

Devoir n°3

Exercice 1 (7 points)

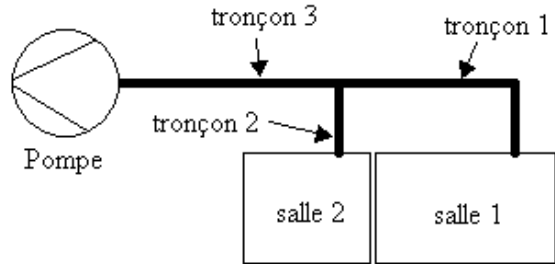
Cet exercice porte sur le dimensionnement d'une installation de renouvellement d'air : son objectif est d'extraire l'air vicié de deux salles d'un restaurant pour le remplacer par un air sain. Le nombre de renouvellements par heure préconisé est égal à 10 (le volume d'air de la pièce doit être renouvelé 10 fois par heure). Pour limiter le bruit, la vitesse de l'air dans les canalisations ne devra pas dépasser 5 m/s.

Le schéma ci-dessous représente l'installation :

Les salles ont les dimensions suivantes :

- salle 1 : hauteur sous plafond égale à 3,5 m ; longueur égale à 20 m et largeur égale à 8 m.
- salle 2 : hauteur sous plafond égale à 3,5 m ; longueur égale à 10 m et largeur égale à 6 m.

Les conduites de l'installation sont circulaires, le tronçon 3 a une longueur de 5 m, le tronçon 1 une longueur de 6 m et le tronçon 2 une longueur de 4 m.



La relation de Bernoulli pour un fluide réel s'écoulant d'un point A vers un point B s'écrit :

$$\frac{1}{2}\rho(v_B^2 - v_A^2) + \rho g(z_B - z_A) + p_B - p_A = \frac{P}{Q_v} - \Delta p \quad \text{avec } v_B \text{ et } v_A \text{ les vitesses du fluide aux points B et A,}$$

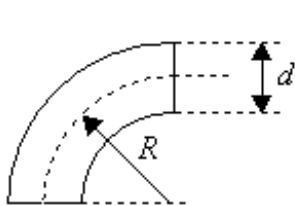
z_B et z_A , les cotes des points B et A, p_B et p_A les pressions statiques aux points B et A, P la puissance reçue par le fluide, Q_v le débit volumique du fluide et Δp les pertes de charge.

La masse volumique de l'air sera prise égale à 1,2 kg/m³.

Les pertes de charge régulières sont obtenues à partir de l'abaque de la page 5.

Les pertes de charge singulières sont obtenues par la relation $\Delta p_s = K \frac{\rho v^2}{2}$ avec ρ la masse volumique du fluide et v sa vitesse.

- Pour les coudes de la canalisation, K est déterminé à partir du tableau suivant :



R/d	0,5	0,75	1	1,5	2
K	1	0,45	0,30	0,20	0,20

R est le rayon de courbure de la conduite.

- Le « Té » assurant la jonction entre des tronçons 1 et 2 avec le tronçon 3 présente un coefficient $K = 1,4$.
- Chaque bouche d'extraction présente un coefficient $K = 0,7$.

1. Calcul des sections de conduites de l'installation

- a. Calculer le volume de chaque salle et en déduire les débits Q_{v1} et Q_{v2} dans les canalisations des tronçons 1 et 2.
- b. En déduire les sections S_1 et S_2 de ces canalisations pour que la vitesse maximale admissible ne soit pas dépassée.
- c. Calculer le débit Q_{v3} dans la canalisation principale (tronçon 3) et en déduire sa section.

Les sections calculées précédemment n'étant pas disponibles, on prendra des canalisations de diamètres $D_1 = 630$ mm (tronçon 1), $D_2 = 400$ mm (tronçon 2) et $D_3 = 800$ mm (tronçon 3).

- d. Calculer la vitesse de l'air dans le tronçon 1 avec le diamètre de canalisation choisi. Le cahier des charges est-il respecté en ce qui concerne la vitesse maximale dans cette conduite ?

Pour la suite, la vitesse de l'air dans les conduites est prise égale à 5m/s.

2. Pertes de charge pour le tronçon 1

- a. Utiliser l'abaque pour déterminer les pertes de charge régulières dans la conduite du tronçon 1 (document à rendre avec la copie).
 b. Le tronçon 1 comprend deux coudes de rayons égaux à 100 cm et une bouche d'extraction. Calculer la somme des pertes singulières pour ce tronçon.
 c. Déduire de ce qui précède les pertes de charge totales Δp_1 pour le tronçon 1.

