

# الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

## الدورة العادية 2013

### عناصر الإجابة



NR46



4	مدة الاجتياز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الكهربائية	الشعبية أو المسلك

Q1: .

A qui rend-t-il service ?

Consommateur

Sur quoi agit-il ?

VENT

EOLIENNE  
(Aérogénérateur)

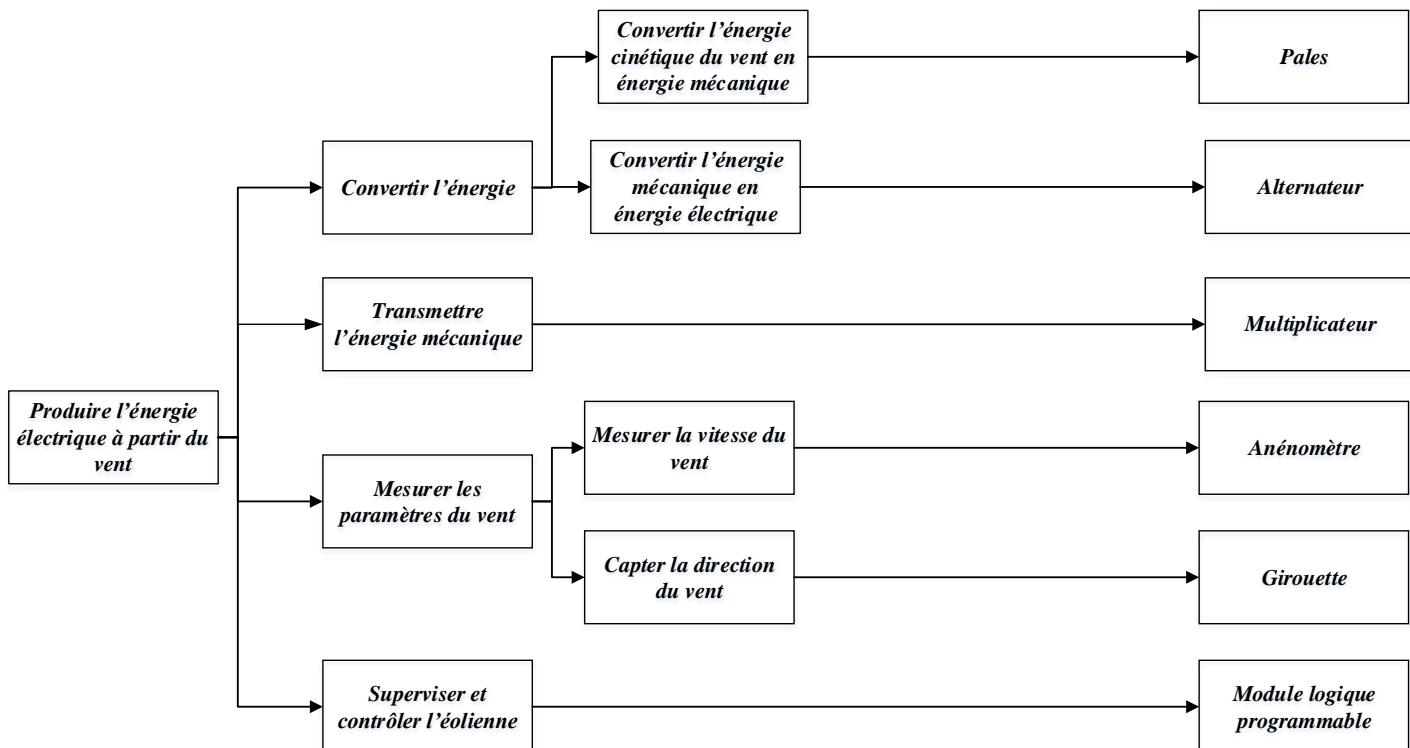
2pts

Dans quel but existe-t-il ?

PRODUIRE L'ENERGIE ELECTRIQUE

Q2: .

