	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรู้ที่ 10
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานพื้นฐานทางดิจิทัล	88

งานที่ 10 งานพื้นฐานทางดิจิทัล

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับงานพื้นฐานทางดิจิทัล

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (เพื่อให้ผู้เรียน)

1. อธิบายหลักการงานพื้นฐานทางดิจิทัลได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายการนำงานพื้นฐานทางดิจิทัลมาประยุกต์ใช้ในงานหุ่นยนต์เบื้องต้นได้ถูกต้อง

ทฤษฎีการเรียนรู้งานพื้นฐานทางดิจิทัล

10.3.1 ระบบตัวเลข


ระบบตัวเลขที่มนุษย์เราต้องเกี่ยวข้องและรู้จักกันมากที่สุด คือ เลข 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 รวม 10 ตัว ตัวเลขทั้ง 10 ตัวนี้ เราใช้เป็นเครื่องมือหลักในการนับจำนวนทั้งหลายตามความต้องการ เราจึงกำหนดฐานของระบบตัวเลขนี้ว่า **เลขฐานสิบ (Decimal number)** ดังนั้นค่าของตัวเลขที่มีค่ามากกว่า 9 ขึ้นไป ก็จะเป็นตัวเลขที่เกิดจากการนำตัวเลข 10 ตัวดังกล่าวเรียงประกอบกันขึ้น เช่น

สองร้อยแปดสิบเก้า จะเขียนแทนด้วยตัวเลข 289 เขียนแบบเต็มค่า คือ $(2*10^2)+(8*10^1)+(9*10^0)$

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว เครื่องคำนวณสมองกลหรือ Computer ก็ถูกพัฒนาขึ้น หลักการทำงานของเครื่อง Computer คืออาศัยการไหลหรือหยุดไหลของสัญญาณในช่วงจังหวะเวลาต่างๆ กัน เหมือนกับการเปิดปิดสวิตช์นั่นเอง ด้วยเหตุนี้ค่าตัวเลขในเลขฐานสอง (Binary number) จึงแทรกเข้ามามีบทบาทบ้าง เพราะมันมีค่า 0 กับ 1 ซึ่งสมมูลกับค่าเปิดปิดสวิตช์และนอกจากนั้นยังมีระบบเลขที่ใช้กันทั่วไป ดังนี้

- ระบบเลขฐานสอง (Binary number system) ประกอบด้วยเลข 2 ตัว คือ 0 และ 1 เช่น

$$\begin{aligned}
 \text{เลขฐานสอง } 10110 &= (1*2^4)+(0*2^3)+(1*2^2) + (1*2^1)+(0*2^0) \\
 &= (1*16)+(0*8)+(1*4) + (1*2)+(0*1) \\
 &= 16+0+4+2+0 \\
 \text{เลขฐานสิบ} &= 22
 \end{aligned}$$

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรูที่ 10
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานพื้นฐานทางดิจิทัล	89

- ระบบเลขฐานแปด (Octal number system) ประกอบด้วยเลข 8 ตัว คือ 0,1,2,3,4,5,6 และ 7 เช่น

$$\begin{aligned} \text{เลขฐานแปด } 137 &= (1 \cdot 8^2) + (3 \cdot 8^1) + (7 \cdot 8^0) \\ &= (1 \cdot 64) + (3 \cdot 8) + (7 \cdot 1) \\ &= 64 + 24 + 7 \end{aligned}$$

$$\text{เลขฐานสิบ} = 95$$

- ระบบเลขฐานสิบ (Decimal number system) ประกอบด้วยเลข 10 ตัว คือ 0,1,2,3,4,5,6,7,8 และ 9 เช่น

$$\begin{aligned} \text{เลขฐานสิบ } 137 &= (1 \cdot 10^2) + (3 \cdot 10^1) + (7 \cdot 10^0) \\ &= (1 \cdot 100) + (3 \cdot 10) + (7 \cdot 1) \\ &= 100 + 30 + 7 \\ &= 137 \end{aligned}$$

