

## Devoir de révisions de PCSI

Le sujet est composé de 5 exercices indépendants qui permettent de réviser le programme de première année et, ainsi, de bien commencer la deuxième. Il est à faire et rendre pour le jour de la rentrée.

### I. Oscilloscope (Centrale)

Lors d'une séance de travaux pratiques, un élève cherche à étudier le comportement d'un circuit L, R série : il dispose d'une bobine d'inductance  $L = 0,1$  H, ainsi que d'une boîte à décades donnant une résistance R réglable. Pour être sûr de pouvoir négliger la résistance propre de la bobine, il choisit  $R = 100$  k $\Omega$ .

- 1) Représenter un montage permettant d'observer à l'oscilloscope la tension  $v_S(t)$  aux bornes de la résistance. On notera  $v_E(t)$  la tension aux bornes du GBF.
- 2) Pour étudier la réponse indicielle, l'élève règle le GBF en créneaux d'amplitude 1 V et de fréquence 1 kHz. Quelle est l'allure de la réponse  $v_S(t)$  attendue? Le choix de la fréquence est-il pertinent?
- 3) Le relevé est en fait le suivant :

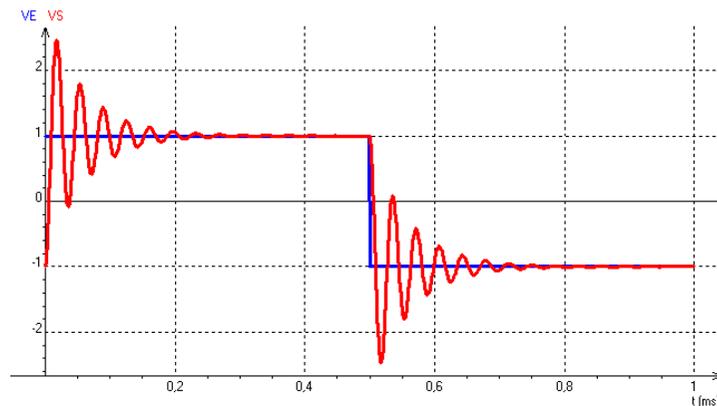


FIGURE 1 – Réponse indicielle

Qu'y a-t-il de surprenant? Que peut-on proposer comme modélisation de l'oscilloscope pour expliquer la courbe observée?

L'élève décide alors de relever le diagramme de Bode en gain de ce montage :

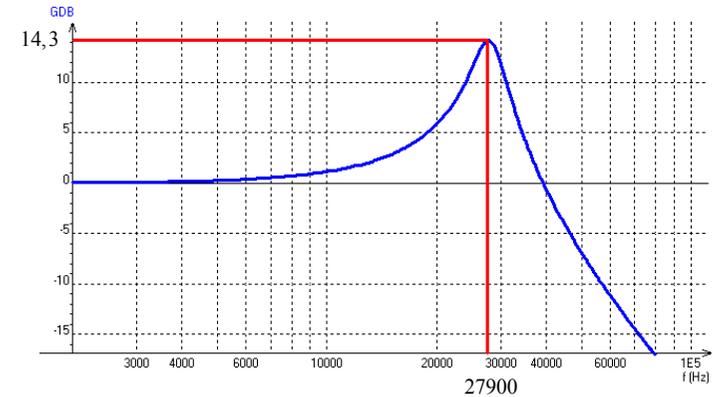


FIGURE 2 – Diagramme de Bode

Trouver une modélisation simple de l'oscilloscope permettant d'expliquer entièrement cette courbe expérimentale, et déterminer la ou les valeurs des pôles apparaissant dans cette modélisation.

- 4) Pour quelle valeur de R les oscillations de la réponse indicielle vont-elles disparaître?

### II. Étude d'un viseur (Centrale)

Un viseur est constitué d'un objectif  $L_1$  (assimilé à une lentille mince convergente de distance focale  $f'_1 = 10$  cm), et d'un oculaire  $L_2$  (assimilé à une lentille mince convergente de distance focale  $f'_2 = 2,0$  cm). La distance  $D$  entre  $L_1$  et  $L_2$  est réglable.

- 1) On règle le viseur pour que l'œil (supposé *emmétrope*) d'un observateur regardant à travers l'oculaire puisse voir nettement, sans aucun effort d'accommodation, un objet AB situé à l'« infini ».
  - a) Déterminer  $D$  pour qu'il en soit ainsi.
  - b) Dessiner la marche d'un faisceau lumineux venant d'un point à l'infini dans la direction formant un angle  $\alpha$  avec l'axe du viseur.
  - c) On rappelle que le *grossissement* est défini par  $G = \alpha' / \alpha$  avec  $\alpha'$  l'angle sous lequel on voit l'image au travers de l'instrument, et  $\alpha$  l'angle sous lequel on voit l'objet sans instrument. Calculer le *grossissement* de l'appareil. À travers cet instrument, voit-on une image droite ou renversée?
- 2) On règle maintenant le viseur pour que l'on puisse voir nettement, sans accommoder, un objet AB situé à 20 cm devant l'objectif.

