

## Exercice 1 : Circuit en régime continu.

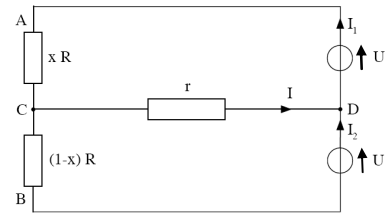
On considère le circuit ci-contre, où un curseur mobile C permet de fractionner la résistance R ( $0 < x < 1$ ).

1. Définir la notion de générateur équivalent de tension et de générateur équivalent de courant. Préciser comment transformer l'un en l'autre.

2. Déterminer les intensités I,  $I_1$  et  $I_2$ .

3. Pour quelle valeur de  $x$   $I_1$  est-il extrémal ? Exprimer la même question pour  $I_2$ .

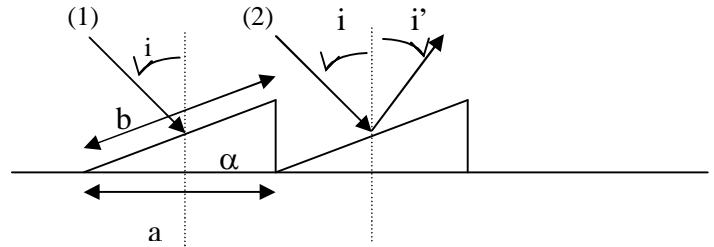
4. Calculer littéralement le rapport  $\eta = \left( \frac{P_{AC}}{P_{CB}} \right)$  des puissances dissipées dans AC et CB.



## Exercice 2 : réseau blazé :

a) On considère un réseau plan de pas  $a$  éclairé en incidence normale par un faisceau parallèle de lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ , parallèles. Démontrer la formule donnant les maxima principaux.

Un réseau blazé est obtenu en traçant sur une surface métallique des dents de scie dont la coupe est représentée ci-contre. Les bandes utiles réfléchissantes ont pour largeur  $b$ , sont inclinées de  $\alpha$ , et constituent un réseau de  $N$  bandes de pas  $a = b \cdot \cos \alpha$ .



On éclaire le réseau à l'aide d'un faisceau monochromatique parallèle incident sous l'angle  $i$ , et l'on observe à l'infini la lumière diffractée dans la direction  $i'$ .

Les angles  $i$  et  $i'$  sont mesurés par rapport à la normale au plan du réseau (en pointillés).

b) Chaque bande de largeur  $b$  diffracte. Dans quelle direction  $i'_0$  observe-t-on le maximum de la fonction de diffraction ?

c) Deux rayons frappant deux motifs successifs sous la même incidence  $i$  et émergeant sous l'angle  $i'$  interfèrent. Quelle est la différence de marche entre ces deux rayons ? A quelle condition observe-t-on un maximum de l'éclairement du aux interférences ?

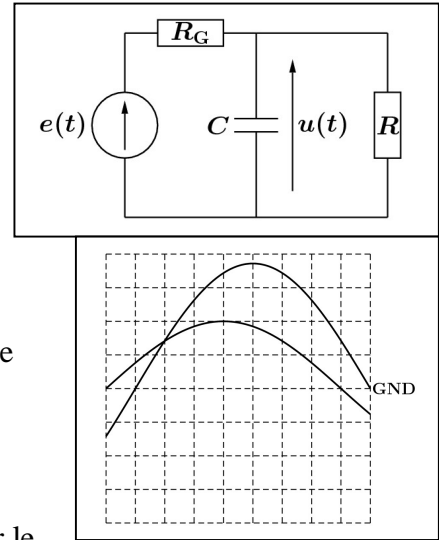
d) On veut que le maximum de diffraction du a un motif coïncide avec l'ordre d'interférences  $k$ . Quelle égalité doit être satisfaite entre  $\alpha$ ,  $a$ ,  $i$ ,  $k$  et  $\lambda$  ?

e) Le réseau utilisé comporte 200 motifs/mm. Il est utilisé en autocollimation ( $i = 0$ ) et concentre l'énergie dans l'ordre 4. En déduire l'angle  $\alpha$  appelé angle de blaze.

f) Comment pourriez-vous distinguer expérimentalement ce réseau d'un réseau plan ?

