ENIG	Devoir de Contrôle Dispositifs et Systèmes microondes 2	Ens :M. Benzina H
Année Universitaire : 2023/2024		Durée : 01h30
		Section :GCR2

Exercices:

N.B: Lorsqu'on demande d'établir une expression ou de montrer quelque chose, les résultats « parachutés », même s'ils sont corrects, seront considérés comme faux.

I) 1)a)D'où provient le potentiel vecteur $\vec{A}$. Comment?

b)Est-ce qu'il est unique. Justifier.

2)a)Etablir l'expression :

$$\vec{E}(M) = -\overrightarrow{grad}\, V(M) - j\omega \vec{A}(M)$$

b)Est-ce que V est unique?

II) 1)a)Définir le diagramme de rayonnement plan-E

b)Définir le diagramme de rayonnement plan-H

2)Tracer ces deux diagrammes pour :

a)une antenne isotrope.

b)un dipôle infinitésimal.

III) Une onde électromagnétique a un champ (en notation réelle) qui s'écrit comme suit :

$$\vec{E}(M,t) = E_1(M)\cos(\omega t)\vec{\imath} + E_2(M)\cos(\omega t + \delta)\vec{\jmath}$$

Discuter les différents cas possibles de polarisations suivant les valeurs des paramètres ci-dessus.

IV) Soit une antenne dont le champ normalisé est donné par :

$$F(\theta) = \begin{cases} 0 & pour \quad 0 \le \theta \le 20° \\ 0{,}707 & pour \quad 20° \langle \theta \le 60° \\ 0 & pour \quad 60° \langle \theta \le 120° \\ 0{,}707 & pour \quad 120° \langle \theta \le 150° \\ 1 & pour \quad 150° \langle \theta \le 180° \end{cases}$$

Sachant que les résistances de rayonnement et de dissipation ont pour valeurs respectives 0.5Ω et 0.002Ω:

1°)Déterminer l'angle solide de l'ouverture de l'antenne Ω_A.

2°)Déterminer la directivité de cette antenne.

3°)Déterminer le gain de cette antenne.

V) Soit un dipôle vertical (disposé symétriquement /O, suivant Oz) de longueur $\ell = \frac{\lambda}{2}$, et parcouru par un courant I(z) (voir formulaire).

1°) a)Donner , en un point M quelconque, l'expression de départ du potentiel vecteur $\vec{A}(M)$.

Dans la suite on supposera le point M appartenant à la région de champ lointain.

b)A cause de la symétrie cylindrique, on suppose φ=0□; développer l'expression précédente de $\vec{A}(M)$, en négligeant les variations des termes d'amplitude mais pas celles de phase. Calculer l'intégrale en vous aidant de la formule fournie dans le formulaire.

2°)Obtenir les expressions des champs électrique et magnétique en tout point M..

3°) Déduire l'expression du champ normalisé F(θ).

BON TRAVAIL

FORMULAIRE DU MODULE DISPOSITIFS ET SYSTEMES MICROONDES 2

Equations de Maxwell en régime harmonique :

$\mathrm{rot}\,\vec{E} = -j\omega\vec{B}$; $\mathrm{rot}\,\vec{H} = \vec{J} + j\omega\vec{D}$; $\mathrm{div}\,\vec{D} = \rho$;

$\mathrm{div}\,\vec{B} = 0$

Relations constitutives :

$\vec{D} = \varepsilon\vec{E}$ $\quad\vec{B} = \mu\vec{H}$ $\quad\vec{J} = \sigma\vec{E}$

Vecteur de Poynting complexe:

$\vec{\Pi} = \frac{1}{2}\left(\vec{E}x\vec{H}^*\right)$;

Puissance rayonnée moyenne :

$P = Re(\oiint \vec{\Pi}.\vec{dS})$;

Potentiels :

$$div\,\vec{A} + j\omega\varepsilon\mu V = 0 (jauge\ de\ Lorentz)$$

Equation d'Helmholtz et sa solution :

$\Delta\vec{A} + \beta^2\vec{A} = -\mu\vec{J};\quad avec\quad \beta^2 = \omega^2\mu\varepsilon$;

