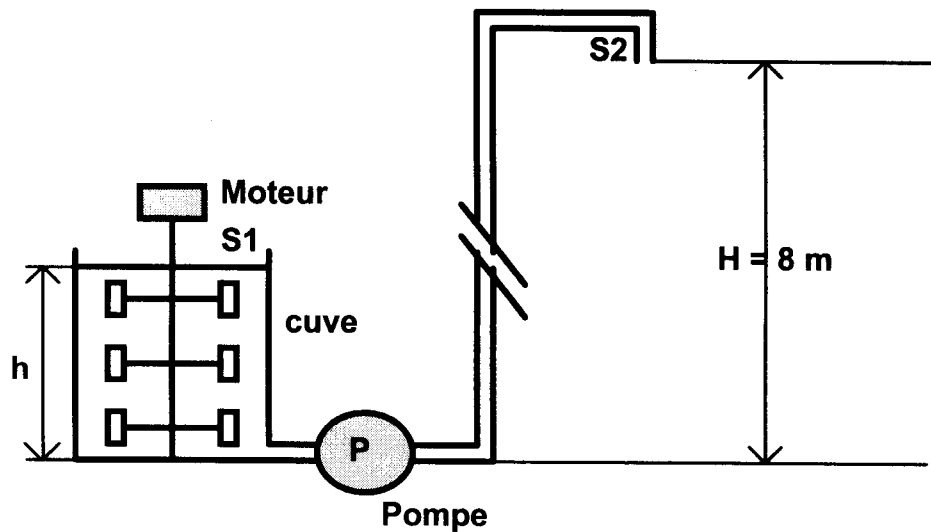


Partie 1 : Mécanique des fluides



Dans une cuve cylindrique, de diamètre $d_1 = 1,20 \text{ m}$ on prépare un mortier liquide en mélangeant eau, ciment et sable. L'agitation est réalisée grâce à un moteur d'entraînement et un système à palettes ..

On prépare **2 tonnes** de mortier liquide de masse volumique : $\rho = 1800 \text{ kg.m}^{-3}$

1) Une fois le mélange terminé, on enlève le système d'agitation. Calculer la hauteur h du mortier dans la cuve à ce moment ?

2) On transporte ensuite le mortier au 2e étage d'un immeuble (**altitude $H = 8 \text{ m}$**) à l'aide d'une pompe et d'un tuyau de diamètre intérieur constant $d_2 = 8 \text{ cm}$ de longueur $L = 40 \text{ m}$ et présentant **3 coudes** arrondis à angle droit et de même diamètre intérieur. Chacun de ces coudes équivaut pour les pertes de charge à une longueur supplémentaire de conduite de **3 m**. On désire que la cuve soit vidée en **10 minutes** avec un débit volumique constant q_v

2-1) Calculer le débit volumique q_v ainsi que la vitesse c_2 du mortier dans la conduite et c_1 dans la cuve. Dans la suite, on pourra négliger c_1 devant c_2 .

2-2) Calculer le nombre de Reynolds R pour la conduite, et en déduire le type d'écoulement.

On donne : la viscosité cinématique du mortier $\nu = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$

le nombre de Reynolds : $R = \frac{c.d}{\nu}$

λ coefficient de pertes de charge.

Pertes de charge J dans une conduite : $J = -\frac{\lambda.c^2}{2.d}.L$

Types d'écoulement et expressions de λ .

$$R \leq 2000 : \quad \text{écoulement laminaire} \quad \lambda = \frac{64}{R}$$

$$2000 < R < 40000 : \quad \text{écoulement turbulent lisse} \quad \lambda = 0,316 \cdot R^{-0,25}$$

Equation de BERNOULLI pour 1 kilogramme de fluide :

$$W_{12} + J_{12} = \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \frac{1}{2}(c_2^2 - c_1^2) + g(z_2 - z_1)$$

Accélération de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

2-3) Calculer les pertes de charge totales dans la conduite (en tenant compte des coudes) en J/kg de mortier .

2-4) La sortie du tuyau se fait à la pression atmosphérique $P_2 = P_1 = 10^5 \text{ Pa}$

Calculer le travail W fourni par la pompe à un kg de mortier au début du transport . En déduire la puissance de la pompe si son rendement est de 90 % .

2-5) Vers la fin du transport , quand la cuve est presque vide, la puissance calculée précédemment est-elle suffisante?

On justifiera la réponse .

