

Exercice 2

(5 points)

Une ligne A à un fil transmet un courant $i(t)$ alternatif à 50Hz. La tension dans cette ligne est $V_A = 230V$.

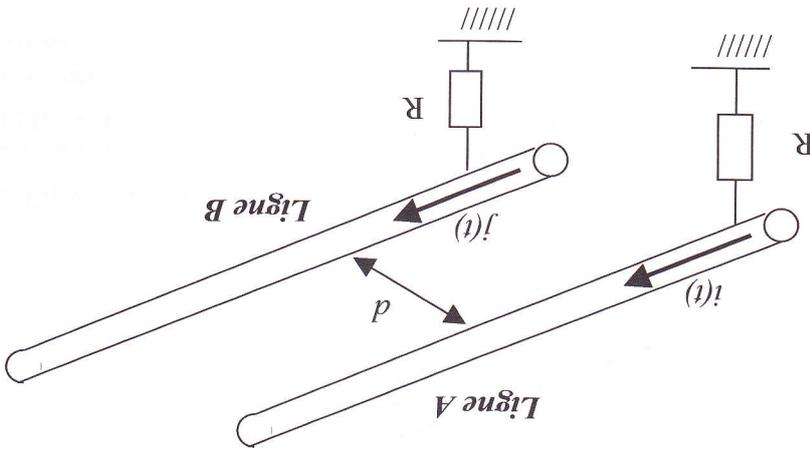
Cette ligne perturbe une ligne B, identique à A et parallèle à A, et parcourue également par un courant $j(t)$ alternatif de fréquence 400Hz. La tension dans cette ligne est $V_B = 120V$.

La longueur des deux fils est de 10 m.

La relation donnant la capacité linéique γ par mètre de longueur est approximativement de la

$$\gamma = \frac{d}{0,1} \text{ en pF.m}^{-1}$$

pour $d \geq 0,05 \text{ m}$.



On admet que chacun des conducteurs est relié à la terre par une résistance $R = 1M\Omega$.

1. (1pt) Faire un schéma électrique pour la fréquence 50Hz et pour la fréquence 400Hz. (2pts) On donne $d = 0,05 \text{ m}$. Donner la valeur de la tension obtenue:

- Sur le conducteur B lorsque la fréquence est de 50Hz (Notation V_{50B})
- Sur le conducteur A lorsque la fréquence est de 400Hz (Notation V_{400A})

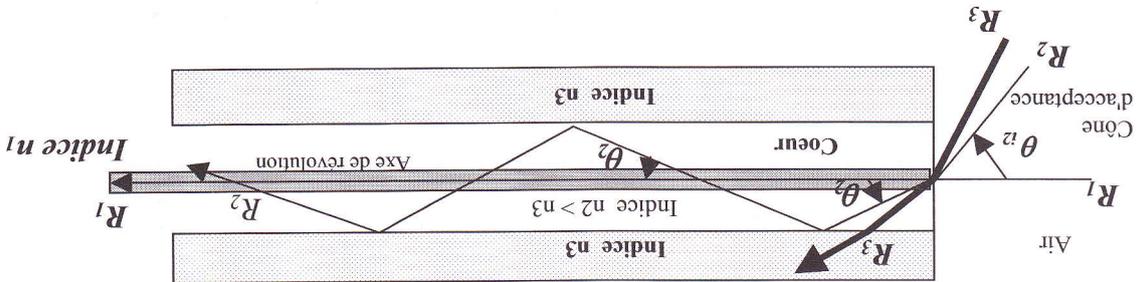
3. (1pt) On veut que la valeur des tensions V_{50B} et V_{400A} soit inférieure à 1V. Quelle doit être la valeur minimale de d ?

4. (1pt) Conclure sur l'intérêt de cette étude.

On veut envoyer des rayons lumineux différents dans un câble optique de longueur L . Pour simplifier l'étude, on considère la propagation à travers un système optique formé de deux indices différents n_1 et n_2 . On compare deux trajets différents pour deux rayons lumineux.

(9 points)

Problème



Le rayon R_1 est placé sur l'axe de symétrie; il se propage dans un milieu de très faible épaisseur, d'indice $n_1 > n_2$. (On prend $n_1 = 1,8$ et $n_2 = 1,4$). Le diamètre des zones d'indice 1 et 2 est $2a$. Le rayon R_2 est envoyé en faisant un angle θ_2 avec le rayon R_1 . Il se propage dans un milieu d'indice n_2 . On a à la fois $n_2 > n_3$ et $n_2 < n_1$. On considère que l'épaisseur du milieu d'indice n_1 est tellement fine qu'elle ne compte pas dans le calcul du trajet de R_2 . Le rayon R_3 passe dans la gaine extérieure d'indice n_3 . On désigne par θ_3 son angle d'incidence lorsqu'il passe du milieu d'indice n_2 au milieu d'indice n_3 .

1. (1pt) Expliquer pourquoi il est possible d'obtenir un rayon R_3 qui se propage dans la gaine d'indice n_3 .

2. (1,5pt) On rappelle que l'expression de l'onde correspondant au rayon R_1 est $y_1(t, x) = a_1 \sin \left[2\pi \left(\frac{t}{T_1} - \frac{x}{\lambda_1} \right) \right]$. Exprimer l'onde $y_2(t, x)$ correspondant au rayon R_2 .

3. (1,5pt) Montrer que la différence ΔD des trajets des ondes des rayons R_1 et R_2 vaut

$$\Delta D = L \left(\frac{1}{\cos \theta_2} - 1 \right)$$

4. (1,5pt) Les rayons R_1 et R_2 ont même fréquence. Leur phase d'origine (à $x = 0$) est la même. Mais comme les indices des milieux traversés par ces rayons sont différents, expliquer pourquoi il faut tenir compte de l'indice dans les expressions de $y_1(t, x)$ et de $y_2(t, x)$.

5. (1pt) En déduire la différence de phase introduite par la différence des parcours de R_1 et de R_2 . (1,5pt) Quelle est la condition entre n_1, n_2 , et θ_2 pour laquelle cette différence de phase est nulle? Faire l'application numérique.

7. (1pt) Quel est l'intérêt d'avoir une différence de phase nulle? Conclure.