	หน่วยที่ 2 ความรู้พื้นฐานทางดิจิทัล	สอนครั้งที่ 2
	รหัสวิชา 2104-2109 วิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	จำนวน 4 ชั่วโมง

สาระการเรียนรู้

- 1) ระบบเลขฐาน (Number System) และการแปลงเลขฐาน
- 2) การอ่านค่าข้อมูลใน PLC
- 3) พื้นฐานลอจิกเกต (Basic Logic Gate)

แนวคิดสำคัญ

ระบบเลขฐาน เป็นพื้นฐานของ PLC ที่ใช้ในการสื่อสารและประมวลผล มีสถานะการทำงานเป็นลอจิก 0 และ 1 ควรศึกษาและเรียนรู้ระบบเลขฐานให้มีความเข้าใจ เพื่อให้สามารถกำหนดค่าข้อมูลและใช้งานคำสั่งของ PLC ได้อย่างถูกต้อง

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

- 1) เพื่อให้มีความรู้ เข้าใจเกี่ยวกับระบบเลขฐาน (Number System) และการแปลงเลขฐาน
- 2) เพื่อให้มีความรู้ เข้าใจเกี่ยวกับการอ่านค่าข้อมูลใน PLC
- 3) เพื่อให้มีความรู้ เข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานลอจิกเกต (Basic Logic Gate)
- 4) เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้มี คุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สอดคล้องกับ จรรยาบรรณวิชาชีพ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ด้านความรู้

- 1) บอกระบบเลขฐานที่ใช้งานใน PLC ได้ถูกต้อง
- 2) บอกการอ่านค่าข้อมูลใน PLC ได้ถูกต้อง
- 3) แปลงเลขฐานได้ถูกต้อง
- 4) เขียนสมการพื้นฐานลอจิกเกตได้ถูกต้อง

ด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 1) มีคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์สอดคล้องกับจรรยาบรรณวิชาชีพ

สมรรถนะประจำหน่วย

- 1) แสดงความรู้ในการบอกวิธีการอ่านค่าข้อมูลใน PLC
- 2) แสดงความรู้ในการแปลงเลขฐาน
- 3) แสดงความรู้ในการเขียนสมการพื้นฐานลอจิกเกต

คำแนะนำ

หน่วยที่ 2 ความรู้พื้นฐานทางดิจิทัล ใช้ร่วมกับกิจกรรมเสริมทักษะ กิจกรรมที่ 2 เรื่อง ลอจิกเกต

หน่วยที่ 2

ความรู้พื้นฐานทางดิจิทัล

พีแอลซีใช้ระบบตัวเลขที่เป็น 1 หรือ 0 (BIN) ใช้ในการประมวลผล แต่ในชีวิตประจำวันมักจะใช้ข้อมูลเลขฐานสิบเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น การแปลงข้อมูลเลขฐานจึงมีความจำเป็น เมื่อต้องอ่านค่าหรือเขียนค่าจากพีแอลซี ในหน่วยนี้ จะอธิบายถึงการแสดงค่าข้อมูลเลขฐานสอง ฐานสิบ ฐานสิบหก และวิธีการแปลงข้อมูลเลขฐาน

2.1 ระบบเลขฐาน (Number System)

เป็นระบบตัวเลขที่ใช้งานใน PLC มีใช้งานอยู่ด้วยกัน 4 แบบคือ ระบบเลขฐานสอง (Binary : BIN) เลขฐานแปด (Octal : Oct) เลขฐานสิบ (Decimal : DEC) และเลขฐานสิบหก (Hexadecimal : HEC)

- ระบบเลขฐานสอง (Binary : Bin)
- ระบบเลขฐานแปด (Octal : Oct)
- ระบบเลขฐานสิบ (Decimal : Dec)
- ระบบเลขฐานสิบหก (Hexadecimal : Hex)

สามารถเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวเลขฐานสอง เลขฐานแปด เลขฐานสิบ และเลขฐานสิบหก ได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบค่าเลขฐานสอง เลขฐานแปด เลขฐานสิบ และเลขฐานสิบหก

