

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1

ประจำปีการศึกษา 2554

วันที่ 12 ตุลาคม 2554

เวลา 09.00-12.00น.

วิชา 210-232, 210-332 วงจรและระบบอิเล็กทรอนิกส์ Electronic Circuits and Systems

ห้อง S817

คำสั่ง

1. ข้อสอบชุดนี้มีทั้งหมด 5 ข้อ ควรตรวจสอบก่อนลงมือทำ
2. อนุญาตให้นำเฉพาะเครื่องเขียนและเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้ใช้ดินสอหรือปากกาก็ได้ในการเขียนคำตอบและให้เขียนคำตอบในสมุดคำตอบ
4. ถ้านักศึกษาเขียนในสิ่งที่ผิดหลักการอย่างร้ายแรงจะได้รับคะแนนติดลบ
5. ไม่มีคะแนนสำหรับคำตอบที่ไม่มีการวิเคราะห์หรือคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผล

กำหนดให้

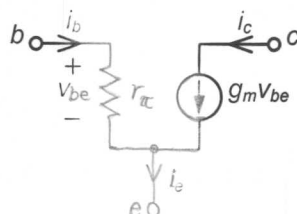
- แรงดันเทอร์มัลมีค่า $V_T = 26\text{mV}$ ที่อุณหภูมิห้อง 27°C
- สมมติให้เมื่อทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์ (BJT) ทำงาน แรงดัน V_{BE} จะมีค่าประมาณ 0.7 โวลต์
- สมการความสัมพันธ์ของทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์ (BJT) สำหรับสัญญาณขนาดใหญ่คือ

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

โดยถ้ารวมผลของปรากฏการณ์เออร์รี่ด้วยสมการจะเปลี่ยนเป็น

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

- สมมติให้ small-signal model ของ BJT เป็นดังรูปที่ 1.1 (นอกจากจะมีการกำหนดเฉพาะ)



รูปที่ 1.1

ชื่อ: _____

รหัสประจำตัว: _____

ผู้ออกข้อสอบ: นาย ภาณุมาศ คำสัตย์

1. (ก) จากวงจรในรูปที่ 1.2(a) ให้ทำการวิเคราะห์สำหรับสัญญาณขนาดใหญ่ (large-signal analysis) โดยใช้สมการความสัมพันธ์ของทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์ (BJT) สำหรับสัญญาณขนาดใหญ่คือ

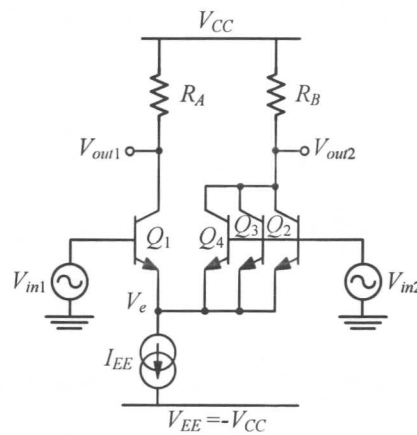
$$I_c = I_s \exp\left(\frac{V_{be}}{V_T}\right) \quad (1.3)$$

เพื่อหาความสัมพันธ์ของสัญญาณ V_{out1} , V_{out2} กับสัญญาณ V_{in1} , V_{in2} โดยติดอยู่ในรูปของพารามิเตอร์ต่างๆ I_{EE} , R_A , R_B , V_T , V_{CC} ตามความเหมาะสม

(4 คะแนน)

