
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2007/2008

Oktober/November 2007

EEE 432 – ANTENA DAN PERAMBATAN

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT BELAS (14)** muka surat termasuk **TIGA** muka surat **Lampiran** bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi dua bahagian, **Bahagian A** dan **Bahagian B**.

Jawab **DUA (2)** soalan dalam Bahagian A dan **DUA (2)** soalan dalam Bahagian B dan **SATU (1)** soalan daripada mana-mana Bahagian. Jawab **LIMA (5)** soalan.

Gunakan dua buku jawapan yang diberikan supaya jawapan-jawapan bagi soalan-soalan **Bahagian A** adalah di dalam satu buku jawapan dan bagi **Bahagian B** di dalam buku jawapan yang lain.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

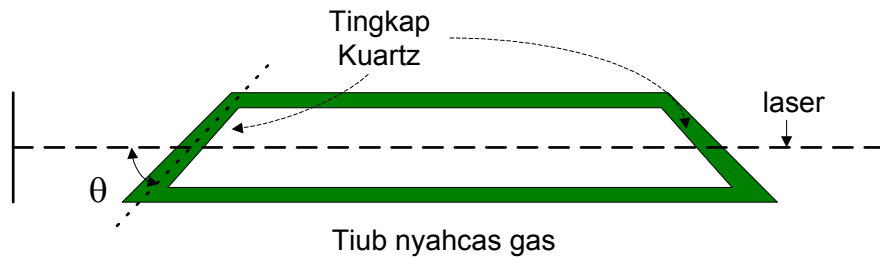
Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

Bahagian A - Jawab DUA (2) soalan

1. (a) Satu alur laser dalam Rajah 1(a) menggunakan tingkap kuarz bersudut Brewster terhadap tiub nyahcas gas supaya dapat meminimumkan pantulan. Hitung sudut tingkap kuarz θ dengan paksi laser tersebut jika pemalar dielektrik relatif kuarz pada frekuensi yang dipertimbangkan adalah $\epsilon_r=1.45$. Nyatakan pengkutuban laser tersebut.

The gas laser in Figure 1(a) uses Brewster angle quartz windows on the gas discharge tube in order to minimize reflection losses. Determine the angle θ of the windows made with laser axis if the relative dielectric constant for quartz at the wavelength of interest is $\epsilon_r= 1.45$. State the polarization of the laser.

(40%)

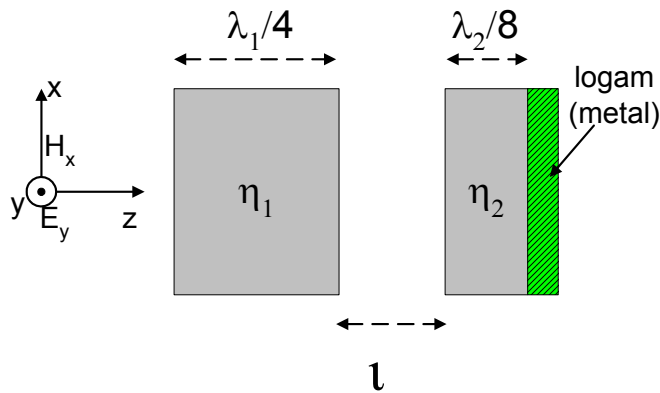


Rajah 1(a) - Laser gas dengan tingkap kuarz bersudut Brewster
Figure 1(a) A gas laser with Brewster angle windows

- (b) Suatu gelombang RF dalam udara menuju ke bongkah dielektrik berketebalan $\lambda_1/4$ dan sebahagian gelombang yang keluar dari bongkah ini akan meneruskan perambatannya ke dalam udara sebelum menuju ke bongkah dielektrik kedua yang tebal nya $\lambda_2/8$. Jarak antara bongkah dielektrik ialah ι dan bongkah kedua diletakkan logam disebelah nya seperti dalam Rajah 1(b). Jika $\eta_2 = \eta_0(1-j1)$, hitung nilai η_1 dan ι supaya tiada isyarat yang dipantulkan .