- ระบบเลขฐานสิบหก (Hexadecimal number system) ประกอบด้วยเลข 16 ตัว คือ 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E และ F เช่น

$$\begin{aligned} \text{เลขฐานสิบหก } 2AE &= (2 \cdot 16^2) + (A \cdot 16^1) + (E \cdot 16^0) \\ &= (2 \cdot 256) + (10 \cdot 16) + (14 \cdot 1) \\ &= 512 + 160 + 14 \end{aligned}$$

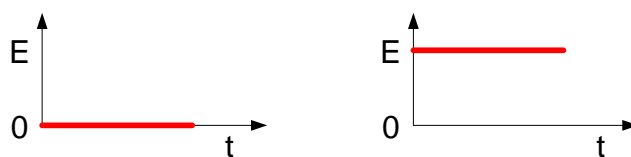
$$\text{เลขฐานสิบ} = 686$$

10.3.2 ลอจิก(Logic) และอุปกรณ์ลอจิกเกต


ลอจิก (Logic) หมายถึงสภาวะสัญญาณหรือสถานะที่มีสองรูปแบบ เช่น Logic 0 และ Logic 1

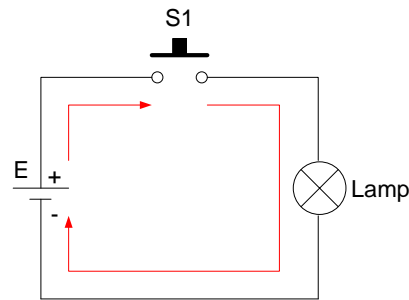
Logic 0 หมายถึง ไม่มีสัญญาณ หรือเท่ากับศูนย์โวลต์ และหมายถึง สภาวะสวิตช์ไม่ถูกกด หลอดไฟไม่ทำงาน หรือเอาต์พุตไม่มีสัญญาณ

Logic 1 หมายถึง มีสัญญาณ หรือเท่ากับแหล่งจ่ายพลังงาน และหมายถึง สภาวะสวิตช์ถูกกด หลอดไฟทำงานติดสว่าง หรือเอาต์พุตมีสัญญาณออก



รูปที่ 10.1 แสดงสภาวะสัญญาณ Logic 0 และ Logic 1

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรูที่ 10
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานพื้นฐานทางดิจิทัล	90

