



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 : 2025/2026

DEP40123 : FIBRE OPTIC COMMUNICATION SYSTEM

TARIKH : 12 MEI 2026

MASA : 8.30 PAGI - 10.30 PAGI (2 JAM)

Kertas soalan 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)

SECTION A : 60 MARKS
BAHAGIAN A : 60 MARKAH

INSTRUCTION:

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

ARAHAN:

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

QUESTION 1

SOALAN 1

CLO1

- (a) Discuss **TWO (2)** environmental benefits of fiber optic cable in a communication system.

*Bincangkan **DUA (2)** manfaat utama kabel gentian optik terhadap kelestarian alam sekitar dalam sistem komunikasi.*

[4 marks]

[4 markah]

CLO1

- (b) Modern high-speed internet relies heavily on the transmission of data through pulses of light rather than electrical signals. To achieve this, information whether in its original analog form or digital form must undergo several transformations. With reference to the scenario above, draw a neatly labelled block diagram representing the components of a fiber optic communication system. The diagram must clearly show the signal flow starting from the information source (analog/digital) through to the final destination.

Internet berkelajuan tinggi sangat bergantung kepada penghantaran data melalui denyutan cahaya berbanding isyarat elektrik. Untuk mencapai matlamat ini, maklumat sama ada dalam bentuk asal analog atau digital mestilah melalui beberapa proses transformasi. Merujuk kepada senario di atas, lukiskan satu rajah blok berlabel yang kemas bagi mewakili komponen-komponen sebuah sistem komunikasi gentian optik.

Rajah tersebut mestilah menunjukkan dengan jelas aliran isyarat bermula daripada sumber maklumat (analog/digital) sehingga ke destinasi akhir.

[8 marks]

[8 markah]

- CLO1 (c) A light ray travels in a multimode step index fiber at the incident angle of 42° , where the index of refraction of core and cladding are 1.42 and 1.13 respectively. Calculate the angle of refraction, critical angle and acceptance angle.

Suatu sinar cahaya bergerak dalam gentian indeks langkah berbilang mod pada sudut tuju 42° , di mana indeks biasan teras dan pelapisan ialah 1.42 dan 1.13 masing-masing. Kira sudut biasan, sudut kritikal dan sudut terimaan.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 2

SOALAN 2

- CLO1 (a) Fill in the characteristics of Light Emitting Diode (LED) and Injection Laser Diode (ILD) in term of light generation and output power.

Isikan ciri-ciri Light Emitting Diode (LED) dan Injection Laser Diode (ILD) dari segi penghasilan cahaya dan kuasa keluaran

[4 marks]

[4 markah]

- CLO1 (b) To optimize the performance of an optical receiver, it is critical to identify the total noise and understand how individual noise sources combine to affect signal quality. Consider a LAN system with silicon photodiode operating at 30GHz and temperature of 303K. The load resistance of silicon photodiode is $60\text{M}\Omega$. It produces photocurrent of $120\mu\text{A}$ and a dark current of 320nA . Calculate the thermal noise, dark current noise, shot noise and total noise of this photodiode.

Given:

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

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

Untuk mengoptimumkan prestasi penerima optik, adalah kritikal untuk mengenalpasti jumlah hingar dan memahami bagaimana sumber hingar individu bergabung untuk mempengaruhi kualiti isyarat. Pertimbangkan sistem LAN dengan fotodiod silikon yang beroperasi pada 30GHz dan suhu 303K. Rintangan beban fotodiod silikon adalah $60M\Omega$. Ia menghasilkan arus foto sebanyak $120\mu A$ dan 'dark current' sebanyak $320nA$. Kira 'thermal noise', 'dark current noise', 'shot noise' dan jumlah hingar dalam fotodiod ini.

Diberi:

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

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

[8 marks]

[8 markah]

CLO1

- (c) In the field of fiber optics, the quality of a connection is paramount to minimizing signal loss. Fusion splicing is the preferred method for joining two optical fibers permanently with the lowest possible insertion loss using splicer machine. Write step-by-step procedure required to perform a professional-grade fusion splice between two single-mode fibers.

