



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551

วิชา ENE 312 Electronic Engineering Laboratory
สอบวันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ.2551

ภาควิชา วศ. อิเล็กทรอนิกส์ ปีที่ 3
เวลา 9:00 – 12:00 น.

คำเตือน

1. ข้อสอบวิชานี้มี 6 หมวด 20 หน้า (รวมใบปะหน้า)
2. ให้ทำทุกข้อลงในตัวข้อสอบหรือกระดาษที่จัดให้
3. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณตามระเบียบของมหาวิทยาลัยได้
4. ห้ามนำเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบ
5. ให้เขียนชื่อ-นามสกุล และเลขประจำตัวลงในกระดาษคำตอบทั้งสองหน้า

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ
เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ
ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

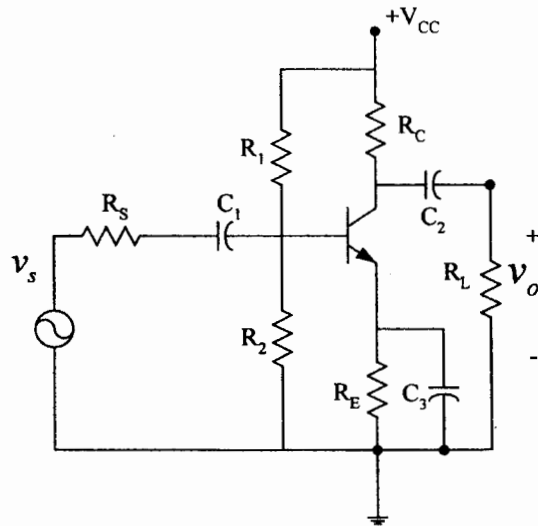
อาจารย์ ดร. กมล จิรเสรีอมรกุลผู้รวบรวมข้อสอบ
โทร. 0-2470-9067

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากคณะกรรมการประจำภาควิชาแล้ว

(ผศ.ดร. วุฒิชัย อัสวินชัยโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

หมวด ก. : (20 ข้อ 40 คะแนน) การทดลองวงจร BJT and FET Amplifier และ Differential Amplifier



รูปที่ 1 วงจรขยายโดยใช้ BJT

- จากรูปที่ 1 เป็นวงจรขยายชนิดใด
 - common-drain
 - common-source
 - common-emitter
 - common-base
- เมื่อทำการไบแอสขณะ $V_s = 0$ ค่า V_B และ V_E มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
 - V_B มีค่ามากกว่า V_E ประมาณ $0.6 - 0.7$ มิลลิโวลต์
 - V_B มีค่าน้อยกว่า V_E ประมาณ $0.6 - 0.7$ มิลลิโวลต์
 - V_B มีค่ามากกว่า V_E ประมาณ $0.6 - 0.7$ โวลต์
 - V_B มีค่าน้อยกว่า V_E ประมาณ $0.6 - 0.7$ โวลต์
- วงจรขยายสัญญาณชนิดใดให้กำลังขยายแรงดันสูงสุด (V_{out}/V_{in})
 - common-drain
 - common-source
 - common-gate
 - common-base
- ในการทดลองได้ใช้หลักการใดในการหาค่า input resistance ของวงจรขยายสัญญาณ
 - การแบ่งแรงดัน (voltage divider)
 - การแบ่งกระแส (current divider)
 - การต่อขนานของตัวต้านทาน
 - การต่ออนุกรมของตัวต้านทาน

