

CIRCUIT & ELECTRONIC LABORATORY 4

วัตถุประสงค์

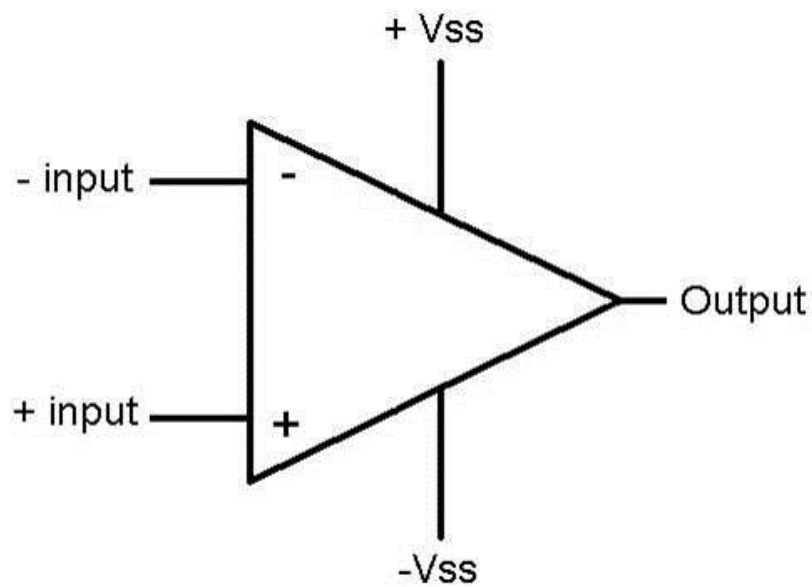
1. ฝึกอ่านสัญลักษณ์และ Datasheet ของตัวอุปกรณ์
2. ฝึกการออกแบบวงจรในการทำงาน Opamp
3. ฝึกการเขียนแบบและการวาง Layout วงจร
4. ฝึกทักษะการตัด – ตัดแต่งขาอุปกรณ์และการลงอุปกรณ์บอร์ดแบบไข่ปลา (Stripboard)
5. ฝึกการใช้คีมตัด คีมจับ การบัดกรี การถอดอุปกรณ์ที่บัดกรีแล้ว
6. ฝึกการใช้ Multi-meter

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

Op-Amp

ออปแอมป์ (Op-Amp) เป็นที่ย่อสำหรับเรียกวงจรขยายที่มาจาก Operating Amplifier เป็นวงจรขยายแบบต่อตรง (Direct coupled amplifier) ที่มีอัตราขยายสูงมากใช้การป้อนกลับแบบลบไปควบคุมลักษณะการทำงาน ทำให้ผลการทำงานของวงจรไม่ขึ้นกับพารามิเตอร์ภายในของออปแอมป์ วงจรภายในประกอบด้วยวงจรขยายที่ต่ออนุกรมกัน ภาคคือ วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลด้านทางเข้า วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลภาคที่สอง วงจรเลื่อนระดับและวงจรขยายกำลังด้านทางออก สัญลักษณ์ที่ใช้แทนออปแอมป์จะเป็นรูปสามเหลี่ยม ไอซีออปแอมป์เป็นไอซีที่แตกต่างไปจากลิเนียร์ไอซีต่างๆ ไปคือไอซีออปแอมป์มีขาอินพุต 2 ขา เรียกว่าขาเข้าไม่กลับเฟส (Non-Inverting Input) หรือ ขา + และขาเข้ากลับเฟส (Inverting Input) หรือขา – ส่วนทางด้านออกมีเพียงขาเดียว เมื่อสัญญาณป้อนเข้าขาไม่กลับเฟสสัญญาณทางด้านออกจะมีเฟสตรงกับทางด้านเข้า แต่ถ้าป้อนสัญญาณเข้าที่ขาเข้ากลับเฟสสัญญาณทางออกจะมีเฟสต่างไป 180 องศา จากสัญญาณทางด้านเข้า

