

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 I : 2024 / 2025

DEP40053 : FIBRE OPTIC COMMUNICATION SYSTEM

TARIKH : 04 DISEMBER 2024

MASA : 8.30 PAGI - 10.30 PAGI (2 JAM)

Kertas ini mengandungi **SEMBILAN (9)** halaman bercetak.

Bahagian A : Subjektif (3 Soalan)

Bahagian B : Esei (2 Soalan)

Dokumen sokongan yang disertakan : Formula

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) Discuss **TWO (2)** characteristics of a Laser Diode as one of the light sources used in a fiber optic system.
- Bincangkan **DUA (2)** ciri diod laser sebagai salah satu jenis punca cahaya yang digunakan dalam sistem gentian optik.*
- [4 marks]
[4 markah]
- CLO1 (b) A light ray propagates in a multimode step index fiber at an incident angle of 30° , where the refractive index of the core and cladding are 1.50 and 1.36 respectively. Calculate the refraction angle, critical angle and numerical aperture.
- Satu sinar cahaya merambat dalam gentian indeks langkah berbilang mod pada sudut tuju 30° , di mana indeks biasan teras dan pelapisan adalah masing-masing 1.50 dan 1.36. Kirakan sudut biasan, sudut kritikal dan bukaan numerik.*
- [8 marks]
[8 markah]

CLO1

- (c) According to Snell's Law, when an incident light strikes the core/cladding interface and the light is refracted along the boundary between the core and cladding, the incident angle (θ_1) is said to be equal to the critical angle (θ_c). With proper steps, derive from Snell's Law equation to prove that the formula for Critical angle is $\theta_c = \sin^{-1} \left[\frac{n_2}{n_1} \right]$.

Merujuk kepada Hukum Snell, apabila satu cahaya tuju terkena pada antaramuka teras/pelapisan dan cahaya tersebut terbias sepanjang garisan antaramuka teras dan pelapisan tersebut, maka sudut tuju (θ_1) dikatakan sama dengan sudut kritikal (θ_c). Dengan langkah-langkah yang betul, terbitkan daripada persamaan Hukum Snell untuk membuktikan bahawa formula untuk sudut kritikal adalah $\theta_c = \sin^{-1} \left[\frac{n_2}{n_1} \right]$.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

CLO1

- (a) Choose **FIVE (5)** main components of a Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) system.

*Pilih **LIMA (5)** komponen utama dalam sistem Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM).*

[5 marks]

[5 markah]

CLO1

- (b) Transponder is one of the main components in "Dense Wavelength Division Multiplexing" (DWDM) system. By using a suitable diagram, discuss the function of a transponder in DWDM system.

Transponder adalah salah satu komponen utama dalam sistem "Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)". Dengan menggunakan gambar rajah yang sesuai, bincangkan fungsi transponder dalam sistem DWDM.

[5 marks]

[5 markah]

CLO1

- (c) Fiber to the Home (FTTH) is one of the popular designs in Fiber in/to the loop (FITL/FTTL). It provides fiber optic access solutions designed for residential deployments, where fibers are directly connected to individual homes or multi buildings. Basically, its architecture consists of an Optical Line Terminal (OLT), Fiber Distribution Cabinet (FDC), Fiber Distribution Panel (FDP) and Optical Network Unit/Terminal (ONU/ONT). Transform the information given into an appropriate diagram showing the correct flow of FTTH system from the Central Office (CO)/Exchange to the customers' premises.

Fiber to the Home (FTTH) ialah salah satu reka bentuk popular dalam Fiber in/to the loop (FITL/FTTL). Ia menyediakan penyelesaian akses gentian optik yang direka untuk penempatan kediaman, di mana kabel gentian disambungkan terus ke rumah individu atau bangunan. Pada asasnya, senibinanya terdiri daripada Terminal Talian Optik (OLT), Kabinet Agihan Gentian (FDC), Panel Agihan Gentian (FDP) dan Unit/Terminal Rangkaian Optik (ONU/ONT).

Ubah maklumat yang diberikan, kepada sebuah rajah yang bersesuaian yang menunjukkan aliran yang betul bagi sistem FTTH daripada ibusawat ke premis pelanggan.