$\vec{A} = \frac{\mu}{4\pi}\iiint_V \frac{\vec{J}e^{-j\beta R}}{R}d\tau_P \leftrightarrow \frac{\mu}{4\pi}\int_{source}\frac{I\,e^{-j\beta R}}{R}\,\vec{dl_P}$

$\zeta = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} = 120\pi$ (en espace libre)

Dipôle de dimension finie :

$\vec{H} = j\beta\frac{\sin\theta}{\mu}.A_z\vec{u}_\phi$ $\quad;\vec{E} = -j\omega A_\theta\vec{u}_\theta$

Limite de la région de champ proche :

$r = \frac{2D^2}{\lambda}$

Cas général (champ lointain)

$\vec{A} = \frac{\mu e^{-j\beta R}}{4\pi r}\iiint_V \vec{J}\,e^{j\beta\vec{u}_r.\vec{r'}}\,d\tau_P$; $\vec{r'} = \vec{OP}$;

$\vec{E} = -j\omega(A_\theta\vec{u}_\theta + A_\phi\vec{u}_\phi)$

$\vec{u}_r x\vec{E} = \zeta\vec{H}$; $\vec{\Pi} = \frac{1}{2\zeta}\left|\vec{E}\right|^2\vec{u_r}$

Champ normalisé : $F(\theta,\phi) = \frac{E}{E_{max}}$

Puissance normalisée :

$\mathcal{P}(\theta,\phi) = |F(\theta,\phi)|^2$

Intensité de rayonnement :

$U(\theta,\phi) = \Pi_r\,r^2$; $U_{moy} = \frac{P}{4\pi}$

Directivité :

$D(\theta,\phi) = \frac{U(\theta,\phi)}{U_{moy}} = \frac{4\pi}{\Omega_A}|F(\theta,\phi)|^2$;

$\Omega_A = \int|F(\theta,\phi)|^2 d\Omega$,

D$= \frac{U_{max}}{U_{moy}} = \frac{4\pi}{\Omega_A}$

Gain :

$G(\theta,\varphi) = \frac{4\pi U(\theta,\varphi)}{P_e}$; $G = \frac{4\pi U_{max}}{P_e}$

Efficacité du rayonnement : $e_r = \frac{P}{P_e}$

Dipôle court :

$I(z) = I_A\left[1 - \frac{2|z|}{\Delta z}\right]$ ***pour*** $|z| \leq \frac{\Delta z}{2}$; 0 **ailleurs**

Dipôle demi-onde :

$$I(z) = I_m \sin\left[\beta(\frac{\lambda}{4} - |z|)\right] pour\quad |z| \leq \frac{\lambda}{4}$$

Impédance d'antenne : $Z_A = R_r + R_d + jX_A$;

Résistance de rayonnement : $R_r = \frac{2P}{|I|^2}$

Dipôle idéal : $R_r = 80.\pi^2.(\Delta z/\lambda)^2$

Dipôle court : $R_r = 20.\pi^2.(\Delta z/\lambda)^2$

Résistance de dissipation : R_d

Epaisseur de peau $\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega\mu\sigma}}$; $R_S = \sqrt{\frac{\omega\mu}{2\sigma}}$;

Conducteur cylindrique

Dipôle idéal : $R_d = \frac{l}{2\pi a}R_S$

Dipôle court : $R_d = \frac{1}{3}\frac{l}{2\pi a}R_S$

$P_e = P + P_d$; $R_A = R_r + R_d$; $R_A = \frac{2P}{|I|^2}$

Monopole :

R_r(Monopole) $=$ $\frac{1}{2}R_r$(Dipole) ; D(Monopole) $= \frac{1}{2}D$(Dipole)

$$Z_e(\text{Monopole}) = \frac{1}{2}Z_e(\text{Dipole})$$

dipôle magnétique -spire circulaire :

inductance :

$$L = \mu b\left[Log\left(\frac{8b}{a}\right) - 1{,}75\right]\ pour\ a << b$$

b :rayon de la spire ; a : rayon du fil

$\mu_o = 4\pi 10^{-7}$F/m

$$\int \sin(a+bx)\exp(cx)dx = \frac{\exp(cx)}{b^2+c^2}[c\sin(a+bx) - b\cos(a+bx)]$$