

การทดลองที่ 5

ลอจิกเกตที่มีเอาต์พุตคอลเลกเตอร์เปิด (Open Collector TTL Logic Gate)

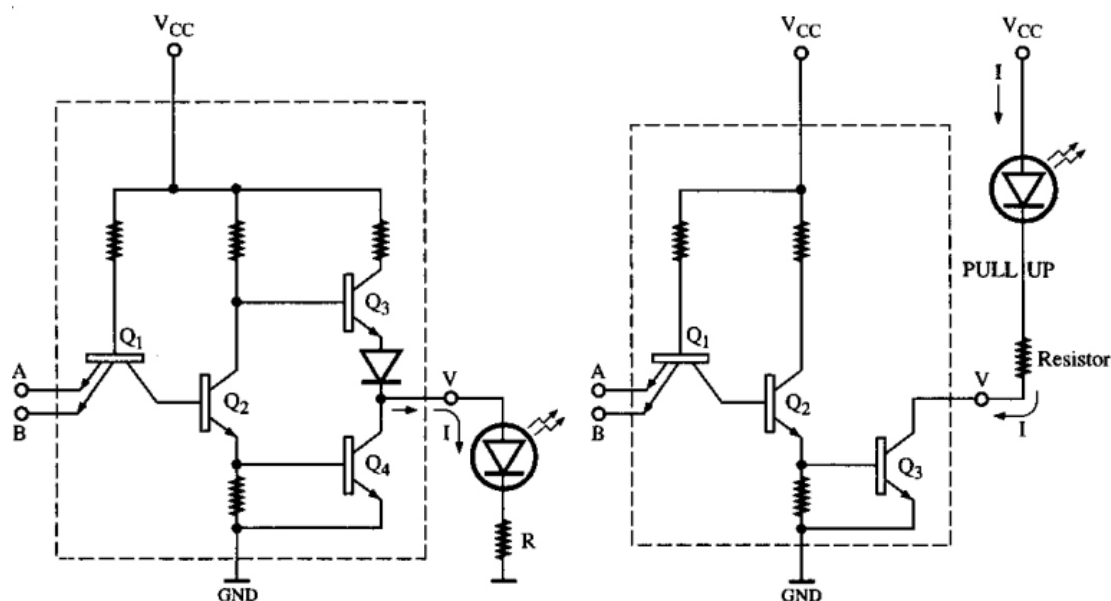
วัตถุประสงค์

1. อธิบายคุณลักษณะทางลอจิกของวงจรรวมที่มีแอลชนิดเอาต์พุตคอลเลกเตอร์เปิดได้
2. นำวงจรรวมที่มีแอลชนิดเอาต์พุตคอลเลกเตอร์เปิด ไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง
3. เข้าใจการทำงานของวงจรลอจิกแบบ Wire AND Gate

ทฤษฎี

ลอจิกเกตที่เป็นชนิดที่มีแอลนั้น แบ่งตามลักษณะทางวงจรรวมเอาต์พุตออกเป็น 2 แบบ คือ

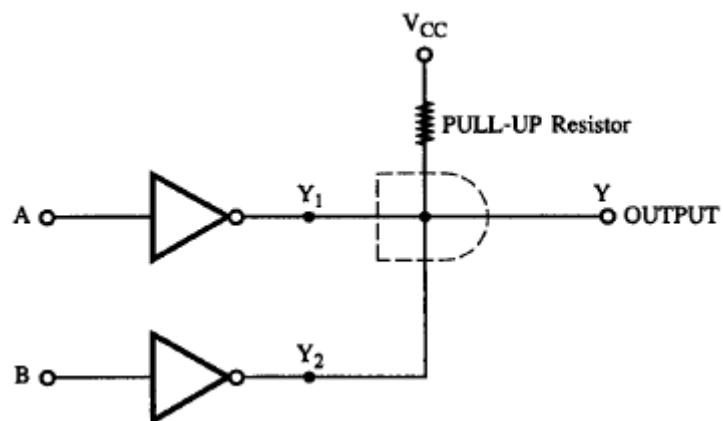
1. เอาต์พุตแบบโทเทมโพล และ 2. เอาต์พุตแบบคอลเลกเตอร์เปิด ซึ่งแตกต่างกันที่ทรานซิสเตอร์ตัวสุดท้ายที่เอาต์พุต ซึ่งใช้ต่อเพื่อขับไดโอดเปล่งแสงหรือโหลดว่าต่อแบบใด สังเกตความแตกต่างชัดเจนจากแน็คเกตเบอร์ 7400 ซึ่งเป็นเอาต์พุตแบบโทเทมโพล และแน็คเกตเบอร์ 7401 ซึ่งเป็นเอาต์พุตคอลเลกเตอร์เปิด ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของวงจรรวมที่มีแอลเบอร์ 7400 และ 7401

