
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2004/2005

Mac 2005

EEE 381 – PERHUBUNGAN GENTIAN OPTIK

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LAPAN (8)** muka surat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab **LIMA (5)** soalan.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Apakah kelebihan-kelebihan menggunakan gentian optik untuk komunikasi signal optik pada jarak jauh? Banding secara anggaran tertib pelemahan/km di antara gentian optik dan kabel sepaksi berperisai?

What are the advantages of using optical fiber for communication of optical signals for long distances? Compare, approximately the order of attenuation/Km between optical fiber and shielded Co-axial Cable.

(15%)

- (b) Apakah jenis-jenis gentian optik? Apakah kelebihan-kelebihan dan had-had setiap jenis?

What are the different types of optical fibers? What are their advantages and limitations?

(15%)

- (c) Apakah kualiti-kualiti silika yang menjadikannya bahan paling sesuai untuk membuat gentian optik berkualiti tinggi? Bagaimanakah bahan-bahan teras dan pelapisan dihasilkan? Berikan komposisi kimia kedua-dua bahan yang digunakan untuk membuat gentian optik.

What are the qualities of silica which makes it most suitable material for preparing high quality optical fibers? How are core and cladding materials produced? Give the chemical composition of the two materials used for making optical fiber.

(30%)

- (d) Huraikan dengan gambarajah yang bersesuaian, teknik yang digunakan untuk menghasilkan gentian optik berkualiti tinggi.

Describe, with suitable diagram, the technique, which is used to produce high quality optical fibres.

(40%)

2. (a) Apakah kesan-kesan yang melemahkan signal optik apabila ia melalui satu gentian optik? Bolehkah kesan ini dikurangkan untuk menghasilkan transmisi yang bolehharap bagi signal untuk jarak jauh?

What are the different effects which degrade the optical signal when it passes through optical fibre? Can these be decreased to have reliable transmission of signal for long distances?

(30%)

- (b) Bagaimana serakan memberi kesan kepada satu signal yang ditransmisikan? Apakah jenis-jenis serakan yang ada pada satu signal apabila signal tersebut dihantar melalui satu gentian optik? Bolehkah kesan serakan tersebut dikurangkan? Bagaimanakah ciri rata di antara serakan dan panjang gelombang dicapai? Huraikan jawapan anda.

How does dispersion affects the transmitted signal? What are the types of dispersions which take place in a signal when it is passed through optical fiber? Can we reduce the amount of dispersion? How does a nearly flattened characteristic between dispersion and wave length is achieved? Please explain.

(40%)

- (c) Silika mempunyai anggaran suhu 'fictive' (T_F) 1400°F dengan kebolehmpatan isoterma (β_C) $7 \times 10^{-11} \text{ m}^2\text{N}^{-1}$. Indeks biasan dan koefisien fotoelastik (P) untuk silika masing-masing adalah 1.46 dan 0.286. Dapatkan pelemahan secara teori dalam desibel per kilometer berdasarkan persamaan Rayleigh Scattering ($\gamma_s = \frac{\delta\pi^3 n^8 P^2 B_C K T_F}{3 \lambda^4}$)

dalam silika pada panjang gelombang optik 0.8 dan 1.30 μm . Pemalar Boltzmann's (k adalah $1.381 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$)

Silica has an estimated fictive temperature (T_F) of 1400°F with an isothermal compressibility (β_C) of $7 \times 10^{-11} \text{ m}^2\text{N}^{-1}$. The refractive index (n) and the photoelastic coefficient (P) for silica are 1.46 & 0.286 respectively. Determine the theoretical attenuation in decibels per kilometer due to the

fundamental Rayleigh Scattering ($\gamma_s = \frac{\delta\pi^3 n^8 P^2 B_C K T_F}{3 \lambda^4}$) in silica at

optical wavelengths 0.8 and 1.30 μm . Boltzmann's constant (K) is $1.381 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$.

(30%)

3. (a) Apakah sumber-sumber sinar yang digunakan untuk komunikasi signal optik? Bandingkan kualiti-kualiti dan limitasi setiap satu sumber sinar tersebut.

What are the sources of light used for the communication of optical signals? Compare their qualities and limitations.

(10%)

- (b) Berikan keperluan asas bagi kombinasi radiatif pembawa cas dalam satu semikonduktor. Bagaimana mengenalpasti panjang gelombang bagi gelombang yang dipancarkan? Dapatkan kecekapan kuantum internal dan dapatkan persamaan untuk kuasa optik dalaman oleh LED yang dijana

Give the basic requirements for the radiative recombination of charge carriers in a semiconductor. How will you determine the wavelength of emitted waves? Define internal quantum efficiency and develop expression for optical power generated internally in an LED.

