ระบบควบคุมเครื่องจักร

โปรแกรมแบบเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

(Programmable Logic Controller : PLC)

กรมยุทธศึกษาทหารเรือ

คำนำ

ตำราระบบควบคุมเครื่องจักร แบบ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) เล่มนี้ กฝล.กฝร. ได้ดำเนินการจัดทำตำราเพิ่มเติมใหม่ เพื่อให้เหมาะสมตามสภาวะและความล้ำสมัยในโลกปัจจุบัน ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ได้มีความก้าวหน้าและพัฒนาขึ้นมาก เป็นอุปกรณ์ซึ่งถูกนำมาใช้การควบคุมมอเตอร์กว้านสมอของ ร.ล.สิมิลัน และระบบควบคุมการทำงานของแผงสวิตช์บอร์ดเครื่องไฟฟ้าของ ชุด ร.ล.ปัตตานี ร.ล.จักรีนฤเบศร ชุดเรือ ต.111 และ ชุดเรือ PCF ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะให้ผู้เข้ารับการศึกษา/อบรม ซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตรและนายทหารประทวน สาขาช่างกลเรือ ให้มีความรู้และความเข้าใจหลักการทำงานเบื้องต้น และการประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมเครื่องจักร แบบ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) เพื่อที่จะนำไปปฏิบัติงานภายในเรือได้อย่างถูกต้อง โดยไม่ให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์และต่อบุคคลภายในเรือ

น.ต.ดาว ทองบ่อ ประจำแผนกไฟฟ้า กฝล.กฝร. ได้เรียบเรียงและจัดทำตำราเล่มนี้ขึ้นใหม่ หากท่านใดพบข้อบกพร่อง กรุณาแจ้งมาที่แผนกไฟฟ้า กฝล.กฝร.

ขอกราบขอบคุณ น.อ.อานุภาพ จิติวงศ์ หก.กฝล.กฝร. และกำลังพล กฝล.กฝร. ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนในการจัดทำตำราเป็นอย่างดี

น.ต.ดาว ทองบ่อ

ประจำแผนกไฟฟ้า กฝล.กฝร.

๑ เมษายน ๒๕๖๗

เอกสารอ้างอิง

คู่มือเล่มนี้ใช้เอกสารอ้างอิงจาก PLC ตราอักษร OMRON และ PLC ตราอักษร Mitsubishi Fx 3

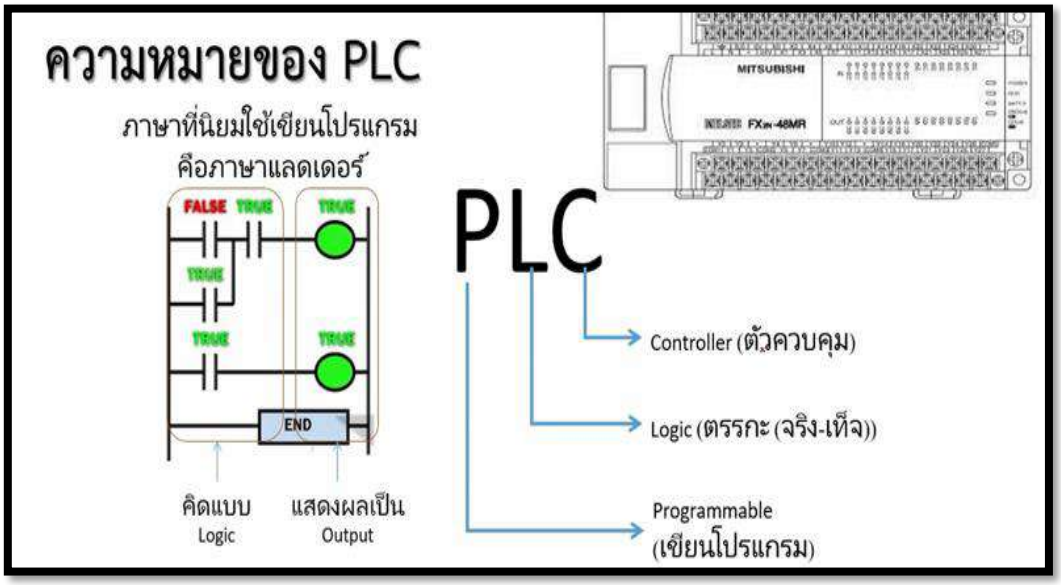
สารบัญ

บทที่ 1 PLC คืออะไร 1
1.1 PLC มีไว้ทำอะไร 2
1.2 องค์ประกอบของ PLC 3
1.3 ส่วนประกอบ PLC 22
1.4 โครงสร้างพื้นฐานของอุปกรณ์ Input And Output Unit 26
1.5 หลักการทำงานของระบบควบคุม PLC 42
บทที่ 2 หลักการใช้งาน 45
2.1 คำสั่ง (Instruction) 45
2.2 Timer 54
2.3 Counter 55
บทที่ 3 การติดตั้งและการเดินสายไฟ 56
3.1 ส่วนประกอบของ PLC FX3 56
3.2 ตำแหน่งขั้วต่อสาย 64
3.3 การต่อสายอุปกรณ์ Input 66
3.4 การต่อสายอุปกรณ์ Output 73
บทที่ 4 การใช้งานโปรแกรม GX Works2 76
4.1 ความรู้พื้นฐานเพื่อการใช้งานโปรแกรม 76
4.2 การเรียกใช้งานโปรแกรม (Starting GX Works2) และการสร้าง Project ใหม่ (New Project) 81
4.3 หลักการสร้างโปรแกรมหรือวงจร (Circuit) 84
4.4 หลักการเขียน Program ลงใน PLC 86
4.5 หลักการดาวน์โหลดโปรแกรมลง PLC 88
ภาคผนวก
หลักการแก้ไขปัญหาของระบบควบคุม PLC 107

บทที่ 1

PLC คืออะไร

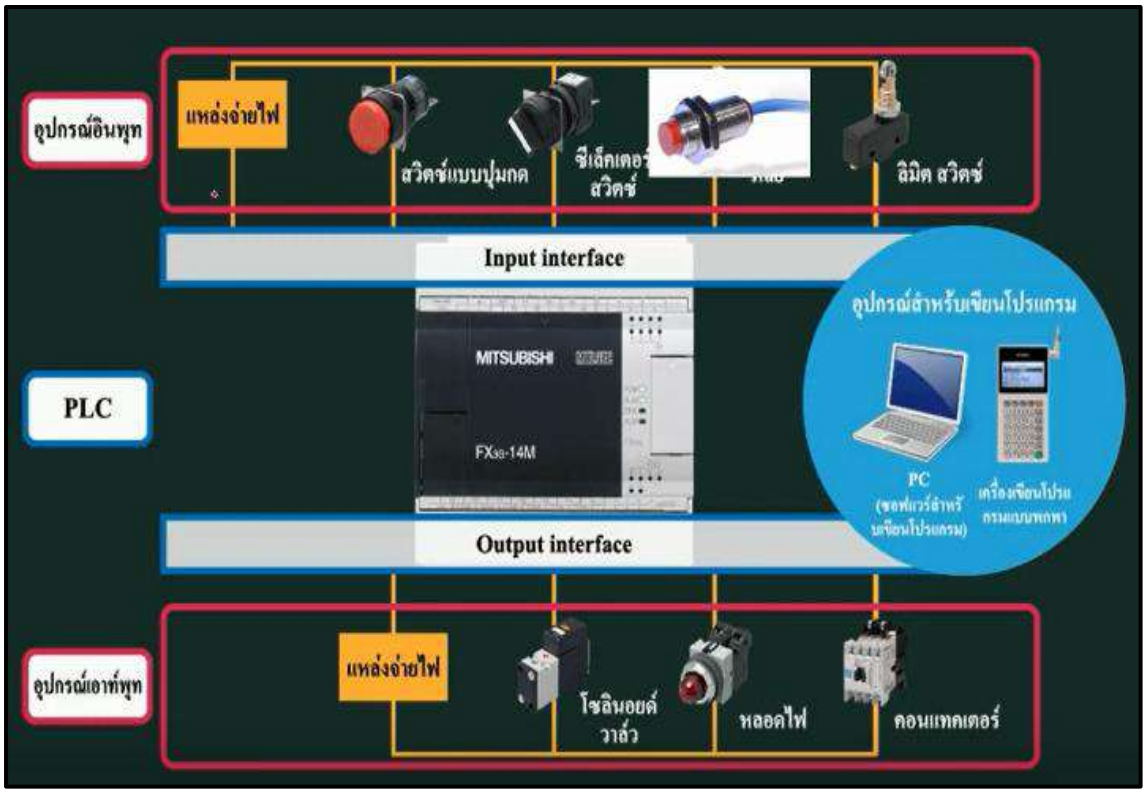
ด้วยวัตถุประสงค์การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าควบคุมแบบตรรกะหรือ ON – OFF ที่ทำงานได้ด้วยการเขียนโปรแกรมนำมาควบคุมการทำงานของเครื่องจักร Programmable Logic Controller: (PLC) คือ สิ่งที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ โดยผ่านสิ่งที่เรียกว่า Input/Output ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ภายในประกอบไปด้วยหน่วยความจำเพื่อจดจำคำสั่งที่สามารถสั่งงานได้ด้วยโปรแกรม (Programmable) หรืออุปกรณ์ที่ทำให้ “การควบคุมซีเควนซ์ (Sequence Control)” ที่เคยกระทำโดยการเดินสายไฟ รีเลย์ (Relay) และ Timer ให้เกิดขึ้นได้จริงด้วย “โปรแกรม” ง่าย ๆ คำว่า “การควบคุมซีเควนซ์ (Sequence Control)” มาจากคำว่า “ซีเควนซ์ (Sequence)” ซึ่งมีความหมายว่า การทำงานที่ปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนที่ได้มีการกำหนดไว้ล่วงหน้า และคำว่า “การควบคุม (Control)” หมายความว่า การทำงานที่ต้องเป็นไปตามที่วางแผน การควบคุมซีเควนซ์ (Sequence Control) ก็คือ การควบคุมเครื่องให้ทำงานเป็นระบบอัตโนมัติเพื่อให้การทำงานทุกครั้งออกมาถูกต้อง



รูปที่ 1.1 ความหมายของ PLC

หากใช้ภาษาแลดเดอร์จะเห็นได้ว่า Output จะใช้ได้แค่เพียงครั้งเดียวเท่านั้น ส่วน Input ใช้ซ้ำกันหลายๆ ครั้งได้ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นตัวควบคุมแบบตรรกะหรือแบบ On – Off ที่ทำงานได้ด้วยการเขียนโปรแกรม ปัจจุบัน PLC ทำงานได้มากกว่าแบบตรรกะ เช่น ควบคุมแบบ Analog ควบคุมแบบ PID เป็นต้น

1.1 PLC มีไว้ทำอะไร



รูปที่ 1.2 PLC Input/Output Interface

คน สวิตช์ หลอดไฟ ใช้คนในการควบคุม การควบคุมซีเควนซ์ (Sequence Control) ตรวจสอบสถานะ ของเครื่องจักร Sensor แจ้งสถานะของเครื่อง ให้กับคนรู้ เพื่อเดินเครื่องจักร Motor , Solenoid Valve ภายในการควบคุมซีเควนซ์ (Sequence Control) จะมีสัญญาณคำสั่งเกี่ยวกับ “ใช้คนในการควบคุม” “ตรวจสอบสถานะของเครื่องจักร” หรืออาจจะเรียกว่าสัญญาณเกี่ยวกับเงื่อนไข อีกทั้งมีการเรียก “แจ้งสถานะของเครื่องจักรให้คนรู้” “ทำการขับเคลื่อนเครื่องจักร PLC คือ “การควบคุมซีเควนซ์ (Sequence Control)” มีหน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์เหล่านั้น แสดงตามรูปที่ 1.2

1.2 องค์ประกอบของ PLC

โครงสร้างของ PLC ประกอบด้วยหน่วยทำงาน 5 หน่วย ได้แก่

1.2.1 หน่วยประมวลผลกลาง CPU

CPU ทำหน้าที่คำนวณและควบคุมการทำงานของ PLC ซึ่งเปรียบเสมือนส่วนสมองภายในประกอบไปด้วยวงจรLogic Gate หลายชนิด CPU จะรับข้อมูลหรือสัญญาณจากหน่วยอินพุต (Input Unit) เข้ามาจากนั้นจากการประมวลผล แล้วเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งขอมูลที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุท (Output Unit)

1.2.2 หน่วยความจำ Memory Unit

หน่วยความจำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลต่าง ๆ ของ PLC กรณีที่สั่งให้ PLC ทำงาน (Run) จะนำเอาโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผลการทำงาน

สำหรับหน่วยความจำที่ใช้งานมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ

- หน่วยความจำชั่วคราว (RAM: Random Access Memory)
- หน่วยความจำถาวร (ROM: Read Only Memory)

2.1) หน่วยความจำชั่วคราว (RAM: Random Access Memory)

โปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยผู้ใช้จะถูกจัดเก็บในส่วนนี้ คุณสมบัติของ RAM เมื่อไม่มีไฟเลี้ยงจะทำให้โปรแกรมและข้อมูลหายไปทันที ดังนั้นภายใน PLC จะพบว่าจะมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล (Backup Battery) เอาไว้สำรองข้อมูล (Backup Data) กรณีที่ไฟหลัก (Main Power Supply) ไม่จ่ายไฟให้กับ PLC ข้อควรระวังคือ ไม่ควรที่จะถอดแบตเตอรี่สำรอง (Backup Battery) กรณีที่ไม่มีไฟจ่ายให้ PLC

2.2) หน่วยความจำถาวร (ROM: Read Only Memory)

เป็นหน่วยความจำอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ข้อมูลใน ROM ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล แต่ก็มีปัญหาเรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูล (Time Access) ช้ากว่า RAM จึงปรากฏให้ผู้ใช้เห็นว่า PLC จะมีหน่วยความจำใช้งานทั้ง RAM และ ROM ร่วมกันอยู่

ROM แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1) PROM (Programmable ROM)

2) EPROM (Erasable Programmable ROM)

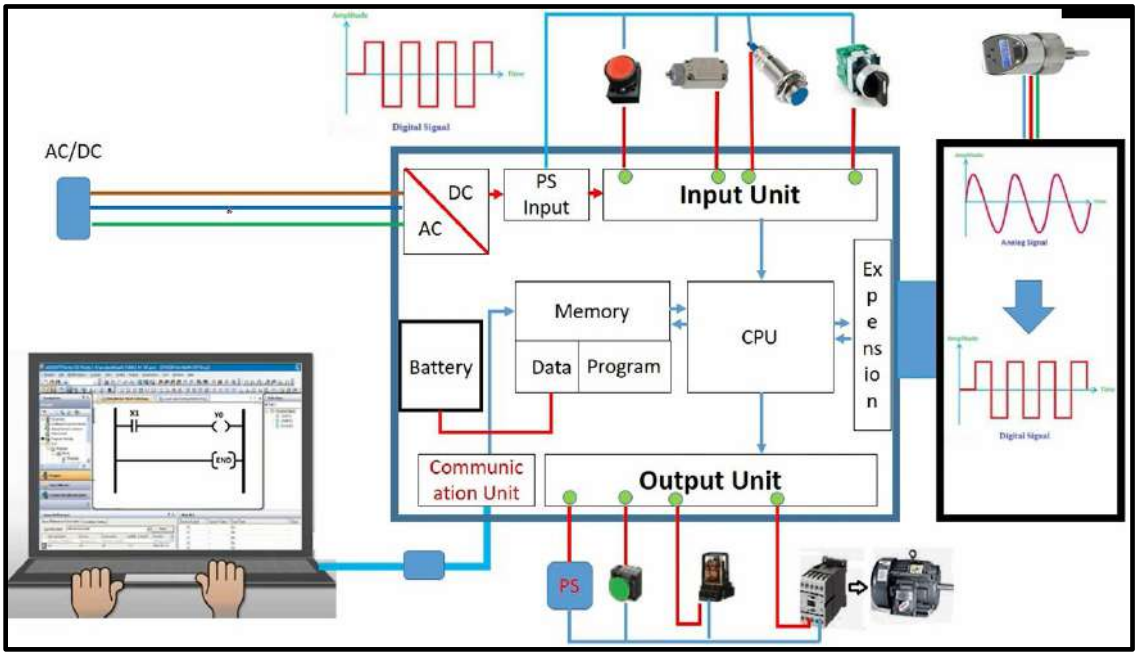
3) EEPROM (Electrical Erasable Programmable ROM)

PROM จัดเป็น ROM รุ่นแรก เขียนข้อมูลลงชิปได้เพียงครั้งเดียว ถ้าเขียนข้อมูลไม่สมบูรณ์ชิปก็จะเสียทันที ไม่สามารถนำกลับมาเขียนใหม่ได้อีก จึงได้มีการพัฒนามาเป็นรุ่น EPROM ซึ่งสามารถเขียนข้อมูลลงชิปได้หลายครั้ง เพียงแค่นำชิปไปฉายแสงอุลตร้าไวโอเลตก็จะเป็นการลบข้อมูลในชิปด้วยสัญญาณทางไฟฟ้าได้เลย จึงทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น แต่เรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูลก็ยังช้ากว่า RAM อยู่

การใช้งานหน่วยความจำใน PLC

- RAM จะใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ทำงานจากการสั่ง RUN/STOP PLC
- ROM จะใช้จัดเก็บซอฟต์แวร์ระบบ (System Software) และเป็นชุดสำรองโปรแกรมและข้อมูล (Backup Program and Data) เพื่อป้องกันกรณีที่โปรแกรมและข้อมูลใน RAM หายไป ผู้ใช้สามารถที่จะถ่ายโปรแกรมและข้อมูลเข้าไปที่ RAM ใหม่ได้

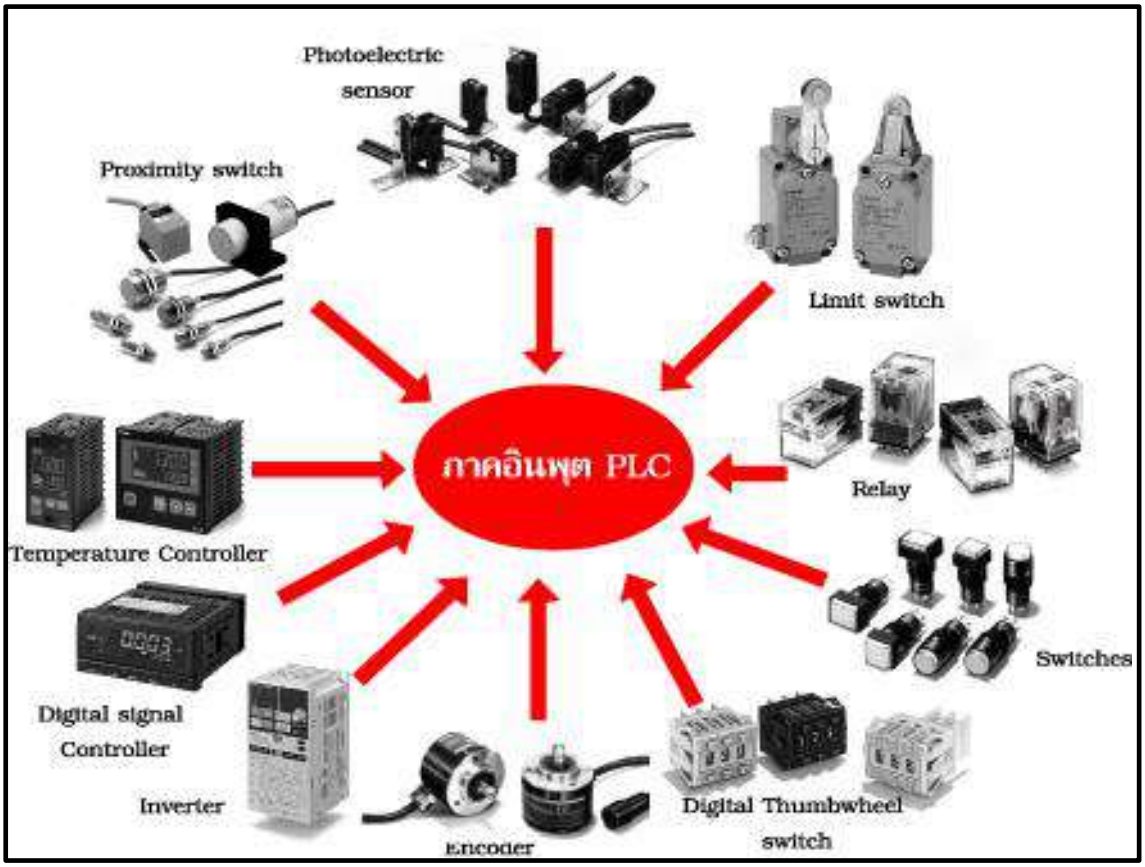
ส่วนประกอบของ PLC ศึกษาเทียบเคียงจากคู่มือการใช้งานของ PLC ตราอักษรตามบริษัทผู้สร้าง



รูปที่ 1.3 แผนผังแสดงการทำงาน

1.2.3 <u>หน่วยอินพุต (Input Unit)</u>

ภาคอินพุตของ PLC ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตเข้ามาแปลงสัญญาณ ส่งเข้าไปภายใน PLC อุปกรณ์อินพุต (Input Device) ต่าง ๆ ที่นำมาต่อกับภาคอินพุตได้นั้น สามารถแสดงตัวอย่างได้แสดงตามรูปที่ 1.4



<u>รูปที่ 1.4 แสดงอุปกรณ์อินพุตต่าง ๆ</u>

อุปกรณ์ที่สามารถนำมาต่อกับภาคอินพุต PLC ได้จัดออกเป็นกลุ่มๆ ดังรูปที่ 1.4 โดยกลุ่มอุปกรณ์แต่ละกลุ่มจะมีวิธีต่อวงจรเข้าภาคอินพุต PLC แตกต่างกันออกไป เวลาใช้งานอุปกรณ์แต่ละกลุ่ม จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมของอุปกรณ์แต่ละชนิดก่อน เพื่อความเข้าใจขั้นตอนการทำงาน และสามารถต่อวงจรได้ถูกต้อง อุปกรณ์ที่นำมาต่อกับภาคอินพุตของ PLC อุปกรณ์บางกลุ่มจะมีสัญญาณทั้ง อินพุต/เอาต์พุต เช่น Inverter, Digital Signal, Controller, Sensor ตัวควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น จำเป็นต้องต่อใช้งานให้ถูกต้อง ซึ่งสามารถแนะนำได้ในขั้นตอนคือ ต่อวงจรภาคเอาต์พุตของ อุปกรณ์นั้นๆ เข้ากับภาคอินพุต PLC ภาคเอาต์พุตของอุปกรณ์จะมีเอาต์พุตให้เลือกใช้งานหลายแบบ ซึ่งภาคอินพุต PLC มีวงจรภาคอินพุตอยู่หลายแบบเช่นกัน เพื่อรองรับอุปกรณ์อินพุตในแต่ละแบบให้เหมาะสม

- วงจรภาคอินพุต (Input Circuit PLC)

วงจรภาคอินพุตแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1) ดิจิตอลอินพุต (Digital Input)

2) อนาลอกอินพุต (Analog Input)

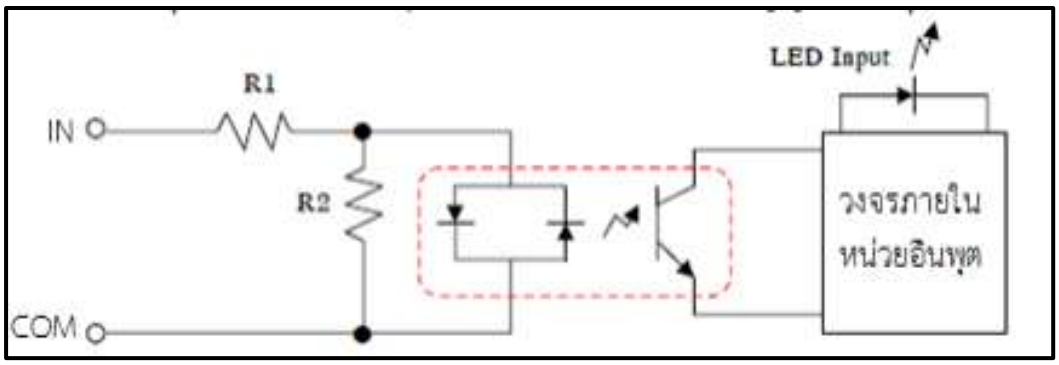
1) ดิจิตอลอินพุต (Digital Input Type)

ดิจิตอลอินพุต หมายถึง อินพุตที่รับรู้สัญญาณได้เพียง “ON” หรือ “OFF” เท่านั้น ตามโครงสร้างจะมีดิจิตอลอินพุต 2 แบบคือ

1.1) วงจรอินพุตไฟตรง (DC. Input)

1.2) วงจรอินพุตไฟสลับ (AC. Input)

1.1) วงจรอินพุตไฟตรง (DC. Input) จะใช้อุปกรณ์ที่ทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตัวอย่างวงจรอินพุตไฟตรง แสดงดังรูปที่ 1.5