เลขฐานสอง (Binary)	เลขฐานแปด (Octal)	เลขฐานสิบ (Decimal)	เลขฐานสิบหก (Hexadecimal)
0000	0	0	0
0001	1	1	1
0010	2	2	2
0011	3	3	3
0100	4	4	4
0101	5	5	5
0110	6	6	6
0111	7	7	7
1000	10	8	8
1001	11	9	9
1010	12	10	A
1011	13	11	B
1100	14	12	C
1101	15	13	D
1110	16	14	E
1111	17	15	F

2.1.1 ระบบเลขฐานสอง (Binary System : Bin) จะมีตัวเลขที่ใช้งานอยู่ด้วยกัน 2 ตัวคือ

ตัวเลข 0 และ 1 หรือในบางครั้งอาจจะใช้คำอื่นแทนค่าตัวเลข เช่น False หรือ True

- การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบ

ในการแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบนั้น สามารถพิจารณาจากน้ำหนัก (Weight) ของเลขฐานในแต่ละบิตจากตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบ

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Bit Number
2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	Bit Weight
32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	
																Binary Data

ตัวอย่างที่ 1 จงแปลงข้อมูลเลขฐานสองขนาด 16 บิต ซึ่งมีค่าข้อมูลคือ $1010\ 1001\ 0110\ 0101_2$

ให้เป็นเลขฐานสิบ จะมีค่าเท่ากับเท่าใด

วิธีทำแบบที่ 1

1. ให้นำข้อมูลเลขฐานสองขนาด 16 บิต ค่าข้อมูลคือ $1010\ 1001\ 0110\ 0101_2$ ใส่ลงในช่อง Binary Data โดยเรียงตามบิต (ตามตำแหน่งลูกศรชี้) ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบ

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Bit Number
2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	Bit Weight
32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	
1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	Binary Data

2. พิจารณาน้ำหนักข้อมูลในแต่ละบิตโดยพิจารณาเฉพาะข้อมูลในบิตที่เป็น 1 (ลูกศรชี้สีแดง) และ นำค่าน้ำหนักของข้อมูลที่บิตเป็น 1 มาบวกกันจะได้ผลลัพธ์เป็นเลขฐานสิบ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบ

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Bit Number
2^{15}	2^{14}	2^{13}	2^{12}	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	Bit Weight
32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1	
1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	Binary Data

ตอบ จากข้อมูล จะได้ค่าเท่ากับ $32768 + 8192 + 2048 + 256 + 64 + 32 + 4 + 1$
 $= 43365_{10}$

วิธีทำแบบที่ 2 เป็นการนำค่าข้อมูลในแต่ละบิตคูณกับน้ำหนักในแต่ละบิต นำค่าที่ได้มาบวกกัน

$$\begin{aligned}
 1010\ 1001\ 0110\ 0101_2 &= (1 \times 2^{15}) + (0 \times 2^{14}) + (1 \times 2^{13}) + (0 \times 2^{12}) + (1 \times 2^{11}) + (0 \times 2^{10}) \\
 &\quad + (0 \times 2^9) + (1 \times 2^8) + (0 \times 2^7) + (1 \times 2^6) + (1 \times 2^5) + (0 \times 2^4) \\
 &\quad + (0 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) \\
 &= 32768 + 8192 + 2048 + 256 + 64 + 32 + 4 + 1 \\
 &= 43365_{10}
 \end{aligned}$$

ตอบ เลขฐานสองค่าข้อมูลคือ $1010\ 1001\ 0110\ 0101_2$ แปลงเป็นเลขฐานสิบ เท่ากับ 43365_{10}

2.1.2 ระบบเลขฐานแปด (Octal System : Oct)

จะมีตัวเลขที่ใช้งานอยู่ด้วยกัน 8 ตัว คือ ตัวเลข 0 – 7

- การแปลงเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสิบหก

ให้พิจารณาจากค่าของเลขฐานแปดในแต่ละหลักแปลงออกออกเป็นเลขฐานสอง (โดยเลขฐานแปด 1 Oct จะมีค่าเท่ากับเลขฐานสอง 3 บิต) จากนั้น จึงแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหก โดยให้พิจารณาค่าของเลขฐานสองเป็นกลุ่มแต่ละกลุ่มมีขนาดข้อมูลเท่ากับ 4 บิต พิจารณา จากด้านขวาไปด้านซ้าย (ค่าของเลขฐานสองขนาด 4 บิต มีค่าเท่ากับเลขฐาน 16 ขนาด 1 หลักหรือ 1 Digit)