5. ในการทดลองได้ใช้หลักการใดในการหาค่า output resistance ของวงจรขยายสัญญาณ
- ก. การแบ่งแรงดัน (voltage divider)
 - ข. การแบ่งกระแส (current divider)
 - ค. การต่อขนานของตัวต้านทาน
 - ง. การต่ออนุกรมของตัวต้านทาน
6. วงจรขยายสัญญาณแบบ unbypassed common-emitter (ไม่มี C_3) ต่างจาก bypassed common-emitter (มี C_3) อย่างไร
- ก. อัตราขยายแรงดันสูงกว่า
 - ข. อัตราขยายแรงดันต่ำกว่า
 - ค. มีเสถียรภาพต่ำกว่า
 - ง. มีคาปาซิเตอร์ต่อขนานกับตัวต้านทานที่ขา emitter
7. หลักการกำหนดจุดทำงานของทรานซิสเตอร์(transistor biasing) ที่จะต้องเป็นอย่างไร
- ก. ต้องรักษาแรงดัน V_C ให้คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่า β_F ของทรานซิสเตอร์
 - ข. ต้องรักษาแรงดัน V_B ให้คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่า β_F ของทรานซิสเตอร์
 - ค. ต้องรักษากระแส I_C ให้คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่า β_F ของทรานซิสเตอร์
 - ง. ต้องรักษากระแส I_B ให้คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามค่า β_F ของทรานซิสเตอร์
8. ถ้าวงจรขยายมีเสถียรภาพที่ดีอยู่แล้ว เมื่อเปลี่ยนทรานซิสเตอร์ให้มีค่า β_F มากขึ้นจะมีผลอย่างไรกับอัตราขยายแรงดันของสัญญาณเอาต์พุต
- ก. อัตราขยายแรงดันเพิ่มขึ้น
 - ข. อัตราขยายแรงดันลดลง
 - ค. อัตราขยายแรงดันคงที่
 - ง. ผิดทุกข้อ
9. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง
- ก. input resistance จะมี C_3 และไม่มี C_3 มีค่าไม่เท่ากัน
 - ข. output resistance จะมี C_3 และไม่มี C_3 มีค่าไม่เท่ากัน
 - ค. ถูกทั้ง ก. และ ข.
 - ง. ผิดทุกข้อ
10. ในการทดลองหาอัตราขยายจะต้องวัดสัญญาณเอาต์พุตขณะที่เป็นอย่างไร
- ก. สัญญาณเอาต์พุตไม่ถูกตัดยอด
 - ข. สัญญาณเอาต์พุตถูกตัดยอด
 - ค. สัญญาณเอาต์พุตเป็นแบบ saw-tooth
 - ง. สัญญาณเอาต์พุตเป็นค่าคงที่

11. ค่าตอบสนองตามความถี่ (Frequency Response) ของวงจรดังรูป 1 จะมีแนวโน้มเป็นแบบใด

- ก. คงที่ทุกความถี่
- ข. ที่ความถี่ต่ำๆจะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มความถี่ จากนั้นจะคงที่แล้วจะเริ่มลดลงอีกที่ความถี่สูงๆ
- ค. ที่ความถี่ต่ำๆจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความถี่ จากนั้นจะคงที่แล้วจะเริ่มเพิ่มขึ้นอีกที่ความถี่สูงๆ
- ง. ที่ความถี่ต่ำๆจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความถี่ จากนั้นจะคงที่แล้วจะเริ่มลดลงที่ความถี่สูงๆ

12. ขา Source, Gate, และ Drain ของ FET เทียบได้กับขาใดของ BJT ตามลำดับ

- ก. Base, Emitter, และ Collector
- ข. Emitter, Base, และ Collector
- ค. Collector, Base, และ Emitter
- ง. Base, Collector, และ Emitter

13. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้องสำหรับวงจร common source amplifier (FET amplifier)

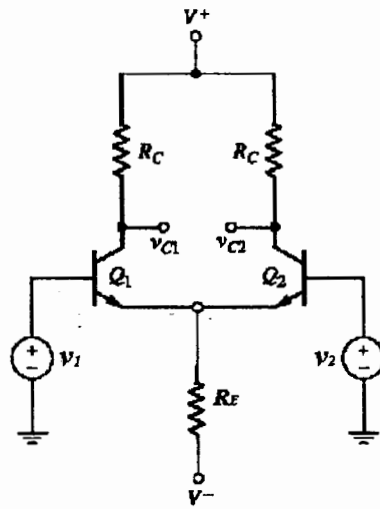
- ก. การไบแอสจะทำได้ง่ายกว่าของวงจร BJT
- ข. กระแส I_D จะขึ้นอยู่กับ V_{GS}
- ค. ทั้งพาหะข้างน้อยและข้างมากต่างเป็นตัวหลักในการทำงานของ FET
- ง. ผิดทุกข้อ

14. จากการทดลองเราสามารถรู้ค่า input impedance ได้จากวงจรเลขว่ามีค่าเท่าใด

- ก. R_S
- ข. R_G
- ค. R_D
- ง. R_S ขนานกับ R_D

15. ในการทดลองหาค่าตอบสนองตามความถี่จะเห็นว่ามีการให้บันทึกค่า θ ค่า θ นี้คือค่าอะไร

