

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 : 2022/2023

DEP40053: FIBER OPTIC COMMUNICATION SYSTEM

TARIKH : 07 JUN 2023

MASA : 2.30 PTG – 4.30 PTG (2 JAM)

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

Bahagian A: Struktur (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) Explain about fiber optic.
Terangkan tentang gentian optik.
- [4 marks]
 [4 markah]
- CLO1 (b) Based on Snell's Law, when an incident light hits the interface of core/cladding and the light refracts along the boundary of core/cladding, the Incident angle (θ_1) is said to be equal as Critical angle (θ_c). With proper steps, derive from Snell's Law equation to prove that the formula for Critical angle is $(\theta_c) = \sin^{-1}(n_2/n_1)$.
Merujuk kepada Hukum Snell, apabila satu cahaya tuju terkena pada antaramuka teras/pelapisan dan cahaya tersebut terbias sepanjang garisan antaramuka teras/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; $\theta_c = \sin^{-1} (n_2 / n_1)$.
- [8 marks]
 [8 markah]
- CLO1 (c) Arc fusion splice and mechanical splice are the two methods used in connecting the damaged or broken fiber cable. Compare **FOUR (4)** differences between both methods in table form.

*'Arc fusion splice' dan 'mechanical splice' adalah dua kaedah yang digunakan untuk menyambungkan kabel gentian optik yang rosak atau putus. Dalam bentuk jadual, tuliskan **EMPAT (4)** perbezaan di antara dua kaedah ini.*

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 2

SOALAN 2

- CLO1 (a) Choose **FIVE (5)** main components used in Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) system.
*Pilih **LIMA (5)** komponen utama yang digunakan di dalam sistem 'Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)'.*

[5 marks]

[5 markah]

- CLO1 (b) DWDM is one of the WDM generations, it works by combining and transmitting multiple signals simultaneously at different wavelengths on the same fiber. Visualize the block diagram of DWDM system consisting of its important parts.
DWDM ialah salah satu generasi WDM, berfungsi dengan menggabungkan dan menghantar pelbagai isyarat serentak pada panjang gelombang yang berbeza melalui gentian yang sama. Gambarkan blok sistem DWDM yang terdiri daripada bahagian-bahagian pentingnya.

[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 multiple buildings. Basically, the architecture consists of Optical Line Terminal

(OLT), Fiber Distribution Cabinet (FDC), Fiber Distribution Panel (FDP) and Optical Network Unit/Terminal (ONU/ONT). Transform the information given, into the appropriate diagram that shows the correct flow of FTTH system from Central Office (CO)/Exchange to 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 dari ibusawat ke premis pelanggan.

[10 marks]

[10 markah]

QUESTION 3

SOALAN 3

- CLO1 (a) Express **FOUR (4)** types or generations of Passive Optical Network (PON).
*Nyatakan **EMPAT (4)** jenis atau generasi Passive Optical Network (PON).*

[4 marks]

[4 markah]

- CLO1 (b) Insertion Loss Test is conducted to measure signal loss of a fiber optic cable normally caused by connectors, splices, adapters, and splitters. With 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) Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) is commonly used to create a snapshot of the fiber optic cable 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) that consists of losses caused by connectors, fusion splice, mechanical splice, 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 as important as the fiber light source. It converts light signals into electrical signals, which is then amplified and processed. However, photodetectors also contribute to the signal loss in fiber optic system due to the presence of three major 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 its operating temperature 315 K. The load resistance of this photodiode is 60 M Ω and it produces the photocurrent of 180 μ A and has a leaked 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 should one reduce the noise in this photodiode and improve the signal strength.

Given:

$k =$ 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 = Boltzman's constant (1.38×10^{-23} J/K)

q = charge carrier (1.6×10^{-19} C)

[20 marks]

[20 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

CLO2

Mr. Farhan is a network designer in a large metropolitan telecommunication company in Town A. He has to design a FTTH-PON system in Town B which begins at Central Office (CO) and terminated through a splitter at customers' premises which comprises of residential area and small business buildings. This link will operate as GPON system and uses single mode fiber with 1310 nm wavelength. The given standard of attenuation coefficient of this fiber is 0.4 dB/km. The total distance of the link is 8.6 km and it consists of five splices, five connectors and one splitter. Each loss of splice, connector and splitter is 0.3 dB, 0.75 dB and 3 dB respectively. The transmitter power output is 3 dBm and the receiver sensitivity is -20 dBm and an estimated 3 dB power margin is factored for components or fibers aging in future. Based on the information given, design the point to point link for this FTTH-PON system consisting of all related parts and values. In your design, also show step by step the calculations of fiber loss, insertion loss, total link loss and power received. Then, predict the performance of this system. In your opinion, what are the **TWO (2)** types of outdoor fiber cable that can be used for this system?

Encik Farhan ialah pereka rangkaian di sebuah syarikat telekomunikasi metropolitan besar di Bandar A. Beliau perlu mereka bentuk sistem FTTH-PON di Bandar B yang bermula di Ibusawat (CO) dan ditamatkan melalui pengagih di premis pelanggan yang terdiri daripada kawasan perumahan dan bangunan perniagaan kecil. Laluan ini akan beroperasi sebagai sistem GPON dan menggunakan gentian jenis mod tunggal dengan panjang gelombang 1310nm. Piawaian yang diberi bagi pekali kehilangan isyarat gentian ini ialah 0.4 dB/km. Jumlah jarak laluan adalah 8.6 km dan ia mengandungi lima 'splice', lima penyambung dan satu pengagih. Setiap kehilangan 'splice', penyambung dan pengagih adalah masing-masing 0.3dB, 0.75dB dan 3dB. Kuasa pemancar ialah 3 dBm dan sensitiviti penerima ialah -20 dBm dan juga menganggarkan margin kuasa 3 dB untuk faktor usia komponen atau gentian di masa hadapan. Berdasarkan maklumat yang diberikan, reka bentuk laluan titik ke titik untuk sistem FTTH-PON ini yang terdiri daripada semua bahagian dan nilai yang berkaitan. Dalam reka bentuk anda, tunjukkan juga langkah demi langkah pengiraan kehilangan

isyarat gentian, kehilangan sambungan, jumlah kehilangan isyarat laluan dan kuasa yang diterima. Kemudian, jangkakan prestasi sistem ini. Pada pendapat anda, apakah DUA (2) jenis kabel gentian luar bangunan yang boleh digunakan untuk sistem ini?

[20 marks]

[20 markah]

SOALAN TAMAT

FORMULA

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

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

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

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

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

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

$$\rho = \frac{\lambda_0}{1.24} \eta$$

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

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

$$I_D = \sqrt{2q i_d B}$$

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

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

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

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

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

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

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

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