<u>รูปที่ 1.5 วงจรอินพุตไฟตรง (DC. Input)</u>

หมายเหตุ : ค่าความต้านทาน R1 และ R2 ดูได้จากคู่มือของ PLC ตามตราอักษรนั้น ๆ

จากรูปที่ 1.5 ภาคอินพุตจะใช้วงจรลดทอนแรงดันแล้วขับออปโตทรานซิสเตอร์ จากออปโตทรานซิสเตอร์ก็จะไปขับภาคอินพุตของ IC เพื่อส่งสัญญาณไปให้ CPU อีกทีหนึ่ง ซึ่งการใช้อุปกรณ์ประเภทออปโต (Opto) ทำให้ระบบ PLC สามารถแยกสัญญาณกราวด์ (Ground) ของภาคอินพุตออกจากวงจรภายในได้ สำหรับวงจรภาคอินพุต แสดงตามตารางที่ 1.1

สามารถสรุปคุณสมบัติได้ดังตารางที่ 1.1

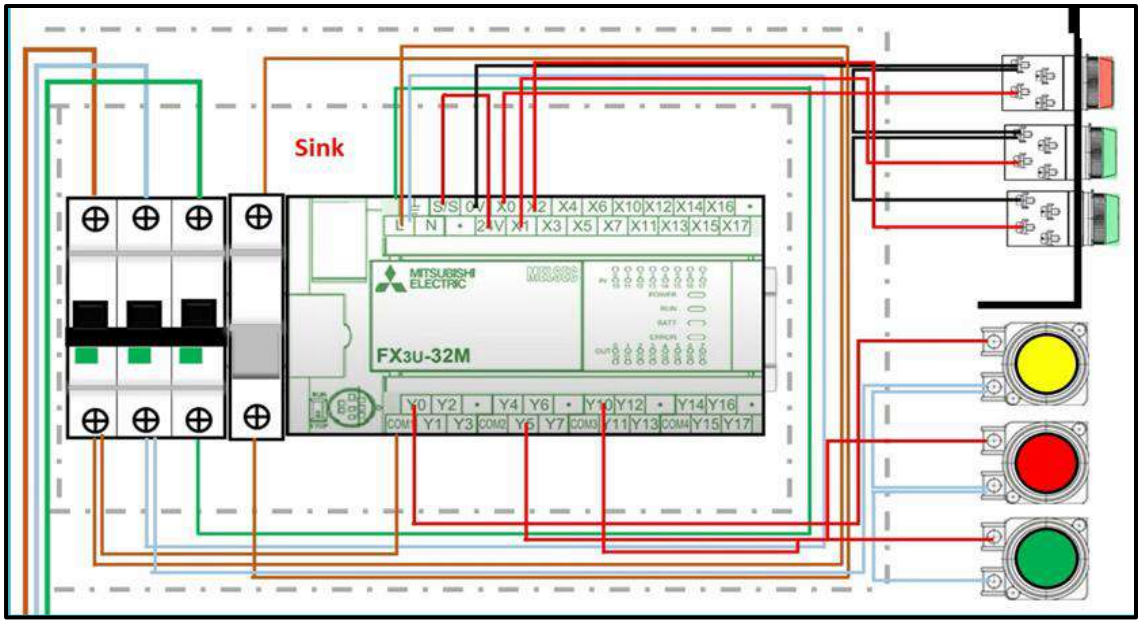
	คุณสมบัติ
แรงดันอินพุต	24 V.DC.+10%/+15% (26.4 V.DC.-18 V.DC.)
อินพุตอิมพีแดนซ์	2 kΩ
กระแสอินพุต	12 mA
แรงดันอินพุตขณะทำงาน	“ON” 14.4 V.DC. min. “OFF” 5.0 V.DC. max.
เวลาตอบสนองอินพุต	“ON Delay” : 8 mS max. “OFF Delay” : 8 mS max. สามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 1,2,4,8,16,32,64,128 mS โดยใช้โหมด PC Setup

ตารางที่ 1.1 คุณสมบัติวงจรภาคอินพุต

สำหรับวงจรภาคอินพุตดังรูปที่ 1.5 จะพบว่า ภาคอินพุตของออปโตทรานซิสเตอร์มีไดโอด (Diode) ต่อสลับขั้วกันอยู่ เพื่อเวลาใช้งานสามารถเลือกต่อวงจรได้ 2 แบบ

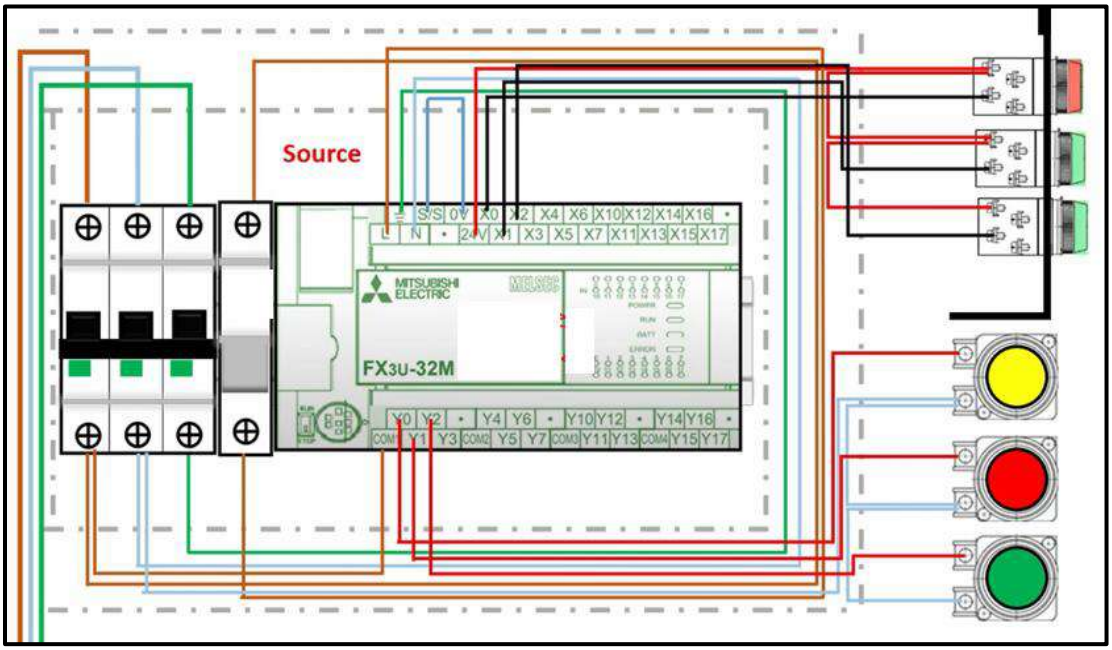
ภาพแสดงการต่อวงจรอินพุตไฟตรง ดังนี้

ก) แสดงการต่อวงจรอินพุตไฟตรงแบบ Sink โดยต่อไฟบวกให้ผ่านอุปกรณ์อินพุตแล้วนำต่อเข้าขั้วภาค Input Unit และต่อไฟลบให้กับขั้ว COM ของขั้วต่ออินพุต แสดงตามรูปที่ 1.6



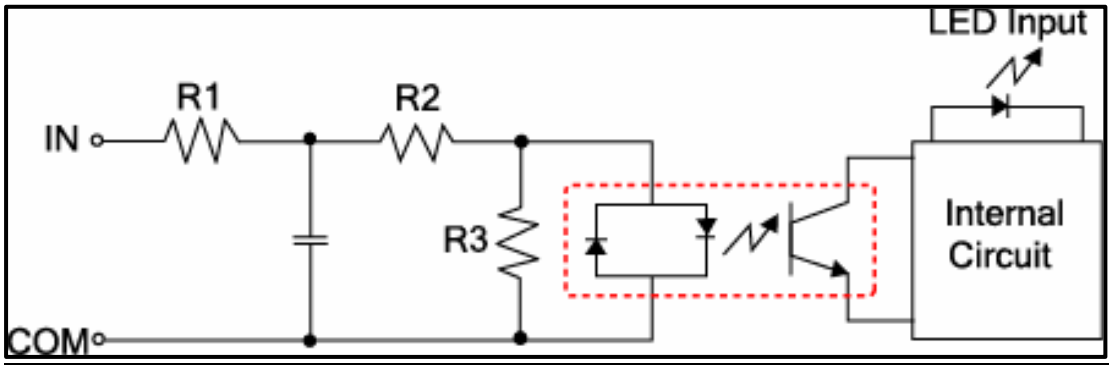
รูปที่ 1.6 วงจรภาค อินพุตไฟตรงแบบ Sink

ข) แสดงการต่อวงจรอินพุตไฟตรงแบบ Source โดยต่อไฟบวกให้กับขั้ว COM ของขั้วต่ออินพุต และต่อไฟลบให้ผ่านอุปกรณ์อินพุตแล้วนำมาต่อเข้าขั้วภาค Input Unit แสดงตามรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 วงจร อินพุตไฟตรงแบบ Source

ค) วงจรอินพุตไฟสลับ (AC Input) ใช้ไฟสลับผ่านแรงดันทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องแรงดันตกคร่อมในสายมากเกินไปเหมือนวงจรอินพุตไฟตรงโดยที่ผ่านแรงดันอินพุตตั้งแต่ 100-220 V.AC. สำหรับ PLC บางรุ่นก็จะแบ่งอินพุตแบบนี้ออกเป็น 2 ย่านคือ 100-120 และ 200-240 V.AC. ลักษณะวงจรอินพุต แสดงตามรูปที่ 1.8



รูปที่ 1.8 วงจรอินพุตแบบ AC.

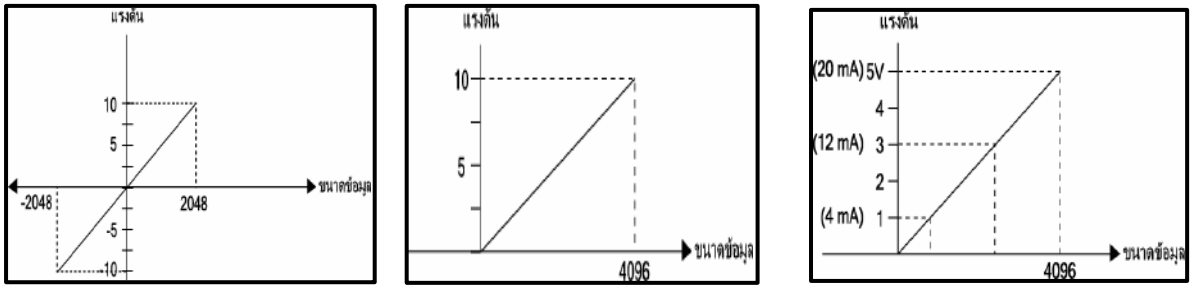
คุณสมบัติของวงจรอินพุตไฟสลับทั้งแรงดันอินพุตระบบไฟ 110 หรือ 220 V.AC. แสดงตามตารางที่ 1.2

	คุณสมบัติ	
แรงดันอินพุต	100-120 V.AC.+10%/+15% 50/60Hz	200-240 V.AC.+10%/+15% 50/60Hz
อินพุตอิมพีแดนซ์	2 kΩ (50Hz), 17 kΩ (60 Hz)	38 kΩ (50Hz), 32kΩ (60 Hz)
กระแสอินพุต	5 mA (at 100 V.AC.)	6 mA (at 200 V.AC.)
แรงดันอินพุตขณะทำงาน	“ON” 60 V.AC. min. “OFF” 20 V.AC. max.	“ON” 150 V.AC. min. “OFF” 40 V.AC. max.
เวลาตอบสนองอินพุต	“ON Delay” : 35 mS max. “OFF Delay” : 55 mS max.	

ตารางที่ 1.2 คุณสมบัติของวงจรอินพุตไฟสลับทั้งแรงดันอินพุตระบบไฟ 110 หรือ 220 V.AC.

2) อนาลอก อินพุต (Analog Input Type)

Analog Input จัดเป็นอินพุตที่สามารถรับสัญญาณที่บอกเป็นปริมาณที่เปลี่ยนแปลงค่าได้เช่น 0-10 V.DC. ±10 V.DC. , 1-5 V.DC. และ 4-20 mA แสดงตามรูปที่ 1.9



(ก) **(ข)** **(ค)**

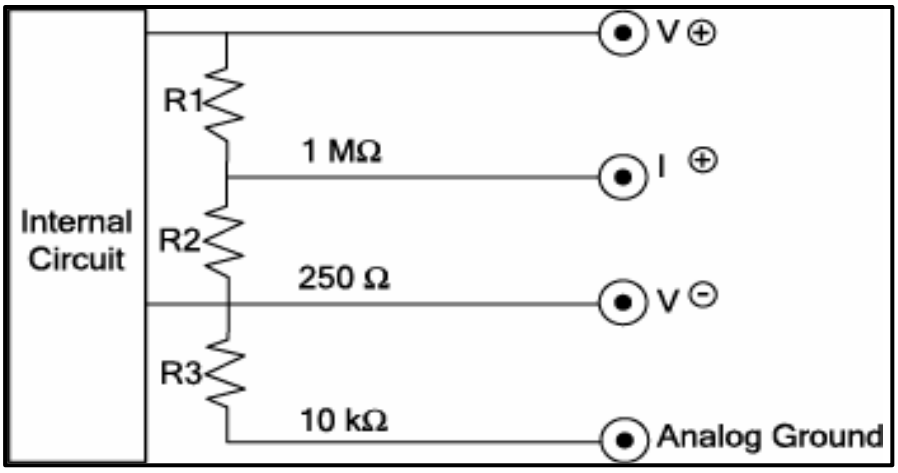
ก.สัญญาณขนาด ±10 V.DC. ข.สัญญาณขนาด 0-10 V.DC. ค.สัญญาณขนาด 1-5 V.DC.(4-20 mA)

รูปที่ 1.9 Analog Input

สัญญาณแบบต่างๆ ที่ส่งให้ Analog Input สัญญาณ Analog ทั้ง 3 แบบ จัดเป็นขนาดสัญญาณมาตรฐานที่กำหนดไว้ใช้ในอุตสาหกรรม ดังนั้นอุปกรณ์ที่มีภาคเอาต์พุตเป็นแบบ Analog เช่น Analog, เซ็นเซอร์, ภาค Analog เอาต์พุตของ Digital Signal Controller, Temperature Controller เป็นต้น ก็จะมีขนาดของสัญญาณตามมาตรฐานเช่นกัน ซึ่งตัวอุปกรณ์อาจจะมีเอาต์พุตแบบใดแบบหนึ่งหรือทั้ง 3 แบบเลย์ก็ได้ ดังนั้นภาคอนาลอกอินพุตของ PLC ก็ต้องสามารถเลือกตรวจสอบได้ทั้ง 3 แบบเช่นกันหลักการทำงานของ Analog อินพุตของ PLC นำค่าที่วัดได้แปลงเป็นสัญญาณ Digital สามารถแสดงได้ดังไดอะแกรมรูปที่ 1.10

รูปที่ 1.10 ไดอะแกรม

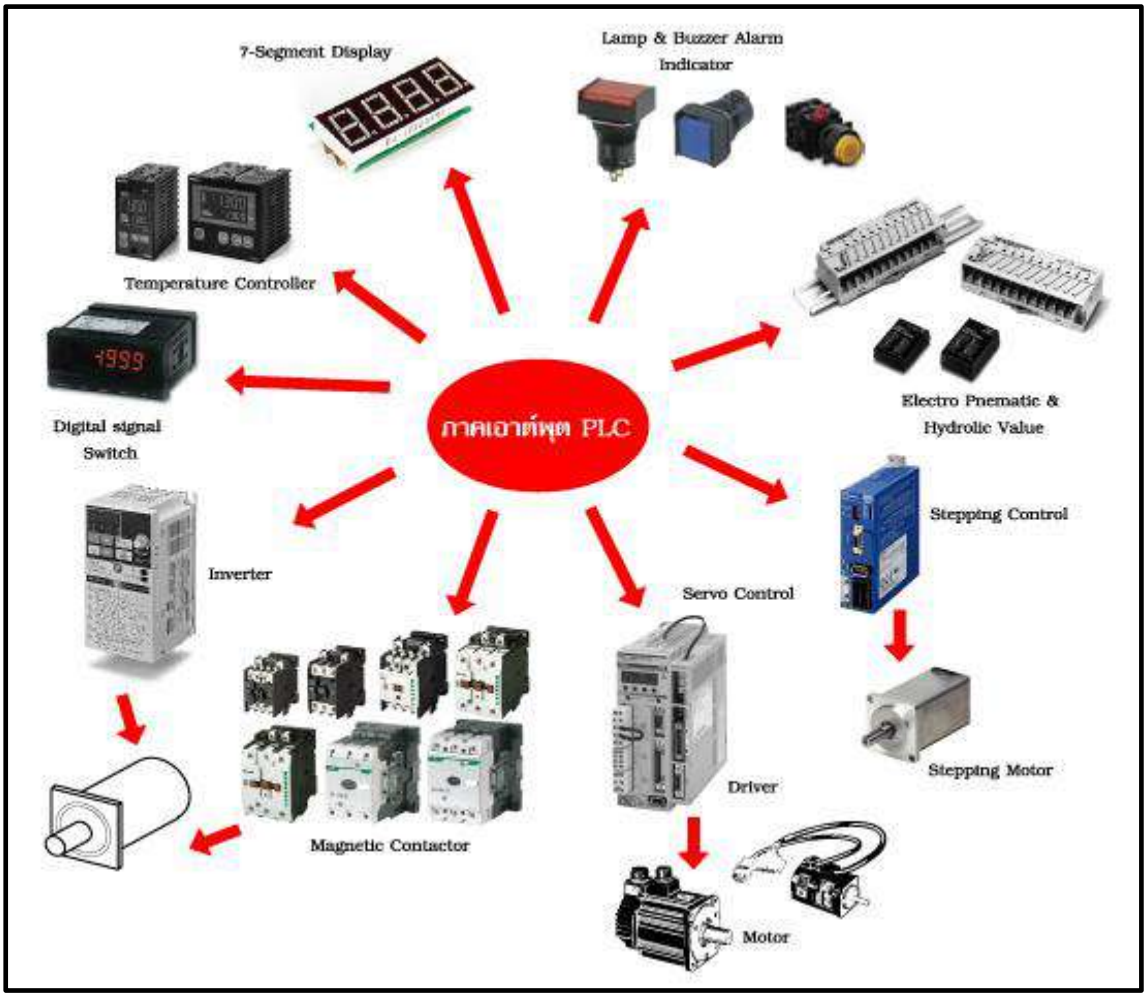
อุปกรณ์ที่วัดค่าออกมาเป็นปริมาณ Analog ส่วนมากเป็นการวัดระยะทาง,วัดความเร็ว, วัดอุณหภูมิ, วัดปริมาณแสง, วัดความดันเป็นต้น แล้วแปลงค่าเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าออกมา ดังนั้นเวลาที่อุปกรณ์เหล่านี้วัดค่าออกมาเป็น Analog ค่าใดๆ ผู้ใช้จำเป็นต้องทำตารางเปรียบเทียบค่าด้วย เพื่อที่จะกำหนดขนาดข้อมูลให้กับ PLC ให้ควบคุมตามที่ต้องการ วงจรภาคอินพุตแบบ Analog ของ PLC จะมีลักษณะวงจรตามรูปที่ 1.11



รูปที่ 1.11 วงจรภาคอินพุตแบบ Analog

1.2.4 หน่วยเอาต์พุต (Output Unit)

ภาคเอาต์พุตของ PLC ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปขับโหลดชนิดต่างๆ ตามเงื่อนไขที่ได้โปรแกรมเอาไว้ ชนิดของโหลดที่สามารถนำมาต่อกับภาคเอาต์พุต สามารถแยกออกเป็นกลุ่มได้ดังนี้



รูปที่ 1.12 กลุ่มอุปกรณ์ที่ต่อกับภาคเอาต์พุต PLC

จากรูปที่ 1.12 กลุ่มอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อกับภาคเอาต์พุต PLC นั้น ในแต่ละกลุ่มก็จะควบคุมลักษณะของงานแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ การต่อวงจรเข้าภาคเอาต์พุต PLC จะมีมาตรฐานทางอุตสาหกรรมกำกับอยู่เช่นกัน จึงทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมมากเพียงแต่ดูรายละเอียดการต่อให้เข้าใจก็เพียงพอแล้ว

ชนิดเอาต์พุตของ PLC จะมีให้เลือกใช้อยู่ 2 ลักษณะเช่นเดียวกับภาคอินพุตคือ

1) ดิจิตอลเอาต์พุต (Digital Output)

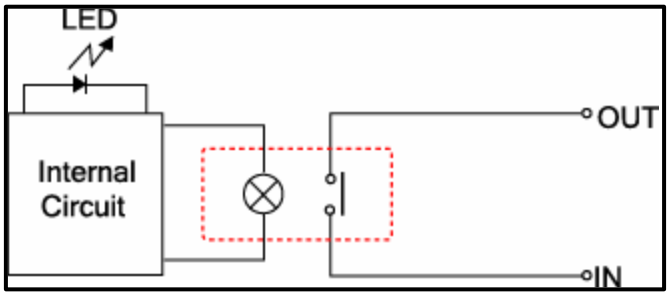
2) อนาลอกเอาต์พุต (Analog Output)

1) ดิจิตอลเอาต์พุต (Digital Output)

อุปกรณ์ที่สามารถสั่งการทำงานได้เพียง “ON” หรือ “OFF” จัดว่าเป็นการควบคุมแบบดิจิตอล เอาต์พุตโดยมีชนิดของเอาต์พุตให้เลือกใช้ 3 แบบคือ

- เอาต์พุตชนิด “Relay Contact Output”
- เอาต์พุตชนิด “Transistor Output”
- เอาต์พุตชนิด “Solid State Relay: SSR Output”

1.1) เอาต์พุตชนิดรีเลย์ “Relay Contact Output” เอาต์พุตชนิดรีเลย์สามารถนำเอาต์พุตไปใช้โหลด AC.หรือ DC. ก็ได้ ลักษณะวงจรแสดงตามรูปที่ 1.13



รูปที่ 1.13 Relay Contact Output

การเปิด/ปิดหน้าสัมผัสของรีเลย์จะอาศัยหลักการทำงานของสนามแม่เหล็ก ดังนั้นเวลาที่นำหน้าสัมผัสรีเลย์ไปใช้งานจึงเปรียบได้เสมือนสวิตช์ควบคุมแบบ N.O. หรือ N.C. จึงสามารถที่จะใช้หน้าสัมผัสไปควบคุมโหลดได้ทั้งชนิด AC. หรือ DC. ซึ่งข้อพิจารณาในการเลือกใช้ต้องพิจารณาความสามารถทนกระแสและแรงดันได้สูงสุดเท่าไร ปกติแล้วภาคเอาต์พุตของ PLC ที่เลือกเป็นชนิดรีเลย์เอาต์พุตทนกระแสใช้งานตามปกติได้ 2A จึงไม่เหมาะที่จะนำไปขับโหลด AC. หรือ DC. ที่มีกระแสสูงกว่า 2A คุณสมบัติต่างๆ ของภาคเอาต์พุตชนิดรีเลย์แสดงตามตารางที่ 1.3

กรณีโหลดที่ใช้งานมีกระแสกระชากสูงกว่า 2A มากๆ ไม่ควรใช้เอาต์พุตรีเลย์ต่อกับโหลดนั้นๆ โดยตรง ควรต่อผ่านรีเลย์บัฟเฟอร์ที่สามารถทนกระแสได้ดีกว่า

รายละเอียด			**คุณสมบัติ**
อัตราทนการทำงานสูงสุด (Max. Switching Capacity)			2 A/250 V.AC. (COSØ = 1) 2 A/24 V.DC.
อัตราทนการทำงานต่ำสุด (Min. Switching Capacity)			10 mA/5 V.DC.
อายุการใช้งาน (Relay Service Life)	ระบบไฟฟ้า	Resistance Load	300,000 ครั้ง
		Inductive Load	100,000 ครั้ง
	ระบบกลไก (Mechanical)		10 ล้านครั้ง
	Switching Rate		30 ครั้งต่อนาที
เวลาตอบสนอง	OFF Delay		15 mS (max)
	ON Delay		15 mS (max)

