

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang 1990/91

Mac/April 1991

EEE 207 - Medan Elektromagnet

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 7 muka surat beserta Lampiran (3 muka surat) bercetak dan LIMA (5) soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

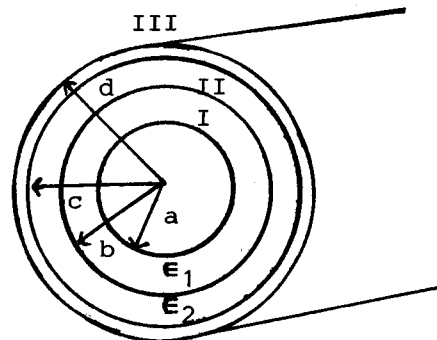
Jawab EMPAT (4) soalan.

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

Jawab kesemua soalan dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1.



RAJAH 1

Kabel sepaksi, ditunjukkan dalam Rajah 1, mempunyai taburan cas $-\rho_l$ pada permukaan $r = a$ dan $+\rho_l$ pada permukaan $r = c$. Ianya dipisahkan oleh dua lapisan bahan dielektrik yang bertemu pada $r = b$, masing-masing mempunyai kebertelusan sama dengan ϵ_1 dan ϵ_2 .

- (a) Tentukan \bar{D} dan \bar{E} di dalam kawasan I, II dan III. (4%)
- (b) Seterusnya tentukan beza potensial V_{ac} dan kemuatan (capacitance) per unit panjang antara dua pengalir tersebut. (5%)
- (c) Tentukan \bar{H} dan \bar{B} jika cas tersebut digantikan dengan arus yang mempunyai amplitud yang sama, tetapi berlainan arah. Tentukan juga kearuhan (inductance) per unit panjang bagi kabel tersebut. (5%)
- (d) Tentukan juga galangan kecirian (characteristic impedance) kabel tersebut. Apakah kepentingan parameter ini? (3%)

(e) Tunjukkan bahawa

$$(i) C = \frac{\rho}{2W_E} \text{ F m}^{-1}$$

$$\text{dan (ii) } W_E = \frac{1}{2} CV_{ac}^2 \text{ Jm}^{-1}$$

(8%)

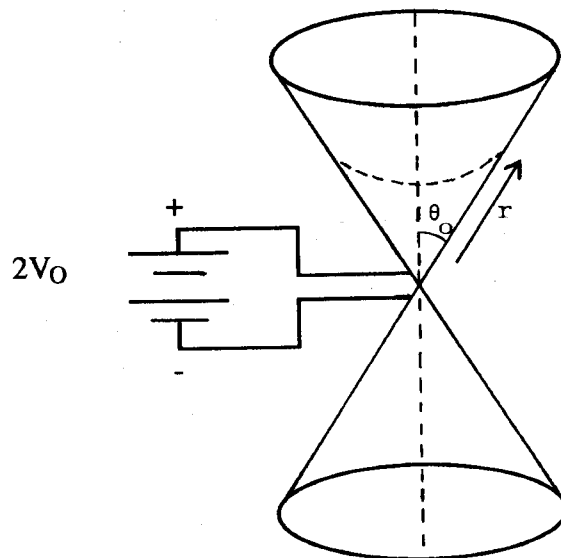
2. (a) Talian penghantaran dwikon (Rajah 2) mengandungi sepasang kon berpengalir (sepaksi pada paksi z, bertemu hujung ke hujung) dipisahkan oleh sela yang begitu kecil sekali sehingga dapat diberikan potensial $2V_0$ yang disambungkan kepada bateri pada kedua hujungnya.

(i) Tentukan taburan potensial di dalam ruang antara dua kon tersebut.

