UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2008/2009

November 2008

EEE 432 – ANTENA DAN PERAMBATAN

Masa: 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS muka surat dan DUA muka surat LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan dan dua bahagian iaitu Bahagian A dan Bahagian B.

Jawab LIMA soalan. Jawab DUA soalan daripada Bahagian A, DUA soalan daripada Bahagian B dan SATU soalan daripada mana-mana bahagian.

Gunakan buku jawapan yang berasingan supaya jawapan-jawapan bagi soalan-soalan Bahagian A adalah dalam satu buku jawapan dan Bahagian B dalam buku jawapan yang lain.

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

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam bahasa Malaysia atau bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

Bahagian A - Jawab DUA (2) soalan

1. (a) Suatu gelombang elekromagnet satah berfrekuensi 3000MHz menuju secara tegaklurus dari udara(galangan intrinsik η_o) ke suatu kepingan bahan dielektrik yang mempunyai pemalar-pemalar berikut : $\varepsilon = 4\varepsilon_o$, $\mu = \mu_o$ dan $\sigma=0$. Jika tebal kepingan tersebut ialah 2 cm dan amplitud kekuatan medan (E) gelombang tuju ialah 100mV/m, tentukan kekuatan medan gelombang setelah melepasi kepingan tersebut.

A uniform plane electromagnetic wave of frequency 3000MHz is incident normally upon a sheet of dielectric material, which has the following constants: $\varepsilon = 4\varepsilon_o$, $\mu = \mu_o$ *and* $\sigma=0$. *If the sheet is 2 cm thick and the amplitude of the electric field strength of the incident wave is 100 mV/m, determine the electric field strength of the wave after passing through the sheet.*

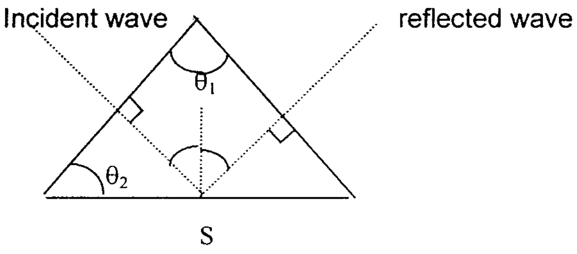
(70%)

(b) Suatu prisma yang digunakan dalam laser ditunjukkan dalam Rajah 1. Gelombang tuju mestilah mengalami pantulan keseluruhannya pada permukaan S. Hitung sudut θ_1 dan θ_2 untuk kegunaan pada jarak gelombang 6328 $\overset{o}{A}$ (He:Ne laser) (nota: 1 $\overset{o}{A}$ = 1x 10^{-10} m) jika prisma dibina dari kuartz (index biasan n= $\sqrt{\varepsilon_r}$ = 1.46)

A prism to be used in a laser application is shown in Figure 1. The incident wave should be totally reflected at surface S. Calculate the angles θ_1 *and* θ_2 *for use at 6328* $\overset{o}{A}$ *(He:Ne laser) (note:1* $\overset{o}{A}$ *= 1x* 10^{-10} *m) if the prism is be constructed from quartz (the refractive index* $n= \sqrt{\varepsilon_r}$ = *1.46)*

(30%)

...3/-



Rajah 1
Figure 1

2. (a) Berapakah julat frekuensi bagi ragam TE_{10} bagi pandugelombang berikut dibawah ini dengan mengambil julat bawah ialah 1.25 f_{c10} (frekuensi potong ragam TE_{10}) dan julat atas ialah 0.9 f_c bagi ragam berikutnya. Dimensi dalam pandu gelombang diberi seperti berikut.

What are the frequency range for TE_{10} mode of the following waveguide by taking the starting frequency is 1.25 f_{c10} (cutoff frequency of TE_{10}) and the upper frequency is 0.9f_c of the next mode. The internal dimensions of the waveguide are given as follow.

(i) WR42 10.67mm x 4.32mm
(ii) WR34 8.64mm x 4.32mm
(iii) WR28 7.11mm x 3.56mm

(70%)

(b) Nyatakan sama ada frekuensi 20 GHz dalam setiap pandugelombang tersebut boleh berambat dalam ragam TE_{10} atau tidak.

State that whether 20 GHz frequency can be propagated in TE_{10} mode or not in the above waveguides

(30%)

3. Suatu pandu gelombang bulat mempunyai jejari 5cm diisikan dengan bahan dielektrik ε_r =2.25.

A cylindrical waveguide has a radius of 5cm is filled with dielectric material of ε_r =2.25.

(a) Berapakah julat frekuensi bagi ragam TM_{01} and TE_{11}

What are the frequency range for TM_{01} and TE_{11} modes

(40%)

(b) Yang mana satu ragam dalam (a) yang lebih baik untuk perhubungan jarak jauh. Beri sebab.

Which mode in (a) is more preferable for long haul communication. Give reason

(10%)

(c) Jika pandugelombang tersebut di atas yang tidak diisi bahan dielektrik hendak digunakan sebagai penyalun, berapakah panjangnya yang diperlukan untuk menyalun frekuensi 5GHz pada ragam TM_{011}

If the air-filled cylindrical waveguide is to be used as a resonator, what is the length so that it can resonate at frequency 5GHz of TM_{011} mode.