ตาราง 1.3 คุณสมบัติต่างๆของเอาต์พุตชนิดรีเลย์

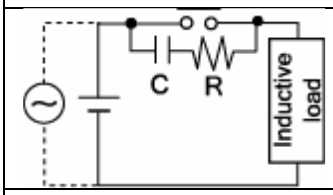
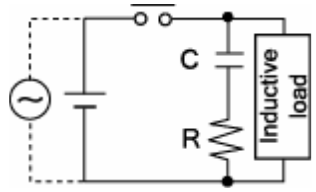
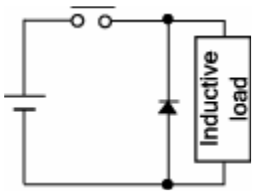
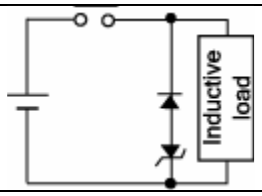
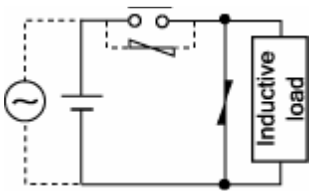
อายุการใช้งานจะขึ้นอยู่กับขนาดโหลดที่ใช้ต่อกับเอาต์พุตชนิดรีเลย์ไปควบคุม จากตารางโหลดที่เป็นขดลวด (Inductive Load) จะทำให้อายุการใช้งานรีเลย์สั้นกว่าโหลดจำพวกหลอดไฟถึง 3 เท่า ส่วนในเรื่องเวลาตอบสนองตามคุณสมบัติภาคเอาต์พุตแบบรีเลย์ จะตอบสนองคำสั่งช้าที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับภาคเอาต์พุตแบบอื่นๆ

พิกัดการเปิด/ปิดวงจร (Switching Rate)

นอกจากอายุการใช้งานของเอาต์พุตแบบรีเลย์จะขึ้นอยูกับขนาดของโหลดแล้วความถี่ในการเปิด/ปิดวงจรโหลดเป็นพิกัดอีกตัวหนึ่งที่ส่งผลต่ออายุการใช้งาน โดยปกติแล้วไม่ควรเปิด/ปิดวงจรโหลดเกินกว่า 30 ครั้งต่อนาที ถ้าจำเป็นต้องเปิด/ปิดวงจรบ่อยครั้ง ควรใช้เอาต์พุตทรานซิสเตอร์จะเหมาะสมกว่า

วงจรป้องกันหน้าสัมผัส

ในการใช้งานเอาต์พุตรีเลย์ให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้นควรต่อวงจรป้องกันหน้าสัมผัสเข้ากับรีเลย์ เพื่อลด Noise และป้องกันการสร้างกรด Nitric และ Carbide ซึ่งจะเกิดขึ้น ขณะที่หน้าสัมผัสเปิดวงจร การใช้วงจรป้องกันจะช่วยลดผลกระทบดังกล่าวได้ ตามตารางที่ 1.4

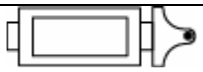
ตัวอย่างวงจร	ไฟที่ใช้ได้		คุณลักษณะ	การเลือกอุปกรณ์
	AC.	DC.		
	OK	OK	อิมพีแดนซ์ของโหลดต้องน้อยกว่าวงจร RC เมื่อใช้รีเลย์กับแรงดันไฟ AC.	ค่า C และ R ที่เหมาะสม คือ C = 0.1-0.5 uF ต่อกระแส Switching 1A และ R=0.5-1 โอมห์ ต่อแรงดัน Switching 1 V อย่างไรก็ตามค่านี้อาจไม่เป็นค่าคงที่เหมาะสมเสมอไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโหลดและคุณสมบัติของรีเลย์ การเลือก C ควรให้มีค่า dielectric Strength 200-300 V.AC. ถ้าใช้กับแรงดันไฟ AC และเป็น Capacitor ชนิด AC.
	OK	OK	เวลาในการตัดวงจรจะช้าลงถ้าโหลดเป็น Inductive เช่น Solenoid Valve วงจรนี้จะใช้งานได้ผลดีถ้าต่อคร่อมโหลดเมื่อใช้แรงดันเป็น 24-48 V และต่อคร่อมหน้าสัมผัส ถ้าแรงดันเป็น 100-240 V.AC.	
	NO	OK	พลังงานสะสมอยู่ที่ Coil ของโหลด Inductive จะสร้างเป็นระแสไฟฟ้าไหลผ่าน Diode ที่ต่อคร่อมอยู่กับ Coil นั้นวงจรนี้จะมีผลทำให้เวลาการตัดวงจรนานกว่าแบบ RC	ควรใช้ Diode ที่มี Reverse Breakdown Voltage เป็น 10 เท่าของแรงดันใช้งาน
	NO	OK	วงจรนี้จะทำงานดีกว่าแบบ Diode ในงานบางประเภทแต่เวลาตัดวงจรจะนานมาก	Breakdown Voltage ของ Zener Diode ควรเท่ากับแรงดันใช้งาน
	OK	OK	วงจรนี้จะป้องกันแรงดันสูงที่เกิดขึ้นที่หน้าสัมผัสเนื่องจาก Varistor มีคุณสมบัติรักษาแรงดันให้คงที่ วงจรนี้จะใช้งานได้ผลดีถ้าต่อคร่อมโหลดเมื่อใช้แรงดันเป็น 24-48 Vและต่อคร่อมหน้าสัมผัส ถ้าแรงดันเป็น 100-240 V.AC.	Cutoff Voltage ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขต่อไปนี้ Contact Dielectric Strength > VC > Supply voltage (กรณีไฟ AC. ให้คูณ 2 ของค่าที่ได้)

ตารางที่ 1.4 วงจรป้องกันหน้าสัมผัส

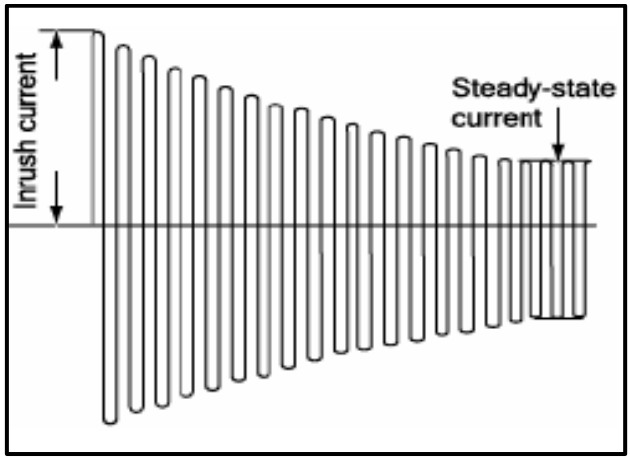
โหลดความต้านทานและโหลด Inductive

ความสามารถในการเปิด/ปิด (Switching Power) ของโหลด Inductive จะต่ำกว่าโหลดความต้านทาน เนื่องจากมีพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าสะสมในคอล์ยของโหลด Inductive ตารางแสดงกระแสกระชาก (Inrush) ที่เกิดจากโหลดประเภทต่าง ๆ

โหลด AC กับ Inrush Current

ประเภทโหลด	อัตรากระแสกระชาก กระแสไฟในภาวะต่อปกติ
Solenoid 	ประมาณ 10
Incandescent Bulb	ประมาณ 10 - 15
Motor	ประมาณ 5 - 10
Relay	ประมาณ 2 - 3
Capacitor	ประมาณ 20 - 50
Resistive Load	1

รูปที่ 1.14 ประเภทของโหลดกับอัตตรากระแสกระชาก

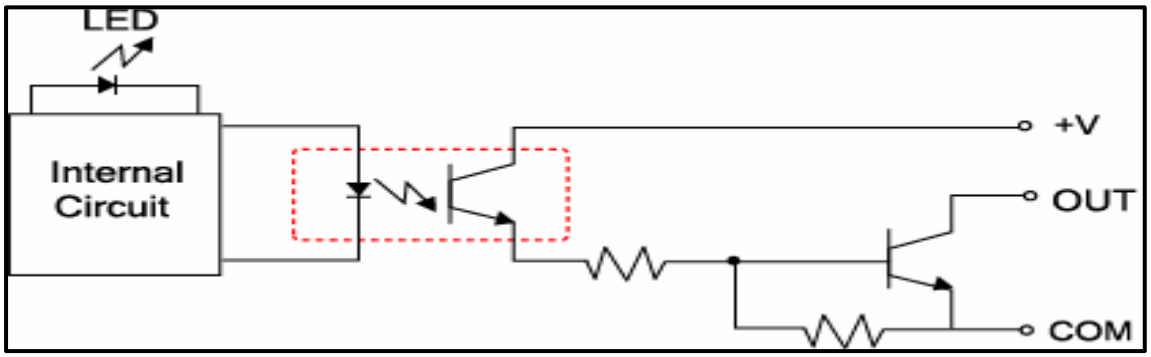


รูปที่ 1.15 กระแสกระชากกับกระแสไปสภาวะปกติ

1.2) เอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์ (Transistor Output) เอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ มีให้เลือกใช้อยู่ 2 ประเภทคือ

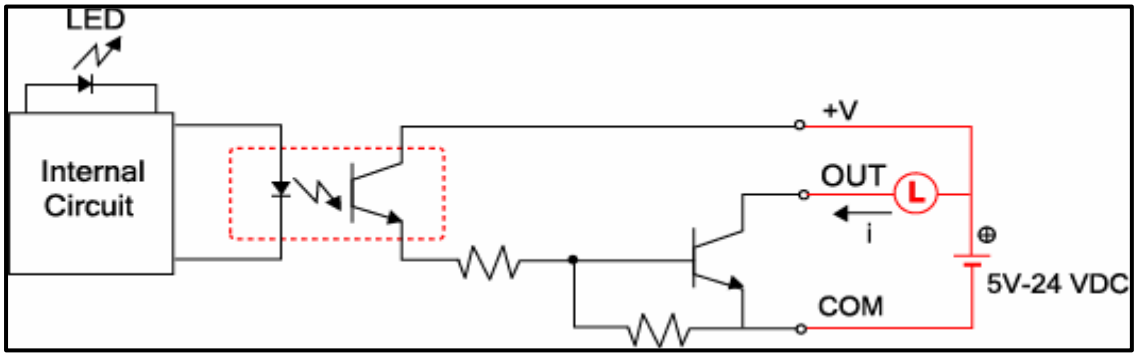
- เอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN
- เอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP

- เอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN มีลักษณะวงจร แสดงตามรูปที่ 1.16



รูปที่ 1.16 วงจรภายในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN

จากวงจรภายในจะใช้ออปโตทรานซิสเตอร์ผลิตสัญญาณขับทรานซิสเตอร์ Q1 โดย Q1 จะทำหน้าที่ขับโหลดอีกที วงจรลักษณะนี้ทำให้วงจรภายในแยกสัญญาณกราวนด์ออกจากวงจรภาคเอาต์พุตได้ส่วนลักษณะการต่อวงจรใช้งานนั้นสามารถต่อใช้งานขับโหลดได้เฉพาะ DC. เท่านั้น แสดงตามรูปที่ 1.17



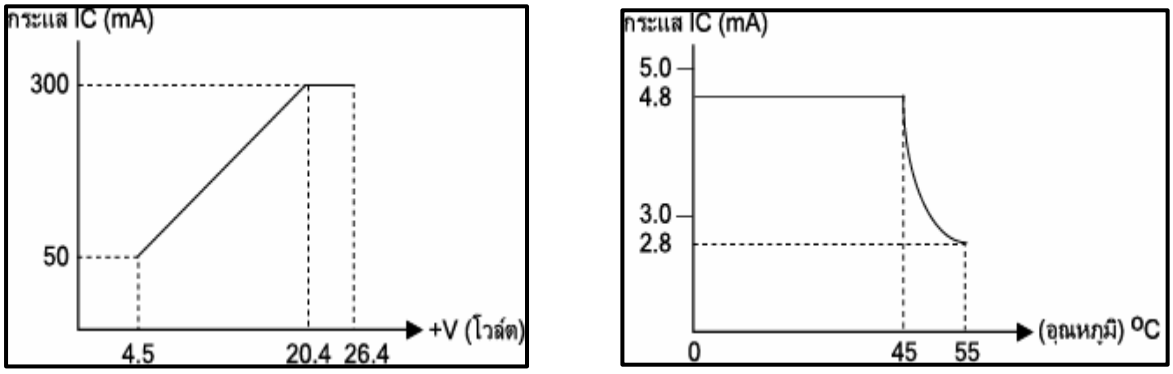
รูปที่ 1.17 การต่อใช้งานเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN

การต่อขับโหลดตามรูปที่ 1.17 เป็นการต่อแบบ Sink Type คือดึงกระแสเข้าสู่ภาคเอาต์พุต ดังนั้นทรานซิสเตอร์ ต้องทนกระแส Sink ได้ เพื่อป้องกันไม่ให้ทรานซิสเตอร์ชำรุด อิมิเตอร์ Q1 เขียนว่า COM (COMMON) เนื่องจากว่าเวลานำภาคเอาต์พุตแบบนี้ไปใช้งานจริงจะมีวงจรลักษณะนี้ต่ออยู่หลายชุดเช่น 8, 16, 32 ชุดเป็นต้น วงจรใช้งานจริงก็จะต่อขาอิมิเตอร์ร่วมกันแล้วดึงออกมาเป็นขาที่เขียนว่า “COM” นั่นเอง และที่ขั้ว +V ก็ต่อร่วมเช่นกันคุณสมบัติส่วนต่าง ๆ ของภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN นี้ สามารถดูรายละเอียดได้ แสดงตามตารางที่ 1.5

รายละเอียด		คุณสมบัติ
แหล่งจ่ายไฟ +V		5-24 V.DC. (40mA min) ±10% (2.5 mA X จำนวนบิตที่ “ON”)
อัตราทนการทำงานสูงสุด (Max. Switching Capacity)		50 mA ที่แรงดัน 4.5 V.DC. - 300 mA ที่แรงดัน 26.4 V.DC.
กระแสรั่วไหล (Leakage Current)		0.1 mA (สูงสุด)
แรงดันไฟฟ้า (Residual Voltage)		0.8 V.DC. (สูงสุด)
วลาตอบสนอง	OFF Delay	0.1 mS (สูงสุด)
	ON Delay	0.4 mS (สูงสุด)

ตารางที่ 1.5 คุณสมบัติของเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบNPN

อัตราทนการทำงานสูงสุด (Max. Switching Capacity) จัดเป็นตัวแปรที่ต้องคำนึงถึงเวลานำไปใช้งาน เพราะว่าภาคเอาต์พุต PLC เวลาที่ผลิตออกมาใช้งาน จะมีวงจรทรานซิสเตอร์มากกว่า 1 ชุดเสมอ เช่น 8, 16 ชุด ทำให้ต้องพิจารณากระแสที่สามารถจะขับโหลดได้พร้อมกันทุกชุดของเอาต์พุตด้วย แสดงตามรูปที่ 1.18

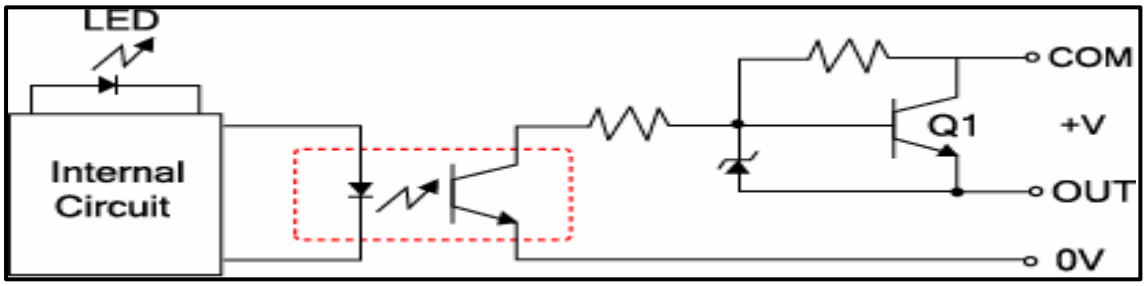


(ก) กระแสขับโหลดต่อเอาต์พุต 1 ชุด (ข) กระแสขับโหลดที่เอาต์พุต 16 ชุด

รูปที่ 1.18 กราฟกระแส (IC) ขับโหลด

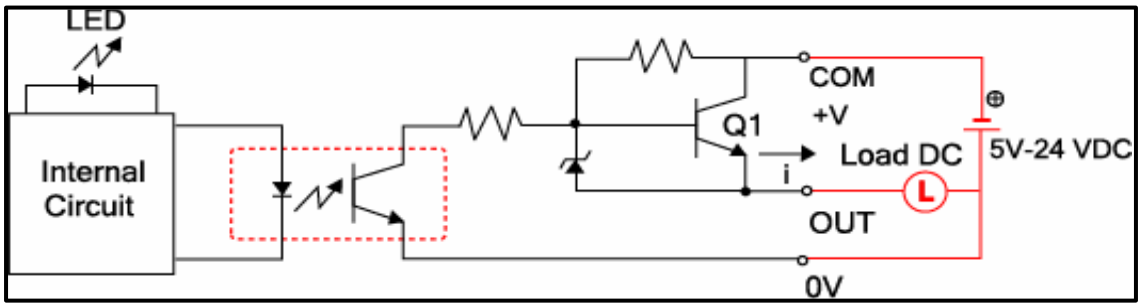
จากกราฟจะพบว่าถ้าขับโหลดทีละชุดไม่พร้อมกัน สามารถที่จะขับโหลดได้ถึง 300 mA ที่แรงดัน 24 V.DC. ได้ แต่เมื่อขับโหลดพร้อมกันทั้งหมด 16 ชุด ก็จะทำให้จ่ายกระแส (IC) ได้เพียง 4.8 mA ต่อ 1 โหลด ดังนั้นเวลาใช้ภาคเอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ ถึงแม้ว่าสามารถตอบสนองโหลดได้เร็วกว่ารีเลย์แต่มีข้อจำกัดในเรื่องกระแส ส่วนใหญ่จะใช้ภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์ขับโหลดวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ เช่น 7-Seg Display, Digital Controller, Servo Driver เป็นต้น

- ภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP มีลักษณะวงจร แสดงตามรูปที่ 1.19



รูปที่ 1.19 วงจรภายในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP

ลักษณะวงจรคล้ายวงจรของเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN เพียงแต่เปลี่ยนวงจรส่วน Q1 เท่านั้น ลักษณะการต่อวงจรสามารถต่อได้ แสดงตามรูปที่ 1.20



รูปที่ 1.20 การต่อใช้งานเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP

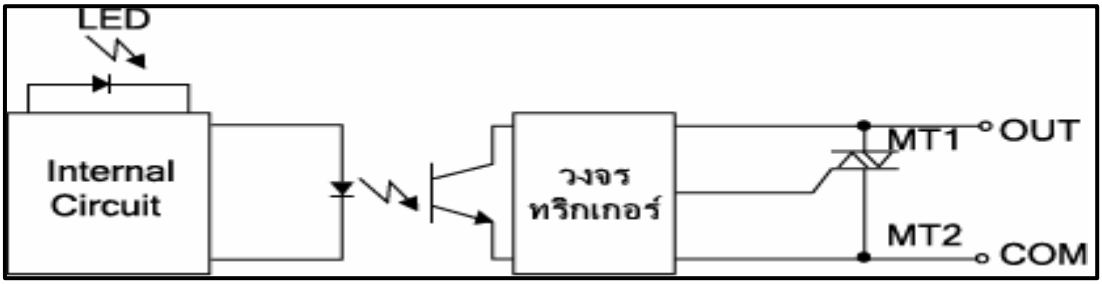
ต่อวงจรโดยขั้วที่เขียนว่า COM ของภาคเอาต์พุต ให้ต่อไฟบวก (+V) ขา 0 V ต่อกับไฟ 0 V และขา OUT ต่อกับโหลด การต่อวงจรลักษณะแบบนี้เป็นการต่อแบบ Source Type โดยที่ทรานซิสเตอร์ Q1 ต้องทนกระแสที่จะจ่ายให้โหลดได้ เราอาจจะเรียกว่า กระแส Source คุณสมบัติของวงจรเอาต์พุตแบบนี้แสดงไว้ ตามตารางที่ 1.6

รายละเอียด		คุณสมบัติ
แหล่งจ่ายไฟขา +V (COM)		5-24 V.DC. (60mA min) ±10% (3.5 mA X จำนวนบิตที่ “ON”)
อัตราทนการทำงานสูงสุด (Max. Switching Capacity)		50 mA ที่แรงดัน 4.5 V - 300 mA ที่แรงดัน 26.4 V.DC.
กระแสรั่วไหล (Leakage Current)		0.1 mA (สูงสุด)
แรงดันไฟฟ้า (Residual Voltage)		0.8 V.DC. (สูงสุด)
เวลาตอบสนอง	OFF Delay	0.1 mS (สูงสุด)
	ON Delay	0.4 mS (สูงสุด)

ตารางที่ 1.6 คุณสมบัติภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP

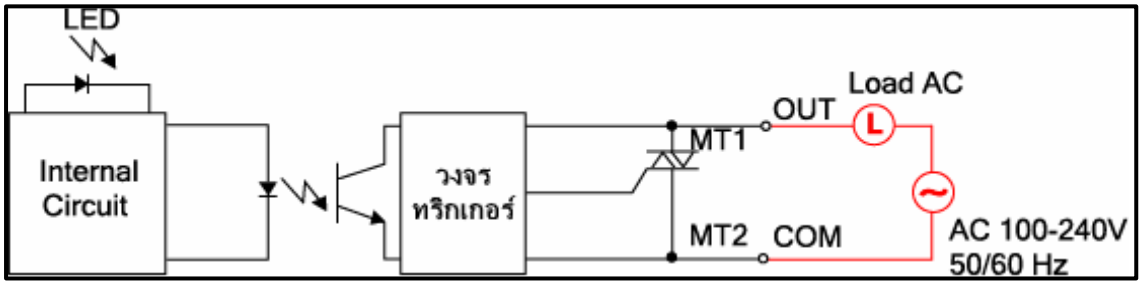
ภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP จะมีคุณสมบัติในเรื่องอัตราทนการทำงานสูงสุด (Max Switching Capacity) เหมือนกับภาคเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN ซึ่งดูได้ แสดงตามตารางที่ 1.6

1.3) เอาต์พุตชนิด Solid State Relay: SSR เอาต์พุตประเภทนี้จะนำมาใช้ควบคุมโหลด AC. ที่ต้องการควบคุมความเร็วในการตอบสนองที่ดีกว่าใช้เอาต์พุตแบบรีเลย์ อุปกรณ์ภาคเอาต์พุตที่ใช้จะใช้ไตรแอดเป็นสวิตช์ควบคุมโหลด ลักษณะวงจรเอาต์พุตแบบ SSR นี้ แสดงไว้ แสดงตามรูปที่ 1.21



รูปที่ 1.21 วงจรภายในเอาต์พุต Solid State Relay

คุณสมบัติของไตรแอดจะทำให้สามารถควบคุมโหลด AC ได้ทั้งซีกบวกและซีกลบของรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) ส่วนวงจรทริกเกอร์ทำหน้าที่กระตุ้นไตรแอดให้ทำงานสอดคล้องกับรูปคลื่นไซน์ อย่างน้อยก็เป็นการป้องกันไตรแอดได้ระดับหนึ่ง การต่อวงจรเอาต์พุตแบบ SSR สามารถต่อใช้งานได้ แสดงตามรูปที่ 1.22



รูปที่ 1.22 การต่อใช้งานเอาต์พุต SSR

ลักษณะการต่อวงจรโหลดกับภาคเอาต์พุต SSR จะต่อในลักษณะอนุกรมกันโดยขาข้างหนึ่งของโหลดต่อกับขา OUT อีกข้างต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟสลับ ส่วนขาอีกข้างหนึ่งคือขา COM นำไปต่อกับขั้วแหล่งจ่ายไฟสลับอีกข้าง คุณสมบัติของเอาต์พุต SSR แสดงตามตารางที่ 1.7

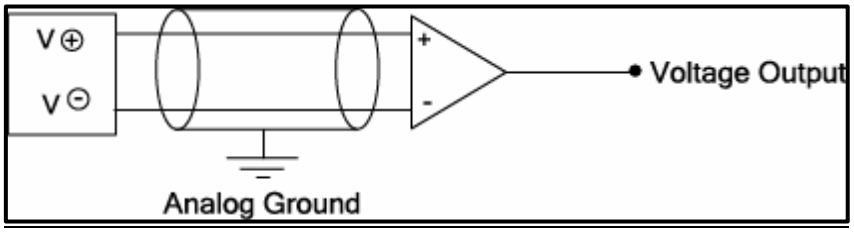
รายละเอียด		คุณสมบัติ
อัตราทนการทำงานสูงสุด (Max. Switching Capacity)		100-240 V.AC. (0.4A)
กระแสรั่วไหล (Leakage Current)		1 mA (สูงสุด) ที่ 100 V.AC. 2 mA (สูงสุด) ที่ 200 V.AC.
แรงดันไฟฟ้า (Residual Voltage)		1.5 V.DC. (สูงสุด) (0.4A)
เวลาตอบสนอง	OFF Delay	6 mS (สูงสุด)
	ON Delay	½ cycle + 5 mS (สูงสุด)

ตารางที่ 1.7 คุณสมบัติภาคเอาต์พุตแบบโซลิตสเตรทรีเลย์ (SSR)