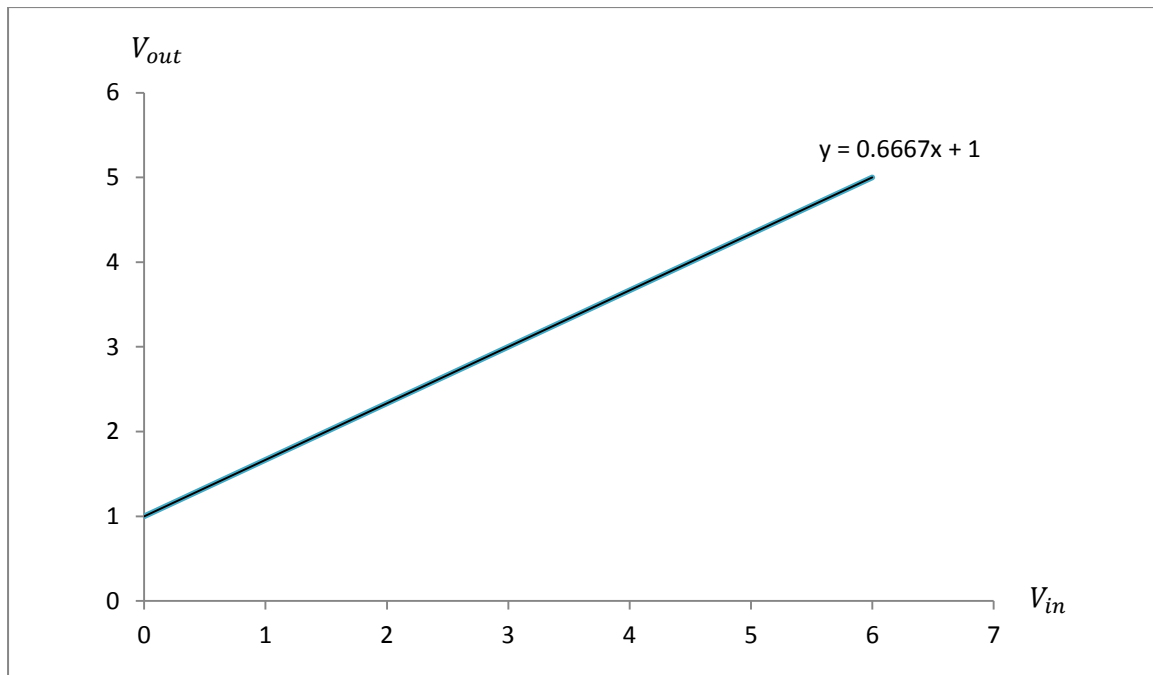




อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. หัวแรง ตะกั่ว ที่ดูดตะกั่ว
2. Stripboard
3. Power supply
4. ตัวต้านทาน สายไฟ ลวดทองแดง
5. คัตเตอร์ คีมจับ คีมตัด
6. Opamp
7. Multi-meter