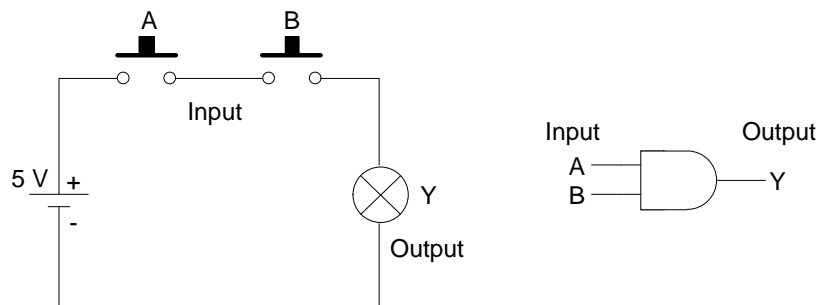


รูปที่ 10.2 วงจรไฟฟ้าพื้นฐาน


ลอจิกเกต (Logic Gate) เป็นส่วนประกอบทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กมาก ใช้ในงานดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะ เนื่องจากลอจิกเกตทำงานได้ด้วยเลขฐานสอง หรือระดับลอจิก “1” และ “0” บางครั้งจึงเรียกว่า ลอจิกเกตฐานสอง (Binary Logic Gate) ลอจิกเกตมีฟังก์ชันการทำงานหลายฟังก์ชัน ดังนั้นจึงควรศึกษาฟังก์ชันพื้นฐานของลอจิกเกต เช่น ลอจิกเกตแบบแอนด์ ลอจิกเกตแบบออร์ ลอจิกเกตแบบนอต ฯลฯ ให้มีความเข้าใจในการทำงานและรู้จักตารางความจริงของลอจิกเกตเหล่านั้น โดยอาจเทียบเคียงการทำงานของลอจิกเกตได้ด้วยสวิตช์ หรือหน้าสัมผัสของรีเลย์ ลอจิกเกตเหล่านี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในรูปของวงจรรวม (IC : Integrated Circuit) ซึ่งเป็นชิพขนาดเล็ก ที่นิยมใช้มี 2 กลุ่มคือ กลุ่มวงจรรวมชนิดทีทีแอล (TTL ICs) จะพบในชื่อ 74LXX 74LSXX 74HXX 74ALSXX เป็นต้น สำหรับกลุ่มวงจรรวมชนิดซีเอ็มอส (CMOS ICs) จะพบในชื่อ 74HCXX 74HCTXX 40XX และ MC14XX เป็นต้น

10.3.2.1 ลอจิกเกตแบบแอนด์

ลอจิกเกตแบบแอนด์ หรือแอนด์เกต (AND gate) ฟังก์ชันการทำงานของแอนด์เกตเปรียบเทียบกับสวิตช์อนุกรม ตัวอย่างเช่น แอนด์เกตที่มี 2 อินพุต จะมีฟังก์ชันการทำงานเทียบเท่ากับสวิตช์อนุกรมสองตัว



รูปที่ 10.3 แสดงวงจรไฟฟ้าเปรียบเทียบกับสวิตช์และสัญลักษณ์ของแอนด์เกต 2 อินพุต

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรู้ที่ 10	
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น		
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า	
	ชื่องาน	งานพื้นฐานทางดิจิทัล	91	

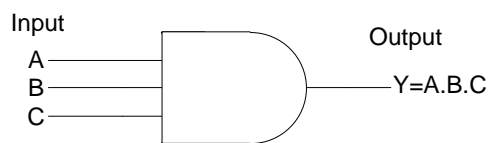
การทำงานของแอนด์เกตเมื่อเทียบกับสวิตช์จากวงจรสวิตช์จะเห็นว่าหลอดที่เอาต์พุต (Y) จะติดสว่างได้เมื่ออินพุตสวิตช์ที่ A และ B อยู่ในสถานะหน้าสัมผัสปิดเท่านั้น หากเป็นกรณีอื่น ๆ ไม่สามารถทำให้หลอดที่เอาต์พุต (Y) จะเป็น “1” ได้เมื่อลอจิกอินพุตที่ A และ B ทั้งสองอินพุตเป็น “1” เท่านั้น

ตารางความจริง (Truth Table) ของแอนด์เกต หมายถึงตารางแสดงสถานะที่ปรากฏที่เอาต์พุตของเกตเมื่อลอจิกอินพุตเปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตาม ลอจิกอินพุตของแอนด์เกตที่มี 2 อินพุต จะเปลี่ยนแปลงได้เพียง 4 สถานะเท่านั้น

สถานะที่	อินพุต		เอาต์พุต
	B	A	Y
1	0	0	0
2	0	1	0
3	1	0	0
4	1	1	1


ตารางที่ 10.1 แสดงตารางความจริงของแอนด์เกต 2 อินพุต

สำหรับแอนด์เกตที่มีอินพุตมากกว่า 2 เช่น 3 อินพุต หรือ 4 อินพุต ตารางความจริงของแอนด์เกต 3 อินพุต และตารางความจริงของแอนด์เกต 4 อินพุต ที่น่าสังเกต คือ ไม่ว่าเป็นแอนด์เกต 2 อินพุต 3 อินพุต หรือ 4 อินพุต เอาต์พุตของมันจะมีเพียงหนึ่ง และเอาต์พุตนี้จะได้ออจิก “1” เมื่ออินพุตทั้งหมดได้รับลอจิก “1” เท่านั้น



