

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang 1992/93

April 1993

EEE 234 - Medan Elektromagnet

Masa : [3 jam]

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 9 muka surat beserta Lampiran (2 muka surat) bercetak dan ENAM (6) 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.

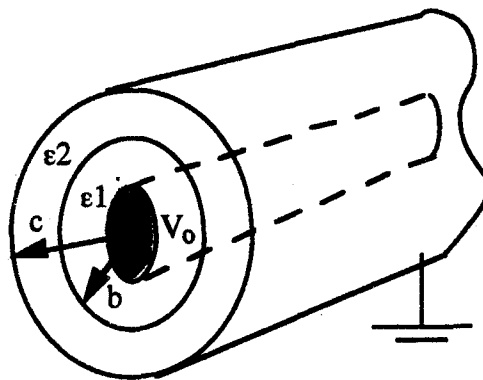
Jawab kesemua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

- 1 (a) Bandingkan hasil nilai kemuatan bagi suatu talian penghantaran sepaksi seperti ditunjukkan dalam Rajah 1 di antara penyelesaian menggunakan Persamaan Laplace dan hukum Gauss.

(14 markah)

- (b) Dapatkan kearuhan (inductance) per unit panjang dan galangan kecirian talian tersebut jika kebolehtelapan bagi kedua-dua bahan dielektrik ialah  $\mu_0$ .

(6 markah)



Rajah 1

2. Taburan ketumpatan cas isipadu berhampiran dengan suatu simpang semikonduktor ditunjukkan seperti dalam Rajah 2 adalah diwakili oleh persamaan

$$\rho = 2\rho_0 \operatorname{sech} \frac{x}{a} \tanh \frac{x}{a}$$

iaitu  $\rho_0$  dan  $a$  adalah pemalar.

- (a) Dapatkan  $E_x$  dan  $V(x)$ , anggap bahawa  $E_x \rightarrow 0$  apabila  $x \rightarrow \infty$  dan  $V(0) = 0$ .

(9 markah)

(b) Tunjukkan bahawa

$$C = \frac{\epsilon S}{2\pi a}$$

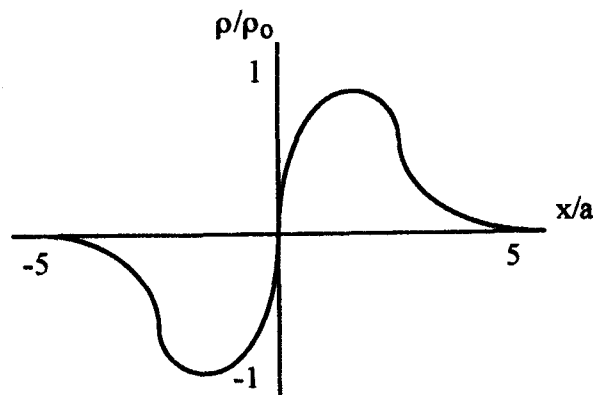
iaitu S adalah keratan rentas simpang.

(5 markah)

(c) Jika  $\rho = 500 \operatorname{sech} 10^6 x \tanh 10^6 x$ ,  $\epsilon_r = 12$  dan luas keratan rentas simpang ialah  $10^{-7} \text{ m}^2$ , dapatkan (i)  $V_0$ ; (ii)  $C$ ; (iii)  $E$  pada simpang.

(6 markah)

$$\left[ \begin{array}{l} \int \sec hax \tanh ax = \frac{1}{a} \operatorname{sech} ax \\ \int \sec hax = \frac{2}{a} \tan^{-1} e^{ax} \\ \operatorname{sech} \infty = 0 \\ \operatorname{sech} 0 = 1 \\ \epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m} \end{array} \right]$$



Rajah 2

- 3 (a) Voltan dan arus bagi gelombang kembara di dalam talian penghantaran yang mempunyai pemalar perambatan  $\gamma$  dan galangan kecirian  $Z_0$  ialah  $V_x = Ae^{-\gamma x}$  dan  $I(x) = Ae^{-\gamma x}/Z_0$  masing-masing. A adalah pemalar sebarang.