3. Pression au point E1

Le point E₁ est le point du tronçon 1 juste avant la jonction avec le tronçon 2. On souhaite appliquer la relation de Bernoulli sur le tronçon 1 pour un filet d'air partant de la salle 1 (qui est à la pression atmosphérique) et allant à la pompe.

- a. Justifier que la vitesse de l'air dans la salle est supposée nulle.
 b. La conduite est horizontale, comment est modifiée la relation de Bernoulli ?
 c. Déduire des questions précédentes que $p_{E1} = -\Delta p_1 + p_{atm} - \frac{1}{2} \rho v_1^2$ avec p_{E1} la pression au point E₁ et p_{atm} la pression atmosphérique. Calculer la différence entre la pression atmosphérique et p_{E1} .

4. Puissance de la pompe

La pression en sortie du « Té » de jonction des tronçons 1 et 2 avec le tronçon 3 est de 70 Pa en dessous de la pression atmosphérique, les pertes de charge dans le tronçon 3 sont égales à 15 Pa. Cette conduite est horizontale.

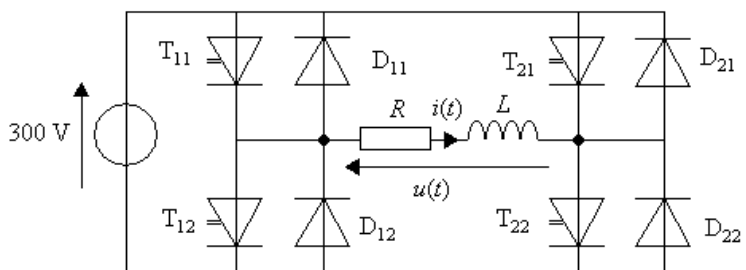
- a. Quelle est la vitesse de l'air à travers la pompe ?
 b. Déterminer la puissance de la pompe (l'air à sa sortie est à la pression atmosphérique).

Exercice 2 (5,25 points)

On considère l'onduleur en pont dont le schéma est représenté ci-dessous :

1. Contraintes de fonctionnement et valeur de la tension de sortie

- a. Pourquoi T₁₁ et T₁₂ ne doivent-ils pas être commandés simultanément à la fermeture ?
 b. Quelle est la valeur de la tension de sortie si T₁₁ et T₂₁ sont commandés à la fermeture ?



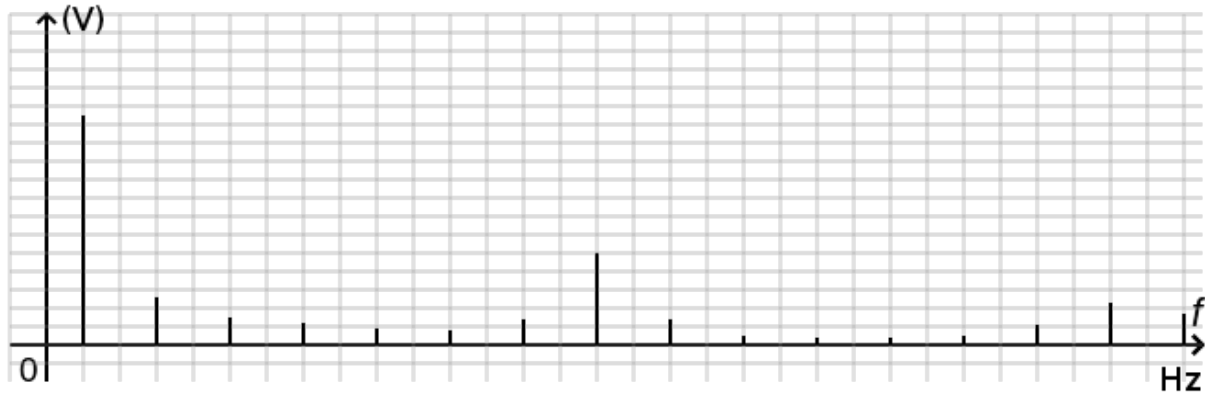
$R = 10 \Omega$ et $L = 50$ mH

- c. Quelle est la valeur de la tension de sortie si T₁₂ et T₂₁ sont commandés à la fermeture ?

Pour la suite, les interrupteurs unidirectionnels commandés à l'ouverture et à la fermeture T₁₁, T₁₂, T₂₁ et T₂₂ sont commandés pour obtenir une tension de sortie MLI unipolaire.

Le graphe de la page suivante représente le spectre en amplitude de la tension de sortie de l'onduleur. Une division horizontale correspond à 50 Hz et une division verticale correspond à 25 V.