เมื่อเทียบการทำงานของเอาต์พุตแบบโทเทมโพล และแบบคอลเลกเตอร์เปิดแล้วจะให้อลอจิกที่เอาต์พุตตรงกัน เมื่อใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าแรงดันต่ำและสูง แต่ถ้านำไปขับไดโอดเปล่งแสงแล้วจะต้องวงจรต่างกัน กล่าวคือ เกตแบบเอาต์พุตแบบโทเทมโพลต้องต่อเอาต์พุตกับแอโนดของไดโอดเปล่งแสง และต่อแคโทดของไดโอดเปล่งแสงลงจุดดิน การติดดับของไดโอดเปล่งแสงจะตรงกันกับสภาวะลอจิกเอาต์พุตคือ ลอจิก "1" ไดโอดเปล่งแสงจะติด ลอจิก "0" ไดโอดเปล่งแสงจะดับ แต่แบบคอลเลกเตอร์เปิดนั้นต้องต่อเอาต์พุตกับแคโทดของไดโอดเปล่งแสง และต่อแอโนดของไดโอดเปล่งแสงเข้ากับแหล่งจ่าย (V_{CC}) โดยต่ออนุกรมกับตัวต้านทานตัวหนึ่ง เรียกว่า ตัวต้านทานพูลอัพ เกตแบบคอลเลกเตอร์เปิดจึงจะทำงานได้

และถ้าวัคสภาวะลอจิกเอาต์พุตของเกต จะตรงกันข้ามกับการติดคัของไดโอดเปล่งแสง ประโยชน์ของลอจิกแบบคอลลเกเตอร์เปิด คือการนำไปใช้ในวงจรที่มีชื่อว่า Wire AND Gate โดยนำเอาต์พุตคอลลเกเตอร์เปิดทุกตัวต่อรวมกัน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างวงจร Wire AND Gate

