

CIRCUIT & ELECTRONIC LABORATORY 2

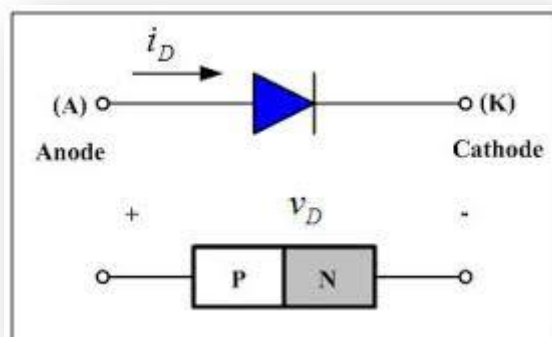
วัตถุประสงค์

1. ฝึกอ่านสัญลักษณ์และ **Datasheet** ของตัวอุปกรณ์
2. ฝึกการออกแบบวงจรในการใช้งาน **Diode** และ **LED**
3. ฝึกการเขียนแบบและการวาง **Layout** วงจร
4. ฝึกทักษะการตัด – ตัดแต่งขาอุปกรณ์และการลงอุปกรณ์บอร์ดแบบไขปลา (**Stripboard**)
5. ฝึกการใช้คีมตัด คีมจับ การบัดกรี การถอดอุปกรณ์ที่บัดกรีแล้ว
6. ฝึกการใช้ **Multi-meter**

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

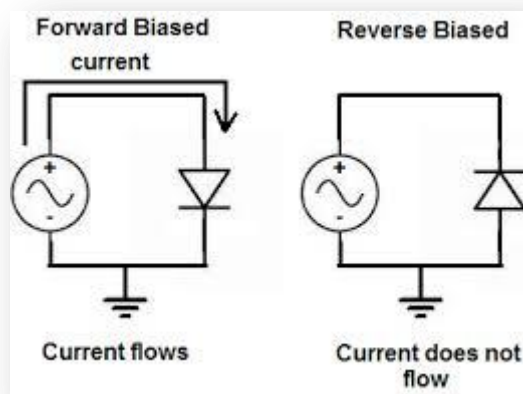
ไดโอด (DIODE)

ไดโอด เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ **p-n** สามารถควบคุมให้กระแสไฟฟ้าจากภายนอกไหลผ่านตัวมันได้ทิศทางเดียว ไดโอดประกอบด้วยขั้ว 2 ขั้ว คือ แอโนด (**Anode ; A**) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด **p** และ แคโทด (**Cathode ; K**) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด **n**



การทำงานของไดโอด

การทำงานของไดโอดขึ้นอยู่กับสภาวะการจ่ายแรงดันไบอัสให้ตัวไดโอด สภาวะการจ่ายแรงดันไบอัสให้ตัวไดโอดแบ่งได้เป็น 2 สภาวะคือ สภาวะไบอัสตรง (**forward bias**) เป็นสภาวะจ่ายแรงดันไบอัสถูกขั้วให้ตัวไดโอด ทำให้ไดโอดทำงานนำกระแส และสภาวะไบอัสกลับ (**reverse bias**) เป็นสภาวะจ่ายแรงดันไบอัสกลับขั้วให้ตัวไดโอด ทำให้ไดโอดไม่ทำงานหยุดนำกระแส

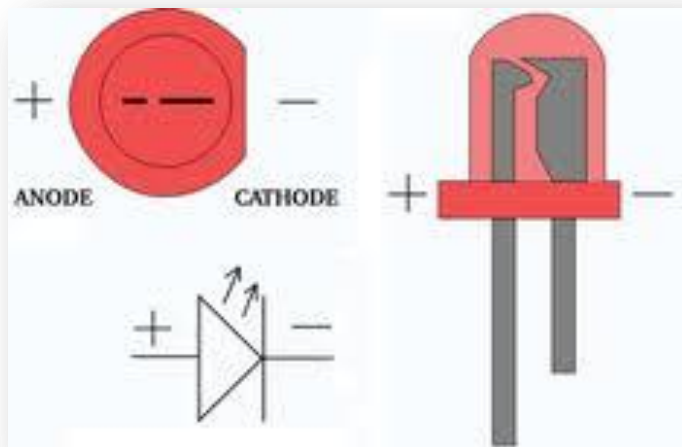


คุณสมบัติของไดโอด

ไดโอดยอมให้กระแสไหลผ่านได้ทางเดียวเท่านั้น คือขณะต่อไบอัสตาม นั่นคือแอโนดต่อเข้ากับแรงดันไฟตรงบวกและแคโทดต่อเข้ากับแรงดันไฟตรงลบ

