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 : 2026/2027

DEP40123 : FIBER OPTIC COMMUNICATION SYSTEM

TARIKH : 03 NOVEMBER 2026
MASA : 8.30 PAGI – 10.30 PAGI (2 JAM)

Kertas soalan ini mengandungi **SEBELAS (11)** 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)

TERBUKA

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) In fiber optic communication systems, efficient transmission of light depends on how light enters and propagates inside the optical fiber. Explain the concepts of numerical aperture and acceptance angle in fiber optic cables.
Dalam sistem komunikasi gentian optik, penghantaran cahaya yang berkesan bergantung kepada bagaimana cahaya memasuki dan merambat di dalam gentian optik. Terangkan konsep apertur berangka dan sudut penerimaan dalam kabel gentian optik.

[4 marks]
[*4 markah*]

CLO1

(b) In a fiber optic communication system, the outer layers of a fiber optic cable are designed to protect the optical fiber while maintaining its performance. Apply your knowledge to construct and label the structure of a fiber optic cable. Then, show how the buffer, strength member and outer jacket function to ensure protection and reliable signal transmission.
Dalam sistem komunikasi gentian optik, lapisan luar kabel gentian optik direka bentuk untuk melindungi gentian optik serta mengekalkan prestasinya. Aplikasikan pengetahuan anda untuk membina dan melabelkan struktur kabel gentian optik.
Seterusnya, tunjukkan bagaimana lapisan penampan ("buffer"), anggota penguat ("strength member") dan jaket luar berfungsi untuk memastikan perlindungan serta penghantaran isyarat yang boleh dipercayai.

TERBUKA

[8 marks]
[*8 markah*]

(c) In a fiber optic signal transmission system, two types of optical fiber cables are commonly used, namely single mode fiber and multimode fiber. Light travels from the air into the fiber core with a speed of 2.0×10^8 m/s and then into the cladding with a speed of 2.15×10^8 m/s. The angle of incidence at the air–core interface is 35°. Given that the velocity of light in air is 3.0×10^8 m/s, calculate the refractive index of the core and cladding, the refractive index of the fiber, the critical angle at the core–cladding interface and the acceptance angle of the fiber.

CLO1

Dalam sistem penghantaran isyarat menggunakan gentian optik, dua jenis kabel gentian optik yang biasa digunakan ialah gentian mod tunggal dan gentian mod pelbagai. Cahaya merambat dari udara ke dalam teras gentian optik dengan kelajuan 2.0×10^8 m/s dan seterusnya ke selaput ("cladding") dengan kelajuan 2.15×10^8 m/s. Sudut tuju cahaya pada antara muka udara–teras ialah 35°. Diberikan bahawa kelajuan cahaya di udara ialah 3.0×10^8 m/s, hitungkan indeks pembiasan teras dan selaput, indeks pembiasan gentian optik, sudut genting pada antara muka teras–selaput dan sudut penerimaan gentian optik.

TERBUKA

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 2

SOALAN 2

CLO1

(a) Different optical sources have different performance characteristics. Explain the differences between LED and Injection Laser Diode (ILD) in terms of output power, spectral width, and applications in fiber optic communication systems.

Sumber optik yang berbeza mempunyai ciri prestasi yang berbeza. Terangkan perbezaan antara LED dan "Injection Laser Diode" (ILD) dari segi kuasa keluaran, lebar spektrum, dan penggunaannya dalam sistem komunikasi gentian optik.

[4 marks]

[*4 markah*]

CLO1

(b) In an optical receiver, shot noise is generated due to the combined effect of a photocurrent and dark current in the photodetector. Apply the shot noise formula to calculate the shot noise current if the average photocurrent is 4 μA, the dark current is 1 μA, and the receiver bandwidth is 12 MHz. Then, calculate the shot noise current when the bandwidth is increased to 24 MHz, and state how the change in bandwidth affects the receiver noise performance. Given that the electronic charge, $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C.

Dalam penerima optik, hingar tembakan terhasil akibat gabungan arus foto dan arus gelap dalam pengesan foto. Aplikasikan formula hingar tembakan untuk mengira arus hingar tembakan jika arus foto purata ialah 4 μA, arus gelap ialah 1 μA, dan jalur lebar penerima ialah 12 MHz. Seterusnya, kirakan arus hingar tembakan apabila jalur lebar meningkat kepada 24 MHz, dan nyatakan kesan perubahan jalur lebar terhadap prestasi hingar penerima.Diberikan cas elektronik, $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C.

TERBUKA

[8 marks]

[8 markah]

CLO1

(c) Fiber splicing work involves potential safety hazards. Apply safety principles to explain the safety precautions that must be taken during fiber splicing to prevent injury and equipment damage.

Kerja splicing gentian optik melibatkan risiko keselamatan. Aplikasikan prinsip keselamatan untuk menerangkan langkah berjaga-jaga yang perlu diambil semasa kerja splicing bagi mengelakkan kecederaan dan kerosakan peralatan.

TERBUKA

[8 marks]

[8 markah]

CLO1

(c) An optical fiber communication system operates at a wavelength of 1550nm. The transmitter input power is 0.02W, the reflected power at the input is 0.002 W and the received power at the end of the fiber is 0.005W. The total fiber length is 6km. Determine the insertion loss of the system in decibels (dB), the return loss of the system in decibels (dB) and the fiber attenuation in dB/km.

Satu sistem komunikasi gentian optik beroperasi pada panjang gelombang 1550nm. Kuasa input pemancar ialah 0.02W, kuasa pantulan di input ialah 0.002W, dan kuasa diterima di hujung gentian ialah 0.005W. Panjang keseluruhan gentian ialah 6km. Tentukan kehilangan sisipan sistem dalam desibel (dB), kehilangan pantulan sistem dalam desibel (dB) dan pelemahan gentian dalam dB/km.

