



การทดลองที่ 2 Op-Amp Application Circuits

1. ชื่อ-สกุล..... รหัสนักศึกษา.....
2. ชื่อ-สกุล..... รหัสนักศึกษา.....
3. ชื่อ-สกุล..... รหัสนักศึกษา.....

วัตถุประสงค์

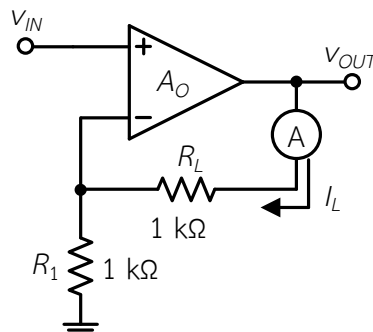
1. เพื่อทดลองวงจรแปลงแรงดันเป็นกระแสแก้อโพลลอยแบบกลับเฟส และไม่กลับเฟสได้
2. เพื่อทดลองวงจรแปลงแรงดันเป็นกระแสแก้อโพลคราวด์ได้
3. เพื่อทดลองวงจรแปลงแรงดันเป็นกระแสได้
4. เพื่อทดลองวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น และแบบเต็มคลื่นได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Dual Trace Oscilloscope
2. Function Generator
3. DC Power Supply
4. Multi-meter
5. Op-Amp 741
6. ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุดูรายละเอียดในการทดลอง

ลำดับขั้นการทดลอง

1. วงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแสแก้อโพลลอยแบบไม่กลับเฟส
 - 1.1 ต่อวงจรตามภาพที่ 2.1 และเปิดไฟเลี้ยงในวงจร



ภาพที่ 2.1 วงจร V to I แก้อโพลลอยแบบไม่กลับเฟส



1.2 ป้อนแรงดัน $v_{IN} = 0.5\text{ V}$ และทำการลัดวงจร R_L สังเกตและบันทึกค่าของ I_L ที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์

$$I_L = \dots\dots\dots$$

1.3 เมื่อ $v_{IN} = 0.5\text{ V}$ คำนวณหาค่า I_L ตามสมการ

$$I_L = \frac{V_{IN}}{R_1} = \frac{0.5\text{V}}{1\text{k}\Omega} = \dots\dots\dots$$

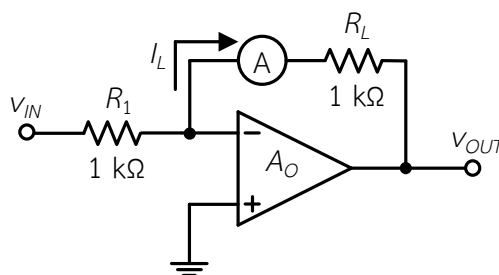
1.4 ปรับค่า v_{IN} และเปลี่ยน R_L ตามตารางที่ 2.1 แล้วบันทึกค่า I_L ทั้งจากที่วัดได้และคำนวณได้ลงในตารางที่ 1

ตารางที่ 2.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง

v_{IN}	R_L	I_L (calculate)	I_L (measure)	v_{IN}	R_L	I_L (calculate)	I_L (measure)
1 V	1 k			3 V	1 k		
	10 k				10 k		
2 V	1 k			4 V	1 k		
	10 k				10 k		

2. วงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแสแกว่งไหลตลอดแบบกลับเฟส

2.1 ต่อวงจรตามภาพที่ 2.2 และเปิดไฟเลี้ยงในวงจร



ภาพที่ 2.2 วงจร V to I แกว่งไหลตลอดแบบกลับเฟส

2.2 ป้อนแรงดัน $v_{IN} = 0.5\text{ V}$ ทำการลัดวงจร R_L สังเกตและบันทึกค่าของ I_L ที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์

$$I_L = \dots\dots\dots$$



2.3 เมื่อ $v_{IN} = 0.5\text{ V}$ คำนวณหาค่า I_L ตามสมการ

$$I_L = \frac{V_{IN}}{R_1} = \frac{0.5\text{V}}{1\text{k}\Omega} = \dots\dots\dots$$