ไดโอดเปล่งแสง หรือ แอลอีดี (Light-Emitting Diode : LED)

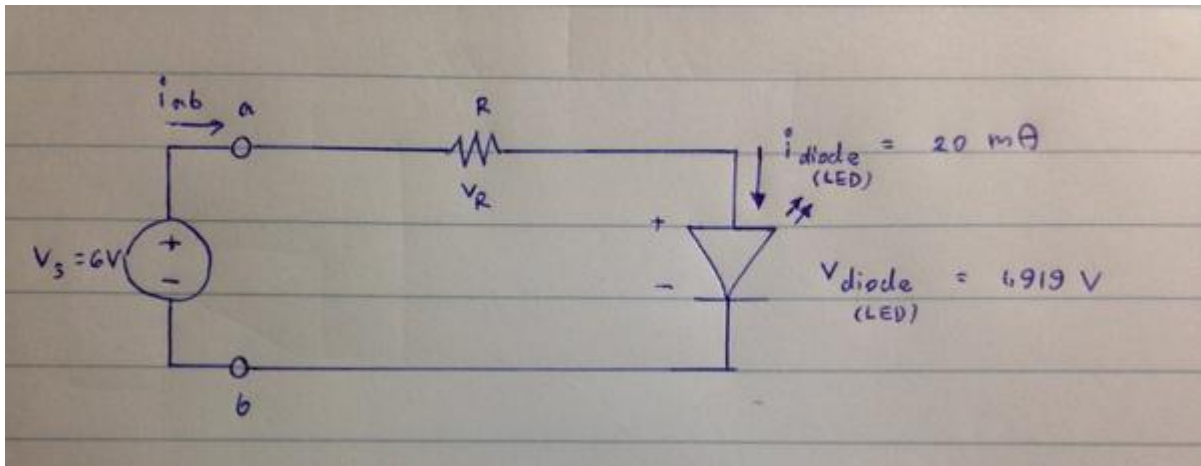
ไดโอดเปล่งแสง หรือ แอลอีดี (Light-Emitting Diode : LED) เป็นไดโอดที่สามารถเปล่งแสงได้ในขณะที่นำกระแสหรือในขณะที่เราจ่ายไฟขั้วบวกเข้าที่ขา **A** และไฟขั้วลบเข้าที่ขา **K**



LED จะใช้งานเพื่อทำหน้าที่เป็นหลอดไฟ แม้ LED จะทำงานเหมือนหลอดไฟ แต่ LED มีความพิเศษที่มันจะสว่างเมื่อกระแสไหลในทิศทางที่กำหนดไว้เสมอ ฐานของ LED มีรอยตัดทำให้ฐานของ LED ไม่กลม

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. หัวแร้ง ตะกั่ว ที่ดูดตะกั่ว
2. Stripboard
3. Power supply
4. ตัวต้านทาน สายไฟ ลวดทองแดง
5. คัตเตอร์ คีมจับ คีมตัด
6. Diode 1n4148, LED
7. Multi-meter

วงจรที่ 1

กำหนดกระแส I ที่ไหลผ่าน LED แต่ละตัว $\leq 20 \text{ mA}$

$$V_S = 6 \text{ V}, i_{ab} = i_{diode(LED)} = 20 \text{ mA}, V_{diode(LED)} = 1.919 \text{ V}$$

คำนวณหาค่า V_R

$$V_S = V_R + V_{diode(LED)}$$

$$V_R = V_S - V_{diode(LED)} = 6 - 1.919 = 4.081 \text{ V}$$

คำนวณหาค่า R

$$V_R = i_R R$$

$$R = \frac{V_R}{i_R} = \frac{4.081 \text{ V}}{20 \text{ mA}} = 204.05 \Omega \text{ (เลือกใช้ } R = 250 \Omega \text{)}$$

