-EXERCICE 33.6-

• ENONCE :

« Communications sous-marines par ondes radio»

• On envisage la propagation d'ondes électromagnétiques dans l'eau de mer, assimilé à un milieu diélectrique LHI neutre, de permittivité relative $\varepsilon_r = 79$ et de conductivité électrique $\gamma = 4\ \Omega^{-1}.m^{-1}$ (cette conductivité est due aux sels dissous) ; ses propriétés magnétiques sont celles du vide.

Rq : cette valeur peut sembler élevée, mais elle correspond à des fréquences « faibles » par rapport aux fréquences optiques, pour lesquelles l'indice $n = \sqrt{\varepsilon_r}$ est proche de $1{,}3$; notons également que la valeur de ε_r « statique » dépend notablement de la température de l'eau.

• Les fréquences d'étude sont $f_1 = 200\ KHz$ (modulation d'amplitude) et $f_2 = 100\ MHz$ (modulation de fréquence).

• On admettra la validité de la loi d'Ohm dans le milieu considéré.

1) On s'intéresse à la propagation d'ondes planes harmoniques en $\exp[i(\omega t - \underline{\vec{k}} \cdot \vec{r})]$, où le vecteur d'onde est à priori complexe.

Donner l'équation de dispersion vérifiée par $\underline{k}$ et ω ; en déduire le carré de l'indice complexe $\underline{n}^2$, après avoir posé $\underline{k} = \underline{n}\dfrac{\omega}{c}$.

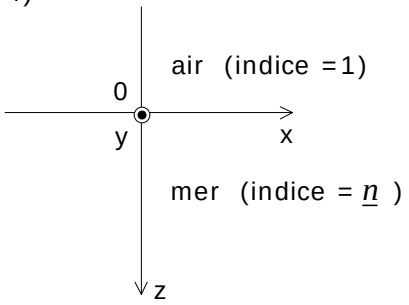
2) Evaluer les parties réelle et imaginaire de $\underline{n}^2$; en déduire l'expression approchée de $\underline{n}$.

On posera : $a = \sqrt{\dfrac{2\varepsilon_0 \omega}{\gamma}}$.

Finalement, aux fréquences envisagées, à quel type d'équation se ramène l'équation satisfaite par le champ électrique dans l'eau de mer ?

3) Exprimer la profondeur de pénétration de l'onde δ ainsi que sa vitesse de phase v_φ dans l'eau de mer ; faire l'application numérique pour f_1 et f_2 et conclure.

4)



On considère le dioptre air/mer et l'on se place sous incidence normale.
L'onde incidente se propage dans l'air selon les z croissants et est polarisée rectilignement ; on donne l'expression du champ électrique:

$$\underline{\vec{E}}_i = E_0 \exp[i(\omega t - kz)]\vec{e}_x$$

• Elle engendre en z=0, une onde réfléchie et une onde incidente, dont on admettra la structure d'ondes planes et harmoniques.

 © EduKlub S.A.
Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Extrait gratuit de document, le document original comporte 5 pages.

a) Donner les expressions des champs électriques réfléchi et transmis $\underline{\vec{E}}_r$ et $\underline{\vec{E}}_{tr}$; on fera apparaître des coefficients de réflexion et de transmission en amplitude $\underline{r}$ et $\underline{t}$.

b) En déduire les champs magnétiques associés $\underline{\vec{B}}_i$, $\underline{\vec{B}}_r$ et $\underline{\vec{B}}_{tr}$.

c) En explicitant les relations de passage en z=0, exprimer $\underline{r}$ et $\underline{t}$ en fonction de $\underline{n}$. Commenter.

5) Déterminer les coefficients de réflexion et de transmission en puissance R et T.

Que vaut la somme $R+T$? Commenter le résultat.

Donner une expression simplifiée de T en fonction de a ; faire l'application numérique pour f_1 et f_2 et conclure.

6) On envisage la communication par ondes radio entre un navire et un sous-marin ; sachant que le récepteur embarqué à bord de ce dernier peut détecter un signal d'énergie 10^{11} inférieure à celle émise à bord du navire, quelle est la profondeur maximum H à laquelle doit se trouver le submersible pour que la communication soit possible ?

Conclure en indiquant comment, en pratique, sont réalisées les transmissions sous-marines.

© EduKlub S.A.
Tous droits de l'auteur des œuvres réservés. Sauf autorisation, la reproduction ainsi que toute utilisation des œuvres autre que la consultation individuelle et privée sont interdites.

Extrait gratuit de document, le document original comporte 5 pages.