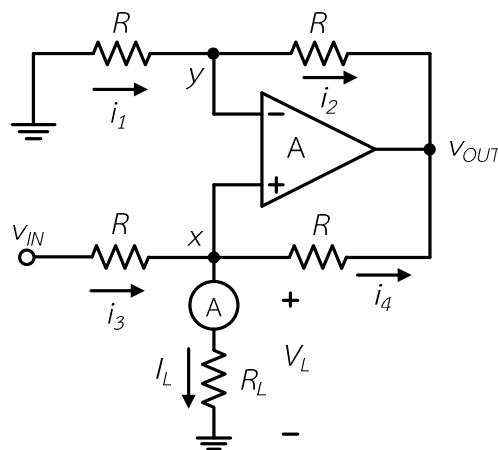
2.4 ปรับค่า v_{IN} และเปลี่ยน R_L ตามตารางที่ 2.2 แล้วบันทึกค่า I_L ทั้งจากที่วัดได้และคำนวณได้ลงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2.2 ตารางบันทึกผลการทดลองของวงจรภาพที่ 2.2

v_{IN}	R_L	I_L (calculate)	I_L (measure)	v_{IN}	R_L	I_L (calculate)	I_L (measure)
1 V	1 k			3 V	1 k		
	10 k				10 k		
2 V	1 k			4 V	1 k		
	10 k				10 k		

3. วงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแสแก้อโหลดกราวด์

3.1 ให้ต่อวงจรตามภาพที่ 2.3 กำหนดให้ $R = R_L = 1\text{ k}\Omega$ และจ่ายไฟเลี้ยงให้วงจร



ภาพที่ 2.3 วงจร I to V แก้อโหลดกราวด์

3.2 ป้อนแรงดัน $v_{IN} = 0.5\text{ V}$ แล้วทำการลัดวงจร R_L สังเกตและบันทึกค่าของ I_L ที่อ่านได้จากแอมป์มิเตอร์

$$I_L = \dots\dots\dots\text{ A}$$



3.3 เมื่อ $v_{IN} = 0.5\text{ V}$ คำนวณหาค่า I_L ได้เท่ากับ

$$I_L = \frac{V_{IN}}{R_1} = \frac{0.5\text{V}}{1\text{k}\Omega} = \dots\dots\dots \text{ A}$$

3.4 ปรับค่า v_{IN} และเปลี่ยน R_L ตามตารางที่ 2.3 แล้วบันทึกค่า I_L ทั้งจากที่วัดได้และคำนวณได้ลงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตารางบันทึกผลการทดลองของวงจรภาพที่ 2.3

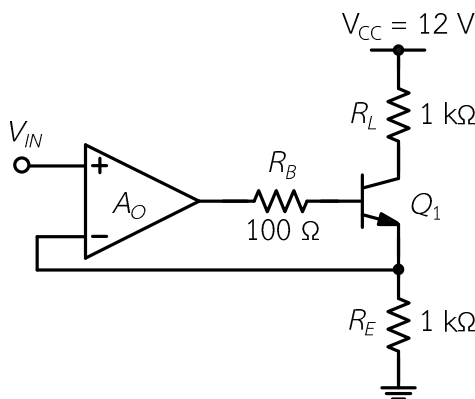
v_{IN}	R_L	I_L (calculate)	I_L (measure)	v_{IN}	R_L	I_L (calculate)	I_L (measure)
1 V	1 k			3 V	1 k		
	10 k				10 k		
2 V	1 k			4 V	1 k		
	10 k				10 k		

4. วงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแสขนาดสูง

4.1 ต่อวงจรตามภาพที่ 2.4 และเปิดไฟเลี้ยงในวงจร

4.2 ป้อนแรงดัน $v_{IN} = 1\text{ V}$ ทำการลัดวงจร R_L สังเกตและบันทึกค่าของ I_L ที่ อ่านได้จากแอมมิเตอร์

$$I_L = \dots\dots\dots$$



ภาพที่ 2.4 วงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นกระแสขนาดสูง

4.3 วัดหาค่ากระแสเอาต์พุตของออปแอมป์ (I_B) โดยใช้แอมมิเตอร์ตัวเดียวกัน

$$I_L = \dots\dots\dots$$



4.4 คำนวณหาค่า β ของ BJT เบอร์ BD139 ได้เท่ากับ

$$\beta \approx \frac{I_L}{I_B} = \dots\dots\dots$$

4.5 เปลี่ยนค่า $R_E = 100 \Omega$ สังเกตและบันทึกค่า I_L ที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์

