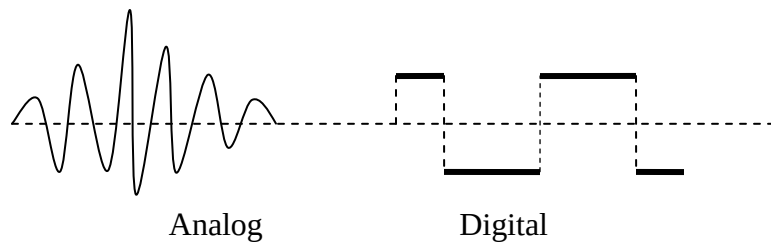


ปฏิบัติการที่ 11

ดิจิทัลเบื้องต้น

ข้อมูลมีลักษณะแตกต่างกัน 2 ชนิด คือข้อมูลแอนะล็อก(Analog) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีค่าเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องอยู่ในช่วงหนึ่งๆ เช่น ความเร็วของรถยนต์เพิ่มจาก 0 ไปจนถึง 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และข้อมูลดิจิทัล(Digital) ซึ่งเปลี่ยนแปลงเป็นค่าที่แน่นอนไม่ต่อเนื่อง เช่น การปิดและเปิดสวิตช์ไฟฟ้า จำนวนชั้นบันได จำนวนคนเข้าห้องสมุด เป็นต้น สัญญาณไฟฟ้าที่ใช้กับอิเล็กทรอนิกส์จึงมี 2 รูปแบบ คือ สัญญาณแอนะล็อกและสัญญาณดิจิทัล ซึ่งมี เป็นดังรูป 11.1



รูปที่ 11.1 สัญญาณแอนะล็อกและสัญญาณดิจิทัล

วงจรอิเล็กทรอนิกส์จึงแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ วงจรแอนะล็อกและวงจรดิจิทัล ในวงจรดิจิทัลนั้น เราพิจารณาโดยใช้หลักว่า สายสัญญาณแต่ละเส้นจะมีข้อมูลหรือสัญญาณไฟฟ้าได้ 2 สถานะ คือ สถานะ 0 (หรือสถานะต่ำ) และสถานะ 1 (หรือสถานะสูง) ถ้าสายสัญญาณต่อกับไฟบวก(+Vcc) ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า จะเรียกสายสัญญาณเส้นนั้นมีสถานะเป็น 1 ถ้าต่อกับสายสัญญาณรวมของวงจรหรือสายกราวด์ (0) จะเรียกสายสัญญาณเส้นนั้นมีสถานะเป็น 0 ด้วยการกำหนดเช่นนี้ ทำให้เกิดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า “เกต(gate)” หรือ “ลอจิกเกต(Logic gate)” ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นไปตามหลักคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า “พีชคณิตบูลีน(Boolean Algebra)”

ตอนที่ 1 การทำงานของเกตพื้นฐาน

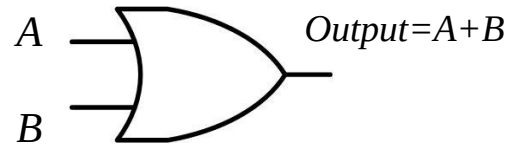
วัตถุประสงค์ ศึกษาการทำงานของเกตพื้นฐานชนิดต่าง ๆ

ทฤษฎี

เกตพื้นฐานของวงจรลอจิก คือ OR gate , AND gate , NOT gate , NAND gate และ NOR gate โดยความแตกต่างของเกตแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับสถานะที่ป้อนเข้าสู่วงจร(Input) กับสถานะสัญญาณที่ส่งออกจากวงจร (Output) สัญลักษณ์และการทำงานของเกตชนิดต่าง ๆ มีดังนี้