(7%)

(ii) Tunjukkan bahawa kemuatan per unit panjang (r ke $r + 1$) diberikan oleh

$$C = \frac{\pi\epsilon}{2\ln(\cot \frac{\theta_0}{2})} \text{ F/m}$$



RAJAH 2

(7%)

- (b) Dari kaedah bayangan, permukaan sama potensial bagi dua pengalir selinder selari yang ditunjukkan dalam Rajah 3 diberikan oleh

$$\left(y - a \frac{K^2 + 1}{K^2 - 1}\right)^2 + z^2 = \left(\frac{2Ka}{K^2 - 1}\right)^2$$

iaitu $K = e^{2\pi\epsilon v/\rho_\ell}$

- (i) Tunjukkan bahawa kemuatan per unit panjang ialah

$$C = \frac{\pi\epsilon}{\ln \left[\frac{b + (b^2 - r_o^2)^{\frac{1}{2}}}{r_o} \right]}$$

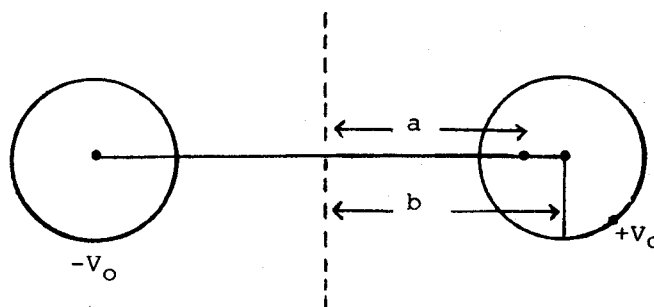
iaitu $b = \frac{a K_o^2 + 1}{K_o^2 - 1}$

$$r_o = \frac{2 K_o a}{K_o^2 - 1}$$

dan $K_o = e^{2\pi\epsilon V_o/\rho_\ell}$

(8%)

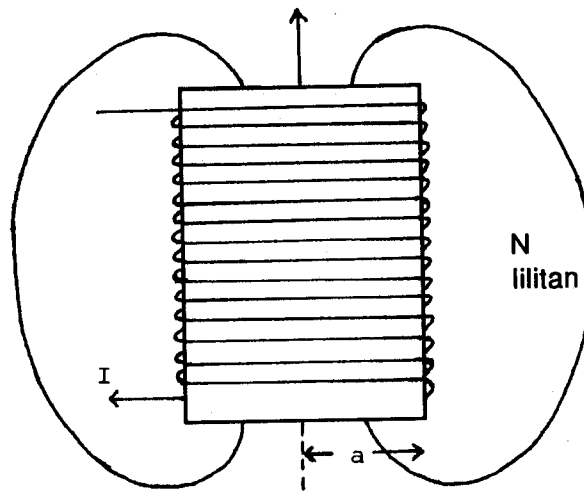
- (ii) Hitung kemuatan per unit panjang jika $b = 6m$, $r_o = 3m$, $\epsilon = \epsilon_o$ dan $\rho_\ell = 4 \times 10^{-9} \text{ Cm}^{-1}$



RAJAH 3

(3%)

3. (a) Dapatkan medan magnet \vec{H} di sepanjang paksi suatu solenoid yang dililitan rapat dengan pengalir yang membawa arus seperti ditunjukkan dalam Rajah 4. Seterusnya hitung kearuhan solenoid ini.



RAJAH 4

(15%)

- (b) Potensial magnet vektor \vec{A} diberikan oleh

$$\vec{A} = \int_{\ell} \frac{\mu_0 I dz}{4\pi R}$$

- (i) Dapatkan potensial magnet vektor \vec{A} pada titik $P(r_c, \phi, z)$ bagi talian yang panjangnya L seperti dalam Rajah 5.

(5%)

- (ii) Dapatkan \vec{A} bagi L yang terlalu pendek iaitu apabila $L \rightarrow 0$, tetapi talian ini masih tengahnya di $z = 0$.

(5%)

...6/-

4. (a) Suatu talian RF mempunyai galangan kecirian Z_0 nya 70 ohm, galangan beban $Z_R = 115 - j80$ dan nisbah gelombang pegun 2.7. Jika talian dikehendaki menghantar kuasa 50 watt, dapatkan nilai voltan dan arus maksimum dan minimumnya serta voltan dan arus hujung penerimaan.

(7%)

- (b) Voltan 100MHz diberikan ke talian tanpa rugi, 5 meter panjang dalam ruang bebas, ditamatkan dengan galangan beban yang tidak diketahui. Voltan minimum pertamanya terletak pada 0.5 cm dari beban. Jika nisbah gelombang pegun ialah 1.5 dan galangan kecirian talian 100 ohm, hitungkan nilai beban Z_L tersebut.

