

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2017

ÉPREUVE E.4.1

ETUDE D'UN SYSTEME TECHNIQUE INDUSTRIEL
PRE-ETUDE ET MODELISATION

Durée : 4 heures - Coefficient : 3

Matériel autorisé :

Calculatrice à fonctionnement autonome autorisée conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/99.

L'usage de tout autre matériel ou document est interdit.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 27 pages numérotées de 1 à 27 dont 3 annexes et 4 documents-réponses.

Les documents réponses (pages 24, 25, 26 et 27) sont à rendre avec la copie.

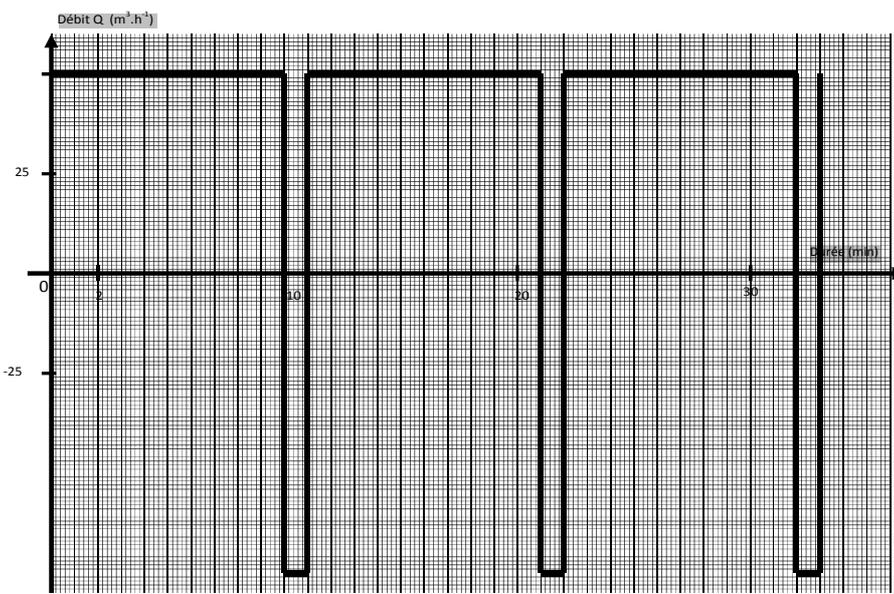
Il sera tenu compte de la qualité de la rédaction, en particulier pour les réponses aux questions ne nécessitant pas de calcul.