คำนวณหากระแส I จริง จาก $R = 250 \Omega$

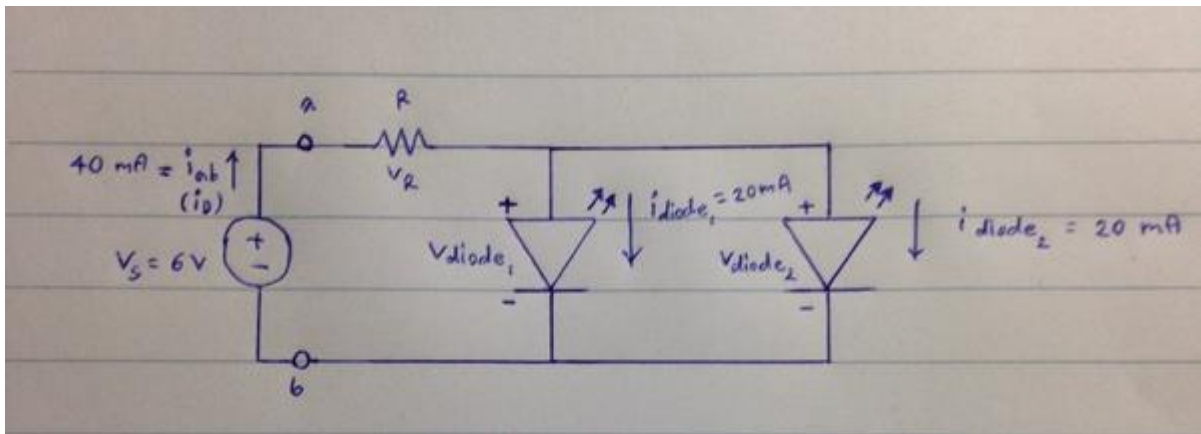
$$V = iR$$

$$i = \frac{V}{R} = \frac{4.081 \text{ V}}{250 \Omega} = 0.016 \text{ A} = 16 \text{ mA}$$

หาค่า Safety Margin (เพื่อค่า R ไว้จากที่เราคำนวณที่ %)

$$Safety\ Margin = \frac{250\ \Omega - 204.05\ \Omega}{204.05\ \Omega} \times 100 = 22.519\ %$$

วงจรที่ 2



กำหนดกระแส I ที่ไหลผ่าน LED แต่ละตัว $\leq 20\text{ mA}$

$$V_s = 6\text{ V}, V_{diode(LED)_1} = 1.922\text{ V}, V_{diode(LED)_2} = 1.923\text{ V}$$

$$i_{ab} = i_{diode(LED)_1} + i_{diode(LED)_2} = 20 + 20 = 40\text{ mA}$$

$$V_{diode(LED)} = \frac{1.922 + 1.923}{2} = 1.9225\text{ V}$$

คำนวณหาค่า V_R

$$V_s = V_R + V_{diode(LED)}$$

$$V_R = V_s - V_{diode(LED)} = 6 - 1.9225 = 4.0775\text{ V}$$

คำนวณหาค่า R

$$R = \frac{V_R}{i_{ab}} = \frac{4.0775\text{ V}}{40\text{ mA}} = 101.9375\ \Omega \text{ (เลือกใช้ } R = 150\ \Omega)$$

