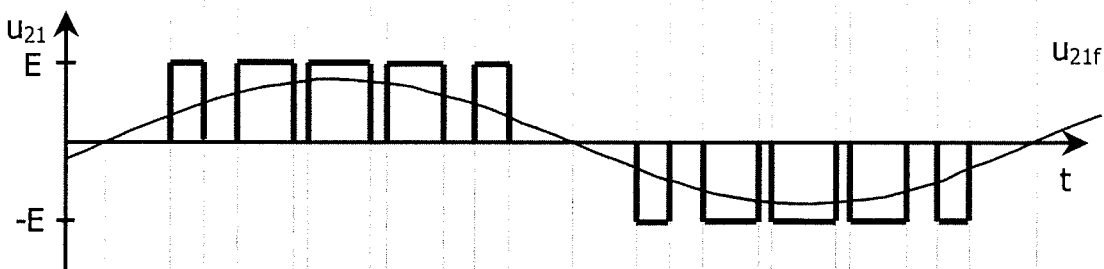


Figure 12

Document réponse 2