ตัวอย่างที่ 2 จงแปลงข้อมูลเลขฐานแปด 4721_8 ให้เป็นเลขฐานสิบหก

วิธีทำ

1. พิจารณาโจทย์จะมีเลขฐานแปด (Oct) เท่ากับ 4 หลัก (Digit 0 – 3) ให้นำค่าของเลขฐาน (Oct) แต่ละหลักที่ได้จากโจทย์ ใส่ลงไปในช่องข้อมูลเลขฐานแปด (Oct Data) ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การแปลงเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสอง

3			2			1			0			Digit Number
4	2	1	4	2	1	4	2	1	4	2	1	Weight
4			7			2			1			Oct Data
												Bin Data

2. พิจารณาค่าของเลขฐานแปดในแต่ละหลัก โดยพิจารณาจากเลขฐานแปด ให้เป็นเลขฐานสอง 3 หลัก ผลลัพธ์ที่พิจารณาจะอยู่ในช่องข้อมูลเลขฐานสอง (Bin Data) ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การแปลงเลขฐานแปดเป็นเลขฐานสอง

3			2			1			0			Digit Number
4	2	1	4	2	1	4	2	1	4	2	1	Weight
4			7			2			1			Oct Data
1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	Bin Data

เลขฐานแปด	4	7	2	1
เลขฐานสอง	100	111	010	001

เลขฐานแปด 4721 แปลงเป็นเลขฐานสองได้เท่ากับ 100111010001

3. ให้นำข้อมูลเลขฐานสองมาแบ่งออกเป็นกลุ่ม จะได้ 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 บิต

ข้อมูลเลขฐานสอง $100111010001_2 = 1001 \ 1101 \ 0001$

4. พิจารณาค่าน้ำหนัก (Weight) ของเลขฐานสองแต่ละกลุ่ม แล้วบวกค่าน้ำหนักภายในกลุ่ม (บวกเฉพาะข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ในวงกลมสีแดง) จะได้ผลลัพธ์ ที่พิจารณา อยู่ในช่องข้อมูลเลขฐานสิบหก (Hex Data) จากตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหก

2				1				0				Digit Number
8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	Weight
①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	Bin Data
9				D				1				Hex Data

เลขฐานสอง 1001 1101 0001

เลขฐานสิบหก $8+1 = 9$ $8+4+1 = 13 = D$ 1

ตอบ ข้อมูลเลขฐานแปด 4721₈ เป็นเลขฐานสิบหกเท่ากับ 9D1₁₆

2.1.3 ระบบเลขฐานสิบ (Decimal System : Dec) จะมีตัวเลขที่ใช้งานอยู่ด้วยกัน 10 ตัวคือ

ตัวเลข 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 หรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า BCD CODE

- การแปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสอง

ในการแปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสองนั้น สามารถทำได้โดยวิธีการหารสั้น โดยการนำค่าเลขฐานสิบที่ต้องการแปลงหารด้วยสองแล้วเขียนผลหารและเศษที่เหลือจากการหารในแต่ละครั้งไว้ ทำต่อจนกระทั่งผลของการหารเป็น 0 สุดท้าย เขียนเศษที่ได้จากการหาร โดยเขียนจากด้านล่างขึ้นด้านบน

ตัวอย่างที่ 3 จงแปลงข้อมูลเลขฐานสิบ 67₁₀ ให้เป็นเลขฐานสอง

วิธีทำ

1. ให้นำข้อมูลเลขฐานสิบ มาตั้งหารด้วย 2 ตลอด จนกว่าจะเหลือค่าน้อยกว่าตัวหาร ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 การแปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสอง

การหาร	ผลหาร	เศษ
$\begin{array}{r} 67 \\ 2 \\ \hline \end{array}$	33	①
$\begin{array}{r} 33 \\ 2 \\ \hline \end{array}$	16	①
$\begin{array}{r} 16 \\ 2 \\ \hline \end{array}$	8	①
$\begin{array}{r} 8 \\ 2 \\ \hline \end{array}$	4	①
$\begin{array}{r} 4 \\ 2 \\ \hline \end{array}$	2	①
$\begin{array}{r} 2 \\ 2 \\ \hline \end{array}$	①	①

2. นำเศษที่ได้จากการหาร เป็นคำตอบ โดยเขียนข้อมูลเริ่มจากด้านล่างขึ้นด้านบน
คำตอบ 1000011_2

