



**KOLEJ UNIVERSITI TEKNOLOGI
TUN HUSSEIN ONN**

**PEPERIKSAAN AKHIR
SEMESTER I
SESI 2006/07**

NAMA MATAPELAJARAN : SISTEM KOMUNIKASI OPTIK
KOD MATA PELAJARAN : BTE 4283
KURSUS : 4 BTD
TARIKH PEPERIKSAAN : NOVEMBER 2006
JANGKA MASA : 3 JAM
ARAHAN : JAWAB LIMA (5) SOALAN SAHAJA
DARIPADA ENAM (6) SOALAN.

KERTAS SOALAN INI MENGANDUNGI 7 MUKA SURAT

SOALAN DALAM BAHASA MELAYU

- S1 (a) Bandingkan ciri-ciri antara gentian optik indeks langkah mod pelbagai dan gentian optik tergedred pelbagai. Dengan bantuan gambarajah sinar mudah, huraikan perambatan cahaya di dalam kedua-dua gentian. (10 markah)
- (b) Suatu gentian optik indeks tergedred, 50/125 μm mempunyai indeks biasan paksi teras, $n_1 = 1.5$ dan bezaan indeks biasan relatif, $\Delta = 1.3\%$. Didapati bahawa gentian menampung lebih kurang 147 mod pada panjang gelombang 1.55 μm .
- (i) Takrif dan tentukan bukaan berangka (NA) gentian ini.
- (ii) Anggarkan ciri profil indeks, α gentian ini. (10 markah)
- S2 (a) Lakarkan suatu graf untuk menunjukkan ciri-ciri pelemahan gentian optik biasa terhadap panjang gelombang dan terangkan mekanisma-mekanisma asas pelemahan dalam gentian ini. (10 markah)
- (b) Satu gentian optik indeks langkah, 50/125 μm mempunyai parameter serakan bahan gentian 30 $\text{ps nm}^{-1} \text{ km}^{-1}$, bukaan berangka 0.4 dan indeks biasan paksi teras 1.48. Jika sumber LED dengan pmkd spektral 25 nm digunakan, anggarkan:
- (i) jumlah pmkd pengembangan denyut per kilometer di dalam gentian. Andaikan serakan pandu gelombang diabaikan.
- (ii) hasil darab lebar jalur panjang bagi gentian menggunakan kod tanpa-kembali-ke-sifar (NRZ).
- (iii) kadar bit untuk 2 km talian gentian. (10 markah)
- S3 (a) Senaraikan kelebihan dan kekurangan LASER dan LED sebagai sumber cahaya di dalam sistem komunikasi optik. (10 markah)
- (b) Suatu LED InGaAsP dwi simpang hetero memancarkan panjang gelombang puncak 1310 nm. Ia mempunyai tempoh penggabungan bersinar dan tak bersinar masing-masing ialah 25 ns dan 90 ns. Arus pemacu ialah 35 mA dan indeks biasan bahan untuk LED ini ialah 3.5.
- (i) Apakah kelebihan-kelebihan struktur dwi simpang hetero?
- (ii) Kirakan kecekapan kuantum dalam dan kuasa terjana dalaman.
- (iii) Kirakan kuasa pancaran ke udara apabila faktor penghantaran pada antaramuka InGaAsP – udara ialah 0.68. (10 markah)

