# บทที่ 2
# หลักการและทฤษฎี

## 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรมเมเบิ้ลคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมเมเบิ้ลคอนโทรลเลอร์ (Programmable Controller) หรือที่เรียกสั้นๆว่า PLC หรือ PC เป็นเครื่องควบคุมที่ถูกสร้างและพัฒนาขึ้น อันเนื่องจากความต้องการเครื่องควบคุมที่มีราคาถูก เครื่องควบคุมที่ทำงานได้อย่างอเนกประสงค์ และเครื่องควบคุมที่สามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบ Logic Function การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิค PLCใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูงแต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบ โซลิด-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

## 2.2 โครงสร้างของ PLC

โปรแกรมเมเบิ้ลคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วยส่วนสำคัญหลักดังนี้

2.2.1 หน่วยประมวลผล หรือ CPU

เป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ หลายชนิดและมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์ แลดเลอร์ ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้ ซึ่ง CPU จะทำหน้าที่ควบคุม

และจัดการระบบการทำงานทั้งหมดภายใน PLC เช่น การสั่งให้ระบบ PLC ทำงานตามคำสั่งซึ่งถูกโปรแกรมไว้, ควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลในภายใน PLC, ควบคุมการส่งถ่ายข้อมูลเข้าไปหรือออกจาก CPU, หน่วยความจำ, ภาคอินพุท/เอ๊าท์พุท เป็นต้น โดยที่ตัว CPU จะมีสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกป้อนเข้าไปเพื่อควบคุมการทำงานของมันโดยที่ความเร็วของสัญญาณนาฬิกาจะเป็นตัวกำหนดความเร็วในการทำงานของ PLC และทำให้เวลาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆของระบบสามารถทำงานได้อย่างสอดคล้องกัน

2.2.2 หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและข้อมูล

ในเครื่อง PLC สมัยใหม่โดยทั่วไปแล้วจะใช้หน่วยเก็บโปรแกรมจำพวกอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น RAM (Random Access Memory) และ EEPROM (Electric Erasable Programmable Read Only Memory)

Ram

PLC ทั่วไปจะใช้ Ram เป็นหน่วยความจำสำหรับการเริ่มต้นการเขียน, การพัฒนาโปรแกรม และการทดสอบการทำงานของโปรแกรม ทั้งนี้เนื่องจาก Ram เป็นหน่วยความจำที่สามารถอ่านและเขียนโปรแกรมได้ง่ายแต่หน่วยความจำประเภทนี้จะต้องมีไฟเลี้ยงอยู่ตลอดเวลา จึงจะสามารถจำข้อมูลไว้ได้ ดังนั้นถ้าต้องการให้ Ram จำข้อมูลโปรแกรมไว้เมื่อไฟดับ ก็ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟสำหรับการแบ๊คบัพ โดยอาจจะใช้ คาปาซิเตอร์แบ๊คอัพ ซึ่งสามารถแบ๊คบัพได้นาน 7 วัน และถ้าระยะเวลาที่ไฟดับนานกว่านี้ก็ต้องใช้ แบตเตอรี่แบ๊คบัพ ซึ่งจะสามารถแบ๊คบัพได้นานถึง 2-5 ปี

EEPROM

หลังจากที่ได้ทำการเขียน, แก้ไข, พัฒนา และทดสอบโปรแกรมจนสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์แล้ว ดังนั้นเพื่อเป็นการเก็บโปรแกรมอย่างถาวร โปรแกรมนั้นจะถูกนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำแบบ EEPROM ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องใช้คาปาซิเตอร์ หรือแบตเตอรี่แบ๊คบัพ ก็สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้ขณะที่ไฟดับในปัจจุบันหน่วยความจำประเภทนี้อาจจะเป็นหน่วยความจำภายนอกที่ผู้ใช้สามารถนำมาประกอบเพิ่มเติมเมื่อต้องการ หรือถูกสร้างเป็นหน่วยความจำมาตรฐานของเครื่องเลย เช่นรุ่น PROSEC T Series, M20/40, EX100 (Toshiba Programmable Controller)

2.2.3 หน่วยอินพุท-เอ๊าท์พุท (Input/Output Unit)

ในปัจจุบัน PLC ได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถและประสิทธิภาพสูงขึ้นมากจึงทำให้ PLC ที่มีใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันสามารถใช้กับอินพุทและเอ๊าท์พุทได้หลายประเภท ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของอินพุทและเอ๊าท์พุทได้ดังนี้

ประเภทของอินพุท PLC

1. ON/OFF อินพุท:อินพุทที่มีสภาวะการทำงานเพียง 2 สถานะเท่านั้นคือ "เปิด"(ON)และ "ปิด" (OFF) นอกจากนี้ยังแบ่งออกไปอีกตามแรงดันการใช้งานอีกคือ

-ACV อินพุท:อินพุทที่ใช้แรงดันไฟ AC ในการทำงานเพื่อให้อินพุทมีสภาวะเป็น ON หรือ OFF

-DCV อินพุท:อินพุทที่ใช้แรงดันไฟ DC ในการทำงานเพื่อให้อินพุทมีสภาวะเป็น ON หรือ OFF

2. อนาล็อกอินพุท (Analog Input) : อินพุทที่สามารถรับสัญญาณแบบอนาล็อก หรือสัญญาณที่มีลักษณะแบบต่อเนื่อง ซึ่งในปัจจุบันได้มีการกำหนดสัญญาณอนาล็อกมาตรฐานไว้หลายชนิด และสัญญาณอนาล็อกมาตรฐานที่ได้รับความนิยมได้แก่ สัญญาณกระแสมาตรฐาน 4-20 mA, สัญญาณแรงดันมาตรฐาน 1-5V, 0-10V ฯลฯ

3. อินพุทพิเศษเฉพาะงาน : เป็นอินพุทที่ออกแบบมาเป็นพิเศษ เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานของ PLC ให้สูงขึ้นได้แก่พัลซ์อินพุท (Pulse Input) อันเป็นประโยชน์ทำให้ PLC มีความสามารถในการรับสัญญาณอินพุทที่มีความถี่สูงๆได้อุปกรณ์ที่ใช้กับอินพุทแบบพิเศษนี้ได้แก่ Encoder เป็นต้น

ประเภทเอ๊าท์พุทของ PLC

1. ON/OFF เอ๊าท์พุท : เอ๊าท์พุทที่มีการทำงานเพียง 2 สภาวะเท่านั้นคือ "เปิด" (On) และ "ปิด" (OFF) นอกจากนี้ยังแบ่งย่อยออกไปอีกตามชนิดของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการ ON/OFF ดังนี้

- รีเลย์เอ๊าท์พุท : เอ๊าท์พุทที่ใช้รีเลย์ในการทำงาน ON/OFF ซึ่งเอ๊าท์พุทชนิดนี้สามารถที่จะใช้งานได้ทั้งโหลด (Load) แบบ AC และ DC ข้อดีของเอ๊าท์พุทประเภทนี้คือ สามารถใช้งานกับโหลดที่ต้องการกระแสค่อนข้างสูงได้แต่ก็มีข้อจำกัดคือความเร็วในการ ON/OFF ของรีเลย์ จะไม่เหมาะสมกับการทำงานที่มีการ ON/OFF ด้วยความเร็วสูงๆได้

- ทรานซิสเตอร์เอ๊าท์พุท : เอ๊าท์พุทที่ใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำคือทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการ ON/OFF ซึ่งเอ๊าท์พุทประเภทสามารถใช้งานกับโหลดแบบ DC เท่านั้นแต่มีข้อดีคือคือ สามารถทำงาน (ON/OFF) ที่ความเร็วสูงๆได้

-ไทรแอคเอ๊าท์พุท : เอ๊าท์พุทที่ใช้สารกึ่งตัวนำคือไทรแอคเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการ ON/OFF ซึ่งเอ๊าท์พุทประเภทนี้เหมาะกับโหลดแบบ AC ซึ่งมีข้อดีเช่นเดียวกับทรานซิสเตอร์เอ๊าท์พุทคือ สามารถทำงาน (ON/OFF) ได้ที่ความเร็วสูง

2. อนาล็อกเอ๊าท์พุท : เอ๊าท์พุทที่ให้สัญญาณออกมาเป็นอนาล็อกหรือสัญญาณแบบต่อเนื่อง ได้แก่ สัญญาณกระแสมาตรฐาน 4-20 mA, สัญญาณแรงดันมาตรฐาน 0-5 V, 1-5 V, 0-10 V, ฯลฯ

3. เอ๊าท์พุทพิเศษเฉพาะงาน : เป็นเอ๊าท์พุทที่ออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อเพิ่มความสามารถของ PLC ให้สูงขึ้นได้แก่ พัลซ์เอ๊าท์พุท

ในการทำงานภายในของ PLC ส่วนใหญ่จะใช้แรงดันไฟอยู่ระหว่าง 5 และ 15โวลท์ (สำหรับเป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจรประเภท TTL และ CMOS) ในขณะที่สัญญาณอินพุทที่รับเข้ามาและสัญญาณเอ๊าท์พุทที่ส่งออกให้กับอุปกรณ์ควบคุมภายนอก จะเป็นสัญญาณที่มีขนาดสูงกว่าแรงดันไฟเลี้ยง เช่น 24 VDC หรือ 220 VAC เป็นต้น

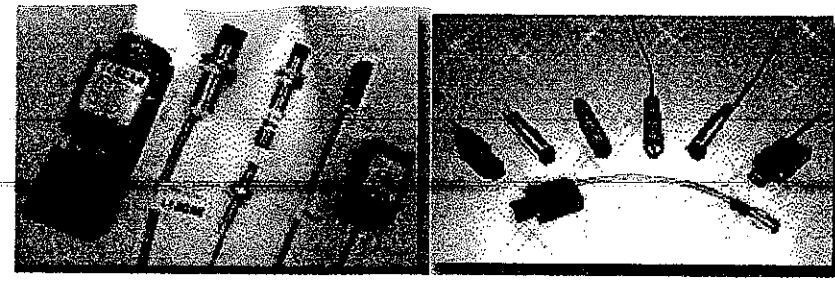
ดังนั้นหน่วยอินพุท-เอ๊าท์พุท จึงเป็นหน่วยที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างวงจรควบคุมแบบไมโครอิเล็คทรอนิกส์ ภายใน PLC กับอุปกรณ์ควบคุมภายนอก
ตัวอย่างของสัญญาณที่ป้อนเข้าหรือส่งออก PLC จะมีดังนี้

ภาคอินพุท

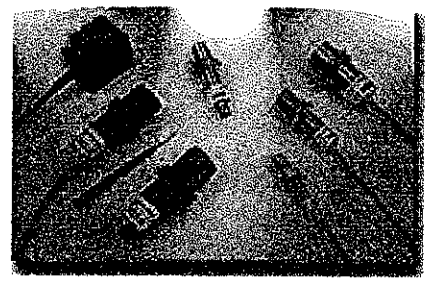
- แรงดันไฟ 24 VDC/AC
- แรงดันไฟ 110 VAC
- แรงดันไฟ 240 VAC

ภาคเอ๊าท์พุท

- แบบทรานซิสเตอร์ 24 VDC, 100mA
- แบบไทรแอค 240 VAC, 1A
- แบบรีเลย์ 240 Vac, 2 A

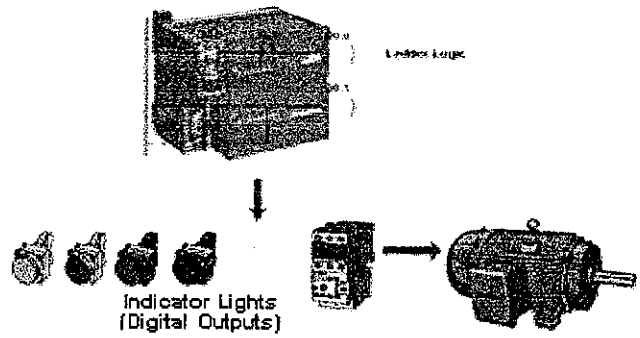


Inductive Proximity Switch PhotoElectric Sensor



Capacitive Proximity Switch

**รูปที่ 2.1** ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุท




**รูปที่ 2.2** ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็นส่วนของเอาต์พุตเช่น มอเตอร์ หลอดไฟ รีเลย์ เป็นต้น

ส่วนประกอบต่างๆของวงจรภาคอินพุท-ภาคเอ๊าท์พุท-วงจรประมวลผล

1. รีเลย์อินพุท (แทนด้วย X) สำหรับรับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับภายนอกเช่นจากลิมิตสวิทช์, พร็อกซิมิตี้ เป็นต้น

2. รีจิสเตอร์อินพุท (แทนด้วย XW) สำหรับรับสัญญาณอินพุทแบบอนาล็อก (สัญญาณต่อเนื่อง เช่น 1-5 VDC, 4-20 mA เป็นต้น

3. รีเลย์ช่วย (แทนด้วย R)

4. ตัวตั้งเวลา (แทนด้วย T)

5. ตัวนับจำนวน (แทนด้วย C)

