

BTS ÉLECTROTECHNIQUE

U41 – PRÉ-ÉTUDE ET MODÉLISATION

SESSION 2015

« SOUFFLERIE F1 »

Partie 1. Bilan énergétique de la soufflerie

Question	Réponse
Q1.1	$Q=v \cdot S$ avec Q en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, v en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et S en m^2
Q1.2	$V_{max}=N_{max} \cdot V_{son} = 0,36 \cdot 340 = 122,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ $Q_{max}= V_{max} \cdot S = 122,4 \cdot 3,5 \cdot 4,5 = 1928 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Q1.3	$P_{a\acute{e}rau}=(1,293 \cdot (122,4)^2 \cdot 1928) / 2 = 18,7 \text{ MW}$
Q1.4	$P_v = 18,7 \cdot 0,1834 = 3,43 \text{ MW}$
Q1.5	L'énergie perdue va se transformer en énergie thermique. Cette énergie transmise à l'air du tunnel va contribuer à l'augmentation de sa température. Pour maintenir les conditions de mesure, il faudra réguler celle-ci. C'est le rôle des groupes aéroréfrigérants.
Q1.6	$Q = v \cdot S$. La loi de conservation des débits nous permet de dire que le produit $V \cdot S$ se conserve. La vitesse du vent sera donc inférieure dans la plus grande partie du tunnel que celle dans la chambre d'essai. Les pertes en seront réduites d'autant, donc la puissance du ventilateur et de son moteur d'entraînement. D'un point de vue dimensionnement des pâles, la section au niveau du ventilateur étant plus grande que dans la chambre d'essai alors la vitesse de l'air au niveau des pâles sera plus faible permettant d'ajuster la vitesse angulaire.

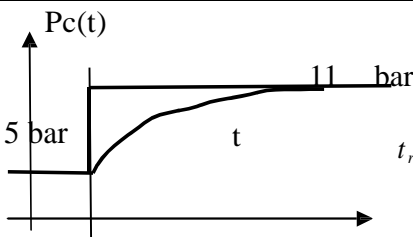
Partie 2 : Pilotage du ventilateur

Question	Réponse
Q2.1	$P_v = Q_B \cdot \Delta p \text{ d'ou } \Delta p = \frac{3430000}{1928} = 1780 \text{ Pa}$ On peut écrire que d'où le document réponse N°2. L'angle α_{\max} de calage sera d'environ 32°.
Q2.2	a) Les courbes donnent une pression de service $p_1 = 3 \text{ bar}$. b) Le débit sera de $Q = v \cdot S = 79 \cdot 15,75 = 1244 \text{ m}^3/\text{s}$ c) Le document réponse N°2 donne un angle α_1 de calage d'environ 20°.
Q2.3	a et b) $P_a = 4,9 \text{ MW}$ $P_m = 4,6 \text{ MW}$ $P_v = 4,3 \text{ MW}$ $P_{\text{aérau}} = 3,7 \text{ MW}$ $N_m = 1485 \text{ tr/mn}$ $N_v = 360 \text{ tr/mn}$ $C_m = 29595 \text{ Nm}$ $C_v = 114120 \text{ Nm}$ $\Delta p = 2800 \text{ Pa}$ $Q = 1330 \text{ m}^3/\text{s}$

Partie 3: Analyse et amélioration de l'alimentation électrique du moto ventilateur