- S4 (a) Takrifkan kecekapan kuantum dan kesambutan sebuah fotodiod. Terbitkan suatu ungkapan matematik untuk kesambutan, R dalam sebutan kecekapan kuantum, η fotodiod dan panjang gelombang, λ cahaya tuju. Plotkan kesambutan melawan panjang gelombang untuk fotodiod ideal dan biasa. (10 markah)
- (b) Sebuah penerima optik mengandungi satu fotodiod silika p-i-n mempunyai kecekapan kuantum 58% apabila beroperasi pada panjang gelombang $0.9 \mu\text{m}$. Rintangan beban ialah $4 \text{ k}\Omega$ dan arus gelap di dalam peranti ketika beroperasi ialah 3 nA . Kuasa tuju optik pada panjang gelombang ini ialah 200 nW dan lebar jalur pasca pengesanan penerima ialah 5 MHz .
- (i) Tentukan kesambutan bagi fotodiod p-i-n.
(ii) Bandingkan hingar das terjana dalam fotodiod dengan hingar terma dalam perintang beban pada suhu 20°C .
(iii) Tentukan SNR pada keluaran penerima jika penerima mempunyai penguat dengan angka hingar 3 dB . (10 markah)
- S5 (a) Pengukuran ke atas penganding bintang 7×7 menghasilkan kehilangan sisipan dari masukan liang 1 ke setiap liang keluaran seperti dinyatakan dalam Jadual S5(a).
- (i) Tentukan kehilangan berpisah untuk penganding bintang 7×7 .
(ii) Kirakan jumlah kehilangan lebihan. (10 markah)
- (b) Penyambung dan sambat gentian optik adalah dua jenis asas sambungan gentian. Terangkan dengan jelas berserta lakaran berkaitan punca-punca kehilangan dalam sambungan gentian. (10 markah)
- S6 Anda dikehendaki untuk membina talian optik 40 km beroperasi pada 2.5 Gbit/s menggunakan kod tanpa-kembali-ke-sifar (NRZ) dan komponen-komponen yang terdapat dalam Jadual S6. Jidar keselamatan 5 dB .
- (i) Lakukan bajet kuasa, bajet masa naik dan tentukan kemampuannya.
(ii) Anggarkan pertambahan jarak yang boleh dicapai jika satu LASER dengan kuasa keluaran iaitu 10 mW digunakan. (andaikan tiada perubahan pada parameter lain) (20 markah)

SOALAN DALAM BAHASA INGGERIS

- Q1** (a) Compare the typical features of a multimode step index fiber and multimode graded index fiber. With the aid of simple ray diagram, describe the propagation of light in both fibers. (10 marks)
- (b) A 50/125 μm graded index optical fiber has a core axis refractive index, $n_1 = 1.5$ and a relative refractive index difference, $\Delta = 1.3\%$. It was found that the fiber supports approximately 147 guided modes at wavelength of 1.55 μm .
- (i) Define and determine the numerical aperture (NA) for this fiber.
(ii) Estimate the characteristic index profile, α for this fiber. (10 marks)
- Q2** (a) Sketch a graph to show the typical optical fiber attenuation characteristics against wavelength and explain the basic attenuation mechanisms in this fiber. (10 marks)
- (b) A 50/125 μm step index optical fiber has a material dispersion parameter of $30 \text{ ps nm}^{-1} \text{ km}^{-1}$, a numerical aperture of 0.4 and a core axis refractive index of 1.48. If a LED source with rms spectral width of 25 nm is used, estimate:
- (i) the total rms pulse broadening per kilometre within the fiber. Assume waveguide dispersion to be negligible.
(ii) the bandwidth length product for this fiber using non-return-to-zero code.
(iii) the bit rate for 2 km fiber link. (10 marks)
- Q3** (a) List the advantages and disadvantages of LASER and LED as a light source in an optical communication system. (10 marks)
- (b) A double heterojunction InGaAsP LED emits a peak wavelength of 1310 nm. It has radiative and nonradiative recombination times of 25 ns and 90 ns, respectively. The drive current is 35 mA and the refractive index of material for this LED is 3.5.
- (i) What are the advantages of double heterojunction structure?
(ii) Calculate the internal quantum efficiency and the power generated internally.
(iii) Calculate the power emitted into air when the transmission factor at the InGaAsP – air interface is 0.68. (10 marks)

- Q4** (a) Define the quantum efficiency and the responsivity of a photodiode. Derive a mathematical expression for the responsivity, R in term of the quantum efficiency, η of photodiode and the wavelength, λ of incident light. Plot the responsivity against wavelength for ideal and typical photodiode. (10 marks)
- (b) An optical receiver consists of a silicon p-i-n photodiode has a quantum efficiency of 58% when operating at a wavelength of $0.9 \mu\text{m}$. The load resistance is $4 \text{ k}\Omega$ and the dark current in the device at this operating point is 3 nA . The incident optical power at this wavelength is 200 nW and the post detection bandwidth of the receiver is 5 MHz .
- (i) Determine the responsivity of the p-i-n photodiode.
(ii) Compare the shot noise generated in the photodiode with the thermal noise in the load resistor at the temperature of 20°C .
(iii) Determine the SNR at the output of the receiver if the receiver has an amplifier with a noise figure of 3 dB . (10 marks)
- Q5** (a) Measurements on 7×7 star coupler yield the insertion losses from input port 1 to each output port as shown in Table Q5(a).
- (i) Determine the splitting loss for an ideal 7×7 star coupler.
(ii) Calculate the total excess loss. (10 marks)
- (b) Optical fiber connector and splice are two basic types of fiber joint. Explain clearly with relevant sketches the typical sources of loss in fiber joint. (10 marks)
- Q6** You are required to construct a 40 km optical link operating at 2.5 Gbit/s using non-return-to-zero (NRZ) and the components available in Table Q6. The safety margin 5dB .
- (i) Perform an optical power budget and rise time budget. Determine its viability.
(ii) Estimate the increase in length that may be achieved if a LASER with power output of 10mW is used. (Assume no changes to other parameters) (20 marks)