(7%)

- (c) Suatu beban bergalangan $(100 + j100)$ ohm hendak dipadankan dengan penjana yang mempunyai galangan dalaman 600 ohm pada frekuensi 10 MHz dengan cara

- (i) Pengubah suku-gelombang dan kabel 100 ohm untuk menghapuskan reaktans.

(3%)

- (ii) Puntung tunggal bereaktans ($Z_0 = 600$ ohm).

(3%)

- (iii) Gabungan pengubah suku-gelombang dan puntung yang disambung melintang beban. Puntung tersebut mempunyai galangan kecirian yang sama dengan pengubah suku-gelombang tersebut.

(4%)

...7/-

5. (a) Terangkan maksud dari sebutan 'gandaan kuasa' dan 'rintangan sinaran' yang digunakan dalam antena.

(6%)

- (b) Terbitkan ungkapan keamatan medan elektrik dan magnet pada jarak r yang besar dalam arah sinaran maksimum bagi antena yang mempunyai gandaan kuasa G dalam arah tersebut, rintangan sinaran R_r dan arus ujaan I .

(7%)

- (c) Suatu antena pemancar mempunyai rintangan sinaran 50 ohm dan gandaan kuasa 20dB dalam arah penerima 64 km jaraknya. Dengan arus antena 0.5A diberikan, tentukan keamatan dan kekuatan medan elektrik pada penerima. Jika antena penerima mempunyai panjang keberkesanan 1.5m dan rintangan sinaran 75 ohm, tentukan kuasa maksimum yang terdapat pada penerima. Tentukan juga kehilangan kuasa penghantaran keseluruhan dalam dB.

(12%)