อธิบายการทำงานของวงจรในรูปที่ 2 ได้ดังนี้

เอาต์พุต $Y_1 = \overline{A}$ เอาต์พุต $Y_2 = \overline{B}$

ที่จุดต่อเอาต์พุตทั้งสองเท่ากับมีแอนด์เกต 2 อินพุตต่ออยู่ 1 ตัว ดังนั้น

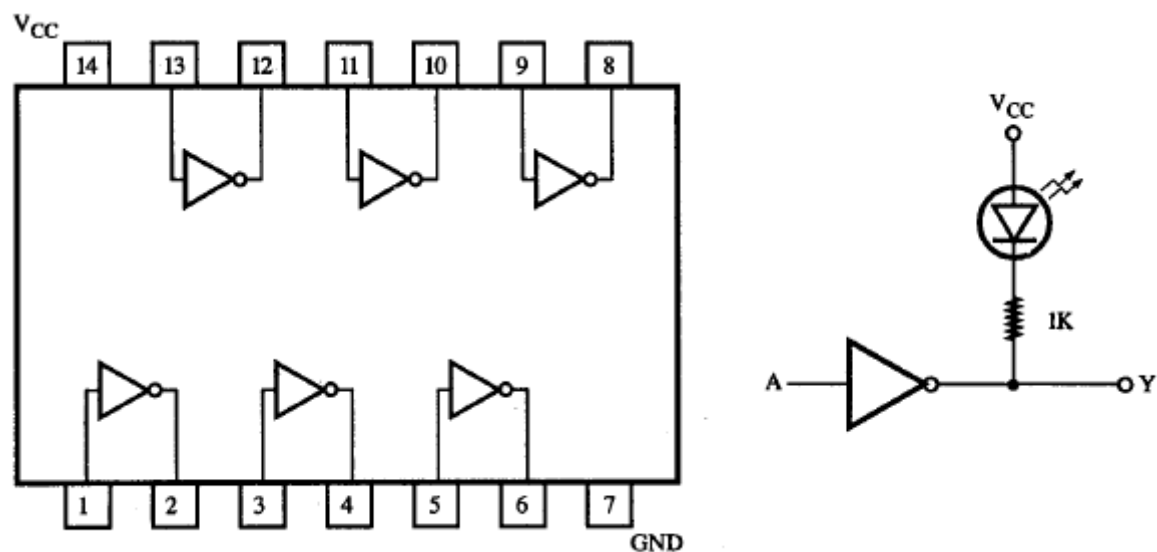
เอาต์พุต $Y = Y_1 \text{ AND } Y_2$

$$Y = \overline{A} \bullet \overline{B}$$

ตารางความจริงของวงจรในรูปที่ 2

อินพุต		เอาต์พุต
A	B	$Y = \overline{A} \bullet \overline{B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

วงจรการทดลองที่ 2 คุณสมบัติของนอตเกตชนิดเอาต์พุตคอลเล็กเตอร์เปิด (7406)

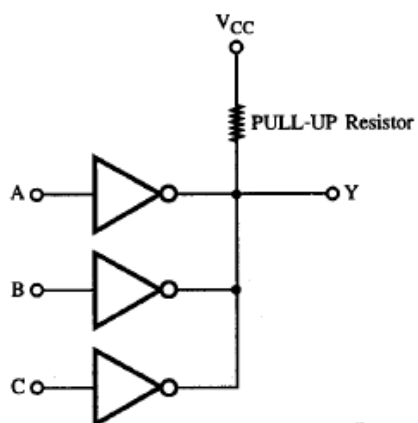


2.1 ต่อวงจรตามรูป ป้อนลอจิกอินพุตตามตารางเข้าที่ขาอินพุต A วัดแรงดันเอาต์พุตและบันทึกการติดดับของ ไดโอดเปล่งแสงลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

อินพุต	เอาต์พุต		
	V_Y	สถานะลอจิก	LED
A			
0			
1			

วงจรการทดลองที่ 3 วงจรแบบ Wire AND Gate (7406)



3.1 ต่อวงจร Wire AND Gate ดังรูป โดยใช้วงจรรวมเบอร์ 7406 ทำการทดลองป้อนลอจิกอินพุตตามตาราง เข้าที่อินพุต A B และ C วัดสถานะลอจิกเอาต์พุตและบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3

อินพุต			เอาต์พุต	
A	B	C	สถานะลอจิก	LED
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

3.2 จงเขียนสมการลอจิกของเอาต์พุต Y จากตารางการทดลองที่ 3

Y =

3.3 จงให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดเอาต์พุต Y ในข้อ 3.2 จึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างกระแสซิงก์ (Sink) และกระแสซอร์ส (Source) ที่ไหลเข้าและไหลออกจากเอาต์พุตของวงจรรวมที่ทีแอลชนิดเอาต์พุตโทเทมโพลและชนิดเอาต์พุตคอลเลกเตอร์เปิด
2. วงจร Wire AND Gate ในการทดลองที่ 3 ทำงานเหมือนกับลอจิกเกตแบบใด จงเขียนสมการและวงจรลอจิก
3. อยากทราบว่า วงจรรวมชนิดที่ทีแอลเบอร์ 74LS03 74LS12 74LS22 และ 74LS05 เป็นเกตชนิดใดและมีเอาต์พุตแบบใด

