
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2005/2006

November 2005

EEE 432 – ANTENA DAN PERAMBATAN

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA BELAS (12)** beserta Lampiran (2 muka surat) 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.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

Bahagian A: Jawab DUA (2) soalan

- A1. (a) Nyatakan kaitan antara gelombang elektromagnet dan persamaan Maxwell.

Explain the relationship between wave equation and Maxwell equation.

(10%)

- (b) Gelombang elektromagnet berupaya merambat dalam sebarang bahantara yang berciri ketelusan ϵ , ketelapan μ , kepengaliran σ dan tidak wujud sebarang cas elektrik dalam bahantara tersebut. Terbitkan persamaan Maxwell dan juga persamaan gelombang elektromagnet yang merambat dalam bahantara tersebut.

Electromagnetic waves can propagate in any medium which is characterized by permittivity ϵ , permeability μ , conductivity σ and no electric charge is in the medium. Derive Maxwell equation and wave equation propagate in this medium.

(30%)

- (c) Tunjukkan bahawa perambatan gelombang elektromagnet dalam bahantara di atas amat dipengaruhi oleh ciri-ciri bahantara tersebut.

Prove that the propagation of electromagnetic wave in the above medium depends on characteristics of the medium.

(20%)

...3/-

- (d) Jika dianggap gelombang elektromagnet merambat dalam bahantara di atas adalah pada arah +z, tunjukkan bahawa perambatan gelombang elektromagnet sebenarnya adalah rambatan dua pasangan medan elektrik dan medan magnet yang sentiasa terpisah 90° antara satu dengan yang lain.

Assume electromagnetic wave propagated in the above medium is in +z direction. Prove that the propagation of the wave in this direction consist of two pairs of electric field and magnetic field in which they are always 90° apart.

(20%)

- (e) Tunjukkan juga bahawa impedan ciri bahantara di atas juga bersandar kepada ciri-ciri bahantara tersebut.

Prove that the characteristic impedance of the medium also depends on its characteristics of the medium.

(20%)

- A2. (a) Jika terdapat dua bahantara dielektrik yang berlainan dan kedua-duanya adalah bersebelahan antara satu dengan lain, tunjukkan bahawa pemalar pantulan dan pemalar penerusan pada sempadan bahantara tersebut adalah bersandar kepada impedan ciri kedua-dua bahantara. Nyatakan sebarang anggapan yang anda andaikan.

There are two different dielectric materials fitting together. Prove that the reflection coefficient and transmission coefficient at the boundary of these dielectric materials is a function of their's characteristic impedance. Please mention any assumptions made.

(50%)

...4/-

- (b) Sebuah alat pengesan narkotik telah dipasang pada meja pemeriksaan di pintu keluar/masuk Pelabuhan P.Pinang. Pada alat pengesan ini terdapat sebuah antena pemancar yang sentiasa menyinarakan isyarat 30kHz dengan kuasa 26.9897dBm. Selain dari itu alat pengesan ini juga dipasang dengan antena pengesan isyarat 30kHz dan diletakkan bersebelahan dengan antena pemancar. Semasa sesi ujian sebungkus bahan narkotik dibungkus dengan plastik nipis berwarna hitam diletakkan beberapa jarak di bawah alat pengesan tersebut. Pada ketika itu antena pengesan telah mengesan isyarat 30kHz dengan kuasa 17.4473dBm.

Jika dianggap ciri elektromagnet plastik berwarna hitam itu boleh diabaikan, apakah ciri-ciri bahan narkotik yang dibungkus oleh plastik hitam tersebut. Nyatakan sebarang anggapan yang anda andaikan.

A set of drug detector was installed above a check point table at an exit door of the P.Pinang Airport. This set contains two antennas, a transmitter and a detector. The transmitting antenna always radiates 30kHz signal with 26.9897dBm power. The receiving antenna will detects any 30kHz signal and it is located close to the transmitting antenna. During commission test, a black plastics parcel containing some drug is located under these antenna. The receiving antenna receives a 17.4473dBm 30kHz signal.

Assume that the black plastic bag is electromagnetically negligible, calculate the characteristic of this drug in the parcel. Please mention any assumption made.

(25%)

...5/-

- (c) Untuk tujuan pengesanan yang lebih tepat, sebuah antenna pengesanan lain telah di pasang di bawah meja pemeriksaan tersebut. Jika antenna ini juga hanya mengesan isyarat 30kHz, hitung kuasa yang dikesan oleh antenna ini dan apakah antenna ini dapat mengesahkan pengesanan oleh antenna pengesanan dalam bahagian (b) di atas. Nyatakan sebarang anggapan yang anda andaikan.