6. รีจิสเตอร์เก็บข้อมูล หรือ Data Register (แทนด้วย D) เป็นรีจิสเตอร์เก็บข้อมูลค่าคงที่ต่างๆ หรือ ใช้เก็บค่าข้อมูลเมื่อไฟดับ

7. ตัวคำนวณทางคณิตศาสตร์เช่น การบวก, ลบ, คูณ, หาร เป็นต้น

8. ตัวคำนวณทางลอจิก เช่นการ AND, OR, EOR เป็นต้น

9. วงจรแปลงข้อมูล เช่น แปลงรหัส BCD เป็นรหัส Binary หรือรหัส Binary เป็น BCD

10. รีเลย์เอ๊าท์พุท (แทนด้วย Y) สำหรับการขับโหลดทั่วไป

11. ทรานซิสเตอร์เอ๊าท์พุท (แทนด้วย Y) สำหรับขับโหลดจำพวก DC

12. ไตรแอคเอ๊าท์พุท (แทนด้วย Y) สำหรับการขับโหลดจำพวก AC ที่ต้องการความเร็วในการทำงานสูง

13. รีจิสเตอร์เอ๊าท์พุท (แทนด้วย YW) สำหรับการส่งสัญญาณออกแบบอนาล็อก เช่น 0-10 VCD, 1-5 VDC หรือ 4-20 mADC

## 2.3 ลักษณะเฉพาะของ PLC

จะเห็นว่า PLC โดยทั่วๆไปจะมีเทคโนโลยีทางด้านฮาร์ดแวร์คล้ายกับคอมพิวเตอร์ทั่วๆไป แต่จะมีคุณลักษณะพิเศษอื่นๆเพิ่มขึ้นมา เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในการควบคุมทางอุตสาหกรรม โดยจะมีลักษณะดังนี้

1. เป็นเครื่องหรืออุปกรณ์ที่มีความแข็งแรงมีความทนทานต่อสัญญาณรบกวนต่างๆได้เป็นอย่างดี

2. โครงสร้างโดยทั่วไปจะเป็นระบบถอด-เสียบโมดูล จะทำให้ง่ายต่อการเปลี่ยนหรือการเพิ่มเติมหน่วยขยายต่างๆเข้าไป (เช่น หน่วยอินพุท/เอ๊าท์พุท)

3. การต่อวงจรทางอินพุท/เอ๊าท์พุท และระดับของสัญญาณอินพุท/เอ๊าท์พุท จะเป็นมาตรฐานเดียวกันทุกๆยี่ห้อ

4. ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรมจะสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย (เช่น ภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรม หรือ ฟังก์ชันชาร์ท (SFC)

5. สามารถเขียนโปรแกรม และเปลี่ยนแปลงโปรแกรมได้ง่ายในภาคสนาม

## 2.4 การใช้ PLC ในกระบวนการผลิต

การใช้ PLC ในกระบวนการผลิตจะมีลักษณะการใช้งานหรือข้อสังเกตต่างๆดังนี้

2.4.1 การใช้ PLC ทดแทนวงจรรีเลย์

ปัจจุบัน PLC มีราคาถูกลงและการทำงานมีความน่าเชื่อถือสูงขึ้น (เมื่อเปรียบเทียบกับวงจรรีเลย์) ซึ่งจะทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพดีขึ้น ถ้าใช้ PLC ควบคุมแทนวงจรรีเลย์ แต่ในบางกรณีการนำเอา PLC เข้าทดแทนระบบเดิมที่มีอยู่อาจไม่คุ้มค่าเมื่อพิจารณาในแง่การลงทุน ดังนั้น การใช้ PLC จะเกิดประโยชน์เต็มที่เมื่อมีความต้องการต่อไปนี้

- ต้องการระบบการควบคุมที่แก้ไขดัดแปลงได้ง่าย
- ต้องการระบบควบคุมที่มีความน่าเชื่อถือสูง
- มีพื้นที่ในการติดตั้งระบบควบคุมที่จำกัด
- ต้องการขยายจำนวนหน่วยอินพุท/เอ๊าท์พุทได้ในอนาคต
- ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตได้
- มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะและเงื่อนไขการควบคุมบ่อยครั้ง และต้องการประหยัดช่วงเวลาในการแก้ไขในแต่ละครั้ง
- ต้องการการควบคุมที่มีลักษณะคล้ายกัน ซึ่งถูกใช้กับเครื่องจักรหลายๆเครื่องพร้อมกัน
- ต้องการระบบควบคุมที่อาจจะมีการขยายตัวในอนาคต

ส่วนระบบรีเลย์เหมาะสมกับการควบคุมขนาดเล็ก และไม่มีการขยายระบบในอนาคต เนื่องจากวงจรรีเลย์จะมีราคาต่ำกว่า PLC แต่สำหรับงานควบคุมขนาดใหญ่ที่ซับซ้อนควรใช้ PLC เพราะจะมีประสิทธิภาพในการลงทุนสูงกว่าระบบรีเลย์ (เมื่อคำนึงถึงประโยชน์อื่นๆด้วย เช่น ติดตั้งง่าย, การทำงานมีความเร็วและความน่าเชื่อถือสูง, มีระบบการตรวจสอบตัวเองทำให้ PLC ซ่อมแซมและบำรุงรักษาง่าย)

2.4.2 การใช้ PLC ในวงการอุตสาหกรรม

PLC มักจะถูกใช้ควบคุมในกระบวนการผลิตในงานอุตสาหกรรมทุกชนิดทั้งการควบคุมแบบON/OFF และแบบอนาล็อก เช่น อุตสาหกรรมถลุงโลหะและแปรรูปโลหะ, อุตสาหกรรมกระดาษ, อุตสาหกรรมการผลิต, อาหารสำเร็จรูป, อุตสาหกรรมทางปิโตรเคมี, อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์และโรงจักรไฟฟ้า เป็นต้น

**ตารางที่ 2.1** ตารางแสดงการใช้ PLC ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ

| อุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี | อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ |
|---|---|
| กระบวนการแบบแบตช์<br>การปั้นวัตถุดิบ | การประหยัดพลังงาน<br>ควบคุมเครื่องจักร |
| การควบคุมปริมาณ<br>การผสมวัตถุดิบ<br>การขนถ่ายผลิตภัณฑ์<br>การกำจัดน้ำเสีย<br>การสำรวจ ขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ | การประกอบชิ้นส่วนรถยนต์<br>การพ่นและชุบสี<br>การตรวจสอบคุณภาพ |
| อุตสาหกรรมทำกระดาษและไม้แปรรูป | อุตสาหกรรมเหมืองแร่ |
| การย่อยเยื่อไม้<br>การทำเยื่อกระดาษ<br>การแปรรูปไม้ | การขนถ่ายแร่ดิบ<br>การแยกแร่<br>การกำจัดน้ำเสีย |

## 2.5 ข้อดีของการสร้างระบบควบคุมด้วย PLC

เมื่อเปลี่ยนนำเอาระบบ PLC มาใช้งานในระบบควบคุมแบบตามลำดับ แทนระบบเดิมซึ่งใช้ระบบรีเลย์ (มาต่อใช้งานร่วมกับตัวตั้งเวลาหรือตัวนับจำนวน) ก็จะทำให้ได้รับประโยชน์ และความสะดวกดังนี้

2.5.1 ทำให้ขนาดของระบบควบคุมเล็กลง ภายใน PLC จะใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์และซอฟต์แวร์ แทนรีเลย์, ตัวตั้งเวลา, ตัวนับจำนวนและองค์ประกอบของวงจรซีเควันซ์อื่นๆอีกมากมายซึ่งจำนวนของอุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้จะอยู่ในรูปของซอฟต์แวร์โดยไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของ PLC

2.5.2 ใช้โปรแกรมแทนการเดินสาย ระบบควบคุมที่เป็นวงจรรีเลย์นั้น จะต้องมีการเดินสายระหว่างรีเลย์และอุปกรณ์ต่างๆเพื่อประกอบกันเป็นวงจรการควบคุม แต่ระบบควบคุมที่เป็น PLC จะใช้โปรแกรมซึ่งแสดงเป็นรูปวงจรเขียนลงในหน่วยความจำจึงไม่มีการเดินสายระหว่างอุปกรณ์จริงๆให้ยุ่งยาก

2.5.3 เปลี่ยนวงจรและขยายระบบได้ง่าย โปรแกรมใน PLC สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้โดยง่ายและถ้าต้องการ การขยายระบบก็สามารถทำได้โดยง่ายเช่นกัน สามารถดูจากการขยาย Input/Output ในหัวข้อถัดไป

2.5.4 ลดเวลาในการออกแบบและสร้าง PLC จะเป็นเครื่องควบคุมที่เป็นมาตรฐานสามารถ

ประกอบใส่ตู้ควบคุมได้รวดเร็ว การออกแบบวงจรและการโปรแกรมทำได้รวดเร็ว นอกจากนั้นยังสามารถทดสอบวงจรโดยทดลองใน PLC ได้ด้วย ทำให้การทดสอบวงจรเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

2.5.5 PLC มีเสถียรภาพการทำงานดีกว่ารีเลย์ ชิ้นส่วนภายในของ PLC จะเป็น อุปกรณ์จำพวก Solid State โดยวงจรควบคุมจะไม่มีการเดินสายอย่างเช่น รีเลย์ จึงไม่มีปัญหาเรื่องสายขาด หน้าสัมผัสหลวม หน้าสัมผัสไม่ดี นอกจากนั้นใน PLC ยังมีโปรแกรมที่สามารถทดสอบตัวเองได้อีกด้วย

2.5.6 มีหน่วยอินพุท/เอ๊าท์พุท หลายแบบ ในปัจจุบันมีหน่วยอินพุท/เอ๊าท์พุท หลายแบบสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของงานเช่น อินพุทแบบหน้าสัมผัส, อินพุทแบบแรงดันไฟ, เอ๊าท์พุทแบบรีเลย์, เอ๊าท์พุทแบบทรานซิสเตอร์และอินพุท/เอ๊าท์พุทแบบอนาลอก เป็นต้น

2.5.7 สามารถติดต่อกับอุปกรณ์สนับสนุนภายนอก ในปัจจุบัน PLC ได้ถูกพัฒนาและออกแบบให้มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกอย่างอื่นได้อย่างสะดวกเช่น เครื่องพิมพ์, เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

**ตารางที่ 2.2** ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของระบบควบคุมแบบรีเลย์และระบบควบคุมแบบ PLC

| ระบบควบคุม / คุณสมบัติ | รีเลย์ | PLC |
|---|---|---|
| ขนาด | ใหญ่ | เล็กกะทัดรัด |
| ความเร็วในการทำงาน | ช้า | เร็ว |
| ความทนทานต่อสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า | ดีมาก | ดี |
| การติดตั้งระบบ | ใช้เวลาในการออกแบบและการติดตั้งมาก | ใช้การเขียนโปรแกรมแทนการเดินสายไฟของวงจรควบคุมทำให้ใช้เวลาในการติดตั้งน้อย |
| การทำงานในระบบควบคุมที่สลับซับซ้อน | ทำได้ยากและต้องใช้รีเลย์จำนวนมาก | ทำได้ง่ายและสะดวก |
| การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการควบคุม | ทำได้ยากเพราะต้องเดินสายไฟวงจรควบคุมใหม่ | ทำได้ง่ายเพียงแก้ไขวงจรแลดเดอร์ใหม่ |
| การบำรุงรักษา | ยุ่งยากและต้องคอยบำรุงรักษาบ่อยๆเนื่องจากหน้าสัมผัสของรีเลย์มีอายุใช้งานที่จำกัด | ทำได้สะดวก และรวดเร็วเพียงตรวจสอบหรือเปลี่ยนส่วนประกอบของระบบซึ่งมีลักษณะเป็นการ์ด (Card) หรือ โมดูล (Module) |
| ค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบควบคุม | ต่ำ, เหมาะสมกับคุณภาพ | ต่ำ |

## 2.6 การแบ่งขนาดของ PLC

ระยะแรก PLC มีเพียง 2 ขนาดคือ PLC ขนาดเล็กซึ่งจะใช้แทนวงจรรีเลย์ มีขนาดของอินพุท/เอาท์พุทจำกัด ราคาถูก และ PLC ขนาดใหญ่มีหน่วยอินพุท/เอ๊าท์พุทจำนวนมาก ราคาแพง ทำให้ระยะนั้นอุตสาหกรรมบางประเภทไม่สามารถจัดหา PLC ที่เหมาะสมกับขนาดของงานที่มีอยู่ได้ เนื่องจากถ้าใช้ PLC ที่มีขนาดเล็กก็จะมีขีดจำกัดมากเกินไป แต่การใช้ PLC ที่มีขนาดใหญ่ก็สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น