Talian ini ditamatkan diujungnya dengan galangan beban  $\eta Z_0$ . Tunjukkan bahawa galangan pada jarak  $d$  dari beban diberikan oleh

$$Z_{in} = \frac{Z_0(\eta + \tanh \gamma d)}{1 + \eta \tanh \gamma d}$$

(10 markah)

- (b) Talian penghantaran 50 ohm tanpa kehilangan ditamatkan dengan antena yang tidak diketahui galangan beroperasi pada frekuensi 1 GHz. Voltan minimum yang pertama didapati pada 4 cm dari beban dan VSWR di dalam talian ialah 2. Jika halaju gelombang di dalam talian ialah dua pertiga daripada halaju cahaya, tentukan nilai galangan antena tersebut pada frekuensi operasinya.

(4 markah)

- (c) Jika antena ini hendak di padankan dengan talian tersebut, hitung semua parameter yang diperlukan bagi

(i) pepadanan pengubah suku-gelombang. (3 markah)

(ii) pepadanan puntung tunggal (3 markah)

4. Boleh ditunjukkan bahawa permukaan sama potensial  $V_1$  bagi suatu selinder pengalir berjejari  $a$  terletak pada jarak  $h$  (dari pusat selinder) dari satah bumi seperti ditunjuk dalam Rajah 3 diwakili oleh persamaan berikut

$$\left(x - b \frac{k_1 + 1}{k_1 - 1}\right)^2 + y^2 = \left(\frac{2b\sqrt{k_1}}{k_1 - 1}\right)^2$$

iaitu  $k_1 = e^{4\pi\epsilon V_1/q_l}$  dan  $q_l$  ialah cas per unit panjang.

(a) Dapatkan kemuatan per unit panjang antara selinder tersebut dan satah bumi.

(9 markah)

(b) Jika jejari selinder tersebut adalah 5 m, voltan pengalir ialah 100V, ketinggian h ialah 13 m, hitung  $b$ ,  $q_l$  dan kemuatan C per unit panjang.

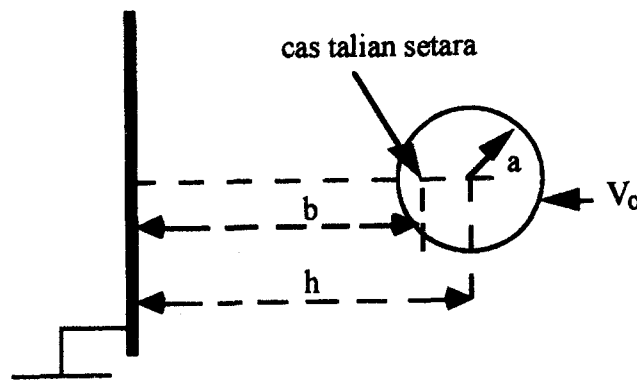
(5 markah)

(c) Dapatkan kedudukan dan jejari bagi selinder yang mewakili permukaan sama potensial  $V_1 = 50$  V.

(3 markah)

(d) Berapakah daya yang bertindak di antara selinder tersebut dan satah bumi?

(3 markah)



Rajah 3

5. (a) Suatu pengalir bukan magnet pepejal mempunyai keratan rentas bulat berjejari  $r = 2$  cm, membawa jumlah arus  $I = 60$  A dalam arah  $a_z$ . Pengalir tersebut ialah tak homogen mempunyai kepengaliran yang berubah terhadap  $r$  sebagai  $\sigma = 10^5(1+16000r^2)$  mho/m. Dapatkan jumlah fluks merentangi satah menjejari ditakrifkan sebagai  $\phi = 0$ ,  $0 < z < 1$ m,  $0 < r < 2$  cm .

(4 markah)

(b) Dapatkan kilas vektor keatas gelung dawai segiempat yang menyambung titik-titik  $(1,-2,1)$ ,  $(1,2,1)$ ,  $(-1,2,1)$ ,  $(-1,-2,1)$

(i) berputar pada titik P  $(0,0,1)$  oleh  $B = a_x$  T.

