

BTS FED 2016 – Corrigé**Option Domotique et Bâtiments communicants****Option Génie climatique et fluide****A - Mesure du débit volumique du système de ventilation**

1. La sonde Pitot, reliée au manomètre à eau est introduite dans un tuyau de soufflage (ventilateur mis en marche). La lecture de la dénivellation du manomètre nous permet de déterminer la vitesse du fluide. La connaissance de la section du tuyau de soufflage permet de calculer le débit d'air.

2. On applique la relation de Bernoulli entre les points S et T (pas de pertes de charge) :

$$\underbrace{\frac{1}{2} \frac{v_S^2}{g}}_{=0} + \frac{p_S}{\rho_a g} = \frac{1}{2} \frac{v_T^2}{g} + \frac{p_T}{\rho_a g} \quad \text{avec : } z_S \square z_T$$

En multipliant les deux membres de l'égalité précédente par $\rho_a g$, on obtient : $p_S = \frac{1}{2} v_T^2 \rho_a + p_T$

3. La loi de l'hydrostatique s'écrit : $p_S - p_T = \rho g h$

La comparaison des deux dernières relations nous permet d'écrire : $\rho g h = \frac{1}{2} v_T^2 \rho_a$ puis :

$$v_a = \sqrt{\frac{2 \rho g h}{\rho_a}}$$

4.1. Calcul numérique : $v_a \cong 16,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Données : $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; $\rho_a = 1,29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$; $\rho = 1,00 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

4.2. Le débit volumique q_v de l'air soufflé s'exprime à l'aide de la section S du tuyau de soufflage (tuyau dans lequel on a introduit la sonde : $S = \frac{\pi d_t^2}{4}$; on a donc :

$$q_v = v_a \times \frac{\pi d_t^2}{4}$$

$$q_v \cong 2,56 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \text{ soit } 9,21 \times 10^3 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

5. Le tableau fourni permet de voir que le débit horaire calculé ci-dessus peut être obtenu avec un moteur de puissance nominale de 4 kW ; un moteur de 11 kW est donc inapproprié.

B - Régulation de la vitesse moteur**I. Moteur asynchrone**

1. La valeur efficace de la tension composée du réseau 230 V / 400 V – 50 Hz est égale à 400 V.

Conformément à la plaque signalétique du moteur, seul le couplage étoile convient si on veut le brancher sur ce réseau.

$\cos \varphi = 0,79$	50 Hz
Δ 230 V	15,2 A / 8,8 A
Y 400 V	740 tr. min ⁻¹

2. La puissance nominale P_a est reliée à la puissance utile par : $P_u = \eta_M \times P_a$

$$P_u \cong 3,98 \text{ kW}$$

Notons que la puissance indiquée correspond peu ou prou à la valeur indiquée précédemment ; cette valeur est en cohérence avec le choix opéré précédemment (partie A).

3. On complète le document réponse en ajoutant un wattmètre et un voltmètre pour mesurer la puissance

consommée par le moteur ainsi que la tension composée.

La puissance indiquée par le wattmètre doit être multipliée par trois pour obtenir la puissance consommée par le moteur.

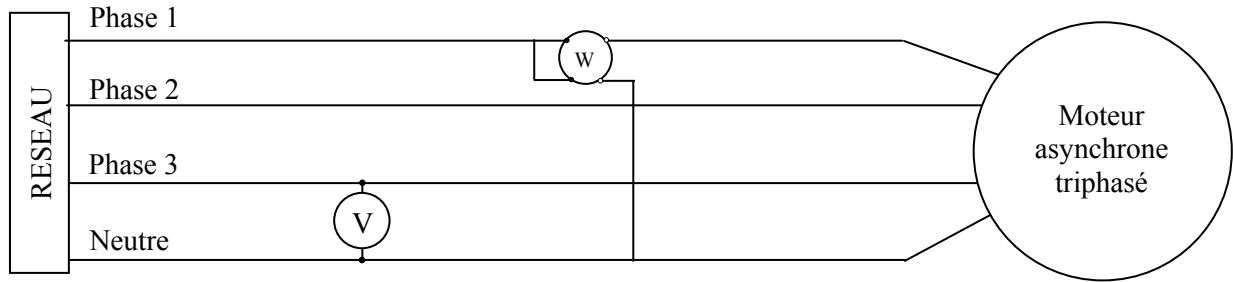


Figure 1

II. Alimentation du moteur de la CTA

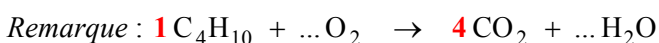
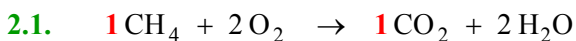
On alimente le moteur de la CTA à l'aide d'un variateur constitué entre autres d'un onduleur.

1. Un onduleur est un dispositif d'électronique de puissance permettant de délivrer des tensions et des courants alternatifs à partir d'une source d'énergie électrique continue. C'est un convertisseur statique de type continu / alternatif.
2. Le réglage de l'onduleur permet d'obtenir des phases de récupération d'énergie (pendant lesquelles l'énergie est transférée de la charge vers la source de sorte que la puissance délivrée au moteur (charge) est réglable.

