

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1

ปีการศึกษา 2558

วันที่ 8 ตุลาคม 2558

เวลา 9.00-12.00 น.

วิชา 210-232, 212-331 วงจรและระบบอิเล็กทรอนิกส์ Electronic Circuits and Systems

ห้อง S102, ชั้น 4

คำถาม

1. พึงสอบชุดนี้ที่มีทั้งหมด 5 ข้อ (มี 10 คะแนนรวม) ให้อ่าน 3 ชั่วโมง ควรตรวจสอบก่อนลงมือทำ
2. อนุญาตให้นำเฉพาะเครื่องเขียนและเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้ใช้ดินสอหรือปากกาที่ได้อ่านการเขียนคำตอบ (สามารถเขียนคำตอบสั้นลงก็ได้)
4. ห้ามลอกเลียนแบบข้อสอบใดสิ่งที่มีผลต่อการออกข้อสอบจะได้รับการประเมินผล
5. ไม่มีคะแนนสำหรับคำตอบที่ไม่มีกรวิเคราะห์หรือไม่มีคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผล

กำหนดให้

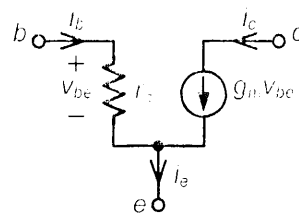
- แรงดันเทอร์มิคมีค่า $V_T = 26\text{mV}$ ที่อุณหภูมิห้อง 27°C
- เมื่อทราบ ชีตเตอร์แบบไบโพลาร์ (BJT) ทำงานในย่าน forward active แรงดัน $V_{BE(on)}$ จะมีค่า 0.7 โวลต์
- สามารถหาความสัมพันธ์ของทราบ ชีตเตอร์แบบไบโพลาร์ (BJT) สำหรับสัญญาณขนาดใหญ่อีกคือ

$$I_c = I_s \exp\left(\frac{V_{BE}}{V_T}\right) \quad (1.1)$$

โดยถ้ารวมผลของปรากฏการณ์ของรีดด้วยสมการจะเปลี่ยนเป็น

$$I_c = I_s \exp\left(\frac{V_{BE}}{V_T}\right) \left(1 + \frac{I_{ce}}{I_T}\right) \quad (1.2)$$

- สมมติให้ small-signal model ของ BJT เป็นดังรูปที่ 0.1 (นอกจากจะมีการกำหนดเฉพาะ)



รูปที่ 0.1

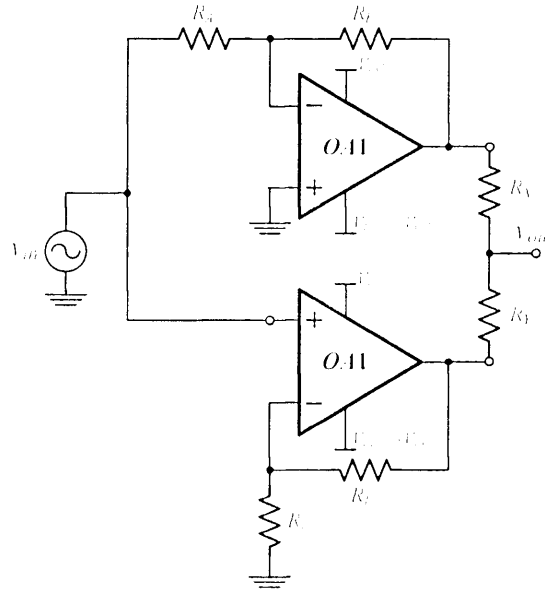
ผู้ออกข้อสอบ: นาย ภาณุมาศ คำสัจย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

1. จงวางจรรยาภาพที่ 1.1 สมมุติว่าจรรยาภาพเป็นอุดมคติ ให้ นส.