6x1pts



**Q3:** Calcul du couple d'entrée  $C_4$ :

**Expression : 0,5pt ; AN : 0,5 pt**

$$C_4 = P_4 / \omega_4 = 20000 \times 30 / 200 \times \pi = 954,92 \text{ mN}.$$

**Q4:** Calcul du couple de sortie  $C_1$ :

**Expression : 0,5pt ; AN : 0,5 pt**

$$C_1 = P_1 / \omega_1 = 0,9 \times P_4 / \omega_1 = 0,9 \times 20000 \times 30 / 1000 \times \pi = 171,88 \text{ mN}.$$

**Q5:** Détermination du rapport global  $r$  du train épicycloïdal : **Expression : 0,5pt ; AN : 0,5 pt**

$$r = N_1 / N_4 = 1000 / 200 = 5$$

**Q6:** La formule de la condition d'entraxe :

**1 pt**

$$d_3 = d_1 + 2d_2 \quad \text{donc } Z_3 = Z_1 + 2Z_2$$

**Q7:** Détermination du nombre des dents de satellite  $Z_2$  et du planétaire  $Z_1$ :

$$\text{Willis : } (\omega_s - \omega_{ps}) / (\omega_e - \omega_{ps}) = - Z_1 / Z_3 \quad \text{or } \omega_s = 0$$

$$(\omega_4) / (\omega_1 - \omega_4) = Z_1 / Z_3$$

$$(\omega_1 - \omega_4) / \omega_4 = Z_3 / Z_1$$

$$\text{Donc : } r = \omega_1 / \omega_4 = (Z_3 + Z_1) / Z_1$$

$$r = (Z_3 + Z_1) / Z_1 = 5 \text{ qui donne : } Z_3 = 4 Z_1 \quad \text{donc } Z_1 = 46 \text{ dents}$$

$$Z_1 + 2Z_2 = 184 \text{ qui donne : } Z_2 = (184 - 46) / 2 = 69 \text{ dents.}$$

**4pts. :**  
 - Willis : **1pt.**  
 - Formule raison : **1pt.**  
 - Z1 et Z2 : **2pts.**

**Q8:** Justification de l'utilisation d'un tel accouplement : (*Trois solutions citées sont acceptables*) **3x 0,5 pt**

- Absorbe et amorti les irrégularités de couple,
- Accepte les désalignements et les décalages entre les arbres,
- Autorise certaines déformations des châssis,
- Supprime les contraintes parasites éventuelles d'un accouplement rigide utilisé dans les mêmes conditions,
- Déplace les régimes critiques.

**Q9:** l'utilité des éléments **6** et leur matière :

**2 x 0,5 pt**

- Ce sont les éléments qui assurent l'élasticité de l'accouplement ;
- leur matière est le caoutchouc.

**Q10:** le type de la liaison entre l'arbre **1** de l'hélice et cet accouplement et schéma :

**2 x 0,5 pt**

- c'est une liaison encastrement,



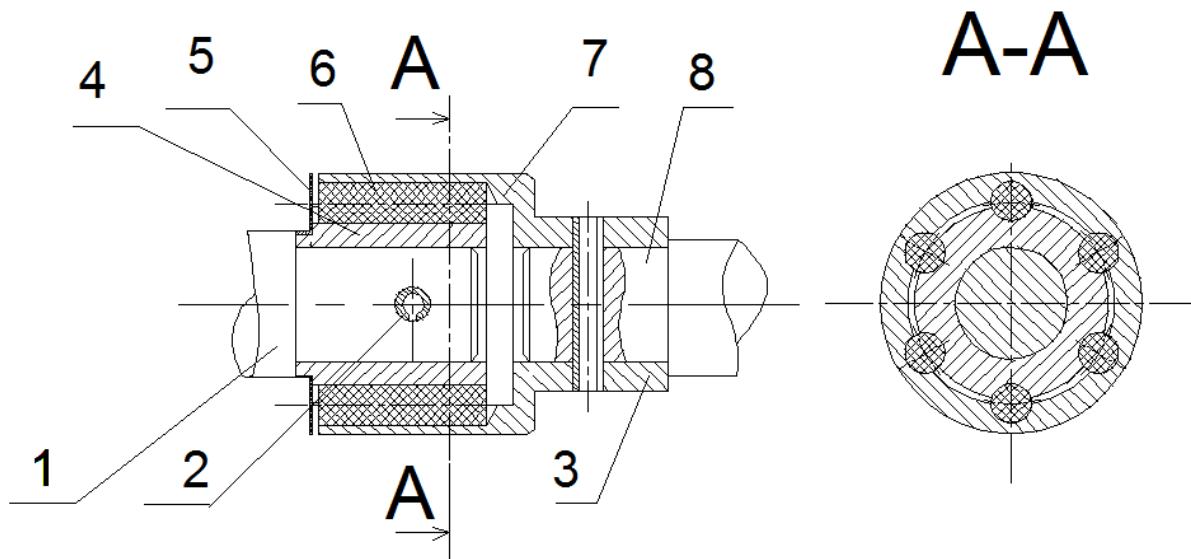
- son schéma :

**Q11:** Le rôle de l'élément **2** :

**0,5pt.**

C'est l'élément qui assure la liaison encastrement entre l'arbre 1 est l'accouplement.