## Électrocinétique 1 : Mesure de R et C

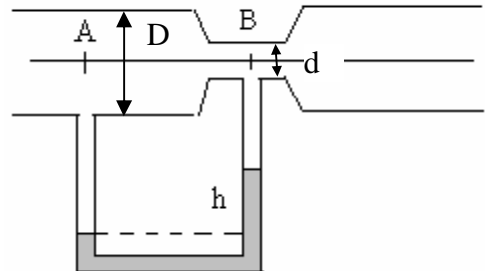
1. On considère un dipôle d'impédance  $\underline{Z}$ , avec en régime sinusoïdal forcé une tension  $\underline{u}$  à ses bornes et un courant  $\underline{i}$  le traversant (en convention récepteur), en notation complexe.
  - 1.1. Définir la puissance moyenne  $p(t)$  et la puissance moyenne  $P$  qu'il reçoit.
  - 1.2. Rappeler la formule permettant de déterminer  $P$  en fonction des valeurs efficaces  $U_{\text{eff}}$  et  $I_{\text{eff}}$  et du déphasage  $\varphi$  de  $i(t)$  par rapport à  $u(t)$ . En déduire  $P = \text{Re}(\underline{Y})U_{\text{eff}}^2$ .
2. On considère le circuit ci-contre où dans un premier temps le générateur (de résistance interne  $R_G$ ) délivre une tension continue  $e(t)=E$ . En régime permanent, on mesure  $u(t)=U$ . Déterminer  $R$  littéralement (en fonction de  $E$ ,  $U$  et  $R_G$ ) puis numériquement.
3. Le générateur délivre désormais la tension  $e(t)=E \cos(\omega t)$  en régime sinusoïdal forcé.
  - 3.1. Déterminer l'amplitude  $U_m$  de  $u(t)$  et son déphasage  $\varphi$ , en fonction de  $E$ ,  $R_G$ ,  $R$ ,  $C$  et  $\omega$ .
  - 3.2. La figure ci-contre reproduit l'écran de l'oscilloscope pour une fréquence  $f$ . Identifier les signaux  $e(t)$  et  $u(t)$ .
  - 3.3. Mesurer  $\varphi$  et en déduire numériquement  $C$ .
  - 3.4.  $e(t)$  est observée sur une voie avec un calibre de 5 V/carreau. Quel est le calibre de la voie affichant  $u(t)$  ?
  - 3.5. Déterminer numériquement la puissance moyenne  $P$  reçue par le dipôle RC.



Données :  $E=10 \text{ V}$ ,  $R_G=50 \Omega$ ,  $U=9 \text{ V}$ ,  $f=1 \text{ kHz}$ .

### **Méca 2 : Mesure d'un débit pour un écoulement horizontal :**

On veut mesurer le débit d'eau, supposée parfaite et incompressible, dans une canalisation horizontale de diamètre  $D$ . On intercale un tube de Venturi de diamètre  $d$ . On mesure la dénivellation  $h$  du mercure dans un tube en U. On considèrera que la vitesse est la même en tout point d'une section droite.



1. Énoncer sans démonstration le théorème de Bernoulli et indiquer ces conditions d'application. Que traduit ce théorème ?
2. Montrer que la vitesse en A est supérieure à la vitesse en B.
3. En faisant l'hypothèse que l'on peut appliquer les lois de la statique des fluides sur les lignes verticales passant respectivement par A et B, calculer la différence de pression entre les points A et B. En déduire la valeur de la dénivellation  $h$  du mercure dans le tube en U en fonction de  $p_A$ ,  $p_B$ ,  $\rho_{\text{eau}}$ ,  $\rho_{\text{Hg}}$  et  $g$ .
4. Exprimer le débit volumique  $Q_v$  en fonction de  $\rho_{\text{eau}}$ ,  $\rho_{\text{Hg}}$ ,  $g$ ,  $h$ ,  $d$  et  $D$ .
5. Calculer le débit ainsi que la vitesse du fluide en A et en B.
6. Citer au moins une application de ce principe.
7. Que se produit-il en réalité à l'endroit où la conduite s'élargit à nouveau ?

Données :

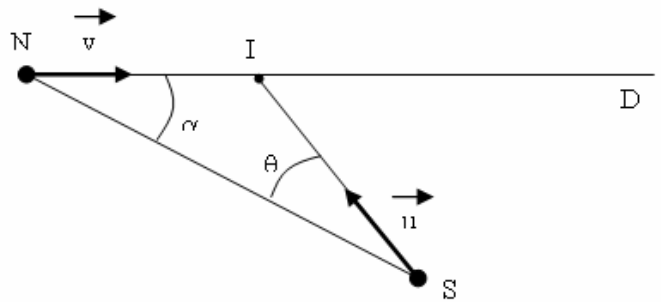
$$\rho_{\text{eau}}=1 \text{ kg.L}^{-1}, \rho_{\text{Hg}}=13,6 \text{ kg.L}^{-1}$$

$$D = 9 \text{ cm}, d = 3 \text{ cm}$$

$$h = 4 \text{ mm}, g=10 \text{ m.s}^{-2}$$

### Exercice 1 : Lancement d'une torpille :

- A) 1) Rappeler le principe de l'inertie.  
 2) Démontrer le théorème de l'énergie cinétique.
- B) Un navire  $N$  est animé d'un mouvement rectiligne uniforme de vitesse  $\vec{v}$  le long d'une droite  $D$ . Un sous-marin immobile  $S$  tire une torpille  $T$  à l'instant où l'angle  $(\vec{v}, \vec{NS})$  a la valeur  $\alpha$ .