Input		Output
A	B	
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

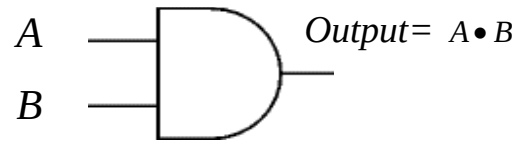
ตาราง 11.1 OR Gate



รูปที่ 11.2 สัญลักษณ์ OR GATE

Input		Output
A	B	
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

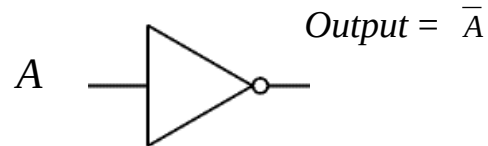
ตาราง 11.2 AND Gate



รูปที่ 11.3 สัญลักษณ์ AND GATE

Input	Output
1	0
0	1

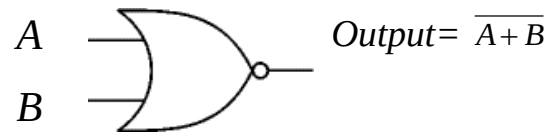
ตาราง 11.3 NOT Gate



รูปที่ 11.4 สัญลักษณ์ NOT GATE

Input		Output
A	B	
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1

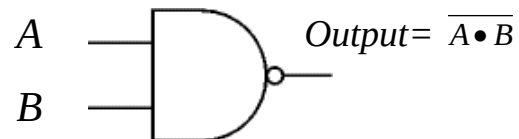
ตาราง 11.4 NOR Gate



รูปที่ 11.5 สัญลักษณ์ NOR GATE

Input		Output
A	B	
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	1

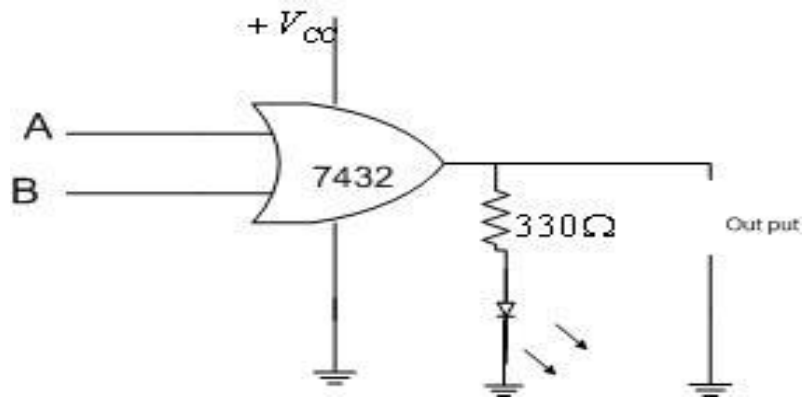
ตาราง 11.5 NAND Gate



รูปที่ 11.6 สัญลักษณ์ NAND GATE

อุปกรณ์การทดลอง ชุดทดลองลอจิก IC gateชนิดต่างๆ มัลติมิเตอร์ ตัวต้านทาน และ LED วิธีการทดลอง

- 1 ศึกษาการใช้งาน ชุดทดลองวงจรลอจิก และอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น มัลติมิเตอร์ ให้เข้าใจ และใช้งานได้โดยไม่ผิดพลาด (รายละเอียดคู่มือการใช้งาน)
- 2 ทดสอบคุณสมบัติ OR gate โดยต่อวงจรตามรูป 12.7 ลงบนแผงต่อวงจรของชุดทดลองวงจรลอจิก โดยใช้ IC TTL 7432 ก่อนต่อให้ศึกษาลักษณะการเรียงขาของ IC ให้ชัดเจน แม่นยำ จากภาคผนวก



รูปที่ 11.7 วงจรทดสอบคุณสมบัติ OR gate

- 3 ป้อนสัญญาณลอจิก 1 และ 0 เข้าที่ Input A และ Input B ตามเงื่อนไขในตารางบันทึกผล พร้อมทั้งใช้มัลติมิเตอร์ปรับเป็นโวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ Output ทั้งกรณีเป็น 1 และ 0 พร้อมสังเกตการติดดับของ LED บันทึกผล
- 4 เปรียบเทียบลักษณะ Output รวมทั้งการติดดับของ LED ที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ กับทฤษฎีทางลอจิก ถ้าผลไม่ตรงกันแสดงว่าเกิดความผิดพลาด ให้ตรวจสอบหาสาเหตุและแก้ไขจนได้ผลตรงกัน
- 5 เปลี่ยน IC Gate เป็น AND gate (7408) , NOT gate (7404) , NAND gate(7400) , NOR gate (7402) ทดลองซ้ำข้อ 2-4 บันทึกผล

ข้อระมัดระวัง IC Gate แต่ละชนิดอาจมีการเรียงขาไม่เหมือนกัน นิติจึงต้องตรวจสอบการเรียงขาทุกครั้ง เมื่อเปลี่ยน IC gate (ดูจากภาคผนวก)