Partie 2 : Electrotechnique

Commande d'un moteur par un pont mixte

On alimente l'induit d'un moteur à courant continu dont l'excitation est constante en série avec une bobine à travers un pont mixte : 2 thyristors et 2 diodes (considérés comme parfaits), à partir d'une source de tension alternative $v(t)$ de valeur efficace V

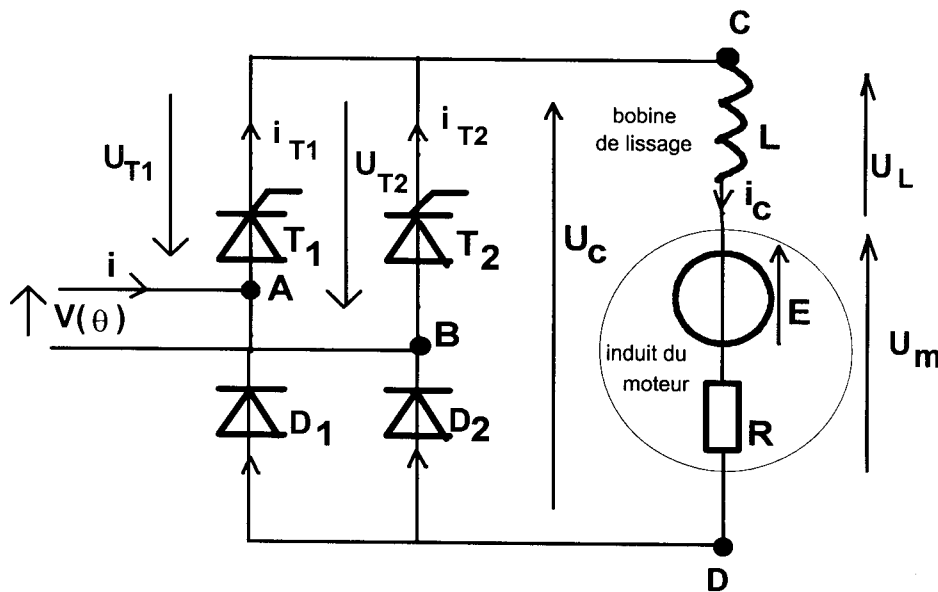
et de fréquence $f = 50 \text{ Hz}$. $V(t) = \hat{V} \sin \omega t$ ou avec $\theta = \omega t$: $V(\theta) = \hat{V} \sin \theta$

On appelle E la f.é.m. de l'induit du moteur et R sa résistance. (Cette f.é.m. est proportionnelle à la fréquence de rotation $E = 0,12 \cdot n$ (avec E en Volt, n en $\text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$). $R = 2,0 \, \Omega$.

Le thyristor T_1 est amorcé à l'instant t_0 angle de retard à l'amorçage $\alpha = \omega \cdot t_0$

Le thyristor T_2 est amorcé à l'instant $t_0 + T/2$ (angle d'amorçage $\alpha + \pi$)

L'inductance L de la bobine est telle que l'on constate que le courant $i_c(t)$ dans la charge est ininterrompu, son ondulation suffisamment faible pour qu'on puisse **considérer i_c pratiquement constant et égal à sa valeur moyenne I_c**



On a relevé les oscillogrammes :

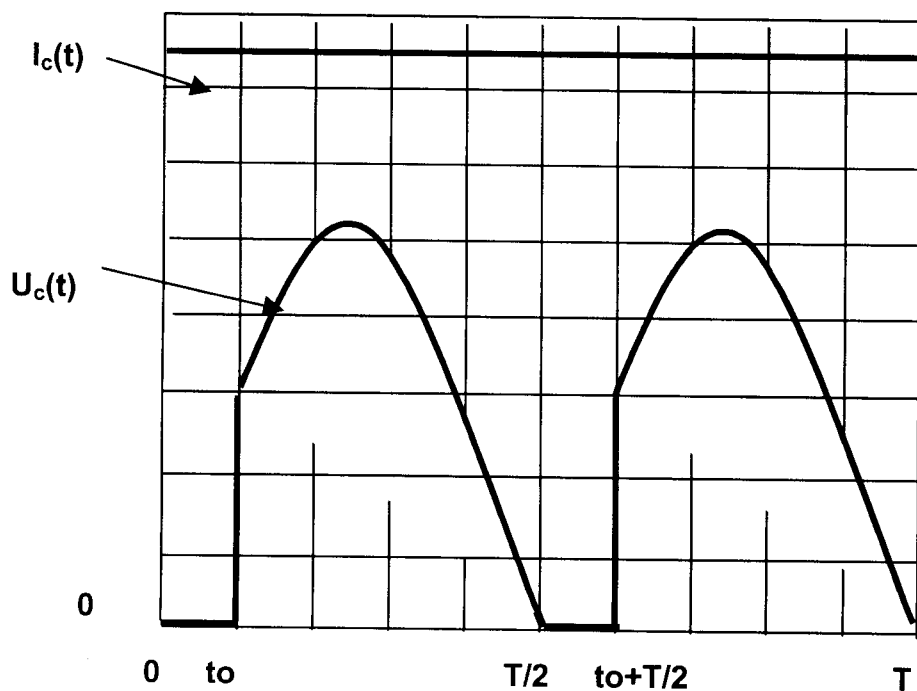
- de la tension redressée $u_c(t)$ aux bornes de la charge constituée par l'induit du moteur et la bobine de lissage

