

Exercice1(5pts)

1. Exercice1

Q1(2pts) : l'influence du sol sur la propagation des ondes électromagnétiques à expliquer(voir cours)

Faire intervenir les paramètres qui caractérisent un sol :

Un sol est de conductivité σ et de permittivité ϵ .

Ils déterminent l'atténuation et la vitesse de l'onde. Une forte humidité augmente ces deux valeurs, maximisant l'influence du sol

Lorsqu'une onde touche le sol, elle est partiellement réfléchie et partiellement réfractée ... etc

Q2 Fréquence de transition f_0 : pour $\epsilon = \sigma/\omega = \sigma/\omega_0$: $f_0 = \sigma/(2\pi\epsilon)$ 1pts

Soit $\sigma = 5 \cdot 10^{-3}$ S/m et $\epsilon_r = 3$: $f_0 = \sigma/(2\pi\epsilon) = 0.005/(2\pi \cdot 2,65 \cdot 10^{-11}) = 30$ Mhz

Le résultat est à comparer avec $f = 300$ Mhz : $f \gg f_0$: Le sol est diélectrique 1pts

L'onde se propage dans un milieu diélectrique ; elle se propage avec de faibles pertes. 1pts

Exercice2 : (9pts)

1) Calcul de la longueur d'onde λ (0.5pts)

$$\lambda = c/f = 3\mu\text{m}$$

2) (4.5 pts) :

Composantes du vecteur à exprimer correctement et calculer la valeur moyenne $\langle P \rangle$:

$$E_x(z,t) = 0 \quad E_y(z,t) = E_0 \cos[\omega t - kz] \quad E_z(z,t) = 0$$

$$B_x(z,t) = B_0 \cos[\omega t - kz] \quad B_y(z,t) = 0 \quad B_z(z,t) = 0$$

$$P_x = 0 ; P_y = 0 ; P_z = B_x \cdot E_y / \mu_0$$

$$\text{Ce qui donne } \vec{P} = B_x \cdot E_y / \mu_0 \hat{z} = -(E_0^2 / \mu_0 c) \cos^2[\omega t - kz] \hat{z}$$

$$\text{Pour une onde plane : } \vec{B} = \frac{\vec{k} \wedge \vec{E}}{\omega} \quad \vec{B} = -(E_0/c) \cos[\omega t - kz] \hat{x} \text{ avec } B_0 = 10^{-7} \text{ Tesla}$$

$$\langle P \rangle = 1/2 E_0^2 k / (\omega \mu_0) = 1/2 \epsilon_0 c E_0^2 \text{ (W/m}^2\text{)} = 1.19 \text{ W/m}^2$$

C'est une densité de puissance (W/m²) : propagation de vitesse c selon Oz

3) (P_{moy}) : $P_{\text{moy}} = \langle \vec{P} \rangle \cdot S = 48 \text{ mW}$ (1pts)

La maximum d'énergie c'est lorsque le vecteur de poynting et le vecteur surface sont parallèles (1pts)

Ces deux densités permettent d'exprimer l'énergie qui se propage dans un milieu donné ; Décrire et comparer les deux densités (voir cours) : $\langle \vec{P} \rangle = (W) \cdot c$. (1.pts)

4) Une onde électromagnétique transporte de l'énergie et de l'information(les données). .(0.5pts)

Applications: la radio, la TV, les téléphones portables ;... .(0.5pts)

Exercice3 (6pts)

Cas d'une liaison en espace libre

1. Puissance d'émission $P_e = 100 \text{ mW}$ 1pts

2.

$$P_R = \frac{P_E G_E G_R}{(4\pi d / \lambda)^2}$$

Soit la formule simplifiée :

$$P_R \text{ (dBm)} = P_E \text{ (dBm)} + G_E \text{ (dB)} - A_{EL} \text{ (dB)} + G_R \text{ (dB)} = -76 \text{ dBm}$$

Avec A_{EL} affaiblissement en espace libre à exprimer en dB

$$\text{Avec } A_{EL} = 20 \log_{10} (4\pi d / \lambda) = 136 \text{ dB}$$

$P_r = -76\text{dBm}$ et $P_r = 25\text{nW}$ 2pts

Amélioration de la puissance reçue par action sur la fréquence (f) (voir cours): (1pts)

Diminuer f : P_r augmente avec les gains constants ce qui revient à augmenter les surfaces des antennes (inconvenients) avec une diminution de A_{libre}

Augmenter f : P_r augmente en diminuant les surfaces (antennes petites) augmentation de A_{libre}

3. Portée maximale : $d=79.6\text{km}$ 1.5pts , Pertes de câble , atmosphérique,... diminuent la puissance reçue et la portée . (0.5pts)