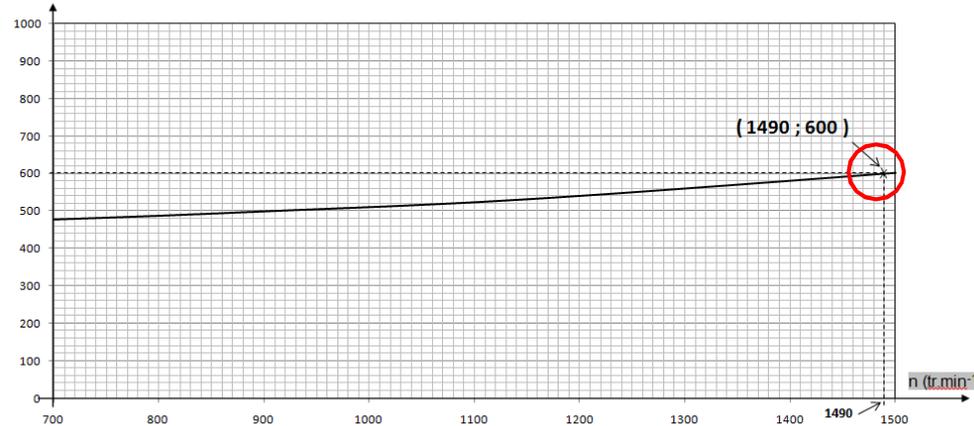
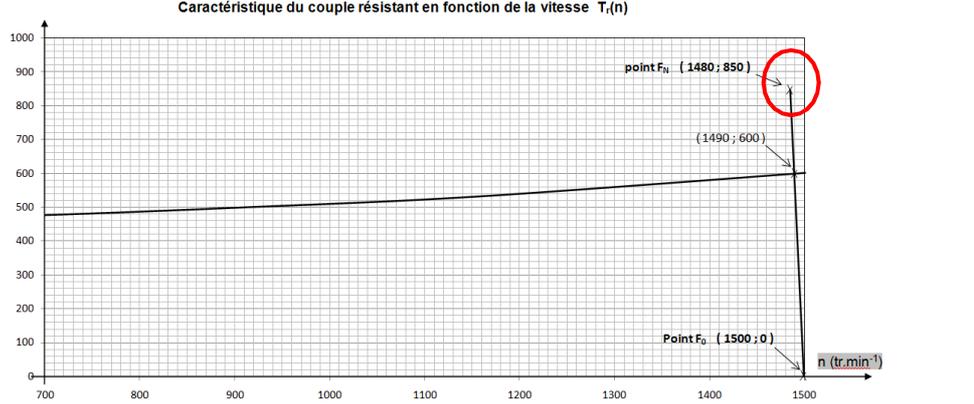
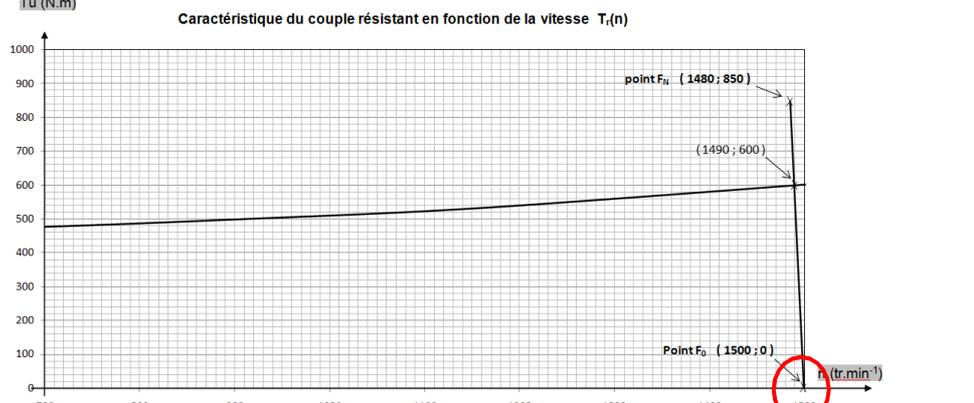
Les correcteurs attendent des phrases construites respectant la syntaxe de la langue française. Chaque réponse sera clairement précédée du numéro de la question à laquelle elle se rapporte.

Les notations du texte seront scrupuleusement respectées.

BTS ÉLECTROTECHNIQUE	Épreuve E.4.1	SESSION 2017
Étude d'un système technique industriel Pré-étude et Modélisation	Repère : 17PO-EQPEM	Page 1 sur 7

Partie	Sous partie	Question	Réponse attendue																
A	A.1	A.1.1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mois</th> <th>Volume en sortie (m³)</th> <th>Pluviométrie (mm)</th> <th>Débit Q (m³.h⁻¹)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Juillet 2014</td> <td>94706</td> <td>92</td> <td>131,5</td> </tr> <tr> <td>Août 2014</td> <td>113447</td> <td>147,8</td> <td>157,6</td> </tr> <tr> <td>Septembre 2014</td> <td>72770</td> <td>24,5</td> <td>101,1</td> </tr> </tbody> </table>	Mois	Volume en sortie (m ³)	Pluviométrie (mm)	Débit Q (m ³ .h ⁻¹)	Juillet 2014	94706	92	131,5	Août 2014	113447	147,8	157,6	Septembre 2014	72770	24,5	101,1
			Mois	Volume en sortie (m ³)	Pluviométrie (mm)	Débit Q (m ³ .h ⁻¹)													
			Juillet 2014	94706	92	131,5													
			Août 2014	113447	147,8	157,6													
Septembre 2014	72770	24,5	101,1																
		A.1.2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mois</th> <th>Volume en sortie (m³)</th> <th>Pluviométrie (mm)</th> <th>Taux de charge T_c (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Juillet 2014</td> <td>94706</td> <td>92</td> <td>12,9</td> </tr> <tr> <td>Août 2014</td> <td>113447</td> <td>147,8</td> <td>15,4</td> </tr> <tr> <td>Septembre 2014</td> <td>72770</td> <td>24,5</td> <td>9,9</td> </tr> </tbody> </table>	Mois	Volume en sortie (m ³)	Pluviométrie (mm)	Taux de charge T _c (%)	Juillet 2014	94706	92	12,9	Août 2014	113447	147,8	15,4	Septembre 2014	72770	24,5	9,9
			Mois	Volume en sortie (m ³)	Pluviométrie (mm)	Taux de charge T _c (%)													
			Juillet 2014	94706	92	12,9													
			Août 2014	113447	147,8	15,4													
Septembre 2014	72770	24,5	9,9																
A.2	A.2.1																		
		A.2.2	Voir graphique.																
		A.2.3	Intersection avec l'axe des ordonnées: $Q_{\text{moy}} = 92 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.																
		A.2.4	Lecture graphique : $Q_{\text{moy}} = 226 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.																