**Q12:** *Travail graphique : 6 pts : Goupille : 3pts ; Coupe locale : 1pt ; Hachures : 1pt ; netteté : 1pt.*



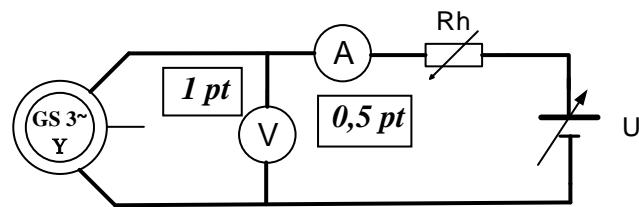
**Q13.** Le mode du couplage de l'alternateur est étoile : **0,5pt**

$$\text{Q14. Calcul de } I_N: I_N = S_N / \sqrt{3} \cdot U \quad \boxed{0,5pt} \quad I_N = 16000 / \sqrt{3} \times 400 \quad I_N = 23A \quad \boxed{0,5pt}$$

$$\text{Q15. } p = (60 \times 50) / 1000 \quad \boxed{0,25pt} \quad p = 3 \quad \boxed{0,25pt}$$

**Q16.** schéma de montage pour la mesure de  $R$  :

Schéma de montage volt-ampéremétrique



$$\text{Q17. calcul de la résistance } R_s \text{ d'un enroulement du stator : } R_s = R/2 \quad \boxed{0,5pt} \quad R_s = 0,3\Omega \quad \boxed{0,5pt}$$

$$\text{Q18. d'après les essais on a : } U_0 = (600/5) \times I_E \quad U_0 = 120 \times I_E \quad \boxed{1pt} \quad I_{CC} = 10 \times I_E \quad \boxed{1pt}$$

**Q19.** Calcul de l'impédance synchrone  $Z_s$  d'une phase du stator, puis la réactance  $X_s$

$$\text{pour } I_{CC} = I_N \text{ on } I_E = 2,3A \text{ d'où } U = 120 \times 2,3 \quad U = 276V \quad \boxed{0,5pt}$$

$$Z_s = U / \sqrt{3} \sqrt{3} I_{CC} \quad \boxed{1,5pt} \quad Z_s = 6,928 \Omega \quad \boxed{0,5pt}$$

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \quad \boxed{0,75pt} \quad X_s = 6,921 \quad \boxed{0,75pt} \quad X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} \quad \boxed{0,75pt} \quad X_s = 6,921 \Omega \quad \boxed{0,25pt}$$

Q20.  $m = U_{20}/U_1 = 26/230 = 0,113$

2x1pt

$N_2 = 57 \text{ spires}$

Q21.  $R_I = E/I_c = 7,5/1,5 = 5\Omega$

1pt

Q22.  $P_{j0} = R_I \times I^2 = 5 \times (0,2)^2 = 0,2W$

0,75pt pour l'expression et 0,25 pt pour l'application numérique

Q23.  $P_f = P_{10} - P_{j0} = 9,8W$

0,75pt pour l'expression et 0,25 pt pour l'application numérique

Q24.  $R_s = P_{1cc} / (I_{2CC})^2 = 20/12^2 = 0,138 \Omega$

1,5pt pour l'expression et 0,5 pt pour l'application numérique

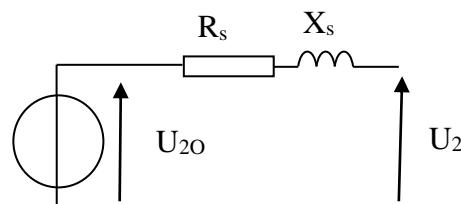
Q25.  $Z_s = m U_{1cc} / I_{2cc} = 0,113 \times 40 / 12 = 0,376 \Omega$

