ข้อสอบกลางภาค

วิชา 6553107 การสื่อสารทางแสง (Optical communications)

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 เวลาสอบ 3 ชั่วโมง

คำสั่ง ข้อสอบมีทั้งหมด 12 ข้อ **ทำทุกข้อ**

สามารถใช้เครื่องคำนวณได้

ทุจริตในการสอบปรับตกรายวิชานี้ทันที

คะแนนเต็ม 40 คะแนน

---

1. จงเขียน Block diagram ของระบบสื่อสารผ่านเส้นใยแก้ว พร้อมอธิบายหน้าที่การทำงานของแต่ละ Block มาพอเข้าใจ (2 คะแนน)

2. จงอธิบายความแตกต่างระหว่าง**คลื่นความถี่วิทยุ**กับ**คลื่นแสง**มาพอเข้าใจ และอธิบายถึง **ข้อดี** และ **ข้อเสีย** ของการส่งสัญญาณข้อมูลด้วยกำลังงานแสงผ่านเส้นใยแก้ว เมื่อเทียบกับการส่งสัญญาณไฟฟ้าผ่านตัวนำทองแดง หรือสายโคแอกเชียล (2 คะแนน)

3. จงบอกช่วงความยาวคลื่นแสงที่ใช้ในการส่งสัญญาณข้อมูลในปัจจุบัน โดยแบ่งเป็น ช่วงหน้าต่างแรก (First window) ช่วงหน้าต่างที่สอง (Second window) และช่วงหน้าต่างที่สาม (Third window) พร้อมอธิบายคุณลักษณะ**ที่ดี** และ**ด้อย** ของแต่ละช่วงความยาวคลื่นแสงในการนำไปใช้งาน (2 คะแนน)

4. จงอธิบายโครงสร้างของเส้นใยแก้วนำแสงแต่ละชนิด และการนำไปใช้งานมาอย่างละเอียด
   - Single mode fiber
   - Multimode fiber
   - Stepped-index fiber
   - Graded-index fiber (4 คะแนน)

5. จงให้ความหมายของคำต่อไปนี้ มาพอเข้าใจ
   - Snell's law
   - Critical angle
   - Numerical aperture (NA)
   - Dispersion

- Absorption loss
- Scattering loss
- Attenuation loss
- Bending loss **(4 คะแนน)**

6. สัญญาณแสงได้ถูกส่งเข้าไปยัง Graded - index fiber มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ core (2a) = 60 μm, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ cladding (2b) = 125 μm, และมีค่า n_1=1.47, n_2=1.45 แล้วเริ่มเกิดปรากฏการณ์สะท้อนกลับหมด จงหา
    - มุมวิกฤติ (θ_c)
    - มุมสูงสุดที่แสงสามารถส่งเข้าไปในเส้นใยแก้วนำแสงได้
    - Numerical Aperture (NA) **(2 คะแนน)**

7. สัญญาณแสงได้ถูกส่งเข้าไปยัง Graded - index fiber มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ core (2a) = 50 μm, มีค่า n1=1.48, n_2=1.46, และค่า α = 2 และค่าความยาวคลื่นที่ใช้งาน (λ) = 850 nm จงหา
    - V-number
    - จำนวนโหมดแสงทั้งหมดที่สามารถส่งผ่านเส้นใยแก้วได้ **(2 คะแนน)**

8. สัญญาณแสงได้ถูกส่งเข้าไปยัง Single mode fiber มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ core (2a) = 8 μm, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ cladding (2b) = 125 μm, n_1=1.465 และมีค่าผลต่างดรรชนีการหักเห (Δ) = 5.4458×10^{-3} จงหาความยาวคลื่นคัทออฟ (λ_c) **(2 คะแนน)**

9. เส้นใยแก้วแบบ **single mode** มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ core (2a) = 4 μm, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ cladding (2b) = 125 μm, n_1=1.5, n_2=1.48, นำมาใช้งานที่ระยะทาง 100 km, ค่าความยาวคลื่นที่ใช้งาน (λ) = 1550 nm, ค่า FWHM (Δt) = 2 μS และค่าความกว้างสเปกตรัม σ_λ = 2 nm, และกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ $\sigma_{mat} = 1/\lambda\,(dn^2/d\lambda^2) = 4\times10^{15}\ m^{-3}$ และเทอม $d^2(V_b)/dV^2$ ของพารามิเตอร์ σ_{wg} = 0.7 จงหาความกว้างของพัลส์แบบ rms ที่ขยายออกทั้งหมดและค่า BL-product ของระบบ **(5 คะแนน)**

10. จงอธิบายหลักการทำงานของแหล่งกำเนิดแสงและโฟโตดีเทคเตอร์แต่ละชนิดมาพอเข้าใจ **(วาดรูปประกอบการอธิบาย)**
    - LED
    - Laser Diode

- p-i-n photodiode
- Avalanche photodiode **(5 คะแนน)**

11. p-i-n Photodiode ทำจาก silicon มีความกว้างของบริเวณปลอดพาร์หะเท่ากับ 20 μS, มีพื้นที่รับแสง (A) = 0.05 mm^2 และมีค่า K_S = 11.7 ถ้ากำหนดให้ R_L= 1 KΩ โดยมีค่าต่างๆ ในการทำงานดังนี้ I_D= 1 nA, η= 0.80, ความเร็วของอิเล็กตรอน $8x10^6$ cm/s แสงที่ตกกระทบมีค่า α_S = 10^2 cm^{-1} จงหาค่าความจุที่รอยต่อและเวลาลอยเลื่อนของพาร์ประจุที่ค่าความยาวคลื่น 1300 nm **(5 คะแนน)**

12. ภาครับแสงแบบ Avalanche Photodiode ที่มีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้ กำลังงานแสงที่รับได้ 2 mW, ค่า M = 2, x = 0.7, T = 300 K, m = 0.8, $\Re_0$ = 0.8 A/W, B = 100 MH_Z, R_{eq}/F_t = 10^4 Ω ไม่คิดสัญญาณรบกวนที่เกิดจากกระแสมืด (Dark-current) จงหาค่า signal-to-Noise ratio (S/N) **(5 คะแนน)**

ผู้ออกข้อสอบ อ. ดร.เจษฎา สาททอง