

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2022

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

14-PH-A3 Électromagnétisme - Propagation

1) Une onde plane uniforme voyageant à la vitesse de 2×10^8 m/s a la forme suivante :

$$\vec{E} = 754 \sin(10^7 t + \beta z) \hat{x} \text{ V/m}$$

$$\vec{H} = -3 \sin(10^7 t + \beta z) \hat{y} \text{ A/m}$$

où t est donné en secondes et z en mètres. (25 pts)

- a) Calculez la valeur de la constante de phase β . (7 pts)
- b) Calculez la valeur de l'impédance de l'onde. (7 pts)
- c) Calculez la valeur de la permittivité relative du milieu. (7 pts)
- d) Dans quelle direction propage l'onde. (4 pts)

2) Un générateur de signal ayant une résistance interne de 50Ω et une force électromotrice de 4 V avec une phase initiale nulle est connecté à une ligne de transmission sans perte de 50Ω . La longueur de la ligne est d'une longueur d'onde (λ) et elle est terminée par une charge de 100Ω . (25 pts)

- a) Calculez le coefficient de réflexion à la charge (6 pts).
- b) Calculez l'impédance vue à l'entrée de la ligne de transmission (7 pts).
- c) Calculez le phaseur tension à l'entrée de la ligne de transmission (6 pts).
- d) Calculez le phaseur tension à la charge (6 pts).

3) Une onde propageant dans l'air (milieu 1), dont l'équation est donnée par :

$$\vec{E}_i = 100 \cos(\pi \times 10^7 t - \beta z) \hat{y} \text{ A/m}$$

est incidente (incidence normale) sur un milieu (milieu 2) possédant les caractéristiques suivantes : $\epsilon_r = 16$, $\mu_r = 2$, $\sigma = 0.02$ S/m. (25 pts)

- a) Calculez la constante de propagation complexe dans le milieu 2 (6 pts).
- b) Calculez le coefficient de réflexion à l'interface (6 pts)
- c) Calculez le coefficient de transmission à l'interface (6 pts).
- d) Calculez l'équation du champ électrique réfléchi (7 pts).

4) Deux antennes dipôles sans pertes opérant à 2.45 GHz sont séparées par 50m et alignées pour avoir un transfert de puissance maximal. La sensibilité du récepteur est -35 dBm (puissance minimale détectable). (25 pts)

- a) Calculez la longueur d'onde de l'onde qui se propage. (8 pts)
- b) Calculez les pertes dans l'air entre les deux antennes. (8 pts)
- c) Calculez la puissance minimale requise au transmetteur pour que l'onde soit détectée au récepteur (9 pts).