ปัจจุบัน PLC ได้พัฒนาและออกแบบให้มีหลายขนาด บริษัทผู้ผลิตทุกแห่งพยายามผลิตให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภท ซึ่งจะทำให้ PLC แต่ละรุ่นมีข้อดีแตกต่างกัน ทำให้เป็นการยากที่จะตัดสินใจเลือก PLC ให้เหมาะสมกับงานที่มีอยู่ในปัจจุบันได้ โดยในการพิจารณาเลือกใช้นั้น ถ้าใช้เพียงข้อมูลที่เกี่ยวกับขนาดของหน่วยอินพุท/เอ๊าท์พุท และหน่วยความจำนั้นอาจจะไม่เพียงพอที่จะใช้ในการตัดสินใจเลือก PLC ได้โดยอาจจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติอื่นๆประกอบร่วมด้วย

ปัจจุบัน PLC จะถูกแบ่งออกเป็น 4 ขนาด ตามขนาดของหน่วยอินพุท/เอ๊าท์พุท คือ

2.6.1 PLC ขนาดเล็ก จำนวนหน่วยอินพุท/เอ๊าท์พุท ไม่เกิน 128 จุด

2.6.2 PLC ขนาดกลาง จำนวนหน่วยอินพุท/เอ๊าท์พุท ไม่เกิน 1024 จุด

2.6.3 PLC ขนาดใหญ่ จำนวนหน่วยอินพุท/เอ๊าท์พุท ไม่เกิน 4096 จุด

2.6.4 PLC ขนาดใหญ่มาก จำนวนหน่วยอินพุท/เอ๊าท์พุท เกินกว่า 4096 จุด

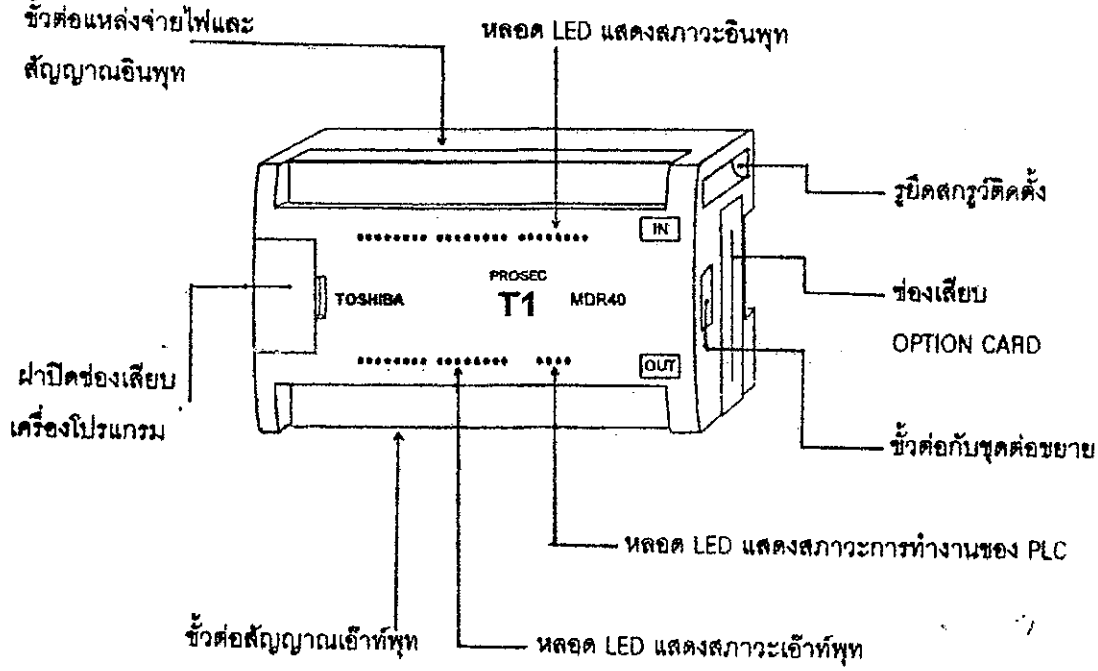
เนื่องจากในโครงงานได้ใช้ PLC ของ Toshibaรุ่น T1 จึงได้อ้างอิงรุ่น PLC ตามขนาดของอินพุท/เอ๊าท์พุทดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 2.3** ตารางแสดงจำนวนอินพุท/เอ๊าท์พุท (I/O) ของ PLC รุ่น T1

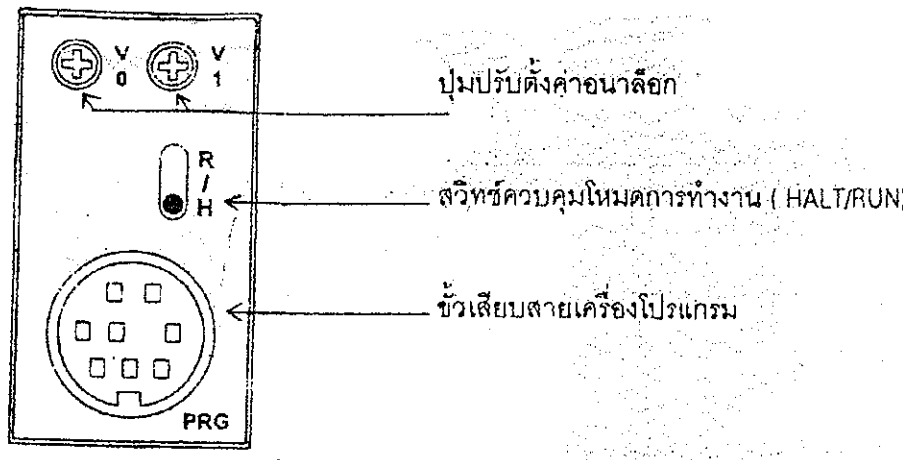
| รุ่น | ขนาดอินพุท/เอ๊าท์พุท(I/O) เริ่มต้น | ขนาดอินพุท/เอ๊าท์พุท (I/O) ที่ขยายได้สูงสุด |
|---|---|---|
| T1 | T1-16 I = 8 จุด, O = 8 จุด<br>T1-28 I = 14 จุด, O = 14 จุด<br>T1-40 I = 24 จุด, O = 16 จุด | 200<br>(เฉพาะรุ่น T1-40 เท่านั้น) |

## 2.7 รายละเอียดและคุณสมบัติของ PLC Toshiba รุ่น T1

เนื่องจากโครงงานนี้ใช้ PLC Toshiba รุ่น T1จึงได้แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติต่างๆของ T1 ดังนี้




**รูปที่ 2.3** รูปร่างลักษณะและส่วนประกอบของ PLC รุ่น T1-40




**รูปที่ 2.4** ลักษณะด้านหลังของฝาปิดช่องเสียบเครื่องโปรแกรม

**รูปที่ 2.5** หลอด LED แสดงสภาวะการทำงานของ PLC (T1-40)

**ตารางที่ 2.4** แสดงสถานะของหลอด LED เมื่อ PLC ทำงานเฉพาะรุ่น T1-40

| | | |
|---|---|---|
| PWR (Power) (สีเขียว) | สว่าง | แหล่งจ่ายไฟภายในขนาด 5 VDC ทำงานปกติ |
| | ไม่สว่าง | แหล่งจ่ายไฟภายในขนาด 5 VDC ทำงานผิดปกติ |
| RUN (สีเขียว) | สว่าง | อยู่ในโหมด RUN |
| | กระพริบ | อยู่ในโหมด HOLD |
| | ไม่สว่าง | อยู่ในโหมด HALTหรือโหมด ERROR |
| FLT (FAULT) (สีแดง) | สว่าง | อยู่ในโหมด ERROR |
| | กระพริบ | ระบบฮาร์ดแวร์ผิดปกติ |
| | ไม่สว่าง | PLC ทำงานเป็นปกติ |
| AUX (AUXILLIARY) (สีแดง) | - | สามารถที่จะควบคุมการทำงานได้โดยการใช้โปรแกรม ที่ผู้ใช้งานเขียนขึ้นมา ซึ่งจะสว่างเมื่อ S320 เป็นสภาวะ ON และจะดับเมื่อ S320 เป็นสภาวะ OFF |

**ตารางที่ 2.5** แสดงสวิทช์ควบคุมโหมดการทำงาน (เฉพาะรุ่น T1)

| | |
|---|---|
| H (HALT) | เมื่อสวิทช์นี้ถูกปรับตั้งไปที่ตำแหน่ง H (HALT), T1 จะหยุดการทำงานตามโปรแกรม (อยู่ที่โหมด HALT) |
| R (RUN) | เมื่อสวิทช์นี้ถูกปรับตั้งไปที่ตำแหน่ง R (RUN), T1 จะเริ่มทำงานตามโปรแกรมซึ่งในตำแหน่งนี้คอมมาน HALT/RUN สามารถทำงานได้ตามปกติ |

**ตารางที่ 2.6** คุณสมบัติของ PLC รุ่น T1

| รุ่น | | T1-16 | T1-28 | T1-40 |
|---|---|---|---|---|
| วิธีการควบคุม | | Stored Program, cyclic scan system | | |
| ระบบการสแกน | | สามารถเลือกได้โดยอาจเป็นแบบ Folating หรือแบบคงที่ (10-200 ms, ปรับได้ทีละ 10ms | | |
| การ Update สัญญาณอินพุท/เอ๊าท์พุท | | Batch I/O Refresh | | |
| หน่วยความจำเก็บโปรแกรม | | แบบ RAM และ EEPROM (ไม่จำเป็นต้องใช้ แบตเตอรี่แบคอัพ) | | |
| ขนาดของหน่วยความจำ | | 2 k STEP (6 Kbyte) | | |
| ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม | | ภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรมพร้อมฟังก์ชันบล๊อค | | |
| ชุดคำสั่ง | | คำสั่งพื้นฐาน : 17 คำสั่ง<br>คำสั่งฟังก์ชันพิเศษ : 64 คำสั่ง | | |
| ความเร็วในการทำงาน | | 1.4 s/คำสั่งทางคอนแทค, 2.3 s/คำสั่งเอ๊าท์พุทคอยล์<br>4.2 s/คำสั่งการโอนย้ายข้อมูล, 6.5 s/คำสั่งการบวกลบข้อมูล | | |
| ประเภทของโปรแกรม | | โปรแกรมหลัก (Main Program) 1 โปรแกรม<br>โปรแกรมเริ่มต้น (Initial Program) 1 โปรแกรม<br>ไทม์เมอร์อินเตอร์รัฟท์ (Timer Interrupt) 1 โปรแกรม ตั้งเวลาได้ตั้งแต่ 5-1000 ms, ตั้งได้ทีละขนาดหน่วย 5 ms<br>อินพุทอินเตอร์รัฟท์ (I/O Interrupt) 4 โปรแกรม (ทางอินพุท High Speed Counter และ Interupt<br>โปรแกรมแบบ Subroutine 16 โปรแกรม | | |
| จำนวนอินพุท/เอ๊าท์พุท | | 16 จุด (ไม่สามารถขยายได้) | 28 จุด (ไม่สามารถขยายได้) | 40 จุด (หน่วยพื้นฐาน) + 32 จุด (โดยใช้ Option card) + 16 เวอร์ด (โดยใช้โมดูลอินพุท/เอ๊าท์พุท) |
| ชนิดอินพุท | อินพุทแบบ DC | อินพุทแบบหน้าสัมผัส | อินพุทแบบ 24 VDC (หน้าสัมผัส) | |

**ตารางที่ 2.6 (ต่อ)** คุณสมบัติ PLC รุ่น T1

| รุ่น | | T1-16 | T1-28 | T1-40 |
|---|---|---|---|---|
| ชนิดเอ๊าท์พุท | อินพุทแบบ AC | 100-120 VAC | | |
| | อินพุทแบบ DC | เป็นแบบรีเลย์ และทรานซิสเตอร์ (2 จุด) | | |
| | อินพุทแบบ AC | เป็นแบบรีเลย์ และไทรแอค (2 จุด) | | |
| Terminal Block ของอินพุท/เอ๊าท์พุท | | ถอดไม่ได้ | สามารถถอดได้ | |
| พื้นที่เก็บข้อมูลใช้งานต่างๆ | | - รีเลย์ช่วย : 1024 จุด/64 เวอร์ด (R/RW)<br>- รีเลย์พิเศษ : 1024 จุด /64 เวอร์ด (S/RW)<br>- ตัวตั้งเวลา : 64 จุด (T./T) ความละเอียด 0.01 วินาทีจำนวน 32 ตัว<br>ความละเอียด 0.1 วินาที จำนวน 32 ตัว<br>- ตัวนับจำนวน : 64 จุด (C./C)<br>- รีจิสเตอร์เก็บข้อมูล : 1024 เวอร์ด (D)<br>- Index register : 3 เวอร์ด (I, J, K) | | |
| ฟังก์ชันอินพุท/เอ๊าท์พุทพิเศษ | | ตัวนับจำนวนความเร็วสูง (แบบเฟสเดี่ยว 2 จุด หรือแบบ Quadrature 1 จุด)<br>อินพุทอินเทอร์รัฟท์ (2 จุด)<br>ปุ่มปรับตั้งค่าแบบอนาล็อค (2 จุด)<br>เอ๊าท์พุทแบบพัลซ์ (CW+CCW หรือ พัลซ์+ทิศทาง)<br>เอ๊าท์พุทแบบ PWM | | |
| การเชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารข้อมูล | | พอร์ท RS-232C 1พอร์ท สำหรับเชื่อมต่อกับเครื่องมือเขียนโปรแกรมหรือคอมพิวเตอร์, ระบบ TOSLINE-F10 (สำหรับรุ่น T1-40 เท่านั้น) | | |
| ฟังก์ชันสนับสนุนการ Debug | | Sampling trace function | | |

