มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 **ประจำปีการศึกษา 2555**

วันที่ 18 ธันวาคม 2555 **เวลา 13.30-16.30น**

วิชา 210-435 Communication Electronics **ห้อง R200**

คำสั่ง

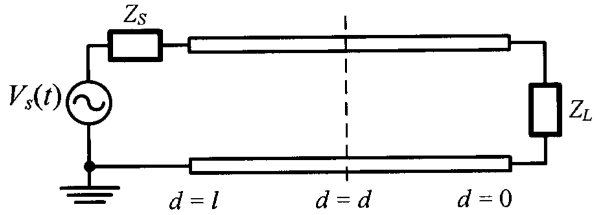
1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 6 ข้อ ควรตรวจสอบก่อนลงมือทำ
2. อนุญาตให้นำเฉพาะเครื่องเขียนและเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้ใช้ดินสอหรือปากกาก็ได้ในการเขียนคำตอบ
4. ให้เขียนคำตอบในสมุดคำตอบเท่านั้น

ถ้าไม่ได้มีการกำหนดเป็นการเฉพาะสมมติให้สายส่งที่ใช้ไม่มีการสูญเสีย (lossless transmission line)

ผู้ออกข้อสอบ: นาย ภาณุมาส คำสัตย์

1. ทำการวิเคราะห์เพื่อหาผลตอบสนองของแรงดัน $v(d, t)$ และกระแส $i(d, t)$ ณ ตำแหน่ง d ใดๆ (ที่วัดจากโหลด Z_L) และที่เวลา t ใดๆ จากการกระตุ้นสายส่งแบบที่ไม่มีการสูญเสียด้วยสัญญาณไซน์ $v_s(t) = A\cos(\omega_0 t)$ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 (ไม่จำเป็นต้องแก้สมการหาค่าคงที่ที่เกิดจาก boundary conditions) สมมติให้สายส่งมีค่าความเหนี่ยวนำ L H/m (ค่าตัวเหนี่ยวนำต่อความยาว) และค่าตัวเก็บประจุ C F/m (ค่าตัวเก็บประจุต่อความยาว)

(20 คะแนน)



รูปที่ 1.1

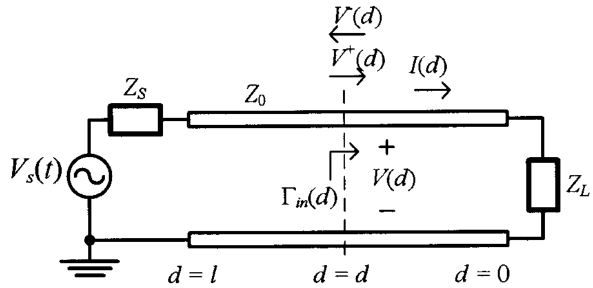
2. จงพิสูจน์สมการของสัมประสิทธิ์การสะท้อน $\Gamma_{in}(d)$ ที่ตำแหน่ง d ใดๆ ในรูปที่ 1.2 ว่าเป็นไปตามสมการ

$$\Gamma_{in}(d) = \frac{V^-(d)}{V^+(d)} = \frac{Z_{in}(d) - Z_0}{Z_{in}(d) + Z_0} \tag{1.1}$$

โดยที่อิมพีแดนซ์ ณ จุดใดๆบนสายส่งคือ

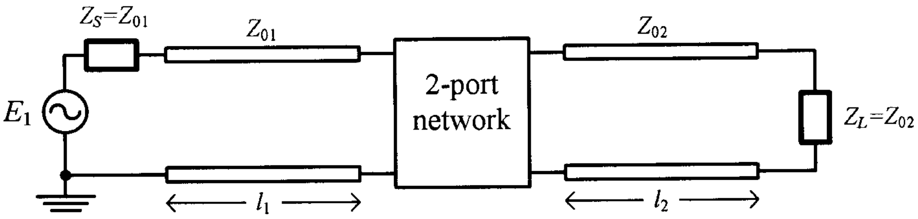
$$Z_{in}(d) = \frac{V(d)}{I(d)} = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan(\beta d)}{Z_0 + jZ_L \tan(\beta d)} \tag{1.2}$$

(10 คะแนน)

