

SULIT



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI**

**BAHAGIAN PEPERIKSAAN DAN PENILAIAN
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI**

JABATAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK

PEPERIKSAAN AKHIR

SESI II : 2024/2025

DEP50043 : MICROWAVE DEVICES

TARIKH : 18 MEI 2025

MASA : 8.30 PAGI - 10.30 PAGI (2 JAM)

Kertas ini mengandungi **SEMBILAN (9)** halaman bercetak.
Bahagian A: Struktur (3 soalan)
Bahagian B: Esei (2 soalan)
Dokumen sokongan yang disertakan : Formula, Smith Chart

JANGAN BUKA KERTAS SOALAN INI SEHINGGA DIARAHKAN

(CLO yang tertera hanya sebagai rujukan)

SULIT

SECTION A : 60 MARKS**BAHAGIAN A : 60 MARKAH****INSTRUCTION:**

This section consists of **THREE (3)** subjective questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN :

*Bahagian ini mengandungi **TIGA (3)** soalan subjektif. Jawab **SEMUA** soalan.*

QUESTION 1**SOALAN 1**

CLO1

- a) Wave propagation in guided media such as waveguides involve different field configurations that define the modes of propagation. In this context, electromagnetic waves can exhibit distinct behavior based on the orientation of their electric and magnetic field components relative to the direction of propagation. Explain the propagation mode of Transverse Electric (TE) and Transverse Magnetic (TM) with a suitable diagram.

Perambatan gelombang dalam media berpandu seperti pandu gelombang melibatkan konfigurasi medan yang berbeza yang menentukan mod perambatan. Dalam konteks ini, gelombang elektromagnet boleh menunjukkan tingkah laku yang berbeza berdasarkan orientasi komponen medan elektrik dan magnetik berbanding dengan arah perambatan. Terangkan mod perambatan Transverse Electric (TE) dan Transverse Magnetic (TM) dengan gambar rajah yang sesuai.

[6 marks]

[6 markah]

- CLO1 b) In microwave engineering and waveguide technology, various components are utilized to control and manipulate the transmission of electromagnetic waves. These components serve distinct purposes in ensuring efficient signal propagation. Understanding the functionality of these devices is crucial for designing effective microwave systems. Explain the function of twist, T-joint, coupler and attenuator in that system.

Dalam kejuruteraan gelombang mikro dan teknologi pandu gelombang, pelbagai komponen digunakan untuk mengawal dan memanipulasi penghantaran gelombang elektromagnet. Komponen-komponen ini mempunyai peranan khusus dalam memastikan perambatan isyarat yang cekap. Memahami fungsi peranti-peranti ini adalah penting dalam mereka bentuk sistem gelombang mikro yang berkesan. Terangkan fungsi pemulas, penyambung T, penjodoh, dan peredam dalam sistem tersebut.

[7 marks]

[7 markah]

- CLO1 c) In microwave technology, the magnetron plays a crucial role as a primary component for generating high-power microwave signals. It is widely used in applications such as radar systems, microwave ovens, and communication devices. Visualize the schematic diagram of a magnetron.

Dalam teknologi gelombang mikro, magnetron memainkan peranan penting sebagai komponen utama untuk menjana isyarat gelombang mikro berkuasa tinggi. Ia digunakan secara meluas dalam aplikasi seperti sistem radar, ketuhar gelombang mikro, dan peranti komunikasi. Visualisasikan gambar rajah skematik magnetron.

[7 marks]

[7 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

- CLO1 a) In microwave communication systems, rectangular waveguides are widely used to guide electromagnetic waves with minimal loss and distortion. Their design and dimensions determine its overall performance. Understanding the structural characteristics and field distributions within a rectangular waveguide is fundamental for analyzing its behavior and optimizing its use in practical applications. Visualize rectangular waveguide with its characteristic details.

Dalam sistem komunikasi gelombang mikro, pandu gelombang segi empat tepat digunakan secara meluas untuk membimbing gelombang elektromagnet dengan kehilangan dan herotan yang minimum. Reka bentuk dan dimensi mereka menentukan prestasi keseluruhannya. Memahami ciri-ciri struktur dan taburan medan dalam pandu gelombang segi empat tepat adalah asas untuk menganalisis kelakuannya dan mengoptimumkan penggunaannya dalam aplikasi praktikal. Visualisasikan pandu gelombang segi empat tepat dengan butiran cirinya.

