บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันนี้ การควบคุมการทำงานอัตโนมัติได้เข้ามาเป็นส่วนประกอบหนึ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์เรา ตัวอย่างเช่นการขับรถยนต์ โดยคนขับรถต้องทำการควบคุมทั้งความเร็ว และทิศทางการเคลื่อนที่ของรถให้เป็นไปตามเส้นทางที่กำหนดเอาไว้ ซึ่งรถยนต์ก็คือกลไก หรือ เครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง ในขณะที่คนขับเป็นมนุษย์ ถ้าหากเราพิจารณาว่า การขับรถยนต์โดยมนุษย์เป็นระบบ (Systems)

ระบบคุมการทำงานอัตโนมัติจึงหมายถึง ระบบควบคุมซึ่งสามารถทำงานอย่างต่อเนื่องได้ด้วยตนเองเมื่อมีการป้อนสัญญาณเริ่มต้นการทำงานเกิดขึ้น โดยที่มนุษย์ไม่ต้องเข้าไปมีส่วนร่วมในกระบวนการควบคุมการทำงานของระบบ ไม่ว่าระบบควบคุมนั้นจะได้มีการกำหนดรูปแบบในการทำงานได้เป็นผลสำเร็จตลอดทั้งระบบ หรือการบังคับให้ระบบเกิดการทำงานในลักษณะที่นำมาซึ่งผลงาน (Output) ที่มีคุณสมบัติสอดคล้องหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ (Set point) ได้ด้วยตัวของระบบเอง

โครงสร้างโดยทั่วไปของระบบควบคุมการทำงาน ค่าเป้าหมายของระบบ หรือเงื่อนไขข้อกำหนดที่ทำการป้อนเข้าสู่ระบบควบคุมจะถูกเรียกว่า (Input) ส่วนผลของการทำงาน หรือสัญญาณที่ถูกส่งออกจากระบบควบคุมการทำงานจะถูกเรียกว่า (Output)

2.1 ประวัติความเป็นมา [1]

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) เรียกย่อๆว่า PLC หรือปัจจุบันใช้คำว่า PC (ย่อมาจาก “Programmable Controller”) และ SC (ย่อมาจาก “Sequence Controller”) เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน่วยความจำในการเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

เมื่อปี พ.ศ.2511 PLC ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกโดยบริษัท Bedford Associates โดยใช้ชื่อว่า Modular Digital Controller (Modicon) ให้ฝ่าย Hydramatic ของบริษัท General Motors ประเทศสหรัฐอเมริกาโดยได้คิดค้นอุปกรณ์แบบใหม่เพื่อใช้แทนวงจรไฟฟ้าแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมของบริษัท และทางบริษัท Allen Bradley ได้เสนอให้ใช้ชื่อระบบควบคุมนี้ว่าโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) และในปี พ.ศ.2512 PLC

ได้ถูกผลิตขึ้นจำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นแห่งแรก และในปี 2514-2523 PLC ได้รับการพัฒนาให้มีการประมวลผลที่เร็วมากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) ที่มีการใช้อินพุต/เอาต์พุตที่เป็นสัญญาณอนาล็อก(Analog) และในปี 2524-2533 ทางบริษัท General Motor ได้มีความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลของ PLC โดยได้สร้างโปรโตคอลที่เรียกว่า Manufacturing Automation Protocol (MAP) ขนาดของ PLC จึงลดลงมาเรื่อยๆพร้อมกับเริ่มมีซอฟต์แวร์ที่จัดการ PLC ด้วยภาษา Symbolic โดยสามารถสั่งโปรแกรมผ่านทางคอมพิวเตอร์ส่วนบุคล (Personal Computer) แทนที่จะสั่งผ่านทางอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม (Handheld Programming Terminal) และตั้งแต่ปี 2534 ถึงปัจจุบันได้มีความพยายามในการที่จะทำให้ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC ให้มีมาตรฐานเดียวกันโดยใช้มาตรฐาน IEC1131-3 และ PLC ของแต่ละบริษัทจะมีชื่อเรียกแตกต่างในแต่ละประเทศคือ

- PC หรือ Programmable Controller เรียกกันในประเทศอังกฤษ
- PLC หรือ Programmable Logic Controller เรียกกันในประเทศสหรัฐอเมริกา
- PBS หรือ Programmable Binary System เรียกกันในประเทศสแกนดิเนเวีย

2.2 ภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรม PLC [1]

ตามมาตรฐานของ IEC1131-3 ได้กำหนดการใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมของ PLC ไว้ทั้งหมด 5 ภาษาคือ

2.2.1 IL (Instruction List) เป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลิ (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine Code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งควบคุมประกอบด้วย ส่วนปฏิบัติการ (Operator) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand)

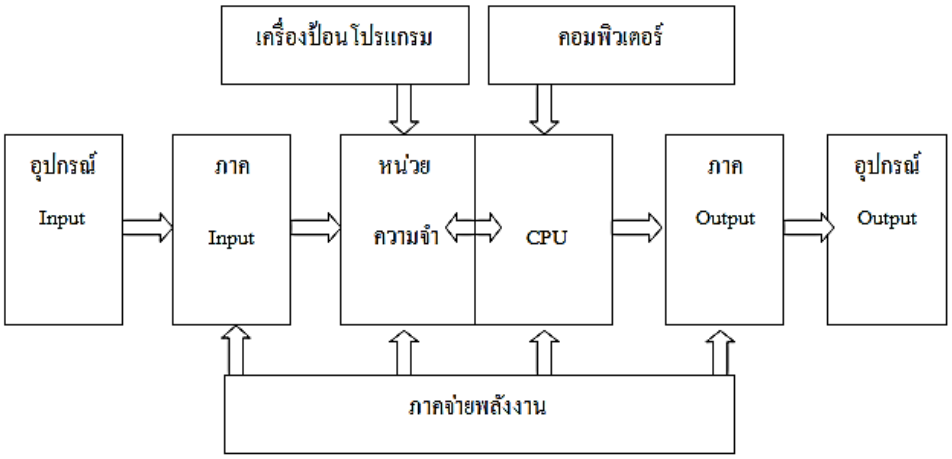
2.2.2 LD (Ladder Diagram) ภาษาซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์และวงจรไฟฟ้าเป็นวงจรที่อ่านได้ง่ายและแสดงการทำงาน

2.2.3 FBD (Function Block Diagram) ภาษาที่แสดงฟังก์ชันและเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายโดยการเขียนโปรแกรมในรูปของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมจะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม

2.2.4 SFC (Sequential Function Chart) ภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบซีเควนซ์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วยคำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน (Step) และเงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละ Step (Transition)

2.2.5 ST (Structured Text) เป็นภาษาระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งคำสั่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงานเช่น IF…THEN…ELSE เป็นต้น

2.3 โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ [1][2]



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ลักษณะโครงสร้างของ PLC จะประกอบไปด้วยคือ

2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นส่วนมันสมองของระบบภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆหลายชนิดและมี Microprocessor-Based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวก รีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก (Relay

Ladder Logic) เข้าไปได้ CPU จะยอมรับ (Read) อินพุตดาต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆจากนั้นจะปฏิบัติและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และไอ/โอโมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้เก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละรายการประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลมาจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุต และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุตเรียกว่า การสแกน(Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่งเรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบประมาณ 1 ถึง 100 msec. (10msec. = 100 ครั้งต่อวินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุต/เอาต์พุตหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนนานขึ้นการเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับค่าของสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุดแล้วส่งไปที่หน่วยเอาต์พุต