sensibilité de la voie : **20 V/div**

- de l'image de l'intensité du courant dans la charge $i_c(t)$ au moyen d'une sonde de courant de sensibilité **10 A / V**

sensibilité de la voie : **20 mV/div**

La base de temps est de **2 ms/div**



1) Dédurre des oscillogrammes

- 1-1) la valeur numérique de l'intensité du courant dans la charge $i_c(t) = I_c$;
- 1-2) l'amplitudes $\hat{U}_c$ de la tension aux bornes de la charge puis $\hat{V}$, celle de la tension délivrée par la source alternative ;
- 1-3) les valeurs numériques de la période T , de l'angle de retard à l'amorçage θ_0 , du retard à l'amorçage t_0 . (On montrera alors que l'angle de retard est $\alpha = \pi/5$).

2)

- 2-1) Quel type d'appareil choisiriez vous pour mesurer la valeur moyenne $\bar{U}_c$ de $u_c(t)$?
- 2-2) Sachant que

$$\bar{U}_c = \frac{2\hat{V}}{\pi} \cdot \frac{(1 + \cos\theta)}{2} \quad , \text{ calculer } \bar{U}_c$$

3) On rappelle que la valeur moyenne de $u_L(t)$: $\bar{U}_L = 0$

Exprimer U_m en fonction de E , R et I_c . En déduire la valeur numérique de la f.é.m. E de l'induit du moteur et sa fréquence de rotation n (en tr/min).

4) Compléter le document réponse (page 5/5) en indiquant les intervalles de conduction de T_1 , T_2 , D_1 et D_2 .

Session :

Examen ou Concours

Série* :

Spécialité/option* :

Repère de l'épreuve :

Épreuve/sous-épreuve :

NOM :

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms :

N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Repère : ROPHY

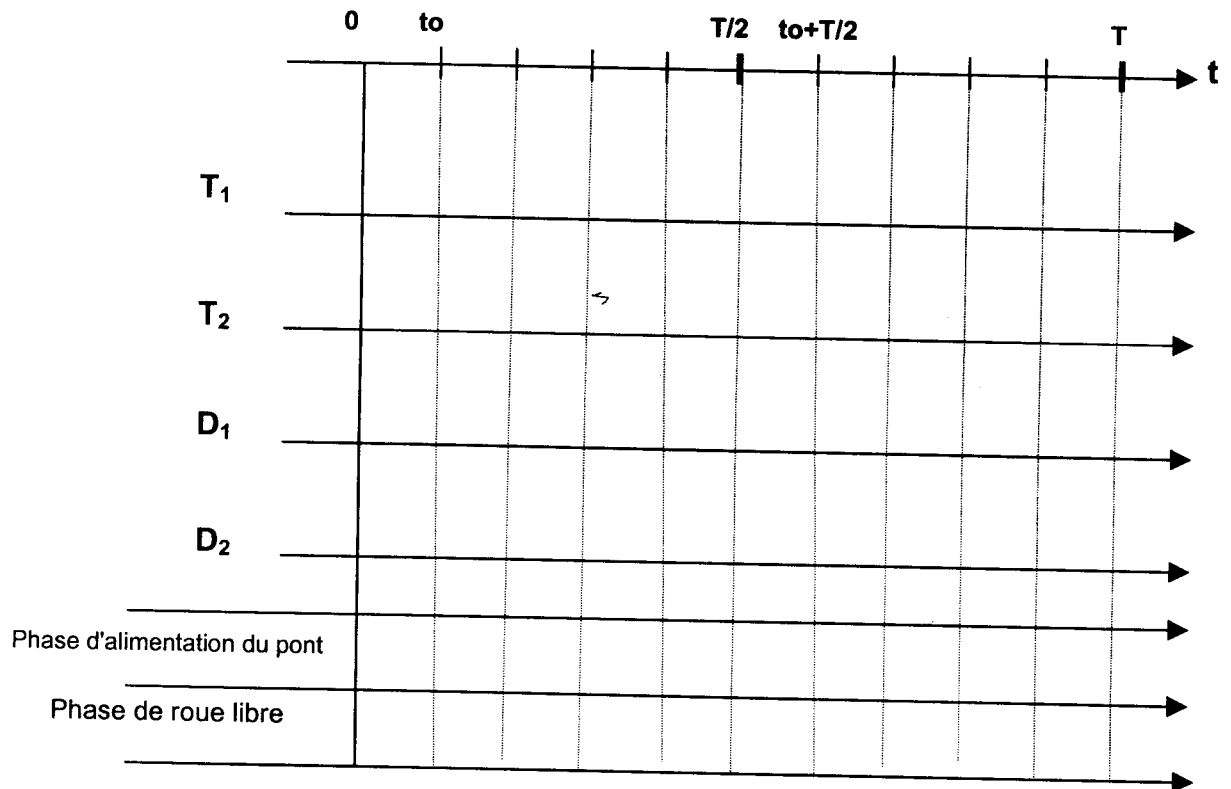
Session : 1999

Durée : 2 h

Page 5 / 5

coefficient : 2

Document réponse à remettre avec la copie



Corrigé Partie 1 : Mécanique des fluides (10 points)