รูปที่ 10.4 แสดงสัญลักษณ์ของแอนด์เกต 3 อินพุต

สถานะที่	อินพุต			เอาต์พุต
	C	B	A	Y
1	0	0	0	0
2	0	0	1	0
3	0	1	0	0

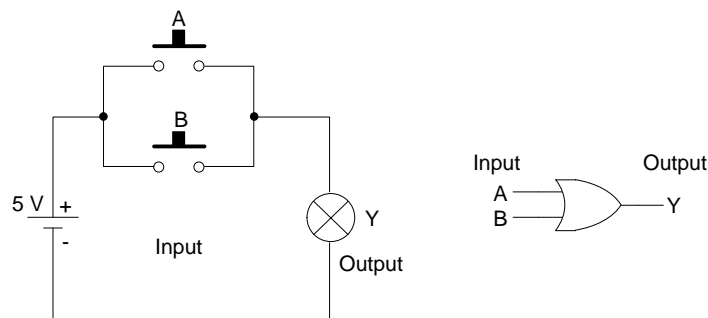
	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรู้ที่ 10	
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น		
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า	
	ชื่องาน	งานพื้นฐานทางดิจิทัล	92	

4	0	1	1	0
5	1	0	0	0
6	1	0	1	0
7	1	1	0	0
8	1	1	1	1

ตารางที่ 10.2 ตารางความจริงของแอนด์เกต 3 อินพุต

10.3.2.2 ลอจิกเกตแบบออร์

ลอจิกเกตแบบออร์ หรือออร์เกต (OR gate) ฟังก์ชันการทำงานของออร์เกตเปรียบเทียบกับสวิตช์ขนาน ตัวอย่างเช่น ออร์เกต 2 อินพุต จะมีฟังก์ชันการทำงานเหมือนกับวงจรสวิตช์ขนาน




รูปที่ 10.5 แสดงวงจรไฟฟ้าเปรียบเทียบกับสวิตช์และสัญลักษณ์ของออร์เกต 2 อินพุต

เมื่อพิจารณาการทำงานของสวิตช์ขนานจะพบว่าหลอดที่เอาต์พุต Y จะติดสว่าง (ลอจิก 1) เมื่อสวิตช์ A หรือ ตัวใดตัวหนึ่ง หรือทั้งสองตัวอยู่ในสถานะหน้าสัมผัสปิด และจะดับเมื่อสวิตช์ทั้งสองตัวอยู่ในสถานะหน้าสัมผัสเปิดเท่านั้น ซึ่งก็คือฟังก์ชันของออร์เกต กล่าวคือเอาต์พุต Y จะเป็นลอจิก “0” เมื่ออินพุต A และ B ได้รับลอจิก “0” และจะเป็น “1” เมื่ออินพุต A หรือ B หรือทั้ง AB ได้รับลอจิก “1”

ในทำนองเดียวกันกับแอนด์เกต เมื่อนำออร์เกตไปต่ออินพุต A และ B เข้ากับลอจิกสวิตช์ และนำเอาต์พุต Y ต่อเข้ากับไดโอดเปล่งแสง เพื่อแสดงสถานะลอจิกทางเอาต์พุต และทำการป้อนลอจิก “0” และ “1” ที่อินพุต A และ B จะสามารถป้อนสถานะลอจิกอินพุตที่ไม่ซ้ำซ้อนกันได้ 4 สถานะเช่นกัน ตารางความจริงแสดงสถานะลอจิกอินพุตของออร์เกต 2 อินพุต

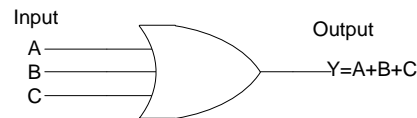
สถานะที่	อินพุต		เอาต์พุต
	B	A	Y
1	0	0	0

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรู้ที่ 10	
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น		
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า	
	ชื่องาน	งานพื้นฐานทางดิจิทัล	93	