คำนวณหากระแส I จริง จาก $R = 150 \Omega$

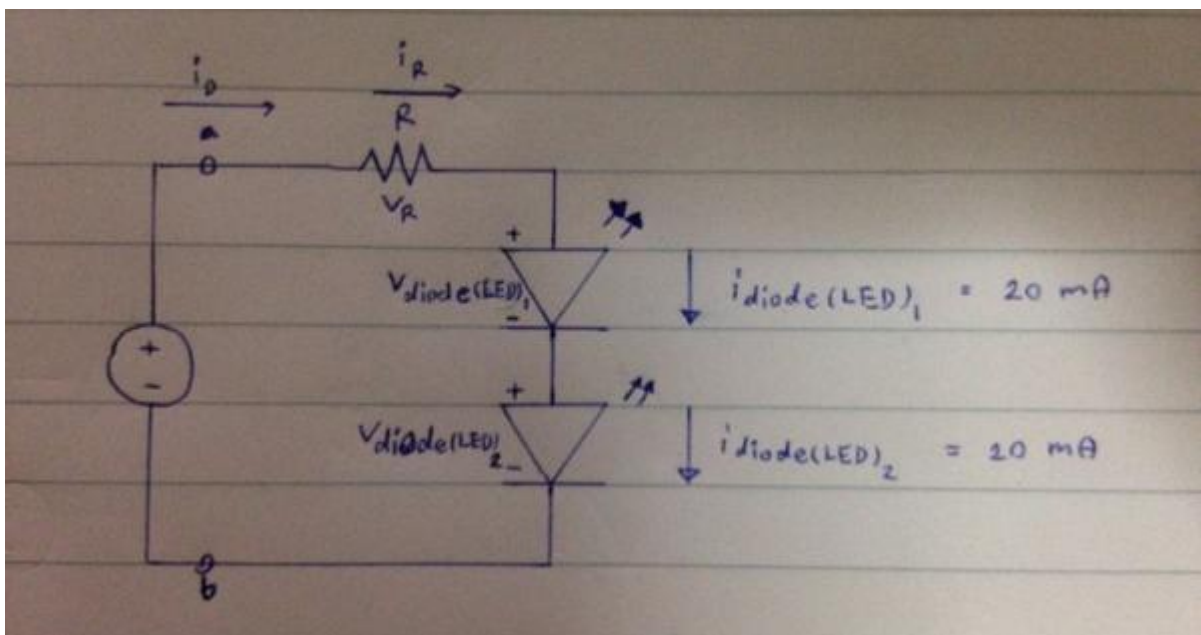
$$i = \frac{V_R}{R} = \frac{4.0775 V}{150 \Omega} = 0.027 A = 27 mA$$

$$\therefore i_{diode(LED)_1} = i_{diode(LED)_2} = \frac{27}{2} = 13.5 mA$$

หาค่า Safety Margin (เพื่อค่า R ไว้จากที่เราคำนวณที่ %)

$$Safety\ Margin = \frac{150 \Omega - 101.9375 \Omega}{101.9375 \Omega} \times 100 = 47.149 \%$$

วงจรที่ 3



กำหนดกระแส I ที่ไหลผ่าน LED แต่ละตัว $\leq 20 mA$

$$V_S = 6 V, V_{diode(LED)_1} = 1.913 V, V_{diode(LED)_2} = 1.923 V$$

$$i_D = i_{diode(LED)_1} = i_{diode(LED)_2} = 20 mA$$

คำนวณหาค่า V_R

$$V_S = V_R + V_{diode(LED)_1} + V_{diode(LED)_2}$$

$$V_R = V_S - V_{diode(LED)_1} - V_{diode(LED)_2}$$

$$V_R = 6 - 1.913 - 1.923 = 2.164 \text{ V}$$

คำนวณหาค่า R

$$R = \frac{V_R}{i_D} = \frac{2.164 \text{ V}}{20 \text{ mA}} = 108.2 \Omega \text{ (เลือกใช้ } R = 150 \Omega \text{)}$$

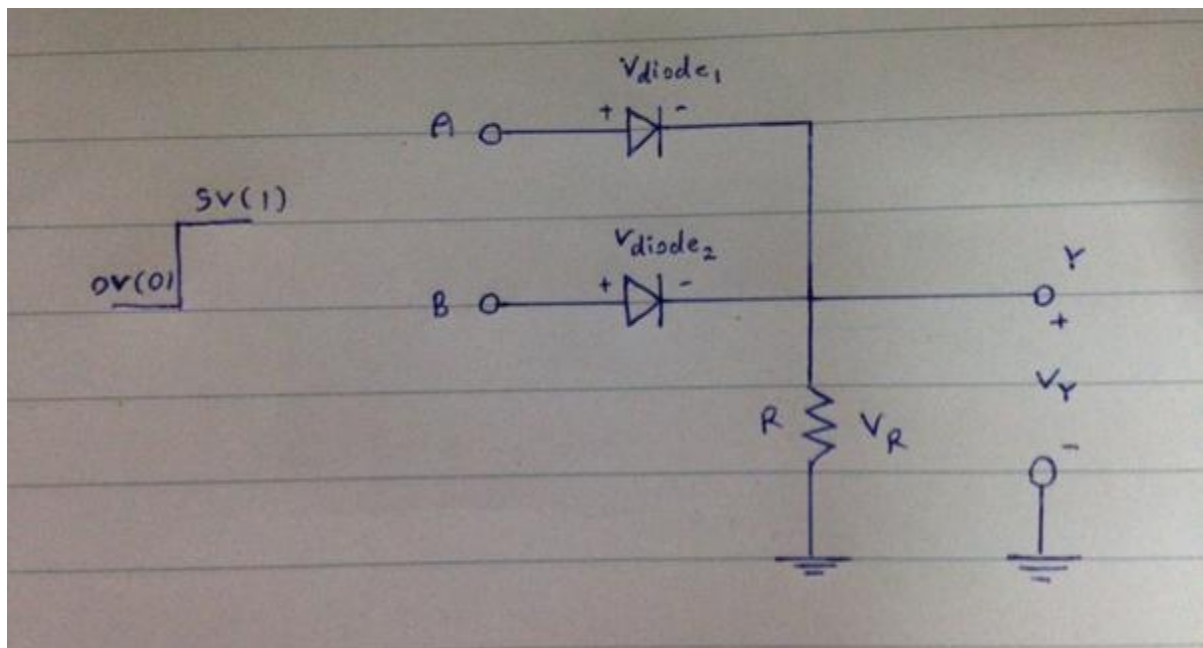
คำนวณหากระแส I จริง จาก $R = 150 \Omega$