- ก. ความต่างเฟสของสัญญาณอินพุตกับเอาต์พุต
- ข. ค่านุมต่างระหว่างแรงดันเอาต์พุตกับแรงดันไบแอส
- ค. ค่าความแตกต่างของความถี่ระหว่างสัญญาณอินพุตกับเอาต์พุต
- ง. ผิดทุกข้อ



รูปที่ 2 Differential Amplifier

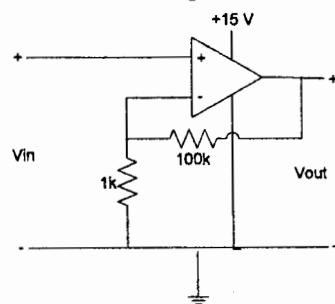
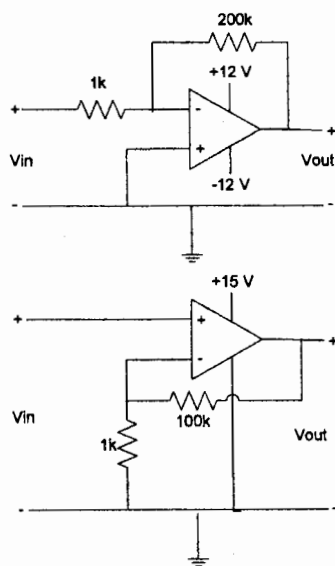
16. ค่า common mode rejection ratio (CMRR) คืออัตราส่วนระหว่างค่าใดกับค่าใด
- A_d/A_c
 - A_c/A_d
 - $A_d + (A_c/2)$
 - $- \{A_d + (A_c/2)\}$
17. จากรูปที่ 2 ถ้าทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 เป็นเบอร์เดียวกัน ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง
- $V_{C1} = V_{C2}$ และมีเฟสตรงกัน
 - $V_{C1} = V_{C2}$ แต่มีเฟสต่างกัน $\pi/2$
 - ค่าแรงดันคร่อมแต่ละขาของทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัวจะแตกต่างกัน
 - ผิดทุกข้อ
18. ตามรูปถ้าต่อสัญญาณเข้าอินพุต V_1 โดยให้ $V_2 = 0$ แล้ววัดขนาดของสัญญาณเอาต์พุตแบบ single ended ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง
- ถ้าขนาดสัญญาณอินพุตมีค่าต่ำ สัญญาณเอาต์พุตอาจจะไม่ปรากฏ
 - ถ้าขนาดสัญญาณอินพุตมีค่าสูงพอ สัญญาณเอาต์พุตอาจสังเกตเห็นได้โดยไม่มีอัตราขยาย
 - ถ้าขนาดสัญญาณอินพุตมีค่าสูงพอ สัญญาณเอาต์พุตอาจสังเกตเห็นได้โดยมีอัตราขยาย
 - ข้อ ก. และข้อ ข. ถูกต้อง
19. ตามรูปถ้า $V_1 = V_2$ แล้ววัดขนาดของสัญญาณเอาต์พุตแบบ single ended ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง
- ถ้าขนาดสัญญาณอินพุตมีค่าต่ำ สัญญาณเอาต์พุตอาจจะไม่ปรากฏ
 - ถ้าขนาดสัญญาณอินพุตมีค่าสูงพอ สัญญาณเอาต์พุตอาจสังเกตเห็นได้โดยไม่มีอัตราขยาย
 - ถ้าขนาดสัญญาณอินพุตมีค่าสูงพอ สัญญาณเอาต์พุตอาจสังเกตเห็นได้โดยมีอัตราขยาย
 - ข้อ ก. และข้อ ข. ถูกต้อง

หมวด ข ; OPAMP and Power Amplifier (6 ข้อ 40 คะแนน)