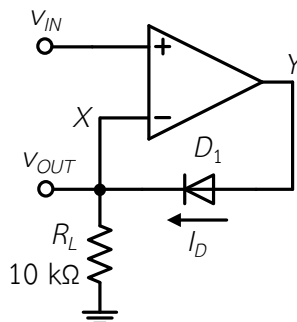
$$I_L = \dots\dots\dots$$

4.6 คำนวณหาค่า I_L เมื่อ $V_{IN} = 1 \text{ V}$ $R_E = 100 \Omega$

$$I_L = \frac{V_{IN}}{R_E} = \frac{1\text{V}}{100\Omega} = \dots\dots\dots$$

5. วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

5.1 ต่อวงจรตามภาพที่ 2.5 กำหนดให้ไดโอด D_1 ใช้เบอร์ 1N4001 ออปแอมป์ LM741



ภาพที่ 2.5 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

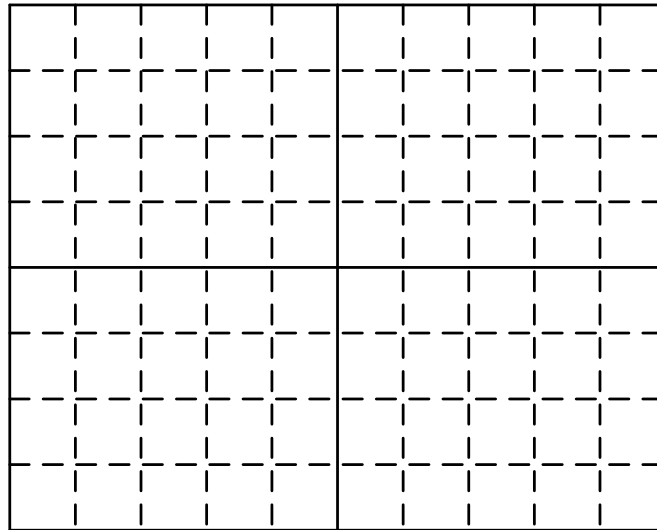
5.2 ป้อนสัญญาณไซน์ที่มีแอมพลิจูด $V_{IN} = 0.5 \text{ V}_p$ ความถี่เท่ากับ 1 kHz

5.3 วาดสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตลงในภาพที่ 2.6

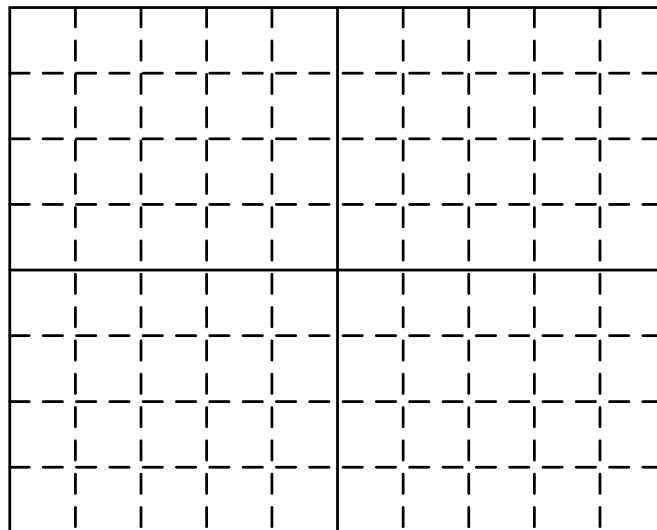
5.4 ปรับค่าแอมพลิจูด $V_{IN} = 1 \text{ V}_p$ แล้ววาดสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตลงในภาพที่ 2.7

5.5 สรุปผลการทดลอง

.....
.....
.....