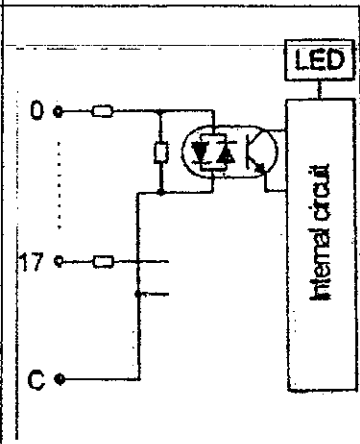
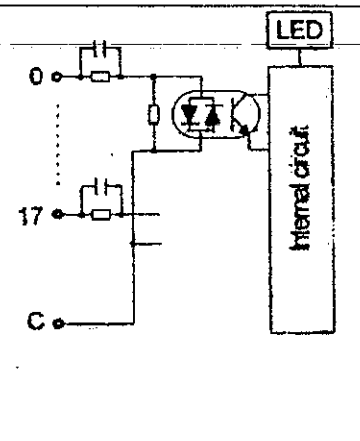
หมายเหตุ

- ฟังก์ชันตัวนับจำนวนความเร็วสูง, อินพุทอินเทอร์รัพท์, เอ๊าท์พุทแบบพัลซ์และเอ๊าท์พุทแบบ PWM จะมีเฉพาะรุ่นที่มีอินพุทแบบ DC เท่านั้น
- ฟังก์ชันตัวนับจำนวนความเร็วสูงและฟังก์ชันอินพุทอินเทอร์รัพท์จะไม่สามารถใช้งานในเวลาเดียวกันได้
- ฟังก์ชันเอ๊าท์พุทแบบพัลซ์และเอ๊าท์พุทแบบ PWM จะไม่สามารถใช้ในเวลาเดียวกันได้

**ตารางที่ 2.7** คุณสมบัติภาคอินพุท (รุ่น T1-40)

| รายละเอียด | คุณสมบัติ | |
|---|---|---|
| | สำหรับรุ่นอินพุทแบบ DC | สำหรับรุ่นอินพุทแบบ AC |
| ชนิดของอินพุท | อินพุทแบบ DC<br>แบบ Current source/sink | อินพุทแบบ AC |
| จำนวนจุดของอินพุท | 24 จุด (24 จุดต่อคอมมอน) | 24 จุด (24 จุดต่อคอมมอน |
| อัตราแรงดันไฟอินพุท | 24 VAC, +10/-15% | 100-120 VAC, +10/-15%, 50/60Hz |
| อัตรากระแสไฟอินพุท | 7 mA (ที่ 24 VDC) | 7 mA (ที่100 VAC) |
| แรงดันไฟสูงสุดของสภาวะ ON | 15 VDC | 80 VAC |
| แรงดันไฟสูงสุดของสภาวะ OFF | 5 VDC | 30 VAC |
| เวลาหน่วงของการ ON | 0 ถึง 15 ms (x00-x07)<br>10 ms (x08-x17) | 25 ms หรือน้อยกว่า |
| เวลาหน่วงของการ OFF | 0 ถึง 15 ms (x00-x07)<br>10 ms (x08-x17) | 30 ms หรือน้อยกว่า |
| การแสดงสภาวะทางอินพุท | จะมีหลอด LED แสดงสภาวะของอินพุททุกจุดโดยจะสว่างเมื่ออินพุท ON | |
| การต่อสายภายนอก | ใช้ Teminal block แบบถอดได้, สกรูว์ขนาด M3.5 | |
| ความทนทานต่อแรงดันไฟ | 1500 VAC, ที่เวลา 1 นาที (ระหว่างวงจรภายใน และวงจรภายนอก) | |

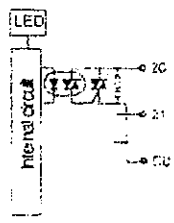
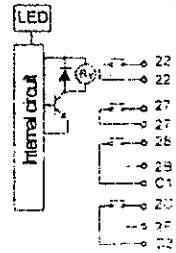
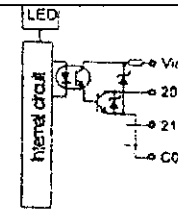
**ตารางที่ 2.7 (ต่อ) คุณสมบัติภาคอินพุท (รุ่น T1-40)**

| รายละเอียด | คุณสมบัติ | |
|---|---|---|
| | สำหรับรุ่นอินพุทแบบDC | สำหรับรุ่นอินพุทแบบAC |
| วงจรภายใน |  |  |

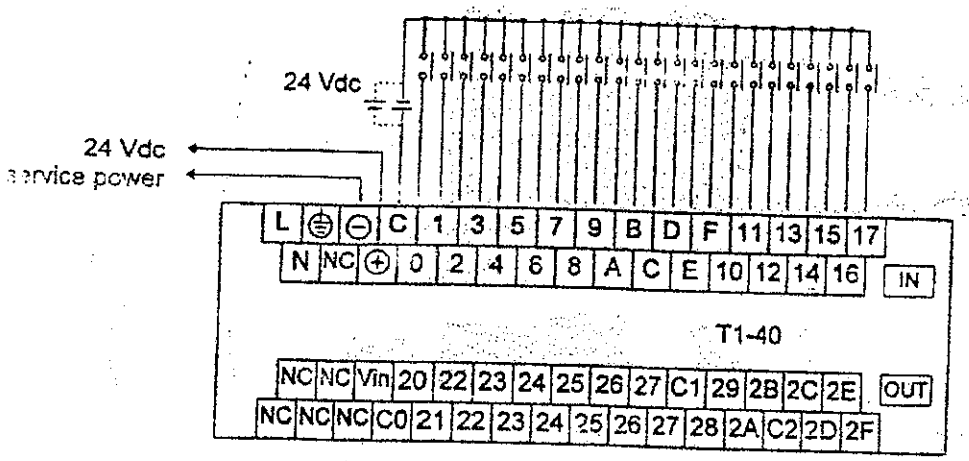
**ตารางที่ 2.8** คุณสมบัติของภาคเอ๊าท์พุท (รุ่น T1-40)

| รายละเอียด | คุณสมบัติ | | |
|---|---|---|---|
| | เอ๊าท์พุทแบบรีเลย์ (สำหรับรุ่นที่อินพุทเป็นแบบ DC และ AC) | เอ๊าท์พุทแบบทรานซิสเตอร์ (สำหรับรุ่นที่อินพุทเป็นแบบ DC) | เอ๊าท์พุทแบบไทรแอค (สำหรับรุ่นที่อินพุทเป็นแบบ AC) |
| ชนิดเอ๊าท์พุท | แบบหน้าสัมผัส (ปกติเปิด) | แบบทรานซิสเตอร์ (กระแสซิงค์) | แบบไทรแอค |
| จำนวนจุดของเอ๊าท์พุท | 14 จุด (แบบ Isolated 6 จุด แบบ 4 จุด/คอมมอน 2 จุด) | 2 จุด (2 จุด/คอมมอน) | 2 จุด (2 จุด/คอมมอน) |
| อัตราแรงดันไฟของโหลด | 240 VAC/24 VDC+10% (สูงสุด) | 24 VDC, +10/-15% | 100-240 VAC |
| กระแสไฟโหลดสูงสุด | 24 /จุด (โหลดแบบความต้านทาน) 2A / คอมมอน | 0.5 A /จุด (โหลดแบบความต้านทาน) | |

**ตารางที่ 2.8 (ต่อ)** คุณสมบัติภาคเอ๊าท์พุท (รุ่น T1-40)

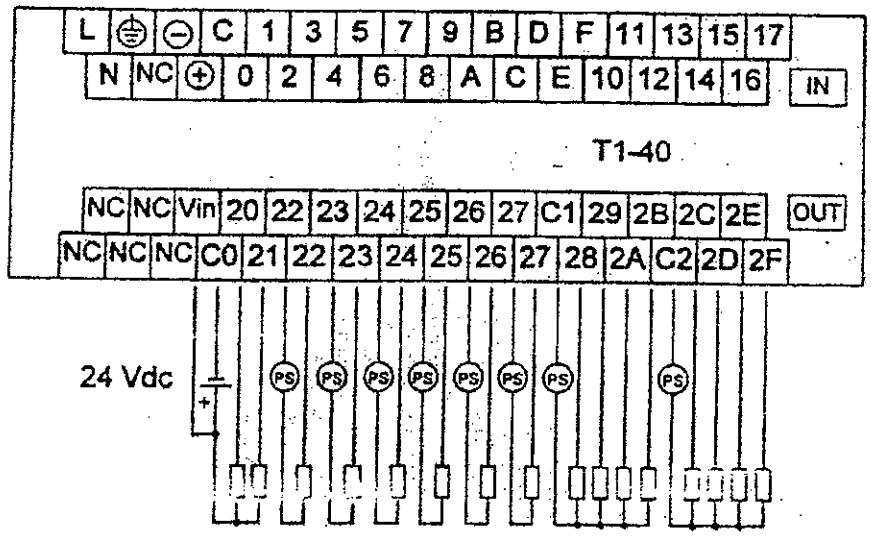
| รายละเอียด | คุณสมบัติ | | |
|---|---|---|---|
| | เอ๊าท์พุทแบบรีเลย์ (สำหรับรุ่นที่อินพุทเป็นแบบ DC และAC) | เอ๊าท์พุทแบบทรานซิสเตอร์(สำหรับรุ่นที่อินพุทเป็นแบบDC) | เอ๊าท์พุทแบบแอท (สำหรับรุ่นที่อินพุทเป็นแบบ AC) |
| แรงดันไฟตกคร่อมขณะที่เป็นสภาวะ ON | - | 1.5 V หรือน้อยกว่า | |
| กระแสไฟรั่วขณะที่เป็นสภาวะ OFF | ไม่มี | 0.1 mA หรือน้อยกว่า | |
| อัตราโหลดต่ำสุด | 5 VDC, 10 mA (50 mW) | - | |
| เวลาหน่วงของการ ON | 10 mS หรือน้อยกว่า | 0.1 mS หรือน้อยกว่า | |
| เวลาหน่วงของการ OFF | 10 mS หรือน้อยกว่า | 0.1 mS หรือน้อยกว่า | |
| การแสดงสภาวะของเอ๊าท์พุท | เอ๊าท์พุททุกจุดจะมีหลอด LED แสดงสภาวะ | | |
| การต่อสาย | ใช้ Teminal block แบบถอดสายได้โดยใช้สกรูว์ขนาด M3.5 | | |
| ความต้านทานต่อแรงดันไฟ | 1500 VAC (ระหว่างวงจรภายนอกและภายใน) | | |
| ลักษณะวงจรภายใน |  |  |  |

2.7.1 การต่อสายสัญญาณอินพุท (สำหรับอินพุทแบบ DC) ชุดจ่ายไฟภายนอกขนาด 24 VDCสามารถที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟสำหรับอินพุทได้




**รูปที่ 2.6** การต่อสายสัญญาณอินพุทแบบ DC

2.7.2 การต่อสายสัญญาณเอ๊าท์พุท (สำหรับอินพุทแบบ DC ซึ่งจะมีเอ๊าท์พุทแบบรีเลย์ 14 จุด และทรานซิสเตอร์ 2 จุด) อายุการใช้งาน ของรีเลย์ : 20ล้านครั้ง (ทางกล), 100000 ครั้ง (ทางไฟฟ้า)




(PS) = 240 VAC/24VDC (สูงสุด)

**รูปที่** 2.7 การต่อสายสัญญาณเอ๊าท์พุท

## 2.8 เครื่องมือสำหรับการป้อนโปรแกรมและข้อมูล

หน้าที่ของเครื่องป้อนโปรแกรมคือ ควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้ด้วย

เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held ) แต่ละยี่ห้อจะไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์อันเดียวกัน ต่อไปนี้จะแนะนำเครื่องมือสำหรับการป้อนโปรแกรม/ข้อมูลเข้า PLC (ของยี่ห้อ Toshiba รุ่น Prosec T Series) จะมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

2.8.1 เครื่องป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Handy Programmer (HP911))