(ii) berputar pada titik P  $(2,4,5)$  oleh  $B = 0.4 a_x + 0.6 a_y - 0.7 a_z$  T

(10 markah)

(c) Timbangkan potensial elektrik  $V = -y(x+ct)$  Volt dan potensial magnet vektor rencatan ialah  $A = y((x/c)+t) a_x$  Wb/m

di sini 
$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

(i) Buktikan

$$\nabla \cdot A = -\mu\epsilon \frac{\partial v}{\partial t}$$

(ii) Tentukan B, H, E dan D.

(iii) Apakah syarat Persamaan Maxwell yang perlu dipenuhi oleh hasil-hasil tersebut?

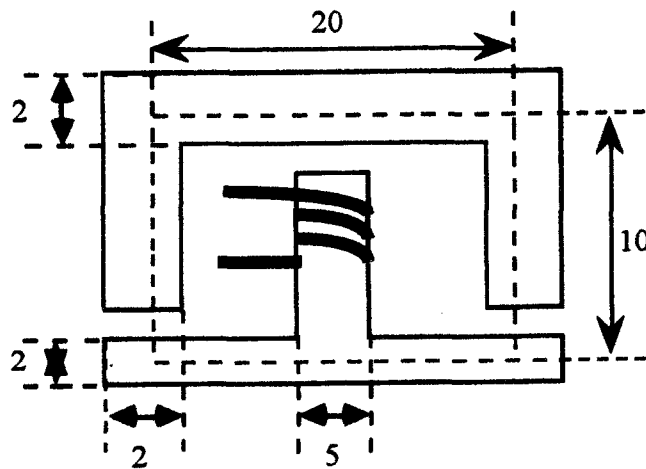
(6 markah)

6. (a) Suatu cas,  $Q = 5 \times 10^{-8}$  C, bergerak di dalam medan magnet seragam,  $B = -0.4 a_x + 0.2 a_y - 0.1 a_z$  T, dengan halaju,  $v = (2 a_x - 3 a_y + 6 a_z)$   $10^5$  m/s, pada  $t = 0$ . Dapatkan medan elektrik pada  $t = 0$  jika daya bersih ke atas cas tersebut ialah 0.5 pN.

(4 markah)

- (b) Di dalam litar magnet yang ditunjukkan dalam Rajah 4, kesemua dimensi di dalam cm dan kesemua sela-udara 0.5 mm lebarnya. Ketebalan bersih teras tersebut ialah 3 cm keseluruhannya. Belitan dililitkan di lengan tengah seperti ditunjukkan dalam Rajah tersebut. Dapatkan daya magnetomotif yang diperlukan untuk menghasilkan fluks 1.5 mWb di lengan tengah. Anggapkan bahawa kebolehtelapan relatif bahan magnet tersebut tetap pada 200 H/m.

(10 markah)



Rajah 4

- (c) Ketumpatan arus sesaran ialah  $5 \cos (2 \times 10^8 t - Kz) a_x \mu A/m^2$  di dalam bahan yang mempunyai  $\sigma = 0, \epsilon = 5\epsilon_0, \mu = 4\mu_0$ .
- (i) Menggunakan takrifan ketumpatan arus sesaran dapatkan D dan E.
  - (ii) Gunakan bentuk titik hukum Faraday dan kamiran masa untuk mendapatkan B dan H.
  - (iii) Gunakan bentuk titik hukum litar Ampere untuk mendapatkan ketumpatan arus sesaran. Kemudian cari nilai K.

(6 markah)

Lampiran I

## SI Unit Prefixes

Factor	Prefix	Symbol	Factor	Prefix	Symbol
$10^{18}$	exa	E	$(10^{-1})$	deci	d)
$10^{15}$	peta	P	$(10^{-2})$	centi	c)
$10^{12}$	tera	T	$10^{-3}$	milli	m
$10^9$	giga	G	$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^6$	mega	M	$10^{-9}$	nano	n
$10^3$	kilo	k	$10^{-12}$	pico	p
$(10^2)$	hecto	h)	$10^{-15}$	femto	f
(10)	deka	da)	$10^{-18}$	atto	a

## Divergence, Curl, Gradient, and Laplacian

## Cartesian Coordinates

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

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

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

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

## Cylindrical Coordinates

$$\nabla \cdot \mathbf{A} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r A_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial A_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$$