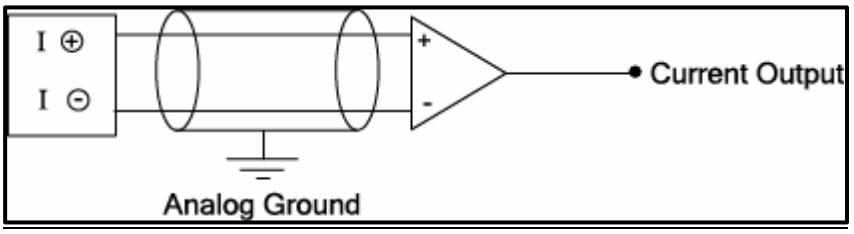
- อนาลอกเอาต์พุต (Analog Output)

ภาคเอาต์พุตของ PLC แบบอนาลอกเป็นการเพิ่มความสามารถให้ PLC ส่งสัญญาณควบคุมเชิงปริมาณได้ ค่าที่จะส่งออกไปก็จัดเป็นค่าสัญญาณมาตรฐานเหมือนภาคอินพุตแบบอนาลอกคือ สัญญาณ 0-10 V.DC. , ±10 V.DC. และ 1-5 V.DC. (4-20mA) ลักษณะกราฟภาคเอาต์พุตที่จะส่งสัญญาณออกไปเหมือนกับกราฟอนาลอกอินพุต แสดงตามรูปที่ 1.23

การส่งสัญญาณของอนาลอกเอาต์พุตจะส่งสัญญาณ 2 แบบคือ แรงดันและกระแส การต่อสายสัญญาณเพื่อเลือกสัญญาณเป็นกระแสหรือแรงดันของภาคเอาต์พุตอนาลอกจะมีสัญญาณกำกับขั้วไว้ สามารถแยกการต่อได้ 2 ลักษณะ แสดงตามรูปที่ 1.23



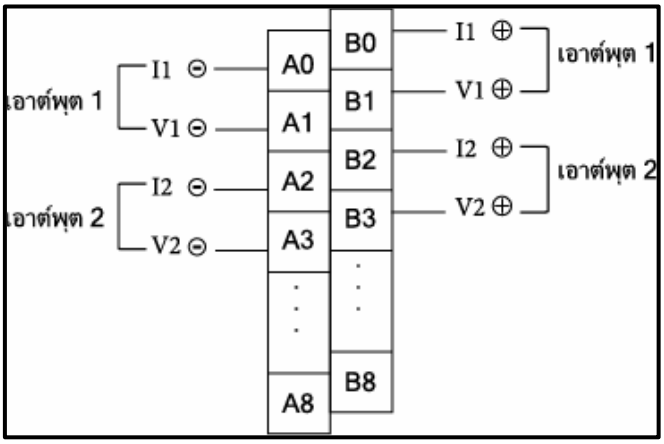
(ก) ส่งสัญญาณแบบแรงดัน (Voltage Output)



(ข) ส่งสัญญาณแบบกระแส (Current Output)

รูปที่ 1.23 ส่งสัญญาณแบบกระแส/แรงดันของอนาลอกเอาต์พุต

วิธีการสังเกตขั้วต่อสายของอนาลอกเอาต์พุต จะมีสัญลักษณะแยกไว้ว่าเป็นของอนาลอกเอาต์พุตชนิดใด แสดงตามรูปที่ 1.24



รูปที่ 1.24 ตำแหน่งขั้วอนาลอกเอาต์พุต

หมายเหตุ : ตั้งแต่ขั้ว A4-A8/B4-B8 ว่าง

1.2.5 หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า Supply Unit

ระบบ PLC สามารถใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายภายนอกได้ 2 ระบบ

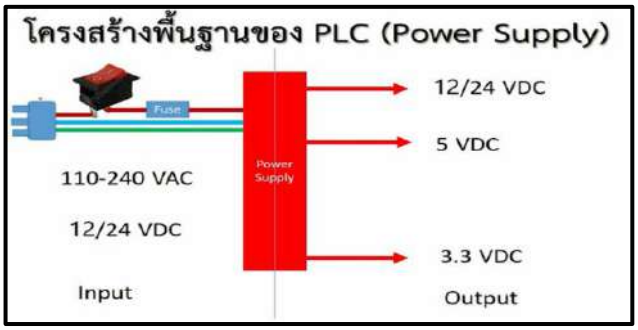
- 100 – 240 V.AC.
- 12 – 24 V.DC.

เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับอุปกรณ์ PLC ในการต่อไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายภายนอกมาใช้งาน ควรมี Fuse ป้องกันขณะใช้งานเมื่อเกิดกระแสสูงเกิน

- ภายในอุปกรณ์ PLC มีหม้อแปลงไฟฟ้าจาก 100 – 240 V.AC. ปรับเปลี่ยนเป็น 12 – 24 V.DC เพื่อนำมาจ่ายไฟให้อุปกรณ์ภายใน PLC ดังนี้

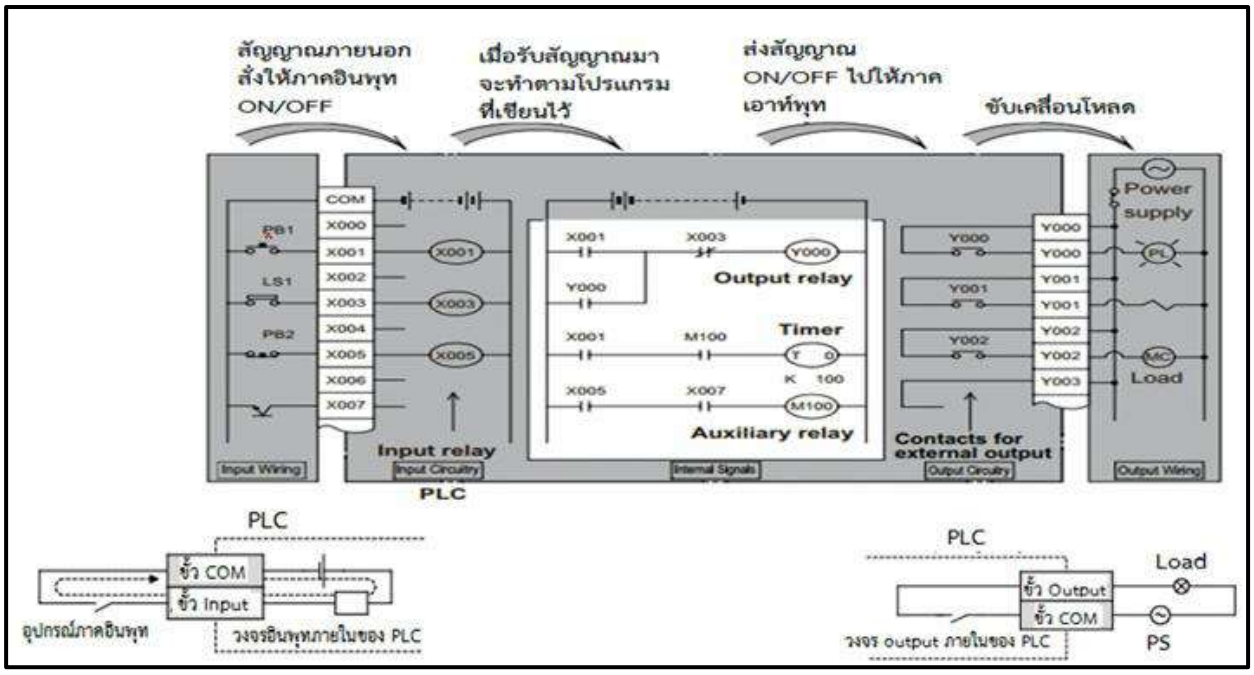
12 – 24 V.DC. นำไปใช้งานเกี่ยวกับภาคอินพุตและเอาต์พุต

2 – 5 V.DC. นำไปใช้งานเกี่ยวกับ CPU และ Memory แสดงตามรูปที่ 1.25

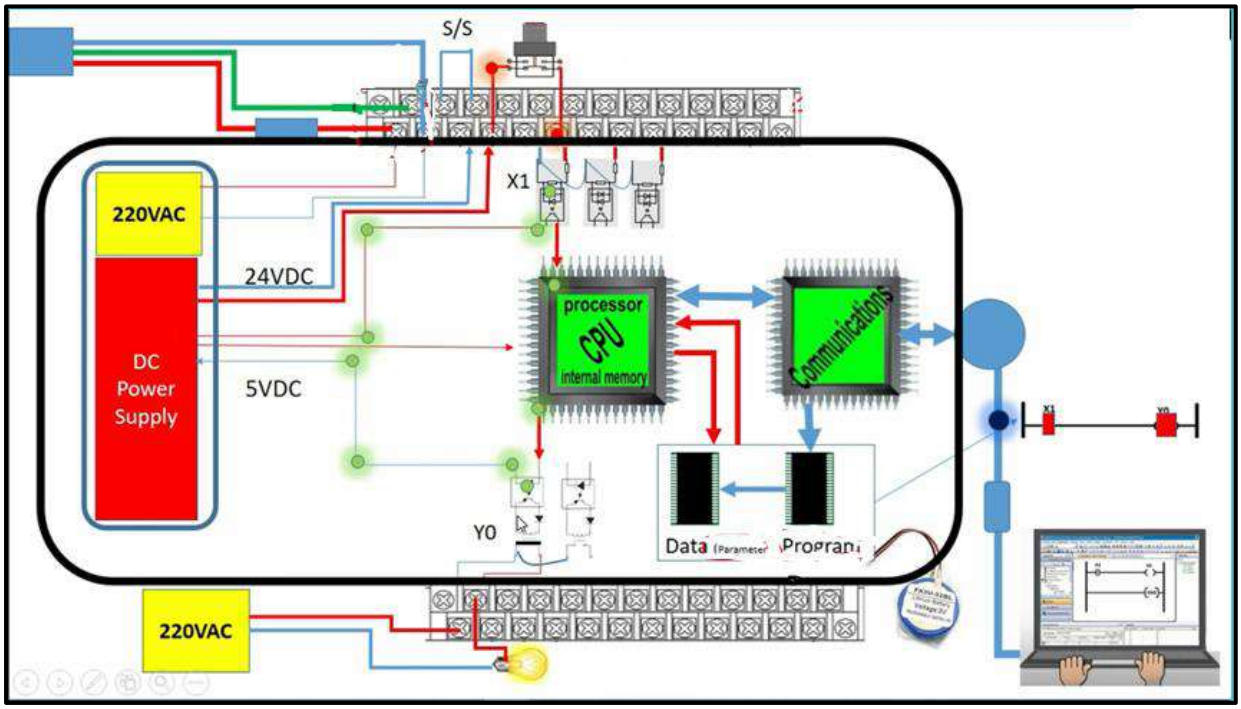


รูปที่ 1.25 หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า Power Supply

1.3 ส่วนประกอบ PLC



รูปที่ 1.26 ส่วนประกอบ PLC



รูปที่ 1.27 ส่วนประกอบ PLC

อุปกรณ์ Input-Output ที่ต่อเข้ากับ Input และ Output Terminal นั้น มีการแบ่งอุปกรณ์ (Device) ในแต่ละขั้วต่อ(Terminal) (หรืออาจจะเป็น หมายเลข In-Output) เพื่อเทียบ Input Relay กับ Output Relay ของซีเควนซ์โปรแกรม (Sequence Program) ภายในอุปกรณ์ (Device) จะมีหมายเลขในแต่ละขั้วต่อ Terminal) นอกเหนือจากนั้นภายใน Sequence จะประกอบไปด้วย Timer และ Counter อุปกรณ์ (Device) ภายในอุปกรณ์ (Device) จะมีสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ (Device) เพื่อการแสดงหน้าที่ของอุปกรณ์ (Device) และประกอบไปด้วยหมายเลขอุปกรณ์ (Device) ที่มีโครงสร้างแยกเป็นอย่างละตัว (ซึ่งบางทีเราจะเรียกอุปกรณ์ (Device) ว่า Element Number

Input Relay : X000 ~ X177 (128 จุด) *1

มีหน้าที่เป็น Window เพื่อเปิดรับสัญญาณจาก Input Switch ที่อยู่ภายนอกของ Sequence จะแทนสัญลักษณ์อุปกรณ์ (Device) เป็น X ภายในประกอบไปด้วย Input Relay ที่ตอบสนองจำนวนของ Input (จำนวนขั้วต่อ Terminal)

Output Relay : Y000 ~ Y177 (128 จุด)

Timer : T0 ~ T319 (320 จุด)

Timer เป็นอุปกรณ์ที่อยู่ภายใน Sequence * 1 มีหน้าที่ในการจับเวลา และประกอบไปด้วย Coil กับหน้าสัมผัส(Contact) เมื่อถึงเวลาที่กำหนดหน้าสัมผัส (Contact) จะทำการปิด

Counter : C0 ~ C199 (200 จุด) *1

Counter เป็นอุปกรณ์ที่อยู่ภายใน PLC * 1 มีหน้าที่เป็น Window เพื่อขับเคลื่อน Load ที่อยู่ภายนอกของ PLC จะแทนสัญลักษณ์อุปกรณ์ Device) เป็น Y ภายในประกอบไปด้วย หน้าสัมผัส (Contact) สำหรับ Output ตอบสนอง จำนวนของ Output (จำนวนขั้วต่อ Terminal) มีหน้าที่ในการนับจำนวน เมื่อถึงจำนวนที่กำหนดหน้าสัมผัส (Contact) จะปิดที่Auxiliary Relay

M0 ~ M7679 (7680 จุด) * 1

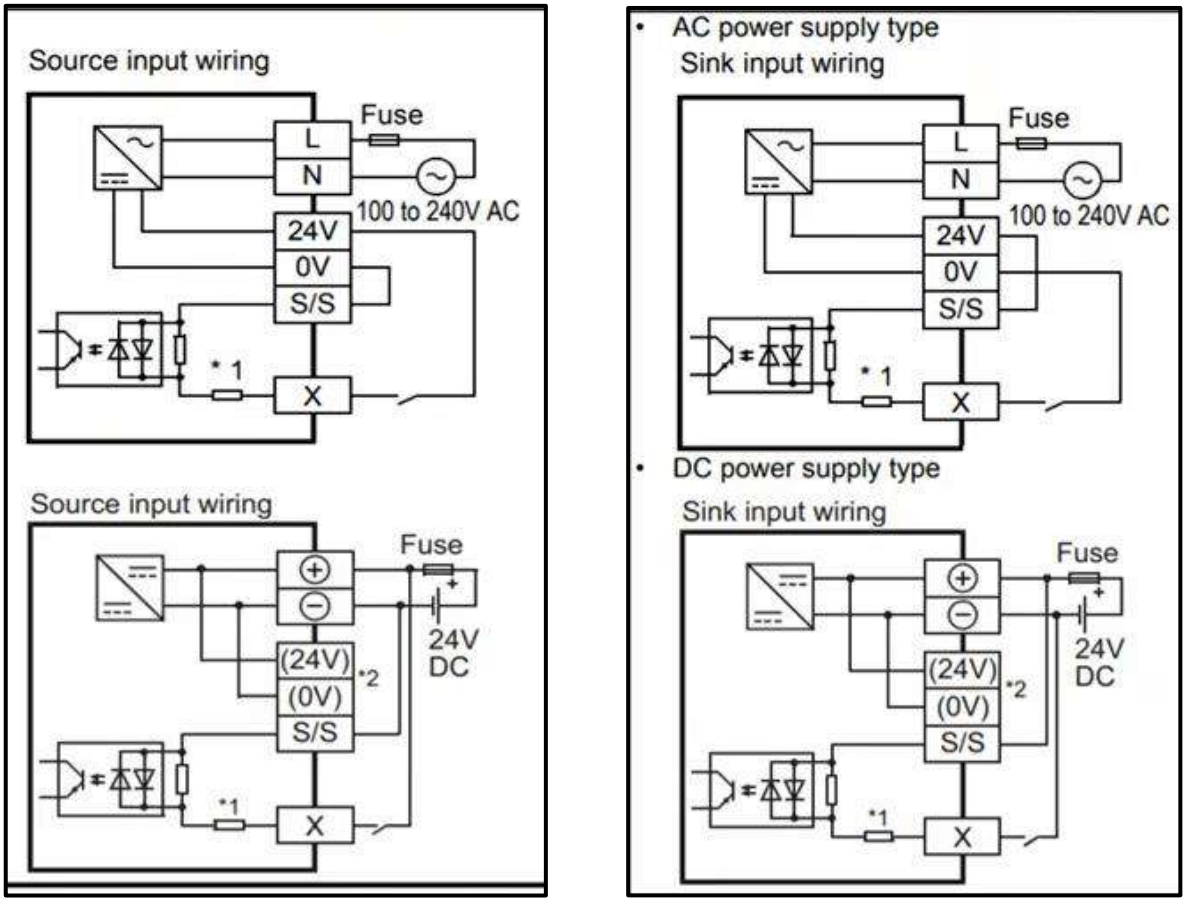
เป็น Auxiliary Relay รีเลย์เสริมที่ประกอบอยู่ภายใน PLC (บางทีเรียกว่ารีเลย์ภายใน หรือ Inside Relay) Input Relay Output Relay , Auxiliary Relay , Timer , Counter จำนวนของอุปกรณ์เหล่านี้ ที่สามารถใช้ได้นั้นต่างกันไปขึ้นอยู่กับประเภท ของ PLC *1 เป็นอุปกรณ์ (Device) และจำนวนจุดของ PLC รุ่น FX3G สำหรับ FX3U และ FX3S แหล่งจ่ายไฟจากภายนอก (Power) 110 - 220 VAC หรือ 12 - 24 VDC PB 1 (สวิทช์) ต่อร่วมกับ X , X , X , X , X , X , X , X1 , X1 , X1 , X1 , X1 , X1 , X16, X17

PLC การทำงาน Input Trminal การทำงานอุปกรณ์ Input Relay

อุปกรณ์ Input อุปกรณ์ Output ซีเควนซ์โปรแกรม (Sequence Program) มีโครงสร้างอุปกรณ์ Input เชื่อมต่อกับ Input relay ของ PLC และอุปกรณ์ Output ทำการควบคุมผ่านหน้าสัมผัสสำหรับ Output ภายนอก (External Output)

Input Relay

Input Relay มีหน้าที่ในการแปลงสัญญาณที่รับจากอุปกรณ์ ภายนอกแล้วส่งไปยัง PLC ตามรูปที่ 1.3.3 อุปกรณ์ Input สามารถทำงานได้เพียงแค่เชื่อมต่อระหว่าง Input Terminal กับ COM Terminal อีกทั้งหน้าสัมผัสของ Relay โดยทั่วไป ถึงแม้จะเป็นจำนวนมากแต่มีแค่ไม่กี่หน้าสัมผัสเท่านั้น แต่ภายในซีเควนซ์โปรแกรมมีจำนวนหน้าสัมผัสอยู่นับไม่ถ้วน ภายใน PLC จะมี Power สำหรับ Input Relay อยู่ เมื่อหน้าสัมผัส Contact ของอุปกรณ์ Input มีการนำกระแส กระแสไฟจะทำการไหลเหมือนกับเส้นประ ซึ่งจะทำให้ Input Relay สามารถขับเคลื่อนได้ตามที่ได้อธิบายไปในเบื้องต้นระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ Input นั้น ไม่สำคัญว่าต้องเป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด a N.O. Contact หรือ หน้าสัมผัสปกติปิด b N.C. Contact เพราะว่าถ้ามีการนำ กระแสเกิดขึ้นระหว่าง COM กับ Input Terminal ซึ่งหน้าสัมผัส ที่ปิดจะเป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด a N.O. Contact และถ้าหน้า สัมผัสเปิดจะเป็นหน้าสัมผัสปกติปิด b N.C. Contact

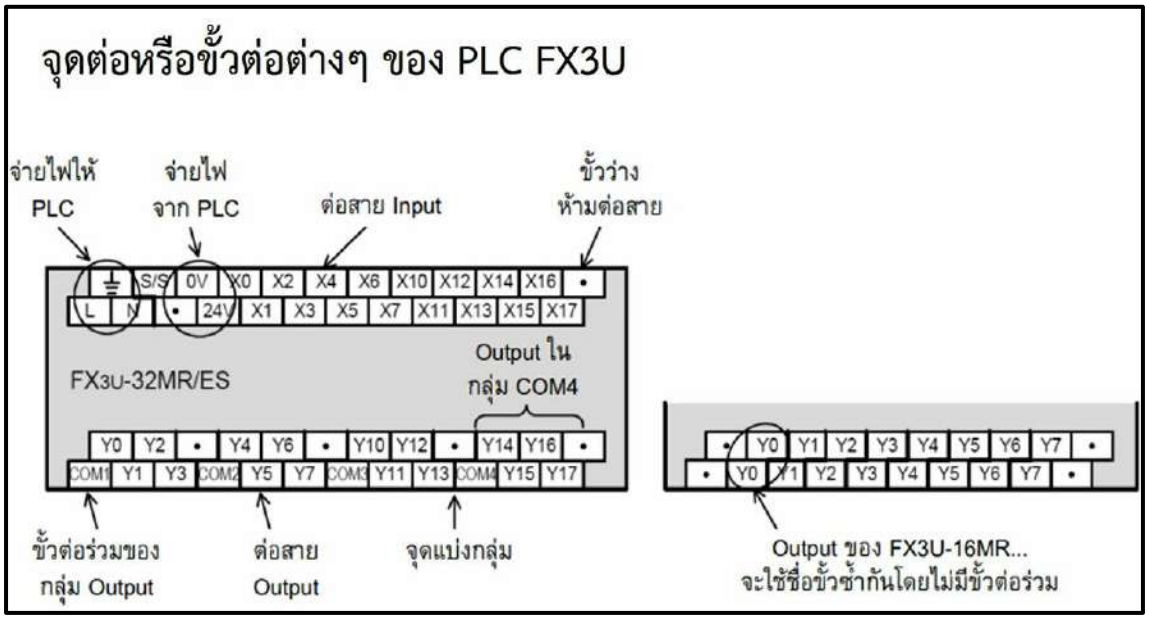


(ก) **(ข)**

รูปที่ 1.28 ส่วนประกอบ PLC

Output Relay

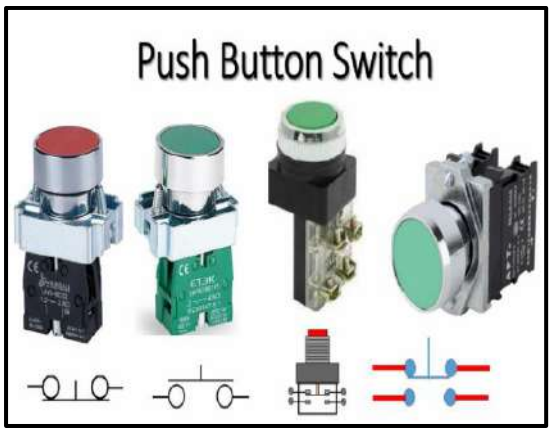
ทำการควบคุมผ่านหน้าสัมผัสสำหรับ Output ภายนอก (External) หน้าสัมผัสสำหรับ Output หน้าสัมผัส สำหรับ Output นั้น คือหน้าสัมผัสสำหรับขับเคลื่อน โหลด (Load) จากภายนอกโดย Input Relay ที่ขับเคลื่อนด้วยซีเควนซ์โปรแกรม หน้าสัมผัสสำหรับ External Output นั้นสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่มีกระแสไฟต่างกันอย่างเช่น COM ที่มีหน่วยเป็น AC (กระแสสลับ) / DC (กระแสตรง) เมื่อ Output Relay ที่อยู่ในซีเควนซ์ปรแกรม (Sequence Program) เกิดการขับเคลื่อน หน้าสัมผัสสำหรับ External Output จะปิด โดยที่กระแสไฟที่จะใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์ Output นั้น ต้องจัดเตรียมจากภายนอกของ PLC



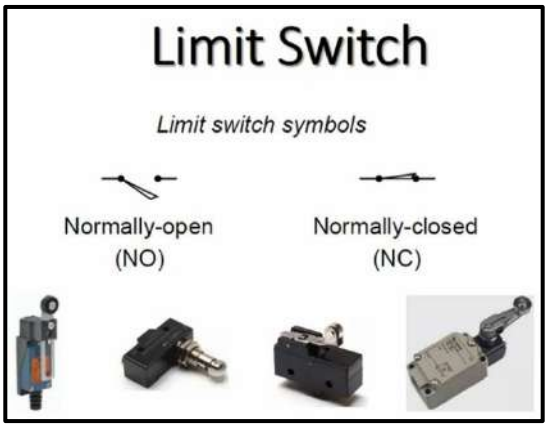
รูปที่ 1.29 จุดต่อหรือขั้วต่างๆ ของPLC FX3U