CPU ของ PLC จะมีหน่วยประมวลผลด้วยไมโครโพรเซสเซอร์ขนาดตั้งแต่ 4 บิต, 16 บิต, 32 บิต, 64 บิต, หรือ 120 บิต จึงทำให้ PLC แต่ละรุ่นมีความสามารถไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับขนาดและความต้องการในการใช้งานโดยจะดูจากการพิจารณาปัจจัยในการทำงานเช่น จำนวนอินพุตและเอาต์พุต, ความเร็วในการประมวลผล, ขนาดและความจุโปรแกรม เป็นต้น

2.3.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลในการทำงาน ในขณะที่สั่ง PLC ทำงานหน่วยความจำจะนำเอาโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผลการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิตก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง

หน่วยความจำที่ใช้งานของ PLC จะมีอยู่ 2 แบบคือ หน่วยความจำชนิดชั่วคราว (Random Access Memory: RAM) และหน่วยความจำถาวร (Read Only Memory: ROM)

1. **หน่วยความจำชนิดชั่วคราว (Random Access Memory: RAM)**

หน่วยความจำชนิดชั่วคราว (Random Access Memory: RAM) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC เป็นหน่วยความจำมาตรฐานของ PLC เหมาะสมกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมบ่อยๆ แต่ส่วนใหญ่หน่วยความจำนี้จะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงหรือไฟดับจึงจะมีแบตเตอรี่สำรองเล็กๆที่ใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลแต่ไม่จ่ายให้ PLC เรียกแบตเตอรี่สำรองข้อมูล (Backup Battery)

2. **หน่วยวามจำถาวร (Read Only Memory: ROM)**

หน่วยความจำถาวร (Read Only Memory: ROM) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้ ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล แต่มีปัญหาเรื่องเวลาในการเปิดข้อมูล (Time Access) ช้ากว่าแบบหน่วยความจำชั่วคราว จึงทำให้มีการออกแบบสามารถให้ใช้ได้ทั้ง 2 แบบร่วมกัน (RAM and ROM) หน่วยความจำถาวรแบ่งออกได้ 5 ชนิด

- **PROM (Programmable Read Only Memory)** เป็นหน่วยความจำถาวรรุ่นแรกที่สามารถเขียนข้อมูลได้เพียงครั้งเดียว ถ้าเขียนข้อมูลไม่สมบูรณ์หน่วยความจำจะเสียทันทีเนื่องจากไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก

- **EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)** หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต หรือตากแดดร้อนๆนานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับจึงเหมาะสมกับการที่ไม่ต้องการเปลี่ยนโปรแกรมปัจจุบันไม่มีการผลิตหน่วยความจำประเภทนี้สำหรับ PLC รุ่นใหม่ๆ

- **EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)** หน่วย-ความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการ

ทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่าแต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

- **Flash ROM** การเขียนหรือแก้โปรแกรมลงในหน่วยความจำชนิดนี้ทำได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ มีลักษณะคล้าย Memory Card ของคอมพิวเตอร์

- **ATA ROM** มีความจุสูงกว่าหน่วยความจำประเภท ROM แบบอื่นๆ

2.3.3 หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Unit)

หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Unit) ส่วนของอินพุตและเอาต์พุตจะต่อกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆเช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผลเมื่อ CPU ประมวลผลเหมาะสมถูกต้องไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้นสัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้ปัจจุบัน PLC ถูกออกแบบให้มีการป้องกันความเสียหายจากกระแสและแรงดันสูง ขั้วต่อทางด้านอินพุตจึงใช้วิธีแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าออกจากกันด้วยแสงหรือ OPTO-ISOLATION เช่น PHOTOCOUPLER ด้วยวิธีนี้แรงดันจากทางขั้วจะไม่ส่งไปยัง CPU โดยตรง มีเพียงแค่สัญญาณแสงเท่านั้นที่เป็นตัวส่งสัญญาณจากทางขั้วเข้าไปให้ CPU

ในส่วนของภาคเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากหน่วยประมวลผล CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงานเอาต์พุต มีหลายชนิดให้เลือกขึ้นอยู่กับอุปกรณ์เอาต์พุตที่ใช้เช่น เอาต์พุตแบบรีเลย์ (Relay) ใช้ได้กับทั้งไฟ AC และ DC แต่ถ้าเป็นโหลดที่มีการปิด-เปิดบ่อยๆ ใช้ไฟแบบกระแสตรง DC ซึ่งนิยมใช้เอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ (Transistor) หากเป็นไฟกระแสสลับ AC จะใช้เป็นแบบไทรแอ็ค (Triac) ซึ่งทางด้านเอาต์พุตก็ยังคงใช้การแยกสัญญาณไฟฟ้าด้วยวิธี OPTO-ISOLATION เช่นเดียวกันเพื่อป้องกันไม่ให้แรงดันหรือกระแสด้านเอาต์พุตต่อตรงกับ CPU

1. **สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้**

- ทำให้สัญญาณเข้าได้ ในระดับที่เหมาะสมกับ PLC
- การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสงซึ่งอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตลัดวงจร
- หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering) ในส่วนของเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงานเช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ หรือหลอดไฟเป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้นเช่น รีเลย์ หรือคอนแทคเตอร์เป็นต้น

2.3.4 แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply)

แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าและรักษาระดับแรงดันให้ CPU อินพุต/เอาต์พุต และส่วนอื่นๆใน PLC ส่วนมากแล้วจะมีให้เลือก 3 แบบ คือ 24V DC, 120V AC, 240V AC. ซึ่งต้องเลือกให้เหมาะสมโดยเลือกจากชนิดและจำนวนอินพุต/เอาต์พุตแหล่งจ่ายพลังงานของ PLC จะแบ่งออกเป็น 2 ชุด โดยชุดแรกสำหรับอุปกรณ์และวงจรภายในและในส่วนชุดที่สอง จะสำหรับการต่อวงจรภาคอินพุตและเอาต์พุต

2.4 การเชื่อมต่อและป้อนคำสั่งเข้าสู่ PLC [1]

ในการสั่งงานให้ PLC ทำงานหลังจากต่ออุปกรณ์จนครบถ้วนแล้วผู้ใช้จะต้องป้อนโปรแกรมคำสั่งให้กับ PLC เพื่อที่ PLC จะประมวลผลและขับเคลื่อนเอาต์พุตได้ตามต้องการ การป้อนคำสั่งจำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ PLC และสามารถป้อนคำสั่งได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ PLC มี 2 ประเภทคือ

2.4.1 ตัวป้อนโปรแกรมชนิดมือถือ (Hand Held Programmer)

ตัวป้อนโปรแกรมชนิดมือถือ (Hand Held Programmer) หรือเครื่องป้อนโปรแกรม (Programming Device) หรือ เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) ทำหน้าที่ป้อนโปรแกรมควบคุมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักร และกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้อีกด้วย ในตัวป้อนโปรแกรมชนิดมือถือนี้จะเป็นอุปกรณ์ที่มีแผงควบคุมป้อนคำสั่งในลักษณะปุ่มกดให้เลือก ซึ่งปุ่มกดจะมีคำสั่งแยกอย่างชัดเจน ผู้ใช้ต้องมีความรู้ในการเขียนคำสั่งด้วยภาษา Instruction List เช่น LD, AND,OR ซึ่งเป็นคำสั่งพื้นฐานซึ่งมีข้อดีที่เล็กพกพาง่ายแต่ แต่ละยี่ห้อจะไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์อันเดียวกัน

2.4.2 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer)

คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(Personal Computer) คือการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (Computer Software) ในการเชื่อมต่อและสั่งงาน PLC ตัวอาศัยสายเชื่อมต่อกับ PLC สามารถใช้ซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่ได้หลายๆอย่างเช่น ใช้ซอฟต์แวร์ทำการป้อนโปรแกรม แก้ไขโปรแกรม ดูการทำงานของโปรแกรมเป็นต้น ซอฟต์แวร์แต่ละบริษัทจะมีวิธีการไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์ใกล้เคียงกัน

