

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA  
Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang 1988/89

EEE 307 Antena dan Perambatan

Tarikh: 26 Oktober 1988

Masa: 9.00 pagi - 12.00 tengahari  
(3 jam)

---

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 7 muka surat berserta Lampiran (1 muka surat) bercetak dan TUJUH (7) soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA (5) soalan.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sut sebelah kanan sebagai peratusan daripada markah keseluruhan yang diperuntukkan bagi soalan berkenaan.

Jawab kesemua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Apakah yang anda faham dengan sebutan-sebutan berikut: -

- (i) Bahantara homogen
- (ii) Bahantara isotropik
- (iii) Ruang-bebas
- dan (iv) Gelombang satah

(20%)

(b) Tunjukkan bahawa  $\bar{E}$  dan  $\bar{H}$  memenuhi persamaan-persamaan pembezaan berikut di dalam suatu bahantara homogen yang mengandungi cas dan arus.

$$\nabla^2 \bar{E} - \mu\epsilon \frac{\partial^2 \bar{E}}{\partial t^2} = \frac{1}{\epsilon} \nabla \rho + \mu \frac{\partial \bar{J}}{\partial t}$$

$$\nabla^2 \bar{H} - \mu\epsilon \frac{\partial^2 \bar{H}}{\partial t^2} = -\nabla \times \bar{J}$$

(80%)

2. (a) Bincangkan pengkutupan gelombang-gelombang satah di dalam ruang bebas.

(30%)

(b) Dengan menimbangkan ungkapan bagi pekali-pekali pantulan Fresnel berhubungkait dengan suatu gelombang menuju secara condong ke atas satah antaramuka di antara dua dielektrik, tunjukkan bahawa keadaan yang mana tidak ada gelombang pantulan yang berlaku apabila vektor elektrik selari (menegak) ke satah tuju dan sudut tujunya diberikan oleh

$$\tan \theta_i = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}} .$$

(70%)

...3/-

3. (a) Bincangkan kepentingan setiap sebutan di dalam persamaan berikut

$$\oint \bar{E} \times \bar{H} \cdot d\bar{s} = - \frac{\partial}{\partial t} \int (\frac{1}{2}\mu H^2 + \frac{1}{2}\epsilon E^2) dv - \int \sigma E^2 dv \quad (40\%)$$

Jumlah medan elektrik dan magnet yang terhasil dari gelombang satah tuju jatuh ke atas suatu beban yang diberikan oleh

$$E_x = E_i e^{-j\beta z} + E_r e^{j\beta z}$$

$$H_y = \eta^{-1} (E_i e^{-j\beta z} - E_r e^{j\beta z})$$

Dengan menimbangkan vektor Poynting kompleks tunjukkan bahawa jumlah kuasa yang diserap oleh beban tersebut per unit luas diberikan oleh

$$\frac{1}{2} \eta^{-1} (|E_i|^2 - |E_r|^2) \quad (30\%)$$

- (b) Ungkapan bagi  $\bar{E}$  dan  $\bar{H}$  untuk ragam-ragam TE antara satah selari berpengalir sempurna adalah

$$E_y = C_1 \sin\left(\frac{m\pi}{a}x\right) e^{-j\beta z}$$

$$H_x = \frac{-\beta}{\omega\mu} C_1 \sin\left(\frac{m\pi}{a}x\right) e^{-j\beta z}$$

$$H_z = \frac{j m \pi}{\omega \mu a} C_1 \cos\left(\frac{m\pi}{a}x\right) e^{-j\beta z}$$

Berapakah kuasa yang dipancarkan di dalam arah z per unit luas?

(30%)

...4/-

4. Suatu paip segiempat berlubang, berpengalir sempurna dihuraikan oleh satah-satah  $x = 0, x = a, y = 0, y = b$ . Paksi-z nya diambil di sepanjang paip. Bermula dari persamaan Maxwell, tunjukkan bahawa tatarajah medan wujud bagi hanya  $E_x, H_y, H_z$  yang tak sifar, serta terbitkan ungkapan bagi ketiga-tiga komponen ini di dalam bentuk gelombang mengembara ke hadapan.