Dalam bidang gentian optik, kualiti sesuatu sambungan adalah amat penting bagi meminimumkan kehilangan isyarat. Penyambungan lakur (fusion splicing) merupakan kaedah pilihan untuk menyambung dua gentian optik secara kekal dengan kadar kehilangan sisipan (insertion loss) yang paling rendah. Tuliskan prosedur langkah-demi-langkah yang diperlukan untuk menjalankan penyambungan lakur gred profesional di antara dua gentian mod-tunggal.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 3**SOALAN 3**

CLO1

- (a) Explain the function of Fiber Optic Fault Locator, Fiber Optic Power Meter, Optical Fiber Identifier and Optical Time Domain Reflectometer in optical measurement and testing.

Terangkan fungsi “Fiber Optic Fault Locator”, “Fiber Optic Power Meter”, “Optical Fiber Identifier” dan “Optical Time Domain Reflectometer” dalam pengukuran dan pengujian optik.

[4 marks]

[4 markah]

CLO1

- (b) Visualize completely the Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) tracing for the events show in Figure A3(b).

Gambarkan dengan lengkap surihan Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) bagi peristiwa-peristiwa yang ditunjukkan dalam Rajah A3(b).

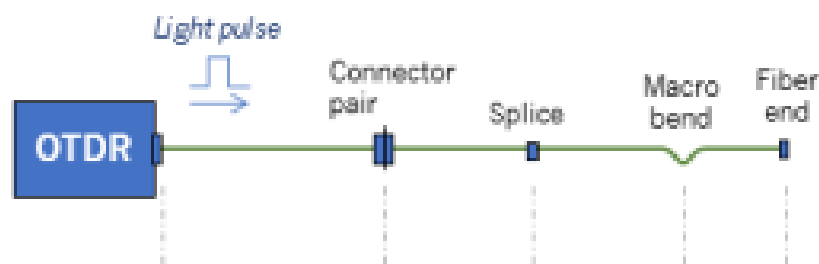


Figure A3(b)

Rajah A3(b)

[6 marks]

[6 markah]

CLO1

(c) An engineering firm is designing a short-haul point-to-point fiber optic link for a local area network (LAN) covering a distance of 12 km. The system is required to transmit data at a rate of 155 Mbps using the Non-Return-to-Zero (NRZ) signalling format. The design team has selected the following components:

- Transmitter (LED): Rise time of 12 ns and a spectral width ($\Delta\lambda$) of 35 nm.
- Fiber Cable: Graded-index fiber with a dispersion coefficient (D) of 15 ps/(km·nm).
- Receiver (PIN): Rise time of 14 ns.

Based on the NRZ bit rate requirement, analyse whether the proposed system design is capable of supporting the 155 Mbps data rate. Show all related calculations to support your answer.

Sebuah firma kejuruteraan sedang mereka bentuk pautan gentian optik titik-ke-titik jarak pendek untuk rangkaian kawasan setempat (LAN) yang merangkumi jarak sejauh 12 km. Sistem ini diperlukan untuk menghantar data pada kadar 155 Mbps menggunakan format isyarat Non-Return-to-Zero (NRZ). Pasukan reka bentuk telah memilih komponen-komponen berikut:

- *Pemancar (LED): Masa kenaikan (rise time) sebanyak 12 ns dan lebar spektrum ($\Delta\lambda$) sebanyak 35 nm.*
- *Kabel Gentian: Gentian indeks-berperingkat (graded-index) dengan pekali serakan (D) sebanyak 15 ps/(km·nm).*
- *Penerima (PIN): Masa kenaikan (rise time) sebanyak 14 ns.*

Berdasarkan keperluan kadar bit NRZ tersebut, analisis sama ada reka bentuk sistem yang dicadangkan ini mampu menyokong kadar data 155 Mbps. Tunjukkan semua pengiraan yang berkaitan.