ตอบ 67_{10} แปลงให้เป็นเลขฐานสอง จะมีค่าเท่ากับ 1000011_2

2.1.4 ระบบเลขฐานสิบหก (Hexadecimal System : Hex)

จะมีตัวเลขที่ใช้งานอยู่ด้วยกัน 16 ตัว โดยใช้ตัวเลข 0 – 9 และใช้อักษรภาษาอังกฤษ A – F แทนตัวเลขสองหลัก 10 – 15 คือ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

- การแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสอง

ให้พิจารณากลับจากค่าของเลขฐานสิบหกในแต่ละหลักแปลงออกเป็นเลขฐานสอง (โดยเลขฐานสิบหก 1 Hex จะมีค่าเท่ากับเลขฐานสอง 4 Bin)

ตัวอย่างที่ 4 จงแปลงข้อมูลเลขฐานสิบหก $F191_{16}$ ให้เป็นเลขฐานสอง

วิธีทำ

1. พิจารณาโจทย์จะมีเลขฐานสิบหก (Hex) เท่ากับ 4 หลัก (Digit 0 – 3) ให้นำค่าของเลขฐานสิบหก (Hex) แต่ละหลักที่ได้จากโจทย์ ใส่ลงไปในช่องข้อมูลเลขฐานสิบหก (Hex Data) ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 การแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสอง

3				2				1				0				Digit Number
8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	Weight
F				1				9				1				Hex Data
																Bin Data

2. พิจารณาค่าของเลขฐานสิบหกในแต่ละหลักว่ามีค่าเท่ากับเท่าไร จากนั้นพิจารณากลับจากเลขฐานสิบหก ในแต่ละหลักให้เป็นเลขฐานสองสี่หลัก ผลลัพธ์ที่พิจารณาจะอยู่ในช่องข้อมูลเลขฐานสอง (Bin Data) ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 การแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสอง

3				2				1				0				Digit Number
8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	Weight
F				1				9				1				Hex Data
1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	Bin Data

เลขฐานสิบหก F = 15

เลขฐานสอง 1111

1

0001

9

1001

1

0001

ตอบ เลขฐานสิบหก F191₁₆ แปลงเป็นเลขฐานสองได้เท่ากับ 1111 0001 1001 0001₂

- การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหก

การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหก ให้พิจารณาค่าของเลขฐานสองเป็นกลุ่มแต่ละกลุ่มมีขนาดข้อมูลเท่ากับ 4 บิตพิจารณาจากด้านขวาไปด้านซ้าย (ค่าของเลขฐานสองขนาด 4 บิต มีค่าเท่ากับเลขฐาน 16 ขนาด 1 หลักหรือ 1 Digit)

ตัวอย่างที่ 5 จงแปลงข้อมูลเลขฐานสอง 0100100111001110₂ ให้เป็นเลขฐานสิบหก

วิธีทำ

- ให้นำข้อมูลเลขฐานสองขนาด 16 บิตมาแบ่งออกเป็นกลุ่ม จะได้ 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 บิต
ข้อมูลเลขฐานสอง 0100100111001110₂ = 0100 1001 1100 1110
- พิจารณาค่าน้ำหนัก (Weight) ของเลขฐานสองแต่ละกลุ่ม แล้วบวกค่าน้ำหนักภายในกลุ่ม (บวกเฉพาะข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ในวงกลมสีแดง) จะได้ผลลัพธ์ที่พิจารณา อยู่ในช่องข้อมูลเลขฐานสิบหก (Hex Data) จากตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขฐานสิบหก

3				2				1				0				Digit Number
8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1	Weight
0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	Bin Data
4				9				C				E				Hex Data

เลขฐานสอง 0100

1001

1100

1110

เลขฐานสิบหก 4

8+1 = 9

8+4 = 12 = C

8+4+2 = 14 = E

ตอบ ข้อมูลเลขฐานสอง 0100 1001 1100 1110₂ เป็นเลขฐานสิบหกเท่ากับ B671₁₆

2.3.5 การแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสิบ

ในการแปลงเลขฐานสิบหกเป็นเลขฐานสิบ ให้ใช้หลักการกระจายค่าออกมาเป็นผลรวมของเลขฐานสิบ

