

**A. ETUDE DU BANC DE TEST BOGGIE (26 points)****A.1 Comment choisir le variateur ? (5 points)****A.1.1 Détermination de la puissance active consommée à vide**

A.1.1.1  $P_{\text{red}} = 0,05 \cdot 120 = 6 \text{ kW}$

A.1.1.2 Frottement de roulement essentiellement

A.1.1.3 Elles deviennent inférieures car la masse du tramway n'intervient plus

A.1.1.4  $I = 6000 / (400 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{3}) = 11 \text{ A}$ . Non

A.1.1.5 La valeur efficace du courant de sortie

**A.2 Utilisation du variateur en essai en charge réduite (7 points)****A.2.1 Caractéristiques mécaniques pour un test à vitesse linéaire de 17km/h**

A.2.1.1  $n'_s = 60 \cdot 34,7 / 2 = 1041 \text{ tr/min}$ .

A.2.1.2 Voir DR1

A.2.1.3 ---

A.2.1.3.1  $P = 400 \cdot 85 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{3} = 47112 \text{ W}$

A.2.1.3.2  $P_u = 47112 \cdot 0,85 = 40045 \text{ W}$

A.2.1.3.3  $C_u = 40045 / 105 = 381 \text{ N.m}$ . Voir DR1

A.2.1.3.4 40kW

**A.3 Eléments de dimensionnement pour le freinage d'urgence (14 points)****A.3.1 Détermination des moments d'inertie (4 points)**

A.3.1.1  $m_{\text{roue}} = \rho V = 7880 \cdot \pi \cdot 0,3^2 \cdot 0,15 = 334 \text{ kg}$

$$J_{\text{roue}} = 334 \cdot 0,3^2 / 2 = 15,04 \text{ kg.m}^2$$

A.3.1.2  $J_{\text{roues+frein}} = 2 \cdot J_{\text{roue}} + J_{\text{frein}} = 2 \cdot 15,04 + 1,78 = 31,86 \text{ kg.m}^2$

**A.3.2 Détermination de la puissance moyenne de freinage (5 points)**

A.3.2.1  $\omega = v/r = 30000 / (3600 \cdot 0,3) = 27,78 \text{ rad/s}$

$$E_{\text{Croues+frein}} = J_{\text{roues+frein}} \cdot \omega^2 / 2 = 31,86 \cdot 27,8^2 / 2 = 12292 \text{ J}$$

A.3.2.2  $\omega = 1825 \cdot \pi / 30 = 191,11 \text{ rad/s}$

A.3.2.3  $E_{\text{Crotor}} = J_{\text{rotor}} \cdot \omega^2 / 2 = 0,684 \cdot 191,11^2 / 2 = 12491 \text{ J}$

A.3.2.4  $E_c = 12491 + 12292 = 24783 \text{ J}$

A.3.2.5  $P_{\text{frein}} = E_c / t = 24783 / 0,8 = 31 \text{ kW}$

**A.3.3 Evolution du point de fonctionnement lors du freinage (5 points)**

A.3.3.1  $J_f = 2 \cdot E_c / \omega^2 = 2 \cdot 24783 / 191,11^2 = 1,36 \text{ kg.m}^2$

A.3.3.2  $d_f / dt = -191,11 / 0,8 = -238,9 \text{ rad/s}^2$

A.3.3.3  $J_f \cdot d_f / dt = C_{\text{MAS}} - 0$

$$C_{\text{MAS}} = 1,36 \cdot 238,9 = -325 \text{ Nm}$$

A.3.3.4 Voir DR1

A.3.3.5 En génératrice

**B. ETUDE DU BANC DE TEST DU CLIMATISEUR SOPRANO (34 points)****B.1 Détermination de la puissance électrique mise en jeu pour alimenter la climatisation dans les conditions de test (6 points)****B.1.1 Analyse des caractéristiques du climatiseur (2 points).**

B.1.1.1 Compresseur, ventilateur condenseur, ventilateur évaporateur

B.1.1.2  $P_{elec}=6320+1300+1300=8920W$ **B.1.2 Analyse des caractéristiques du convertisseur (2 points).**