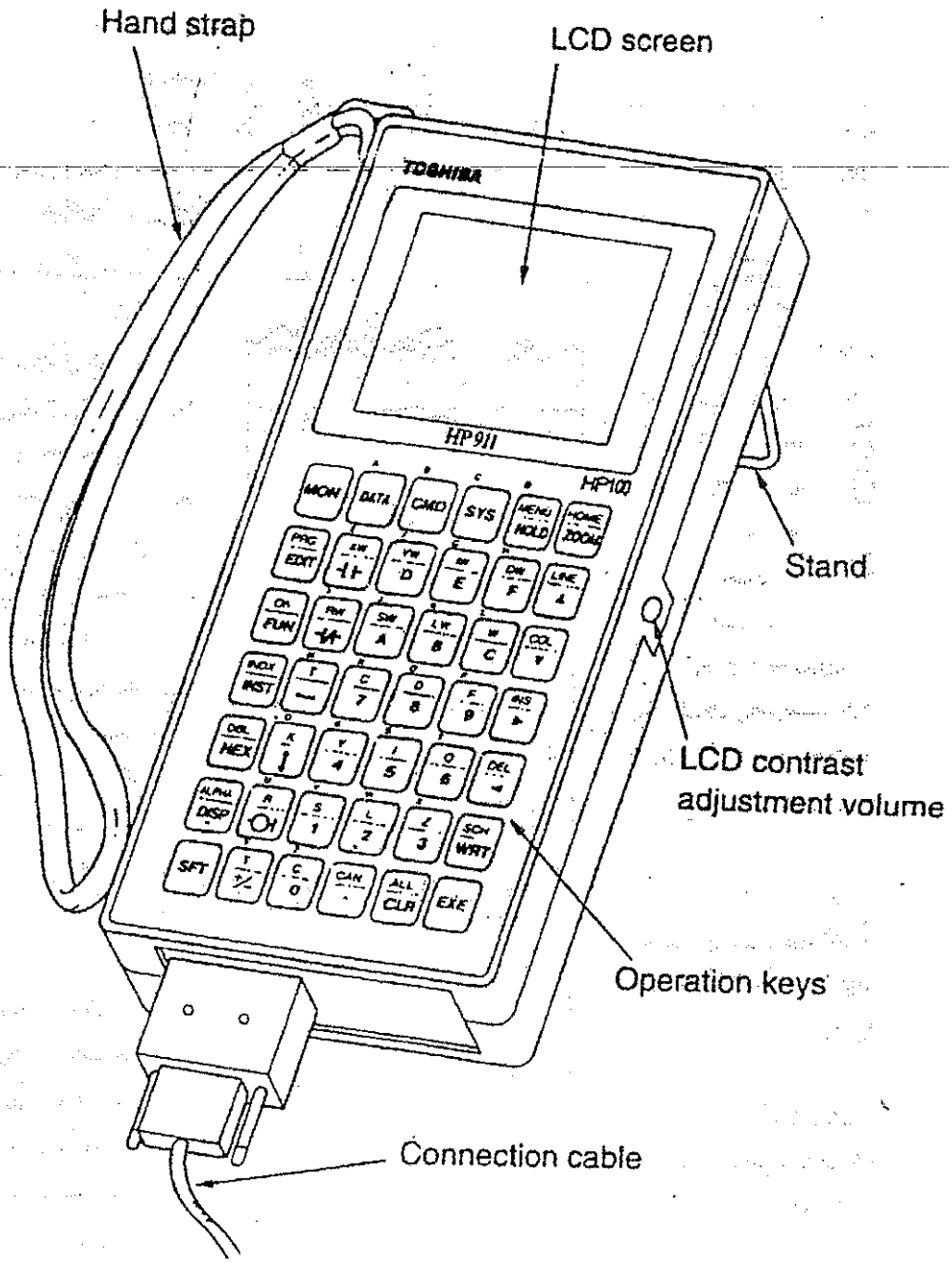
HP-911 เป็นเครื่องมือสำหรับป้อนโปรแกรมแบบกราฟฟิคชนิดมือถือ จอแสดงผลเป็นแบบจอ LCD เป็นเครื่องป้อนโปรแกรมที่มีขนาดกะทัดรัด สามารถพกพา

ได้สะดวก เหมาะสำหรับงานโปรแกรม, การตรวจสอบ การเปลี่ยนแปลงแก้ไขนอกสถานที่ โดยจะมีคุณลักษณะดังนี้

1. เป็นเครื่องป้อนโปรแกรมแบบ Ladder Diagram โดยเขียนเป็นสัญลักษณ์ของหน้าสัมผัสและเอ๊าท์พุตคอยล์ได้โดยตรงสำหรับ PLC ยี่ห้อ Toshiba รุ่น Prosec T Series
2. มีหน่วยความจำภายในแบบ EEPROM ซึ่งจะทำให้สามารถเก็บโปรแกรมและโอนย้ายโปรแกรมระหว่าง PLC ในแต่เครื่องได้
3. มีโหมดแสดงผลหน้าจอ 2 โหมดคือ
   - โหมดแสดงผลเต็มจอปกติ สามารถแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรมได้ 5 บรรทัด/12คอลัมน์
   - โหมดแสดงผลแบบขยายเฉพาะส่วน (Zoom) สามารถแสดงคำอธิบายของอุปกรณ์แต่ละตัวอย่างสมบูรณ์
4. สามารถดูสภาวะข้อมูลต่างๆทางอินพุต/เอ๊าท์พุทและรีจิสเตอร์ภายในได้ (ยกเว้นรุ่น T1)
5. สามารถปรับตั้งค่าข้อมูลต่างๆแบบ On-line (ในขณะที่ PLC อยู่ในสภาวะ Run) ได้
6. สามารถทดสอบการทำงานของโปรแกรม โดยการบังคับอินพุทให้/เอ๊าท์พุทให้ ON หรือ OFF ได้ตามต้องการ (I/O force)
7. มีไฟส่องหน้าปัทม์ (Backlit) บนจอแสดงผลแบบ LCD ทำให้สามารถดูค่าหรือใช้งานในที่มีแสงสว่างน้อยๆ

ปี TJ
223
P76
ก.ย.2547
25215

สำนักหอสมุด
20 ก.ค. 2547
4740385




**รูปที่ 2.8** เครื่องป้อนโปรแกรมแบบมือถือ HP-911

2.8.2 ซอฟต์แวร์สำหรับการป้อนโปรแกรมผ่านเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

T – Series Program Development System (T-PDS)

T-PDS เป็นซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้งานได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบแลบท๊อบของโตชิบา หรือ IBM-PC คอมแพททิเบิ้ลต่างๆทั่วๆไปได้ซึ่งมีอยู่ 2 รุ่นคือรุ่นที่ใช้กับระบบปฏิบัติการ Dos และใช้กับระบบปฏิบัติการ Windows แต่คุณสมบัติขั้นต่ำสุดของ ไมโครคอมพิวเตอร์จะต้องไม่ต่ำกว่า 386 CPU และต้องมีการ์ดกราฟฟิค VGA, ซอฟต์แวร์ T-PDS สามารถที่จะเขียนโปรแกรมสำหรับ PLC และการแก้ไขโปรแกรมได้ทั้งแบบ ON-LINE และ OFF-LINE และยังสามารถจัดการทางด้านงานเอกสารต่างๆของโปรแกรมได้อีกด้วย

คุณสมบัติ

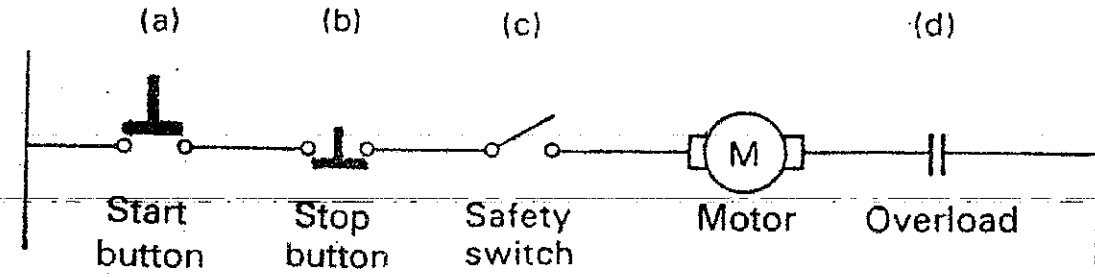
1. มีฟังก์ชันการแก้ไขโปรแกรมอย่างสมบูรณ์ เช่น ฟังก์ชันการตัดและวาง (Cut & Paste), ฟังก์ชันการค้นหาและการแทนที่ (Search & Replace) ฟังก์ชันการแทรก (Insert) ฟังก์ชันการลบ (Delete) เป็นต้น
2. การโปรแกรมเป็นกลุ่มและการรวมบล๊อก
3. มีฟังก์ชันการ Load, Save และ Compare ระหว่างระบบดิสค์ของคอมพิวเตอร์ หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์และหน่วยความจำของ PLC
4. สามารถจัดการทางด้านงานเอกสารได้อย่างสมบูรณ์

## 2.9 ภาษาที่ใช้ในการป้อนโปรแกรม PLC

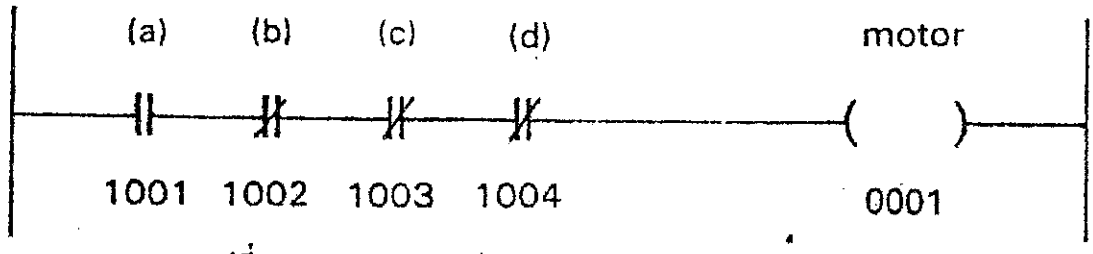
สิ่งสำคัญที่ต้องการสำหรับสำหรับภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับเครื่อง PLC ก็คือต้องเป็นภาษาที่สามารถเข้าใจง่าย และนำไปใช้ในการกำหนด หรือควบคุมสภาวะที่ต้องการได้ ควรเป็นภาษาที่มีความหมายใกล้เคียงที่สุดกับฟังก์ชันที่ต้องการของผู้ใช้งาน และจะต้องไม่เป็นภาษาที่ซับซ้อน หรือต้องใช้เวลาเรียนรู้นานๆเหมือนกับภาษาระดับสูงที่ใช้คอมพิวเตอร์ทั่วๆไป

"แลดเดอร์ไดอะแกรม" เป็นภาษาที่ให้ความหมายใกล้เคียงกับวงจรรีเลย์ไฟฟ้ามากที่สุด ซึ่งโดยปกติผู้ใช้งาน PLC มักจะออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมขึ้นมาก่อนทั้งสิ้น

ในรูปที่ 2.9 จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวงจรไฟฟ้ากับแลดเดอร์ไดอะแกรม สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โดยวงจรควบคุมมอเตอร์นี้จะถูกต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟโดยผ่านสวิทช์ต่างๆ รวมทั้งตัวโอเวอร์โหลดซึ่งต่ออนุกรมกันอยู่

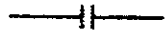
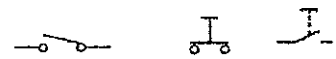
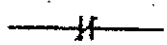
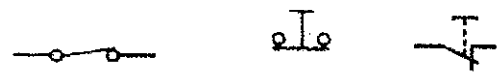
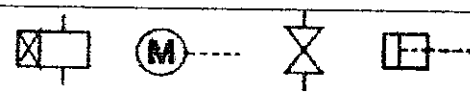
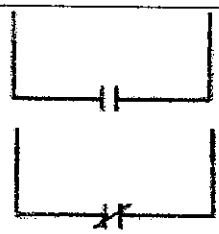
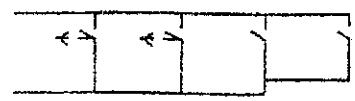



เมื่อเปลี่ยนเป็นแลดเดอร์ไดอะแกรมจะได้ดังนี้

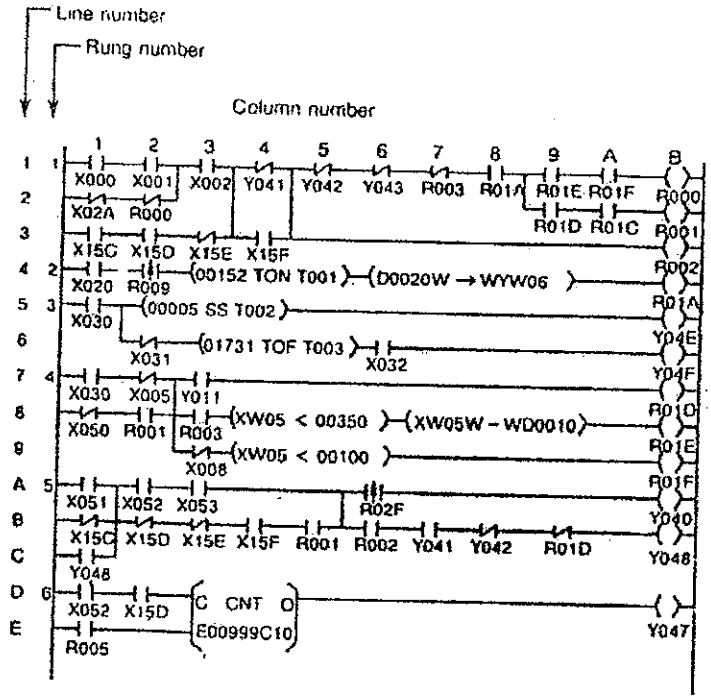



**รูปที่ 2.9** แสดงวงจรรีเลย์ไฟฟ้ากับแลดเดอร์ไดอะแกรม

**ตารางที่ 2.9** แสดงความหมายของสัญลักษณ์ในแลดเดอร์ไดอะแกรม

| | | |
|---|---|---|
|  | อินพุท,หน้าสัมผัสปกติเปิด NO |  |
|  | อินพุท,หน้าสัมผัสปกติปิด NC |  |
| | อุปกรณ์เอ๊าท์พุท |  |
|  | หน้าสัมผัสปกติเปิดหรือปกติปิดต่อแบบขนานกัน |  |