1) la hauteur h du mortier dans la cuve: $V=M/\rho$ et $h=V/S$, d'où $h=4.2000/(1800.\pi.1,2^2)=0,98\text{m}\#1\text{m}$ (1 point)

2-1) le débit volumique : $q_v = V/D=2000/(1800.600)=1,85.10^{-3}\text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ (1 point)

la vitesse du mortier dans la conduite : $c_2 = q_v / S_2=4.1,85.10^{-3}/\pi.0,08^2=0,37\text{ m}.\text{s}^{-1}$ (1 point)

la vitesse du mortier dans la cuve : $c_1 = q_v / S_1=4.1,85.10^{-3}/\pi.1,2^2=1,6.10^{-3}\text{ m}.\text{s}^{-1}\#0,5\%$ de c_2 (1 point)

2-2) le nombre de Reynolds : $R = \frac{c.d}{\nu} = \frac{0,37.0,08}{2,7.10^{-3}} = 11$; le type d'écoulement : laminaire ; $\lambda = \frac{64}{R} = 5,82$ (1,5 point)

2-3) les pertes de charge totales dans la conduite : $J = -\frac{\lambda.c^2}{2.d}L = -\frac{5,82.0,37^2}{2.0,08}49 = -244\text{J/kg}$ (1 point) (0,5 si 40 → 200)

2-4) le travail fourni par la pompe à un kg de mortier au début du transport : $W = -J + 0,5.0,37^2 + 9,8.(8-1) = 312\text{ J}$ (1,5 point)

la puissance de la pompe : $P = 2000.W/D.\eta = 1,16\text{kW}$ (1 point) (0,5 si 8 au lieu de 7)

2-5) Vers la fin du transport, quand la cuve est presque vide, la puissance calculée précédemment est-elle suffisante?

La puissance doit augmenter puisque la différence de niveau augmente au fur et à mesure que la hauteur de mortier dans la cuve diminue ; à la fin, il faut 1/7^{ème} de plus, soit 15% (1 point) *on justifie physiquement si pas justifié 0,5 (+ 0,5 calcul)*

Corrigé Partie 2 : Electrotechnique (10 points)

1-1) la valeur numérique de l'intensité du courant dans la charge : $i_c(t) = I_c = 0,15.10 = 1,5\text{ A}$ (0,5 point)

1-2) l'amplitude de la tension aux bornes de la charge : $\hat{U}_c = 5,2.20 = 104\text{ V}$ (0,5 point)

celle de la tension délivrée par la source alternative $\hat{V} = \hat{U}_c = 104\text{ V}$ (0,5 point)

1-3) la période $T = 20\text{ms}$, l'angle de retard à l'amorçage $\theta_0 = \pi/5$ ou 36° ; le retard à l'amorçage $t_0 = 10/5 = 2\text{ms}$ (1,5 point)

2-1) Quel type d'appareil pour mesurer la valeur moyenne $\bar{U}_c$ de $u_c(t)$?

voltmètre magnétoélectrique ou numérique en position « continu » (0,5 point)

2-2) $\bar{U}_c = \frac{2\hat{V}}{\pi} \cdot \frac{(1 + \cos \theta_0)}{2} = \frac{208.181}{2.\pi} = 60\text{V}$ (0,5 point)

3) $U_m = E + R_c \cdot I_c$ (1 point)

la valeur numérique de la f.é.m. : $E = 60 - 2.1,5 = 57\text{V}$ (0,5 point);

la fréquence de rotation $n = E/0,12 = 475\text{tr/min}$ (0,5 point)

4) Compléter le document réponse :

4-1) en indiquant les intervalles de conduction de T_1 , T_2 , D_1 et D_2 : (1 point)

4-2) en indiquant par des hachures, les phases d'alimentation : (1 point)

4-3) en donnant l'allure du courant $i(t)$ délivré par la source alternative. (1 point)

Déterminer les valeurs moyenne efficace de l'intensité de ce courant. $\langle i \rangle = 0$ (alternatif) et $i_{\text{eff}} = 1,5.\sqrt{0,8} = 1,34\text{A}$ (1 point)