B.1.2.1 400 à 1000V

B.1.2.2 La bobine lisse le courant, le condensateur lisse la tension

**B.1.3 Détermination des grandeurs électriques en condition de test (2 points).**B.1.3.1  $P_{amont}=8920/0,9=9911W$ B.1.3.2  $P_{amont}=U_0 \cdot I_0$  d'où  $I_0=9911/750=13,2A$ **B.2 Dimensionnement de l'alimentation 750V DC du banc de test de la climatisation Soprano: étude d'une solution technique comprenant un transformateur et un redresseur PD3 (16 points)****B.2.1 Détermination du rapport de transformation entre réseaux (9 points).**B.2.1.1  $U_0=750V$ B.2.1.2 Sur l'intervalle [8,3ms ; 15ms] on a  $v_b > v_a$  et  $v_b > v_c$  dans un montage à cathodes communes donc D2 passanteSur l'intervalle [5ms ; 11,7ms] on a  $v_c < v_a$  et  $v_c < v_b$  dans un montage à anodes communes donc D6 passanteB.2.1.3  $u_{D1}=u_{D5}=0$  donc  $u_0=v_a-v_b=u_{ab}$  sur l'intervalle [1,66 ; 5ms] d'où le tracéB.2.1.4  $u_0$  varie entre 700 et 800V donc compatible avec l'entrée du CVS 600 à 1000 VB.2.1.5  $\hat{U}_0=U_0/0,95=750/0,95=789,5V$ B.2.1.6  $U''=789,5/fi2=558V$ B.2.1.7  $U''=m \cdot U'$  d'où  $m=558/400=1,395$ **B.2.2 Détermination des valeurs efficaces des courants aux différents points de l'ensemble transformateur-redresseur (7 points).**B.2.2.1  $i_{D2}=i_{D5}=I_0$  à l'état passant,  $i_{D2}=i_{D5}=0$  à l'état bloqué, voir DR2.B.2.2.2  $I_b=i_{D2}-i_{D5}$ , voir DR2.B.2.2.3  $I'=fi(I_b^2 \cdot (4T/6)/T)=I_0 fi(2/3)=10,8A$ 

B.2.2.4 Voir DR2

B.2.2.5  $I=m \cdot I_0 fi(2/3)=15A$



**B.3 Prise en compte des contraintes thermiques dans l'armoire (12 points)****B.3.1 Estimation des pertes thermiques du transformateur (6 points)**

B.3.1.1  $R_F$  pertes fer et  $R_S$  pertes joule ramenées au secondaire par phase

$$P_{1v} = 3 \cdot V'_{\sqrt{}}^2 / R_F = U'_{\sqrt{}}^2 / R_F \text{ d'où } R_F = 400^2 / 217 = 737 \Omega$$

$$P_{1cc} = 3 \cdot R_s \cdot I_{cc}^2 \text{ d'où } R_s = 224 / (3 \cdot 8^2) = 1,17 \Omega$$

B.3.1.2 Sous 400V,  $P_F = P_{1v} = 217W$

$$\text{Sous } 10,3A, P_J = 3 \cdot R_s \cdot I_a^2 = 3 \cdot 1,17 \cdot 10,3^2 = 372W$$

B.3.1.3.1  $I_{a5} = 2,0A$   $I_{a7} = 1,3A$   $I_{a11} = 0,70A$   $I_{a13} = 0,60A$

B.3.1.3.2  $P_{JHarmo} = 3 \cdot 1,17 \cdot (2,0^2 + 1,3^2 + 0,70^2 + 0,60^2) = 23W$

B.3.1.4  $P_{totale} = 217 + 372 + 23 + 96 = 708W$

**B.3.2 Etude de la ventilation de l'armoire (6 points)**

B.3.2.1  $S = 2 \cdot (1 \cdot 1,2 + 1 \cdot 0,47 + 1,2 \cdot 0,47) = 4,468m^2$  d'où  $R_{th} = 1 / (4,468 \cdot 4) = 0,056K \cdot W^{-1}$

B.3.2.2 En régime permanent,  $P_{captée \text{ par l'air}} = m \cdot C_p \cdot dT/dt = 0$  d'où  $P_{thermique \text{ dissipée}} = (T_{int} - T_{ext}) / R_{th}$

$$= T_{ext} + R_{th} \cdot P_{thermique \text{ dissipée}} = 18 + 0,056 \cdot 710 = 57,8^\circ C > 35^\circ C : \text{il faut ventiler}$$

B.3.2.3  $P_{perdue \text{ à l'extérieur}} = (T_{int} - T_{ext}) / R_{th} = (35 - 18) / 0,056 = 304W$

$$\text{Il faut évacuer } P_{th-ventilo} = 710 - 304 = 406W$$

B.3.2.4 Masse à extraire par seconde :  $m = P_{th-ventilo} / (C_p \cdot \Delta T) = 406 / (1000 \cdot (35 - 18))$