[4 marks]

[4 markah]

- CLO1 b) Given an air-filled rectangular waveguide with inner wall separation of 3 cm and 2 cm with permeability μ_r of 1 and permittivity ϵ_r of 1 in TE_{10} mode. Calculate cut-off frequency and cut-off wavelength. Ascertain if this waveguide can propagate 3 GHz signal and provide a rational for your answer.

Diberi sebuah pandu gelombang segi empat tepat yang berisi udara dengan pemisahan dinding dalam 3 cm dan 2 cm dengan kebolehtelapan relatif μ_r ialah 1 dan kebolehtelapan relatif ϵ_r ialah 1 dalam mod TE_{10} . Kirakan frekuensi potong dan panjang gelombang potong. Tentukan sama ada pandu gelombang ini boleh merambat isyarat 3 GHz, dan berikan rasional untuk jawapan anda.

[8 marks]

[8 markah]

- CLO1 c) A transmission line has a characteristic impedance of $(75 + j20) \Omega$ and is terminated by a load of $(100 + j150) \Omega$. Using suitable formula, calculate the reflection coefficient, Voltage Standing Wave Ratio and Voltage Standing Wave Ratio in dB.

Satu talian penghantaran mempunyai galangan ciri $(75 + j20) \Omega$ dan ditamatkan oleh beban $(100 + j150) \Omega$. Dengan menggunakan formula yang sesuai, kira pekali pantulan, nisbah gelombang pegun dan nisbah gelombang pegun dalam dB.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 3**SOALAN 3**

- CLO1 a) Electromagnetic radiation is a form of energy emitted by various sources, such as the sun and electronic devices. While it plays a crucial role in modern technology and communication, prolonged or excessive exposure to certain types of electromagnetic radiation can pose potential health risks. Explain **ONE (1)** type of hazard of electromagnetic radiation and the steps to prevent the hazard.
- Sinaran elektromagnet ialah satu bentuk tenaga yang dipancarkan oleh pelbagai sumber, seperti matahari dan peranti elektronik. Walaupun ia memainkan peranan penting dalam teknologi dan komunikasi moden, pendedahan yang berpanjangan atau berlebihan kepada jenis sinaran elektromagnet tertentu boleh menimbulkan potensi risiko kesihatan. Terangkan **SATU (1)** jenis bahaya sinaran elektromagnet dan cara untuk mengelaknya.*
- [4 marks]
[4 markah]
- CLO1 b) A horn antenna with dimension of 12 cm × 22 cm is used to propagate at 5 GHz. If the antenna aperture efficiency is 0.3, calculate the beamwidth and antenna gain.
- Sebuah antenna corong dengan dimensi 12 cm × 22 cm digunakan untuk merambat pada 5 GHz. Jika kecekapan aperture antenna adalah 0.3, hitung sudut alur dan gandaan.*
- [8 marks]
[8 markah]
- CLO1 c) A reflective dish antenna has an aperture efficiency of 0.75 and operates at 7.5 GHz. If the gain of the antenna is 91500, calculate the diameter of the dish and the beamwidth.
- Sebuah antenna pemantul parabola mempunyai nilai kecekapan bukaan 0.75 dan beroperasi pada frekuensi 7.5GHz. Jika gandaan antenna ialah 91500, tentukan diameter parabola dan sudut alur.*
- [8 marks]
[8 markah]

SECTION B: 40 MARKS**BAHAGIAN B: 40 MARKAH****INSTRUCTION:**

This section consists of **TWO (2)** essay questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN :

*Bahagian ini mengandungi **DUA (2)** soalan berstruktur. Jawab **SEMUA** soalan.*

CLO1

QUESTION 1**SOALAN 1**

Waveguides are essential components in microwave and RF systems, used to transmit electromagnetic energy efficiently. Rectangular waveguides are particularly popular due to their simplicity and ability to support various modes of propagation, such as the transverse electric and transverse magnetic modes. Considering a rectangular waveguide has inner dimensions of 0.04 m and 0.02 m and operating at TE_{10} with a frequency of 10 GHz. The waveguide is filled with a dielectric material with a relative permittivity of 2.2 and relative permeability of 1.5. Calculate cutoff frequency, cutoff wavelength, phase velocity, group velocity, guided wavelength and characteristic impedance.