[10 marks]

[10 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

Fiber-to-the-Home (FTTH) is a widely adopted Passive Optical Network (PON) architecture that delivers high-speed fiber optic access directly to residential and multi-storey buildings by connecting the service provider's network to individual premises. Based on this architecture, sketch a detailed installation diagram showing the correct end-to-end flow from the Local Exchange to the Customer's premises, ensuring you clearly label the Optical Line Terminal (OLT), Fiber Distribution Cabinet (FDC), Fiber Distribution Panel (FDP), and Optical Network Unit/Terminal (ONU/ONT). Also write the safety precaution to be taken by technician while conducting the installation for FTTH at customer premises's especially when working on telecommunication poles.

Fiber-to-the-Home (FTTH) merupakan satu seni bina Passive Optical Network (PON) yang diterima pakai secara meluas bagi menyampaikan akses gentian optik berkelajuan tinggi secara terus ke kediaman dan bangunan bertingkat dengan menyambungkan rangkaian penyedia perkhidmatan ke premis individu. Berdasarkan seni bina ini, lakarkan satu rajah pemasangan terperinci yang menunjukkan aliran hujung-ke-hujung yang betul dari Ibu Sawat Tempatan ke Premis Pelanggan, dengan memastikan anda melabelkan dengan jelas Optical Line Terminal (OLT), Fiber Distribution Cabinet (FDC), Fiber Distribution Panel (FDP), dan Optical Network Unit/Terminal (ONU/ONT). Tuliskan juga langkah keselamatan yang perlu diambil oleh juruteknik semasa menjalankan pemasangan FTTH di premis pelanggan terutamanya apabila bekerja di atas tiang telekomunikasi.

[20 marks]

[20 markah]

QUESTION 2**SOALAN 2**

CLO1

You as a design engineer at Clear Telco Sdn Bhd are given a task on designing new fiber optic link connecting Butterworth's Local Exchange and Ipoh's Local Exchange which is 240km in distance. Your design must comply with design parameter given by TM Sdn Bhd; transmitter power output is 1mW, fiber optic cable attenuation is 0.25dB/km, nine splices with 0.14dB loss for each splice and six connectors with 0.8dB loss for each connector. The fiber cable will be spliced every 20km along the link. The receiver has a minimum acceptable power (receiver sensitivity) of -36dBm and this system will allow only 8dB power margin. A pair of optical amplifiers with 20 dB gain each will be located at 80km point and 160km point in the link. Based on the given information, design point to point link diagram for this system by including all the relevant components and values. Predict the system performance based on power link budget and total link losses calculation. Also, predict type of fiber optic cable, transmission wavelength, light source and detector suitable to be use in this link design.

Anda sebagai seorang jurutera reka bentuk di Clear Telco Sdn Bhd diberikan tugas untuk mereka bentuk pautan gentian optik baharu yang menghubungkan Ibu Sawat Tempatan Butterworth dan Ibu Sawat Tempatan Ipoh yang berjarak 240km. Reka bentuk anda mestilah mematuhi parameter reka bentuk yang diberikan oleh TM Sdn Bhd; output kuasa penghantar adalah 1mW, pelemahan kabel gentian optik adalah 0.25dB/km, sembilan sambungan (splice) dengan kehilangan 0.14dB bagi setiap sambungan dan enam penyambung (connector) dengan kehilangan 0.8dB bagi setiap penyambung. Kabel gentian tersebut akan disambung setiap 20km di sepanjang pautan. Penerima mempunyai kuasa minimum yang boleh diterima (sensitiviti penerima) sebanyak -36dBm dan sistem ini hanya akan membenarkan margin kuasa sebanyak 8dB. Sepasang penguat optik dengan gandaan 20dB setiap satu akan ditempatkan pada titik 80km dan titik 160km di dalam pautan tersebut. Berdasarkan maklumat yang diberikan, reka bentuk gambar rajah pautan titik-ke-titik untuk sistem ini dengan memasukkan semua komponen dan nilai yang berkaitan. Ramalkan prestasi sistem berdasarkan pengiraan bajet kuasa pautan dan jumlah kehilangan pautan. Juga ramalkan jenis kabel gentian optik, panjang gelombang penghantaran, jenis sumber cahaya dan pengesan yang sesuai digunakan dalam reka bentuk pautan ini.

[20 marks]

[20 markah]

SOALAN TAMAT

FORMULA

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

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

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

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

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

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

$$\rho = \frac{\lambda o}{1.24} \eta$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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