[10 marks]

[10 markah]

QUESTION 3

SOALAN 3

- CLO1 (a) Gigabit PON (GPON) and Ethernet PON (EPON) are the two types or generations of Passive Optical Network (PON). Compare **TWO (2)** characteristics between GPON and EPON.
- Gigabit PON (GPON) dan Ethernet PON (EPON) adalah dua jenis atau generasi bagi 'Passive Optical Network' (PON). Bandingkan **DUA (2)** ciri-ciri di antara GPON dan EPON.*
- [4 marks]
[4 markah]
- CLO1 (b) The Insertion Loss Test is conducted to measure the signal loss of a fiber optic cable, normally caused by connectors, splices, adapters and splitters. With an appropriate diagram, show how the Insertion Loss Test is performed.
- 'Insertion Loss Test' dilakukan untuk mengukur kehilangan isyarat yang berlaku di dalam kabel gentian optik yang biasanya disebabkan oleh penyambung, 'splice', penyesuai dan pengagih. Dengan gambarajah yang sesuai, tunjukkan bagaimana 'Insertion Loss Test' dilaksanakan.*
- [8 marks]
[8 markah]
- CLO1 (c) The Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) is commonly used to create a snapshot of the fiber optic cable's status and verify the quality of the installation and troubleshooting progress. Sketch the graphical display of OTDR results (power in dB versus distance in km) showing losses caused by connectors, fusion splices, mechanical splices and bending.
- 'Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)' biasanya digunakan untuk memaparkan dan menghasilkan graf bagi status sesebuah kabel gentian optik dan mengesahkan kualiti pemasangan dan penyenggaraan kabel. Lakarkan paparan grafik (kuasa dalam dB vs jarak dalam km) menunjukkan keputusan dari pengukuran OTDR yang mengandungi kehilangan isyarat yang disebabkan oleh penyambung, 'fusion splice', 'mechanical splice' dan pembengkokan kabel.*
- [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 esei. Jawab semua soalan.

QUESTION 1***SOALAN 1***

CLO1

An optical detector or photodetector is an essential element of any fiber optic system, just as a fiber light source. It converts light signals into electrical signals, which can then be amplified and processed. However, photodetectors also contribute to signal loss in fiber optic systems due to the presence of three major types of noises which are thermal noise, shot noise, and dark current noise. Write down the characteristics or causes of thermal noise, shot noise and dark current noise in photodetector. In a short link of LAN system, a Silicon PIN photodiode is used as a photodetector at 50 GHz bandwidth under an operating temperature 315 K. The load resistance of this photodiode is 60 M Ω and it produces a photocurrent of 180 μ A with a leakage dark current of 0.5 nA. Calculate the thermal noise, shot noise, dark current noise and the total noise of this photodiode. In your opinion, how to reduce the noise in this photodiode and improve the signal strength.

Given:

$T =$ Boltzman's constant (1.38×10^{-23} J/K)

$q =$ charge carrier (1.6×10^{-19} C)

Pengesan optik atau pengesan foto ialah elemen penting bagi mana-mana sistem fiber optik sepertimana kepentingan sumber cahaya. Ia menukarkan isyarat cahaya kepada isyarat elektrik, yang kemudiannya boleh dikuatkan dan diproses. Walau bagaimanapun, pengesan foto juga menyumbang kepada kehilangan isyarat dalam sistem gentian optik disebabkan oleh kehadiran tiga hingar utama iaitu 'thermal noise', 'shot noise' dan 'dark current noise'. Tuliskan ciri-ciri atau penyebab kepada terjadinya 'thermal noise', 'shot noise' dan 'dark current noise' Dalam rangkaian jarak dekat bagi sebuah sistem LAN, fotodiod jenis Silicon PIN digunakan sebagai pengesan foto pada lebar jalur 50 GHz di bawah suhu operasinya 315 K. Rintangan beban fotodiod ini ialah 60 M Ω dan ia menghasilkan arus foto 180 μ A dan mempunyai 'dark current' yang bocor iaitu 0.5 nA. Kirakan 'thermal noise', 'shot noise', 'dark current noise' dan jumlah hingar bagi fotodiod ini. Pada pendapat anda, bagaimana untuk mengurangkan hingar pada fotodiod ini dan menguatkan kembali kekuatan isyarat.