ตอนที่ 2 วงจรลอจิกจากเกทหลายชนิด

จุดประสงค์ ศึกษาการทำงานวงจรลอจิกที่เกิดจากนำเกทหลายชนิด ต่อเชื่อมกัน

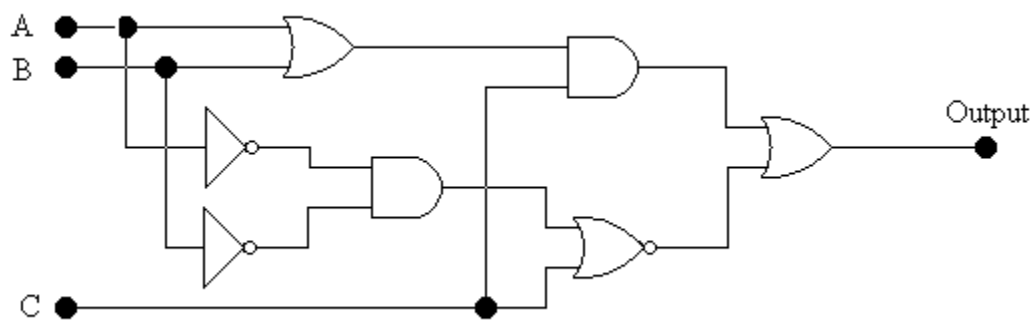
ทฤษฎี

เมื่อนำเกทหลาย ๆ ชนิดมาต่อเชื่อมกัน จะได้วงจรลอจิกที่ให้สัญญาณหรือสถานะ Output สัมพันธ์กับสถานะ Input หลากหลายรูปแบบ การทดลองต่อไปนี้จะทำให้เห็นสิดเข้าใจการทำงานที่สัมพันธ์กันระหว่างเกทชนิดต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกันเป็นวงจรลอจิกที่ซับซ้อน

อุปกรณ์การทดลอง ชุดทดลองลอจิก IC gate ชนิดต่าง ๆ มัลติมิเตอร์ ตัวต้านทาน และ LED

การทดลอง

- 1 พิจารณาวงจรลอจิกตามรูป 11.8 แล้วเขียนสมการลอจิกและตารางความจริงของวงจรนี้ บันทึกผล



รูปที่ 11.8 วงจรลอจิกซึ่งประกอบด้วยเกทชนิดต่าง ๆ

- 2 เลือกชนิด IC gate ให้ตรงตามชนิดเกทในรูป 11.8 แล้วต่อวงจรด้วยความระมัดระวัง ทั้งการเรียงขาของเกทแต่ละชนิด และสายสัญญาณ
- 3 ตรวจสอบความถูกต้องของการต่อวงจรอีกครั้ง
- 4 ป้อนสัญญาณลอจิก 1 และ 0 ตามเงื่อนไขตารางความจริงที่สร้างขึ้นตามข้อ 1 จนครบทุกเงื่อนไข บันทึกผลสัญญาณ Output ที่ได้ในตารางบันทึกผล โดยกำหนดสถานะ 1 ตรงกับ LED สว่าง และสถานะ 0 ตรงกับ LED ดับ
- 5 เปรียบเทียบ Output ที่ทดลองได้ กับ Output จากตารางความจริงที่สร้างขึ้นตามข้อ 1 ซึ่งผลต้องตรงกันทุกเงื่อนไข หากไม่ตรงกันแสดงว่าเกิดความผิดพลาดที่ใดที่หนึ่งในระหว่างการทดลอง ให้ตรวจสอบ แก้ไข จนได้ผลตรงกัน

ตอนที่ 3 การลดรูปวงจรโดยพีชคณิตบูลีนและหลักเดอมอร์แกน

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการลดรูปวงจรลอจิก

ทฤษฎี

พีชคณิตของบูลีน(Boolean Algebra) และหลักเดอมอร์แกน(DeMorgan) เป็นตามตารางที่ 11.6 สามารถนำมาใช้ลดรูปวงจรลอจิกให้เล็กลงหรือสั้นลง การทำงานจะเร็วขึ้นและประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยสัญญาณ Output ยังคงเหมือนเดิม

$A \bullet 0 = 0 \bullet A = 0$	$A + 0 = 0 + A = A$
$A \bullet 1 = 1 \bullet A = A$	$A + 1 = 1 + A = 1$
$A \bullet A = A$	$A + A = A$
$A \bullet \bar{A} = 0$	$A + \bar{A} = 1$