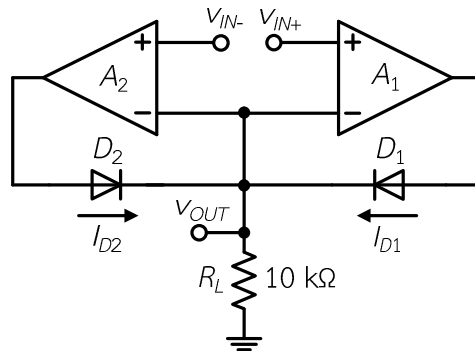
ภาพที่ 2.6 สัญญาณเอาต์พุตเทียบกับอินพุต



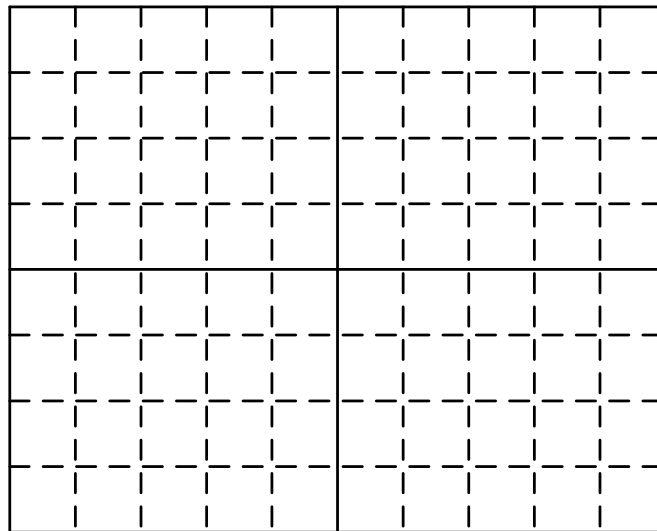
ภาพที่ 2.7 สัญญาณเอาต์พุตเทียบกับอินพุต

6. วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

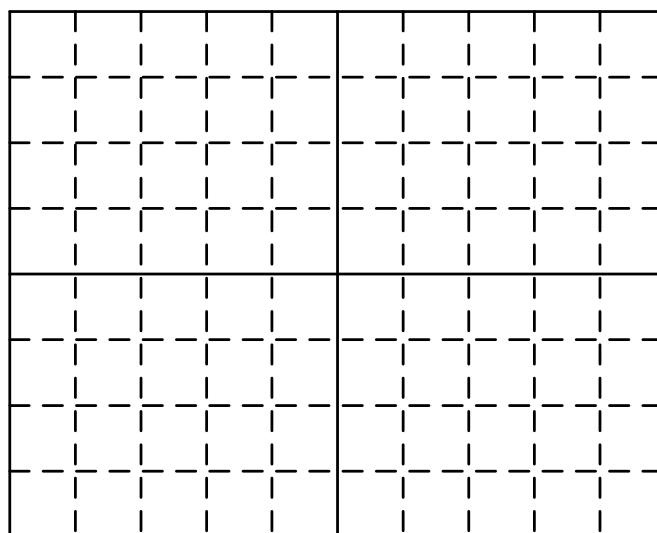
- 6.1 ต่่วงจรตามภาพที่ 2.8 กำหนดให้ไดโอด D_{1-2} ใช้เบอร์ 1N4001 ออปแอมป์ LM741
- 6.2 ป้อนสัญญาณไซน์ที่มีลักษณะผลต่าง $v_{In} = 0.5 V_p$ ความถี่เท่ากับ 1 kHz
- 6.3 วาดสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตลงในภาพที่ 2.9
- 6.4 ปรับค่าแรงดัน $v_{In} = 1 V_p$ แล้ววาดสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตลงในภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.8 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น