2	0	1	1
3	1	0	1
4	1	1	1

ตารางที่ 10.3 แสดงตารางความจริงของออร์เกต 2 อินพุต

สำหรับออร์เกตที่มีอินพุตมากกว่า 2 อินพุต เช่น 3 อินพุต หรือ 4 อินพุตมีฟังก์ชันการทำงานเหมือนกับกรณีสออร์เกต 2 อินพุต ซึ่งพิจารณาได้จากตารางความจริงจะพบว่าออร์เกตนั้น เอาต์พุตจะเป็นลอจิก “0” เมื่ออินพุตทั้งหมดได้รับลอจิก “0” และเอาต์พุตจะเป็นลอจิก “1” เมื่ออินพุตหนึ่งหรือทั้งหมดเป็น “1”




รูปที่ 10.6 แสดงสัญลักษณ์ของออร์เกต 3 อินพุต

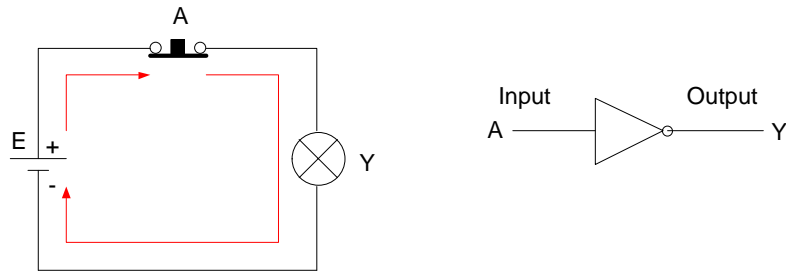
สถานะที่	อินพุต			เอาต์พุต
	C	B	A	Y
1	0	0	0	0
2	0	0	1	1
3	0	1	0	1
4	0	1	1	1
5	1	0	0	1
6	1	0	1	1
7	1	1	0	1
8	1	1	1	1

ตารางที่ 10.4 ตารางความจริงของออร์เกต 3 อินพุต

10.3.2.3 ลอจิกเกตแบบนอต

ลอจิกเกตแบบนอต หรือนอตเกต (NOT gate) เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เนื่องจากเป็นเกตที่มีเพียงอินพุตเดียว และฟังก์ชันการทำงานจะทำหน้าที่ให้ลอจิกเอาต์พุตมีสถานะตรงข้ามกับลอจิกอินพุตเสมอ เช่น ถ้าลอจิกอินพุตเป็น “1” ลอจิกเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์จะเป็น “0” และถ้าลอจิกอินพุตเป็น “0” ลอจิกเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์จะเป็น “1” สัญลักษณ์ของนอตเกต และวงจรสวิตช์ที่ทำงานฟังก์ชันเดียวกับนอตเกต

	สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์	ใบเนื้อหาการเรียนรูที่ 10
	ชื่อวิชา	หุ่นยนต์เบื้องต้น	
	รหัสวิชา	2105-2121	หน้า
	ชื่องาน	งานพื้นฐานทางดิจิทัล	94



รูปที่ 10.7 แสดงวงจรไฟฟ้าเปรียบเทียบสวิตช์และสัญลักษณ์ของนอตเกต 2 อินพุต

เมื่อสวิตช์อยู่ตำแหน่ง “0” หลอดเอาต์พุต Y จะติดสว่าง (ลอจิก “1”) แต่ถ้าสวิตช์ตำแหน่ง “1” หลอดเอาต์พุต Y จะดับ (ลอจิก “0”) สำหรับการทำงานในฟังก์ชันของนอตเกต

เนื่องจากนอตเกตเป็นลอจิกเกตที่มีเพียงอินพุตเดียว ดังนั้นตารางความจริงแสดงการทำงานของลอจิกเกตจึงมีเพียง 2 บรรทัด

สถานะที่	อินพุต	เอาต์พุต
	B	Y
1	0	0
2	0	1

ตารางที่ 10.5 แสดงตารางความจริงของนอตเกต

สมการของนอตเกตเขียนด้วยเครื่องหมายอินเวิร์สหรือบาร์ที่อินพุตดังนี้ $Y = \bar{A}$ อ่านว่า วาย เท่ากับนอตเอ หรือวายเท่ากับเออินเวิร์สหรือวายเท่ากับเอบาร์