Tunjukkan bahawa frekuensi minimum yang wujud di bawah sebarang medan bentuk ini akan dilemahkan di sepanjang paip tersebut.

(80%)

Suatu pandugelombang tertentu mempunyai dimensi dalaman  $1\text{cm} \times 2\text{cm}$ . Tentukan dua frekuensi potong yang mungkin dengan ragam yang diterangkan di atas.

(20%)

5. (a) Tiga punca yang pertama dari persamaan

$$J_1(x)Y_1(10x) - Y_1(x)J_1(10x) = 0$$

adalah  $x = 0.394, 0.733, 1.075$

Kirakan frekuensi potong bagi ragam-ragam yang berkaitan dengan punca tersebut di dalam talian sepaksi yang berdimensi : pengalir dalam (garispusat luar)  $1\text{mm}$ ; pengalir luar (garispusat dalam)  $1\text{cm}$ ; serta labelkan ragam-ragam tersebut.

(30%)

...5/-

- (b) Suatu pandugelombang bulat mempunyai garispusat 7.2 cm. Berapakah frekuensi potong enam yang pertama bagi ragam-ragam yang boleh dirambatkan di sepanjang pandugelombang ini? Berapakah julat bagi ragam  $TM_{11}$  dan  $TE_{01}$ ?

Diberikan: Punca bagi  $J_m(x) = 0$  dan  $J'_m(x) = 0$  adalah

$$J_0(x) : x = 2.405, 5.520, 8.654$$

$$J_1(x) : x = 3.832, 7.016, 10.173$$

$$J_2(x) : x = 5.136, 8.417, 11.620$$

$$J'_0(x) : x = 3.832, 7.016, 10.173$$

$$J'_1(x) : x = 1.841, 5.331, 8.536$$

$$J'_2(x) : x = 3.054, 6.706, 9.969$$

$$J'_3(x) : x = 4.2$$

(70%)

6. (a) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan sebutan untung kuasa dan rintangan sinaran dipakai pada antena.

(30%)

...6/-

- (b) Suatu dawai lurus yang panjang membawa suatu arus yang diberikan oleh  $I(z) = I_0 \exp(-jkz)$ , kordinat  $z$  diambil sebagai sifar pada satu hujung dan  $l$  pada hujung yang lain. Dapatkan suatu ungkapan bagi medan elektrik jauh serta tunjukkan secara geraf bagaimana medan elektrik tersebut berubah terhadap arah pada jejari tetap apabila  $l = \lambda/2$ .

[Diingatkan  $E_\theta = \frac{j\eta_0 [i]_r l}{2\lambda r} \sin \theta \hat{\theta}$ ]

iaitu  $\eta_0$  = impedans kecirian gelombang dalam ruang bebas

$[i]_r$  = arus rencatan

$l$  = panjang dawai

$\theta$  = sudut antara gelombang tuju dan paksi dawai

$\lambda$  = jarak gelombang

dan  $r$  = jarak dari suatu titik P dari dawai

(70%)

7. (a) Bincangkan sebab-sebab yang mengakibatkan kekuatan yang diterima oleh suatu antena VHF berubah dengan ketinggian dari bumi. Terbitkan suatu ungkapan bagi fungsi ketinggian ini bagi suatu antena yang didirikan di atas satah permukaan bumi yang mempunyai pengaliran sempurna. Suatu antena dwikutub berkutup mendatar didirikan pada satah tanah yang berpengalir sempurna menerima suatu gelombang isyarat tiba pada sudut sending  $5^\circ$ . Lakarkan fungsi ketinggian dalam jarak gelombang merangkumi julat ketinggian termasuk titik maksimum dan minimum yang pertama.

(70%)

...7/-

(b) Apakah yang dimaksudkan dengan pelbagai 'ruang' dan 'frekuensi'?

