UNIVERSITE DE SIDI BEL – ABBES **LE 25/01/2018**
FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE
DEPARTEMENT DE TELECOMMUNICATIONS
PARCOURS : Master1 : Réseaux et Télécommunications.

EXAMEN SEMESTRIEL (S5)
MATIERE: Propagation et Antennes (RT13)

E X E R C I C E 1(8pts)

La fréquence d'une onde électromagnétique est $f = 1GHz$. Calculer sa vitesse de propagation et sa longueur d'onde λ dans les diélectriques suivants:

1) $\varepsilon_r = 9$
2) $\varepsilon_r = 2{,}25$
3) $\varepsilon_r = 1$

E X E R C I C E 2(12pts)

On considère une antenne filiforme rectiligne portée par oz. Celle- ci est parcourue par un courant tel que, en notation complexe $(t, z) = I_0 cos\frac{2\pi z}{\lambda}. e^{j\omega t}$, la longueur de l'antenne est $l = \lambda/_2$ et son centre est en 0.

1) Calculer, pour la région où $r \gg \lambda$, les composantes du champ électromagnétique rayonné à partir du champ rayonné par le doublet.
2) Déterminer la hauteur effective h_{eff} de cette antenne.
3) Calculer le gain de cette antenne, si on suppose que la puissance totale rayonnée par l'antenne demi-longueur d'onde est $P = 73\frac{I_0^2}{2}$.

RT M1
Propagation et Antennes

Solution

Exercice1 : (8pts) $v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r}}$; $\lambda = \frac{v}{f}$ (2pts)

1) $10^8\, m/_S$; $100mm$ (2pts)
2) $2.10^8\, m/_S$; $200mm$ (2pts)
3) $3.10^8\, m/_S$; $300mm$ (2pts)

Exercice 2 :

1) (4pts) Le champ rayonné par l'élément différentiel autour du point M'

$d\vec{E}_\theta(r') = j\frac{60\pi}{\lambda r'} I(z')dz' sin\theta' exp\left(-j\frac{2\pi}{\lambda}r'\right)\vec{u}_\theta$

$d\vec{H}_\varphi(r') = j\frac{1}{2\lambda r'} I(z')dz' sin\theta' exp\left(-j\frac{2\pi}{\lambda}r'\right)\vec{u}_\varphi$ (2pts)

Pour le champ lointain ($r \gg \lambda$) M'M est // a OM ➔ $\theta' \approx \theta$ et $r' \approx r - zcos\theta$

Le champ total rayonné par l'antenne :

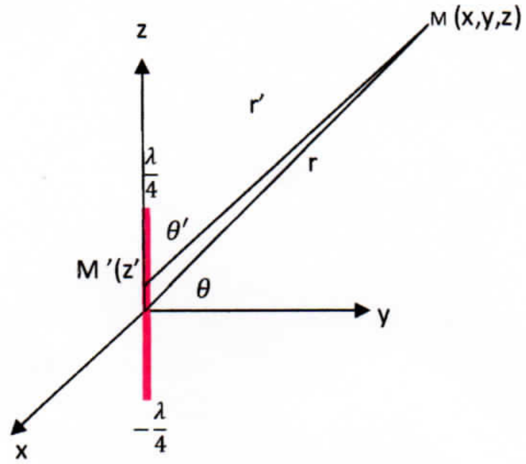
$\vec{E}(r,t) = j\frac{sin\theta\, I_0}{2\varepsilon c\lambda} e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}r} e^{j\omega t}\vec{u}_\theta \int_{-\lambda/4}^{\lambda/4} cos\frac{2\pi z}{\lambda} e^{j(2\pi z cos\theta)/\lambda} dz.$

En remplaçant $cos\frac{2\pi z}{\lambda}$ par $cos\frac{2\pi z}{\lambda} = \frac{e^{j\frac{2\pi}{\lambda}z} + e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}z}}{2}$, on trouve :

$\vec{E}(r,t) = j\frac{I_0}{2\pi\varepsilon c r} e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}r} e^{j\omega t}.\frac{cos(\pi/_2 cos\theta)}{sin\theta}\vec{u}_\theta,$

soit $\vec{E}(r,t) = j\frac{60}{r} I_0 e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}r} e^{j\omega t}.\frac{cos(\pi/_2 cos\theta)}{sin\theta}\vec{u}_\theta$ et

$\vec{H}(r,t) = j\frac{1}{2\pi r} I_0 e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}r} e^{j\omega t}.\frac{cos(\pi/_2 cos\theta)}{sin\theta}\vec{u}_\varphi$ (2pts)



2) (4pts)L'amplitude du champ électrique est : $E(\theta) = \frac{1}{2\pi r} I_0.\frac{cos(\pi/_2 cos\theta)}{sin\theta}$, sa valeur maximale $\left(\text{pour } \theta = \frac{\pi}{2}\right)$ vaut : $E\left(\theta = \frac{\pi}{2}\right) = \frac{60}{r} I_0$, le champ du doublet équivalent $E_d\left(\theta = \frac{\pi}{2}\right) = \frac{60\pi}{\lambda r} I_0 h_{eff}$ (2pts) donc : $E\left(\theta = \frac{\pi}{2}\right) = E_d\left(\theta = \frac{\pi}{2}\right)$ ➔ $\frac{60}{r} I_0 = \frac{60}{\lambda r} I_0 h_{eff}$ ➔ $h_{eff} = \frac{\lambda}{\pi}$. (2pts)

3) (4pts)La puissance émise par l'antenne est $P = 73\frac{I_0^2}{2}$. Le champ maximal est $E\left(\theta = \frac{\pi}{2}\right) = \frac{60}{r} I_0$ ➔ $\left|\vec{E}\right|^2\left(\theta = \frac{\pi}{2}\right) = \left(\frac{60}{r} I_0\right)^2$ ➔(2pts) la puissance rayonnée P_0 de l'antenne isotrope correspondante est.

$P_0 = \frac{1}{2\eta}\left(\frac{60}{r} I_0\right)^2.4\pi r^2 = \frac{1}{2.120\pi} 3600.\left(\frac{I_0}{r}\right)^2.4\pi r^2 = \frac{1}{60} I_0^2.3600 = 60 I_0^2$ ➔ le Gain :

$g = \frac{P_0}{P} = \frac{60 I_0^2}{73\frac{I_0^2}{2}} = \frac{120}{73} = 1{,}64$ soit G=2,15dB. (2pts)