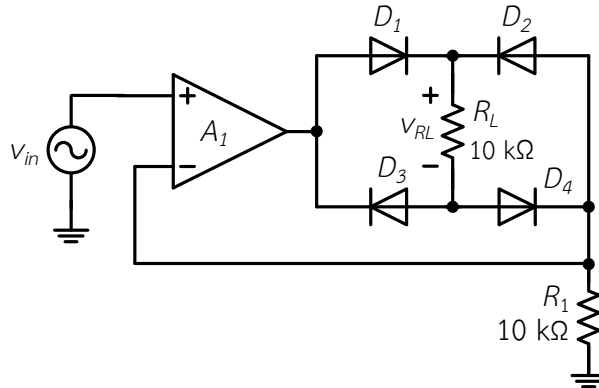
ภาพที่ 2.9 สัญญาณเอาต์พุตเทียบกับเอาต์พุต



ภาพที่ 2.10 สัญญาณเอาต์พุตเทียบกับเอาต์พุต



6.5 ต่ วงจรตามภาพที่ 2.11 กำหนดให้ไดโอด D_{1-4} ใช้เบอร์ 1N4001 ออปแอมป์ LM741

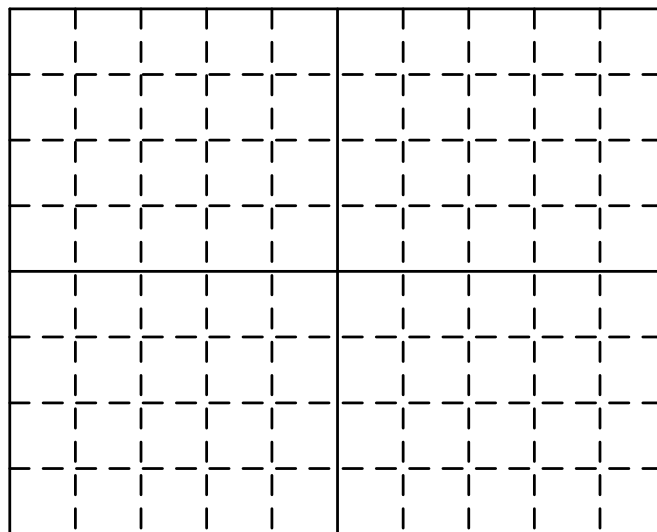


ภาพที่ 2.11 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น

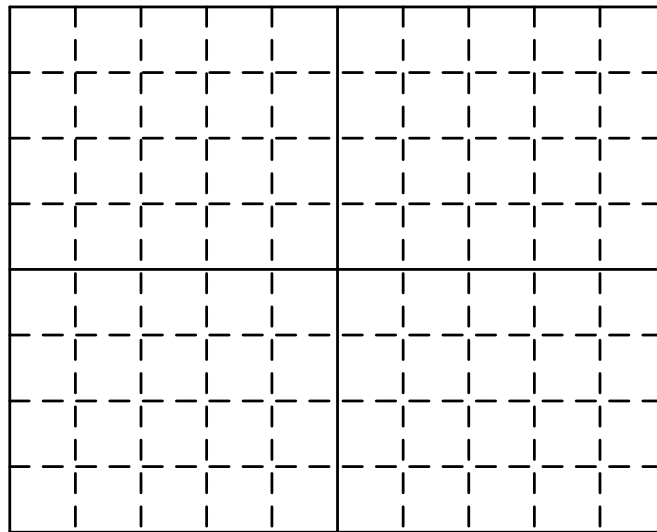
6.6 ป้อนสัญญาณไซน์ที่มีลักษณะผลต่าง $v_{IND} = 0.5 V_p$ ความถี่เท่ากับ 1 kHz

6.7 วาดสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตลงในภาพที่ 2.12

6.8 ปรับค่าแรงดัน $v_{IND} = 1 V_p$ แล้ววาดสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตลงในภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.12 สัญญาณเอาต์พุตเทียบกับเอาต์พุต