Pandu gelombang ialah komponen penting dalam sistem gelombang mikro dan RF, digunakan untuk menghantar tenaga elektromagnet dengan cekap. Pandu gelombang segi empat tepat amat popular kerana kesederhanaan dan keupayaannya untuk menyokong pelbagai mod perambatan, seperti mod TE dan TM. Mengambil kira satu pandu gelombang segi empat tepat mempunyai dimensi dalaman 0.04 m dan 0.02 m dan beroperasi pada mode TE_{10} dengan frekuensi 10 GHz. Pandu gelombang diisi dengan bahan dielektrik dengan kebolehtelapan relatif ialah 2.2 dan kebolehtelapan relatif ialah 1.5. Kirakan frekuensi potong, panjang gelombang potong, halaju kumpulan, halaju fasa, panjang gelombang dalam pandu gelombang dan impedans ciri pandu gelombang.

[20 marks]

[20 markah]

CLO1

QUESTION 2**SOALAN 2**

A load impedance $(150 + j100) \Omega$ is connected to a line which $Z_o = 50 \Omega$. Using the Smith Chart, find the position of normalized load impedance and determine the values for Voltage Standing Wave Ratio, angle of reflection, magnitude of reflection coefficient, load admittance and input impedance if the length of the transmission line is 0.05λ .

Sebuah galangan beban $(150+j100) \Omega$ disambung kepada talian di mana $Z_o=50 \Omega$. Dengan menggunakan carta Smith, cari kedudukan galangan beban ternormal dan tentukan nilai-nilai bagi nisbah gelombang pegun, sudut pantulan, magnitud pekali pantulan, nilai lepasan dan galangan masukan jika panjang talian adalah 0.05λ .

[20 marks]

[20 markah]

SOALAN TAMAT

APPENDIX: FORMULA TABLE

$c = f\lambda = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ or $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \text{ m/s}$ $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ $\mu = \mu_0 \mu_r$ and $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ $v_c = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$ $f_c = \frac{c}{2\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}$ $\lambda_c = \frac{2\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}}$ $\lambda_g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \times \frac{1}{f_0 \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_0}\right)^2}}$ or $\lambda_g = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \times \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}}$ $v_g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \times \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_0}\right)^2}$ or $v_g = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \times \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}$ $v_p = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_0}\right)^2}}$ or $v_p = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}}$ $Z_{O(TE)} = \frac{377 \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}}}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_0}\right)^2}}$ or $Z_{O(TE)} = \frac{377 \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}}}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}}$ $Z_{O(TM)} = 377 \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \times \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_0}\right)^2}$ or $Z_{O(TM)} = 377 \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \times \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}$	$A_{dB} = 20 \log_{10} e^{-\alpha z}$ or $A_{dB} = \frac{54.5z}{\lambda_c}$ $\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$ and $ \Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$ $VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}}$ or $VSWR = \frac{1 + \Gamma }{1 - \Gamma }$ $Z_L' = \frac{Z_L}{Z_0}$ $\theta = \frac{80\lambda}{W}$ or $\theta = \frac{70\lambda}{d}$ $A_e = kA$ $A = \frac{\pi d^2}{4}$ or $A = \pi r^2$ or $A = W \times H$ $G = \frac{4\pi kA}{\lambda^2}$ or $G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$ $G(dB) = 10 \log \frac{4\pi kA}{\lambda^2}$ or $G(dB) = 10 \log \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$ $P_T (dB) = 10 \log P_T$ $P_R (dB) = 10 \log P_R$ $P_T = P_R G$ $G_p = \eta G_D$ which $G_D = \left(\frac{\pi d}{\lambda}\right)^2$ $Height, h = \frac{0.3c}{2\pi f_0 \sqrt{\epsilon_r}}$ $Width, W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}}$ $\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\frac{\epsilon_r - 1}{2}}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{W}}}$
---	--

DEP50043 MICROWAVE DEVICES

Smith Chart