For the purpose of detection confirmation, another receiving antenna was installed under the table and it also operates at 30kHz frequency. Calculate the power received by this antenna and does the detection verifies the detection by the receiving antenna in question (b) above.

Please mention any assumption made.

(25%)

- A3. (a) Sebuah pandu gelombang segi empat diisi dengan bahan dielektrik berciri ketelusan ϵ , ketelapan μ , kepengaliran $\sigma = 0$ dan tidak wujud sebarang cas elektrik. Buktikan bahawa medan E_x yang merambat dalam pandu gelombang ini adalah,

A rectangular wave guide is filled with some dielectric material, characterized by permittivity ϵ , permeability μ , conductivity σ and no electric charge is in the medium. Prove that the electric field E_x propagates in the wave guide can be expressed as equation below;

$$E_x = -\frac{\gamma}{h^2} \frac{\partial E_z}{\partial x} - \frac{j\omega\mu}{h^2} \frac{\partial H_z}{\partial y} \text{ (V/m)}$$

...6/-

Dengan γ adalah pemalar perambatan, ϵ adalah ketelusan medan elektrik, μ adalah ketelapan medan magnet dan $h^2 = \gamma^2 + k^2$ dengan k adalah $\omega\sqrt{\mu\epsilon}$.

In this equation, γ is the propagaion constant, ϵ is the permittivity, μ is the permeability and $h^2 = \gamma^2 + k^2$ where k is $\omega\sqrt{\mu\epsilon}$.

(50%)

- (b) Anda telah diterima berkerja sebagai seorang jurutera di firma Bintang MikroGel Sdn. Bhd. Tugas pertama anda adalah untuk membina sebuah senapang elektromagnet. Senapang ini terdiri dari dua bahagian; sebuah pensalun dan sebuah pandu gelombang. Pensalun akan menjanakan isyarat berfrekuensi tinggi sementara pandu gelombang pula adalah sebungkah logam berkeratan rentas 2.500cm x 1.000cm dan panjang 160.0000cm. Bahagian dalam pandu gelombang ini diisi dengan bahan berciri ketelusan $\epsilon = 4\epsilon_0$, ketelapan $\mu = 1$, kepengaliran $\sigma = 0$ dan ketumpatan cas adalah sifar. Jika pensalun itu menjanakan isyarat berfrekuensi 15.1GHz, apakah dan berapakah jumlah ragam yang mungkin bagi pandu gelombang ini.

You have been accepted as an engineer in the Bintang MikroGel Sdn. Bhd. Your first job is to design an electromagnetic gun which consist of a resonator and a rectangular wave guide. The resonator will generate a high frequency signal and the rectangular wave guide is made of metal with dimension 2.500cm x 1.000cm and 160.0000cm long. This wave guide is filled with some dielectric material $\epsilon = 4\epsilon_0$, $\mu = 1$, $\sigma = 0$ and the charge density is zero. If the resonator generates 15.1GHz, what are the modes and how many possible modes can be propagated in this waveguide.

(35%)

...7/-

Bahagian B: Jawab DUA (2) soalan

- B4. (a) Apakah nisbah kekuatan medan elektrik ke kekuatan medan magnet yang tersinar bagi unsure dwikutub?

What is the ratio of radiated electric field strength to the radiated magnetic field strength of the elemental dipole?

(10%)

- (b) Dapatkan persamaan rintangan sinaran, R_{rad} bagi dwikutub hertzian daripada persamaan kuasa di bawah:

$$\text{Kuasa} = \oint P \cdot ds = \int_0^\pi \frac{30\pi I_0^2 L^2 \sin^2 \theta}{\lambda^2 r^2} 2\pi r^2 \sin \theta d\theta$$

Derive the radiation resistance, R_{rad} of the hertzian dipole from the power equation:

$$\text{Power} = \oint P \cdot ds = \int_0^\pi \frac{30\pi I_0^2 L^2 \sin^2 \theta}{\lambda^2 r^2} 2\pi r^2 \sin \theta d\theta$$

(50%)

- (c) Dapatkan rintangan sinaran dan kuasa bagi unsur dwikutub yang panjangnya adalah $\lambda/8$ jika diberi arus 2A.

Find the radiation resistance and power of an elemental dipole that has a length of $\lambda/8$ if the current is 2A.