ภาพที่ 2.13 สัญญาณเอาต์พุตเทียบกับเอาต์พุต

6.6 สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จากผลการทดลองที่ 1 ให้เปรียบเทียบค่า I_L ที่ได้จากการทดลองในข้อ 1.2 และจากการคำนวณในข้อ 1.3 ว่ามีค่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. จากการทดลองที่ 1 ถ้าต่อ $R_L = 1\text{ k}\Omega$ เข้าไปตามเดิม กระแส I_L ที่แอมมิเตอร์เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร
3. จากผลการทดลองในข้อที่ 1.6 จงบอกถึงผลการทำงานของวงจรในภาพที่ 2.4
4. จากผลการทดลองในข้อที่ 1.6 ค่า R_L สูงสุดที่กระแส I_L ยังมีค่าคงที่อยู่มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ที่ v_{IN} ต่างกัน
5. จากผลการทดลองที่ 2 ให้เปรียบเทียบค่า I_L ที่ได้จากการทดลองในข้อ 2.2 และจากการคำนวณในข้อ 2.3 ว่ามีค่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
6. จากการทดลองที่ 2 ถ้าต่อ $R_L = 1\text{ k}\Omega$ เข้าไปตามเดิม กระแส I_L ที่แอมมิเตอร์เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร
7. จากผลการทดลองในข้อที่ 2.6 จงบอกถึงผลการทำงานของวงจรในวงจรภาพที่ 2.9
8. จากผลการทดลองในข้อที่ 2.6 ค่า R_L สูงสุดที่กระแส I_L ยังมีค่าคงที่อยู่มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ที่ v_{IN} ต่างกัน
9. ค่า R_L ที่สูงสุดขณะ I_L คงที่ ผลที่ได้จากตอนที่ 2 แตกต่างจากผล R_L ที่สูงสุดในตอนที่ 1 อย่างไร



10. จากการทดลองที่ 3 เปรียบเทียบค่า I_L ที่ได้จากการทดลองในข้อ 3.2 และจากการคำนวณในข้อ 3.3 ว่ามีค่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
11. จากผลการทดลองที่ 3 ต่อ $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ เข้าไปตามเดิม กระแส I_L ที่แอมมิเตอร์เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร
12. จากผลการทดลองในข้อที่ 3.4 จงบอกถึงผลการทำงานของวงจรในภาพที่ 2.6
13. จากผลการทดลองในข้อที่ 3.4 ค่า R_L สูงสุดที่กระแส I_L ยังมีค่าคงที่อยู่มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร ที่ V_{IN} ต่างกัน
14. จากผลการทดลองที่ 3 ค่า R_L ที่สูงสุดขณะ I_L คงที่ ผลที่ได้จากตอนที่ 2 แตกต่างจากผล R_L ที่สูงสุดในตอนที่ 1 อย่างไร
15. จากผลการทดลองที่ 4 ให้เปรียบเทียบค่า I_L ที่ได้จากการทดลองในข้อ 4.5 และ I_L ที่ได้จากการคำนวณในข้อ 4.6 ว่ามีค่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
16. จากผลการทดลองที่ 5 สัญญาณเอาต์พุตในภาพที่ 2.6 และ 2.7 มีลักษณะอย่างไร และมีความผิดพลาดอย่างไร
17. จากผลการทดลองที่ 6 สัญญาณเอาต์พุตในภาพที่ 1.9 และ 1.10 สัญญาณเอาต์พุตมีลักษณะอย่างไร และมีความผิดพลาดอย่างไร
18. จากผลการทดลองที่ 6 สัญญาณเอาต์พุตในภาพที่ 1.12 และ 1.13 สัญญาณเอาต์พุตมีลักษณะอย่างไร และมีความผิดพลาดอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

1. Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith “Microelectronic Circuit”
2. Donald Neamen, “Microelectronic Circuit analysis and design”
3. Richard Jaeger and Travis Blalock, “Microelectronic Circuit design”
4. Robert F. Coughlin and Robert S. Villanucci, Introductory Operational Amplifiers and Linear ICs, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1990.
5. Howard M. Berlin, Design of Op-Amp Circuits, with experiments, Howard W. Sam & Company, 1990.
6. รศ.ดร.มนตรี ศิริปรัชญานันท์ “เอกสารประกอบการสอน วิชาปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์วิศวกรรม 1”