ข้อดีของการเชื่อมต่อด้วยคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคือ ใช้ภาษา Ladder Diagram ในการเขียนคำสั่งโดยที่ปัจจุบันโปรแกรมได้ถูกพัฒนาให้สามารถใช้งานได้ง่าย ผู้ใช้เพียงแต่เขียนโปรแกรมแลดเดอร์ได้ โปรแกรมจะมีปุ่มคำสั่งให้เลือกเพียงแต่เลือกคลิกปุ่มและนำไปวางให้ถูกต้องเท่านั้น นอกจากนั้นโปรแกรมยังมีระบบบริหารจัดการอื่นให้เลือกใช้เช่น การทดสอบโปรแกรมในคอมพิวเตอร์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เป็นต้น

2.5 การแบ่งชนิดของ PLC [1]

PLC สามารถแบ่งชนิดได้ออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะโครงสร้างภายนอกคือ PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs) และ PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs)

2.5.1 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)

PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs) PLC ชนิดนี้ลักษณะโครงสร้างจะเป็น PLC ที่มีขนาดเล็ก โดยจะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC เข้าไว้ในบล็อกเดียวกัน เช่น ตัวประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยอินพุต/เอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟ แต่จะมีข้อจำกัดของการใช้งานขึ้นอยู่กับขนาดของ PLC ที่เลือกตามจำนวนของอินพุต/เอาต์พุต หากต้องการอินพุต/เอาต์พุตมากขึ้นอาจต้องมีการใช้หน่วยขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Unit) เพื่อเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุต โดยการต่อที่พอร์ตขยายอินพุตและเอาต์พุต (Expansion I/O Unit Connector) แต่ก็ต้องพิจารณาข้อจำกัดในการต่อขยายต่อไป

ส่วนประกอบ PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs) มีดังนี้

- ขั้วต่อแหล่งไฟ (Power Supply Input Terminal)
- ขั้วต่ออินพุต (Input Terminal)
- หลอดไฟ LED แสดงสถานการณ์ทำงานของอินพุต (Input Indicator)
- ขั้วต่อเอาต์พุต (Output Terminal)
- หลอดไฟ LED แสดงสถานะการทำงานของเอาต์พุต (Output Indicator)
- พอร์ตขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Unit Connector) พอร์ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม (Peripheral Port)

2.5.2 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs)

PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) PLC ชนิดนี้ลักษณะโครงสร้างจะเป็น PLC ที่มีขนาดใหญ่ส่วนประกอบต่างๆสามารถแยกออกจากกันเป็นลักษณะโมดูล (Modules) เช่นหน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input-Output Unit: I/O Unit) จะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุตและโมดูลเอาต์พุตซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดได้ว่าต้องการโมดูลขนาดกี่อินพุตกี่เอาต์พุต เมื่อเลือกได้ตามต้องการจึงนำโมดูลอินพุตและโมดูลเอาต์พุตมาประกอบบน Backplane ซึ่งสามารถใช้โมดูลอินพุต หรือเอาต์พุตหลายๆโมดูลมาต่อกันได้ แต่ก็ขึ้นอยู่กับโมดูลหน่วยประมวลผล (CPU) ของ PLC ว่าสามารถใช้อินพุตและเอาต์พุตมากที่สุด

จำนวนเท่าไหร่ ซึ่งผู้ใช้ก็สามารถเปลี่ยนโมดูลหน่วยประมวลผล CPU ของ PLC ให้มีขนาดและความสามารถมากขึ้น (ผู้ใช้ต้องศึกษารายละเอียด PLC จากบริษัทผู้ผลิต)

2.6 ความแตกต่างระหว่างคอมพิวเตอร์ทั่วไปกับ PLC [2]

PLC เป็นคอมพิวเตอร์ประเภทหนึ่งจึงมีโครงสร้างเหมือนคอมพิวเตอร์แต่จะมีข้อแตกต่างระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์คือ

- PLC ถูกออกแบบให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรมเช่น ความร้อน ความหนาว ระบบไฟฟ้ารบกวน การสั่นสะเทือน การกระแทกส่วนคอมพิวเตอร์จะเหมาะกับงานในสำนักงาน
- การใช้โปรแกรมของ PLC จะไม่ยุ่งยากเหมือนของคอมพิวเตอร์ PLC จะมีการระบุตรวจสอบตัวเองทำให้ทำงานได้ง่ายและบำรุงรักษาได้ง่ายส่วนคอมพิวเตอร์ทั่วไปจะบอบบางกว่าต้องการการดูแลรักษามากกว่า
- PLC ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้เพียงโปรแกรมเดียว ทำให้ไม่ยุ่งยาก ส่วนคอมพิวเตอร์จะทำงานที่โปรแกรมหลายๆโปรแกรมพร้อมกันจึงมีความยุ่งมากกว่า
- PLC ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตทุกชนิด ทั้งแบบอนาล็อก และแบบลอจิก(On-Off) ขณะที่คอมพิวเตอร์ทั่วไปจะมีขอบเขตกว้างขวางกว่าทั้งงานในสำนักงานความบันเทิงบ้านและการประมวลผลทั่วไป

2.7 หลักการทำงานของ PLC [1][2]

PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมชนิดหนึ่งที่นำมาแทนการควบคุมที่ใช้รีเลย์ ทำให้สะดวกขึ้นเพราะเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์และใช้การเขียนโปรแกรมทำนองเดียวกับคอมพิวเตอร์แทนการเดินสายไฟฟ้า PLC เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นโมดูล สามารถตรวจสอบด้วยตัวเอง เพราะฉะนั้นเมื่อเสียหายก็ทำได้โดยเปลี่ยนโมดูลเท่านั้นและ PLC สามารถตรวจสอบสภาวะ ON หรือ OFF ของอุปกรณ์ภายนอกตามโปรแกรมได้ ทำให้สามารถตรวจสอบหาข้อบกพร่องได้อย่างรวดเร็ว PLC มีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตหลายชนิดเช่น หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบลอจิก (On/Off),หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบAC/DC, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบTTL, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก(Analog), หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอิสระ(Isolated), หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบ

ตัวเลข, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์ (Register), หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมท, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบหน้าจอสัมผัส (Contact) เป็นต้น จึงทำให้สามารถควบคุมเครื่องจักรได้ทุกชนิด นอกจากนั้นแล้ว ยังมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตจำนวนมาก ทั้งมีขนาดเล็กและราคาถูก

หลักการทำงานของ PLC คือเมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาจะถูกเก็บเป็นความจำไว้ในส่วนของความจำ (หน้าคอนแทคที่ต่อกันเรียกว่า ลอจิก1 ส่วนคอนแทคที่ไม่ต่อกันเรียกว่าลอจิก0) หลังจากนั้นแลดเดอร์ไดอะแกรมก็จะสรุปผลรวมกับคอนแทคภายในว่าให้เป็นคอนแทคเปิด (Open) หรือปิด (Closed) ขึ้นอยู่กับการบันทึกของหน่วยความจำ ถ้าหากต้องการสัญญาณเอาต์พุต ค่าของลอจิกต้องเป็นเลข1 ซึ่งหมายถึงชุดหน้าคอนแทคของโมดูล อินเตอร์เฟส (Module Interface) ต่อกัน แต่ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรทำให้ขดลวดความจำของคอยล์ (Coil Memory) มีค่าเป็นลอจิกเลข 0 และโมดูล อินเตอร์เฟส (Module Interface)ไม่ต่อกัน การทำงานของ PLC เมื่อครบ 1 รอบของลำดับดังกล่าวนี้เรียกว่า สแกน (Scan) ส่วน Scan Time คือเวลาที่ต้องการสำหรับ 1 รอบการทำงาน ซึ่งเป็นตัววัดค่าความเร็วการทำงานของ PLC 1 สแกนเวลาประมาณ 1-100 ms. ขึ้นอยู่กับความยาวของโปรแกรมและชนิดของอินพุต/เอาต์พุต PLCจะใช้เลขฐานต่างๆกับลอจิกในการประมวลผลหรือติดต่อกับผู้ใช้ PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements

เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานให้นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร PLC มีคำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรม 4 ภาษาคือ ภาษาแลดเดอร์ ภาษาบูลลีน ภาษาบล็อก และภาษาคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ โดยภาษาแลดเดอร์และภาษาบูลลีนใช้กับ PLC ขนาดเล็กที่แทนรีเลย์ เคาน์เตอร์ และไทเมอร์ ส่วนภาษาบล็อกและภาษาคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษเหมาะสมกับ PLC ขนาดใหญ่ และการควบคุมที่ซับซ้อนมีการคำนวณทางคณิตศาสตร์

2.8 การใช้ PLC สามารถใช้ควบคุมได้ 3 ลักษณะใหญ่ๆ [1]

2.8.1 งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control) เป็นระบบการควบคุมแบบหนึ่งที่มีลักษณะเป็นการควบคุมแบบตามลำดับ โดยระบบควบคุมจะทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้ตามลำดับก่อน-หลัง ตัวอย่างเช่น ในวงจรควบคุมมอเตอร์ที่เป็นวงจรรีเลย์ ต้องมีการกดปุ่ม Start ทำให้ Contactor ทำงานมอเตอร์จึงจะหมุน หรือแม้กระทั้ง Ladder Diagram ที่ใช้ใน PLC เองก็มีลักษณะการควบคุมแบบ Sequence คือจะทำงานก่อน-หลังตามเงื่อนไขที่เราได้โปรแกรมไว้เช่น วิธีการควบคุมแบบ ON-OFF หรือการควบคุมแบบ 2 ตำแหน่งซึ่งการทำงานของวิธีการควบคุมลักษณะนี้จะเป็นเพียงแค่การ ตัดหรือต่อการจ่าย output ยกตัวอย่างในการควบคุมอุณหภูมิเช่น หากเรากำหนดเป้าหมาย (Set Point) ของอุณหภูมิไว้ที่ 50 องศาหากอุณหภูมิขณะนั้นเป็น 40 องศาระบบควบคุมก็จะต่อให้มีการจ่าย Output หรือจ่ายความร้อนให้กับระบบ แต่หากอุณหภูมิเกินค่า Set Point ก็จะตัด Output หรือหยุดการจ่ายความร้อนให้แก่ระบบ

2.8.2 งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticate Control) เป็นการควบคุมแบบฐานข้อมูลเช่น ทำงานทางคณิตศาสตร์ (การบวก,ลบ,คูณ,หาร), การควบคุมแบบอนาล็อก (Analog Control) เช่น การควบคุมอุณหภูมิ (Temperature) การควบคุมความดัน (Pressure), การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo-motor Control)

2.8.3 การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control) เป็นการควบคุมที่จะใช้ร่วมกับระบบสกาดาเป็นกระบวนการขนาดใหญ่ที่สามารถรวมหลายไซต์งานและระยะทางกว้างใหญ่เช่น งานกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมรวมถึงการผลิต, การกลั่นและขบวนการต่อเนื่อง, เป็นชุดๆ, แบบซ้ำ ๆกัน หรือแบบไม่ต่อเนื่อง กระบวนการโครงสร้างพื้นฐานอาจจะเป็นของรัฐบาลหรือของเอกชน รวมถึงการบำบัดน้ำและการแจกจ่ายน้ำการเก็บรวบรวมและบำบัดน้ำเสียน้ำมันและท่อก๊าซส่งพลังงานไฟฟ้าและการกระจายฟาร์มลมระบบไซเรนป้องกันฝ่ายพลเรือนและระบบการสื่อสารที่มีขนาดใหญ่

2.9 ขนาดของ PLC [1]

โดยทั่วไปการเลือกใช้ PLC จะเลือกใช้จากจำนวนอินพุตและเอาต์พุตเป็นหลักว่ามีจำนวนอินพุตเท่าไร และจำนวนเอาต์พุตเท่าไรแต่จะมีการแบ่งขนาดของ PLC ได้ 4 ขนาดใหญ่ๆคือ

2.9.1 ขนาดเล็ก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 128 จุด

2.9.2 ขนาดกลาง มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 1024 จุด

2.9.3 ขนาดใหญ่ มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 4096 จุด

2.9.4 ขนาดใหญ่มาก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 8192 จุด

2.10 การติดตั้ง PLC [2]

จะต้องมีการพิจารณาหลายๆอย่างโดยดูจากสภาพแวดล้อมต่างๆเป็นต้นจะมี 2 อย่างที่ต้องคำนึงถึง

2.10.1 ข้อพิจารณาก่อนติดตั้ง PLC

- พื้นที่ในการติดตั้งมีเพียงพอหรือไม่
- จะต้องเผื่อไว้ขยายในอาคารหรือไม่
- การซ่อมบำรุงต้องทำได้ง่าย
- อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรมีผลกระทบกับ PLC หรือไม่
- วิธีป้องกัน PLC จากสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย

2.10.2 สภาพแวดล้อมหรือสถานที่ที่ไม่ควรติดตั้ง PLC

- มีแสงแดดส่องโดยตรง
- มีอุณหภูมิต่ำกว่าหรือสูงกว่า 55 องศาเซลเซียส
- มีฝุ่นหรือไอเกลือ
- มีความชื้นมาก

- มีก๊าซที่มีคุณสมบัติกัดกร่อน หรือไวไฟ
- สั่นสะเทือนมาก

2.11 อุปกรณ์ที่นำมาใช้เชื่อมต่อกับ PLC ประกอบด้วย [1][2]

2.11.1 ตู้สำหรับใส่ PLC คือตู้ที่ใส่ตัวอุปกรณ์ควบคุมด้วย PLC, Breaker, หลอดไฟเป็นต้นมีหน้าที่ดังนี้

- ต้องป้องกันไม่ให้ PLC เสียหายจากการใช้งานหรือจากส่วนอื่นๆเช่น สิ่งแวดล้อมหรือสิ่งปนเปื้อนในอากาศ
- มีขนาดใหญ่เพียงพอ สะดวกในการเดินสายไฟต่างๆ
- ควรติดตั้งตู้ PLC ห่างจากแผงควบคุมไฟฟ้าแรงสูงอย่างน้อย 8 นิ้ว
- มีสายดิน
- ควรแยกการติดตั้งกับอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง
- ควรแยกการติดตั้งกับอุปกรณ์ที่มีความร้อนสูงเช่น ฮีทเตอร์ หม้อแปลง หรือตัวต้านทานขนาดใหญ่
- ไม่ควรให้ PLC ติดตั้งอยู่บนเพดานหรืออยู่กับพื้น
- ถ้ามีอุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียสควรติดพัดลมเป่าระบายความร้อน
- ควรต่อสายดินแยกออกจากอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวอื่นคือ สายดินควรมีขนาด 2 ตารางมิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า และค่าความต้านทานของสายดินไม่ควรเกิน 100 โอห์ม

2.11.2 อุปกรณ์ Input คืออุปกรณ์ต่างๆที่นำมาต่อเข้าด้านอินพุตของ PLC เพื่อนำสัญญาณที่ได้มาส่งไปที่หน่วยประมวลผลของ PLC เช่น