ตารางที่ 11.6 พีชคณิตของบูลีน

$\overline{A \bullet B} = \bar{A} + \bar{B}$	$\overline{A + B} = \bar{A} \bullet \bar{B}$
$A \bullet (A + B) = A$	$A + AB = A$
$A \bullet (\bar{A} + B) = AB$	$A + \bar{A}B = A + B$

ตารางที่ 11.7 หลักเดอมอร์แกน

$A \bullet B = B \bullet A$	$A + B = B + A$
$(A \bullet B) \bullet C = A \bullet (B \bullet C) = A \bullet B \bullet C$	$(A + B) + C = A + (B + C) = A + B + C$
$A \bullet B + A \bullet C = A \bullet (B + C)$	$(A + B) \bullet (A + C) = A + (B \bullet C)$

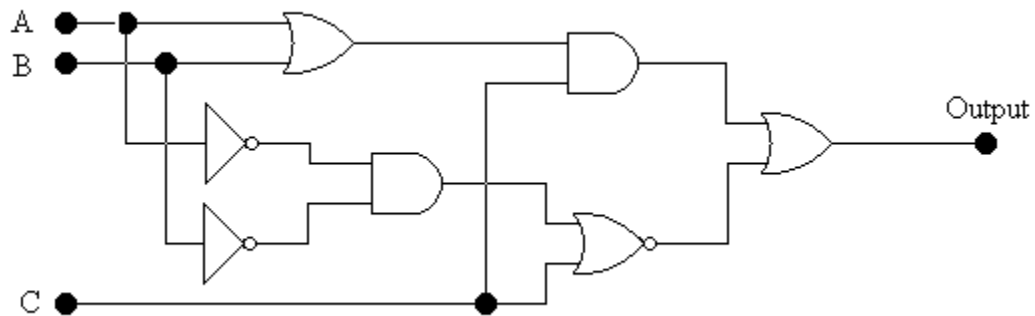
ตารางที่ 11.8 ความสัมพันธ์ทางลอจิกที่สำคัญ

การทดลองต่อไปนี้จะได้อธิบายการลดรูปสมการลอจิกและย่อวงจรลอจิกให้เล็กลงทำงานได้เร็วขึ้น ประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น โดย Output ยังเหมือนเดิม

อุปกรณ์การทดลอง ชุดทดลองลอจิก IC gateชนิดต่าง ๆ มัลติมิเตอร์ ตัวต้านทาน และ LED

วิธีทดลอง

จากรูปที่ 11.8 (รูปจากการทดลองตอน 2) ตรวจสอบการลอจิกและตารางความจริง ให้ถูกต้องอีกครั้ง



- 1 นำสมการลอจิกที่ได้จากตอนที่ 2 มาลดรูปโดยใช้พีชคณิตบูลีน หลักเดอมอร์แกน และความสัมพันธ์ต่าง ๆ ตามตาราง 11.6 , 11.7 และ 11.8 ให้สมการสั้นที่สุด
- 2 นำสมการที่ลดรูปได้ตามข้อ 2 ไปเขียนตารางความจริงและตรวจสอบให้ถูกต้อง
- 3 นำตารางความจริงที่ได้ตามข้อ 3 เปรียบเทียบกับตารางความจริงในตอนที่ 2 ซึ่ง Output ของตารางทั้งสองต้องเหมือนกันทุกเงื่อนไข ในกรณีที่ไม่มีเหมือน แสดงว่าการลดรูปผิดพลาด ให้ตรวจสอบหาจุดผิดพลาดและแก้ไข
- 4 นำสมการลอจิกที่ลดรูปได้ตามข้อ 2 ไปออกแบบวงจรลอจิก จากนั้นเลือก IC gate แล้วต่อวงจรเพื่อทดสอบการทำงาน ตรวจสอบวงจรที่ต่อให้ถูกต้อง
- 6 ป้อนสัญญาณลอจิก 1 และ 0 ทดสอบ Output ตามเงื่อนไขตารางความจริงที่สร้างตามข้อ 3 ทุกเงื่อนไข โดยกำหนดสถานะ 1 ตรงกับ LED สว่างและสถานะ 0 ตรงกับ LED ดับ การติดดับของ LED ต้องตรงกับตารางความจริงทุกเงื่อนไข ถ้าไม่ตรงแสดงว่ามี ความผิดพลาดที่ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ให้ตรวจสอบและแก้ไขจนถูกต้อง