- 1)  $T$  étant animée d'un mouvement rectiligne uniforme de vitesse  $\vec{u}$ , quelle doit être, en fonction de  $u, v$  et  $\alpha$ , la valeur de l'angle de tir  $\theta = (\vec{SN}, \vec{u})$  si l'on veut couler  $N$  ?

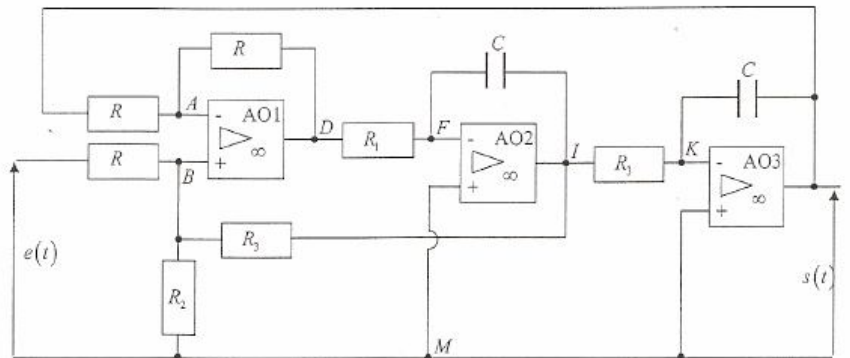
- 2) On veut que la torpille  $T$  atteigne le navire  $N$  en un temps minimum noté  $\tau_o$ .
- Indiquer sans calcul, où doit se trouver le point  $I$  pour que le temps  $\tau_o$  soit minimal?
  - Quelle est alors la relation entre les valeurs notées  $\alpha_o$  et  $\theta_o$  des angles  $\alpha$  et  $\theta$  ?
  - Calculer, en fonction de  $u$  et  $v$ , la valeur  $\theta_o$  de l'angle de tir correspondant.

### Exercice 2 : Filtre avec 3 A.O :

- A) 1) Définir un amplificateur inverseur puis un amplificateur non inverseur.  
 2) Préciser ce que l'on entend par amplificateur opérationnel idéal fonctionnant en régime linéaire.  
 3) Qu'est-ce qu'un filtre actif ?
- B) On réalise le montage ci-dessous, qui utilise des amplificateurs opérationnels considérés comme idéaux et en mode linéaire.

On note  $e(t)$  et  $s(t)$  respectivement les tensions sinusoïdales d'entrée et de sortie du montage. Toutes les autres notations sont consignées sur le schéma.

On note  $\underline{e}$ ,  $\underline{s}$ ,  $\underline{u}_{XY}$  les amplitudes complexes associées respectivement aux tensions d'entrée  $e(t)$ , tension de sortie  $s(t)$  et tension  $u_{XY}(t)$  entre 2 points  $X$  et  $Y$  quelconques du montage.



- On étudie le deuxième amplificateur opérationnel AO2. Etablir la relation entre  $\underline{u}_{DM}$  et  $\underline{u}_{IM}$ .
- en étudiant le dernier amplificateur AO3, établir la relation entre  $\underline{u}_{IM}$  et  $\underline{s}$ .
  - relier alors  $\underline{s}$  et  $\underline{u}_{DM}$ .
- On étudie pour finir le premier amplificateur opérationnel AO1.
  - Que vaut  $\underline{u}_{AB}$  ?
  - Exprimer  $\underline{u}_{BM}$  en fonction de  $\underline{s}$  et  $\underline{u}_{DM}$ .
  - Etablir la relation entre  $\underline{s}$ ,  $\underline{u}_{DM}$ ,  $\underline{e}$  et  $\frac{R}{R_3} \underline{u}_{IM}$ .
- On définit la fonction de transfert du montage par la fonction  $\underline{H}(j\omega) = \underline{s}/\underline{e}$ . Cette fonction peut se mettre sous la forme :  $\underline{H}(j\omega) = G / (1 + 2jm \frac{\omega}{\omega_o} + (j \frac{\omega}{\omega_o})^2)$ . On exprimera  $G, m$  et  $\omega_o$  en fonction des paramètres du montage.
  - Quelle est la nature du filtre réalisé ?