Diberi:

$T = \text{Boltzman's constant } (1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})$

$q = \text{charge carrier } (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$

[20 marks]

[20 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

CLO2

Mr. Loke, a Network Engineer at a telecommunications company in Butterworth, is tasked with designing a FTTH-PON system in Batu Kawan. The system begins at the Central Office (CO) and terminates at customers' premises, serving both residential areas and small businesses, through a splitter. This link will function as an EPON system, utilising single-mode fiber with a 1310 nm wavelength. The fiber's attenuation coefficient is specified as 0.4 dB/km. The total link distance is 12.5 km, incorporating four splices, five connectors, and one splitter. The losses for each splice, connector, and splitter are 0.25 dB, 0.75 dB, and 3 dB, respectively. The transmitter power output is 3 dBm, and the receiver sensitivity is -20 dBm, with a 3 dB power margin accounted for aging factors of components or fibers in the future. Based on the provided information, design the point-to-point link for this FTTH-PON system, including all relevant components and values. In your design, demonstrate step-by-step calculations for fiber loss, insertion loss, total link loss, and received power. Finally, justify the performance of the system. In your opinion, identify **TWO (2)** types of outdoor fiber cables that could be suitable for this system.

*Encik Loke, seorang Jurutera Rangkaian di sebuah syarikat telekomunikasi di Butterworth, ditugaskan untuk mereka bentuk sistem FTTH-PON di Batu Kawan. Sistem ini bermula di Ibusawat (CO) dan berakhir di premis pelanggan, yang merangkumi kawasan perumahan dan bangunan perniagaan kecil, melalui pengagih (splitter). Rangkaian ini akan berfungsi sebagai sistem EPON, menggunakan gentian mod tunggal dengan panjang gelombang 1310 nm. Pekali kehilangan gentian ini ditetapkan pada 0.4 dB/km. Jumlah jarak rangkaian ialah 12.5 km, mengandungi empat sambungan (splices), lima penyambung (connectors), dan satu pengagih (splitter). Kehilangan bagi setiap sambungan, penyambung, dan pengagih masing-masing adalah 0.25 dB, 0.75 dB, dan 3 dB. Kuasa keluaran pemancar adalah 3 dBm, dan kepekaan penerima adalah -20 dBm, dengan margin kuasa 3 dB diambil kira untuk factor usia komponen atau gentian pada masa hadapan. Berdasarkan maklumat yang diberikan, rekabentuk rangkaian titik ke titik untuk sistem FTTH-PON ini, termasuk semua komponen dan nilai yang berkaitan. Dalam reka bentuk anda, tunjukkan langkah demi langkah pengiraan bagi kehilangan gentian, kehilangan sambungan, jumlah kehilangan isyarat rangkaian, dan kuasa yang diterima. Akhir sekali, berikan justifikasi tentang prestasi sistem ini. Pada pendapat anda, kenal pasti **DUA (2)** jenis kabel gentian luaran yang sesuai digunakan untuk sistem ini.*

[20 marks]

[20 markah]

SOALAN TAMAT

FORMULA

$$n = \frac{c}{v} \quad ; c = 2.998 \times 10^8$$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\theta_a = \sin^{-1} \left(\sqrt{n_1^2 - n_2^2} \right)$$

$$NA = \sin \theta_a = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

$$\theta_A = \sin^{-1} NA$$

$$\eta = \frac{\text{Electrons Out}}{\text{Photons Input}}$$

$$\rho = \frac{\lambda_o}{1.24} \eta \quad R = \frac{Ip}{Pi}$$

$$i_T = \sqrt{\frac{4K_B T B}{R_L}} \quad K_B = 1.38054 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$i_{Sn} = \sqrt{2q(I_p + I_d)B} \quad q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$I_D = \sqrt{2qi_d B}$$

$$P[dB] = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$$

$$P[dBm] = 10 \log_{10} \frac{P_1}{1mW}$$

$$P_B = P_{TX} - P_{RX}$$

$$P_{RX} \geq P_{SEN}$$

$$P_{RX} \geq P_{TX} - T_{LL} - P_M + T_G$$

$$T_{\text{fiber}} = D \times \Delta\lambda \times L$$

$$T_{sys} = 1.1 \sqrt{T_{TX}^2 + T_{RX}^2 + T_{FIBER}^2}$$

$$T_{\text{sys}} \leq 0.7 \times PW$$