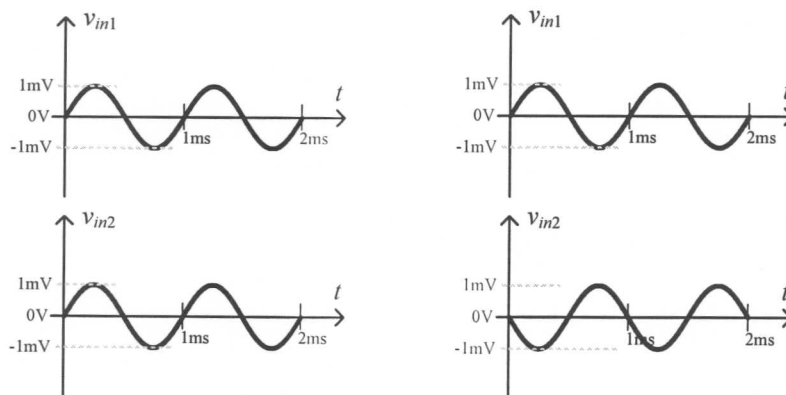
(ข) ถ้าให้ $I_{EE} = 4 \text{ mA}$, $R_A = R_B = 1 \text{ k}\Omega$, $V_{CC} = 5 \text{ V}$ และถ้าสัญญาณอินพุตเป็นสองกรณีดังแสดงในรูปที่ 1.3(a), (b) ให้วิเคราะห์และวาดสัญญาณแรงดัน (ไม่รวมดีซีไบอัส) v_{out1} , v_{out2} และ v_e (ใช้ small-signal approximation ในการคำนวณได้ และสมมติว่ากระแสเบสมีค่าน้อยมากสามารถละเลยได้)

(4 คะแนน)



(a)

รูปที่ 1.2



(a)

(b)

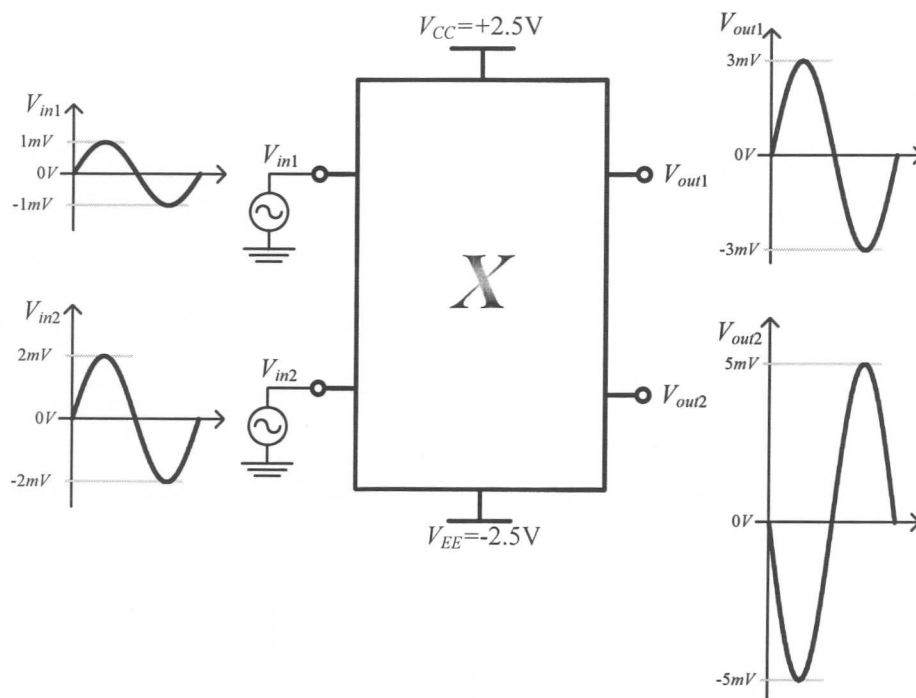
รูปที่ 1.3

2. ให้ออกแบบวงจร X ถ้าอินพุตทั้งสองของวงจร X ในรูปที่ 1.4 เป็นดังแสดงในรูป และมีความจำเป็นที่ต้องการ สัญญาณแรงดันเอาต์พุตเป็นสองสัญญาณดังแสดงในรูป โดยใช้อุปกรณ์ต่อไปนี้ (จะใช้ไม่ครบก็ได้)

- ทรานซิสเตอร์พีเอ็นพี 2 ตัว
- แหล่งจ่ายกระแสที่อุดมคติค่าใดๆ 1 ชุด
- ตัวต้านทานค่าใดๆ 2 ตัว
- แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงคู่ $\pm 2.5V$

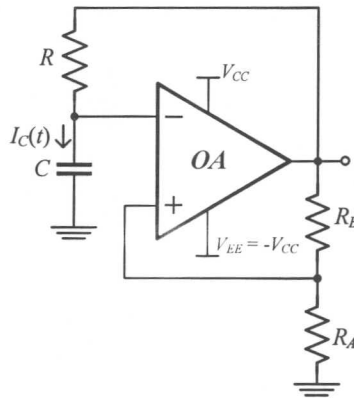
ในวงจร X นักศึกษาจะต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ (เช่น ขนาดแหล่งจ่ายกระแส ค่าความต้านทาน) ให้ชัดเจน