$$i = \frac{V_R}{R} = \frac{2.164 \text{ V}}{150 \Omega} = 0.014 \text{ A} = 14 \text{ mA}$$

หาค่า **Safety Margin** (เพื่อค่า R ไว้จากที่เราคำนวณที่ %)

$$\text{Safety Margin} = \frac{150 \Omega - 108.2 \Omega}{108.2 \Omega} \times 100 = 38.632 \%$$

วงจรที่ 4



กำหนดค่ากระแส $I = 10 \text{ mA}$

$$V_S = 6 \text{ V}, V_{diode_1} = 0.710 \text{ V}, V_{diode_2} = 0.712 \text{ V}$$

$$i = 10 \text{ mA}$$

$$V_{diode} = \frac{0.710 + 0.712}{2} = 0.711 \text{ V}$$

คำนวณหาค่า V_R

$$V_S = V_R + V_{diode(LED)}$$

$$V_R = V_S - V_{diode(LED)} = 6 - 0.711 = 5.289 \text{ V}$$

คำนวณหาค่า R

$$R = \frac{V_R}{i} = \frac{5.289 \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 528.9 \Omega \text{ (เลือกใช้ } R = 750 \Omega \text{)}$$

คำนวณหากระแส I จริง จาก $R = 750 \Omega$

$$i = \frac{V_R}{R} = \frac{5.289 V}{750 \Omega} = 7.052 mA$$

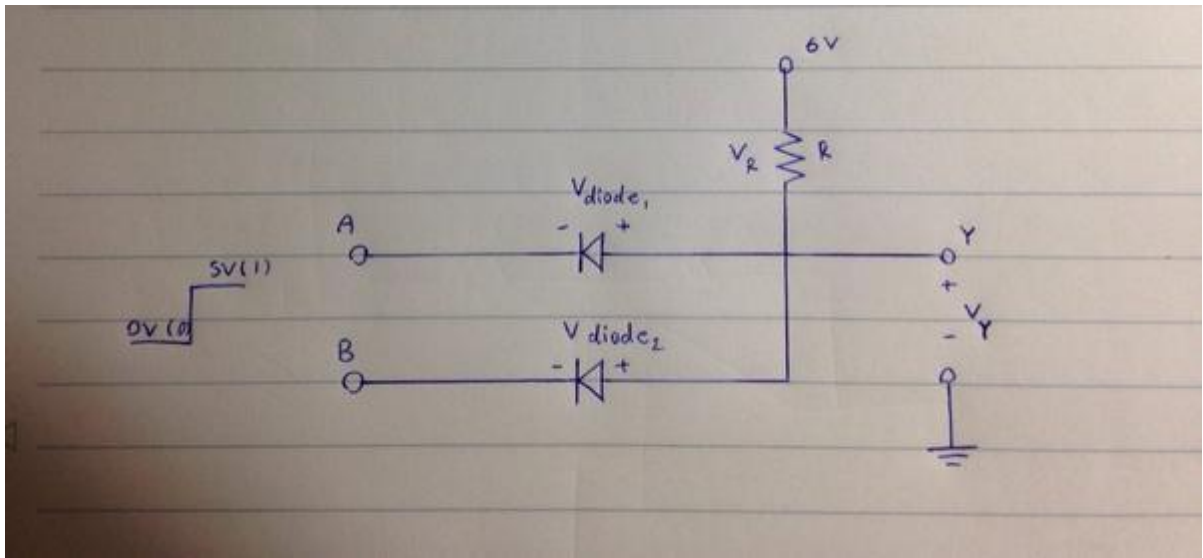
หาค่า **Safety Margin** (เพื่อค่า R ไร้จากที่เราคำนวณที่ %)

$$Safety Margin = \frac{750 \Omega - 528.9 \Omega}{528.9 \Omega} \times 100 = 41.804 \%$$