An RF signal from air is incident on a dielectric block of $\lambda_1/4$ of thickness and the transmitted wave will continue incident to the second dielectric block of $\lambda_2/8$ of thickness. The distance between the dielectric blocks is ι and the metal sheet is placed to the second dielectric block as shown in Figure 1(b). If $\eta_2 = \eta_0(1-j1)$, determine η_1 and ι so that no signal is reflected back.

(60%)



Rajah 1(b) - Isyarat RF menghentam blok dielektrik
 Figure 1(b) - Rf signal impinging the dielectric blocks

2. Di bawah ini ada 3 jenis pandu gelombang empat segi:

Below are listed 3 types of rectangular wave guide:

- (a) WR34 8.64mm x 4.32mm
- (b) WR28 7.11mm x 3.56mm
- (c) WR22 5.69mm x 2.845mm

(i) Hitung julat frekuensi ragam TE_{10} bagi ketiga-tiga pandu gelombang di atas.

Calculate the frequency range for TE_{10} of all the three wave guides.

(50%)

(ii) Pandu gelombang yang manakah yang lebih sesuai untuk frekuensi 28GHz.

Which wave guide is the most suitable for 28GHz.

(20%)

(iii) Jika pandu gelombang WR34 diisi dengan bahan dielektrik berketelusan relatif 2.25 dan ketelapan relatif 1, berapakah julat frekuensi ragam TE_{10} yang baru.

If a waveguide of WR43 is filled with dielectric of relative permittivity of 2.25 and the relative permeability is 1, what is the new frequency range for TE_{10} of this waveguide.

(30%)

3. Suatu pandu gelombang bulat mempunyai jejari 2cm.

A cylindrical waveguide has a radius of 2cm

(a) Berapakah frekuensi potong bagi lima ragam terendah yang pertama.

What are the cutoff frequencies of the first five lowest modes.

(40%)

(b) Ragam yang mana 6 GHz boleh merambat?

Which modes does 6 GHz can propagate?

(20%)

(c) Jika pandu gelombang ini hendak dijadikan penyalun bagi ragam TE_{111} pada frekuensi 6 GHz, berapakah panjang penyalun ini diperlukan.

If the waveguide is to be used as resonator for TE_{111} mode at frequency 6 GHz, what is the length of the resonator.

(40%)

Jadual 1: Punca Fungsi Bessel bagi $J'_n(ka)=0$

n	m	1	2	3
0		2.405	5.520	8.654
1		3.832	7.016	10.173
2		5.135	8.417	11.620

Jadual 2: Punca Fungsi Bessel bagi $J'_n(ka)=0$

n	m	1	2	3
0		3.832	7.016	10.174
1		1.841	5.332	8.536
2		3.054	6.705	9.963

Bahagian B - Jawab DUA (2) soalan

4. (a) Terangkan dengan menggunakan lakaran corak sinaran, apakah yang dimaksudkan dengan antenna "omni-directional"?

Explain by using radiation pattern sketch what is an omni-directional antenna.

(10%)

- (b) Berdasarkan persamaan kekuatan medan elektrik bagi antenna dwikutub setengah gelombang seperti yang diberikan dibawah, dapatkan persamaan untuk kekuatan medan elektrik maksimum, $E_{\theta \max}$

According to the electric field strength equations for the half wave dipole antenna as shown below, obtain the equation for the maximum electric field strength, $E_{\theta \max}$

$$E_{\theta} = j60I_0 \left(\frac{\lambda}{\pi \sin^2 \theta} \cos \left(\frac{\pi \cos \theta}{2} \right) \right) \sin \theta e^{j\omega(t-r/c)}$$

(30%)

- (c) Kemudian, daripada persamaan tersebut (soalan 4 [b]) kirakan kekuatan medan elektrik yang maksimum daripada antenna dwikutub setengah gelombang pada kedudukan menegak pada sudut 90° sekiranya diberikan 0.85 A arus r.m.s yang diukur pada jarak 1 km.