- Pressure Sensor คือเซ็นเซอร์วัดความดันเมื่อมีความดันเกินก็จะส่งสัญญาณมาที่ตัวประมวลผล
- Level Switch คือตัวสวิตช์วัดระดับมีหลายแบบ ขึ้นอยู่กับสิ่งที่จะนำไปวัดสิ่งของนั้นๆมีหลักการคือ เมื่อเลยระดับที่ตั้งไว้ก็จะส่งสัญญาณมาที่ตัวประมวลผล

- Temperature Sensor คือตัวเซ็นเซอร์ที่วัดอุณหภูมิ โดยวัดอุณหภูมิทั่วไปแต่เมื่อที่อุณหภูมิเกินจากที่ตั้งไว้จะส่งสัญญาณมาที่ตัวประมวลผล

2.11.3 อุปกรณ์ Output คืออุปกรณ์ต่างๆที่นำมาต่อเข้าทางด้านเอาต์พุตเพื่อรอคำสั่งจากตัวประมวลผลของ PLC ว่าจะให้ทำงานเมื่อไรเช่น

- Motor จะมีหลายๆแบบขึ้นอยู่กับงานว่าจะใช้แบบไหน เมื่อทำงานก็มีหน้าต่างกันไปตามงานอีกเช่นกันไม่ว่าจะนำไปขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือนำไปขับอุปกรณ์อื่นๆ
- หลอดไฟ จะทำงานได้หลายแบบไม่ว่าจะเป็นตัวแสดงผลว่าทำงานหรือไม่ หรือทำงานจริงๆในการใช้งาน

2.12 ข้อดีของการใช้ PLC มาควบคุมระบบมีดังนี้ [2]

- ติดตั้งทำได้ง่าย
- ลดการเดินสายไฟฟ้าควบคุม
- เนื้อที่ติดตั้งน้อย
- มีความน่าเชื่อถือสูง
- บำรุงรักษาและซ่อมแซมง่าย
- มีประสิทธิภาพการทำงานสูง
- การควบคุมระบบ สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมทำได้ง่าย
- อายุการใช้งานมาก เพราะมีส่วนที่เคลื่อนที่น้อย
- การติดต่ออุปกรณ์ภายนอกและระบบอื่นทำได้ง่าย
- ติดต่ออุปกรณ์ไกลๆง่ายการเดินสายไฟน้อย
- ความเร็วในการทำงานเร็ว ขนาดเล็ก การติดตั้งใช้เวลาน้อย
- การทำงานที่ระบบซับซ้อนง่ายและสะดวก
- การขยายระบบให้ใหญ่สามารถทำได้ง่าย
- มีหน่วย Input /Output หลายแบบให้เลือกใช้

- จะเห็นว่า PLC สามารถควบคุมเครื่องจักรได้ทุกชนิดอีกทั้งมีประสิทธิภาพสูง น่าเชื่อถือกว่าระบบควบคุมแบบเดิม

2.13 ข้อเสียของการใช้ PLC มาควบคุมระบบมีดังนี้ [2]

- สามารถเพิ่มอินพุต/เอาต์พุตได้น้อย
- เมื่ออินพุต/เอาต์พุตจุดใดจุดหนึ่งเสีย ต้องยก PLC ทั้งชุดออกจากกระบวนการผลิตทำให้เสียเวลาในการผลิต

2.14 ตัวอย่างการใช้ PLC มาควบคุมในระบบอุตสาหกรรมต่างๆ [1][2]

ในปัจจุบัน PLC จะนำมาใช้ควบคุมในระบบอุตสาหกรรมเป็นส่วนมากเพราะมีสิทธิภาพในการทำงานสูง ไม่ยุ่งยาก การทำงานรวดเร็ว และเป็นแบบอัตโนมัติจึงนิยมใช้กันในระบบอุตสาหกรรมจะนำไปควบคุมการทำงานเช่น

- การควบคุมการกักเก็บน้ำในเขื่อน คือจะควบคุมระบบให้เติมน้ำตอนไหน ปล่อยน้ำตอนไหนตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้
- การควบคุมมอเตอร์ คือการควบคุมมอเตอร์สั่งให้มอเตอร์ทำงานตอนไหนเช่น การเริ่มทำงานของมอเตอร์ในโรงงานให้มอเตอร์แบบสตาร์เริ่มทำงานก่อนแล้วจึงมาเปลี่ยนให้ทำงานแบบเดลต้า

2.15 ลักษณะของ PLC รุ่น LOGO! 230RC ที่ใช้ในชุดทดลอง [3]

ภาพที่ 2.2 ลักษณะของ PLC รุ่น LOGO! 230RC ที่ใช้ในชุดทดลอง

ตารางที่ 2.1 ข้อมูล LOGO! 230RC

ข้อมูล	LOGO! 230RC
Input	8
of these usable as analog inputs	-
Input / supply voltage	115 / 240 V. A.C. / D.C.
Permissible range On “0” signal On “1” signal Input current	85 to 253 V. A.C. 100 to 253 V. D.C. Max. 40 V. A.C. / 30 V. D.C. Min. 79 V. A.C. / 79 V. D.C., 0.08 mA.
Output	4 relays
Continuous current	10 A. for resistive load; 3 A. for inductive load
Short-circuit protection	External fuse required
Operating frequency	2 Hz. for resistive load; 0.5 Hz. for inductive load
Power consumption	1.7 to 4.6 W. (115 V. A.C.) 3.6 to 6.0 W. (240 V. A.C.) 1.1 to 2.9 W. (115 V. D.C.) 1.4 to 3.6 W. (240 V. D.C.)
Cycle time	< 0.1 ms. / function
Real-time clock / calendar / retentive data memory backup	Yes / typ. 80 h. (2 years with battery module)
Connecting cables	2 x 1.5 mm^2 or 1 x 2.5 mm^2
Ambient temperature	0 $^{\circ}C$ to + 55 $^{\circ}C$
Storage temperature	– 40 $^{\circ}C$ to + 70 $^{\circ}C$
Radio interference suppression	To EN 55011 (limit-value class B)
Degree of protection	IP20
Approvals	To VDE 0631, IEC 1131, UL, FM, CSA, ship-building certifications

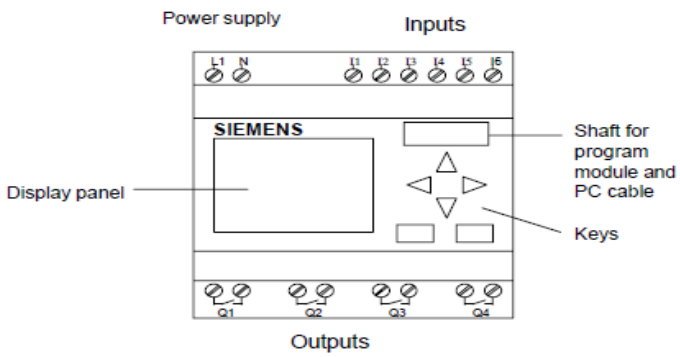
ตารางที่ 2.1 ข้อมูล LOGO! 230RC (ต่อ)

Mounting	On 35-mm DIN rail, 4 WM wide, or wall mounting
Dimensions	72 (4 WM) x 90 x 55 mm (W x H x D)
Order number	6ED1-052-1FB00-0BA6

2.16 สาย LOGO! USB PC-Cable [3]

ภาพที่ 2.3 สาย LOGO! USB PC-Cable

2.17 รายละเอียดของ LOGO! 230RC [3]



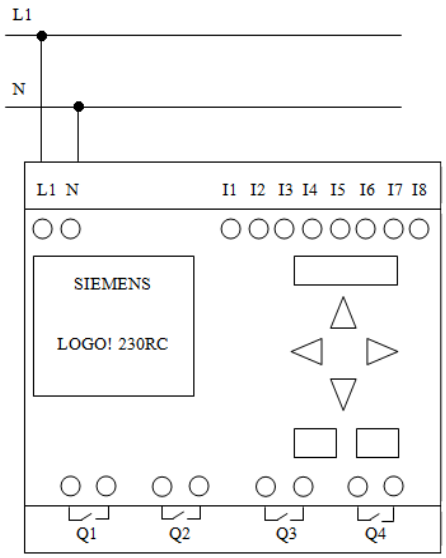
ภาพที่ 2.4 รายละเอียดของ LOGO! 230RC

2.17.1 ขนาดของตัว LOGO! 230RC คือ 72 x 90 x 55 mm.

