

Le fil conducteur est de section cylindrique de rayon a et d'axe Oz . La densité volumique de courant est non uniforme et pour une différence de potentielle harmonique de pulsation ω aux bornes du fil, on peut écrire $\vec{j} = \underline{j}(r).e^{i\omega t}.\vec{e}_z$.

On se place dans l'ARQS, de sorte que $\vec{j}(r, z, t) \simeq \vec{j}(r, t)$ comme le suggère la relation précédente, et la conductivité électrique γ est réelle.

1. Donner l'expression du champ électrique $\vec{E}$
2. Déterminer l'équation vérifiée par $\vec{E}$ d'une part et $\underline{j}$ d'autre part.
3. On propose la forme de la solution $\underline{j}(r) = j_0.e^{(1+i)\frac{r-a}{\delta}}$. Déterminer l'expression de δ dans l'hypothèse où $r \gg \delta$, en fonction de μ_0 , ω et γ .
4. En déduire l'expression de $\vec{j}$ et donner l'allure de l'amplitude J_a de j .
5. Évaluer les sections du conducteur où il y a passage du courant pour les fréquences $f_1 = 50 \text{ Hz}$ et $f_2 = 100 \text{ MHz}$. Comparer alors les résistances R_1 et R_2 du fil associées à ces deux fréquences.
6. Quelle solution pouvez-vous proposer afin de limiter les pertes par effet Joule à haute fréquence ?

Donnée : $\Delta \underline{j}(r) = \frac{1}{r} \cdot \frac{d}{dr} \left(r \cdot \frac{d\underline{j}}{dr} \right)$