(30%)

- (c) Takrifkan populasi invensi bagi kes diod laser. Bagaimana ia dicapai dalam diod laser? Lukis dan huraikan ciri di antara kuasa keluaran optik relative dan arus pemacu diod laser. Berikan kepentingan arus ambang.

Define population inversion in the case of laser diode. How is it achieved in a laser diode? Draw and explain the characteristic between relative optical output power and laser diode drive current. Give the importance of threshold current.

(30%)

- (d) Apakah matlamat-matlamat utama dalam merekabentuk laser? Bagaimana ia boleh dicapai dalam kes struktur hetero-tertanam In Ga As P? Huraikan secara ringkas.

What are the main targets of any design of laser? How are these achieved in the case of In Ga As P buried-heterostructure? Explain briefly.

(30%)

4. (a) Terangkan berserta graf berkaitan mengenai fenomena herotan isyarat optik terhadap bentuk taburan denyutan dan serakan halaju kumpulan disebabkan oleh Serakan Intramodal, Serakan Intermodal dan Serakan Mod Polarisasi.

Explain with relevant graph that shows phenomenon of optical signal distortion towards pulse spreading and group velocity that cause by Intermodal Dispersion, Intramodal Dispersion and Polarization Mode Dispersion.

(50%)

- (b) Jelaskan faktor penyumbang kepada Serakan Intramodal dan Serakan Intermodal yang menyebabkan herotan isyarat gentian optik.

Describe the contribution factors to Intramodal Dispersion and Intermodal Dispersion that cause signal distortion in optical fiber.

(50%)

5. (a) Terangkan berserta gambarajah berkaitan mengenai perbezaan di antara operasi Penghantaran Optik Tradisi dengan Penghantaran Penguatan Optik serta nyatakan juga kelebihan dan kekurangannya.

Explain with specific diagrams about the different between operations in Traditional Optical Transmission with Optically Amplified Optical Transmission stating their advantages and disadvantages

(50%)

- (b) Terangkan secara tepat kaedah digunakan untuk implementasi Multipleks Pembahagian Masa dan Multipleks Pembahagian Jarak gelombang.

Explain accurately the methods used to implement Optical Time Division Multiplexing and Optical Wavelength Division Multiplexing.

(50%)

6. Satu fotodiod p-i-n digunakan pada bahagian-depan sistem penerima optik telah diuji dan mempunyai parameter seperti jadual berikut

A p-i-n photodiode is used at the front end optical receiver and tested for the following parameters

Parameter	Data
Panjang gelombang <i>Wavelength</i>	$\lambda=1500\text{nm}$
Arus gelap <i>Dark Current</i>	$I_D=4\text{nA}$
Beban Perintang <i>Load Resistor</i>	$R_L=1\text{K}\Omega$
Arus Bocor Permukaan <i>Surface Leakage Current</i>	$I_{DS}=0\text{A}$
Kuasa Tuju Optik <i>Incident Optical Power</i>	$P_{in}=300\text{nW}$ (-32dBm)
Lebar Jalur Penerima <i>Receiver Bandwidth</i>	$\Delta f=20\text{MHz}$
Quantum Efficiency <i>Keberkesanan Kuantum</i>	$\eta=0.9$

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

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

- (a) Lakarkan model asasi bahagian-depan sistem penerima optik pengesan foto beserta litar setaranya yang mengandungi, kapasitor pengesan foto C_d , beban perintang R_L , perintang dalaman penguat R_a , kapasitor dalaman penguat C_a , dan juga pra-penguat.

Sketch a fundamental model of a photodetector front-end receiver and its equivalent circuit that comprises, photodetector capacitance C_d , load resistor R_L , internal amplifier resistor R_a , internal amplifier capacitor C_a , and the pre-amplifier itself.

(30%)

- (b) Kira arus foto utama yang terhasil, I_p
Calculate the primary photocurrent produced, I_p .

(20%)

- (c) Kira nilai min-kuasa-dua arus hingar das, min-kuasa-dua arus gelap, dan min-kuasa-dua arus haba pada 27°C untuk sistem penerima optik.

Calculate the mean-square values of shot noise current, mean-square dark current, and the mean square thermal noise current at 27°C for the optical receiver system.

(20%)

- (d) Tentukan kiraan nisbah nilai punca-min-kuasa-dua hingar haba terhadap hingar das, dan arus gelap pada bahagian-depan penerima tersebut. Jelaskan kesimpulannya.

Calculate the ratio of the root-mean-square (RMS) between the calculated thermal noise to the shot noise and dark current of the front-end receiver. Clarify its conclusion.

(30%)