TERBUKA

[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.*

CLO1

QUESTION 1

SOALAN 1

A telecommunications company plans to implement a Fiber-to-the-Home (FTTH) network to deliver broadband services from the Central Office (CO) to residential users. The network uses point-to-multipoint Passive Optical Network (PON) architecture, consisting of an Optical Line Terminal (OLT) at the CO and several passive network elements on the Exchange side (E-side) and Distribution side (D-side), with an optical splitter distributing the signal to multiple customer premises. As a network technician, apply your knowledge of FTTH system design to draw a clearly labelled block diagram showing the complete optical path from the CO to the home and demonstrate the function of each main component.

Sebuah syarikat telekomunikasi merancang untuk melaksanakan rangkaian "Fiber-to-the-Home (FTTH)" bagi menyediakan perkhidmatan jalur lebar dari "Central Office (CO)" kepada pengguna kediaman. Rangkaian ini menggunakan seni bina "Passive Optical Network (PON)" secara titik ke pelbagai titik, yang terdiri daripada "Optical Line Terminal (OLT)" di CO, beberapa elemen pasif pada bahagian "Exchange side (E-side)" dan "Distribution side (D-side)" dengan "optical splitter" yang mengagihkan isyarat kepada beberapa premis pelanggan. Sebagai seorang juruteknik rangkaian, aplikasikan pengetahuan anda dalam reka bentuk sistem FTTH untuk melukis rajah blok berlabel dengan jelas yang menunjukkan laluan optik lengkap dari CO ke rumah pelanggan serta menerangkan fungsi setiap komponen utama.

[20 marks]

[*20 markah*]

TERBUKA

QUESTION 2

SOALAN 2

CLO1

A telecommunications company plans to design a FTTH-PON network to provide high-speed internet services to a new residential area in Klang. The network uses a splitter-based EPON topology (bit rate 1.25 Gbps) that connects the Central Office (CO) to multiple homes (Optical Network Terminal – ONT) through single-mode fiber operating at 1310nm. The total fiber length is 10km from the CO to the pedestal, followed by an additional 500m to each home. The optical link includes five splices with a loss of 0.3dB each, connectors with a loss of 0.5dB each (including connectors at the CO, input/output splitter and at the ONT), and a 1:8 optical splitter with an insertion loss of 3.5dB. The optical transmitter using RZ code has a rise time of 250ps, the receiver has a rise time of 200ps, and the fiber has a chromatic dispersion parameter of 3.5ps/nm·km with a laser spectral width of 0.1nm. The optical transmitter power is 5dBm, the receiver sensitivity at the ONT is –18dBm and a 2dB power margin is included to account for aging and environmental effects. As a network engineer, design the point-to-multipoint FTTH-PON link by calculating the fiber attenuation loss, total insertion loss, overall link loss, received optical power at the ONT and the total system rise time using the rise time budget formula. Based on your design, evaluate whether the system meets the receiver's sensitivity requirements and propose one practical method to extend the maximum transmission distance without exceeding the receiver's sensitivity.

TERBUKA

Sebuah syarikat telekomunikasi merancang untuk mereka bentuk rangkaian FTTH-PON bagi menyediakan perkhidmatan internet berkelajuan tinggi kepada kawasan perumahan baharu di Klang. Rangkaian ini menggunakan topologi EPON (kadar bit 1.25Gbps) berasaskan "splitter" yang menghubungkan "Central Office" (CO) kepada beberapa buah rumah ("Optical Network Terminal – ONT") melalui gentian optik mod tunggal yang beroperasi pada panjang gelombang 1310 m. Jumlah panjang gentian optik ialah 10km dari CO ke pedestal, diikuti dengan tambahan 500m ke setiap rumah. Pautan optik ini merangkumi lima "splice" dengan kehilangan 0.3dB setiap satu, "connector" dengan kehilangan 0.5dB setiap satu (termasuk "connector" di CO, masukan / keluaran "splitter" dan pada ONT) serta sebuah "splitter" 1:8 dengan kehilangan sisipan sebanyak 3.5dB. Pemancar optik menggunakan RZ kod mempunyai "rise time" 250ps, penerima mempunyai "rise time" 200ps, dan gentian optik mempunyai parameter "chromatic dispersion" 3.5ps/nm·km dengan lebar spektrum laser 0.1nm. Kuasa pemancar optik ialah 5dBm, kepekaan penerima pada ONT ialah –18dBm dan margin kuasa sebanyak 2 dB disertakan bagi mengambil kira kesan penuaan dan faktor persekitaran. Sebagai seorang jurutera rangkaian, mereka bentuk pautan FTTH-PON titik-ke-berbilang titik dengan mengira kehilangan pelemahan gentian optik, jumlah kehilangan sisipan, kehilangan keseluruhan pautan, kuasa optik yang diterima pada ONT dan jumlah "rise time" menggunakan formula "rise time budget". Berdasarkan reka bentuk tersebut, nilaikan sama ada sistem memenuhi keperluan kepekaan penerima dan cadangkan satu kaedah praktikal untuk meningkatkan jarak penghantaran maksimum tanpa melebihi kepekaan penerima.

[20 marks]

[*20 markah*]

TERBUKA

SOALAN TAMAT

FORMULA

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

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

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

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

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

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

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

$$i_T = \sqrt{\frac{4K_B TB}{R_L}} \qquad K_B = 1.38054 \times 10^{(-23)}\ \text{J/K}$$

$$i_{Sn} = \sqrt{2q(I_p + I_d)B} \qquad q = 1.6x10^{-19}\ \text{C}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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