- Déterminer la nouvelle valeur à donner à  $D$ .
- Illustrer la marche des rayons lumineux au travers de l'instrument sur une construction géométrique claire.
- L'observateur place sa pupille dans le plan focal image de  $L_2$ . En accommodant, l'œil de l'observateur peut voir des objets situés au-delà d'une distance minimale  $d_m = 25$  cm. Quelle région de l'espace objet peut être vue nettement par l'observateur regardant à travers le viseur? Comment se nomme cette région? Justifier le nom de « viseur » donné à cet instrument.

### III. Satellite atypique (X)

On cherche à placer en orbite circulaire un satellite de masse  $m$  dans le champ gravitationnel d'un astre de masse  $M \gg m$  en lui communiquant une vitesse initiale  $\vec{v}_0$  à une distance  $r_0$ . Outre la force gravitationnelle, la masse  $m$  subit une force supplémentaire de la forme  $\vec{F}_s = -\frac{3GmM\dot{\theta}^2}{c^2} \vec{u}_r$  où  $(r, \theta)$  désignent les coordonnées polaires repérant le satellite.

- À quelle condition est-ce possible?
- On ne donne pas au satellite la bonne vitesse  $v_0$  en norme. À quelle condition le satellite est-il néanmoins viable?

Donnée : pour un trinôme  $P(x) = ax^2 + bx + c$ , la dérivée calculée pour les racines  $x_{\pm}$  vaut  $\frac{dP}{dx}(x_{\pm}) = \pm\sqrt{b^2 - 4ac}$ .

### IV. Taux de compression d'un moteur (Mines)

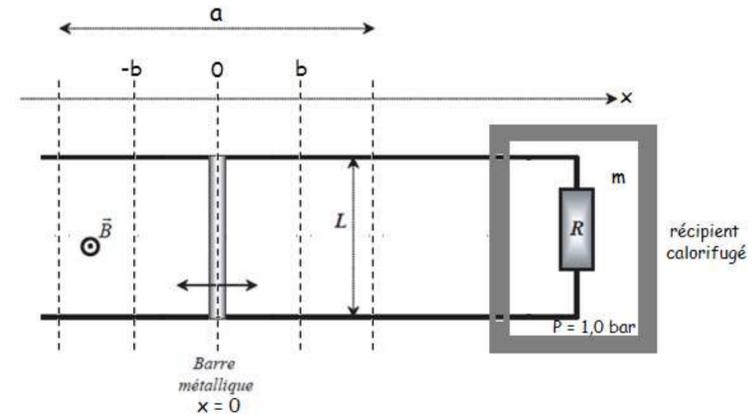
Soit un cycle moteur comportant une isotherme, une isobare et une isentropique. Déterminer son rendement en fonction du taux de compression  $\alpha = \frac{V_1}{V_2}$  et du coefficient isentropique  $\gamma$ , où  $V_1$  et  $V_2$  sont les volumes extrêmes de la transformation isentropique.

### V. Fusion de la glace (Centrale)

Deux rails conducteurs horizontaux immobiles, parallèles, distants de  $L = 50$  cm, sont reliés par une barre métallique transversale, à laquelle on impose un mouvement de translation rectiligne le long de l'axe des rails, sinusoïdal d'amplitude  $b$  et de fréquence  $f$ .

Les rails sont également reliés par un conducteur ohmique fixe de résistance  $R = 1,0 \Omega$ , la seule significative dans le circuit.  $R$  est enfermée dans un récipient calorifugé dont l'intérieur, maintenu à la pression constante  $P = 1,0$  bar, est rempli d'une masse  $m = 1,0$  kg de glace initialement sous  $T_0 = -10$  °C.

Un champ magnétique perpendiculaire au plan des rails, de norme  $B_0 = 0,50$  T est appliqué dans une zone d'où la barre ne sort jamais, couvrant l'espace entre les rails sur une longueur  $a = 2b = 50$  cm. L'autoinduction et les frottements sont négligés.



Données :

- Capacité thermique massique de la glace :  $c = 2,1 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$
- Enthalpie massique de fusion de la glace :  $L_f = 335 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$

- Expliquer qualitativement les phénomènes physiques observés.
- Déterminer l'équation littérale permettant d'obtenir la fréquence minimale avec laquelle on doit faire bouger la barre pour observer un début de fusion de la glace au bout de 15 minutes? Pour estimer son ordre de grandeur on pourra assimiler la puissance JOULE à sa valeur moyenne. Combien de temps prendrait alors la fusion complète?
- Pour améliorer le chauffage, on peut utiliser  $N$  circuits identiques à celui étudié. Comment peut-on rendre le dispositif encore plus performant en ne gardant qu'une seule résistance  $R$  mais en reliant judicieusement les rails par des fils?