บันทึกผลปฏิบัติการที่ 11

ดิจิทัลเบื้องต้น

ชื่อ สกุลรหัสคณะ

วันที่เดือน พ.ศ. 25.....กลุ่มที่ทดลองครั้งที่

ผู้ร่วมงานรหัส

ผู้ร่วมงานรหัส

ผู้ร่วมงานรหัส

ตอนที่ 1 คุณสมบัติพื้นฐานของเกทชนิดต่าง ๆ

หมายเหตุ ลักษณะของ LED ให้บันทึกว่า “สว่าง” หรือ “ดับ”

Input		Output	
A	B	V(.....)	ลักษณะ LED
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

ผลการทดลอง OR gate

Input		Output	
A	B	V(.....)	ลักษณะ LED
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

ผลการทดลอง AND gate

Input		Output	
A	B	V(.....)	ลักษณะ LED
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

ผลการทดลอง NAND Gate

Input		Output	
A	B	V(.....)	ลักษณะ LED
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

ผลการทดลอง NOR Gate

Input	Output	
A	V(.....)	ลักษณะ LED
0		
1		

ผลการทดลอง NOT Gate

สรุปผลการทดลอง

1. ถ้ากำหนดให้ LED สว่าง ตรงกับสถานะสูง และ LED ดับตรงกับสถานะต่ำ ผลการทดลองของเกททุกชนิด ตรงตามทฤษฎีหรือไม่ เพราะเหตุใด.....

.....

2. จากการทดลองช่วงความต่างศักย์ของสถานะสูง(“1”) และของสถานะ(“0”) มีค่าประมาณกี่โวลต์ ตามลำดับ

.....

3. ยังมี IC เกทต่าง ๆ ที่มีจำนวน Input มากกว่า 2 Input นิสิตคิดว่า IC ลอจิกพวกนี้ทำงานเหมือนกรณี 2 Input หรือไม่ อย่างไร

(การตอบให้ยกตัวอย่าง AND Gate 3 Input ประกอบด้วย พร้อมแสดงตารางความจริง)

.....

Input			Output
A	B	C	
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

ตารางความจริง AND Gate 3 Input

ตอนที่ 2 วงจรลอจิกจากเกทหลายชนิด

สมการลอจิกคือ

ตารางความจริงของสมการนี้ คือ (ขีดเส้นแบ่งตารางตามที่ต้องการ)

Input				Output ตามทฤษฎี	Output การทดลอง
A	B	C			
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

สรุปผลการทดลอง

สัญญาณ Output จากการทดลองตรงตามทฤษฎีหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 การลดรูปวงจรโดยพีชคณิตบูลีนและหลักเดอมอร์แกน

สมการลอจิกที่ลดรูป คือ

(แสดงการลดรูปสมการ)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตารางความจริงของสมการลอจิกที่ลดรูปแล้วจัดเส้นแบ่งตารางตามที่ต้องการ)

Input			Output ตามทฤษฎี	Output การทดลอง
A	B	C		
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

วงจรลอจิกหลังจากการลดรูป (วาดรูป)

สรุปผลการทดลอง

วงจรลอจิกที่ได้จากการลดรูป ให้ Output เหมือนวงจรที่ยังไม่ได้ลดรูปหรือไม่ เหตุผลใด

.....

.....

นิสิตสังเกตเห็นความแตกต่างระหว่างวงจรก่อนลดรูปและหลังลดรูป อย่างไรบ้าง (เช่น ความเร็วการทำงาน หรือ ความต่างศักย์ของ Output เป็นต้น)

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

- 1 นอกจากลอจิกเกตที่นิสิตใช้ทดลองครั้งนี้แล้ว ยังมีลอจิกเกตอื่น ๆ อีก ให้นิสิตบอกชื่อลอจิกเกตชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มาอย่างน้อย 2 ชื่อ พร้อมเขียนตารางความจริงด้วย (ค้นหาจากหนังสือทางด้านดิจิทัล ทัวไป)
- 2 จากสมการลอจิก $Output = ABC + \overline{AC}$
 - 2.1 จงเขียนตารางความจริงของสมการนี้
 - 2.2 จงลดรูปสมการต่อไปนี้ให้สั้นที่สุด
 - 2.3 จงเขียนตารางความจริงของสมการลอจิกที่ได้จากการลดรูป ตามข้อ 2.2
หมายเหตุ ผลจากตารางความจริงต้องตรงกัน