Then, from the equation obtained in question 4 (b), calculate the maximum electric field strength from the half wave dipole antenna at bore sight position with an angle 90° if 0.85 A r.m.s current is measure at a distance of 1 km.

(40%)

- (d) Sekiranya satu antenna dwikutub penerima direkabentuk untuk menyalur pada frekuensi 1.8 GHz, dan mempunyai panjang keberkesanan sebanyak 4 cm, apakah kuasa sebenar yang ada pada masukan penerima di dalam keadaan yang sepadan?

If a dipole receive antenna is designed to be resonant at 1.8 GHz and has an effective length of 4 cm, what is the actual power available at the receiver input under matched conditions?

(20%)

5. (a) Buktikan bahawa gandaan bagi 2 elemen tatasusunan dibandingkan dengan satu elemen adalah sebanyak 3 dB apabila dilihat pada arah pandangan menegak?

Prove that the gain of 2 element array compared to single element is 3 dB when viewed along the bore sight direction?

(10%)

- (b) Tentukan sudut arah kekuatan medan elektrik maksimum dan minimum dalam satah mengufuk bagi tatasusunan antena mengufuk yang terdiri daripada dua unsur isotropik. Jarak pemisahan antara unsur ialah $\lambda/6$ dan perbezaan fasa pada suapan unsur ialah sebanyak 60° .

Determine the angular directions of the electric field strength maximal and minimal in the horizontal plane for a horizontal antenna array comprising two isotropic elements. The element spacing is $\lambda/6$ and the phase lag between the currents applied to the elements is 60° .

Ingat bahawa kekuatan medan (pada jarak sama) yang dihasilkan oleh jumlah kuasa yang sama disuap pada satu unsur adalah sama dengan yang disuap pada dua unsur dan perlu diambil sebagai E_0 V/m

Note that the field strength (at the same distance) due to a single element fed with the same total power as the 2 elements array should be taken as E_0 V/m.

(50%)

- (c) Lakarkan corak sinaran (dalam satah mengufuk) bagi antena dwikutub di dalam bahagian (b)

Sketch the radiation pattern (in the horizontal plane) of the antenna in part (b).

(10%)

- (d) Satu antena tatsusunan seragam mempunyai 6 dwikutub menegak dijarakkan sebanyak $\lambda/4$ disuapkan arus yang sefasa. Dapatkan setengah kuasa alur lebar dalam arah penyinaran yang maksimum.

A uniform linear array consisting of six dipoles spaced $\lambda/4$ apart is fed with in-phase currents. Find the half power beamwidth in the direction of maximum radiation.

(30%)

6. (a) Bincangkan perambatan gelombang bumi dari segi kandungan dan kegunaan julat frekuensi.

Discuss ground wave propagation in terms of its properties and applicable frequency range.

(10%)

- (b) Jarak terdekat antara Bumi dan planet Marikh adalah 54.5×10^6 km.
The closest distance between Earth and Mars is about 54.5×10^6 km.

- (i) Dapatkan kehilangan laluan dalam decibel antara dua planet tersebut pada 10 GHz.

Determine the decibel path loss between the two planets at 10 GHz

(20%)

- (ii) Kemudian, anggapkan satu isyarat radio dihantarkan daripada Bumi ke planet Marikh berdasarkan jarak yang diberikan. Berapa lamakah dari masa anda menghantar mesej tersebut sehingga anda menerima jawapan sekiranya terdapat tindakbalas sertamerta yang diterima?

Then, assume that a radio signal is being sent from Earth to Mars based on the distance given. How long would it be from the time that you send the message until you received an answer if there was an immediate response when it arrived?

(20%)

- (c) Satu signal gangguan melalui satu kotak yang mengelilingi satu litar yang sensitive. Jika kotak itu diperbuat oleh aluminium ($\sigma = 35.4MS/m$), dapatkan jumlah kuasa yang dipindahkan, melalui sempadan antara udara dengan kotak tersebut. Anggapkan isyarat ini dalam sistem perhubungan FM pada frekuensi 150MHz dan mempunyai kuasa $12w/m^2$.

