

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

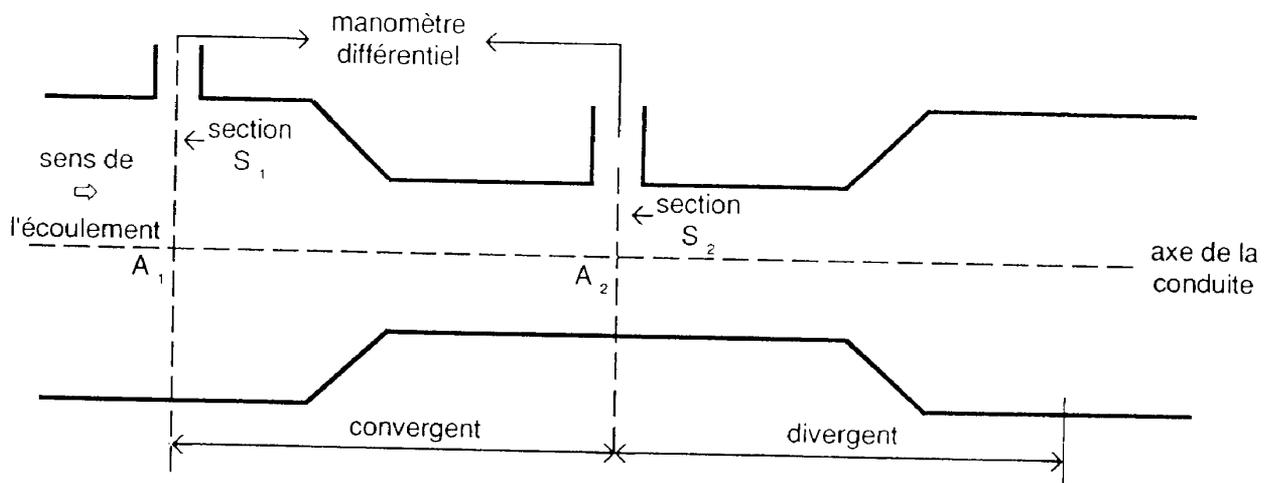
L'usage des instruments de calcul et du formulaire officiel de mathématiques est autorisé.

Les deux exercices sont indépendants et portent sur des parties différentes du programme. Ils seront rédigés sur deux copies distinctes.

EXERCICE 1 : TUBE DE VENTURI (10 points)

Un tube de Venturi est constitué d'un convergent et d'un divergent que l'on intercale dans une conduite où circule un fluide de masse volumique ρ dont on veut mesurer le débit volumique q_V .

Sur ce tube sont prévues deux prises de pression. Chacun des tubes, servant à mesurer la pression, est relié à une branche d'un manomètre différentiel sur lequel on lit une dénivellation H .



L'objectif de ce problème est d'établir le relation entre H et le débit volumique du fluide q_V . Nous supposons le fluide parfait et incompressible et l'écoulement permanent.

- 1) S_1 et S_2 sont les sections droites de la conduite à l'endroit des prises de pression $S_2/S_1 = 0,5$; V_1 et V_2 sont les vitesses du fluide respectivement en A_1 et A_2 ; P_1 et P_2 sont les pressions du fluide respectivement en A_1 et A_2 . Comparer, en justifiant, V_1 et V_2 . En déduire le rapport V_2/V_1 des vitesses. Comparer P_1 et P_2 sans effectuer de calcul, mais en justifiant la réponse.
- 2) Le tube de Venturi étant disposé horizontalement, écrire le théorème de Bernoulli entre A_1 et A_2 , puis établir l'expression de $(P_1 - P_2)$ en fonction de ρ , V_1 et V_2 .
- 3) Le fluide s'écoulant de façon permanente et son débit volumique étant noté q_V , déterminer l'expression de $(P_1 - P_2)$ en fonction de ρ , q_V , S_1 et S_2 .

- 4) Le manomètre contient de l'eau. Exprimer $(P_1 - P_2)$ en fonction de H , g et ρ_{eau} la masse volumique de l'eau. Indiquer l'unité dans laquelle s'exprime chacune de ces grandeurs.
- 5) En identifiant les expressions obtenues question 3 et 4, montrer que $H = k \cdot q_v^2$ et déterminer l'expression de k en fonction de ρ , ρ_{eau} , g , S_1 et S_2 . Indiquer l'unité de k .
- 6) Application numérique :
- masse volumique du fluide : $\rho = 900 \text{ kg.m}^{-3}$
 rapport des sections : $S_2/S_1 = 0,5$
 diamètre de la section S_1 : $D_1 = 60 \text{ mm}$
 accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
 On mesure $H = 10 \text{ mm}$. Calculer k . En déduire le débit volumique q_v du fluide.