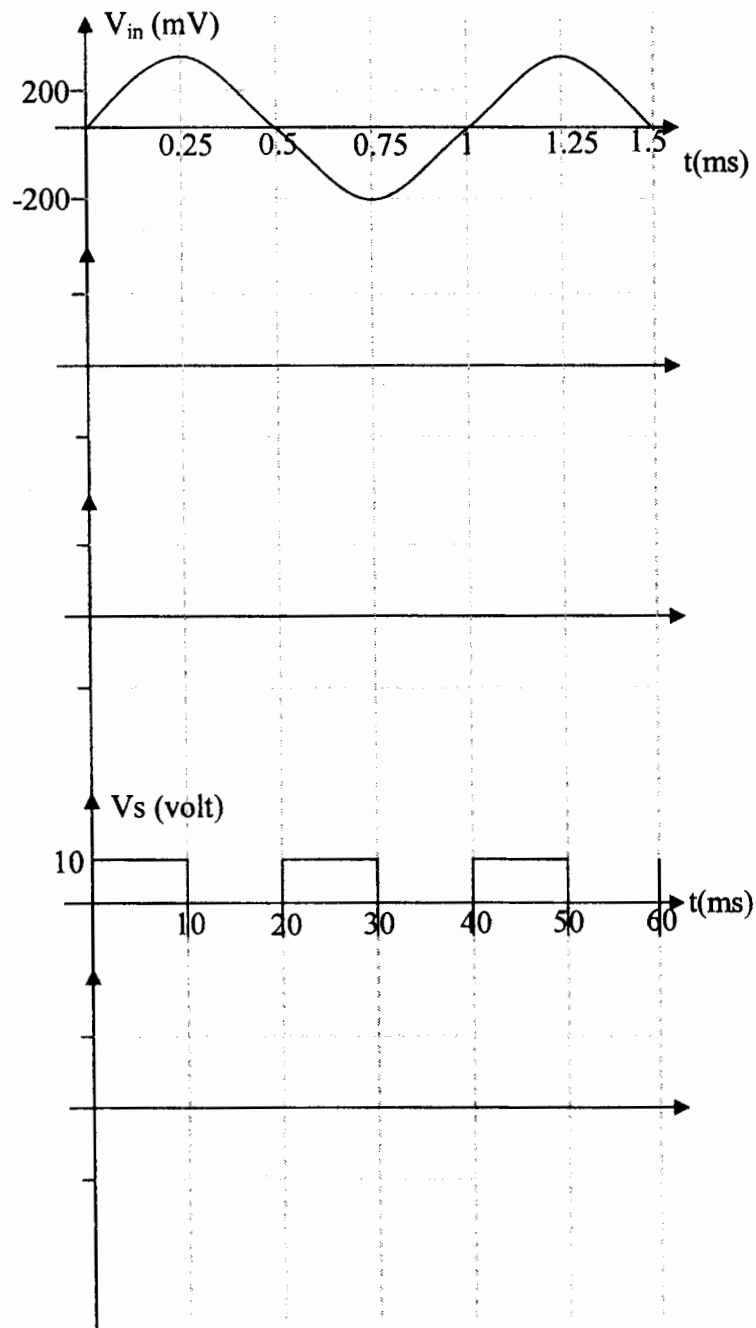
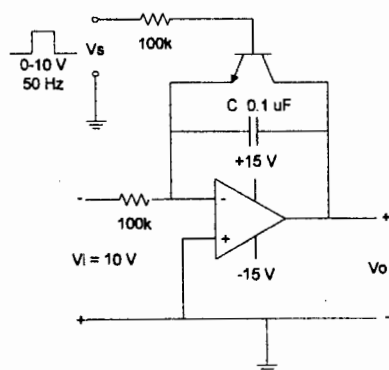
1. จากการทดลองเรื่อง Op-Amp จงวาดรูปแรงดันขาออกเทียบกับเวลาที่ได้จากวงจรต่อไปนี้

(6คะแนน)

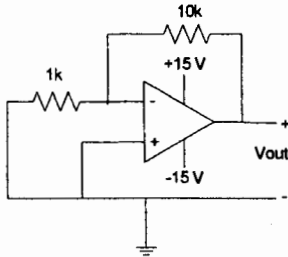
1.1 กำหนดให้ Input ของวงจรเป็น Sine wave ขนาด $V_{in} = 200 \text{ mV}_{(p-p)}$ ที่ความถี่ 1kHz