ตัวอย่างที่ 5 จงแปลงข้อมูลเลขฐานสิบหก 4CA9₁₆ ให้เป็นเลขฐานสิบ

วิธีทำ

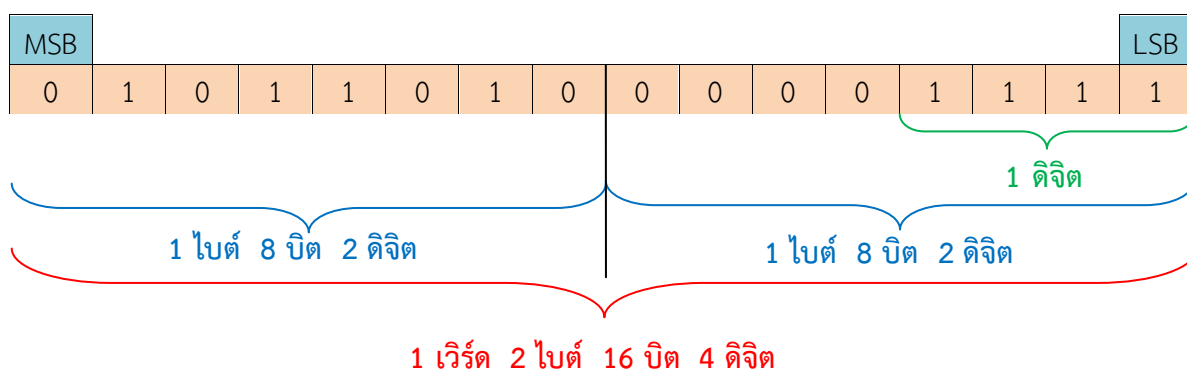
$$\begin{aligned}
 4CA9_{16} &= (4 \times 16^3) + (C \times 16^2) + (A \times 16^1) + (9 \times 16^0) \\
 &= (4 \times 16^3) + (12 \times 16^2) + (10 \times 16^1) + (9 \times 16^0) \\
 &= 16384 + 3072 + 160 + 9
 \end{aligned}$$

ตอบ $4CA9_{16} = 19625_{10}$

2.2 การอ่านค่าข้อมูลใน PLC

ข้อมูลภายในของ PLC จะมีคำจำกัดความในการใช้งานที่เรียกกันคือ บิต (Bit) ไบต์ (Byte) เวิร์ด (Word) มีหลักการเรียกและเปรียบเทียบข้อมูลแบบต่าง ๆ ดังนี้ คือ

ข้อมูลเลขฐานสองแต่ละตัวเลข เรียกว่า บิต และข้อมูลเลขฐานสอง ขนาด 4 บิต จะมีค่าเท่ากับ 1 ดิจิต และข้อมูลเลขฐานสองขนาด 8 บิต มีค่าเท่ากับ 1 ไบต์ หรือ 2 ดิจิต และข้อมูลเลขฐานสองขนาด 16 บิต มีค่าเท่ากับ 1 เวิร์ด หรือ 2 ไบต์ หรือ 16 บิต หรือ 4 ดิจิต



รูปที่ 2.1 การอ่านค่าข้อมูลใน PLC

2.3 พื้นฐานลอจิกเกต (Basic Logic Gate)

พีแอลซี ถูกประกอบขึ้นจากอุปกรณ์และวงจรทางดิจิทัล ที่มีการทำงานในลักษณะของลอจิกและวงจรดิจิทัล โดยจะมีส่วนประกอบพื้นฐาน คือ ลอจิกเกต (Logic gate) ซึ่งจะมีการทำงานเหมือนระบบเลขไบนารี (เลข 0 กับเลข 1) ดังนั้น การทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษา ทำความเข้าใจ การทำงานแบบไบนารีของลอจิกเกต (Logic gate) การทำงานของลอจิกเกตพื้นฐาน เช่น AND, OR, NOT, NOR และ NAND เพื่อเป็นพื้นฐานในการ เรียนวงจรลอจิกที่ซับซ้อนต่อไป