	A.2.5	Oui, $Q_m \ll Q_{max}$ donc l'installation peut supporter des inondations équivalentes à celle de mars 2001.
A.3	A.3.1	Les ondes parcourent 2 fois la distance entre le capteur et la surface libre de l'eau: $v_{us} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2h}{\Delta t}$ d'où $h = \frac{v_{us} \Delta t}{2}$
	A.3.2	Par lecture sur le chronogramme : $\Delta t = 1,4 * 2,5 = 3,5 \text{ ms}$ Par conséquent: $h = \frac{v_{us} \Delta t}{2} = \frac{340 * 3,5 * 10^{-3}}{2} = 595 \text{ mm}$
	A.3.3	Lecture graphique: $Q_{moy} = 1040 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
	A.3.4	$\Delta h = 0.05 * 595 = 30 \text{ mm}$ donc $h \in [565 \text{ mm} ; 625 \text{ mm}]$ Or 565 mm correspond graphiquement à $Q = 960 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ et 625 mm correspond graphiquement à $Q = 1120 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ d'où $Q_{eau} = 1040 \pm 80 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
A.4	A.4.1	
	A.4/2	$Q_{moy} = \frac{Q_{max} * Q_{min}}{11} = 38,6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
	A.4.3	Volume mensuel : $38,6 * 24 * 30 = 27\ 818 \text{ m}^3$
	A.4.4	1 ligne d'Ultrabox traite un volume mensuel de $27\ 818 \text{ m}^3$. Donc 4 lignes traitent $111\ 273 \text{ m}^3$ par mois largement au dessus du plus grand volume mensuel récolté en 2015. En cas de dépassement, les eaux après prétraitement seront "bypassées".

B	B.1	B.1.1	<p>Tu (N.m)</p> <p>Caractéristique du couple résistant en fonction de la vitesse T_r(n)</p>  <p>$T_{rN} = 600 \text{ N.m}$ et $n_N = 1490 \text{ tr.min}^{-1}$ donc $P_{uN} = T_{uN} \cdot \Omega_N = 93,6 \text{ kW}$</p>
		B.1.2	<p>$T_{uN} = \frac{P_{uN}}{\Omega_N} = \frac{152000}{1485 \cdot \frac{\pi}{30}} = 850 \text{ N.m}$</p>
		B.1.2.2	<p>Point F_N:</p> <p>Tu (N.m)</p> <p>Caractéristique du couple résistant en fonction de la vitesse T_r(n)</p> 
		B.1.2.3	<p>Point F₀:</p> <p>Tu (N.m)</p> <p>Caractéristique du couple résistant en fonction de la vitesse T_r(n)</p> 

				<p>La droite(F_0F_N)</p> <p>Caractéristique du couple résistant en fonction de la vitesse $T_r(n)$</p> <p>point F_u (1480; 850)</p> <p>(1490; 600)</p> <p>Point F_0 (1500; 0)</p> <p>n (tr.min⁻¹)</p> <p>Droite (F_0F_N)</p>
		B.1.3	B.13.1	Oui, la caractéristique du MAS coupe celle du couple résistant au point de fonctionnement nominale de l'aérateur.
			B.1.3.2	$P_u = P_{uN} = 93,6 \text{ kW}$ $\tau = 100 * \frac{93,6}{132} = 71\%$
			B.1.3.3	<p>A partir de la caractéristique η (τ) on lit: $\eta = 88\%$ donc:</p> $P_a = \frac{93,6}{0,88} = 106 \text{ kW}$
		B.1.4		$W_{TOR} = 106,4 \times 6 = 638 \text{ kWh}$ par jour.
B.2	B.2.1	B.2.1.1		$f' = 0,5 * f = 0,5 * 50 = 25 \text{ Hz}$ $n' = \omega' = \frac{f'}{p} = \frac{25}{2} = 750 \text{ min}^{-1}$
			B.2.1.2	<p>Caractéristique du couple résistant en fonction de la vitesse $T_r(n)$</p> <p>(1480; 850)</p> <p>(1490; 600)</p> <p>(740; 480)</p> <p>(750; 0)</p> <p>(1500; 0)</p> <p>n (tr.min⁻¹)</p> <p>Le pt de fonctionnement à 50%: $n' = 740 \text{ tr.min}^{-1}$ et $T'_u = 480 \text{ N.m}$</p>
			B.2.1.3	$P'_u = T'_u \cdot \Omega' = 37196 \text{ W} = 37,2 \text{ KW}$ $\tau' = 100 * \frac{37,2}{132} = 28,2 \%$