- oooOooo -

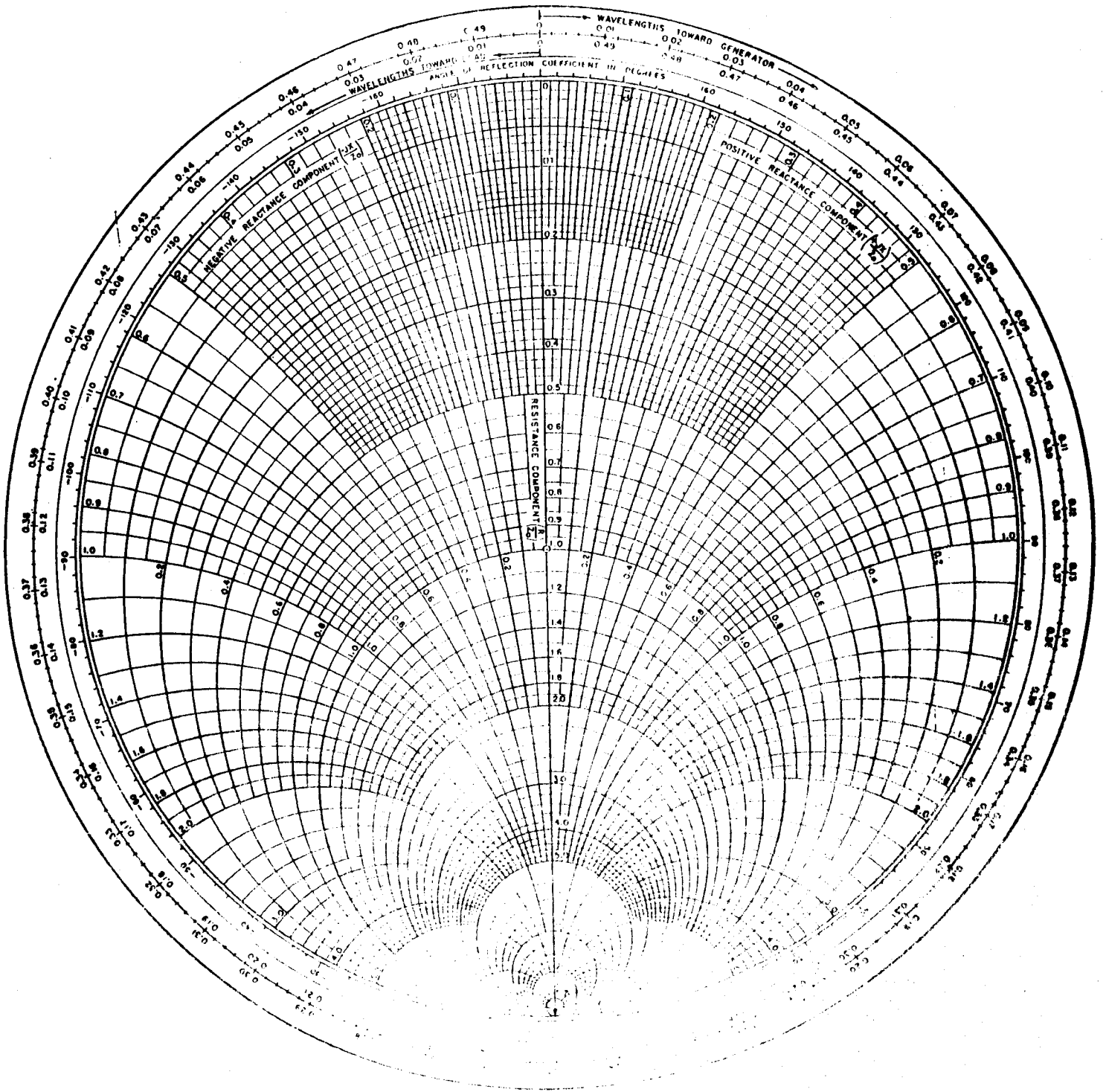


Fig. 1.00

$$\int \cos^2 m\varphi \, d\varphi = \frac{1}{2} \left(\varphi + \frac{\sin 2m\varphi}{2m} \right)$$

$$\int \sin^2 m\varphi \, d\varphi = \frac{\varphi}{2} - \frac{\sin 2m\varphi}{4m}$$

$$\int \sin\varphi \cos\varphi \, d\varphi = -\frac{1}{4} \cos 2\varphi$$

Capahan, ikalan, kecerunan dan Laplacian

Koordinat kartes

$$\nabla \cdot \mathbf{A} = \frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$$

$$\nabla \times \mathbf{A} = \left(\frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z} \right) \mathbf{a}_x + \left(\frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x} \right) \mathbf{a}_y + \left(\frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y} \right) \mathbf{a}_z$$

$$\nabla V = \frac{\partial V}{\partial x} \mathbf{a}_x + \frac{\partial V}{\partial y} \mathbf{a}_y + \frac{\partial V}{\partial z} \mathbf{a}_z$$

$$\nabla^2 V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}$$

Koordinat selinder

$$\nabla \cdot \mathbf{A} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r\Lambda_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial \Lambda_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial \Lambda_z}{\partial z}$$

$$\nabla \times \mathbf{A} = \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \Lambda_z}{\partial \phi} - \frac{\partial \Lambda_\phi}{\partial z} \right) \mathbf{a}_r + \left(\frac{\partial \Lambda_r}{\partial z} - \frac{\partial \Lambda_z}{\partial r} \right) \mathbf{a}_\phi + \frac{1}{r} \left[\frac{\partial}{\partial r} (r\Lambda_\phi) - \frac{\partial \Lambda_r}{\partial \phi} \right] \mathbf{a}_z$$

$$\nabla V = \frac{\partial V}{\partial r} \mathbf{a}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \phi} \mathbf{a}_\phi + \frac{\partial V}{\partial z} \mathbf{a}_z$$

$$\nabla^2 V = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}$$

Koordinat Sfera

$$\nabla \cdot \mathbf{A} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \Lambda_r) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (\Lambda_\theta \sin \theta) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial \Lambda_\phi}{\partial \phi}$$

$$\nabla \times \mathbf{A} = \frac{1}{r \sin \theta} \left[\frac{\partial}{\partial \theta} (\Lambda_\phi \sin \theta) - \frac{\partial \Lambda_\theta}{\partial \phi} \right] \mathbf{a}_r + \frac{1}{r} \left[\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial \Lambda_r}{\partial \phi} - \frac{\partial}{\partial r} (r\Lambda_\phi) \right] \mathbf{a}_\theta + \frac{1}{r} \left[\frac{\partial}{\partial r} (r\Lambda_\theta) - \frac{\partial \Lambda_r}{\partial \theta} \right] \mathbf{a}_\phi$$

$$\nabla V = \frac{\partial V}{\partial r} \mathbf{a}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} \mathbf{a}_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial V}{\partial \phi} \mathbf{a}_\phi$$

$$\nabla^2 V = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$$