แลดเดอร์ไดอะแกรมจะประกอบด้วยเส้นขนานกันทางแนวตั้งสองเส้น ซึ่งจะเปรียบเสมือนสายไฟ 2 เส้นขนานกัน โดยสายไฟเส้นหนึ่ง (ทางซ้าย) จะเป็นสายที่มีไฟ (+VหรือL) ส่วนสายไฟอีกเส้น(ทางขวา) จะเป็นสายกราวด์ (GND หรือ N) และระหว่างสายไฟสองเส้นนี้จะมีสัญลักษณ์วงจรต่อกันเป็นขั้นบันได (Ladder) ดังรูป 2.10




**รูปที่ 2.10** แสดงตัวอย่างของแลดเดอร์ไดอะแกรม

รังค์ (Rung) หมายถึง กลุ่มของเงื่อนไขอินพุททั้งหมดที่ต่อสัมพันธ์กันอยู่แล้วให้เอ๊าท์ 1 เอ๊าท์พุทหรือมากกว่า

## 2.10 คำสั่งสำหรับเขียนแลดเดอร์แบบพื้นฐานจำนวน 17 คำสั่ง

**ตารางที่ 2.10** แสดงคำสั่งสำหรับเขียนแลดเดอร์แบบพื้นฐาน

| คำสั่ง | สัญญลักษณ์ | รายละเอียด | จำนวนสเต็ป | เวลาของการทำงานตามคำสั่ง[Execution Speed] [µs] |
|---|---|---|---|---|
| NO CONTACT | | คอนแทคแบบปกติเปิด (NO) ของอุปกรณ์ | 1 | 1.4 - 3.3 |
| NC CONTACT | | คอนแทคแบบปกติปิด (NC) ของอุปกรณ์ | 1 | 1.4 - 3.3 |
| TRANSI-TIONAL CONTACT (RISING) | | เมื่ออินพุทเปลี่ยนแปลงจาก OFF เป็น ON เอ้าท์พุทก็จะ ON เป็นเวลาหนึ่งช่วงการสแกน | 1 | 3.0 |
| TRANSI-TIONAL CONTACT (FALLING) | | เมื่ออินพุทเปลี่ยนแปลงจาก ON เป็น OFF เอ้าท์พุทก็จะ ON เป็นเวลาหนึ่งช่วงการสแกน | 1 | 3.0 |
| COIL | | คอยล์รีเลย์ของอุปกรณ์ A | 1 | 2.3 |
| FORCED COIL | | คำสั่งที่สามารถกระตุ้นคอยล์ของอุปกรณ์ A ให้ค้างสภาวะไว้โดยไม่สนใจต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะการอินพุท | 1 | 2.3 |
| INVERTER | | กลับสภาวะของสัญญาณอินพุทที่ป้อนเข้ามา | 1 | 1.4 - 3.3 |
| INVERT COIL | | ให้สัญญาณเอ้าท์พุทที่เป็นสภาวะที่กลับกันกับสัญญาณอินพุทที่ป้อนเข้าอุปกรณ์ A | A | 2.3 |

**ตารางที่ 2.10 (ต่อ)** แสดงคำสั่งสำหรับเขียนแลดเดอร์แบบพื้นฐาน

| คำสั่ง | สัญญลักษณ์ | รายละเอียด | จำนวนสเต็ป | เวลาของการทำงานตามคำสั่ง[Execution Speed] [μs] |
|---|---|---|---|---|
| MASTER CONTROL SET | ⊣[ MCS ]⊢ | เมื่อ MCS เป็นสภาวะ OFF วงจรแลดเดอร์ระหว่างคำสั่ง MCS และ MCR จะถูกบังคับไม่ให้ทำงาน | 1( MCS ) | 3.75 |
| MASTER CONTROL RESET | ⊣[ MCR ]⊢ | | 1( MCR ) | |
| JUMP CONTROL SET | ⊣[ JCS ]⊢ | เมื่อ JCS เป็นสภาวะ ON วงจรแลดเดอร์ระหว่างคำสั่ง JCS ถึง JCR จะถูกกระโดดข้ามไป (ไม่ทำงาน) | 1( JCS ) | 2.75 |
| JUMP CONTROL RESET | ⊣[ JCR ]⊢ | | 1( JCR ) | |
| ON DELAY TIMER | ⊣[ *A* TON *B* ]⊢ | เมื่ออินพุทเป็นสภาวะ ON ครบตามเวลาที่กำหนด เอ้าท์พุทของคำสั่งก็จะเป็นสภาวะ ON | 2 | 5 |
| OFF DELAY TIMER | ⊣[ *A* TOF *B* ]⊢ | เมื่ออินพุทเป็นสภาวะ ON เอ้าท์พุทก็จะ ON ด้วย เมื่ออินพุทเปลี่ยนเป็น OFF เอ้าท์พุทจะยัง ON อยู่ตามระยะเวลาที่กำหนด | 2 | 12.8 |
| SINGLE SHOT TIMER | ⊣[ *A* SS *B* ]⊢ | เมื่ออินพุทเป็นสภาวะ ON เอ้าท์พุทของคำสั่งจะเป็นสภาวะ ON ตามเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นจะกลับเป็นสภาวะ OFF | 2 | 13.0 |

**ตารางที่ 2.10 (ต่อ)** แสดงคำสั่งสำหรับเขียนแลดเดอร์แบบพื้นฐาน

| คำสั่ง | สัญญลักษณ์ | รายละเอียด | จำนวนสเต็ป | เวลาของการทำงานตามคำสั่ง[Execution Speed] [µs] |
|---|---|---|---|---|
| COUNTER | C—[ CNT ]—Q<br>E—[ *A B* ] | เมื่ออินพุท ENABLE เป็นสภาวะ ON คำสั่งนี้จะทำการนับจำนวนครั้งการ ON ของสัญญาณทางอินพุทนับค่า และจะให้เอ้าท์พุทเป็นสภาวะ ON เมื่อนับถึงค่าที่กำหนดไว้ใน A (B คือ รีจิสเตอร์ของตัวนับจำนวน) | 2 | 22.6 |
| END | ⊣[ ENT ]⊢ | กำหนดการสิ้นสุดโปรแกรม | 1 | 1.4 |

## 2.11 รายละเอียดของคำสั่งแลดเดอร์แบบพื้นฐานที่ใช้งานในโครงงาน

2.11.1 NO Contact

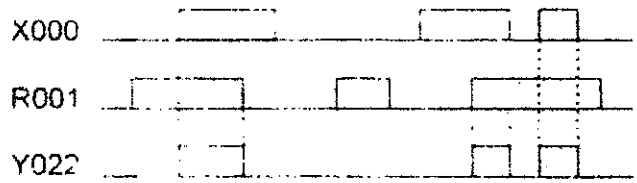
Input —⊣ ⊢— Output (A)

NO (Normally Open) ความหมายก็คือถ้า Input อยู่ในสถานะเปิด Output จะมีสถานะเป็นเปิด ดูสถานะได้ดังตารางข้างล่าง

**ตารางที่ 2.11** ตารางแสดงสถานะการทำงานของคำสั่ง NO

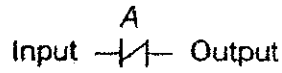
| Input | Operation | Output |
|---|---|---|
| Off | ทุกสภาวะของอุปกรณ์ A | ปิด |
| On | เมื่ออุปกรณ์ A ปิด | ปิด |
| | เมื่ออุปกรณ์ A เปิด | เปิด |

**รูปที่ 2.11** ตัวอย่างโปรแกรมแสดงว่า Coil Y022 จะเปิดก็ต่อเมื่ออุปกรณ์ X000 และ R001 อยู่ใน อยู่ในสภาวะเปิด




**รูปที่ 2.12** Timing diagram ของโปรแกรมตัวอย่างในรูป 2.11

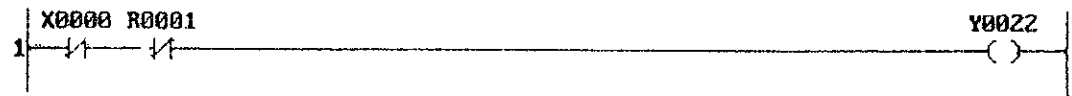
2.11.2 NC Contact



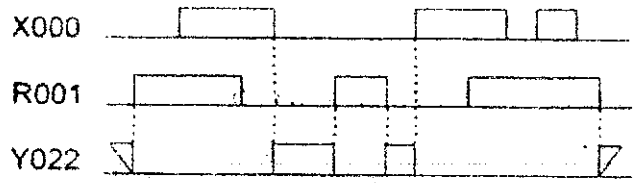

เมื่อหน้าสัมผัสของอุปกรณ์ A เป็น NC (Normally closed) จะทำหน้าที่ดังนี้ คือ เมื่อ อินพุทมีสถานะเปิดและอุปกรณ์ A อยู่ในสถานะปิด เอ๊าท์พุทจะมีสถานะเปิด ดูสถานะอินพุท เอ๊าท์พุทดังตารางข้างล่าง

**ตารางที่ 2.12** แสดงสถานะการทำงานของคำสั่ง NC

| Input | Operation | Output |
|---|---|---|
| ปิด | ทุกสภาวะของอุปกรณ์ A | ปิด |
| เปิด | เมื่ออุปกรณ์ A ปิด | เปิด |
| | เมื่ออุปกรณ์ A เปิด | ปิด |

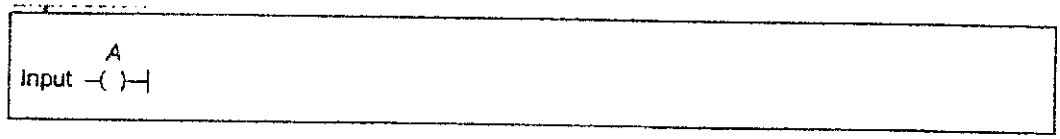



**รูปที่ 2.13** ตัวอย่างโปรแกรมแสดงว่า Coil Y022 จะเปิดเมื่ออุปกรณ์ X000 และ R001 อยู่ใน ตำแหน่งปิด




**รูปที่ 2.14** Timing diagram ของโปรแกรมตัวอย่างในรูปที่ 2.13

2.11.3 Coil

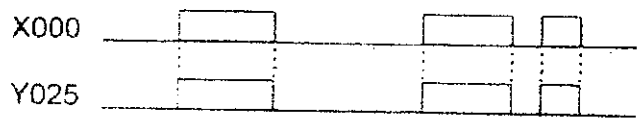



สำหรับอุปกรณ์ A ที่เป็นรีเลย์ มีสถานะการทำงานคือ ถ้าอินพุทมีสถานะเปิด อุปกรณ์จะถูกติดตั้งที่เปิดด้วย

**ตารางที่ 2.13** แสดงสถานะการทำงานของคำสั่ง Coil

| Input | Operation | Output |
|---|---|---|
| ปิด | อุปกรณ์ A มีสถานะ ปิด | - |
| เปิด | อุปกรณ์ A มีสถานะ เปิด | - |

**รูปที่ 2.15** ตัวอย่างโปรแกรมแสดงว่า Coil Y025 จะมีสถานะเปิดก็ต่อเมื่ออุปกรณ์ X000 มีสถานะเปิด




**รูปที่ 2.16** Timing Diagram ของโปรแกรมตัวอย่างในรูป 2.15

2.11.4 Ton (On Delay Time)

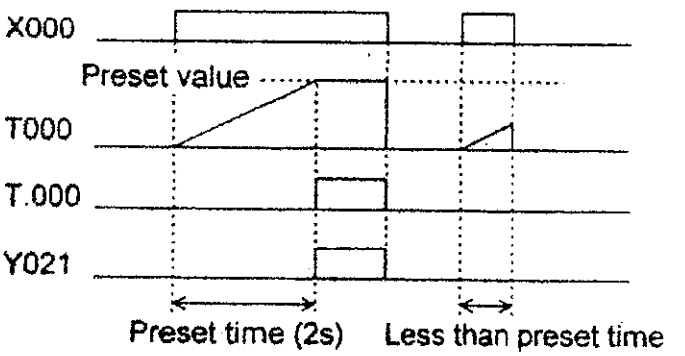
Input –[ A TON B ]– Output

เมื่ออินพุทเปลี่ยนสถานะจาก Off เป็น On เวลาใน B ที่ Set ไว้จะเริ่มเดินจนถึงเวลาที่ Set ค่าไว้ใน B Output จึงเปลี่ยนสถานะเป็น On และเมื่อเปลี่ยนสถานะ Input จาก On เป็น Off B จะรีเซ็ตค่ากลับไปเป็น 0 และอุปกรณ์ Output จะมีสถานะปิด โดยที่ Operand A มีค่าได้อยู่ในช่วง 0 ถึง 32767