2.17.2 LOGO! 230 RC ประกอบด้วย

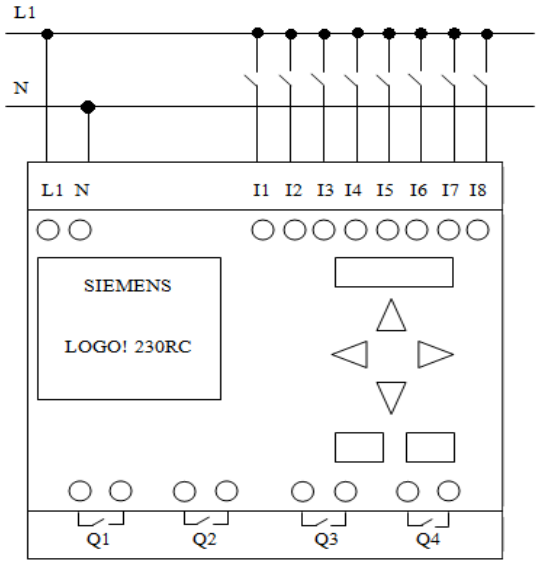
- ฟังก์ชันควบคุม
- สามารถต่อการจอภาพได้
- มีแหล่งจ่ายไฟฟ้า
- มี 8 อินพุตและ 4 เอาต์พุต
- มีการเชื่อมต่อโปรแกรมโมดูล และสาย USB PC เคเบิล
- มีฟังก์ชันพื้นฐานที่พร้อมใช้งานที่ใช้โดยทั่วไปเช่น ฟังก์ชัน On-delay, Off-delay และ Pulse-delay เป็นต้น
- ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้า 115 V AC / 230 V AC
- สามารถรับดิจิตอลอินพุตได้
- ดิจิตอลเอาต์พุตเป็นแบบรีเลย์รับกระแสสูงสุด 8 A.
- มีตัวตั้งเวลาเปิด-ปิดในตัว

2.18 การต่อไฟฟ้าเข้า PLC [3]



ภาพที่ 2.5 การต่อไฟฟ้าเข้า PLC

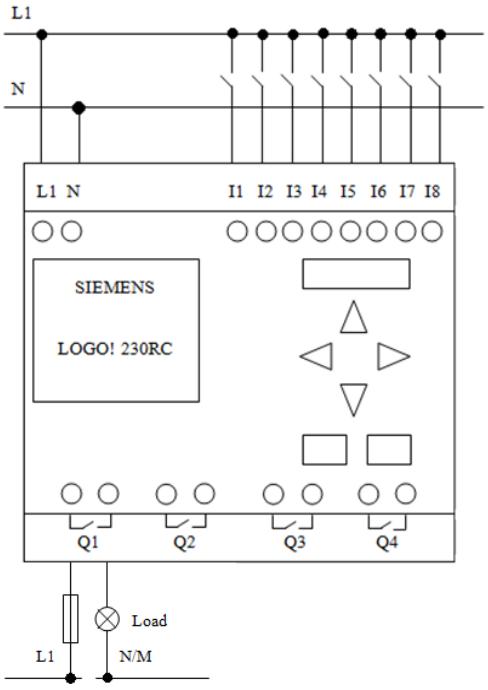
2.19 การต่อ Input เข้า PLC [3]



ภาพที่ 2.6 การต่อไฟฟ้าและ Input เข้า PLC

2.20 การต่อ Output ออกจาก PLC [3]

ป้องกันด้วยการตัดวงจรโดยอัตโนมัติ (max. 16A, B16), ตัวอย่างเช่น เบรกเกอร์วงจรไฟฟ้า 5sx2 116-6



ภาพที่ 2.7 การต่อ Output ออกจาก PLC

2.21 ตารางความจริงของฟังก์ชัน AND, NAND, OR, NOR, XOR และNOT [3]

ตารางที่ 2.2 ตารางความจริง

Input 1	Input 2	Input 3	Input 4	AND	NAND	OR	NOR
0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1	1	0
0	0	1	0	0	1	1	0
0	0	1	1	0	1	1	0
Input 1	Input 2	Input 3	Input 4	AND	NAND	OR	NOR
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1	1	0
Input 1	Input 2	Input 3	Input 4	AND	NAND	OR	NOR
1	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	0	1	1	0
Input 1	Input 2	Input 3	Input 4	AND	NAND	OR	NOR
1	1	0	0	0	1	1	0
1	1	0	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	1	1	0	1	0

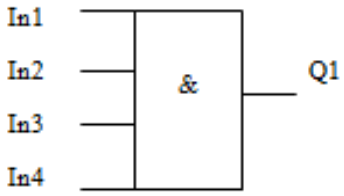
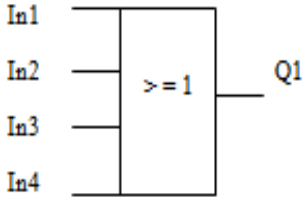
ตารางที่ 2.2 ตารางความจริง (ต่อ)

Input 1	Input 2	XOR
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

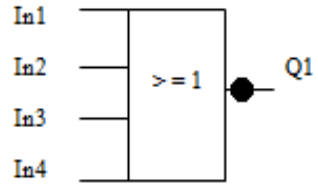
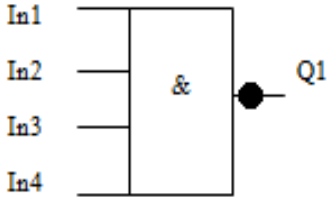
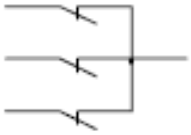
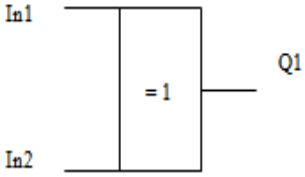
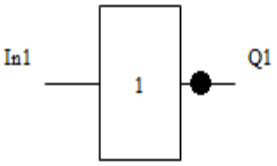
Input	NOT
0	1
1	0

2.22 ข้อมูลฟังก์ชันต่างๆ [3]

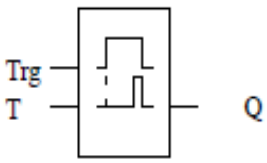
ตารางที่ 2.3 ข้อมูลฟังก์ชันต่างๆ

ฟังก์ชัน	รูป	สัญลักษณ์
AND		 เป็นการต่อแบบ Series หรือ อนุกรม ธรรมดาเป็นแบบปกติเปิด
OR		 เป็นการต่อแบบ Parallel หรือ ขนาน ธรรมดาเป็นแบบปกติเปิด

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลฟังก์ชันต่างๆ (ต่อ)

NOR		 เป็นการต่อแบบ Series หรือ อนุกรม ธรรมดาเป็นแบบปกติปิด
NAND		 เป็นการต่อแบบ Parallel หรือ ขนาน ธรรมดาเป็นแบบปกติปิด
XOR		 เปลี่ยนการเชื่อมต่อทั้งคู่ถ้าสัญญาณมาทั้งคู่จะไม่มีสัญญาณออกไป
NOT		 กลับค่าที่เข้ามา