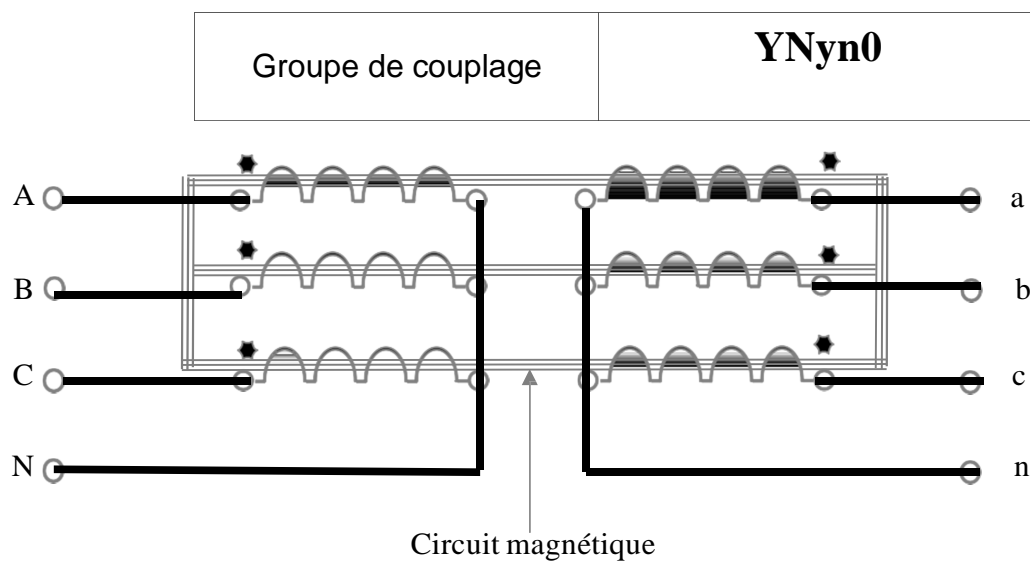
Question	Réponse
Q3.1	Démarrage direct, démarrage sous tension réduite par auto transformateur ou gradateur, utilisation d'un variateur de vitesse
Q3.2	Couple maximum admissible sur le moteur, réducteur, liaisons et ventilateur, courant direct et chute de tension admissible pour le moteur au démarrage, consommation de puissance réactive admissible au démarrage,
Q3.3	Voir document réponse
Q3.4	$M = 10,64$ et $m = 1/M = 0,0940$
Q3.5	Voir document réponse. Il a été laissé volontairement le choix aux candidats pour leur représentation des appareils de mesure.
Q3.6	$P_{cc} = 87533 \text{ kW}$ $I_{1cc} = 110 \text{ A}$ $U_{1cc} = 5963 \text{ V}$ $I_{2cc} = 1170 \text{ A}$ $R_s = \frac{P_{cc}}{3 \cdot I_{1cc}^2} = \frac{87533}{3 \cdot 110^2} = 21,3 \text{ m}\Omega$ $Z_s = \frac{V_{2cc}}{I_{2cc}} = \frac{5963 \cdot 0,094}{1170} = 0,277 \Omega$ $Z_s = \sqrt{R_s^2 + X_s^2}$ d'ou $X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} = \sqrt{0,277^2 - 0,0213^2} = 0,276 \Omega$
Q3.7	$I_{dmax} = 4,5 \cdot 1110 = 4995 \text{ A}$ $\Delta V = 0,0213 \cdot 4995 - 0,5 + 0,276 \cdot 4995 - 0,866 = 1247 \text{ V}$ $\Delta U = \sqrt{3} \Delta V = 1,732 \cdot 1247 = 2160 \text{ V}$ $\Delta U(\%) = \Delta U / U = 2160 / 5500 = 39,3\%$ Chute très importante et contrainte forte
Q3.8	La chute de tension étant important, il faudrait choisir un démarrage permettant de limiter cette chute en phase de démarrage.