(6 คะแนน)



รูปที่ 1.4

3. (ก) จากวงจร Schmitt-trigger waveform generator ในรูปที่ 1.5 ให้วิเคราะห์หาสมการและวาดสัญญาณกระแส $I_C(t)$ ในสภาวะคงตัว โดยให้คำตอบอยู่ในรูปของ R, C, R_A, R_B และ V_{CC} ตามความเหมาะสม

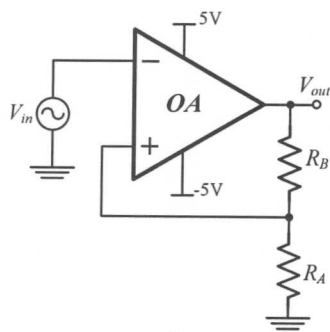


รูปที่ 1.5

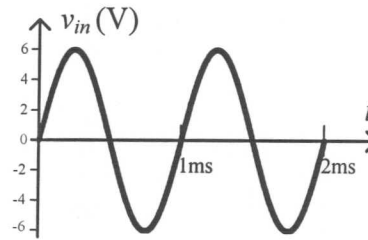
(5 คะแนน)

(ข) จากวงจรในรูปที่ 1.6(a) ถ้า $R_A = 2k\Omega, R_B = 3k\Omega$ ให้ทำการวิเคราะห์เพื่อวาดสัญญาณแรงดัน V_{out} เมื่อสัญญาณแรงดัน V_{in} เป็นดังแสดงในรูปที่ 1.6(b)

(3 คะแนน)



(a)

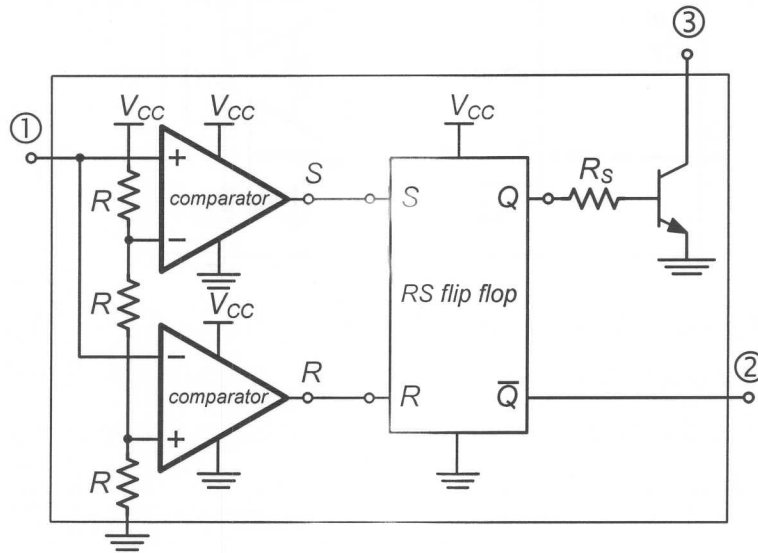


(b)

รูปที่ 1.6

4. (ก) จากอุปกรณ์ในรูปที่ 1.7 ซึ่งเป็นไอซี 555 ให้วิเคราะห์และออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณซึ่งมีค่า duty cycle เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์โดยใช้ไอซีดังกล่าว โดยสามารถใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมได้คือ ตัวเก็บประจุ 1 ตัว ตัวต้านทาน 2 ตัว และใช้ไฟเลี้ยงเดียว V_{CC} โดยกำหนดให้ไม่สามารถเข้าไปแก้ไขหรือเข้าถึงสัญญาณภายในไอซี 555 ได้ (สามารถต่อกับไอซีได้เฉพาะที่ขา ①, ②, ③) กำหนดให้ตารางความจริงของ RS flip flop ภายในไอซีเป็นไปตามตารางที่ 1.1

(4 คะแนน)