(50%)

Jadual 1: Punca Fungsi Bessel bagi Jn(ka)=0
Table 1: Roots of Bessel function for Jn(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

Bahagian B - Jawab DUA (2) soalan

4. (a) Adakah konduktor pembawa arus boleh berfungsi sebagai antena? Terangkan sebab anda.

Does a current-carrying conductor act as an antenna? Explain your reasons.

(20%)

(b) Apakah kepentingan rintangan sinaran? Sekiranya rintangan pada sesuatu antena boleh diabaikan, apakah nilai galangan pada talian suapan penghantaran antenna tersebut supaya ia menyinarkan kuasa yang maksimum?

What is the significance of radiation resistance? If the resistance of an antenna can be neglected, what must be the characteristic impedance of the transmission line feeding the antenna so that the antenna radiates maximum power?

(20%)

(c) Kekuatan medan elektrik didalam zon jauh daripada satu antena adalah diberikan dalam arus maksima pada input I_0, sebagai:

The electric field intensity in the far zone from an antenna is given in terms of its maximum input current as I_0, as:

$$\vec{E}_\theta = \frac{16}{r} I_0 \ \text{V/m}$$

Dapatkan persamaan yang bertepatan untuk medan magnet.
Obtain the corresponding expression for the magnetic field.

(20%)

(d) Kemudian, daripada persamaan yang diperolehi dari soalan 4(c) :
Then, from the equation obtained in question 4(c):

(i) Apakah jumlah kuasa yang disinarkan oleh antena tersebut?
What is the total power radiated by the antenna?

(ii) Apakah rintangan sinarannya?
What is the radiation resistance?

(iii) Bolehkah antena ini dipanggil sebagai antena isotropic? Terangkan sebabnya.
Can this antenna be called an isotropic antenna? Explain your reason.

(iv) Apakah mestinya nilai I_0 supaya jumlah kuasa yang disinarkan ialah 100kW
What must I_0 be to radiate a total power of 100kW?

(40%)

5. (a) Terangkan bagaimana sesuatu antena itu boleh memberikan gandaan dan kearahan? Beri perincian parameter-parameter fizikalnya apabila memspesifikasikan sesuatu antena.

Explain how an antenna may provide gain and directivity? Detail the physical parameters to be considered when specifying an antenna.

(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 30°.

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 30^0.

Nota: 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_o V/m.

Note: 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_o 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) Suatu antena mengandungi 8 dwikutub menegak membentuk suatu tatasusunan linear mengufuk. Jarak pemisah antara unsur ialah $\lambda/4$ dan fasa antara unsur ialah 45^{o}. Terbitkan ungkapan bagi faktor tatasusunan ini dalam satah mengufuk.

An antenna comprises 8 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 45^{0}. Derive an expression for the array factor in the horizontal plane.

(30%)

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

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

(20%)

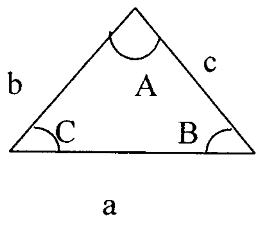
(b) Satu satelit tetap-geo berorbit 36 000 km di atas bumi dengan titik sub-satelitnya mempunyai longitud yang sama sebagai stesen bumi. Apakah EIRP satelit dalam dBm yang diperlukan sekiranya stesen bumi tersebut mempunyai gandaan antena penerimaan sebanyak 20 dBi, kesensitifan penerimaan sebanyak -110 dBm, kedudukan latitud 50^{0} dan frekuensi operasinya adalah 1.6 GHz.

A satellite is in geostationary orbit 36 000 km above the earth with its sub-satellite point having the same longitude as the ground station. What satellite EIRP in dBm is required if the ground station has a receive antenna with a gain of 20 dBi, a receiver sensitivity of -110 dBm, a latitude of 50^{0} and the frequency of operation is 1.6 GHz.

...10/-

Nota: $c=3x10^8$ m/s dan jejari bumi adalah =6370 km, dan

Note: $c=3x10^8$ m/s and the radius of the earth =6370 km, and



$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos C$$

(40%)

(c) Dinding antara dua pengalir diperlukan seperti dalam Rajah 2 di bawah. Dinding timah mempunyai ketebalan 1.2 mm. Beri anggaran disebelah kanan kekuatan medan magnet dan elektrik pada permukaan dan juga permukaan disebelah bawah pendinding. Dan juga beri anggaran medan yang hampir sebelum antaramuka udara-timah. Anggap arus 12mA mengalir di dalam dawai dengan frekuensi 150MHz. (Timah (Sn) : $\mu_0=4\pi$ x 10^{-7}, σ=0.4MS/m, $Z_0=377\Omega$)

Shielding is to be provided between two conductors as shown in Figure 2 below. The tin shield has a thickness of 1.2 mm. Estimate at the right hand side, the magnetic and electric field strength at the surface and just below the surface of the shield. Hence estimate the field just before the tin/air interface and the field after the tin-air interface. Assume a current of 12 mA flows through the wire at a frequency of 150 MHz. (Tin (Sn) : $\mu_0=4\pi$ x 10^{-7}, σ=0.4MS/m, $Z_0=377\Omega$)

(40%)