การทดลองที่ 6

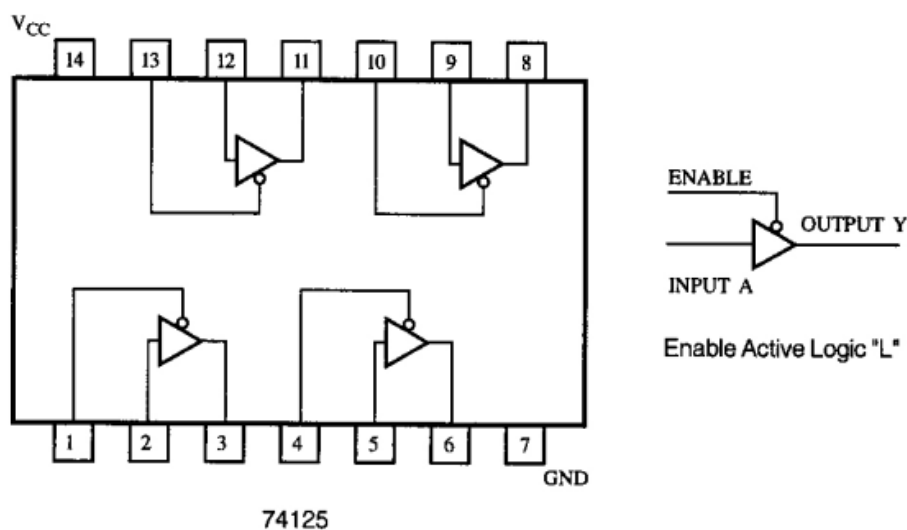
ลอจิกเกตที่มีเอาต์พุต 3 สถานะ (Gates With 3-State Output)

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการทำงานและลักษณะสมบัติของลอจิกเกตที่มีเอาต์พุต 3 สถานะ
2. รู้จักลักษณะของงานดิจิทัลที่ใช้ลอจิกเกตที่มีเอาต์พุต 3 สถานะ

ทฤษฎี

ลอจิกเกตปกติจะมีเอาต์พุต 2 สถานะคือ ลอจิกสูง (H) ลอจิกต่ำ (L) แต่ลอจิกเกตแบบ 3 สถานะ จะมีสถานะเอาต์พุตเพิ่มอีก 1 สถานะคือ ความต้านทานสูง (High Impedance, Hi-Z) โดยมีขาคควบคุมการทำงานของลอจิกในสถานะที่ 3 เรียกว่า ขาอีนาเบิล (Enable) เช่น วงจรรวมที่ทีแอลเบอร์ 74125 (Quad 3 State Buffer) เป็นต้น



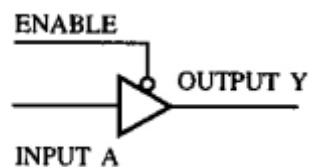
การทำงานของบัฟเฟอร์ 3 สถานะ ชนิดทีแอลเบอร์ 74125 เป็นไปดังตาราง