			B.2.1.4																			
			B.2.1.5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pourcentage de la fréquence</th> <th>100%</th> <th>50%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Durée de fonctionnement (en min)</td> <td>10 min</td> <td>20 min</td> </tr> <tr> <td>Puissance utile (en kW)</td> <td>93,6</td> <td>37,2</td> </tr> <tr> <td>Taux de charge (en %)</td> <td>71</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>Rendement (en %)</td> <td>88</td> <td>67</td> </tr> <tr> <td>Puissance absorbée (en kW)</td> <td>106,4</td> <td>55,5</td> </tr> </tbody> </table>	Pourcentage de la fréquence	100%	50%	Durée de fonctionnement (en min)	10 min	20 min	Puissance utile (en kW)	93,6	37,2	Taux de charge (en %)	71	28	Rendement (en %)	88	67	Puissance absorbée (en kW)	106,4	55,5
Pourcentage de la fréquence	100%	50%																				
Durée de fonctionnement (en min)	10 min	20 min																				
Puissance utile (en kW)	93,6	37,2																				
Taux de charge (en %)	71	28																				
Rendement (en %)	88	67																				
Puissance absorbée (en kW)	106,4	55,5																				
			B.2.1.6	$W_{\text{régulé}} = 106,4 \times 2 + 55,5 \times 4 = 435 \text{ KWh}$																		
	B.3			$e\% = 100 \frac{(638,4 - 434,8)}{638,4} = 31,9 \%$ donc 32 % d'économie d'énergie entre les 2 modes de fonctionnements.																		
C	C.1	C.1.1		Filter passe- bas, fréquences élevées sont atténuées.																		
		C.1.2		$f_c = 1000 \text{ Hz}$ ($G_{fc} = G_{\text{max}} - 3 \text{ dB} = 0 - 3 \text{ dB} = -3 \text{ dB}$)																		
		C.1.3		On trouve $C = 1,6 \mu\text{F}$.																		
	C.2																					
		C.2.1		$\epsilon_s = 0,2 \text{ mg.L}^{-1}$; $T_{r5\%} = 6,25 \text{ min}$; $T_A = 3 \text{ min}$; $D_1 = \frac{3,55 - 2,3}{2,3 - 0} = 0,54$																		
		C.2.2		P: proportionnel ; I: intégral ; D: dérivé. Il faut agir sur le correcteur intégral I pour annuler l'erreur statique.																		
D	D1	D.1.1		$I = \frac{P_{\text{absorbée}}}{\sqrt{3} U_N \cos \phi} = \frac{220000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 397 \text{ A}$																		
		D.1.2		$V = \frac{U}{\sqrt{3}} = 230 \text{ V}$; $\phi = (\vec{I}, \vec{V}) = 37^\circ$																		

		D.1.3	
		D.1.4	On trouve $E = 12,1 \times 20 = 242 \text{ V}$
		D.1.5	<p>On a $E = 120 \times I_{exc}$ d'où $I_{exc} = \frac{E}{120} = 2 \text{ A}$</p> <p>Le courant d'excitation peut être fourni par une génératrice à courant continu à aimants permanents.</p>
D.2	D.2.1		
		D.2.2	$\eta_s = \eta_M \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_A = 0,19$
			$P_{ds} = \frac{P_u}{\eta_s} = \frac{220000}{0,19} = 1139 \text{ kW}$
			<p>en 1 heure $W_{ab} = P_{ds} \cdot \Delta t = 1139 \text{ kWh} = 4,1 \cdot 10^9 \text{ J}$</p> <p>Or Gasoil $50,9 \cdot 10^6 \text{ J/L}$ donc consommation de $\frac{4,1 \cdot 10^9}{50,9 \cdot 10^6} = 80,5 \text{ L.h}^{-1}$</p>
			Autonomie $\frac{350}{80,5} = 4,35 \text{ h ou } 4 \text{ h } 20 \text{ min}$