ให้ออกแบบวงจรOpampให้ออกOutputตรงตามสมการข้างล่าง

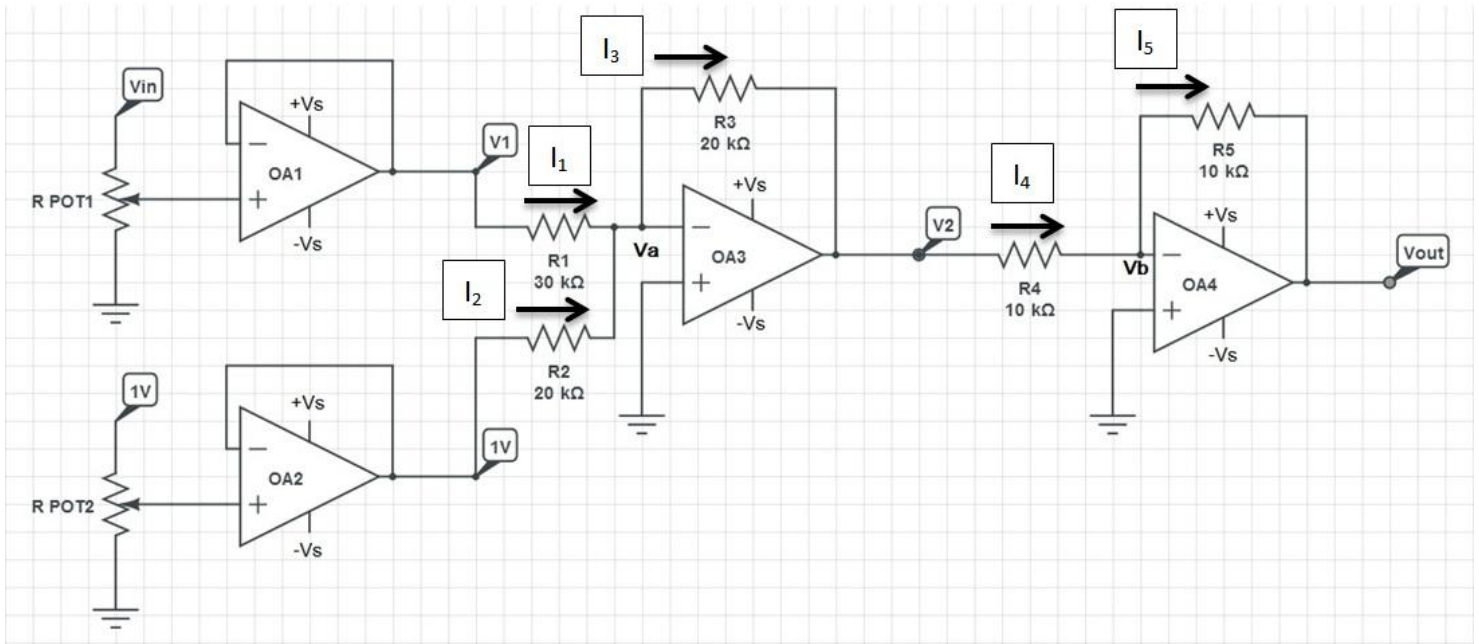


$$y = mx + c$$

$$m = \frac{5 - 1}{6 - 0} = \frac{2}{3}$$

$$y = \frac{2}{3}x + 1$$

$$V_{out} = \frac{2}{3}V_{in} + 1$$



$$\text{จาก } i_1 + i_2 = i_3$$

$$\frac{V_{in} - V_a}{R_1} + \frac{(1V) - V_a}{R_2} = \frac{V_a - V_2}{R_3}$$

กระแสที่ไหลเข้า Op-amp=0 \therefore ที่ node $V_a = 0$ (คุณสมบัติ Opamp ในอุดมคติ)

$$\frac{V_{in}}{30} + \frac{1}{20} = \frac{-V_2}{20}$$

$$V_2 = -\left(\frac{2}{3}V_{in} + 1\right)$$

$$\text{จาก } i_4 = i_5$$

$$\frac{V_2 - V_b}{R_4} = \frac{V_b - V_{out}}{R_5}$$

กระแสที่ไหลเข้า Op-amp=0 \therefore ที่ node $V_b = 0$ (คุณสมบัติ Opamp ในอุดมคติ)

$$\frac{V_2}{10} = \frac{-V_{out}}{10}$$



$$-\left(\frac{2}{3}V_{in} + 1\right) = -V_{out}$$

$$V_{out} = \frac{2}{3}V_{in} + 1$$

ผลการทดลอง

จากการคำนวณ

V_{in}	V_2	V_{out}
0	-1	1
1	-1.667	1.667
2	-2.333	2.333
3	-3	3
4	-3.667	3.667
5	-4.333	4.333
6	-5	5

จากการทดลอง

V_{in}	V_2 (ทดลอง)	V_{out} (ทดลอง)	V_{out} (คำนวณ)	% Error (%)
0	-1	1	1	0
1	-1.66	1.66	1.667	0.42
2	-2.33	2.33	2.333	0.12
3	-3	3	3	0
4	-3.65	3.66	3.667	0.19
5	-4.31	4.32	4.333	0.06
6	-4.96	4.98	5	0.4

สรุปผลการทดลอง

Op-amp เป็นอุปกรณ์ที่ไว้ขยายแรงดันซึ่งมี **Input+** และ **Input-** ออกมาทาง **Output** ซึ่งจากการทดลองให้เราป้อนค่า V_{in} โดยให้ค่า **Output** ที่ได้ออกมาดังสมการ $V_{out} = \frac{2}{3} V_{in} + 1$ ซึ่งการต่อ **Inverting Amplifier** ค่า **Output** ที่ได้ออกมาตอนแรกจะมีค่าติดลบ เพราะเราป้อน **Input** เข้าขา **Op-amp Input-** ซึ่งทำให้ค่า **Output** ที่ออกมามีค่าตรงข้ามกับค่า **Input** ที่เราป้อนไว้ เราจึงต้องต่อ **Inverting Amplifier** เข้าไปอีก 1 ชุด เพื่อให้ค่า **Output** ที่มีค่าติดลบ ออกมาเป็นค่าบวก ซึ่งตรงตามสมการ $V_{out} = \frac{2}{3} V_{in} + 1$