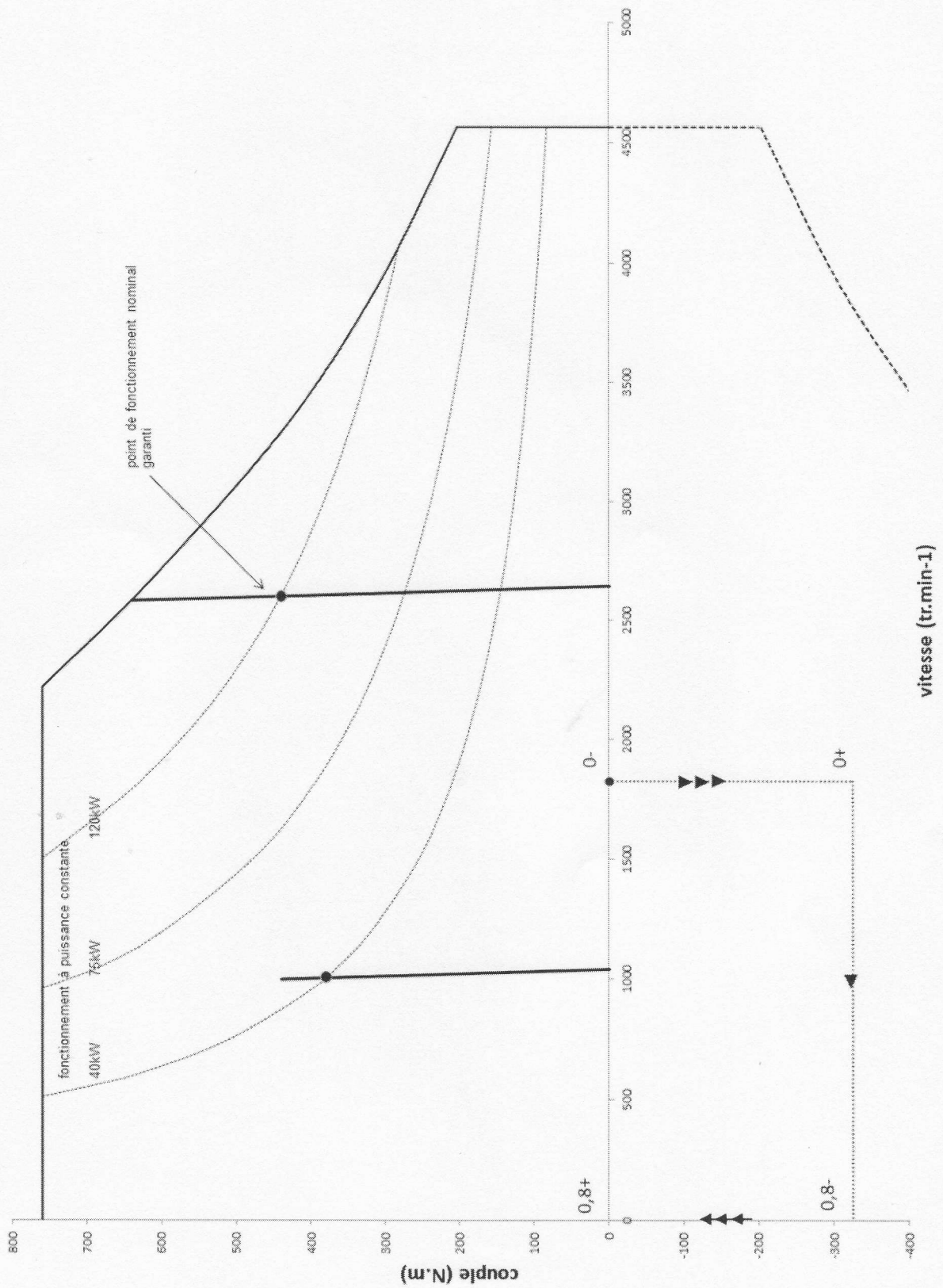
$$m = 0,024kg \cdot s^{-1} \text{ (} J \cdot s^{-1} \cdot J^{-1} \cdot K \cdot kg \cdot K^{-1} \text{)}$$

B.3.2.5 Volume à extraire par seconde :  $V = m / \rho = 0,024 / 1,15 = 0,0208m^3 \cdot s^{-1}$

$$q = 3600 \cdot 0,0208 = 75m^3/h$$

Document réponse DR1

Plan de fonctionnement de la machine asynchrone de traction en test



Document réponse DR2