(ก) หาอัตราขยาย v_{out}/v_m โดยให้ค่าจรรยาภาพของ $R_A, R_B, R_C, R_D, R_E, R_F$ ตามความเหมาะสม [4 คะแนน]

(ข) หาความสัมพันธ์ระหว่างจรรยาภาพ $R_A, R_B, R_C, R_D, R_E, R_F$ ที่ทำให้จรรยาภาพ $v_{out}/v_m = 0$ [2 คะแนน]

(ค) หาความสัมพันธ์ระหว่างจรรยาภาพ $R_A, R_B, R_C, R_D, R_E, R_F$ ที่ทำให้จรรยาภาพ $v_{out}/v_m = 1/2$ [2 คะแนน]



รูปที่ 1.1

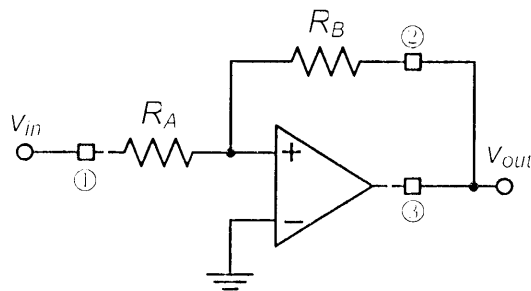
ตอบ

2. จากรูปที่ 2.1 วงจรไบโพลาร์แบบประป้อนไอซี $\mu\text{PS}331$ ที่ได้ออกแบบไว้เพื่อนำมาใช้เป็น inverting amplifier ซึ่งมีอัตราขยาย $-R_B/R_A$ แต่กลับได้ผลลัพธ์ที่ผิด (มีทั้งหมด 3 ขา) วิศวกรบางท่านซึ่งมีความคิดผลการไหลของขงอินพุตของออปแอมป์กลับกัน โดยเมื่อล่องเป็นวงจรดังรูปที่ 2.1 จะได้เป็นวงจรป้อนกลับบวกและไม่สามารถได้อัตราขยายและความเป็นเชิงเส้นตามต้องการ

ให้นักศึกษาพิจารณาโดยการล่องออปแอมป์อุดมคติเพิ่มเข้าไป 1 ตัวในวงจรนี้ตามความเหมาะสมเพื่อทำให้ระบบที่ได้ออกมาเป็นระบบป้อนกลับลบและมีอัตราขยายเป็น $-R_B/R_A$ โดยที่นักศึกษาไม่สามารถเปลี่ยนเปลืองวงจร $\mu\text{PS}331$ ภายในกรอบเส้นประได้ (สามารถล่องอุปกรณ์ได้เฉพาะที่ขา ①, ②, ③ เท่านั้น)

ให้อธิบายเหตุผลพร้อมทั้งทำการวิเคราะห์วงจรที่ออกแบบใหม่ด้วย

[8 คะแนน]



รูปที่ 2.1

ตอบ

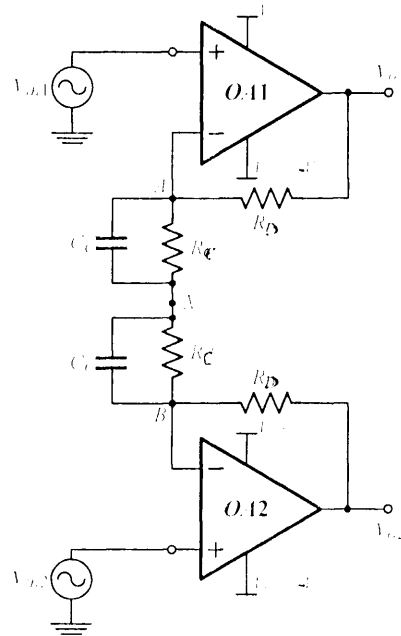
4. จงหาวงจรในรูปที่ 4.1 สมมติว่าเอาต์พุตไม่เป็นอุดมคติ และ $R_D > R_C$ ให้แก้