(30%)

- oooOooo -

Kordinat Kartes

$$1. \frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z} = \rho$$

$$2. \frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial y} + \frac{\partial B_z}{\partial z} = 0$$

$$3. \frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} = -\frac{\partial B_x}{\partial t}$$

$$\frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} = -\frac{\partial B_y}{\partial t}$$

$$\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} = -\frac{\partial B_z}{\partial t}$$

$$4. \frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} = i_x + \frac{\partial D_x}{\partial t}$$

$$\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} = i_y + \frac{\partial D_y}{\partial t}$$

$$\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} = i_z + \frac{\partial D_z}{\partial t}$$

Kordinat Selinder

$$1. \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r D_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial D_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial D_z}{\partial z} = \rho$$

$$2. \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r B_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial B_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial B_z}{\partial z} = 0$$

$$3. \frac{1}{r} \frac{\partial E_z}{\partial \phi} - \frac{\partial E_\phi}{\partial z} = -\frac{\partial B_r}{\partial t}$$

$$\frac{\partial E_r}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial r} = -\frac{\partial B_\phi}{\partial t}$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r E_\phi) - \frac{1}{r} \frac{\partial E_r}{\partial \phi} = -\frac{\partial B_z}{\partial t}$$

$$4. \frac{1}{r} \frac{\partial H_z}{\partial \phi} - \frac{\partial H_\phi}{\partial z} = i_r + \frac{\partial D_r}{\partial t}$$

$$\frac{\partial H_r}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial r} = i_\phi + \frac{\partial D_\phi}{\partial t}$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r H_\phi) - \frac{1}{r} \frac{\partial H_r}{\partial \phi} = i_z + \frac{\partial D_z}{\partial t}$$

Kordinat Sfera

$$1. \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 D_r) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (D_\theta \sin \theta) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial D_\phi}{\partial \phi} = \rho$$

$$2. \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 B_r) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (B_\theta \sin \theta) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial B_\phi}{\partial \phi} = 0$$

$$3. \frac{1}{r \sin \theta} \left[ \frac{\partial}{\partial \theta} (E_\phi \sin \theta) - \frac{\partial E_\theta}{\partial \phi} \right] = -\frac{\partial B_r}{\partial t}$$

$$\frac{1}{r} \left[ \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial E_r}{\partial \phi} - \frac{\partial}{\partial r} (r E_\phi) \right] = -\frac{\partial B_\theta}{\partial t}$$

$$\frac{1}{r} \left[ \frac{\partial}{\partial r} (r E_\theta) - \frac{\partial E_r}{\partial \theta} \right] = -\frac{\partial B_\phi}{\partial t}$$

$$4. \frac{1}{r \sin \theta} \left[ \frac{\partial}{\partial \theta} (H_\phi \sin \theta) - \frac{\partial H_\theta}{\partial \phi} \right] = i_r + \frac{\partial D_r}{\partial t}$$

$$\frac{1}{r} \left[ \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial H_r}{\partial \phi} - \frac{\partial}{\partial r} (r H_\phi) \right] = i_\theta + \frac{\partial D_\theta}{\partial t}$$

$$\frac{1}{r} \left[ \frac{\partial}{\partial r} (r H_\theta) - \frac{\partial H_r}{\partial \theta} \right] = i_\phi + \frac{\partial D_\phi}{\partial t}$$

Bentuk-bentuk sinus keadaan mantap ( $e^{j\omega t}$ ).

Bentuk persamaan pembeza

Bentuk potensial terencat

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho$$

$$\vec{B} = \nabla \times \vec{A}$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\vec{E} = -j\omega \left[ \vec{A} + \frac{1}{k^2} \nabla(\nabla \cdot \vec{A}) \right]$$

$$\nabla \times \vec{E} = -j\omega \mu \vec{H}$$

$$\vec{A} = \int_V \frac{\mu I}{4\pi r} e^{-jk r} dV$$

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{i} + j\omega \epsilon \vec{E}$$

$$k = \omega \sqrt{\mu \epsilon}$$