1.2 กำหนดให้ $V_{dc} = 10 \text{ V}$

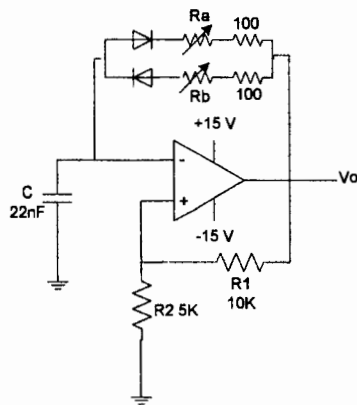


2. จากรูปเป็นวงจรขยายแบบกลับเฟส ผลการทดลองที่ได้เมื่อทำการวัดค่าแรงดันขาออกนั้นได้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 0.2 V ซึ่งเป็นค่าที่ผิดพลาด จงอธิบายว่าได้ค่าผิดพลาดเพราะเหตุใดค่าที่ถูกต้องเป็นเท่าใด และสามารถแก้ไขผลการทดลองให้ถูกต้องได้อย่างไร(3 คะแนน)



3. จงแสดงการต่อวงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบ Schmitt Trigger และเขียน Transfer Function ของวงจรพร้อมทั้งอธิบายการทำงานของ Hysteresis และ Hysteresis นำไปใช้ประโยชน์อะไรได้ (5 คะแนน)

4. จงอธิบายหลักการทำงานของวงจร Square wave generator ดังรูป และการปรับค่า R_a และ R_b มีผลอย่างไรต่อรูปสัญญาณแรงดันขาออก พร้อมทั้งวาดกราฟแสดงสัญญาณของแรงดันขาออกเทียบกับตัวเก็บประจุ (5 คะแนน)



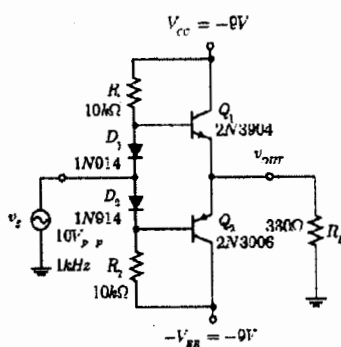
5. วงจรขยายกำลังมีอยู่หลายชนิด สามารถแบ่งได้ตามลักษณะของจุดทำงานไฟตรง (Q-point) ซึ่งจะแบ่งวงจรขยายออกได้เป็น 4 แบบ ใหญ่คือ วงจรขยาย Class A ,Class B ,Class AB และ Class C ตามลำดับ จงเติมคำตอบในตารางให้ถูกต้อง (5คะแนน)

	มุมการนำกระแส	ความผิดเพี้ยน (Distortion)	ประสิทธิภาพ
Class A			
Class B			
Class AB			
Class C		สูงมาก	100%

6. จากการทดลองเรื่องวงจรขยายกำลัง จะทำการทดสอบโดยใช้วงจรใน Class B และ AB เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงาน, ความผิดเพี้ยนที่เกิดขึ้น และการตอบสนองทางความถี่ จากการทดลองเมื่อกำหนดให้ แรงดันขาเข้าเป็น Sine Wave ขนาด $2 V_{(p-p)}$ ที่ความถี่ 1 kHz , $V_{\text{supply}} = \pm 15 V_{\text{DC}}$ และ $R_L = 15 \Omega$ ทำให้ได้แรงดันขาออก $22 V_{(p-p)}$ และกระแสไฟฟ้าที่จ่ายโดยแหล่งจ่ายเท่ากับ 0.46 A

6.1 จงอธิบายการเกิด Crossover Distortion พร้อมทั้งวาดรูปประกอบ (3 คะแนน)

6.2 จงอธิบายหลักการทำงานของวงจร Push-Pull Power Amplifier (3 คะแนน)



6.3 (a) จากรูปถ้าไดโอดตัวใดตัวหนึ่ง เกิดการลัดวงจร สัญญาณ Output จะมีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย (2 คะแนน)

(b) ถ้าไดโอดตัวใดตัวหนึ่งเกิดการเปิดวงจร สัญญาณ Output จะมีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย (2 คะแนน)

6.4 จงแสดงการคำนวณหาประสิทธิภาพของวงจรขยายกำลังโดยใช้ค่าจากการทดลอง(3 คะแนน)

6.5 จากการทดลองการย้ายจุดป้อนกลับเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใดจงอธิบาย(3 คะแนน)

หมวด ค ; Switching Regulator and Frequency Response (20 ข้อ 40 คะแนน)

1.การทดสอบฟิลเตอร์ใช้ระดับสัญญาณที่ป้อนเข้าฟิลเตอร์ เท่ากับ

- | | |
|-----------|----------|
| г. 10 dBm | ж. 5 V |
| д. 1Vp-p | з. 0 dBm |

2. โดยทั่วไปช่วงตัดกับผ่านของฟิลเตอร์จะแตกต่างกันอย่างน้อย

- | | |
|-----------------------|----------|
| г. 10 dB | д. 30 dB |
| г. 1 V _{p-p} | д. 80 dB |