Spectre en amplitude de la tension de sortie de l'onduleur

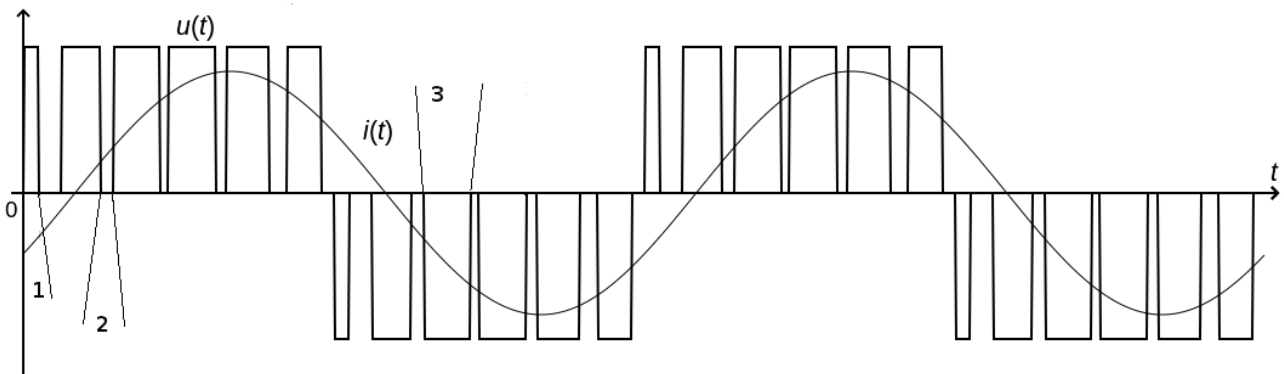


2. Détermination du courant de sortie de l'onduleur

- a. Donner l'expression de l'impédance complexe de la charge de l'onduleur en fonction de la résistance R , de l'inductance L et de la pulsation $(2k + 1)\omega$ de l'harmonique de rang $(2k + 1)$ (k est un entier positif ou nul).
- b. Dédire de ce qui précède le module de l'impédance en fonction des éléments de la charge et de la pulsation de l'harmonique de rang $(2k + 1)$.
- c. Calculer le module de l'impédance pour le fondamental et le premier harmonique non négligeable de la tension de sortie de l'onduleur (préciser la fréquence de ce dernier).
- d. Dédire de la question précédente l'intensité efficace du fondamental du courant ainsi que celle du premier harmonique non négligeable.
- e. Justifier que le courant sera supposé sinusoïdal dans ce qui suit.

3. Intervalles de conduction

Le graphique ci-dessous représente la tension et le courant de sortie de l'onduleur.



- a. Quels sont les éléments passants pendant l'intervalle 1 ?
- b. Quels sont les éléments passants pendant l'intervalle 2 (T_{11} et T_{21} sont commandés à la fermeture) ?
- c. Quels sont les éléments passants pendant l'intervalle 3 ?

Exercice 3 (7,75 points)

On considère une machine asynchrone triphasée à cage dont les indications de la plaque signalétique sont les suivantes : 4 pôles ; 1455 tr/min ; 15 kW ; 50 Hz ; 400 V / 230 V ; 28 A ; $\cos \varphi = 0,86$

Des essais préliminaires ont donné :

- à vide sous tension nominale : $I_0 = 5,6$ A, puissance absorbée $P_0 = 1220$ W
- avec le rotor bloqué sous tension réduite et courant nominal : $V_{cc} = 90$ V, puissance absorbée $P_{cc} = 790$ W.

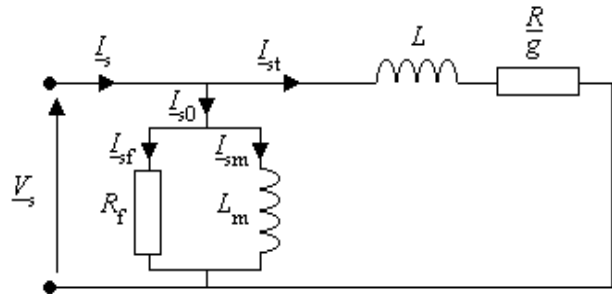
Les pertes par effet Joule au stator et les pertes mécaniques sont négligées.

1. Détermination des éléments du schéma équivalent.

- a. Utiliser l'essai à vide pour déterminer les valeurs de la résistance R_f et de l'inductance L_m .

Pour la suite, on prendra $R_f = 130 \Omega$ et $L_m = 140$ mH.

- b. Déterminer la puissance active pour R_f et la puissance réactive pour L_m lors de l'essai en court-circuit.



- c. Combien vaut le glissement lorsque le rotor est bloqué ?

- d. En déduire la puissance active pour R et la puissance réactive pour L lors de l'essai en court-circuit.

- e. Déterminer la puissance apparente pour l'association de R et L puis en déduire l'intensité efficace I_{stcc} du courant I_{st} lors de l'essai en court-circuit.