1,5pt pour l'expression et 0,5 pt pour l'application numérique

D'où  $X_s = 0,35\Omega$

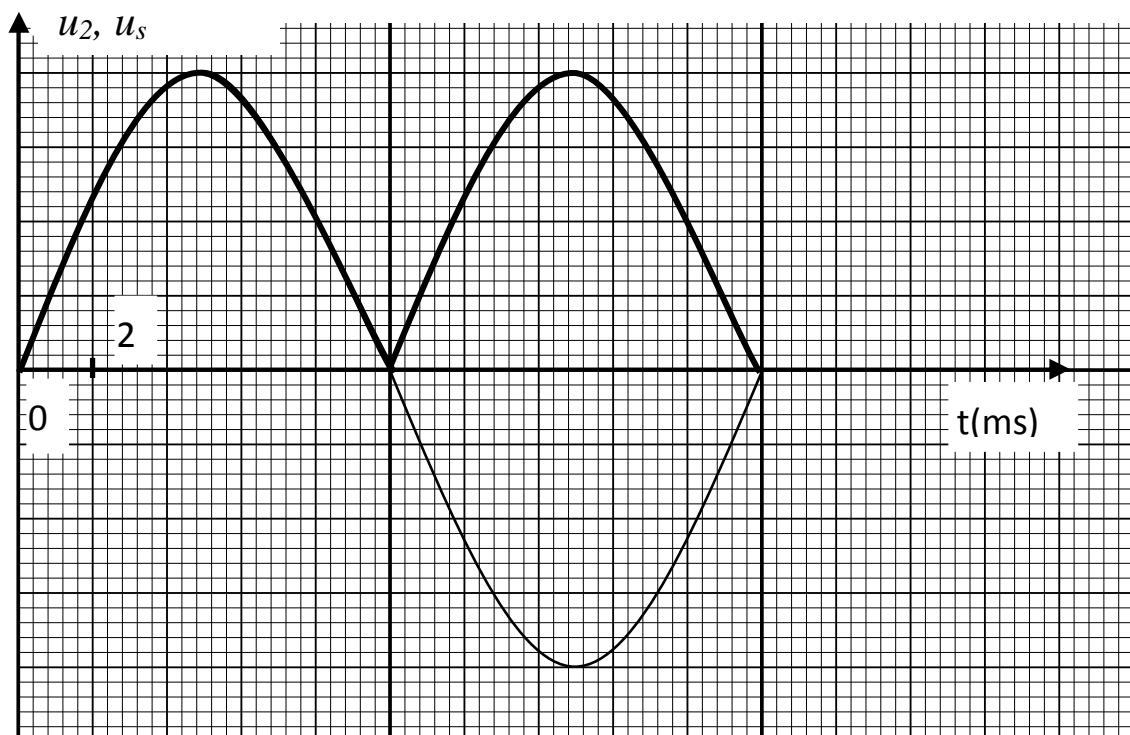
Q26. Modèle équivalent du transformateur vu du secondaire :

2pts



Q27.

1pt



Q28.  $f = 100\text{Hz}$

1pt

Q29.  $U_{smoy} = rxI_s + U_c$

1pt

Q30.  $U_{smoy} = 0,5 \times 10 + 17 = 22\text{V}$

2x1pt

$U_2 = U_{smoy} \times \pi \times 2 \times \sqrt{2} = 22 \times \pi / 2 \times \sqrt{2} = 24,5\text{V}$

**Q31.** Exprimer  $\underline{I}_1$  en fonction de  $\underline{U}_2$ ,  $\underline{U}_3$  et  $R$  :

**2pts**

$$\underline{U}_2 = \underline{U}_3 + \underline{I}_1(4R) \Rightarrow \underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_2 - \underline{U}_3}{4R}$$

**Q32.** Exprimer  $V^-$  en fonction de  $\underline{U}_2$ ,  $\underline{U}_3$  :

**2pts**

$$V^- = \underline{U}_2 - \underline{I}_1 2R \Rightarrow V^- = \underline{U}_2 - \frac{\underline{U}_2 - \underline{U}_3}{4R} 2R = \underline{U}_2 - \frac{\underline{U}_2 - \underline{U}_3}{2} \Rightarrow V^- = \frac{\underline{U}_2 + \underline{U}_3}{2}$$