1.4 โครงสร้างพื้นฐานของอุปกรณ์ Input Unit

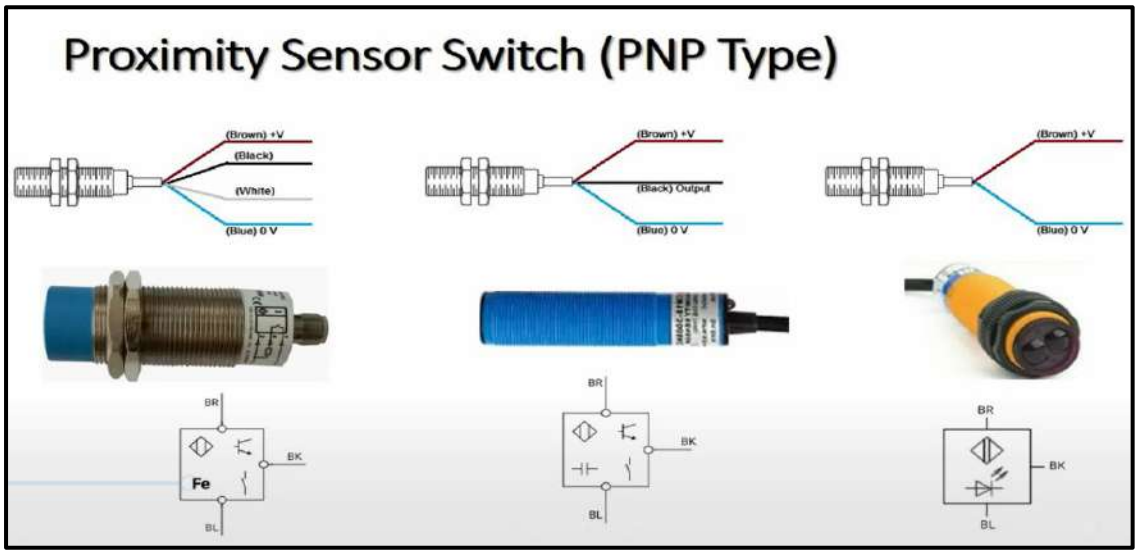
ประกอบด้วย Power Limit Switch, Relay, Selector Switch, Push Button Switch, Input Interface PLC



(ก)



(ข)

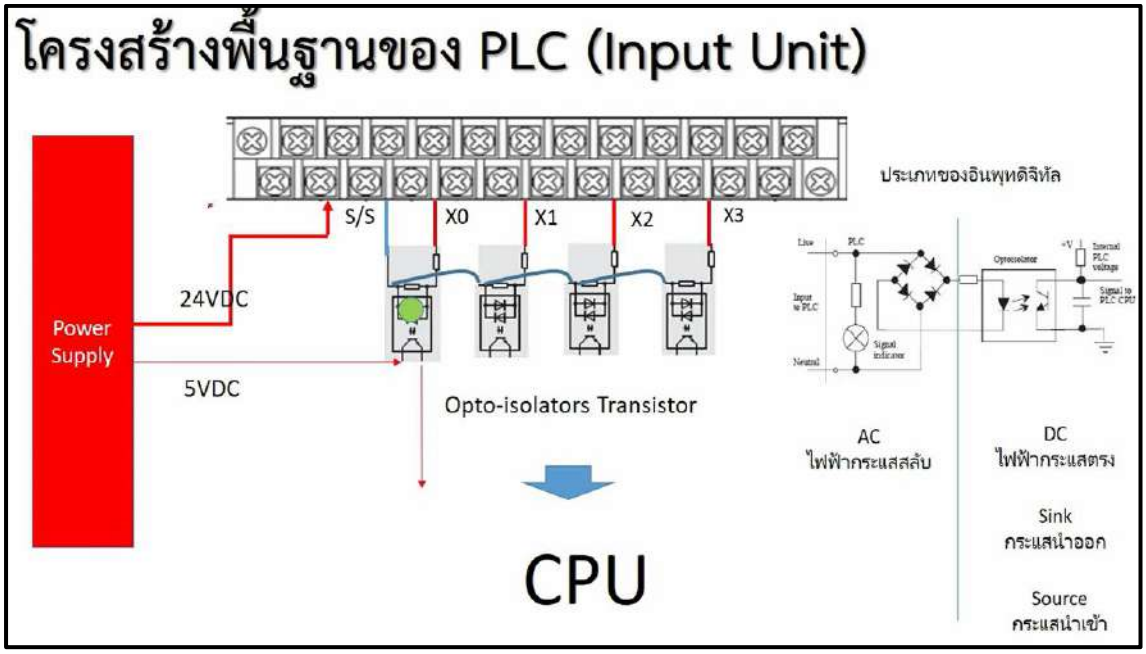


(ค)

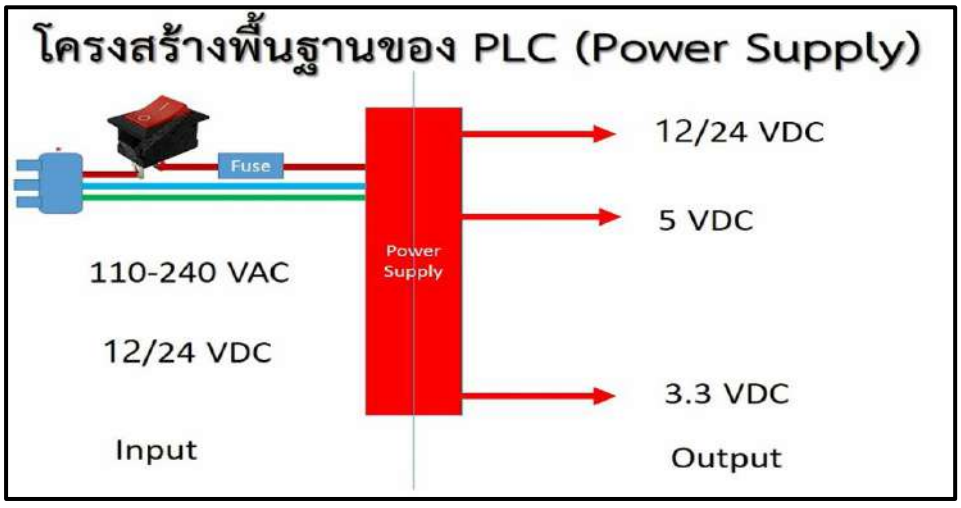
รูปที่ 1.30 Input Unit

1.4.1 โครงสร้างพื้นฐานของ PLC Input Unit

Input Relay ON/OFF ตามสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอก ซีเควนซ์โปรแกรมทำงานด้วย หน้าสัมผัสของ Input Relay โครงสร้างภายในของภาค Input Unit จะประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ Opto – Isolators Transistor จะทำงานได้โดยรับสัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์ Input ต่างๆ ภาค Input Relay ประเภทของอินพุท Digital ใช้ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ



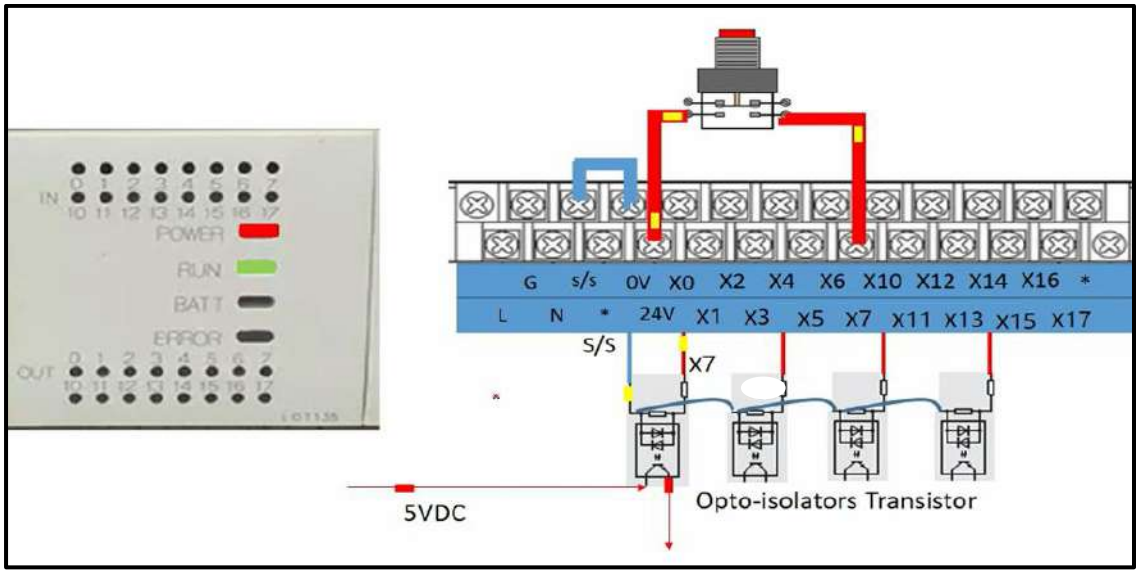
รูปที่ 1.31 โครงสร้าง Input Unit



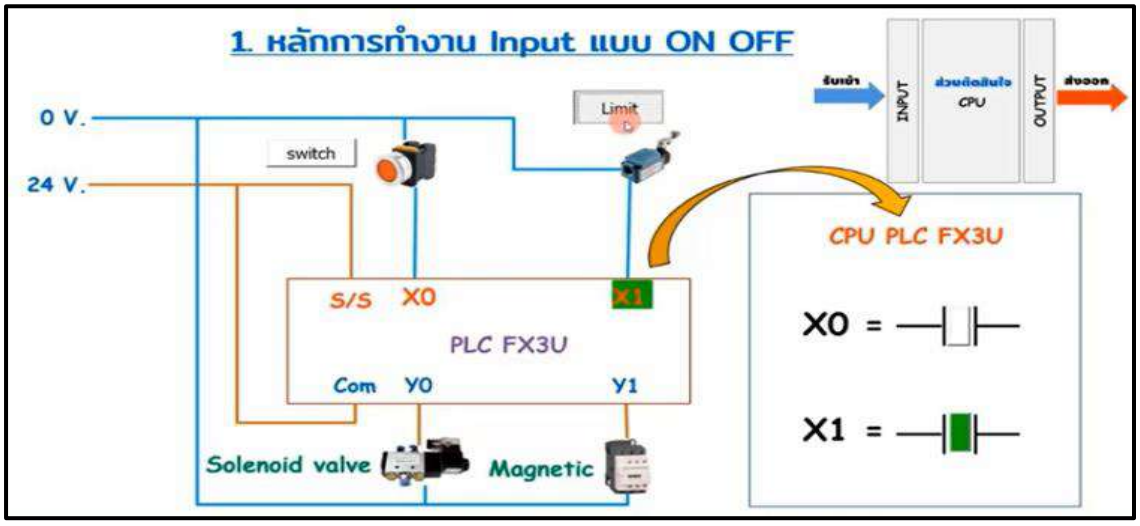
รูปที่ 1.32 โครงสร้าง Power Supply

Push Button Switch, Limit Switch, Selector Switch, Proximity Sensor Switch

ทำหน้าที่เป็นสะพานไฟฟ้า เป็นลักษณะหน้าสัมผัส N.C. หรือ N.O. เพื่อส่งสัญญาณทางไฟฟ้าให้กับ Input Relay ครบวงจรทางไฟฟ้าและเกิดแสงไฟจึงส่งผลทำให้ Opto – Isolators Transistor ทำงาน จึงส่งผลให้มีกระแสไฟฟ้าจ่ายไฟให้กับ CPU (ประมาณ 3 - 5 V.DC.) ฉะนั้นทำให้ CPU ทำการประมวลผลตามคำสั่งของการเขียนโปรแกรมของภาค Input Unit

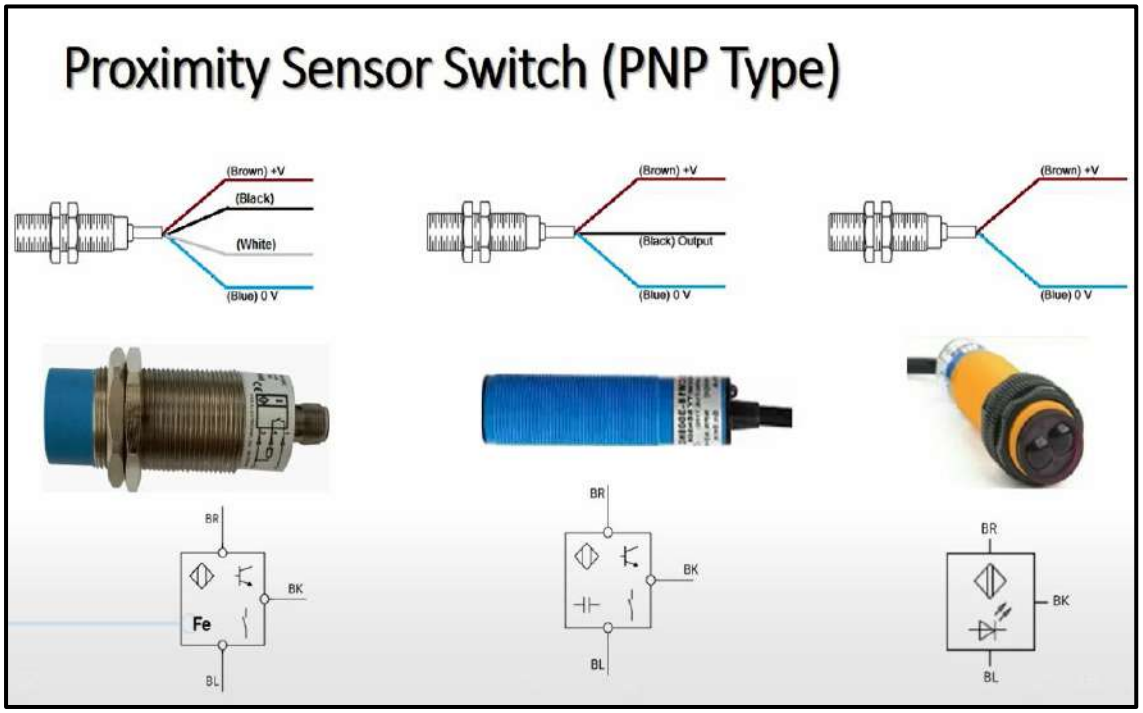


รูปที่ 1.33 การต่อวงจร Input

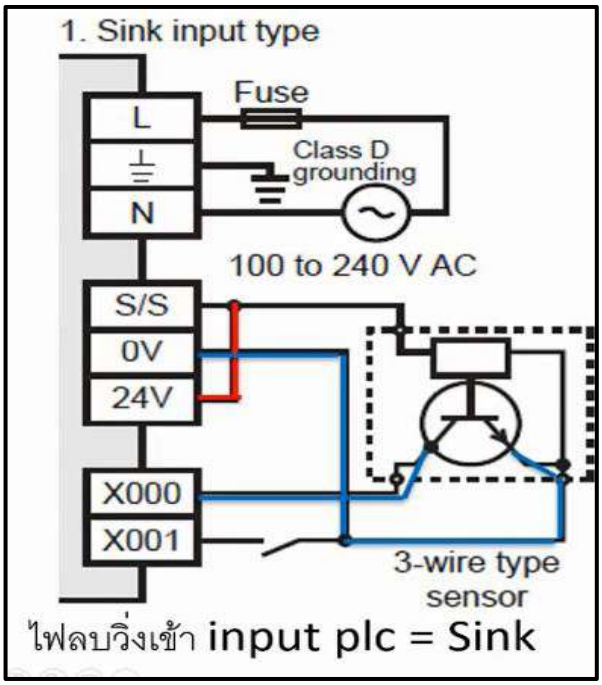


รูปที่ 1.34 หลักการทำงาน Input แบบ ON - OFF

การใช้งาน Input Sink และ Source ประเภท Proximity Sensor Switch แบบ 3 สาย NPN, PNP การต่อสาย Proximity Senser Switch



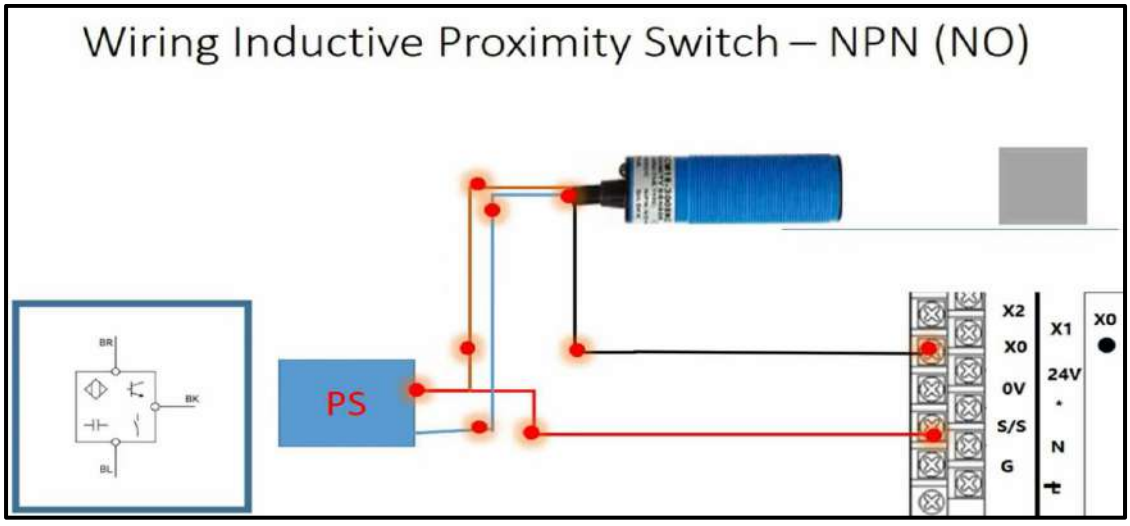
รูปที่ 1.35 PNP Type



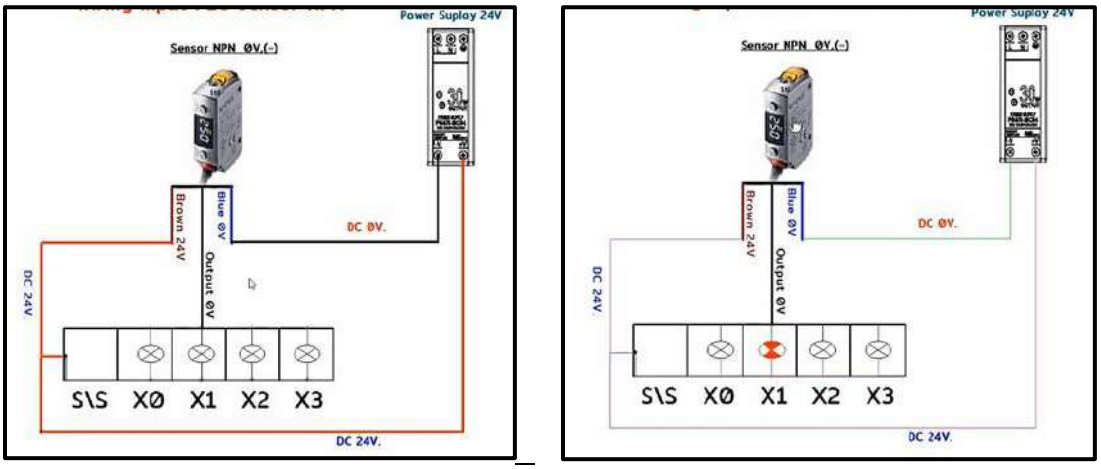
รูปที่ 1.36 Sink Input Type

หลักการต่อสายไฟ Proximity Sensor Switch แบบ NPN 3 สาย NPN เป็นแบบสวิตช์ N.O. ให้สัญญาณ ออกเป็นลบ

- สายสีน้ำตาลหมายความว่าสายไฟฟ้าบวกเข้าแหล่งจ่ายไฟและต่อเข้าขั้ว S/S ของ PLC
- สายสีน้ำเงินหมายความว่าสายไฟฟ้าลบเข้าแหล่งจ่ายไฟภายนอก
- สายสีดำหมายความว่าสายสัญญาณเข้า Input Unit (X1 – X7) ของ PLC



รูปที่ 1.37 NPN Type

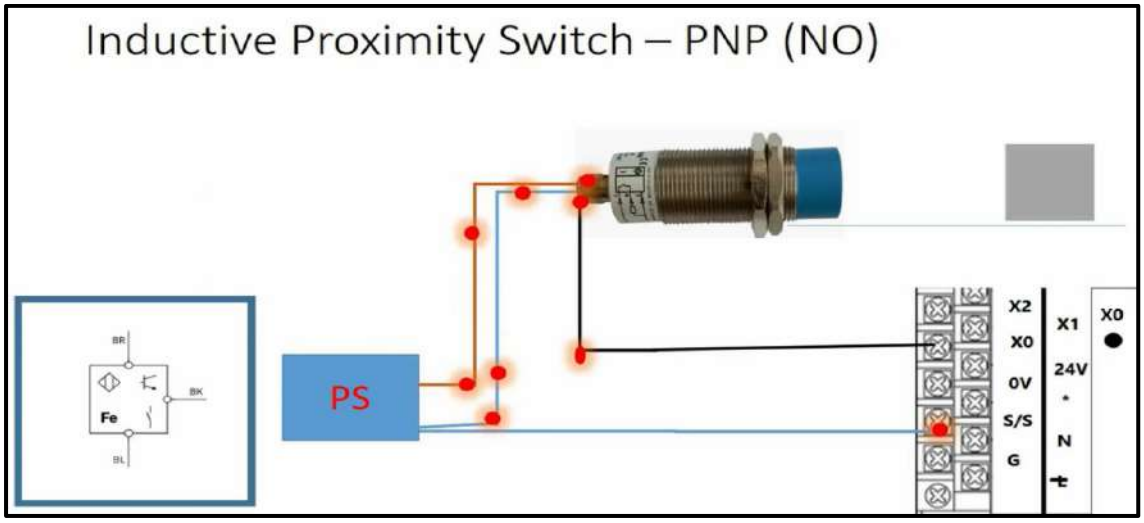


(ก) **(ข)**

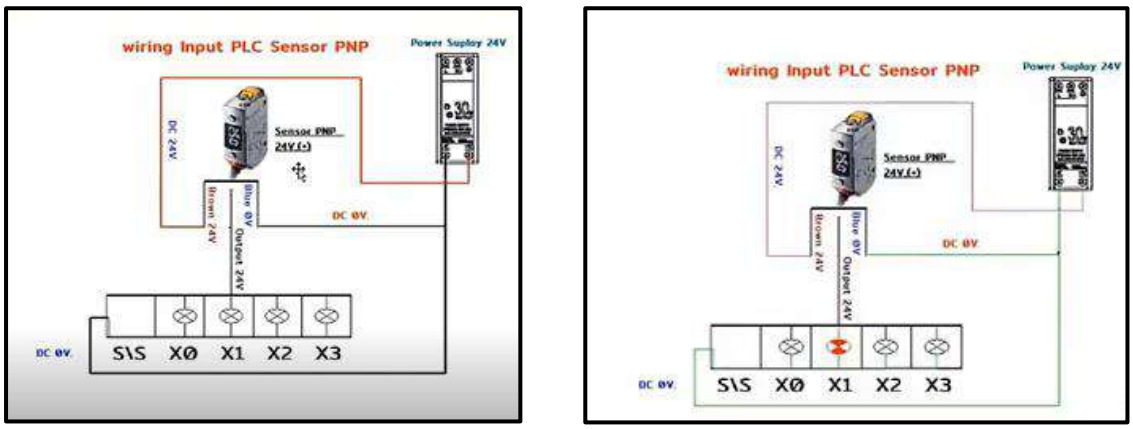
รูปที่ 1.38 ลักษณะการต่อเป็นแบบ Sink Input

หลักการต่อสายไฟ Proximity Sensor Switch แบบ PNP 3 สาย PNP เป็นแบบสวิตช์ N.O. ให้สัญญาณ ออกเป็นบวก

- สายสีน้ำตาลหมายความว่าสายไฟฟ้าบวกเข้าแหล่งจ่ายไฟภายนอก
- สายสีน้ำเงินหมายความว่าสายไฟฟ้าลบเข้าแหล่งจ่ายไฟและต่อเข้าขั้ว S/S ของ PLC
- สายสีดำหมายความว่าสายสัญญาณเข้า Input Unit (X1 – X7) ของ PLC