- f. Utiliser les résultats précédents pour déterminer les valeurs de R et L .

2. Étude du fonctionnement nominal

- a. Calculer le glissement pour ce fonctionnement.

- b. Déterminer la puissance électrique absorbée par le stator et en déduire la puissance transmise au rotor.

- c. Rappeler la relation entre la puissance transmise au rotor et les pertes par effet Joule au rotor puis calculer les pertes par effet Joule au rotor.

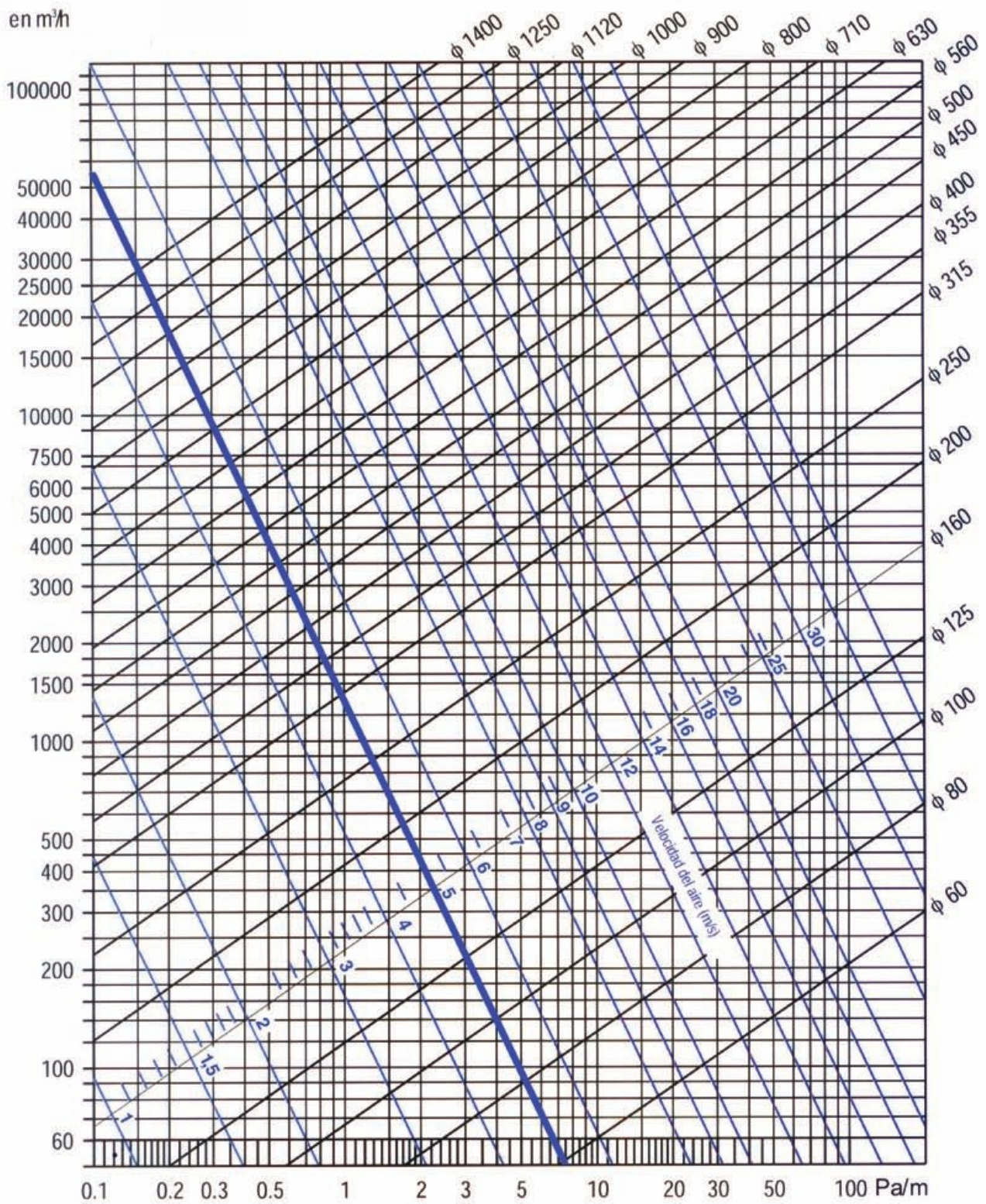
- d. Déduire de ce qui précède la puissance utile si les pertes mécaniques sont négligées.

- e. Calculer le moment du couple utile.

Nom :

Prénom :

Abaque pour la détermination des pertes de charge dans les conduites (exercice 1)
(« velocidad del aire » signifie « vitesse de l'air »)



Extrait d'une documentation de Soler & Palau