**Q33.** Exprimer  $V^+$  en fonction de  $\underline{U}_2$ ,  $\underline{Z}_C$  et  $R$  :

**2pts**

$$V^+ = \underline{U}_2 \frac{R}{R + \underline{Z}_C}$$

**Q34.** montrer que la fonction de transfert  $\underline{T}$  s'écrit :  $\underline{T} = \frac{\underline{U}_3}{\underline{U}_2} = \frac{j \frac{f}{f_0} - 1}{j \frac{f}{f_0} + 1}$ ; avec  $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$

L'amplificateur opérationnel étant parfait et fonctionne en régime linéaire donc on  $V^+ = V^-$

$$V^- = \frac{\underline{U}_2 + \underline{U}_3}{2} = V^+ = \underline{U}_2 \frac{R}{R + \underline{Z}_C} \underline{U}_2 \left( \frac{1}{2} - \frac{R}{R + \underline{Z}_C} \right) = -\underline{U}_3 = \underline{U}_2 \left( \frac{-R + \underline{Z}_C}{R + \underline{Z}_C} \right) \Rightarrow \frac{\underline{U}_3}{\underline{U}_2} = \frac{R - \underline{Z}_C}{R + \underline{Z}_C}$$

$$Z = \frac{1}{jC\omega} \Rightarrow \underline{T} = \frac{\underline{U}_3}{\underline{U}_2} = \frac{R - \frac{1}{jC\omega}}{R + \frac{1}{jC\omega}} = \frac{jRC\omega - 1}{jRC\omega + 1} \quad \text{on pose } f_0 = \frac{1}{2\pi RC}, \text{ ce qui nous donne :}$$

$$\underline{T} = \frac{\underline{U}_3}{\underline{U}_2} = \frac{j \frac{f}{f_0} - 1}{j \frac{f}{f_0} + 1} \quad \boxed{4pts}$$

**Q35.** Compléter le tableau de la figure x3 en précisant les valeurs du module et de l'argument de  $\underline{T}$  :

<b>6 x 0,5pt</b>	$f = 0$	$f = f_0$	$f \rightarrow \infty$
<b>Module de <math>\underline{T}</math></b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Argument de <math>\underline{T}</math> (en radian)</b>	<b><math>\pi</math></b>	<b><math>\pi/2</math></b>	<b>0</b>

**Q36.** Donner l'expression de  $\underline{U}_4$  en fonction de  $\underline{U}_2$  et  $\underline{U}_3$  :

$$V^- = \frac{\underline{U}_3 + \underline{U}_4}{2} = V^+ = \frac{\underline{U}_2}{2} \Rightarrow \underline{U}_4 = \underline{U}_2 - \underline{U}_3 \quad \boxed{3pts}$$

**Q37.** Montrer que  $\underline{T}' = 1 - \underline{T} = \frac{\underline{U}_4}{\underline{U}_2} = \frac{2}{1 + j \frac{f}{f_0}}$ ; en déduire le module de  $\underline{T}'$ .

$$\underline{T}' = \frac{\underline{U}_4}{\underline{U}_2} = \frac{\underline{U}_2 - \underline{U}_3}{\underline{U}_2} = 1 - \frac{\underline{U}_3}{\underline{U}_2} = 1 - \underline{T} = \underline{T} == 1 - \frac{j \frac{f}{f_0} - 1}{j \frac{f}{f_0} + 1} = \frac{j \frac{f}{f_0} + 1 - j \frac{f}{f_0} + 1}{j \frac{f}{f_0} + 1} \Rightarrow \underline{T}' = \frac{2}{j \frac{f}{f_0} + 1} \quad [3pts]$$

$$Le module de \underline{T}': |\underline{T}'| = \left| \frac{\underline{U}_3}{\underline{U}_2} \right| = \frac{2}{\sqrt{1 + \left( \frac{f}{f_0} \right)^2}} \quad [1pt]$$

Tâche 2 : Commande du frein :

**Q38.** Calculer alors les valeurs des seuils  $U_{An\_MIN}$  et  $U_{An\_MAX}$  de la tension  $U_{An}$ .

$$U_{An} = k \cdot v, \text{ avec } k = 0,34 \text{ V.s/m}, \quad U_{An\_MIN} = k \cdot v_{MIN} = 0,34 \cdot 4,7 = 1,598 \text{ V} \quad [2 \times 1pt]$$

$$U_{An\_MAX} = k \cdot v_{MAX} = 0,34 \cdot 24,7 = 8,398 \text{ V}$$

**Q39.** Compléter le programme du programme à contacts de la commande du frein :

**[3 x 2pts]**