2.22.1 On-delay



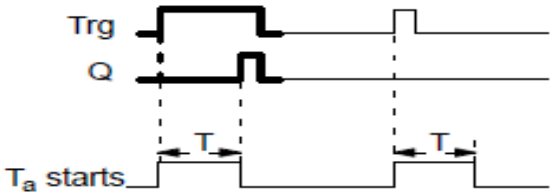
ภาพที่ 2.8 On-delay

On-delay ฟังก์ชันมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.4 ฟังก์ชันและรายละเอียด On-delay

ขา Trg	คือขาที่รับสัญญาณที่จะเข้ามา เมื่อมีสัญญาณก็จะเริ่มการทำงาน
ขา T	ขา T เป็นเวลาหลังจากที่การส่งออกจะถูกเปิดใช้ (การเปลี่ยนแปลงสัญญาณ 0-1)

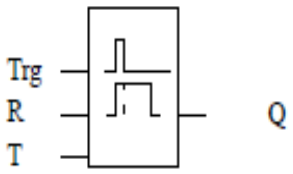
Timer Diagram ของ On-delay



ภาพที่ 2.9 Timer Diagram

เมื่อสถานะที่เข้า Trg เปลี่ยนแปลง 0-1 เวลาที่ตั้งจะเริ่มทำงานและนับไป หากสัญญาณที่เข้า Trg ยังคงอยู่นานพอเอาต์พุตจะมีการตั้งค่าเป็น 1 หลังจากเวลาที่ตั้งไว้ครบ (มีความล่าช้าระหว่างการป้อนข้อมูลที่มีการเปิดและการส่งออกที่ผ่านมาๆ)

2.22.2 Off-delay



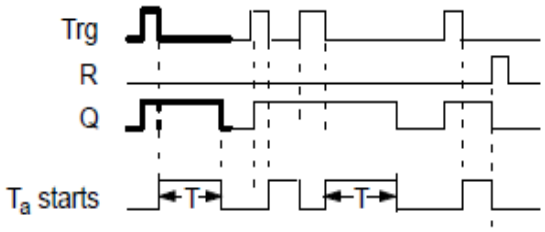
ภาพที่ 2.10 Off-delay

Off-delay ฟังก์ชันมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.5 ฟังก์ชันและรายละเอียด Off-delay

ขา Trg	คือขาที่รับสัญญาณที่จะเข้ามา เมื่อมีสัญญาณก็จะเริ่มการทำงาน
ขา R	คือขาที่ไว้รีค่าที่เข้ามาทั้งหมด เหมือนกับว่าสั่งให้หยุดทำงานเมื่อมีสัญญาณที่เข้ามาที่ขา R
ขา T	T เป็นเวลาหลังจากที่การส่งออกจะปิด (การเปลี่ยนแปลงสัญญาณ 1-0)

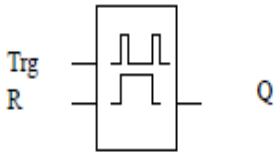
Timer Diagram ของ Off-delay



ภาพที่ 2.11 Timer Diagram

เมื่อมีสัญญาณที่เข้าขา Trg สถานะเอาต์พุตจะเป็น 1 ทันทีและจะเริ่มนับเวลาจนครบเวลาที่ตั้งไว้เมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้จะทำให้เอาต์พุตมีค่าเป็น 0 และถ้าหากสถานะของ Trg เปลี่ยนแปลง1 ไปเป็น 0 เอาท์พุตจะถูกรีเซ็ตเป็น 0

2.22.3 Pulse-relay



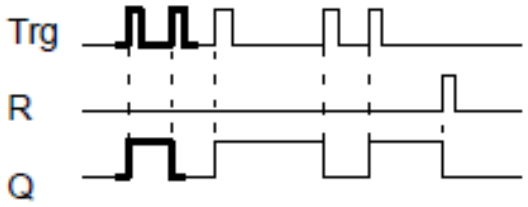
ภาพที่ 2.12 Pulse-relay

Pulse-relay ฟังก์ชันมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.6 รายละเอียดฟังก์ชัน Pulse-relay

ขา Trg	คือขาที่รับสัญญาณที่จะเข้ามา เมื่อมีสัญญาณก็จะเริ่มการทำงาน
ขา R	คือขาที่ไว้รีค่าที่เข้ามาทั้งหมด เหมือนกับว่าสั่งให้หยุดทำงานเมื่อมีสัญญาณที่เข้ามาที่ขา R

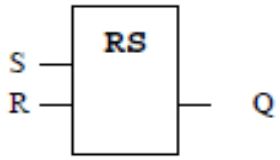
Timer Diagram ของ Pulse-relay



ภาพที่ 2.13 Timer Diagram

ทุกครั้งที่สถานะของขา Trg เปลี่ยนแปลง 0-1 สถานะของ เอาต์พุตจะมีการเปลี่ยนแปลง เช่น มีการเปิดหรือปิดสู่สถานะครั้งแรกที่ผ่านเข้าขา R

2.22.4 Latching relay



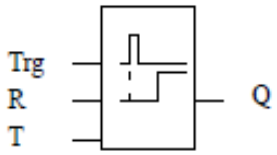
ภาพที่ 2.14 Latching relay

Latching relay ฟังก์ชันมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.7 รายละเอียดฟังก์ชัน Latching relay

ขา S	คือขาที่เมื่อมีสัญญาณเข้ามาก็จะทำให้เกิดค่าที่เอาต์พุตตลอด
ขา R	คือขาที่ไว้รีค่าที่เข้ามาทั้งหมด เหมือนกับว่าสั่งให้หยุดทำงานเมื่อมีสัญญาณที่เข้ามาที่ขา R

2.22.5 Retentive On-delay



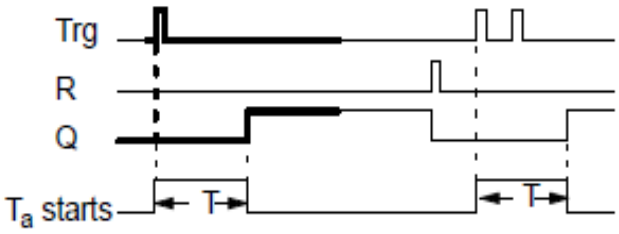
ภาพที่ 2.15 Retentive On-delay

Retentive On-delayฟังก์ชันมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.8 รายละเอียดฟังก์ชัน Retentive On-delay

ขา Trg	คือขาที่รับสัญญาณที่จะเข้ามา เมื่อมีสัญญาณก็จะเริ่มการทำงาน
ขา R	คือขาที่ไว้รีค่าที่เข้ามาทั้งหมด เหมือนกับว่าสั่งให้หยุดทำงานเมื่อมีสัญญาณที่เข้ามาที่ขา R
ขา T	ขา T เป็นเวลาหลังจากที่การส่งออกที่มีการเปิด (เอาต์พุต การเปลี่ยนแปลงที่ 0-1)

Timer Diagram ของ Retentive On-delay



ภาพที่ 2.16 Timer Diagram

หากสถานะของขา Trg เปลี่ยนแปลงจาก 0-1 ก็จะส่งสัญญาณที่เอาต์พุตออกมาแต่พอสัญญาณที่ขา Trg หายไปก็จะทำงานจนกว่าจะได้รับสัญญาณที่ขา Trg อีกครั้งถึงตัดสัญญาณที่เอาต์พุต แต่ที่ขา R เมื่อมีสัญญาณมาก็จะหยุดการส่งสัญญาณเอาต์พุตทั้งหมด

2.23 Flow [4]

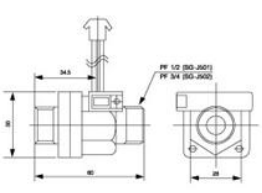
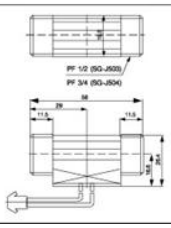
คืออุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ไว้วัดการไหลของของเหลวมีทั้ง Level Flow, Switch Flow, Power Flow เป็นต้นขึ้นอยู่กับงานที่ใช้