(20%)

...9/-

- (d) Suatu antena cakra berdiameter 6 m mempunyai gandaan 12dB pada frekuensi 2GHz. Berapakah anggaran frekuensi bagi antena yang gandaannya sebanyak 18dB.

A 6 m diameter dish antenna has a gain of 12dB at 2GHz. Find an approximate frequency for an antenna gain of 18 dB.

(20%)

- B5. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan antena tatasusunan. Terangkan dengan menggunakan gambarajah.

What is meant by linear array? Explain using diagram.

(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 $\lambda/4$ dan perbezaan fasa pada suapan unsur ialah sebanyak 45° .

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 $\lambda/4$ and the phase lag between the currents applied to the elements is 45° .

...10/-

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 antenna dwikutub di dalam bahagian (b).

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

(10%)

- (d) Suatu antenna mengandungi 5 dwikutub menegak membentuk suatu tatasusunan linear mengufuk. Jarak pemisah antara unsur ialah $\lambda/4$ dan fasa antara unsur ialah 0° . Terbitkan ungkapan bagi faktor tatasusunan ini dalam satah mengufuk.

An antenna comprises 5 vertical dipoles in the form of a horizontal linear array. The spacing of the elements is $\lambda/4$ and the phasing between the elements is 0° . Derive an expression for the array factor in the horizontal plane.

(30%)

...11/-

- B6. (a) Pemancar TV yang beroperasi pada frekuensi 300MHz terletak di atas bukit yang tingginya 250m. Ketinggian antenna penerima adalah 12m. Apakah jarak antenna dari pemancar supaya mendapat kekuatan isyarat yang maksimum. Diberi kekuatan medan bagi pemancar VHF ialah

$$E = \frac{2A_0}{d} \sin(kh \sin \theta)$$

A TV transmitter operates at 300MHz is situated at a hill of height of 250m. The height of the receiving antenna is 12m. What is the distance of the antenna to the TV transmitter so that maximum signal power is received? Given that the field strength for VHF transmitter is

$$E = \frac{2A_0}{d} \sin(kh \sin \theta)$$

(30%)

- (b) Gandaan sesuatu antenna adalah diukur pada frekuensi 750MHz dan didapati sebanyak 24dB. Antena ini digunakan sebagai antenna penghantar yang standard untuk mengukur gandaan bagi antenna yang lain menggunakan persamaan Friss. Dalam membuat pengukuran tersebut pada 750MHz dan pada jarak 3km, kuasa yang diterima adalah 10mW. Dapatkan gandaan antenna penerima sekiranya kuasa penghantaran, $P_T=1kW$.

The gain of a particular antenna has been carefully measured at 750MHz and found to be 24dB. This antenna is now used as a standard transmitting antenna to measure the gain of other antennas, using the Friss equation. In making such a measurement at a frequency of 750MHz and at a range of 3km, the received power was 10mW. Find the gain of the receiving antenna if the transmit power, $P_T=1kW$.

(30%)

...12/-

- (c) Satu isyarat gangguan melalui satu kotak yang menutupi papan litar yang amat sensitif. Sekiranya kotak itu diperbuat daripada aluminium, dapatkan jumlah kuasa yang dihantar menembusi sempadan antara udara dan kotak tersebut. Anggapkan bahawa isyarat tersebut dalam siaran FM pada frekuensi 100MHz dan mempunyai kuasa sebanyak 10W/m^2 .

An interference signal hits a box surrounding a very sensitive circuit board. If the box is made of aluminium, determine the amount of power that is transmitted across the boundary between the air and the box. Assume the signal is in the FM broadcast band at frequency of 100MHz and that it has the power of 10W/m^2 .

(40%)

ooo0ooo

Medan E dan H untuk dwikutub:

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

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

$$E_\phi = 0$$

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

$$H_r = H_\theta = 0$$

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

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

Antena tatasusunan (array):

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

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

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

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

EMC formula:

Medan H:

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

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

Persamaan Maxwell Am

1. Keikalan medan magnet adalah sama dengan hasil tambah ketumpatan arus mengalir dengan terbitan masa ketumpatan medan elektrik.
2. Keikalan medan elektrik adalah sama dengan kehilangan terbitan masa ketumpatan medan magnet.
3. Capahan ketumpatan medan elektrik adalah sama dengan ketumpatan cas yang wujud dalam sebuah isipadu.
4. Capahan ketumpatan medan magnet dalam sesebuah isipadu adalah sifar.