



Un conducteur de conductivité électrique γ réelle occupe le demi espace $x > 0$. On se place dans le cadre de l'approximation des régimes quasi-stationnaires (ARQS).

1. Propagation d'une onde dans le conducteur

- Rappeler la loi d'Ohm locale ainsi que les équations de Maxwell dans l'ARQS.
- Établir l'équation différentielle dont est solution le champ électrique, $\vec{E}(x, t)$, dans le conducteur. La mettre sous la forme

$$\frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} \quad (1)$$

avec D à exprimer. Commenter l'équation obtenue.

- Soit une onde plane progressive harmonique (OPPH) se propageant dans le conducteur selon les x croissants, de représentation complexe : $\vec{E}(x, t) = \vec{E}_0 e^{i(kx - \omega t)}$. Établir la relation de dispersion de cette OPPH. On exprimera k^2 en fonction des données.
- Montrer que $\vec{E}(x, t) = \vec{E}_0 e^{x/\delta} e^{i(x/\delta - \omega t)}$; avec δ , à exprimer en fonction des données. Caractériser la forme d'onde obtenue et donner la signification physique de δ , ainsi que son ordre de grandeur à 50 Hz pour le cuivre.
- Application

Un fil de Litz permet de transporter des signaux à haute fréquence. À partir des résultats précédents, expliquer la constitution du fil de Litz présenté **figure 1**.

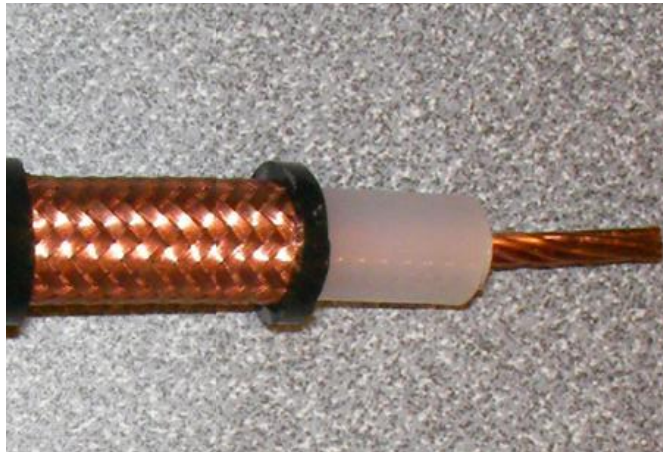


Figure 1

2. Interface vide / conducteur

Le demi espace $x < 0$ est le vide.

Donnée

- le champ électrique est continu en $x = 0$;
- le champ magnétique est continu en $x = 0$;
- la réflexion / transmission ne modifie pas l'état de polarisation de l'OPPH.

- a. Une OPPH de pulsation ω , polarisée rectilignement selon \vec{u}_y , tombe en incidence normale sur le conducteur. Déterminer l'expression des coefficients de réflexion \underline{r} et de transmission \underline{t} en amplitude de l'onde. On fera intervenir le rapport $\omega\delta/c$ dans les expressions de \underline{r} et \underline{t} .

Commenter physiquement les résultats obtenus. Examiner le cas $\gamma \rightarrow \infty$.

- b. Étude informatique

On donne un code en langage Python permettant de tracer l'animation des ondes incidente, réfléchie, leur somme, ainsi que l'onde transmise. Il vous est demandé de modifier le programme afin d'illustrer le rôle des paramètres physiques pertinents rencontrés dans cette étude.