A disturbing signal is passing a box surrounding a circuit that is sensitive. If the box is made of aluminum ($\sigma = 35.4MS/m$), determine the total power transferred across the boundary between air and the box. Assume that the signal is FM in communication system at frequency of 150 MHz and has a power of $12w/m^2$.

(25%)

- (d) Jika kotak aluminium dalam soalan no. 6 (c) adalah setebal 2mm. Dapatkan **pemalar pelemah** (*attenuation coefficient*) dan **kuasa** yang melalui bahagian dalam sempadan antara kotak dan udara. Berikan komen samada ia adalah pelindung yang berkesan.

*If the aluminum box in question 6 (c) is 2mm thick. Determine the **attenuation coefficient** and **power** that passes across the inner boundary between the box and air. Give a comment whether it is a good shielding.*

(25%)

Medan E dan H untuk dwikutub:

$$E_r = \frac{I_0 L \cos \theta e^{j\omega(t - \frac{r}{c})}}{2\pi\epsilon} \left(\frac{1}{cr^2} + \frac{1}{j\omega r^3} \right)$$

$$E_\theta = \frac{I_0 L \sin \theta e^{j\omega(t - \frac{r}{c})}}{4\pi\epsilon} \left(\frac{j\omega}{c^2 r} + \frac{1}{cr^2} + \frac{1}{j\omega r^3} \right)$$

$$E_\phi = 0$$

$$H_\phi = \frac{I_0 L \sin \theta e^{j\omega(t - \frac{r}{c})}}{4\pi} \left(\frac{j\omega}{cr^2} + \frac{1}{j\omega r^3} \right)$$

$$H_r = H_\theta = 0$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}}$$

$$\text{Gandaan, } G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$$

Antena tatasusunan (array):

$$E_p = \frac{E_0}{\sqrt{n}} \left[1 + e^{j\theta} + e^{j2\theta} + \dots + e^{j(n-1)\theta} \right]$$

$$\left[1 + e^{j\theta} + e^{j2\theta} + \dots + e^{j(n-1)\theta} \right] = \frac{\sin\left(\frac{n\theta}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

$$\theta = \frac{2\pi d \cos \phi}{\lambda} \pm \alpha$$

$$E_p = \sqrt{2}E_0 \cos\left(\frac{\theta + \alpha}{2}\right) \text{ untuk 2 elemen}$$

EMC formula:

Medan H:

$$H = \frac{I}{2\pi r}, H(x) = H_{out} e^{-\alpha x}$$

$$\text{Rintangan, } Z = \frac{E}{H}, \tau = \frac{2Z_L}{Z_L + Z_o} = \frac{E_{out}}{E_{in}}, Z_L = \sqrt{\frac{j\omega\mu}{\sigma}}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\eta_1}{\eta_2}$$

$$\sin \theta_c = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2}}$$

$$\rho_{\text{datar}} = \frac{\sqrt{\epsilon_2} \cos \theta_t - \sqrt{\epsilon_1} \cos \theta_i}{\sqrt{\epsilon_2} \cos \theta_t + \sqrt{\epsilon_1} \cos \theta_i}$$

$$\rho_{\text{tegak}} = \frac{\sqrt{\epsilon_2} \cos \theta_i - \sqrt{\epsilon_1} \cos \theta_t}{\sqrt{\epsilon_2} \cos \theta_i + \sqrt{\epsilon_1} \cos \theta_t}$$

$$f_c = \frac{c}{2\pi} k_c$$

$$\text{pandu gelombang empatsegi } k_c = \sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2}$$

$$\text{pandu gelombang silinder } k_c = \frac{h_{nm}}{a}$$

$$\text{dan } k_c^2 = \gamma^2 + \omega^2 \mu \epsilon$$

$$E = \frac{j60\pi\ell \cos[(\pi/2)\cos\theta]}{\lambda r \sin\theta} e^{i\omega(t-r/c)}$$

$$|E| = 2 \left(\frac{60P_T G_T}{d^2} \right)^{1/2} \sin\left(\frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda_o d} \right)$$