**ตารางที่ 2.14** แสดงสถานะการทำงานของคำสั่ง Ton

| Input | Operation | Output |
|---|---|---|
| ปิด | No opeartion | ปิด |
| เปิด | อินพุทเปิดนานกว่าเวลาที่ตั้งไว้ที่ B | เปิด |
| | อินพุทเปิดในเวลาที่น้อยกว่าเวลาที่ตั้งไว้ที่ B | ปิด |

**รูปที่ 2.17** ตัวอย่างโปรแกรมแสดงว่าเมื่อ X000 มีสถานะเปิดไปแล้ว 2 วินาที y021 จึงจะมีสถานะเปิด




**รูปที่ 2.18** Timing Diagram ของโปรแกรมตัวอย่างในรูป 2.17

2.11.5 TOF (Off Delay Timer)

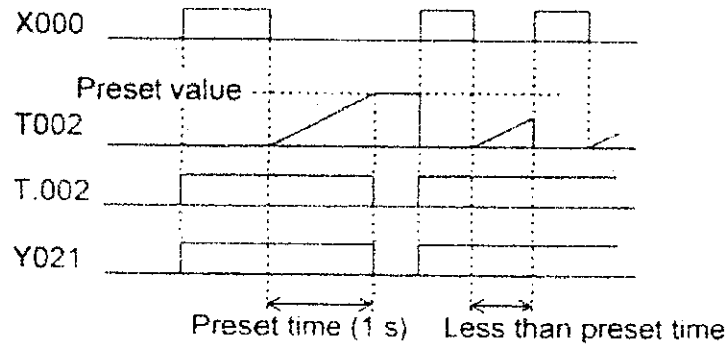
| Input –[ A TOF B ]– Output |
|---|

สถานะการทำงานของอุปกรณ์เมื่อ อินพุทเปลี่ยนจาก OFF เป็น On Output จะเปลี่ยนสถานะเป็น On และตำแหน่ง B จะ On พร้อมที่จะทำงานและ เมื่ออินพุทเปลี่ยนสถานะจาก On ไป Off เวลาที่ตั้งไว้ที่ B จะเริ่มเดินจนถึงเวลาที่ได้ set ค่าไว้ใน B แล้วจึงสั่งให้ Output เปลี่ยนสถานะเป็น Off โดยที่ Operand A มีค่าได้อยู่ในช่วง 0 ถึง 32767

**ตารางที่ 2.15** แสดงสถานะการทำงานของคำสั่ง TOF

| Input | Operation | Output |
|---|---|---|
| ปิด | เวลาที่อินพุทปิดน้อยกว่าเวลาที่ตั้งไว้ B | เปิด |
| | เวลาที่อินพุทปิดมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ใน B | ปิด |
| เปิด | No operation | เปิด |

**รูปที่ 2.19** ตัวอย่างโปรแกรมแสดงว่าเมื่อ X000 เปลี่ยนสถานะเป็นปิดไปแล้ว 1 วินาที Y021 จึงเปลี่ยนสถานะเป็น ปิด




**รูปที่ 2.20** Timing Diagram ของโปรแกรมตัวอย่างในรูป 2.19

2.11.6 SS (Single Shot timer)

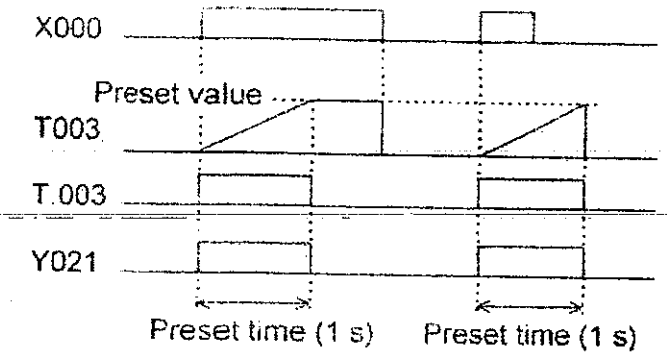
Input –[ A SS B ]– Output

เมื่ออินพุทเปลี่ยนจากปิดเป็นเปิด เอ๊าท์พุทจะเปิดในช่วงเวลาที่ได้ตั้งไว้ใน B และเอ๊าท์พุทจะปิดเมื่อครบเวลาที่ได้ตั้งไว้ใน B และเมื่ออินพุทเปลี่ยนสถานะจากเปิดเป็นปิดค่า B ก็จะรีเซ็ตค่ากลับเป็น 0 ใหม่ โดยที่ Operand A มีค่าได้ในช่วง 0 ถึง 32767

**ตารางที่ 2.16** แสดงสถานะการทำงานของคำสั่ง SS

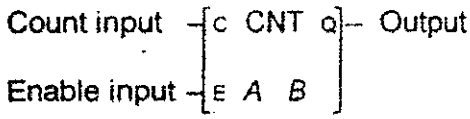
| Input | Operation | Output |
|---|---|---|
| ปิด | เวลาที่อินพุทปิดมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ที่ B | เปิด |
| | เวลาที่อินพุทปิดมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ที่ B | ปิด |
| เปิด | เวลาที่อินพุทเปิดน้อยกว่าเวลาที่ตั้งไว้ | เปิด |
| เปิด | เวลาที่อินพุทเปิดมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ | ปิด |

**รูปที่ 2.21** ตัวอย่างโปรแกรมแสดงว่าเมื่อ x000 มีสถานะเปิดแล้ว Y0021 จะมีสถานะเปิดในช่วงเวลา 1 วินาทีและจะกลับสถานะเป็น Off โดยอัตโนมัติ




**รูปที่ 2.22** Timing Diagram ของโปรแกรมตัวอย่างในรูป 2.21

2.11.7 CNT (Counter)

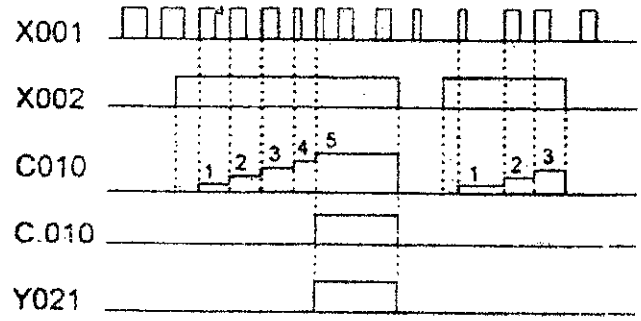



เมื่อ Enable input อยู่ในตำแหน่ง On และ Count Input มีการเปลี่ยนสถานะจาก Off เป็น On จะมีการนับค่ามาเก็บไว้ที่ Counter register B และเมื่อค่าที่นับได้นั้นเท่ากับค่าที่ติดตั้งไว้ที่ B จะมีการส่งสัญญาณให้เอ้าท์พุทมีสถานะเปิด และถ้า Enable input เปลี่ยนมาอยู่สถานะปิดจากเปิดอยู่จะทำให้ B ลบค่าที่นับไปเป็น 0 ใหม่ และเอ้าท์พุทถ้ามีสถานะเปิดอยู่จะเปลี่ยนสถานะเป็นปิด โดยที่ Operand A มีค่าได้อยู่ในช่วง 0 ถึง 65535

**ตารางที่ 2.17** แสดงสถานะการทำงานของคำสั่ง CNT

| Enable input | Operation | Output |
|---|---|---|
| ปิด | B จะลบค่าที่นับกลับเป็น 0 | ปิด |
| เปิด | ถ้าค่าที่นับได้จาก Count input น้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้ | ปิด |
| | ถ้าค่าที่นับได้จาก Count input มากกว่าค่าที่ตั้งไว้ | เปิด |

**รูปที่ 2.23** ตัวอย่างโปรแกรมแสดงว่า Y0021 จะมีสถานะเปิดก็ต่อเมื่อ X0002 มีสถานะเปิดและ X0001 มีสถานะเปลี่ยนจากปิดเป็นเปิด 5 ครั้ง




**รูปที่ 2.24** Timing Diagram ของโปรแกรมตัวอย่างในรูปที่ 2.23

2.11.8 END

เป็นการกำหนดสิ้นสุดการเขียนโปรแกรมซึ่งจะต้องใส่ไว้ที่บรรทัดสุดท้ายของโปรแกรม

**รูปที่ 2.25** ตัวอย่างโปรแกรม End ซึ่งต้องใส่ไว้บรรทัดสุดท้ายของโปรแกรมเสมอ

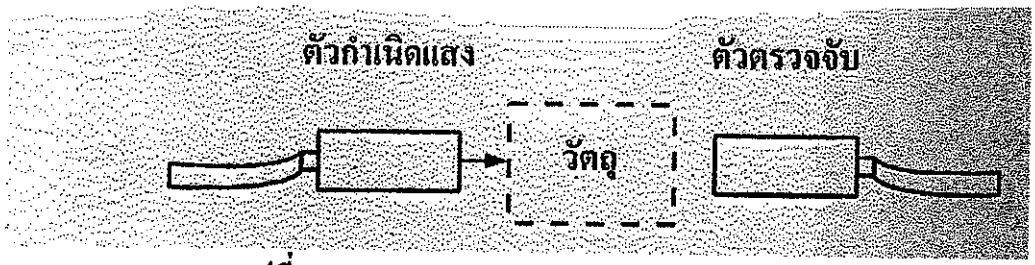
## 2.12 ประเภทของเซนเซอร์แบบอิเล็คทรอนิกส์ที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับอินพุทของ PLC ได้

ในปัจจุบันอุปกรณ์เซนเซอร์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อระบบการควบคุม โดยเฉพาะระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในส่วนของงานด้านอุตสาหกรรม ซึ่งต้องการผลผลิตจำนวนมากในแต่ละวัน โดยเซนเซอร์แบบอิเลคทรอนิกส์ที่นิยมใช้กันในกระบวนการผลิตอัตโนมัติมีดังนี้

2.12.1 สวิทช์ลำแสง (Beam Sensor)

เป็นอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ใช้แสงในการตรวจจับวัตถุที่ต้องการตรวจจับ ซึ่งสวิทช์ลำแสงยังสามารถแยกประเภทออกได้ดังนี้

1. แบบตัวรับตัวส่ง (Thru-beam sensor)




**รูปที่ 2.26** แสดงการตรวจจับวัตถุของ Thru-beam sensor

การตรวจจับชนิดนี้จะให้วัตถุบังแสงตรงกลางระหว่างตัวกำเนิดแสง และตัวตรวจจับซึ่งเมื่อวัตถุมาบังจะทำให้สัญญาณเอ๊าท์พุทเปลี่ยนสภาวะไป

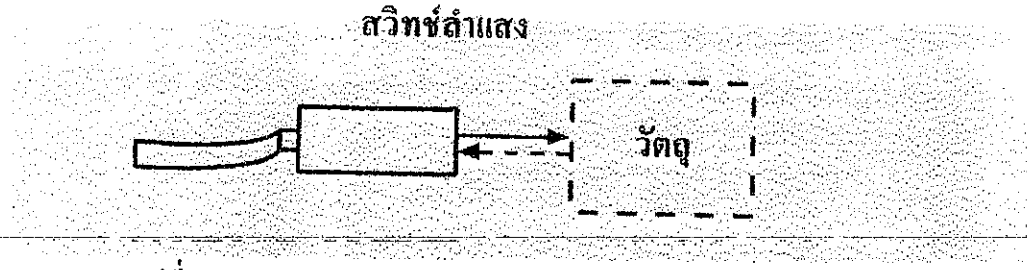
ข้อดีของการตรวจจับแบบ Thru-beam sensor

- ระยะการตรวจจับไกล
- มีความแม่นยำในการตรวจจับสูง
- สามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กได้
- ความสกปรกบริเวณเลนส์ไม่มีผลต่อการทำงาน

ข้อเสีย

- ไม่สามารถตรวจจับวัตถุที่โปร่งแสงได้
- เมื่อเทียบกับแบบอื่นๆแบบตัวรับส่งจะมีสายไฟเป็นจำนวนมาก

2. แบบสะท้อนกับวัตถุ (Diffuse-reflective beam sensor)




**รูปที่ 2.27** แสดงการตรวจจับวัตถุของ Diffuse-reflective beam sensor

สวิทช์ลำแสงจะกำเนิดแสงส่องไปกระทบกับผิวของวัตถุแล้วสะท้อนกลับเข้ามายังตัวรับแสงที่อยู่ตัวเดียวกัน ทำให้สวิทช์ลำแสงมีสัญญาณเอ๊าท์พุทเปลี่ยนแปลงไป แต่ถ้าหากไม่มีวัตถุมาบังแสงภายในระยะตรวจจับ สวิทช์ลำแสงก็จะไม่ทำงาน

ข้อดีของการตรวจจับแบบ Diffuse-reflective beam sensor

-ไม่ต้องทำการจัดตำแหน่งของตัวรับตัวส่งให้ตรงกันเพราะสวิทช์ลำแสงชนิดนี้มีตัวรับตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกัน

- สามารถตรวจจับวัตถุโปร่งใสได้

-ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย

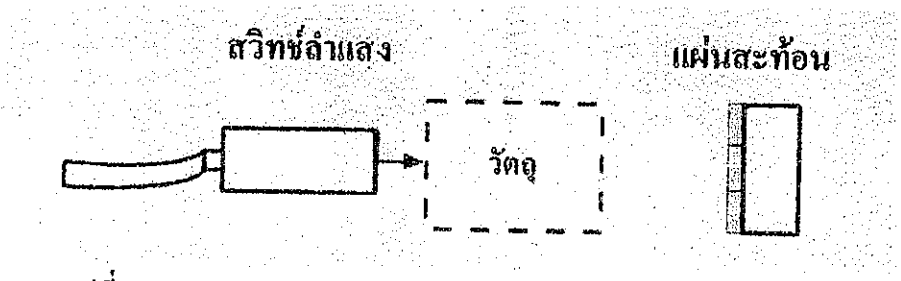
- สามารถตรวจแยกสีได้

ข้อเสีย

- ระยะการตรวจจับสั้น

- ระยะการตรวจจับจะเปลี่ยนแปลงตามขนาดของวัตถุ

3. แบบสะท้อนกับแผ่นสะท้อน (Retro-reflective beam sensor)




**รูปที่ 2.28** แสดงการตรวจจับวัตถุของ Retro-reflective beam sensor

สวิทช์ลำแสงจะตรวจจับวัตถุที่มีการสะท้อนแสงน้อยกว่าแผ่นสะท้อนซึ่งวัตถุจะต้องอยู่ระหว่างสวิทช์ลำแสงและแผ่นสะท้อน

ข้อดีของการตรวจจับแบบ Retro-reflective beam sensor

- ง่ายต่อการติดตั้ง การจัดแนวของลำแสงจะไม่ยุ่งยากเหมือนแบบที่ใช้ตัวรับส่งแยกกัน
- การทำงานเหมือนกับแบบที่ใช้ตัวรับ-ส่ง แต่สายไฟจะมีน้อยกว่า
- ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยเพราะแผ่นสะท้อนจะติดตั้งอยู่ตรงข้ามกับสวิทช์ลำแสง

ข้อเสีย

-ไม่สามารถที่จะตรวจรับวัตถุที่มีการสะท้อนแสงที่ดีกว่าแผ่นสะท้อน

ซึ่งสวิทช์ลำแสงทั้ง3 ชนิดมีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ตรวจจับได้โดยไม่ต้องสัมผัส

ซึ่งส่งผลให้อุปกรณ์ตรวจจับมีอายุการใช้งานนานขึ้นเนื่องจากไม่มีกลไกในการเคลื่อนไหวจึงทำให้ไม่มีการสึกหรอเกิดขึ้น และวัตถุบางชนิดไม่สามารถที่จะสัมผัสได้ เพราะเมื่อการสัมผัสระหว่างวัตถุกับอุปกรณ์ตรวจจับอาจทำให้วัตถุเสียหายได้

2. ระยะในการตรวจจับวัตถุไกล

เนื่องจากไม่มีกลไกหรือการเคลื่อนไหวทางกล จึงทำให้สวิทช์ลำแสงมีระยะการตรวจจับไกลขึ้นเพราะใช้แสงเป็นตัวกลางในการตรวจจับ ระยะในการตรวจจับของสวิทช์ลำแสงถ้าเป็นชนิดที่มีตัวรับตัวส่งจะมีระยะไกลสุด 500 เมตร ส่วนชนิดที่ใช้กับการสะท้อนกับระยะการตรวจจับไกลสุดจะได้ 3 เมตร

3. สามารถตรวจจับวัตถุได้แทบทุกชนิด

สวิทช์ลำแสงไม่คำนึงถึงชนิดของวัตถุนั้นๆ ว่าจะเป็นอะไร โลหะหรืออโลหะ เพียงแต่วัตถุที่จะตรวจจับสามารถทำให้แสงของสวิทช์ลำแสงเปลี่ยนแปลงไปได้ก็จะสามารถตรวจจับได้

4. มีการตอบสนองที่รวดเร็ว

สวิทช์ลำแสงใช้แสงเป็นตัวกลางในการตรวจจับวัตถุร่วมกับอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าแสงมีความเร็วในการเดินทางสูงมาก จึงทำให้สวิทช์ชนิดนี้มีระยะเวลาในการตอบสนองต่อการตรวจจับสั้นมาก

5. สามารถตรวจแยกสีได้

สวิทช์ลำแสง ใช้แสงเป็นตัวกลางในการแยกสีซึ่งจะตรวจจับจากอัตราส่วนระหว่างการสะท้อนหรือดูดกลืนสีไม่เท่ากัน จึงทำให้สวิทช์ลำแสงสามารถตรวจแยกสีได้

6. มีความแม่นยำในการตรวจจับสูง

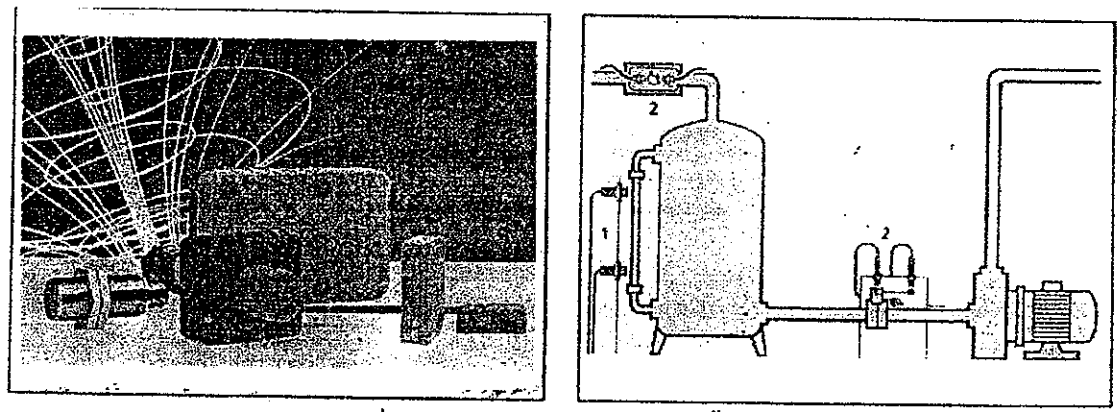
เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้แสงร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีชั้นสูง จึงทำให้สวิทช์ลำแสงมีความแม่นยำในการตรวจจับสูงมาก

แต่สวิทช์ลำแสงจะมีข้อเสียอยู่คือ ถ้าหากบริเวณหน้าเลนส์ของสวิทช์ลำแสงสกปรก หรือบางครั้งมีการรบกวนของลำแสงที่ส่องไปเพื่อตรวจจับวัตถุ สวิทช์ลำแสงอาจทำงานผิดพลาดได้

2.12.2 พร๊อกซิมิตี้สวิทช์ (Proximity switch)

เป็นสวิทช์ที่ใช้ในการตรวจจับตำแหน่ง ซึ่งเข้ามามีบทบาทมากในปัจจุบัน และเข้ามาแทนอุปกรณ์เซนเซอร์แบบเดิมที่เรียกว่าลิมิตสวิทช์ (limit switch) เนื่องจากลิมิตสวิทช์ใช้ระบบกลไกในการทำงาน (ON/OFF) ซึ่งอายุการใช้งานจะขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ, ความชื้น, แรงที่สัมผัสกับลิมิตสวิทช์เป็นต้น แต่พร๊อกซิมิตี้สวิทช์ เป็นเซนเซอร์ซึ่งจะไม่มีปัญหาต่อตัวแปรดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะไม่มีการสัมผัสกันระหว่างอุปกรณ์ที่ต้องการตรวจสอบกับพร๊อกซิมิตี้สวิทช์และเป็นอุปกรณ์ที่ใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำในการทำงาน ซึ่งไม่มีส่วนของกลศาสตร์ทำให้มีอายุการใช้งานยาวนานกว่าลิมิตสวิทช์ และพร๊อกซิมิตี้สวิทช์ที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. Inductive proximity switch คือพร๊อกซิมิตี้สวิทช์ที่สามารถตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น
2. Capacitive Proximity switch คือพร๊อกซิมิตี้สวิทช์ที่สามารถตรวจจับวัตถุได้ทั้งวัตถุที่เป็นโลหะและวัตถุที่เป็นอโลหะ

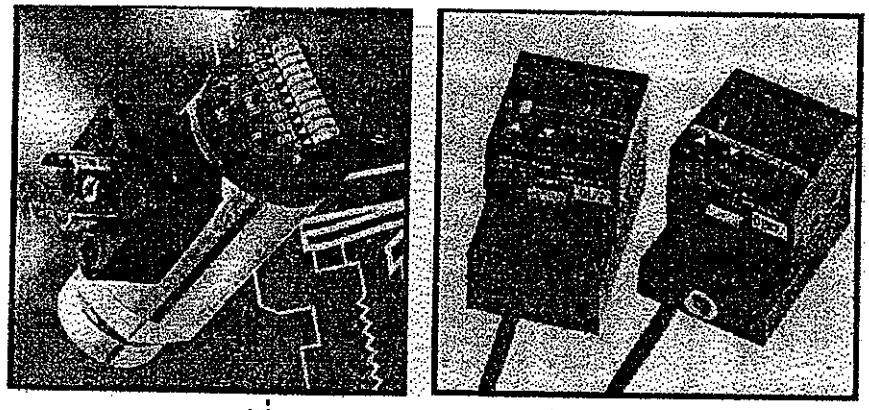



**รูปที่ 2.29** ตัวอย่างของพร๊อกซิมิตี้สวิทช์

2.12.3 สวิทช์ความดัน (Pressure switch)

ในกระบวนการผลิตที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ ความดันก็เป็นตัวแปรที่สำคัญอีกตัวหนึ่งในกระบวนการผลิตเพราะระบบการผลิตบางระบบต้องควบคุมความดันให้เป็นไปตามที่กำหนด ซึ่งหากค่าความดันของระบบการผลิตนั้นมีค่าที่สูงหรือต่ำเกินไป ก็อาจจะเป็นผล

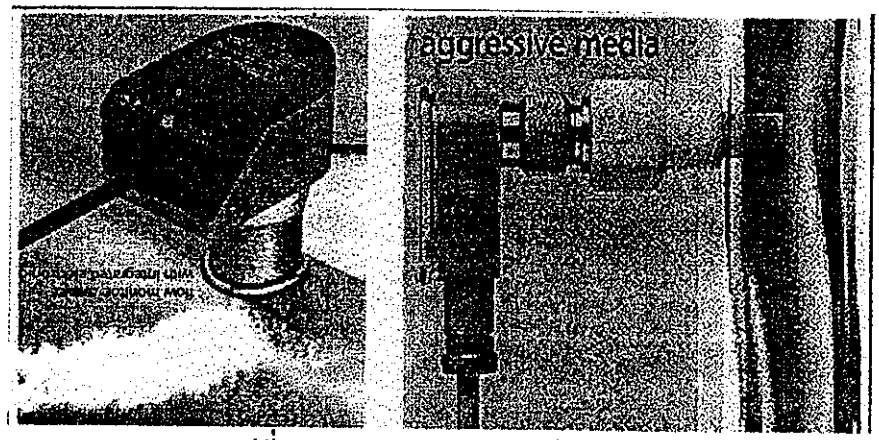
ให้ผลผลิตที่ได้ออกมานั้นไม่ได้คุณภาพตามที่ได้กำหนดไว้ได้ หรือระดับความดันที่ต่ำเกินไปก็จะมีผลทำให้ระบบอัตโนมัติที่เกี่ยวข้องกับความดัน ดังเช่นนิวเมติกนั้นไม่สามารถทำงานได้ตามขั้นตอนที่กำหนดเอาไว้ได้ ดังนั้นในระบบที่ต้องเกี่ยวข้องกับความดันจึงต้องมีการตรวจสอบความดันที่ใช้งาน โดยสวิทช์ความดันเพื่อตรวจสอบและควบคุมความดันให้เป็นไปตามความที่ต้องการ



**รูปที่ 2.30** ตัวอย่างของสวิทช์ความดัน

2.12.4 สวิทช์การไหล (Flow switch)

ในกระบวนการผลิตต่างๆสิ่งที่มักจะต้องเกี่ยวข้องกันก็คือ การไหลของของเหลว ซึ่งสวิทช์การไหลนี้เป็นอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบ และสามารถให้สัญญาณเอ๊าท์พุทเพื่อบ่งบอกให้ทราบถึงปริมาณการไหลในขณะนั้นว่ามีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าที่กำหนดเอาไว้ ซึ่งสามารถนำสัญญาณเอ๊าท์พุทจากเซนเซอร์นี้ไปใช้ในระบบควบคุมแบบอัตโนมัติเพื่อทำการควบคุมปริมาณการไหลให้มีค่าเป็นไปตามความต้องการได้




**รูปที่ 2.31** ตัวอย่างของสวิทช์การไหล