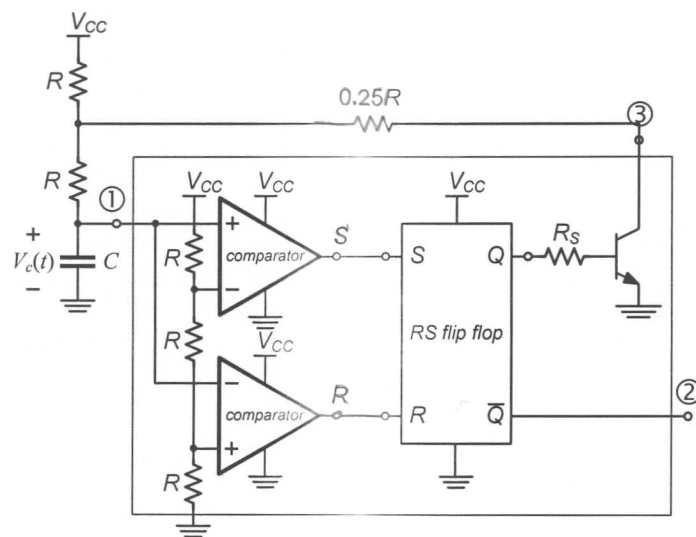
รูปที่ 1.7

ตารางที่ 1.1

S	R	Q
0	0	Q^- (ค่าเดิม)
0	1	0
1	0	1
1	1	ไม่นิยาม

(ข) นักศึกษาท่านหนึ่งได้ทำการทดลองโดยใช้ไอซี 555 ในรูปที่ 1.7 โดยทำการต่อวงจรตามรูปที่ 1.8 ซึ่งมีตัวเก็บประจุหนึ่งตัวมีค่า C ฟารัด และตัวต้านทานสามตัวมีค่า R , R และ $0.25R$ โอห์ม ให้ช่วยนักศึกษาค้นคว้าวิเคราะห์เพื่อหาสมการของสัญญาณแรงดัน $V_c(t)$ สถานะคงตัว (steady state) โดยให้คำตอบอยู่ในรูปของ R , C , V_{CC} ตามความเหมาะสม

(6 คะแนน)



รูปที่ 1.8

5. นักศึกษาได้ทำการทดลองต่อวงจรในรูปที่ 1.9 เพื่อสร้าง Astable multivibrator แต่เนื่องจากนักศึกษาเกิดความสับสนว่าจำเป็นต้องใช้อิสทรานซิสเตอร์ NPN หรือไม่ จึงต่อตัวต้านทาน R_{B1} , R_{B2} ที่เบสเพิ่มเข้าไปดังรูป

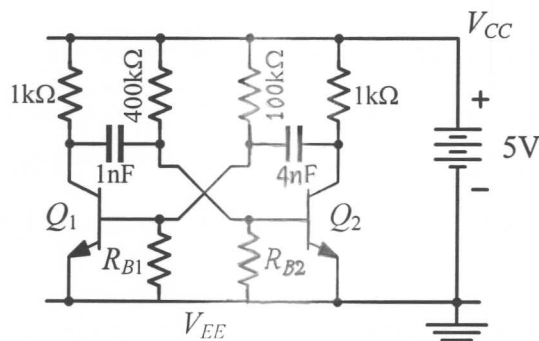
(ก) เมื่อทำการทดลองพบว่าวงจรสามารถทำงานตามที่ต้องการได้ถ้าความต้านทาน R_{B1} , R_{B2} มีค่า $R_{B1} \geq R_{X1}$ และ $R_{B2} \geq R_{X2}$ ให้อธิบายและวิเคราะห์หาค่า R_{X1} และ R_{X2} มีค่าเป็นเท่าใด

(3 คะแนน)

(ข) เมื่อวงจรอยู่ในสภาวะคงตัว (steady state) ให้วิเคราะห์หาสมการของแรงดันที่เบสของ Q_1 และ Q_2 เมื่อใช้ $R_{B1} = R_{X1}$ และ $R_{B2} = R_{X2}$ ที่ได้จาก (ก)

โดยสมมติให้ $V_{BEON} = 0.7V$, $V_{CEON} = 0.2V$ และสามารถละเลยกระแสเบสได้

(5 คะแนน)



รูปที่ 1.9