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER I/ 2006/07 KURSUS : 4 BTD
 MATA PELAJARAN : SISTEM KOMUNIKASI OPTIK KOD MATA PELAJARAN : BTE 4283

Jadual S5(a) / Table Q5(a)

No. liang keluaran / Output port no.	1	2	3	4	5	6	7
Kehilangan Sisipan (dB) / Insertion Loss (dB)	9.33	7.93	7.53	9.03	9.63	8.64	9.04

Jadual S6 / Table Q6

Komponen /Component	Spesifikasi-spesifikasi / Specifications
Pemancar: / Transmitter:	LASER, $\lambda=1.55 \mu\text{m}$ Kuasa keluaran / output power=5mW Masa naik / rise time=76 ps Lebar spektral / spectral width, $\Delta\lambda=70 \text{ pm}$ Kehilangan gandingan ke gentian / coupling loss to fiber = 7 dB
Penerima: / Receiver:	InGaAs p-i-n Labar jalur RC / RC-bandwidth = 4 GHz Kepekaan / Sensitivity = -25dBm (BER= 10^{-9}) Kehilangan gandingan dari gentian / coupling loss from fiber = 1dB
Gentian: / Fiber:	Mod Tunggal / Single mode, Panjang / Length = 7km/spool, Pelemahan / Attenuation = 0.4 dB/km, Pelebaran / Dispersion = 20ps/nm.km
Penyambung:/ Connector:	Kehilangan / loss=1 dB/connector (satu pada pemancar dan satu pada penerima / one at the transmitter and one at the receiver)
Sambatan: / Splice:	Kehilangan / loss=0.2 dB/splice

PEPERIKSAAN AKHIR

SEMESTER/SESI : SEMESTER I / 2006/07 KURSUS : 4 BTD
 MATA PELAJARAN : SISTEM KOMUNIKASI OPTIK KOD MATA PELAJARAN : BTE 4283

Pemalar-Pemalar / Constants

Pemalar Plank / Planck's constant, $h=6.626 \times 10^{-34}$ J.s

Pemalar Boltzman / Boltzmann's constant, $K=1.381 \times 10^{-23}$ J.K⁻¹

Cas elektron / Electron charge, $e=1.602 \times 10^{-19}$ Coulomb

Halaju cahaya dalam vakum / Velocity of light in vacuum, $c=2.998 \times 10^8$ m/s

Rumus / Formula

$$\tau_s = \frac{(NA)^2}{2cn_1} L, \tau_g = \frac{n_1 \Delta^2}{8c} L, \sigma_s = \frac{\tau_s}{2\sqrt{3}} = \frac{(NA)^2}{4\sqrt{3}cn_1} L, \sigma_g = \frac{n_1 \Delta^2}{20c\sqrt{3}} L, \sigma_T = (\sigma_c^2 + \sigma_n^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$BW = B_T \text{ (RZ)}, BW = \frac{1}{2} B_T \text{ (NRZ)}, B_T = \frac{0.2}{\sigma} \text{ bits/sec}, B_T = \frac{1}{2\tau} \text{ bits/sec}$$

$$\eta_{int} = \frac{1}{1 + \tau_r / \tau_{nr}} = \frac{\tau}{\tau_r}, P_{int} = \eta_{int} \frac{I}{e} h\nu = \eta_{int} \frac{hcI}{e\lambda}, \eta_{ep} = \frac{P_e}{P}, \text{ where } P=IV$$

$$P_e = \frac{P_{int} F n^2}{4n_x^2}$$

$$r_e = \frac{I_p}{e}, r_p = \frac{P_o}{hf}$$

$$\overline{i_t^2} = \frac{4KTB}{R} (A^2), \overline{i_{TS}^2} = 2eB (I_p + I_d) (A^2)$$