Partie 4: Régulation de la pression dans le tunnel

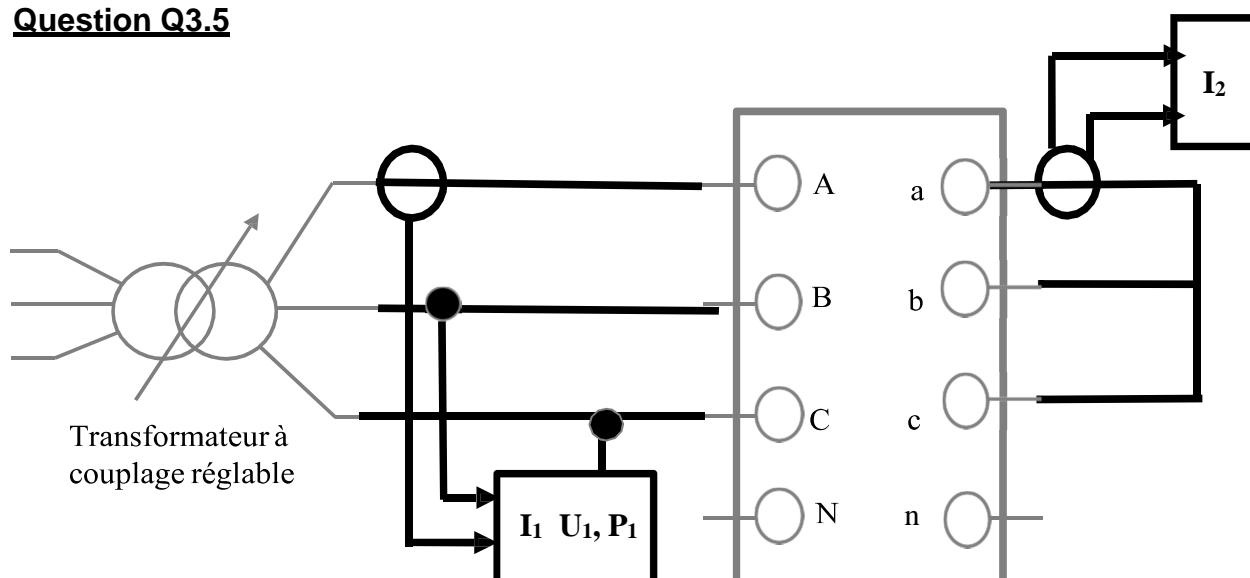
Question	Réponse
Q4.1	$K = \frac{8,314 - 293,15}{0,029 - 300} = 280 \text{ uSI}$
Q4.2.a	$\Delta t_2 = \frac{\Delta p}{K \cdot (Q_i - Q_s)} = \frac{0,5 \cdot 10^5}{280 - 3,2} = 55,8 \text{ s}$
Q4.2.b	$\Delta t_1 = \frac{0,5 \cdot 10^5}{280 - (6 - 3,2)} = 63,8 \text{ s} \quad \Delta t_2 = \frac{\Delta p}{K \cdot (Q_i - Q_s)} = \frac{0,5 \cdot 10^5}{280 - 3,2} = 55,8 \text{ s}$
Q4.2.c	$T - 30 = 119,6 - 30 = 3588 \text{ s soit environ 1 heure} \quad T = \Delta t_2 + \Delta t_1 = 119,6 \text{ s}$
Q4.3	$P_{\text{moy}} = \alpha \cdot P_{\text{Max}} = \frac{t_1}{T} \cdot P_{\text{Max}} = \frac{63,8}{119,6} \cdot 1 = 533,4 \text{ kW}$ $E_a = 533,4 \cdot 6 = 3200 \text{ kW} \cdot \text{h}$
Q4.4	$P_{\text{moy}} = \frac{(P_{\text{Max}} \cdot t_1) + (0,3 \cdot P_{\text{Max}} \cdot t_2)}{T} = \frac{(10^6 \cdot 63,8 + 0,3 \cdot 10^6 \cdot 55,8)}{119,6} = 673 \text{ kW}$ $E_a = 673 \cdot 6 = 4040 \text{ kW} \cdot \text{h} \quad \Delta E = 4040 - 3200 = 840 \text{ kW} \cdot \text{h}$
Q4.5	Pour doubler le temps de cycle il faut diviser par 2 le terme K donc au choix : <ul style="list-style-type: none"> - Doubler le volume de la cuve (la plus probable) - Diviser la température par 2
Q4.6	Variation de vitesse: 600 kW.h Marche arrêt : 800 kW.h Vanne proportionnelle : 900 kW.h La variation de vitesse est préférable du point de vue de l'efficacité énergétique
Q4.7.a	$T_{BF}(p) = \frac{A(p)}{1 + A(p)B(p)} = \frac{K_p \cdot K_v \cdot (\frac{K}{p})}{1 + K_p \cdot K_v \cdot (\frac{K}{p})} = \frac{K_p \cdot K_v \cdot K}{(p + K_p \cdot K_v \cdot K)} = \frac{1}{1 + \frac{p}{K_p \cdot K_v \cdot K}}$
Q4.7.b	$K=1, T = 1/K_p K_v K = 1786 \text{ s}$
Q4.7.c	 <p>Valeur finale de Pc = 11 bar</p> $t_r(5) = 3 \cdot \tau = \frac{3}{K_p \cdot K_v \cdot K} = \frac{3}{10^{-3} \cdot (2 \cdot 10^{-3}) \cdot 280} = 5357 \text{ s}$

DOCUMENT REPONSE N°2

Question Q3.3



Question Q3.5



	A compléter
L'opérateur va agir sur	Transformateur à couplage réglable
Grandeur à contrôler	I_2
Valeur de cette grandeur au point de mesure	$I_2 = 1170 \text{ A}$
Grandeurs à mesurer	I_2, P_1, U_1

Caractéristiques mécaniques du ventilateur TURBO LUFTECHNIK VAF74-38-1
 en fonction de l'angle de calage des 16 pales à la vitesse de rotation 360 tr.min⁻¹
 Courbes de pertes de charge en fonction de la pression dans le tunnel

DOCUMENT REPOSE N°1