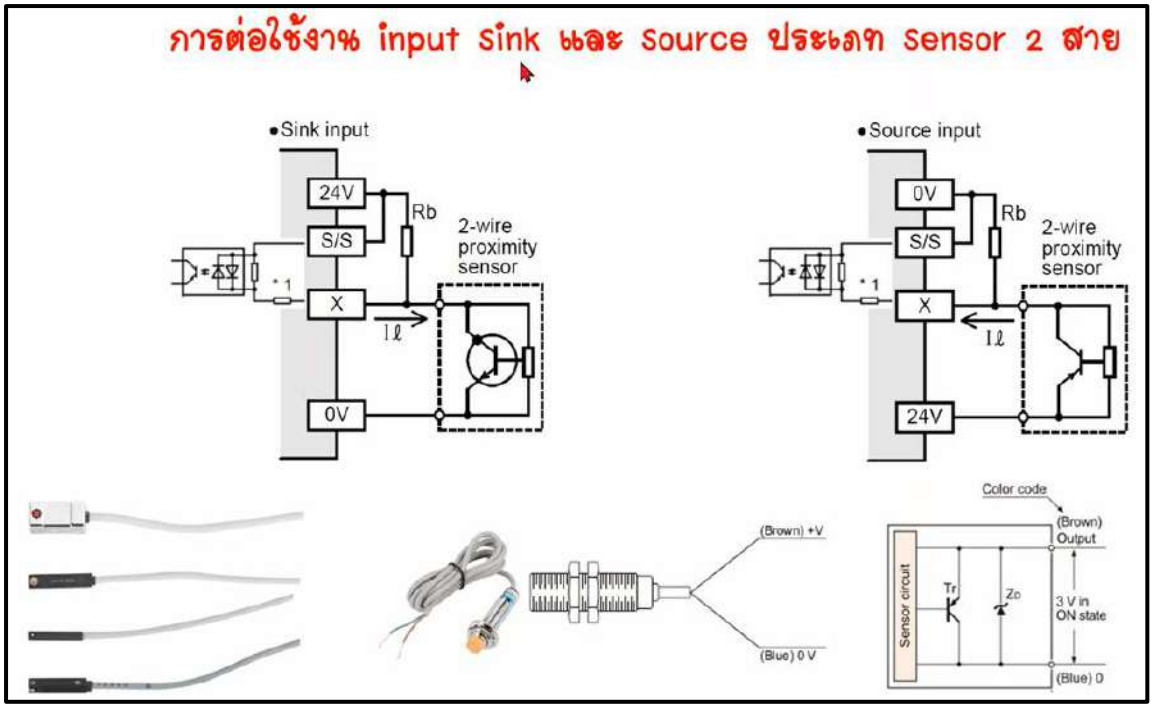
รูปที่ 1.39 PNP Type



(ก) **(ข)**

รูปที่ 1.40 ลักษณะการต่อเป็นแบบ Source Input

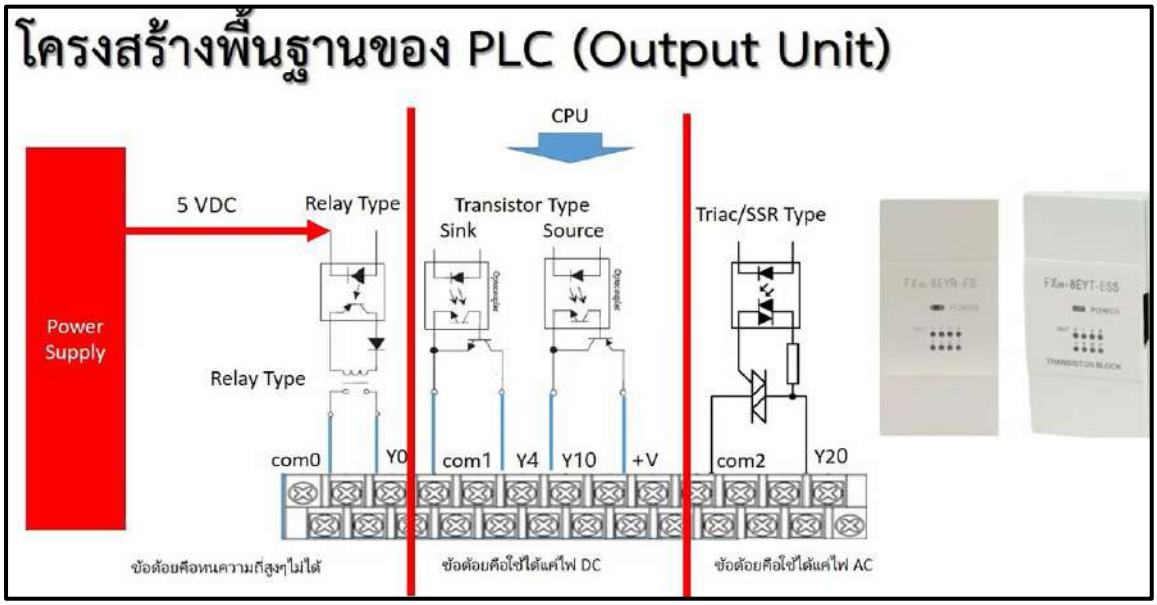
❖ ในการต่อสายไฟเข้าระบบ Input ถ้าต่อผิดจะทำให้เกิดความเสียเสียกับ Proximity Sensor Switch



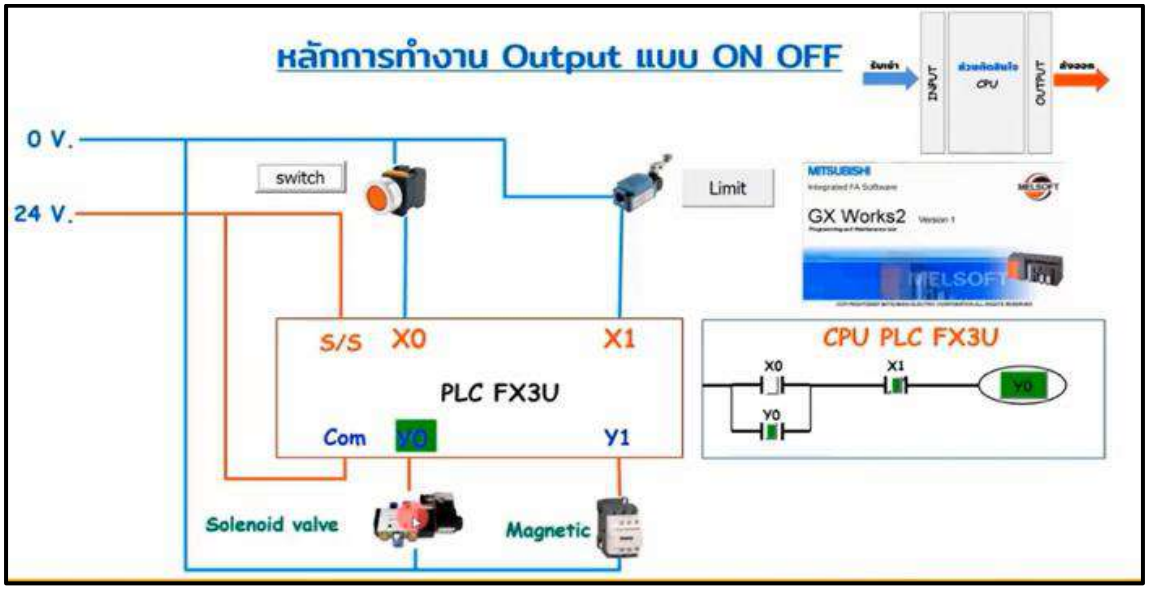
รูปที่ 1.41 การต่อ Input Sink และ Source แบบ Sensor 2 สาย

1.4.2 โครงสร้างพื้นฐานของ PLC Output Unit

Output Unit โครงสร้างอุปกรณ์ภายใน PLC จะทำงานเมื่อได้รับสัญญาณจาก CPU และส่งสัญญาณแสงทำให้ Relay Type , Transistor Type , Triac/SSR Type แล้วแต่ชนิดของผู้ใช้งาน ทำงานส่งผลให้หน้าสัมผัสของ Relay Com กับ Y0 เชื่อมวงจรและส่งผลออกไปยังอุปกรณ์ Output Unit ทำงานตามคำสั่งของโปรแกรม แสดงตามรูปที่ 1.42



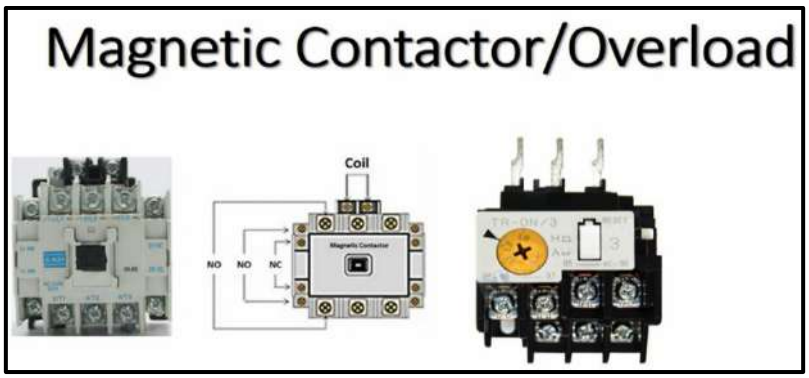
รูปที่ 1.42 โครงสร้าง Output Unit



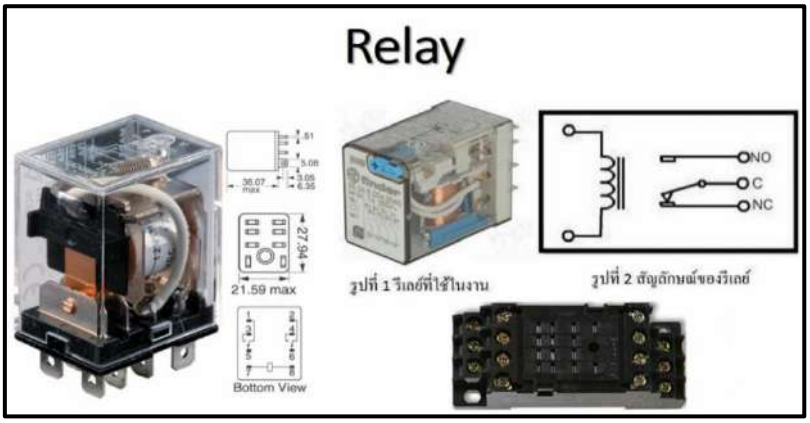
รูปที่ 1.43 หลักการทำงาน Output แบบ ON OFF

1.4.2.1 <u>โครงสร้างพื้นฐานของอุปกรณ์ Output Load</u>

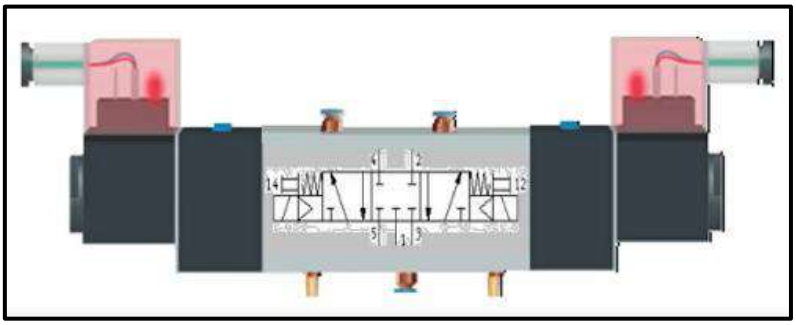
ประกอบด้วยอุปกรณ์ ต่าง ๆ ที่เชื่อมจากคำสั่งจากโปรแกรม ผ่านมายัง Output Unit ส่งสัญญาณให้กับ Load ภายนอก เช่น Magnetic, Contactor Relay, Solenoid Valve หลอดไฟ เป็นต้น



(ก)



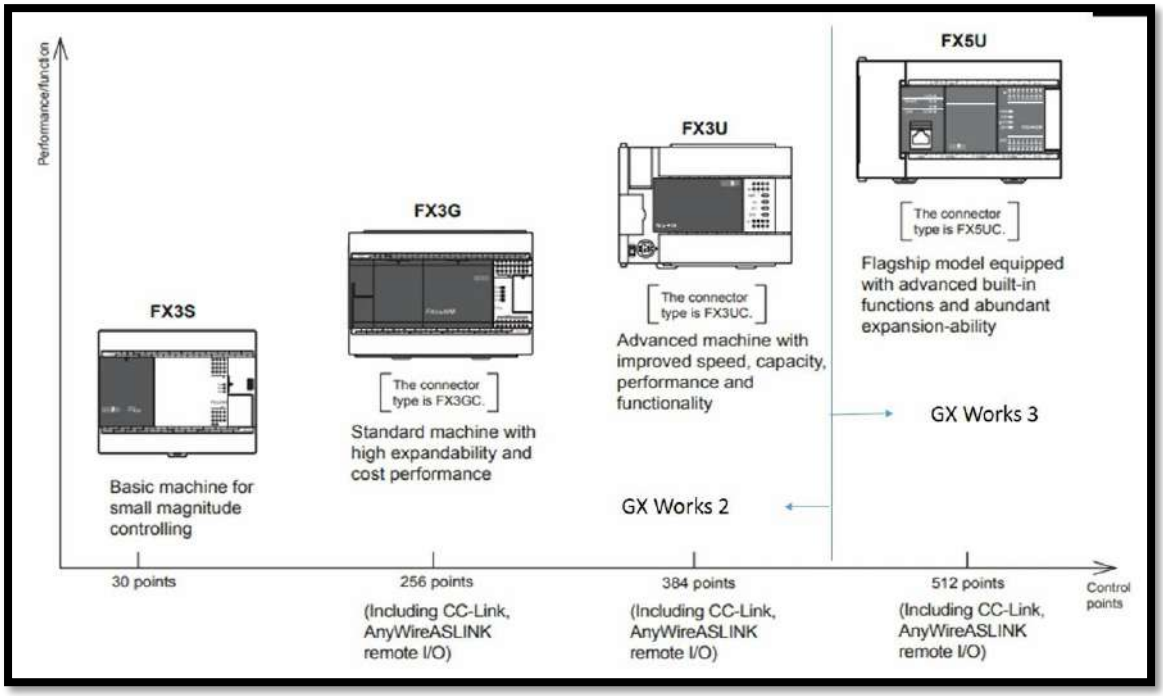
(ข)



(ค)

<u>รูปที่ 1.44 อุปกรณ์ Output Load</u>

ข้อมูลพื้นฐาน PLC FX3



รูปที่ 1.45 รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน PLC FX3 แบบต่าง ๆ

รายละเอียดความสามารถในการทำงานของระบบ PLC FX3

- FX3S = จำนวนในการประมวลผลของ CPU จำนวนรวม Input/Output 30 Point (GX Works 2)
- FX3G = จำนวนในการประมวลผลของ CPU จำนวนรวม Input/Output 256 Point (GX Works 2)
- FX3U = จำนวนในการประมวลผลของ CPU จำนวนรวม Input/Output 384 Point (GX Works 2)
- FX5U = จำนวนในการประมวลผลของ CPU จำนวนรวม Input/Output 512 Point (GX Works 3)

ข้อมูลพื้นฐาน PLC FX Series

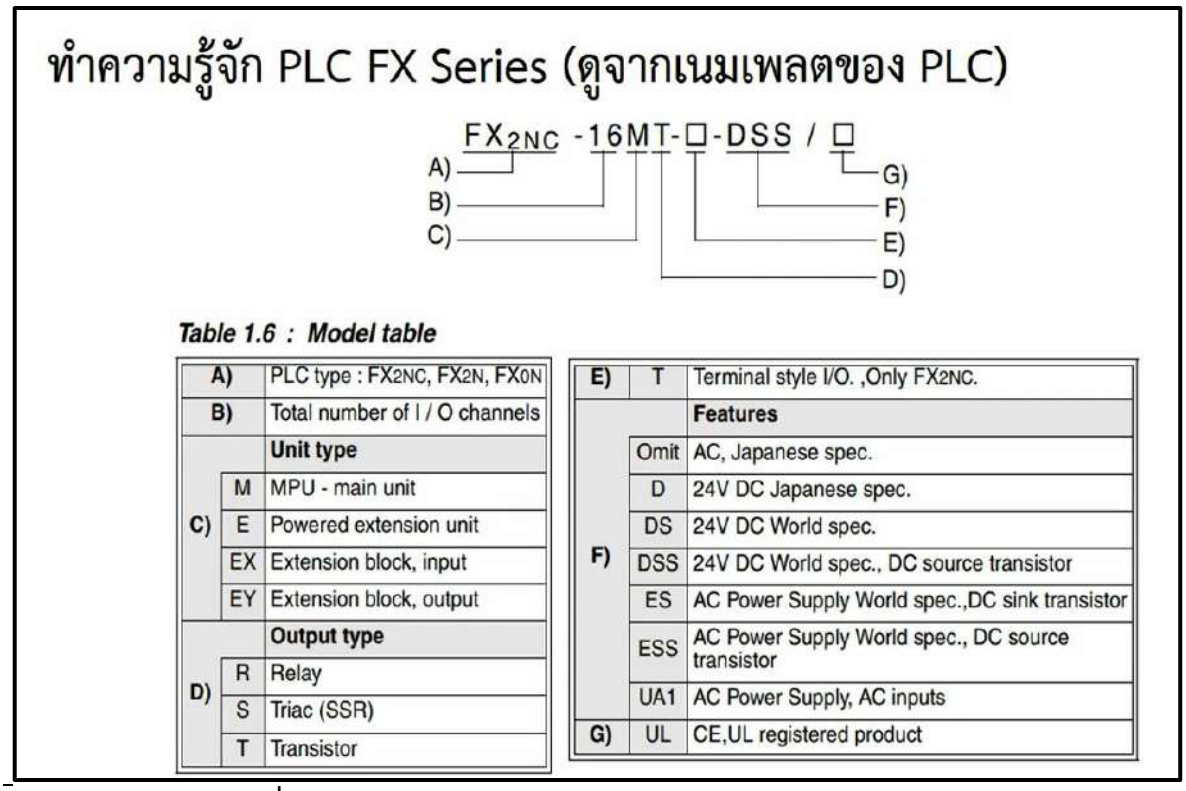


Table 1.6 : Model table

A)		PLC type : FX2NC, FX2N, FX0N
B)		Total number of I / O channels
C)		**Unit type**
	M	MPU - main unit
	E	Powered extension unit
	EX	Extension block, input
	EY	Extension block, output
D)		**Output type**
	R	Relay
	S	Triac (SSR)
	T	Transistor

E)	T	Terminal style I/O. ,Only FX2NC.
F)		**Features**
	Omit	AC, Japanese spec.
	D	24V DC Japanese spec.
	DS	24V DC World spec.
	DSS	24V DC World spec., DC source transistor
	ES	AC Power Supply World spec.,DC sink transistor
	ESS	AC Power Supply World spec., DC source transistor
	UA1	AC Power Supply, AC inputs
G)	UL	CE,UL registered product

รูปที่ 1.46 รายละเอียดข้อมูลของเนมเพลตระบบ PLC FX Series

รายละเอียดข้อมูลการเลือกใช้งาน

- A ตราอักษร
- B จำนวนขั้วต่อสาย Input / Output
- C MPU หลัก/สำรอง (ส่วนต่อขยาย)
- D คุณสมบัติอุปกรณ์การทำงานของ Output
- E คุณสมบัติการต่อสาย Terminal
- F ประเภทการใช้งานในส่วนต่อขยาย
- G ทะเบียนผลิตภัณฑ์

เปรียบเทียบ Special Relay PLC Q, L, iQ-R, iQ-F (FX5) **และ** FX

Q, L, iQ-R	iQ-F (**หรือ** FX5)	FX	**ความหมาย**
SM400	SM400, SM8000	M8000	Always ON
SM401	SM401, SM8001	M8001	Always OFF
SM402	SM402, SM8002	M8002	After RUN, ON for 1 scan only
SM403	SM403, SM8003	M8003	After RUN, OFF for 1 scan only
SM409	SM409, SM8011	M8011	0.01 second clock
SM410	SM410, SM8012	M8012	0.1 second clock
SM411	SM411		0.2 second clock
SM412	SM412, SM8013	M8013	1 second clock
SM413	SM413		2 second clock
	SM8014	M8014	1 minute clock

ตารางที่ 1.8 Special Relay

เป็นรีเลย์พิเศษซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้งานได้เลือกใช้งานในระบบ PLC แสดงตามตัวอย่าง

1) M8000 รีเลย์ซึ่งจะ ON ตลอดเวลา
2) M8001 รีเลย์ซึ่งจะ OFF ตลอดเวลา
3) M8002 รีเลย์ซึ่งหลังจาก ON จะ Scan Time เพื่อครั้งเดียว
4) M8003 รีเลย์ซึ่งหลังจาก OFF จะ Scan Time เพื่อครั้งเดียว
5) M8011 , M8012 , M8013 , M8014 รีเลย์ไฟกระพริบตลอดเวลาตามค่าในตาราง

รีเลย์ดังที่กล่าวมามีใน Data Memory อยู่แล้ว ซึ่งแล้วแต่ผู้ใช้งานจะเลือกใช้

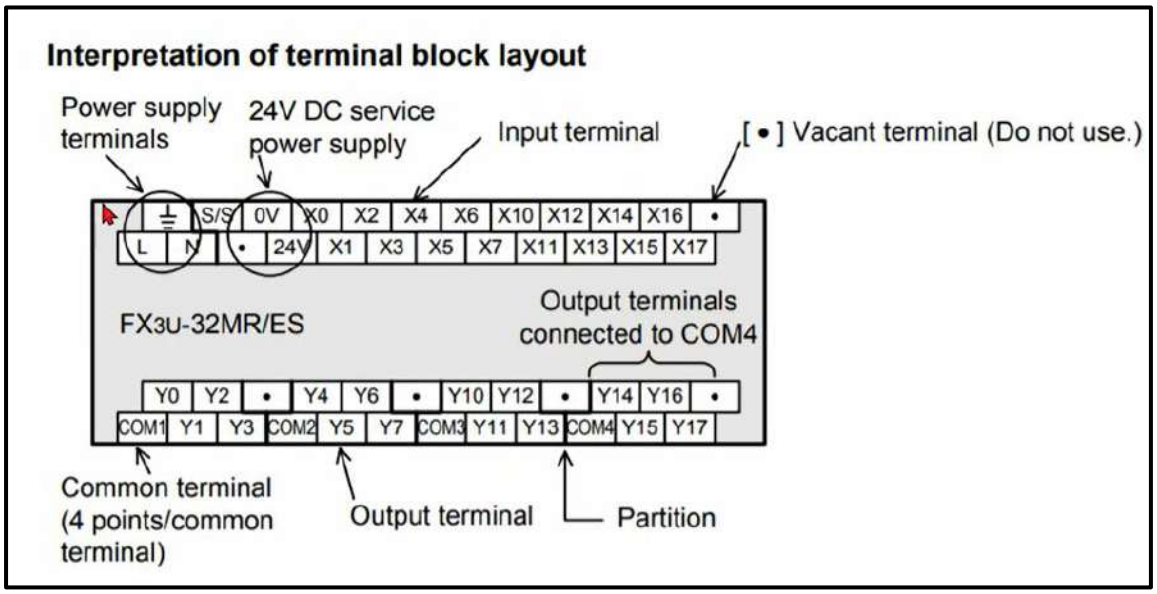
Output Relay เป็นการต่อแบบ Output ออกได้ 4 จุด Y0, Y1, Y2, Y3 แต่ใช้เพียง Com เดียว

Com1 ต่อร่วมกับ Y0, Y1, Y2, Y3

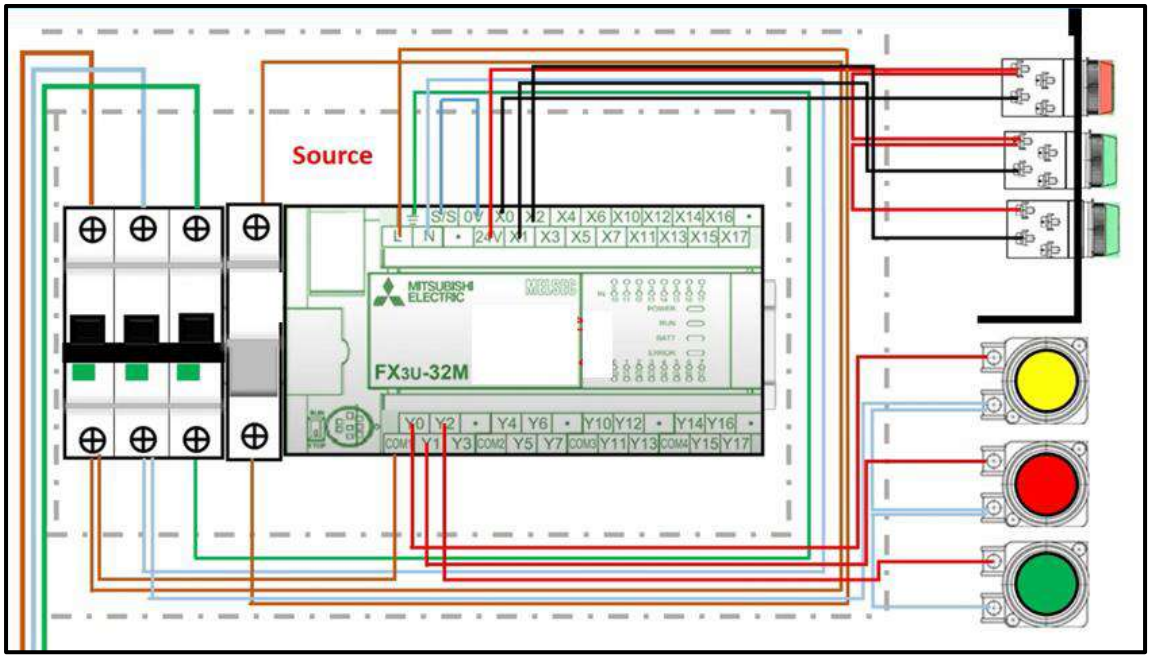
Com2 ต่อร่วมกับ Y4, Y5, Y6, Y7

Com3 ต่อร่วมกับ Y10, Y11, Y12, Y13

Com4 ต่อร่วมกับ Y14, Y15, Y16, Y17



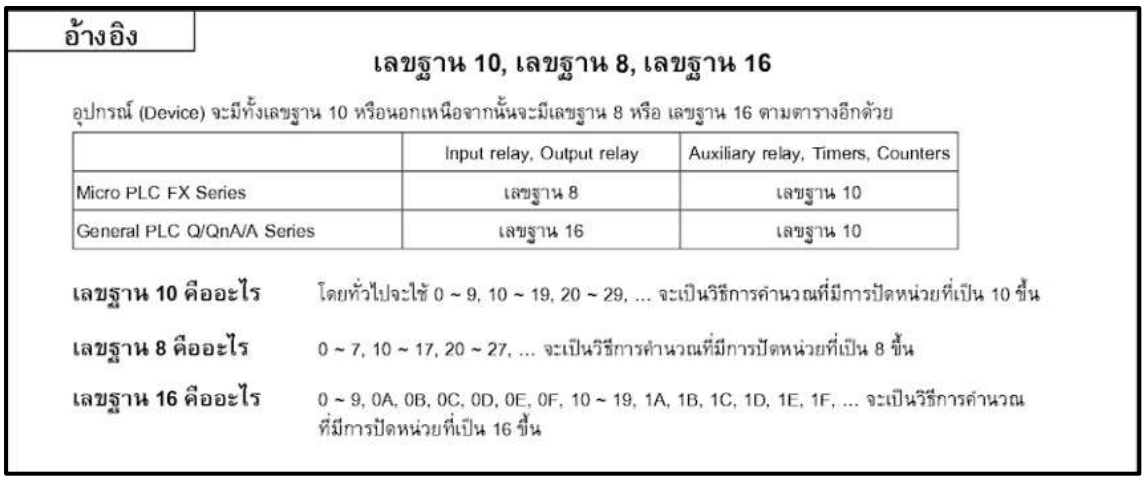
รูปที่ 1.47 แผงผังวงจร



รูปที่ 1.48 แผนผังวงจร

เลขฐาน 10, เลขฐาน 8, เลขฐาน 16

อุปกรณ์ (Device) จะมีทั้งเลขฐาน 10 หรือนอกเหนือจากนั้นจะมีเลขฐาน 8 หรือ เลขฐาน 16 ตามตารางอีกด้วย