EXERCICE 2 : MOTEUR A COURANT CONTINU
ALIMENTE PAR HACHEUR (10 points)

- A) Sur la plaque signalétique d'un moteur à courant continu, on lit les indications suivantes :

$$\text{Induit} : U_N = 220 \text{ V} ; I_N = 15 \text{ A.}$$

$$\text{Inducteur} : i_{\text{exc}} = 0,75 \text{ A.}$$

$$n_N = 1500 \text{ tr/min.}$$

On mesure la résistance de l'induit : $R = 0,80 \Omega$.

On alimente l'induit sous tension variable ; l'intensité du courant d'excitation reste constante.

Les pertes autres que celles par effet Joule sont négligées, et on assimile donc le couple électromagnétique au couple utile.

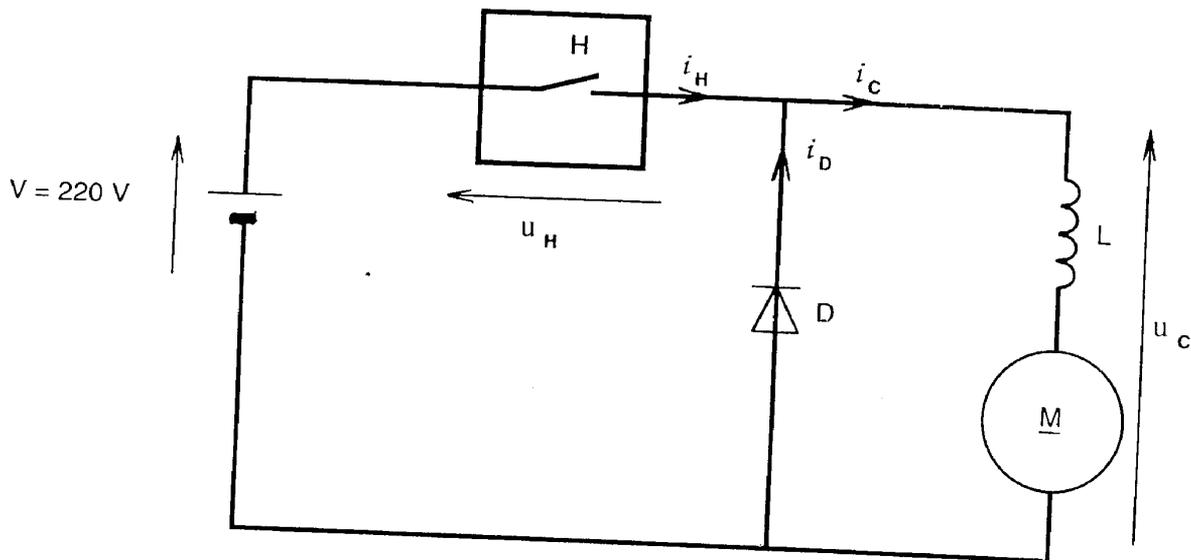
- 1) Sachant que $E = k \cdot n$, vérifier que $k = 8,32 \text{ V.tr}^{-1} \cdot \text{s}$.
- 2) Dans la relation $T = KI$ liant le moment du couple à l'intensité du courant d'induit, calculer K .
- 3) Montrer qu'une relation entre T (en N.m), U (en V) et n (en tr.s^{-1}) peut s'écrire sous la forme :

$$T = 1,66 \cdot U - 13,8 \cdot n$$

- 4) Le moment T_r du couple résistant est constant et a pour valeur 20 N.m . Calculer la fréquence de rotation du moteur pour une tension d'alimentation d'induit de 150 V .

B) Commande du moteur par un hacheur

Pour alimenter l'induit du moteur sous tension variable, on utilise un hacheur ; le schéma de principe du montage est le suivant :



H : interrupteur électronique

D : diode idéale

L : inductance de lissage permettant d'obtenir un courant d'intensité i_C constante.

- 1) Quels sont les composants électroniques utilisables pour réaliser H ?
- 2) Le fonctionnement de H est le suivant :
 - entre 0 et αT , H est fermé
 - entre αT et T, H est ouvert.
 - a) donner l'allure de u_C ;
 - b) calculer la valeur moyenne $\langle u_C \rangle$ de u_C en fonction de V et α ;
 - c) calculer α pour obtenir $\langle u_C \rangle = 150$ V ;
 - d) comment mesure-t-on la valeur moyenne d'une tension ?
- 3) Calculer la fréquence de rotation du moteur lorsque $\alpha = 0,5$ et $i_C = 15$ A.