(ก) หาสมการ transfer function สำหรับ differential-mode gain โดยพิจารณาลำโพงในรูปของ R_C , R_D , C_C ตามความเหมาะสม [4 คะแนน]

(ข) หาสมการ transfer function สำหรับ common-mode gain โดยพิจารณาลำโพงในรูปของ R_C , R_D , C_C ตามความเหมาะสม [2 คะแนน]

(ค) วาด frequency response ในรูปแบบของ Bode plot (ทั้งขนาดและเฟส) สำหรับ differential-mode gain โดยพิจารณาลำโพงในรูปของ R_C , R_D , C_C ตามความเหมาะสม [4 คะแนน]

(ง) วาด frequency response ในรูปแบบของ Bode plot (ทั้งขนาดและเฟส) สำหรับ common-mode gain โดยพิจารณาลำโพงในรูปของ R_C , R_D , C_C ตามความเหมาะสม [2 คะแนน]



รูปที่ 4.1

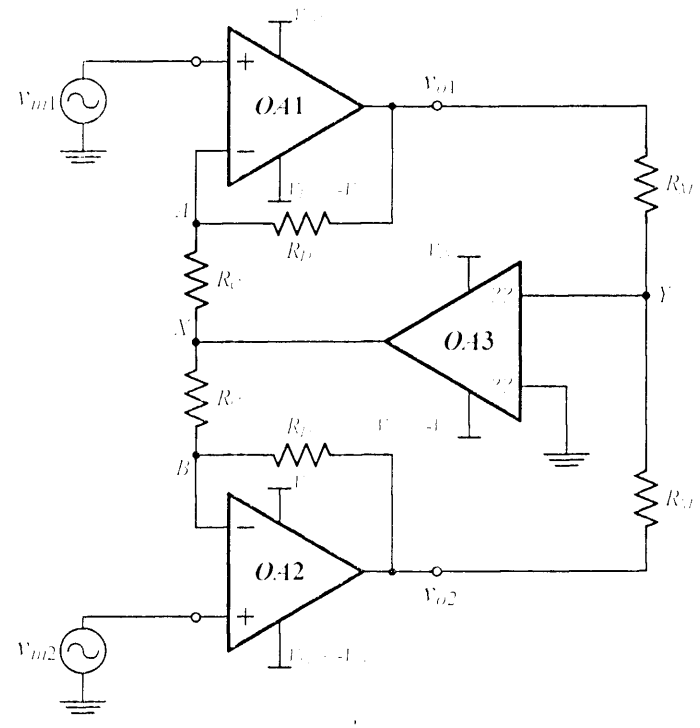
ตอบ

5. จงหาวงจรในรูปที่ 5.1 ใช้จ้อปแอมป์ที่เป็นอุดมคติ ให้หา

(ก) นิยามค่าที่จุด 22 อินพุตทั้งสองของจ้อปแอมป์ O13 ควรจะเป็น $+$ หรือ $-$ เพื่อให้วงจรเป็นระบบป้อนกลับลบ จงนิยามสายเทอมลที่นิยาม: สม [2 คะแนน]

(ข) สมมุติว่าการป้อนกลับลบทำมาจะได้ตามปกติ ให้คำนวณหา v_{in1} , v_{in2} โดยให้กำลังงานป้อนของ v_{in1} , v_{in2} , R_c , R_d , R_e , R_f ความเหมาะสม (สมมุติว่า A ถึงอัตราขยายของ O13) [4 คะแนน]

(ค) ให้นิยามว่า วงจรนี้มีความสามารถในการขยายสัญญาณโดยรวมทั้งวงอยู่เงไร ให้นิส. นำสมการอินพุตด้วย (โดยอาจจะกำหนดค่าให้ O13 มีอัตราขยายเท่ากับ A ไปที่อินพุตแล้วล้อยประมาณว่ามีค่าเป็นอนันต์ที่หลังก็ได้) [4 คะแนน]



รูปที่ 5.1

สอ.บ.