อินพุต		เอาต์พุต
อีนาเบิล	A	Y
1	0	Hi-Z
1	1	Hi-Z
0	0	0
0	1	1

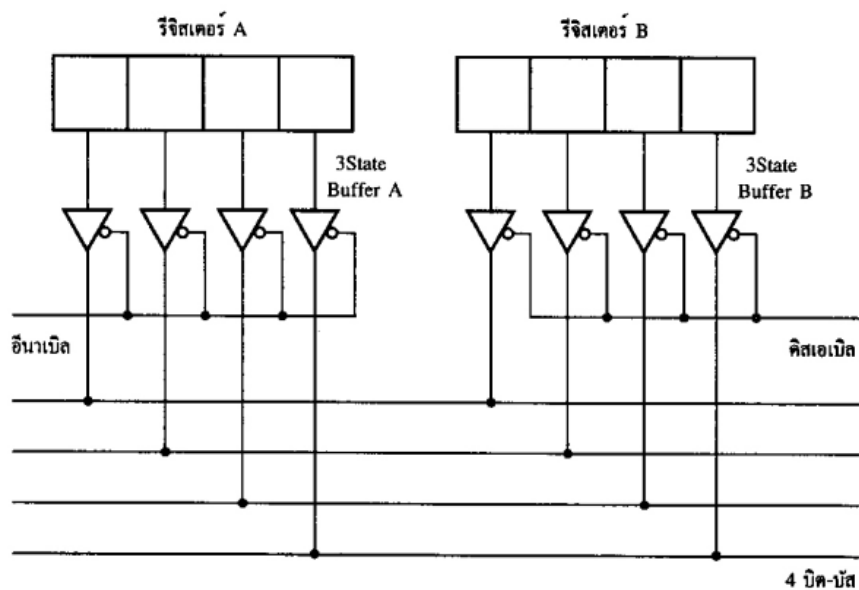
Hi-Z = อิมพีแดนซ์สูง

เราเรียกลอจิกเกต 3 สถานะที่อินพุตด้วยลอจิก “L” ว่าแบบลบ ถ้าเป็นแบบบวกจะทำงานโดยสัญญาณอินพุตด้วยลอจิก “H” จะมีสัญลักษณ์และตารางความจริงดังนี้

อินพุต		เอาต์พุต
อินพุต	A	Y
1	0	Hi-Z
1	1	Hi-Z
0	0	0
0	1	1



ลอจิกเกตที่มีเอาต์พุต 3 สถานะ นำไปใช้งานในวงจรดิจิทัลเกี่ยวกับการส่งผ่านข้อมูล เนื่องจากในระบบดิจิทัลหรือคอมพิวเตอร์จะมีสายส่งข้อมูล (Bus) ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลจากตัวเก็บข้อมูลหรือตัวเลื่อนข้อมูล (Accumulator หรือ Register) ซึ่งต้องใช้ร่วมกัน จึงต้องมีลอจิกเกตที่มีเอาต์พุต 3 สถานะ ช่วยนำข้อมูลจากตัวเก็บข้อมูลแต่ละตัวผ่านบัสไปสู่หน่วยต่างๆของวงจร

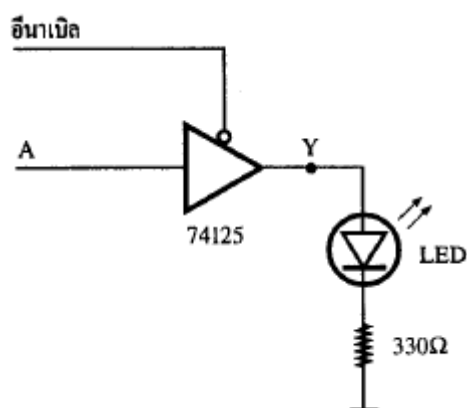


ตัวอย่างเช่น จากวงจรถ้าต้องการให้ข้อมูลจากตัวเลื่อนข้อมูล A ส่งไปที่บัสขนาด 4 บิต ให้ทำการอินพุตที่บัฟเฟอร์ 3 สถานะตัว A และให้คิสเอาต์พุตที่บัฟเฟอร์ 3 สถานะตัว B ในทางกลับกันถ้าต้องการนำข้อมูลจากตัวเลื่อนข้อมูล B มาที่บัสก็ทำการอินพุตที่ตัว B และคิสเอาต์พุตที่ตัว A

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. วงจรรวมเบอร์ 74125
2. ชุดทดลองดิจิทัล