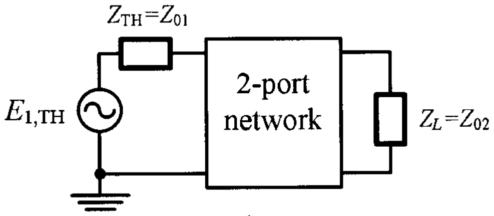


รูปที่ 1.2

3. จากวงจรในรูปที่ 1.3 ซึ่งมีสายส่งเชื่อมต่ออยู่ **จงพิสูจน์**โดยการวิเคราะห์ว่าวงจรดังกล่าวสามารถลดรูปให้เป็นวงจรสมมูลได้ดังวงจรในรูปที่ 1.4 โดยมี $E_{1,TH} = E_1\exp(-j\beta l_1)$ สมมติให้สายส่งทั้งสองเส้นมี characteristic impedance เท่ากับ Z_{01} และ Z_{02} ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3



รูปที่ 1.4

(20 คะแนน)

4. จากทฤษฎีทางวงจรเราทราบว่ากำลังงานโดยเฉลี่ย Averaged Power ที่ตำแหน่ง x ใดๆของสัญญาณบนสายส่ง $P(x)$ สามารถเขียนในอยู่ในรูปของส่วนจริงของกำลังเชิงซ้อน (Complex power) ได้ดังนี้

$$P(x) = \frac{1}{2}\mathrm{Re}\{V(x)(I(x))^*\} \tag{1.3}$$

รวมไปถึง

$$P^+(x) = \frac{1}{2}\mathrm{Re}\{V^+(x)(I^+(x))^*\} \tag{1.4}$$

$$P^-(x) = \frac{1}{2}\mathrm{Re}\{V^-(x)(I^-(x))^*\} \tag{1.5}$$

สำหรับสัญญาณที่ตกกระทบและสะท้อนตามลำดับ **จงพิสูจน์ว่า**

$$P(x) = \frac{1}{2}|a(x)|^2 - \frac{1}{2}|b(x)|^2 \tag{1.6}$$

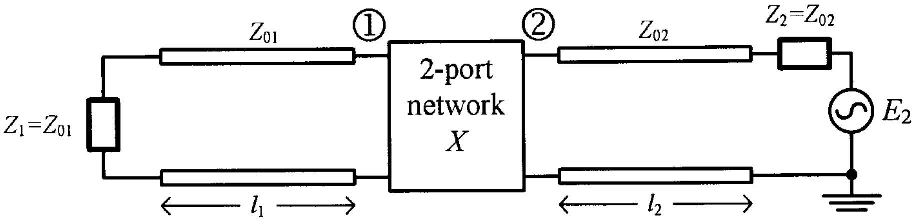
ถ้า $a(x) = \dfrac{V^+(x)}{\sqrt{Z_0}}$ และ $b(x) = \dfrac{V^-(x)}{\sqrt{Z_0}}$

หมายเหตุ: ไม่มีคะแนนสำหรับการพิสูจน์ที่เริ่มจาก $P(x) = P^+(x) - P^-(x)$

(15 คะแนน)

5. ให้คำนวณหา s_{12} ของวงจร X จากระบบทดสอบในรูปที่ 1.5 โดยให้คำตอบอยู่ในเทอมของ V_1 (แรงดันที่คร่อม Z_1), E_2, Z_{01}, Z_{02}, l_1, l_2 และ β (propagation constant) ตามความเหมาะสม

(15 คะแนน)



รูปที่ 1.5

6.

(ก) ให้ทำการ**วิเคราะห์ใน time domain เท่านั้น** ประกอบการอธิบายว่าทำไมจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ phase comparator แทนที่จะใช้ frequency comparator ในวงจร phase-locked loop ทั้งๆที่จุดประสงค์ของวงจรคือการสร้างความถี่ขึ้นให้เท่ากับความถี่อินพุทหรือความถี่อ้างอิงใดๆ

(ข) ให้ทำการ**วิเคราะห์ใน *s* domain เท่านั้น** ประกอบการอธิบายว่าทำไมจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ phase comparator แทนที่จะใช้ frequency comparator ในวงจร phase-locked loop ทั้งๆที่จุดประสงค์ของวงจรคือการสร้างความถี่ขึ้นให้เท่ากับความถี่อินพุทหรือความถี่อ้างอิงใดๆ
แนวทาง : ให้สมมติว่าความถี่อินพุทที่เข้าไปในระบบมีค่าคงที่เท่ากับ ω_0 เรเดียนต่อวินาที (อาจจะมองว่าเป็น step function ก็ได้)

Laplace transform

$$F(s)=\int_0^{\infty} f(t)e^{-st}\,dt \tag{1.7}$$

Final-value theorem

$$f(t)\big|_{t\to\infty}=\lim_{s\to 0} sF(s) \tag{1.8}$$

โดยมีความสัมพันธ์ระหว่าง phase และ frequency เป็น

$$\omega(t)=\frac{d\phi(t)}{dt} \tag{1.9}$$

(12 คะแนน)