



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558

วิชา ENE 467 Digital Communications

ภาควิชา วศ.อิเล็กทรอนิกส์ฯ ชั้นปีที่ 3, 4

สอบ วันพุธที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558

เวลา 13:00-16:00 น.

คำเตือน

1. ข้อสอบวิชานี้มี 6 ข้อ (30 คะแนน) 7 หน้ารวมหน้าคำเตือน
2. ให้ทำทุกข้อลงในข้อสอบ
3. อนุญาตให้นำเอกสารประกอบการเรียนเข้าห้องสอบ
4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้
5. ให้เขียนชื่อ-นามสกุล และเลขประจำตัวลงหน้าแรกข้อสอบ

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ

เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ

ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ชื่อ-สกุล.....รหัสประจำตัว.....

ผศ. ดร. สุวัฒน์ ภัทรมาลัย

ผู้ออกข้อสอบ

โทร 0-2470-9079

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากคณะกรรมการประจำภาควิชาแล้ว

รศ.ดร. ราชวดี ศิลาพันธ์

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

1. ถ้าช่องสัญญาณเป็น AWGN channel จงตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อนี้รวม 5 คะแนน)
 - ก. โครงสร้างของตัวรับสำหรับช่องสัญญาณแบบนี้ ต้องมีกี่ส่วน อะไรบ้าง (1 คะแนน)
 - ข. เมตริกค่าสัญญาณที่แซมปลิงในส่วนตัวรับมีสมการ PDF(Probability Density Function) อย่างไร (1 คะแนน)
 - ค. จงพิสูจน์ว่าเอาต์พุตของ Matched-Filter จะมีค่าเท่ากับเอาต์พุตของ Correlators ที่เวลาแซมเปิ้ล $t = T$ โดยค่า T เป็นคาบของสัญลักษณ์ (2 คะแนน)
 - ง. จงวาดรูป Demodulator ที่ใช้ Correlators สำหรับสัญญาณ QPSK (1 คะแนน)

2. ถ้าช่องสัญญาณเป็น AWGN channel จงตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อนี้รวม 5 คะแนน)
- ก. ตัวรับที่เหมาะสมวิธี ML (Maximum-Likelihood) สามารถใช้แทน MAP (Maximum a Posteriori Probability) ในกรณีใด (1 คะแนน)
 - ข. จงวาดรูปโครงสร้างตัวรับที่เหมาะสมโดยใช้วิธี ML (Maximum-Likelihood) สำหรับช่องสัญญาณเป็น AWGN channel (1 คะแนน)
 - ค. สัญญาณ Binary PAM ที่มีความน่าจะเป็นในการส่งข้อมูลเลข -1 และเลข +1 เท่ากับ 0.3 และ 0.7 จงหาค่าเทรชโธในการตัดสินใจของตัวรับ (1 คะแนน)
 - ง. จงวาดรูปแสดงการตัดสินใจที่มีค่าเทรชโธด้วยในตัวรับของสัญญาณแบบ Binary Orthogonal Signals โดยที่สัญญาณไบนารีเป็นแบบ Equiprobable (1 คะแนน)
 - จ. จงคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นผิดพลาดเฉลี่ยของ สัญญาณ Binary PAM ที่เป็นแบบ Equiprobable โดยมีค่า SNR per bit เท่ากับ 10 dB (1 คะแนน)

3. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อนี้รวม 5 คะแนน)

ก. จงพิสูจน์สมการข้างล่างว่าเท่ากัน (2 คะแนน)

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{n=1}^N [r_n - s_n(\theta)]^2 = \frac{1}{N_0} \int_{T_0} [r(t) - s(t; \theta)]^2 dt$$

ข. จงวาด Block diagram of binary PAM receiver ที่ใช้ Matched Filter (1 คะแนน)

ค. จงคำนวณค่า Power loss ในหน่วย dB เมื่อค่าคาคคเนเฟสในตัวรับ DSB/SC ผิดพลาดไป 15 degree (1 คะแนน)

ง. จงวาดโครงสร้างส่วนคาคคเนเฟสที่มีสมการดังนี้ (1 คะแนน)

$$\phi_{ML} = -\tan^{-1} \left[\frac{\int_{T_0} r(t) \sin 2\pi f_c t dt}{\int_{T_0} r(t) \cos 2\pi f_c t dt} \right]$$

4. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อนี้รวม 5 คะแนน)

- ก. จงเขียนสมการสัญญาณเข้าและออก รวมทั้งวาดโครงสร้าง Carrier recovery ของ M-phase signal (2 คะแนน)
- ข. จงวาดโครงสร้าง Phase-locked loop และอธิบายค่าที่ออกจาก loop filter ไปเข้า VCO (1 คะแนน)
- ค. จงเขียนสมการ General form equivalent low-pass signal, $s_l(t; \phi, \tau)$ (1 คะแนน)
- ง. จงหาสมการคาดคะเนเฟส จาก log-likelihood function ด้านล่าง (1 คะแนน)

$$\Lambda_L(\phi, \tau) = A(\tau) \cos \phi - B(\tau) \sin \phi$$

5. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อนี้รวม 5 คะแนน)

ก. จงบอกสมการ Frequency Response ของช่องสัญญาณแบบ Non-distorting or Ideal channel (1 คะแนน)

ข. จงหาค่าความเร็ว Bit Rate ที่สามารถส่งผ่านช่องสัญญาณเสียงโทรศัพท์ 4 kHz โดยใช้สัญญาณ QPSK และใช้ Pulse shape $\beta = 0.5$ (1 คะแนน)

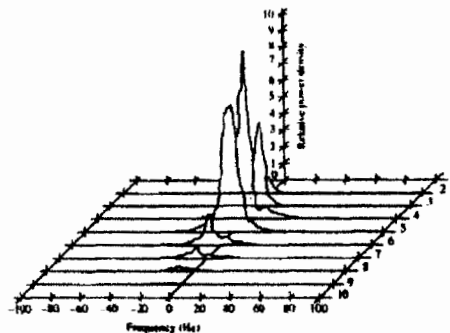
ค. สมการด้านล่างแสดงค่าที่แซมปลิงได้ในตัวรับ จงบอกความหมายของแต่ละเทอม (1 คะแนน)

$$y_k = I_k + \sum_{\substack{n=0 \\ n \neq k}}^{\infty} I_n x_{k-n} + v_k$$

ง. จงอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าคาบของสัญญาณ T กับค่าความกว้างแถบความถี่ของสัญญาณ W ว่ามีที่กรณี และกรณีใดที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเกิด ISI ได้เลย (2 คะแนน)

6. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อนี้รวม 5 คะแนน)

- ก. จงวาดรูปโครงสร้างการมัลติเพล็กซ์แบบหลายความถี่ (1 คะแนน)
- ข. จงวาดรูปแสดงผลการรับสัญญาณ Pulse ผ่านช่องสัญญาณแบบ Time-variant multipath channel (1 คะแนน)
- ค. จงวาดรูป Spaced-frequency spaced-time correlation function (1 คะแนน)
- ง. จงหาค่า Coherence bandwidth ของช่องสัญญาณที่มีรูป Scattering function ดังนี้ (1 คะแนน)



- จ. จงวาดรูป Performance of binary signals with diversity และหาค่า Diversity gain จากการให้ $L=4$ ใน FSK ที่ความน่าจะเป็นผิดพลาด 10^{-4} (1 คะแนน)