3.เมื่อต้องการป้องกันฮาร์ดไดรฟ์ จะใช้ฟิลเตอร์ชนิดใด

- f. low pass u. Band pass
g. High pass v. Band reject

4.เมื่อต้องการใช้งานตัดสัญญาณช่องข้างเคียงใช้ฟิลเตอร์แบบใด

୩. low pass ୩. Band pass
 ୪. High pass ୪. Band reject

5.เมื่อต้องการป้องกันสัญญาณรบกวนที่ความถี่ต่ำ จะใช้ฟิลเตอร์ชนิดใด

- | | |
|--------------|-----------------|
| ၈. low pass | ၉. Band pass |
| ၉. High pass | ၁၀. Band reject |

6.การวิเคราะห์หา Ripple ตั้งสกุลแนวดังที่ใด

- ก. 0 dB/ ข. 1dB/
ค. 20 dB/ ง. ไม่มีข้อถูก

7. การวิเคราะห์หา Cutoff frequency ตั้งช่วง span ที่ใด

- [illegible]

8. การเลื่อนของเฟสที่ความถี่ขาออก ในการทดลองเกิดกับฟิลเตอร์แบบใดมากที่สุด

୩. low pass ୩. Band pass
 ୪. High pass ୪. Band reject

9. Ripple ของฟิเตอร์แบบใดมีค่ามาก

୩. low pass ୩. Band pass
 ୪. High pass ୪. Band reject

10. ความถี่สูงสุดที่เครื่องสามารถทดสอบได้มีค่าเท่ากับ

20. สัญญารูปพื้นเลื่อยใช้ประโยชน์อย่างไร

ก. ใช้เป็นออสซิลเลเตอร์

ข. ใช้เปรียบเทียบความถี่

ค. ใช้เปรียบเทียบแรงดัน

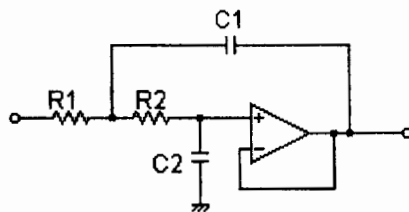
ง. ใช้เปรียบเทียบความกว้างพัลส์

กระดาษคำตอบ หมวด ค.

	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

หมวด ๔ ; Active Filter and Multivibrator (4 ข้อ 40 คะแนน)

1. วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านชนิดกัมมันต์แบบอันดับที่สอง ดังรูปข้างล่าง (5 คะแนน)



มี Transfer Function ดังนี้

$$G(s) = \frac{39401103.2309}{s^2 + 8888.88888889s + 39401103.2309}$$

จงคำนวณ หาคำค่าความถี่ตัด f_0 ของ Filter นี้ กำหนดให้ Transfer Function ของ Filter นี้คือ

$$V_{out}/V_{in} = \omega_o^2 / (s^2 + s \omega_o/Q + \omega_o^2)$$

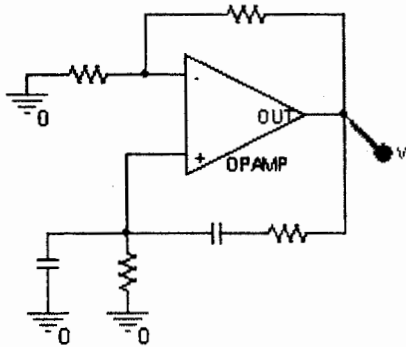
2. จงเขียนลักษณะ Transfer function นี้คร่าวๆ โดยแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่าง Input และ Output ที่ความถี่ถึงประมาณ 20 เท่า ของความถี่ตัด ทั้งนี้จึงแสดงการกรองผ่านความถี่ของ Filter ที่มีค่า Q ต่างๆกัน (0.1, 0.7, 3 และ 10 เป็นต้น) หรือนั่นก็คือ ทำการวาดกราฟใน Log scale ตามที่ได้ปฏิบัติในการทดลอง (10 คะแนน)

3. จงนำเสนอวิธีการ ออกแบบ Filter ชนิดกัมมันต์แบบอันดับที่สอง ดังที่ได้ปฏิบัติในการทดลอง กำหนดให้

$$\omega_0 = 1/\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2} \quad \text{และ} \quad Q = \omega_0 R_1 R_2 C_1 C_2 / C_2(R_1 + R_2)$$