อ้างอิง

เลขฐาน 10, เลขฐาน 8, เลขฐาน 16

อุปกรณ์ (Device) จะมีทั้งเลขฐาน 10 หรือนอกเหนือจากนั้นจะมีเลขฐาน 8 หรือ เลขฐาน 16 ตามตารางอีกด้วย

	Input relay, Output relay	Auxiliary relay, Timers, Counters
Micro PLC FX Series	เลขฐาน 8	เลขฐาน 10
General PLC Q/QnA/A Series	เลขฐาน 16	เลขฐาน 10

เลขฐาน 10 คืออะไร โดยทั่วไปจะใช้ 0 ~ 9, 10 ~ 19, 20 ~ 29, ... จะเป็นวิธีการคำนวณที่มีการปัดหน่วยที่เป็น 10 ขึ้น

เลขฐาน 8 คืออะไร 0 ~ 7, 10 ~ 17, 20 ~ 27, ... จะเป็นวิธีการคำนวณที่มีการปัดหน่วยที่เป็น 8 ขึ้น

เลขฐาน 16 คืออะไร 0 ~ 9, 0A, 0B, 0C, 0D, 0E, 0F, 10 ~ 19, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, ... จะเป็นวิธีการคำนวณที่มีการปัดหน่วยที่เป็น 16 ขึ้น

<u>รูปที่ 1.49 เลขฐาน 10, เลขฐาน 8, เลขฐาน 16</u>

Input Relay, Output Relay

เลขฐาน 8 เลขฐาน 16

Auxiliary Relay, Timers, Counters

เลขฐาน 10 คืออะไร

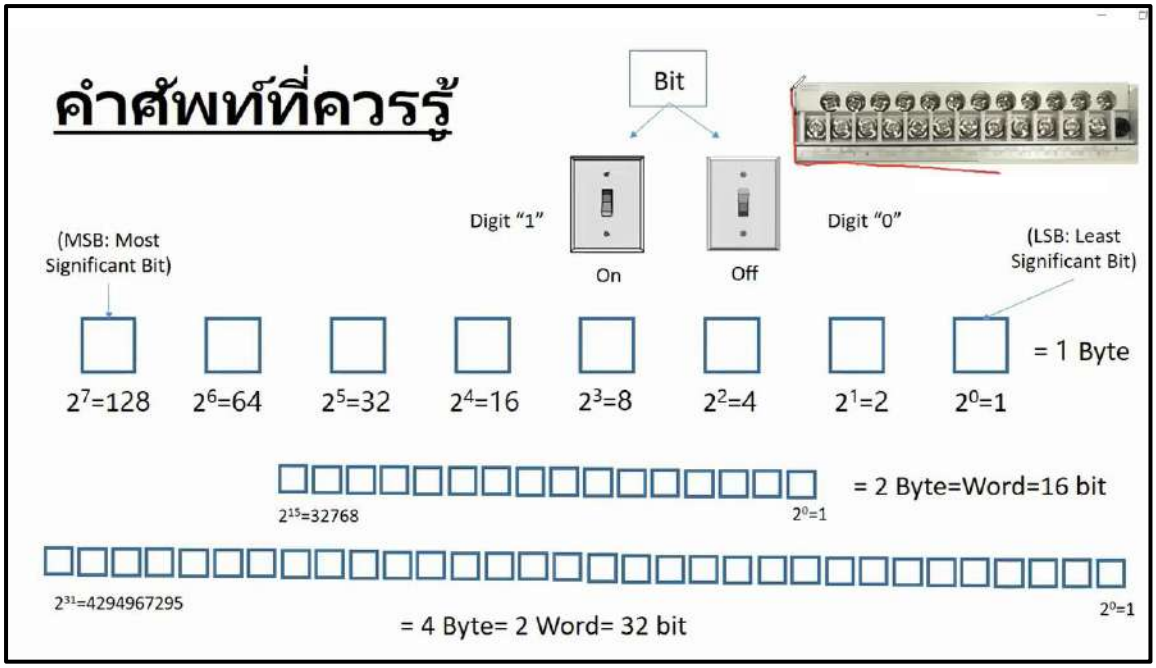
เลขฐาน 8 คืออะไร

เลขฐาน 16 คืออะไร

โดยทั่วไปจะใช้ 0 ~ 9, 10 - 19, 20 - 29, ... จะเป็นวิธีการคำนวณที่มีการปัดหน่วยที่เป็น 10 ขึ้น

0 - 7, 10 - 17, 20 ~ 27, ... จะเป็นวิธีการคำนวณที่มีการปัดหน่วยที่เป็น 8 ขึ้น

0 ~ 9, 0A, 0B, 0C, 0D, 0E, 0F, 10 ~ 19, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, ... จะเป็นวิธีการคำนวณ ที่มีการปัดหน่วยที่เป็น 16 ขึ้น



รูปที่ 1.50 คำศัพท์ที่ควรรู้

ความหมายของ Bit คือ จุดต่อสายสัญญาณเข้า เช่น X1 หรือ X2 ความหมายคือ 1 Bit ซึ่งจะให้สัญญาณ Digit "0" หรือ "1" เท่านั้น

1. 8 Bit เท่ากับ 1 Byte (มีค่าสูงสุดเท่ากับ 128)
2. 1 Byte เท่ากับ 1 Word (มีค่าสูงสุดเท่ากับ 32,768)
3. 2 Word เท่ากับ 32 Bit (มีค่าสูงสุดเท่ากับ 429,4967,295)

เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้การประมวลผลในการแปลงเลขฐานของระบบควบคุม PLC ได้ และนำมาประกอบในการเลือกใช้ PLC งานที่ถูกต้อง ด้วยการประมวลผลของ CPU เช่น สัญญาณ Input, Output ที่ใช้งานเกี่ยวกับค่า Analog -10 to +10 V.DC. เมื่อแปลงค่าออกทาง Digital จะให้ค่า -30,000 to + 30,000 ฉะนั้นผู้ใช้การจึงต้องเลือก PLC ที่มี CPU สามารถประมวลผลได้ แสดงตามตารางที่ 1.9

Setting value	Output Mode	Analog Output Range	Digital Input Range
0	Voltage Output Mode	-10V to +10V	-32000 to +32000
1	Voltage Output Analog Value mV Specification Mode	-10V to +10V	-10000 to +10000
2	Current Output Mode	0mA to 20mA	0 to 32000
3	Current Output Mode	4mA to 20mA	0 to 32000
4	Current Output Analog mV Specification Mode	0mA to 20mA	0 to 20000
F	Channal Not Used		

ตารางที่ 1.9 การประมวลผลของ PLC ที่มี CPU

วิธีการแปลงเลขฐาน 2 เป็น ฐาน 8

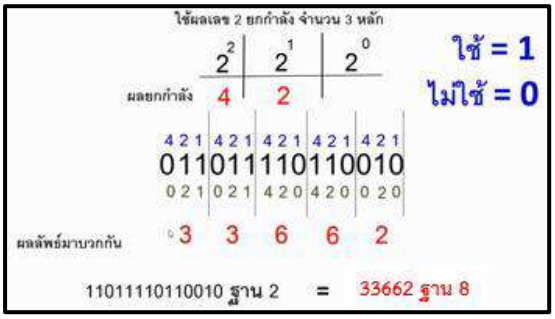
เลขฐาน 2 ใช้เลข 0, 1

เลขฐาน 8 ใช้เลข 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

(ก)

(ข)

(ค)



(ง)

<u>รูปที่ 1.51 การแปลงเลขฐาน 2 เป็น ฐาน 8</u>

1.5 หลักการทำงานของระบบควบคุม PLC

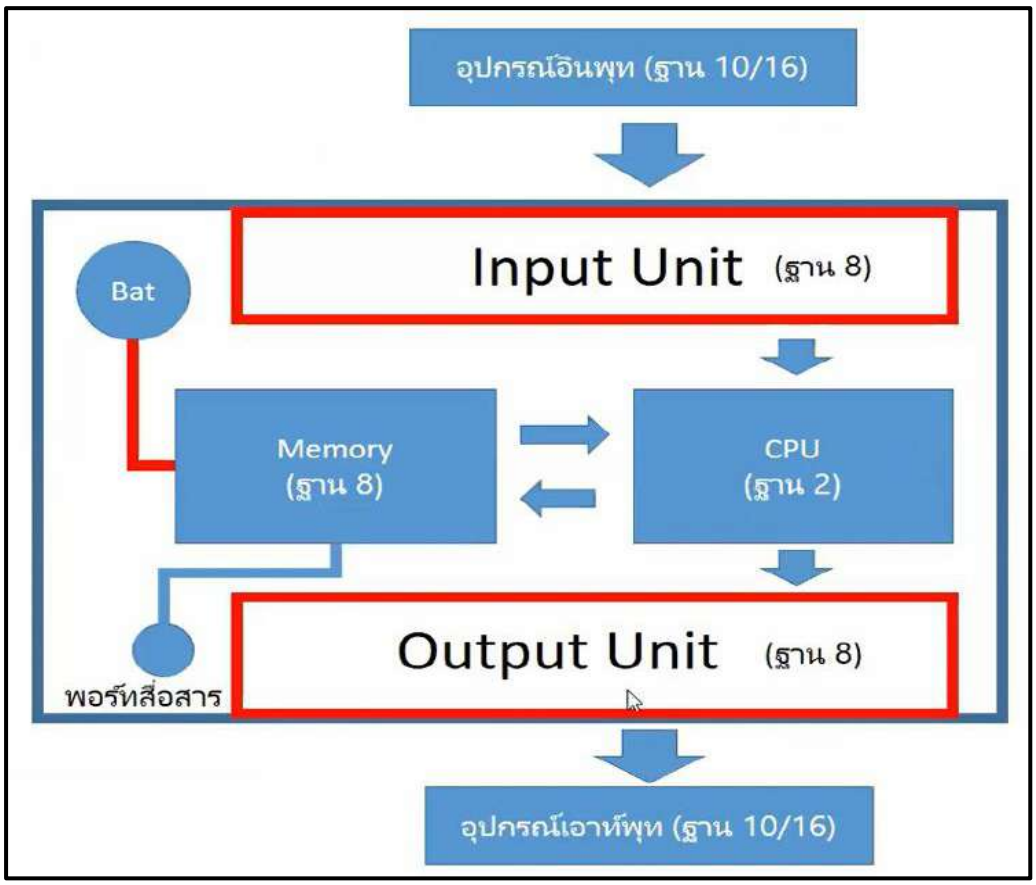
อุปกรณ์ Input

คำสั่ง Power Limit, Switch Relay, Selector Switch, Push Button Switch, Input Interface PLC โดยใช้ ฐาน 10/16 ถูกส่งสัญญาณไปยัง Input Unit Input Unit จะทำหน้าที่แปลงเป็น ฐาน 8 และส่งสัญญาณให้ CPU ประมวลผล CPU จะแปลงเป็นฐาน 2 ส่งสัญญาณสื่อสารไปยัง Memory ฐาน 8 ส่วนของ Memory จะมีอยู่สองส่วนคือ

ก) Program ได้จากการเขียนโปรแกรม GX – Word 2 หรือ GX – Word 3 และดาวน์โหลดเก็บไว้ใน Memory

ข) Data คือค่า Parameter ของโปรแกรมซึ่งถูกเขียนไว้และดาวน์โหลดเก็บไว้ใน Memory คือ X, Y

ค่า X คือค่าภาค Input Unit และ ค่า Y คือค่าภาค Output Unit ตามโปรแกรมที่ถูกเขียนไว้ Memory ใช้ฐาน 8 ให้ทำงานตามการสั่งของ Input Unit ซึ่งรับคำสั่งจาก CPU ด้วย ฐาน 2 แล้วสั่งการออกให้ Output Unit (ฐาน 8) ทำงาน



รูปที่ 1.52 แสดงการสื่อสารด้วยเลขฐานต่างๆ ภายในอุปกรณ์

หลักการทำงานของระบบควบคุม PLC

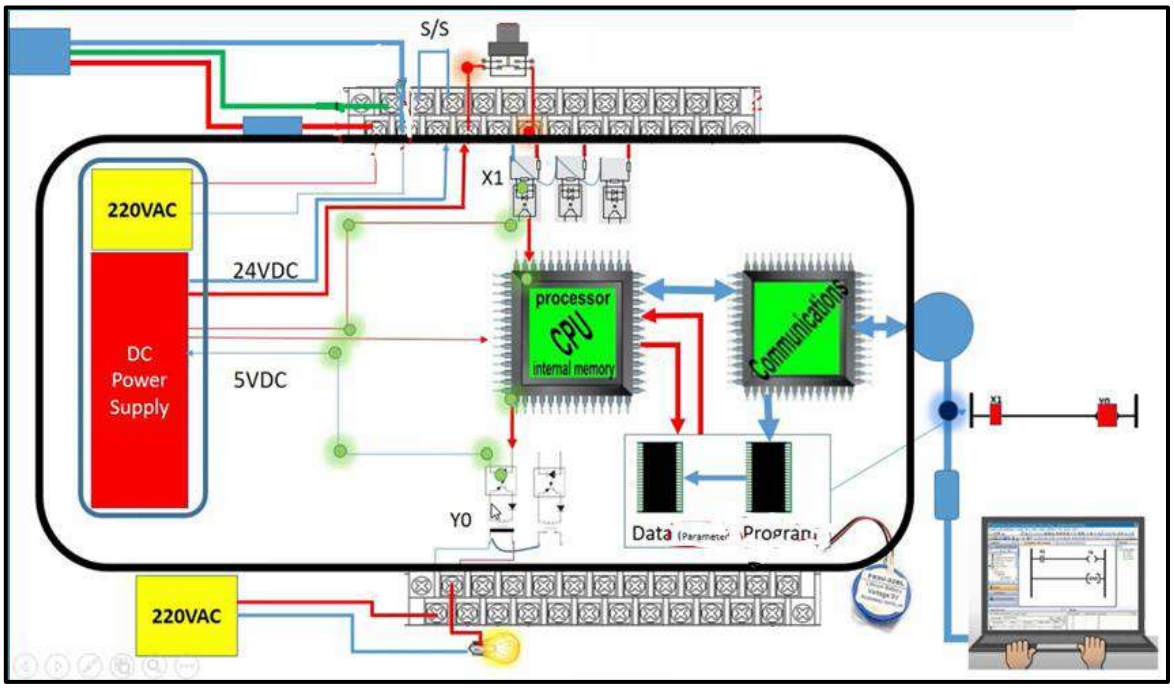
Input เป็นตัวรับสัญญาณเข้า มี 3 แบบ คือ

1. แบบ ON, OFF สวิตช์เปิด - ปิด
2. แบบ Pulse รูปคลื่นไซน์เวฟ, ควบคุมรอบมอเตอร์ Encoder
3. แบบ Analog -10 to 10 V.DC. , 4 – 20 mA ต้องมีอุปกรณ์ตัวแปลงสัญญาณจาก Analog เป็น Digital (AD)

Output เป็นตัวส่งสัญญาณออก มี 3 แบบ คือ

1. แบบ ON, OFF สวิตช์เปิด - ปิด
2. แบบ Pulse รูปคลื่นไซน์เวฟ
3. แบบ Analog -10 to 10 V.DC. , 4 – 20 mA ต้องมีอุปกรณ์ตัวแปลงสัญญาณจาก Digital เป็น Analog (DA)

หลักการทำงานประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟ ต้องจ่ายไฟฟ้าเข้าภายใน PLC และต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ภาค Input Unit และอุปกรณ์ภาค Output Unit CPU ทำหน้าที่ประมวลผล ส่วนของ Memory ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมและ Data (Parameter) ต้องทำการเขียนโปรแกรมเข้าเก็บใน Memory และทำการดาวน์โหลดลงใน Memory เมื่อมีการสั่งงานจาก Input ไฟแสดงสถานะติด CPU จะทำการประมวลผลโดยส่งสัญญาณให้ Memory และ Memory จะทำตามคำสั่งของโปรแกรมส่งผลออกให้อุปกรณ์ภาค Output Unit ทำงาน แสดงตามรูปที่ 1.53

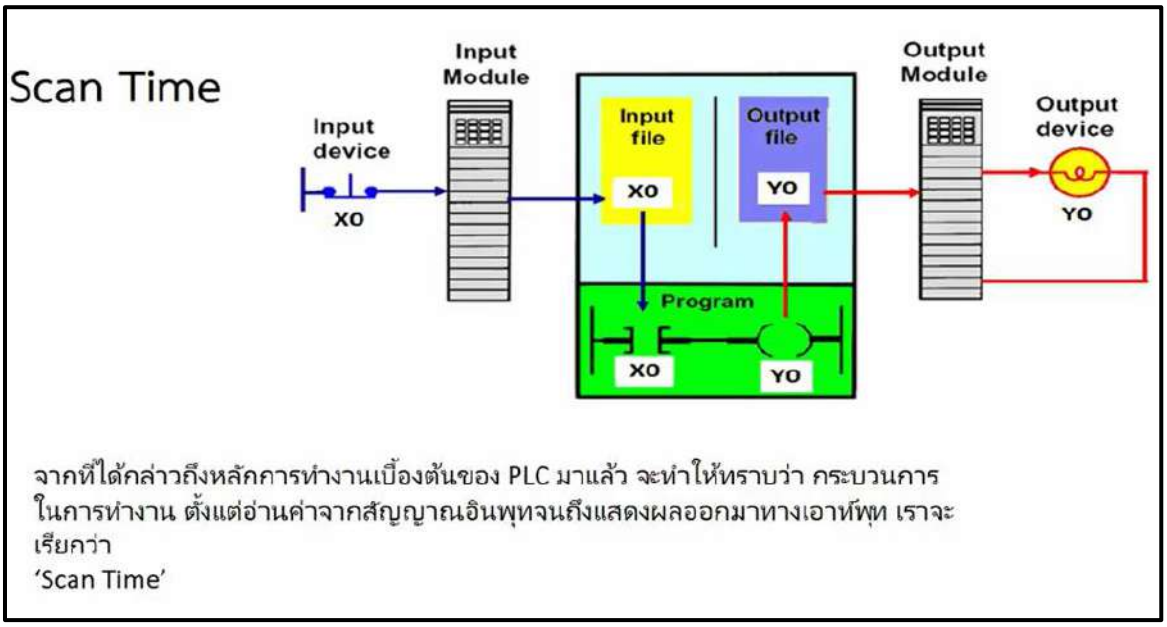


รูปที่ 1.53 วงจรการทำงาน

หลักการประมวลผล

คือ เริ่มตั้งแต่กดปุ่มส่งการทำงาน Input Unit ส่งสัญญาณให้ CPU ประมวลผล ส่งสัญญาณไปยัง Memory Program โครงสร้างของหน่วยความจำสามารถจำลองได้เป็นช่อง ๆ โดยแต่ละช่องเรียกว่า บิต (Bit) สามารถเก็บสภาวะของข้อมูลได้ 2 สภาวะเท่านั้นคือ เป็น "0" หรือ "1" โดยที่ "0" แทนสภาวะ "Off" หรือ "ปิด" และ "1" แทนสภาวะ "On" หรือ "เปิด" โดยข้อมูลขนาด 8 บิต เรียกว่า 1 ไบต์ (Byte) ใช้เก็บตัวเลขหรือรหัสของข้อมูล ที่ให้ค่าการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการ "On" หรือ "Off" ข้อมูลขนาด 16 บิต หรือ 2 ไบต์ เรียกว่า 1 เวิร์ด สามารถใช้เก็บข้อมูลของโปรแกรมจำนวน 1 คำสั่ง สำหรับข้อมูล 1 กิโลไบต์ในทางดิจิตอล มีค่าเท่ากับ 1024 ไบต์

สั่งการทำงานให้ส่งสัญญาณให้ CPU เมื่อ CPU รับสัญญาณกลับจาก Memory และสั่งให้ Output Unit ทำงาน เราเรียกว่า Scan Time แสดงรายละเอียดตามรูปที่ 1.54



รูปที่ 1.54 Scan Time

บทที่ 2

หลักการทำงาน

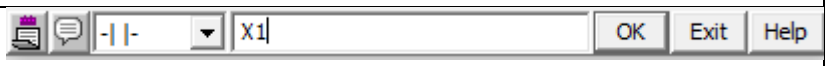
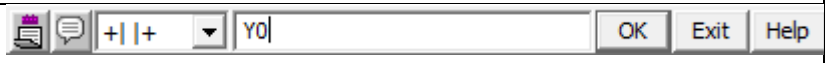
2.1 หลักการใช้งาน คำสั่ง (Instruction)

Commands la Programs อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการ Input ซีเควนซ์โปรแกรม (Programing Devices) มีแบบที่ไว้เขียนวงจรโปรแกรมในหน้าจอคอมพิวเตอร์และแบบ ที่ไว้ Input โปรแกรมด้วยภาษาคำสั่ง (Instruction Words) อุปกรณ์สำหรับทำ List Program เหล่านี้เพียงแค่วิธีการ Input โปรแกรมต่างกันเท่านั้น ส่วนตัวลักษณะโปรแกรมมีความคล้ายคลึงกัน

รูปที่ 2.1 สำหรับ Input ด้วย Ladder Diagrams

รูปที่ 2.1 สำหรับ Input ด้วย Instruction Diagrams

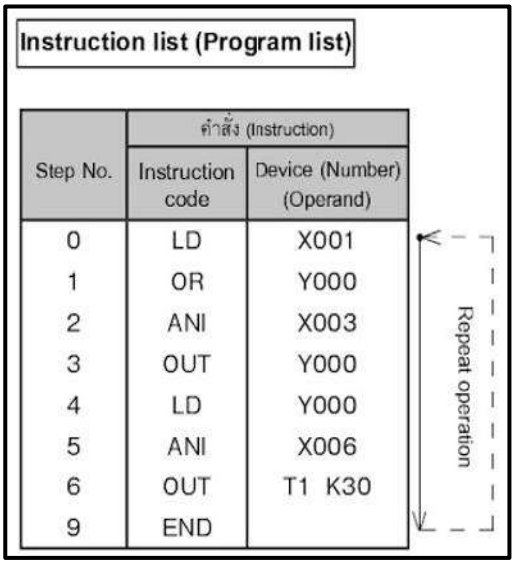
สำหรับ Input ด้วย Ladder Diagrams (Programming Software สำหรับคอมพิวเตอร์) สำหรับ Input ด้วย Instruction Words (เช่น Handy Programming Panel) ตารางที่ 2.1 ด้านล่างแสดง Instruction อำนวยความสะดวกให้ PLC และแสดง Ladder Instruction แต่ละอัน HE, F แสดงจุดหน้าสัมผัส (Contact) ใน Ladder จะเชื่อมต่อกันหรือไม่ขึ้นอยู่กับสถานะการ ON/OFF ของ Input Relay, Output Relay, Auxiliary Relay, Timer , Counter -SET แสดงการทำงานของ Coil