2.3.1 หลักการพื้นฐานของ AND Gate

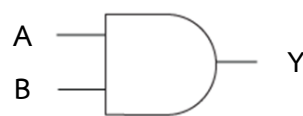
ใช้เครื่องหมายคูณหรือจุด หลักการคือเมื่อมีสัญญาณอินพุตเป็น 1 ทั้งคู่ จะส่งผลทำให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น 1 แต่ถ้าอินพุตตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งสองตัวเป็น 0 จะทำให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น 0 ดังนั้น สมการลอจิกสำหรับเอาต์พุตของ AND Gate จึงเขียนได้ดังนี้

$$Y = A \cdot B$$

จากสมการลอจิก เครื่องหมาย (•) คือ การคูณแบบ AND สามารถเขียนตารางความจริง (truth table) และสัญลักษณ์ได้ดังรูปที่ 2.2

อินพุต		เอาต์พุต
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ตารางความจริง



สัญลักษณ์ของ AND Gate

รูปที่ 2.2 ตารางความจริงและสัญลักษณ์ของ AND Gate

2.3.2 หลักการพื้นฐานของ OR Gate

ใช้เครื่องหมายบวก หลักการคือเมื่อสัญญาณอินพุตตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งสองตัวเป็น 1 จะทำให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น 1 แต่ถ้าอินพุตทั้งสองตัวเป็น 0 จะทำให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น 0 ดังนั้น สมการลอจิกสำหรับเอาต์พุตของ OR Gate จึงเขียนได้ดังนี้

$$Y = A + B$$

จากสมการลอจิก เครื่องหมาย (+) ไม่ใช่การบวกเลขแบบธรรมดาแต่จะเป็นการบวกแบบ OR ซึ่ง สามารถเขียนตารางความจริง (truth table) และสัญลักษณ์ได้ดังรูปที่ 2.3

อินพุต		เอาต์พุต
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ตารางความจริง (truth table)



สัญลักษณ์ของ OR Gate

รูปที่ 2.3 ตารางความจริงและสัญลักษณ์ของ OR Gate

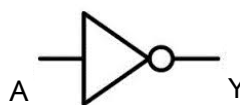
2.3.3 หลักการพื้นฐานของ NOT Gate

ใช้เครื่องหมายขีดบนเหนือสัญลักษณ์ของอินพุต ตัวกระทำ NOT ใช้กับตัวแปรอินพุตเดียว แตกต่างจากตัวกระทำ OR และ AND หลักการคือเมื่อสัญญาณอินพุตเป็น 1 จะทำให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น 0 ดังนั้น สมการลอจิกสำหรับเอาต์พุตของ NOT Gate จึงเขียนได้ดังนี้

$$Y = \overline{A}$$

สัญลักษณ์ขีดบน (bar) ตัว A แทนการกระทำ NOT สมการ $Y = \text{NOT } A$ หรือ เท่ากับส่วนกลับของ A หรือ เท่ากับ A bar สามารถเขียนตารางความจริงและสัญลักษณ์ได้ดังรูปที่ 2.4

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



สัญลักษณ์ของ NOT Gate

ตารางความจริง (truth table)

รูปที่ 2.4 ตารางความจริงและสัญลักษณ์ของ NOT Gate

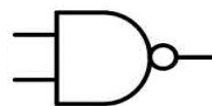
2.3.4 หลักการพื้นฐานของ NAND Gate

ใช้เครื่องหมายขีดบนเหนือสัญลักษณ์ของอินพุต AND Gate หลักการคือเมื่อสัญญาณอินพุตตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งคู่เป็น 0 จะทำให้เอาต์พุตเป็น 1 แต่ถ้าอินพุตทั้งสองตัวเป็น 1 จะทำให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น 0 ดังนั้น สมการลอจิกสำหรับเอาต์พุตของ NAND Gate จึงเขียนได้ดังนี้

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

จากสมการลอจิกจะเห็นว่า NAND Gate มีการกระทำแรกเป็นการกระทำ AND ของอินพุตและการกระทำที่สองเป็นการกระทำ NOT บนผลคูณแบบ AND สามารถเขียนตารางความจริงและสัญลักษณ์ได้ดังรูปที่ 2.5

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



สัญลักษณ์ของ NAND Gate

ตารางความจริง (truth table)

รูปที่ 2.5 ตารางความจริงและสัญลักษณ์ของ NAND Gate

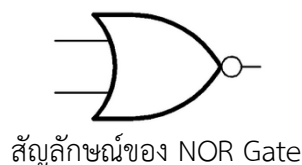
2.3.5 หลักการพื้นฐานของ NOR Gate

ใช้เครื่องหมายขีดบนเหนือสัญลักษณ์ของอินพุต OR Gate หลักการคือเมื่อมีสัญญาณอินพุตเป็น 0 ทั้งคู่ จะส่งผลทำให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น 1 แต่ถ้าอินพุตตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งคู่เป็น 1 จะทำให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น 0 ดังนั้น สมการลอจิกสำหรับเอาต์พุตของ NOR Gate จึงเขียนได้ดังนี้