วงจรการทดลองที่ 1 การทำงานของบัฟเฟอร์ 3 สถานะ ชนิดที่ทีแอลเบอร์ 74125



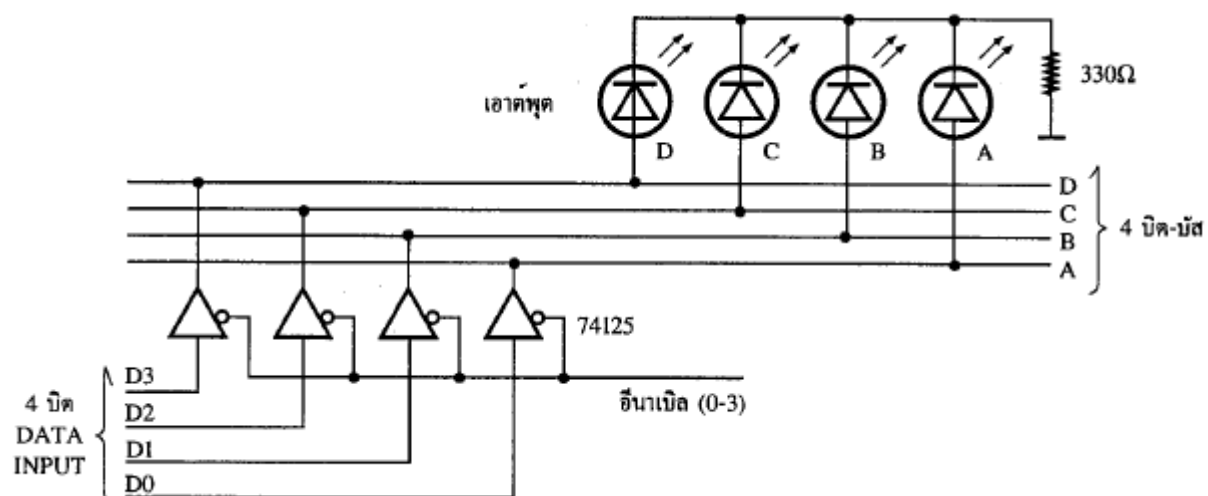
1.1 ต่อวงจรตามรูป ป้อนไฟเลี้ยงให้กับวงจรรวมเบอร์ 74125

1.2 ทำการทดลองป้อนลอจิกอินพุตเข้าที่อินพุต A และป้อนลอจิกอินาเบลที่ขาอินาเบลตามลำดับในตาราง และบันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1

อินพุต		เอาต์พุต
อินาเบล	A	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

วงจรการทดลองที่ 2 การควบคุมข้อมูลในบัส



2.1 ตัวอย่างการทดลองในข้อ 2 ป้อนลอจิกอินพุตที่ D_3 - D_0 ตามตารางที่กำหนดให้และป้อนสัญญาณลอจิกอินพุตที่ขาอินพุต บันทึกผลการทดลองโดยสังเกตข้อมูลที่ปรากฏขึ้นที่บัส โดยสังเกตจากการติดดับของเอาต์พุต 4 บิต ลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

อินพุต					เอาต์พุต			
อินพุต	D3	D2	D1	D0	D	C	B	A
0	0	0	0	0				
0	1	1	1	1				
0	1	0	0	1				
1	1	0	0	0				
1	1	1	1	1				
1	1	0	0	1				

คำถามท้ายการทดลอง

- จงบอกถึงประโยชน์ของลอจิกเกตที่มีเอาต์พุต 3 สถานะ ที่ใช้ในระบบดิจิทัล
- ลอจิกเกตที่มีเอาต์พุต 3 สถานะ สามารถสร้างเป็นวงจรเลือกข้อมูล (Data Selector) จาก 4 อินพุตออกเป็น 1 อินพุตได้หรือไม่ ถ้าได้จงเขียนวงจรและอธิบายการทำงานของวงจร
- จงอธิบายการทำงานของวงจรรวมที่ทีแอลเบอ์ 74125 (Octal Buffer 3-State) และยกตัวอย่างวงจรการนำวงจรรวม 74240 ไปใช้งานมา 1 วงจร

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school handwriting practice paper. The lines are evenly spaced and run across the entire width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.