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

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

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

## Spherical Coordinates

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

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

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

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



Lampiran II

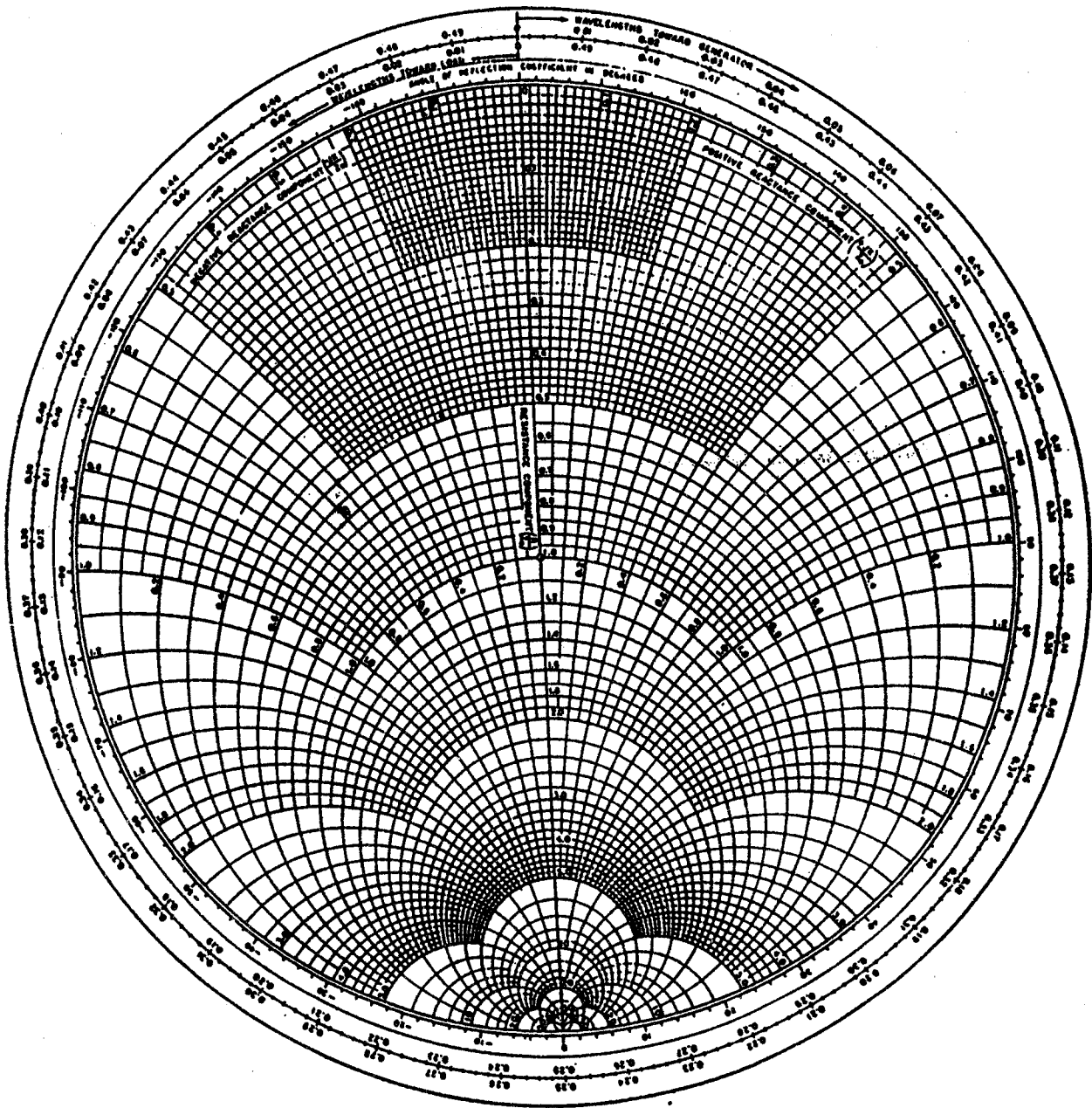


Fig. 1.206