ผลการทดลอง

Input A	Input B	Output Y	V output Y(V)
0	0	0	0
0	1	1	5.30
1	0	1	5.30
1	1	1	5.34

วงจรที่ 5



กำหนดค่ากระแส $I = 10 \text{ mA}$

$$V_S = 6 \text{ V}, V_{diode_1} = 0.711 \text{ V}, V_{diode_2} = 0.717 \text{ V}$$

$$i = 10 \text{ mA}$$

$$V_{diode} = \frac{0.711 + 0.717}{2} = 0.714 \text{ V}$$

คำนวณหาค่า V_R

$$V_S = V_R + V_{diode(LED)}$$

$$V_R = V_S - V_{diode(LED)} = 6 - 0.714 = 5.286 \text{ V}$$

คำนวณหาค่า R

$$R = \frac{V_R}{i} = \frac{5.286 \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 528.6 \Omega \text{ (เลือกใช้ } R = 750 \Omega \text{)}$$

คำนวณหากระแส I จริง จาก $R = 750 \Omega$

$$i = \frac{V_R}{R} = \frac{5.286 V}{750 \Omega} = 7.048 mA$$

หาค่า **Safety Margin** (เพื่อค่า R ไร้จากที่เราคำนวณที่ %)

$$Safety Margin = \frac{750 \Omega - 528.6 \Omega}{528.6 \Omega} \times 100 = 41.884 \%$$

ผลการทดลอง

Input A	Input B	Output Y	V output Y(V)
0	0	0	0.68
0	1	0	0.70
1	0	0	0.70
1	1	1	6.00

สรุปผลการทดลอง

จากวงจรที่ 1 ต่อดวงจรมอเตอร์ด้วย LED กระแส I ที่ไหลผ่านตัวต้านทานกับ LED จะมีค่าเท่ากัน ทำให้กระแสไหลผ่านตัวต้านทานและไหลเข้า LED ทำให้ LED สว่าง จากการทดลองให้กระแส I ที่ไหลผ่าน LED $\leq 20 \text{ mA}$ ซึ่งคำนวณได้ $= 16 \text{ mA}$

วงจรที่ 2 ต่อดวงจรมอเตอร์ด้วย LED 2 ตัวต่อขนานกัน กระแส I จะไหลผ่านตัวต้านทานและไหลและไหลแยกเข้า LED ที่ขนานกัน 2 ตัวเท่าๆกัน ทำให้ทำให้หลอด LED สว่าง 2 ดวง จากการทดลองให้กระแส I ที่ไหลผ่าน LED $\leq 20 \text{ mA}$ ซึ่งคำนวณได้กระแสรวม $= 27 \text{ mA}$ กระแสที่ไหลผ่าน LED แต่ละตัว $= \frac{27}{2} = 13.5 \text{ mA}$

วงจรที่ 3 ต่อดวงจรมอเตอร์ด้วย LED 2 ตัวอนุกรมกัน กระแส I จะไหลผ่านตัวต้านทานและไหลเข้า LED ตัวที่ 1 และไหลเข้า LED ตัวที่ 2 ซึ่งกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานกับ LED แต่ละตัวจะมีค่าเท่ากันหมด ทำให้ทำให้หลอด LED สว่าง 2 ดวง จากการทดลองให้กระแส I ที่ไหลผ่าน LED $\leq 20 \text{ mA}$ ซึ่งคำนวณได้ $= 17 \text{ mA}$

วงจรที่ 4 จะเป็นวงจร logic แบบ OR-gate เมื่อป้อนค่า Input ที่จุดใดจุดหนึ่งเท่ากับ 1 ($V > 0$) ค่า Output ที่ได้ก็จะเป็น 1

วงจรที่ 5 จะเป็นวงจร logic แบบ AND-gate ต้องป้อนค่า Input ทั้ง 2 จุดเท่ากับ 1 ($V > 0$) เท่านั้น ค่า Output ที่ได้ก็จะเป็น 1