

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2023

Toute documentation permise
Calculatrices : Modèles autorisés seulement
Durée de l'examen: 3 heures

16-EL-A7 Électromagnétisme - Propagation

1) Une ligne de transmission fonctionnant à $\omega = 6 \times 10^8 \text{ rad/s}$ possède les paramètres suivants : $L = 0.35 \mu\text{H/m}$, $C = 40 \text{ pF/m}$, $G = 75 \mu\text{S/m}$, $R = 17 \Omega/\text{m}$. (25 pts)

- a) Calculez la valeur de la constante de propagation γ . (7 pts)
- b) Calculez la valeur de l'impédance caractéristique de la ligne. (6 pts)
- c) Calculez la valeur de la longueur d'onde. (6 pts)
- d) Une onde sera atténuée de combien de dB dans 1m de ligne. (6 pts)

2) Une onde plane uniforme propageant dans l'air est normalement incidente sur une surface de cuivre à $z = 0$. Le champ électrique est:

$$\vec{E} = 5 \cos(10^{10}t - \beta z) \hat{x} \text{ V/m}$$

où t est donné en secondes et z en mètres, et la conductivité du cuivre est $\sigma = 5.8 \times 10^7 \text{ S/m}$. (25 pts)

- a) Calculez la valeur de l'impédance du cuivre. (9 pts)
- b) Calculez la valeur du coefficient de réflexion. (8 pts)
- c) Déterminez le pourcentage de la puissance incidente qui est transmise dans le cuivre. (8 pts)

3) Une ligne de transmission sans perte ayant une impédance caractéristique $Z_0 = 50 \Omega$ est alimentée par une source sinusoïdale de 10V possédant une impédance de 50Ω . La longueur de la ligne est $\lambda/4$ (un quart de longueur d'onde) et l'impédance de charge vaut $Z_L = 50 + j50 \Omega$. (25 pts)

- a) Calculez la valeur de l'impédance à l'entrée de la ligne de transmission (8 pts).
- b) Calculez la puissance dissipée dans la charge (8 pts).
- c) Évaluer l'amplitude de la tension qui apparaît aux bornes de la charge (9 pts).

4) Deux antennes dipôles $\lambda/2$ sont utilisées pour former un lien de communication. Le récepteur et le transmetteur fonctionnent à 2.4 GHZ et sont distants de 100 m. (25 pts)

- a) Calculez la longueur des dipôles (8 pts)
- b) Calculez le gain des dipôles, si ceux-ci sont fabriqué avec un fil d'aluminium de 2 mm de rayon et dont la conductivité vaut $\sigma=3.5 \times 10^7$ (9 pts)
- c) Calculez la puissance reçue au récepteur, si la puissance de sortie du transmetteur vaut 100 mW et que les antennes sont orientées selon leur gain maximal. (8 pts)