Le réglage de la puissance fournie au moteur permet de faire varier la vitesse du moteur et donc le débit d'air de la CTA puisque le ventilateur est, lui-même commandé par le moteur.

C - Choix du combustible de la chaudière, d'un point de vue environnemental

1. Compte tenu des formules chimiques des deux constituants, la combustion d'une mole de butane fournit quatre moles de dioxyde de carbone alors que la combustion d'une mole de méthane ne fournit qu'une mole de dioxyde de carbone. Toutefois, ces deux combustibles n'ayant pas le même PCI, il faut faire une comparaison plus poussée avant de conclure.



2. 2. Détermination de la quantité de dioxyde de carbone produite dans le cas du méthane :

méthane	Remarque : butane
$m_1 = 3,36 \text{ kg}$	$m_2 = 3,75 \text{ kg}$
$n_1(\text{CO}_2) = \frac{m_1}{M(\text{CH}_4)}$ soit : $n_1(\text{CO}_2) \cong 210 \text{ mol}$	$n_2(\text{CO}_2) = 4 \frac{m_2}{M(\text{C}_4\text{H}_{10})}$ soit : $n_2(\text{CO}_2) \cong 259 \text{ mol}$

D - Régulation de la température

1. Caractéristique de transfert du capteur PT100.

1.1. La résistance de la sonde doit être mesurée à l'aide de l'ohmmètre en même temps que la température de la sonde.

1.2. L'ohmmètre est placé à la sortie de la sonde plongée dans un bain thermostaté de température variable. On

relève la résistance en fonction de la température.

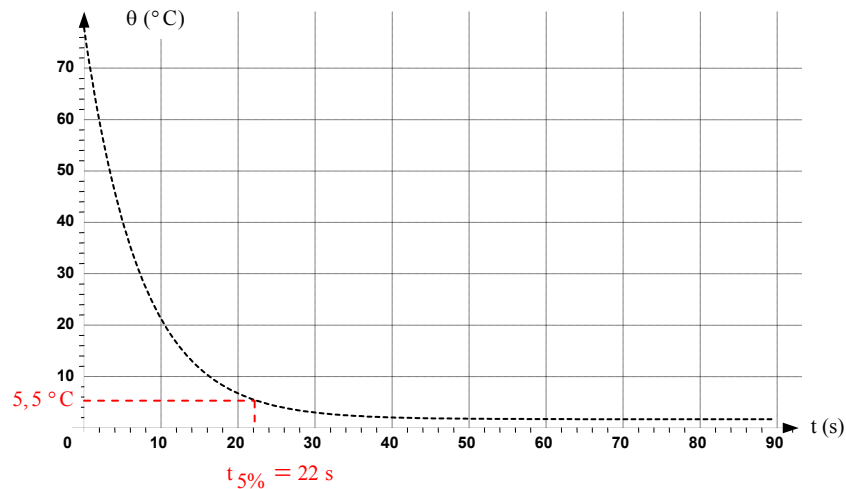
2.1. La relation mathématique cherchée est fournie par la modélisation qui apparaît sur le graphe :

$$R \text{ (en } \Omega) = 0,389 \times \theta \text{ (en } ^\circ\text{C}) + 100,3$$

3. Temps de réponse

3.1. On suit la méthode fournie par l'énoncé :

- Calcul de l'écart entre les températures finale et initiale : $\Delta\theta = |\theta_f - \theta_i| = 77,9^\circ\text{C} - 1,7^\circ\text{C} = 76,2^\circ\text{C}$
- On ajoute 5 % de cet écart à θ_f pour obtenir $\theta_{5\%}$: $\theta_{5\%} = 1,7^\circ\text{C} + \frac{5}{100} \times 76,2^\circ\text{C} = 5,5^\circ\text{C}$
- Le temps de réponse correspondant à $\theta_{5\%}$ est de l'ordre de 22 s.



Remarque : le traitement de l'information est plus rapide si l'on utilise l'expression mathématique de la réponse du capteur.

Expression relative à la courbe : $\theta = (\theta_f - \theta_i) e^{-0,136 \times t} + \theta_f$ avec $\theta_f = 1,7^\circ\text{C}$ et $\theta_i = 77,9^\circ\text{C}$

On cherche $\theta_{5\%}$ telle que l'on ait : $\theta_{5\%} = (\theta_f - \theta_i) \frac{5}{100} + \theta_f$ ce qui revient à poser : $e^{-0,136 \times t_{5\%}} = \frac{5}{100}$ soit,

plus « simplement » : $e^{0,136 \times t_{5\%}} = \frac{100}{5} = 20$.

On prend le logarithme népérien des deux membres de la relation précédente et on obtient :

$$t_{5\%} = \frac{\ln 20}{0,136} \quad t_{5\%} = 22 \text{ s}$$

3.2. Ce temps de réponse est compatible avec l'utilisation de ce capteur pour une sonde de température d'ambiance associée à la CTA car cette valeur est très faible comparée aux durées d'évolution d'une température d'ambiance qui est de l'ordre de quelques minutes. Voir quelques heures.