2.23.1 คุณสมบัติ

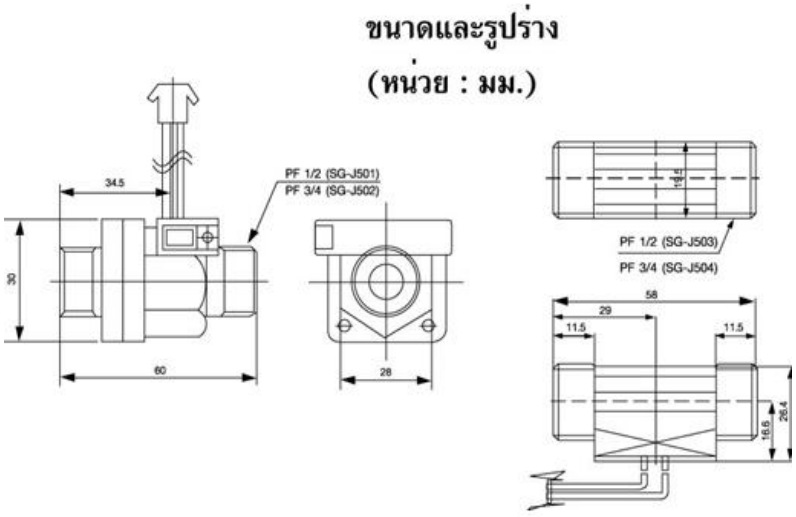
- วัสดุตัวเรือนเป็น Milon เหมาะสำหรับใช้งานกับน้ำขนาดเกลียวข้อต่อ PF 3/4"
- กระแสที่ใช้ในการสวิทช์ต่ำกว่า 0.1A
- อัตราการไหลของน้ำ: สูงกว่า 9 ลิตรต่อนาที ภายใต้ความดัน 0.2 kg.ftต่อ ตร.ซม.
- สภาวะของสวิทช์เมื่อไม่มีน้ำไหล:NO

2.23.2 ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ

รายละเอียด \ รุ่น	SG-J501	SG-J502	SG-J503	SG-J504
การนำไปใช้งาน/วัสดุตัวเรือน	ใช้กับน้ำ/Milon		ใช้กับน้ำดื่ม/POM (Polyoxymethylene)	
ขนาดเกลียวข้อต่อ	เกลียว PF 1/2	เกลียว PF 3/4	เกลียว PF 1/2	เกลียว PF 3/4
อัตราการไหลของน้ำ	สูงกว่า 9 ลิตร/นาที ภายใต้ความดัน 0.2 kg.f/cm^2 ระหว่างความแตกต่างของความดันอินพุท และเอ้าท์พุท			
อุณหภูมิใช้งาน	-20~+80^{o}C			
สภาวะของสวิทช์ (เมื่อไม่มีน้ำไหล)	NO		NC	
ขนาดของการสวิทช์	AC 220V, DC 200V			
กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการสวิทช์	ต่ำกว่า 0.1A			
อายุการใช้งาน	100,000 ครั้ง			
ขนาดและรูปร่าง (หน่วย : มม.)				

ภาพที่ 2.17 ข้อมูลจำเพาะของ Flow



ภาพที่ 2.18 ขนาดและรูปร่างของ Flow

2.24 Level Switch [5]

คืออุปกรณ์ที่เป็นสวิทช์ที่ใช้วัดระดับของของเหลวขึ้นอยู่กับงานที่ต้องใช้ว่า ใช้ความจำเป็นแบบไหน

2.24.1 คุณสมบัติ

- สวิทช์ลูกลอยพลาสติก PP ขนาดเล็ก
- ยึดติดตั้งจากด้านในถังทางด้านข้างด้วยเกลียวตรง PF 1/4 นิ้ว
- เหมาะสำหรับใช้กับน้ำ, ของเหลวทั่วไปที่ไม่กัดกร่อนพลาสติก PP
- สามารถกลับสภาวะสวิทช์ลูกลอยจาก NO เป็น NC ได้โดยหมุนเกลียวลูกลอยให้อยู่ในแนวขนานกับตัวถัง หรือลูกลอยซึ่งเป็นเส้นตรงนั่นเอง
- สามารถใช้กับแรงดันไฟที่สูงกว่า 12-24VDCได้ โดยจะต้องใช้คู่กับเครื่องควบคุมรุ่น(สั่งซื้อเพิ่ม)RU-100A หรือ RU-100N

2.24.2 ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ

รุ่น / แบบติดตั้งด้านข้างของถัง		MFS-9-N1-2	MFS-9-N2-2	MFS-10-N1-2	MFS-10-N2-2	RF-OH22	RF-OH3
ขนาดเกลียว		PF 1/4 นิ้ว (2 หุน)		PF 1/2 นิ้ว (4 หุน)		M16 (เกลียวตรง)	NPT 1/2 นิ้ว (เกลียวกันน้ำ)
การยึดติดตั้ง		ติดตั้งจากด้านในของถัง		ติดตั้งจากด้านนอกของถัง			
วัสดุ	ตัวลูกลอย	PP	6-Nylon	PP	6-Nylon	PP	
	ก้านลูกลอย	PP	6-Nylon	PP	6-Nylon	PP	
	ตัวล็อคลูกลอย	Polyacetal	Polyacetal	PP	6-Nylon	PP	
อุณหภูมิขณะใช้งาน		-10~+80°C	-10~+110°C	-10~+80°C	-10~+110°C	-20~+80°C	
ทนความดัน		4 bar					
ค่าความถ่วงจำเพาะ		0.7				0.65	
ขนาดหน้าสัมผัส		50VA, AC/DC					
แรงดันไฟใช้งานสูงสุด		300V AC/DC				200V DC, 240V AC	
ความต้านทานของหน้าสัมผัส		150 mOhm					
การจ่ายไฟ		ใช้กับแรงดันไฟ 12-24 VDC กระแสไฟไม่เกิน 0.5A (ถ้าต้องการใช้กับแรงดันไฟที่สูงกว่า จะต้องใช้คู่กับเครื่องควบคุมรุ่น RU-100A หรือ RU-100N)					
ของเหลวที่สามารถใช้ได้		น้ำ, น้ำดื่ม, ของเหลวทั่วไป (PP เหมาะสำหรับสารกัดกร่อนทุกชนิด, 6-Nylon เหมาะกับของเหลวทั่วไป)					
สภาวะสวิทช์ขณะปกติ		NO	NO	NO	NO	NO	NO
การกลับสภาวะสวิทช์ลูกลอยจาก NO เป็น NC		หากติดตั้งแบบรูปจริง สภาวะของสวิทช์คือ NO (ปกติเปิด) หากต้องการ NC (ปกติปิด) ให้หมุนเกลียวลูกลอยให้อยู่แนวขนานกับตัวถังหรือลูกลอยซึ่งเป็นเส้นตรงนั่นเอง					

ภาพที่ 2.19 ข้อมูลจำเพาะของ Level Switch

2.25 Pump Motor [6][7]

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส (A.C. Single Phase) เป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีหลักการคือ แปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล โดยไฟฟ้าที่ใช้เป็นแบบกระแสสลับ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่า ซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Single Phase) และจะมี Pump Motor อื่นๆที่ใช้ใน PLC ได้อีกแต่ในการทดลองนี้จะขอใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส เพราะว่า สามารถปั๊มน้ำ 80 ลิตรภายใน 2 นาทีตามที่ต้องการเพื่อไม่ให้ช้าหรือเร็วไปในดูและสังเกตการณ์ทำงานการแสดงชุดปฏิบัติการการทดลอง