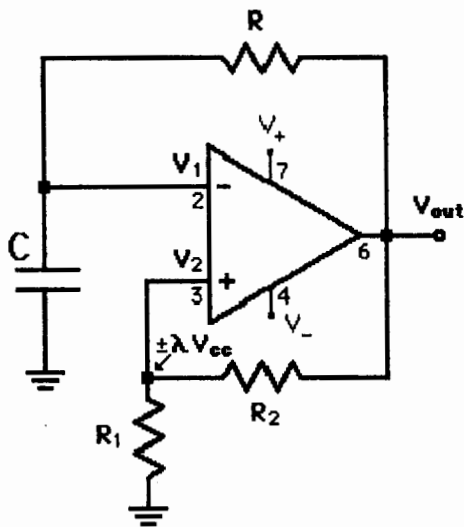
ทั้งนี้ไม่ต้องแสดงการคำนวณจริง ให้เพียงแต่นำเสนอวิธีการออกแบบ Filter เมื่อต้องการ filter ที่มีค่า Q และ ค่า ω_0 ได้ตามที่
ต้องการ ทั้งนี้ให้นำเสนอเป็นขั้นๆ ตามวิธี (10 คะแนน)

4. จงกล่าวถึง Oscillators ทั้ง 2 ชนิดที่ได้ทำการทดลอง ได้แก่ Wien-Bridge Oscillator และ Schmitt Trigger Oscillator ว่าการ Oscillate เกิดขึ้นได้อย่างไร พร้อมทั้งชี้ให้เห็นว่าการปรับความถี่อาจจะทำได้อย่างไรบ้าง ทั้งนี้รูปใด ที่ไม่มี การบอกค่า Component เช่น R1 R2 ให้เขียนค่าลงใน Circuit Diagram ด้วย (15 คะแนน)



รูปที่ 1: Wien-Bridge Oscillator

$\omega_0 = 1/R_A C_A$ กรณี ที่ให้ค่า R_A เท่ากันและ C เท่ากัน



รูป 2: Schmitt Trigger Oscillator

$$T_2 - T_1 = 1.1 R_x C_x$$

อธิบายรูปสัญญาณที่ขา 2 และ 3 ด้วย

หมวด จ; Boolean Algebra and Logic Gate (5 ข้อ 30 คะแนน)

1. จงอธิบายถึงหลักการวิเคราะห์ (Analysis) และการสังเคราะห์ (Synthesis) วงจรลอจิกมาโดยสังเขป
อย่างชัดเจนและถูกต้อง (8 คะแนน)

2. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (7 คะแนน)

- 1) Logic gate และ Logic operator คืออะไร มีความแตกต่างกันอย่างไร (4)
- 2) การใช้คู่มือดูขาไอซีมีวิธี มีผลเสียอย่างไรต่อการทดลองในแลปนี้ (3)

3. วิธีการแทนค่าลอจิก(1 หรือ0)ตามค่าแรงดันไฟฟ้า มีทั้งหมดกี่วิธี และแต่ละวิธีมีลักษณะการแทนค่าอย่างไร (5 คะแนน)
4. ในการทดลอง การสับสวิตช์เปลี่ยนค่าแรงดันอินพุตจากบอร์ดทดลองมายังอุปกรณ์ที่เสียบอยู่บนโปรโตบอร์ด คือการกระทำอย่างไรต่อทรานซิสเตอร์และไดโอดที่ใช้ในการทดลอง ตอบให้ครบทุกประเด็น (5 คะแนน)
5. ขาใดเป็นขาควบคุม(Control)การทำงานของทรานซิสเตอร์ทั้งแบบชนิด NPN และ PNP จงอธิบายอย่างละเอียด (5 คะแนน)

หมวด ๑; FF and CAD (3 ข้อ 40 คะแนน)

1.การ Simulation รูปกราฟการทำงานแบบ AC Sweep มีความจำเป็นอย่างไร (10 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

2.จง Design โดยใช้ D Flip-Flop สร้างเป็น Shift Register 4 บิตแบบ SIPO (15 คะแนน)

3.จง Design โดยใช้ D Flip-Flop สร้างเป็น Shift Register 4 บิตแบบ PISO (15 คะแนน)