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

จากสมการลอจิกจะเห็นว่า NOR Gate มีการกระทำแรกเป็น OR ของอินพุตและการกระทำที่สองเป็นการกระทำ NOT บนผลบวกแบบ OR สามารถเขียนตารางความจริงและสัญลักษณ์ได้ดังรูปที่ 2.6

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



ตารางความจริง (truth table)

รูปที่ 2.6 ตารางความจริงและสัญลักษณ์ของ NOR Gate

2.3.6 หลักการพื้นฐานของ Exclusive OR Gate

ใช้เครื่องหมายบวกในวงกลม หลักการคือเมื่ออินพุตมีสัญญาณ Logical ที่ต่างกัน สัญญาณเอาต์พุตของ Exclusive OR Gate จะเป็น 1 แต่ถ้าอินพุตมีสัญญาณ Logical ที่เหมือนกัน เอาต์พุตจะเป็น 0 ดังนั้น สมการลอจิกของ Exclusive OR Gate จึงเขียนได้ดังนี้

$$Y = A \oplus B$$

สามารถเขียนตารางความจริงและสัญลักษณ์ของ Exclusive OR Gate ได้ดังรูปที่ 2.7

A	B	$Y = A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



ตารางความจริง (truth table)



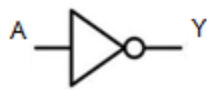



รูปที่ 2.7 ตารางความจริงและสัญลักษณ์ของ Exclusive OR Gate

สรุป

ข้อมูลภายในของ PLC จะมีค่าจำกัดความในการใช้งานที่เรียกกันคือ บิต ไบต์ และเวิร์ด
โดย 1 Digit = 4 บิต , 1 ไบต์ = 8 บิต และ 1 เวิร์ด = 2 ไบต์ = 16 บิต ในการใช้งาน PLC มีการใช้งานระบบเลขฐานอยู่ด้วยกัน 3 ระบบ คือ

1. เลขฐานสอง (Binary : Bin) จะมีตัวเลขที่ใช้งานอยู่ด้วยกัน 2 ตัวคือตัวเลข 0 และ 1 หรือในบางครั้งอาจใช้คำอื่นแทนค่าตัวเลข เช่น False หรือ True
2. เลขฐานสิบ (Decimal : Dec) จะมีตัวเลขที่ใช้งานอยู่ด้วยกัน 10 ตัวคือตัวเลข 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 หรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า BCD CODE
3. เลขฐานสิบหก (Hexadecimal : Hex) มีตัวเลขที่ใช้งานอยู่ 16 ตัว โดยใช้ตัวเลข 0 – 9 และใช้อักษรภาษาอังกฤษ A – F แทนตัวเลขสองหลัก 10 – 15 คือ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

สรุปพื้นฐานของลอจิกเกต (Basic Logic Gate)

Gate	สัญลักษณ์	สมการลอจิก	ตารางความจริง															
AND Gate		$Y = A \bullet B$	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	Y																
0	0	0																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																
OR Gate		$Y = A + B$	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
A	B	Y																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	1																
NOT Gate		$Y = \overline{A}$	<table><tr><th>A</th><th>$Y = \overline{A}$</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	$Y = \overline{A}$	0	1	1	0									
A	$Y = \overline{A}$																	
0	1																	
1	0																	
NAND Gate		$Y = \overline{A \bullet B}$	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>$Y = \overline{A \bullet B}$</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	$Y = \overline{A \bullet B}$	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	$Y = \overline{A \bullet B}$																
0	0	1																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																
NOR Gate		$Y = \overline{A + B}$	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>$Y = \overline{A + B}$</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	$Y = \overline{A + B}$	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
A	B	$Y = \overline{A + B}$																
0	0	1																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	0																
Exclusive OR Gate		$Y = A \oplus B$	<table><tr><th>A</th><th>B</th><th>$Y = A \oplus B$</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	$Y = A \oplus B$	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	$Y = A \oplus B$																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																