ชื่อเรียก	ความหมาย	Ladder
F5 = LD	N.O. หน้าสัมผัสเปิด	
F6 = LDI	N.C. หน้าสัมผัสปิด	
sF5 = OR	N.O. Contact Parallel Connection	
sF6 = ORI	*N*.C. Contact Parallel Connection	
F7 = OUT	Coil Drive Instruction	
F7 = SET	Coil Drive Instruction (Timer)	
SET YMS	Latch Operation, Coil Instruction	
RST YMSTCD	Cancel Latch Operation	

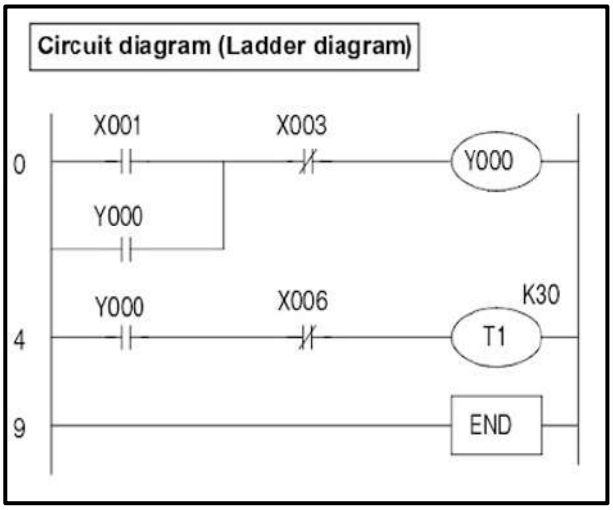
ตารางที่ 2.1 Instruction ให้ PLC

2.1.1 โครงสร้างของโปรแกรม

Internal Sequence Control Circuit Diagram (Ladder List) a Instruction List Sequence Program



รูปที่ 2.3 Instruction คำสั่ง

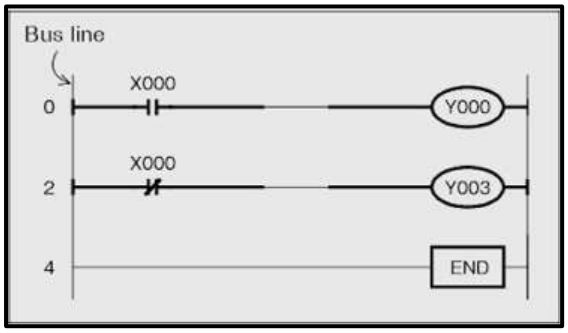


รูปที่ 2.4 แผนผังวงจร Ladder Diagram

- Program จะสร้างจากการประกอบกันของโค้ดคำสั่ง (Instruction Codes) และ Device Number (Operand) จำนวนมาก แต่ละคำสั่ง (Instruction) จะมีการติดหมายเลขตามลำดับ ในที่นี้จะเรียกว่า Step no. (Step no. จะถูกควบคุมโดยอัตโนมัติ)
- Instruction จะเท่ากับ Instruction Code + Device Number แต่อาจมีบาง Instruction ที่มีเฉพาะ Instruction Code ไม่มี Device หรือ นำเฉพาะ Instruction Code มาแสดงเป็น Instruction อย่างง่ายๆ
- Max Step ขีดจำกัดที่สามารถจัดทำ Program ได้จะขึ้นอยู่กับ Program Memory Capacity ของ PLC ที่ใช้อยู่ ในที่นี้จะขอเรียกว่า PLC Program Capacity
- Capacity Program Memory a FX1s PLC Step 2000, FX3G Step 32000, FX3u Step 64000
- PLC Repeatedly จาก Step 0 ถึง End step ในที่นี้จะเรียกว่า Cyclic Operation ส่วนเวลาที่ใช้ในรอบการทำงานจะเรียกว่า Scan Time Scan time นั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเนื้อหา Program หรือ ลำดับการ Cyclic Operation จริง จะแตกต่างกันประมาณ ms – หน่วย 10 ms
- PLC program ที่จัดทำมาจาก Circuit Diagram (Ladder Diagram) จะใช้ความจุจาก Program Memory ใน PLC ในรูปแบบ "Instruction List (Program List)"
- Programming software una ac Convension "Instruction List (Program List)", Circuit Diagram (Ladder Diagram)

2.1.2 หน้าสัมผัสปกติเปิด a (N.O. Contact) หน้าสัมผัสปกติปิด b (N.C. Contact) Out Instruction End Instruction

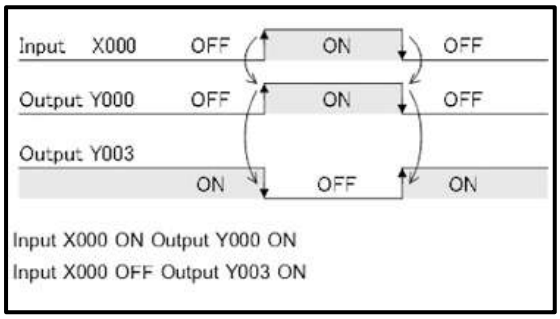
Circuit Program



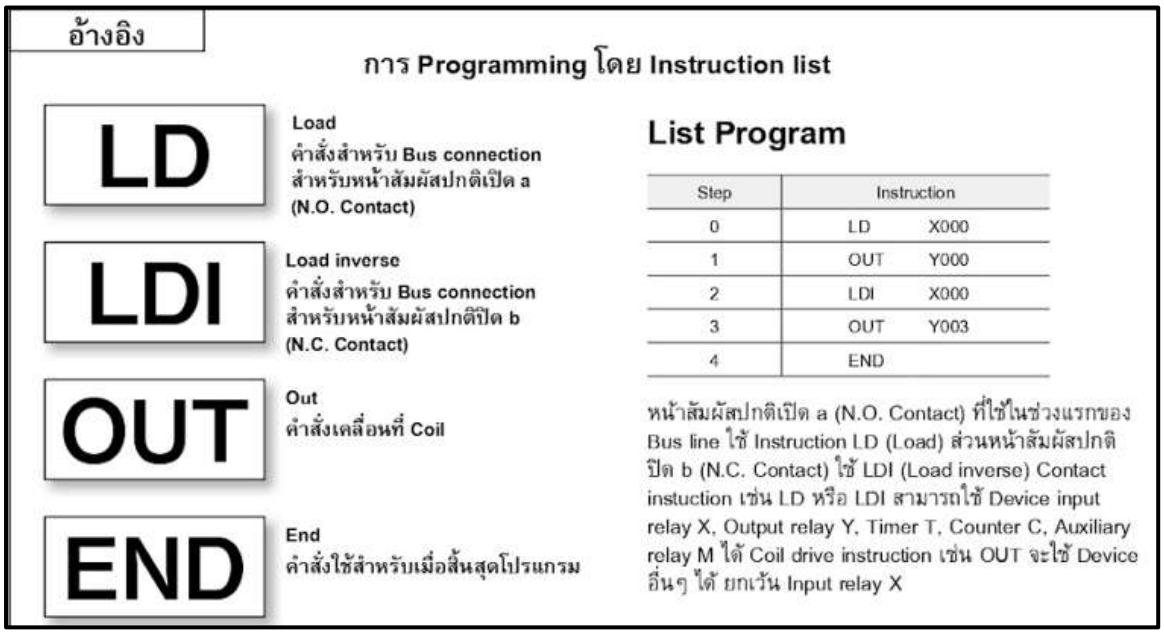
รูปที่ 2.5 Circuit Program

รูปที่ 2.6 Step Number

Circuit Program ด้านบน



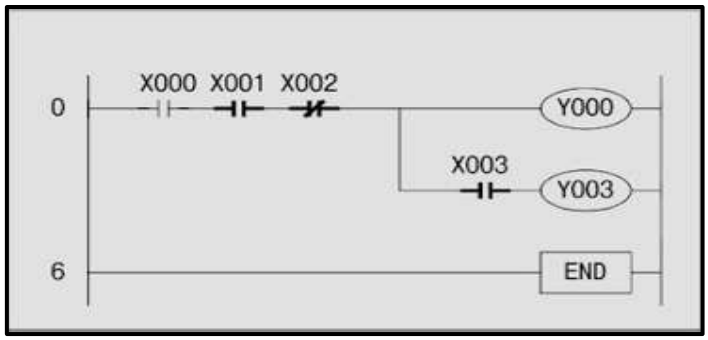
รูปที่ 2.7 Circuit Program



รูปที่ 2.8 Instruction List

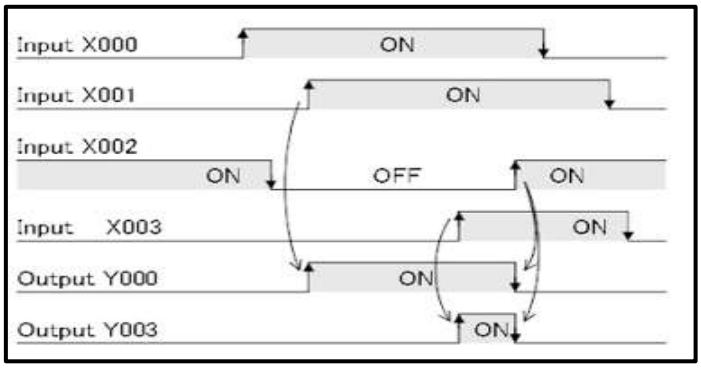
2.1.3 Series Connection

Circuit Program



รูปที่ 2.9 Series Connection

Circuit Program ด้านบน



รูปที่ 2.10 Series Connection

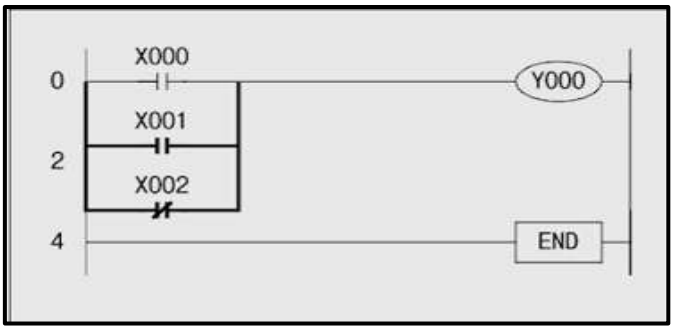
เมื่อ Input X000 ON, X001 ON, X002 OFF จะทำให้ Output Y000 ON

Input X000 ON, X001 ON, X002 OFF, X003 ON Output Y003 ON

รูปที่ 2.11 Instruction List

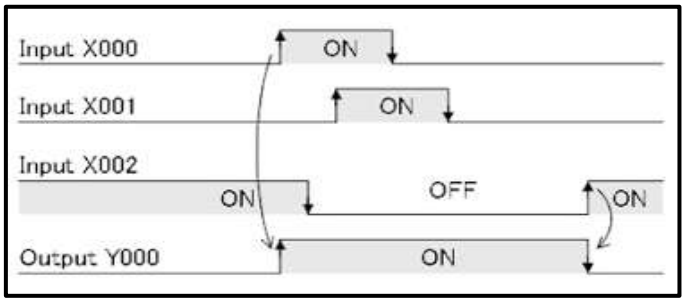
2.1.4 Parallel Connection

Circuit Program



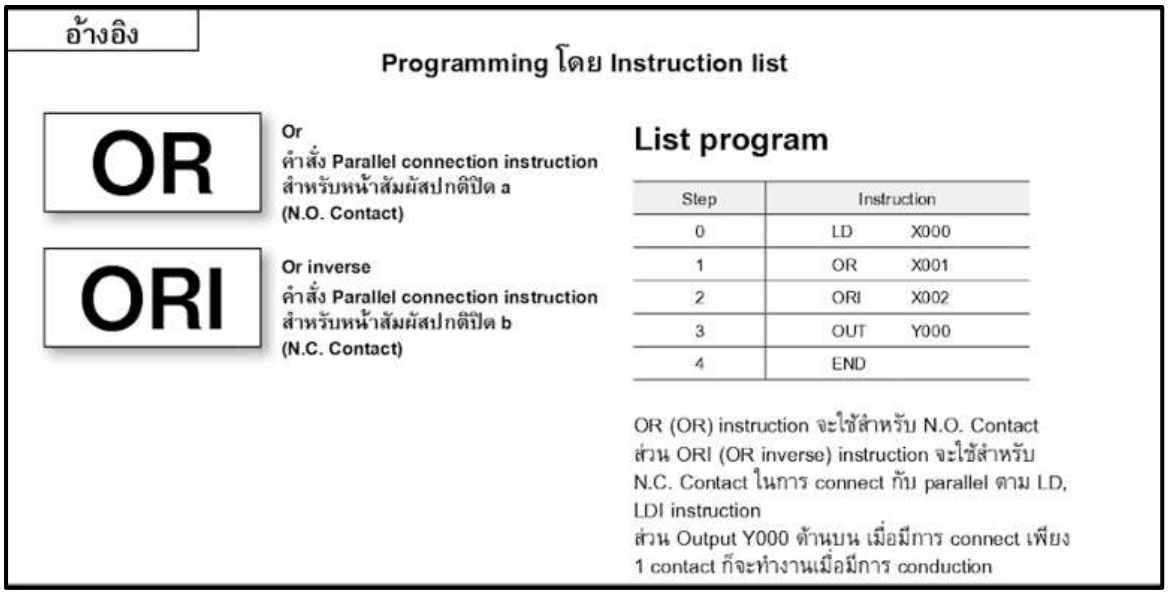
รูปที่ 2.12 Parallel Connection

Circuit Program ด้านบน



รูปที่ 2.13 Parallel Connection

ถ้า Input X000 ON, X001 ON, X002 OFF อย่างใดอย่างหนึ่งเป็น ตามเงื่อนไขที่กล่าวมา จะทำให้ Output Y000 ON

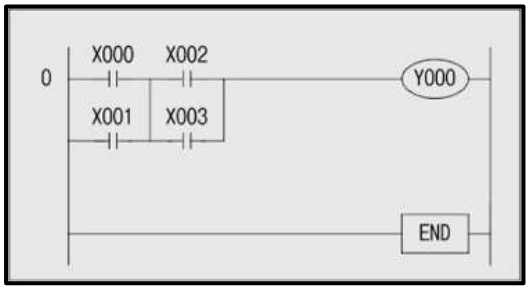


รูปที่ 2.14 Instruction List

2.1.5 Series a Parallel Connection

Circuit Program

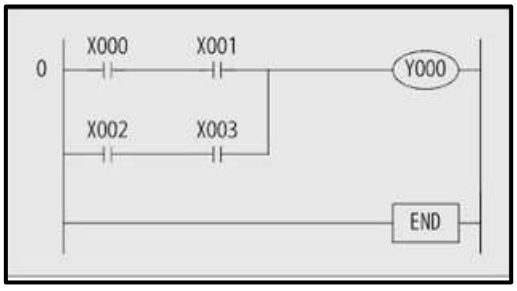
ตัวอย่าง Program (1)



รูปที่ 2.15 Series a Parallel Connection

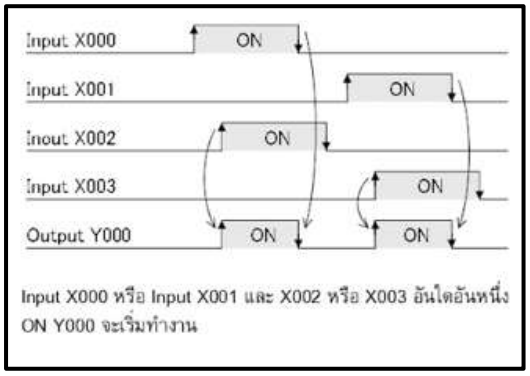
จาก Program ด้านบน

ตัวอย่าง Program (2)

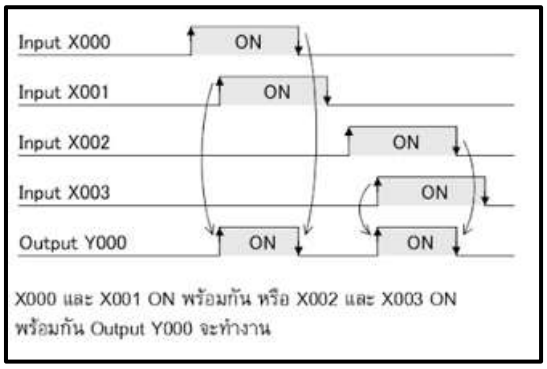


รูปที่ 2.16 Series a Parallel Connection

จาก Program ด้านบน



รูปที่ 2.17 Series a Parallel Connection



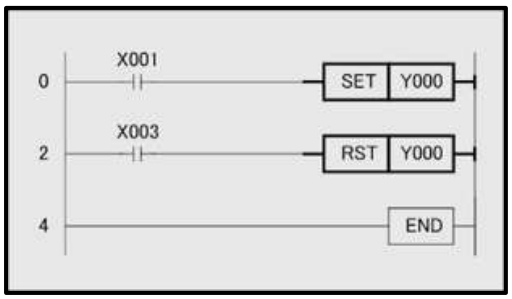
รูปที่ 2.18 Series a Parallel Connection

รูปที่ 2.19 Instruction List

2.1.6 SET Instruction , RST Instruction

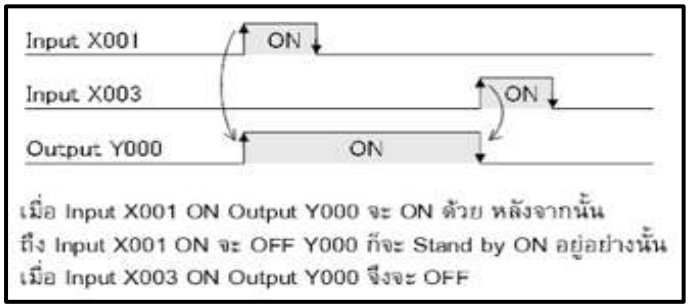
SET/RST Instructional Output Relay Y, Auxiliary Relay M ในส่วนอื่นๆ เช่น Counter หรือ Timer ก็ใช้ RST Instruction

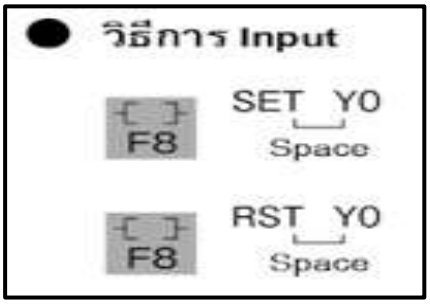
Circuit Program



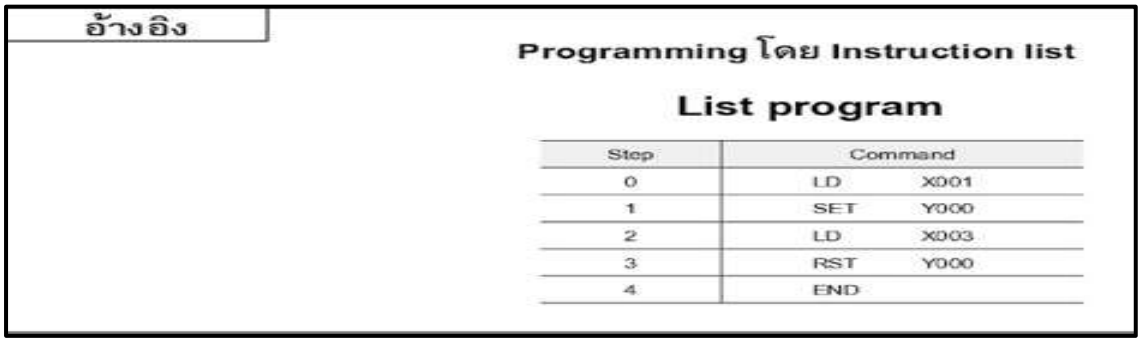
เป็นคำสั่งเพื่อขับเคลื่อน Coil เหมือนกับ OUT Instruction สำหรับ OUT Instruction เมื่อ Contact Drive Coil เปลี่ยนจาก ON เป็น OFF, OUT Instruction ที่สั่ง Coil ก็จะเปลี่ยนเป็น OFF ด้วย เมื่อใช้ Instruction SET ถึง Contact จะเปลี่ยนจาก ON เป็น OFF coil ก็ยังจะ Stand By ON อยู่อย่างนั้นใช้คำสั่ง RST (Reset) เพื่อทำการเปลี่ยนการทำงานของ Coil ที่สั่งด้วย SET Instruction จาก ON เป็น OFF

จาก Program ด้านบน





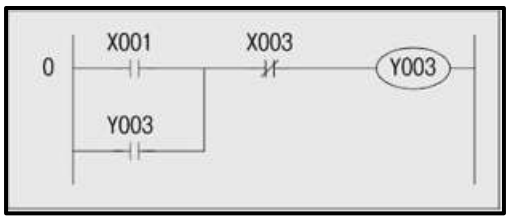
รูป 2.20 SET/RST Instructional Output Relay



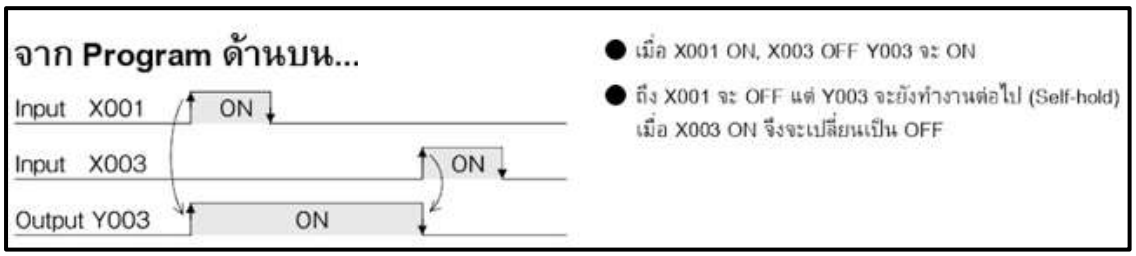
รูปที่ 2.21 Instruction List

2.1.7 Latch Circuit (วงจรคงสภาพตัวเอง)

สามารถทำการ Hold หรือ Release Output ได้โดย การ Programming Self-hold Sequencer Circuit Program

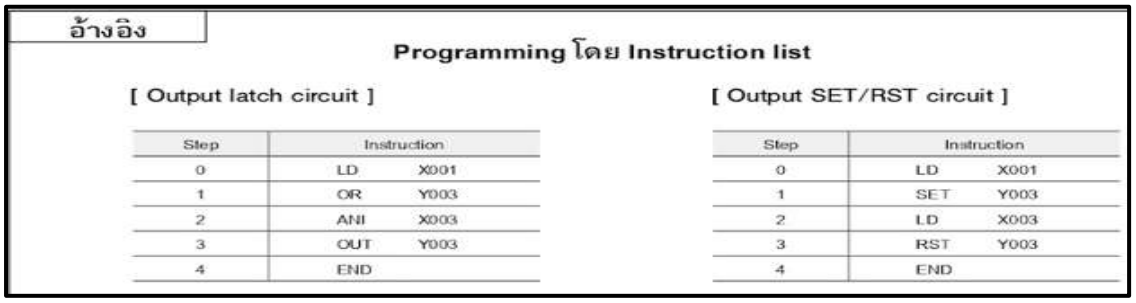


รูปที่ 2.22 Latch Circuit



รูปที่ 2.23 Latch Circuit

รูปที่ 2.24 Latch Circuit



Step	Instruction	
0	LD	X001
1	OR	Y003
2	ANI	X003
3	OUT	Y003
4	END	

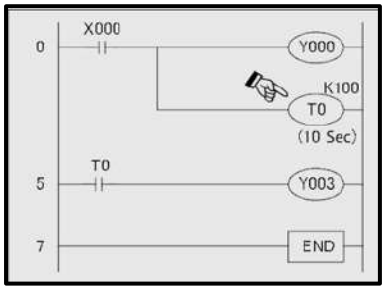
Step	Instruction	
0	LD	X001
1	SET	Y003
2	LD	X003
3	RST	Y003
4	END	

รูปที่ 2.25 Instruction List

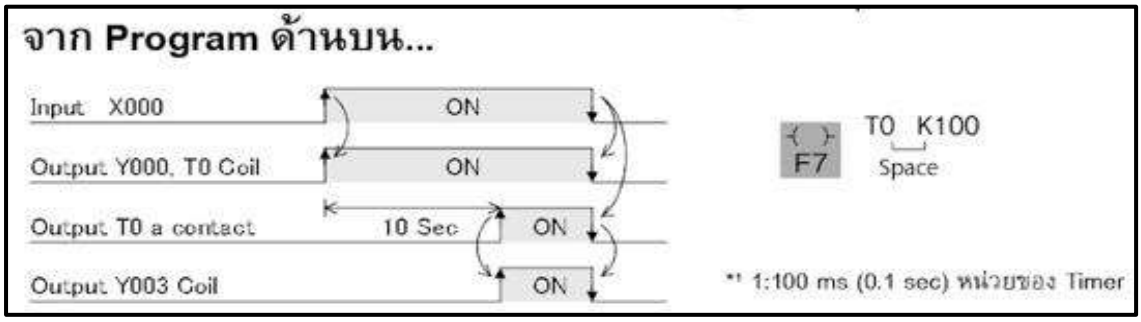
2.2 Timer

Timers นั้นมีหลากหลายประเภท ในที่นี้จะขออธิบายถึงวิธีการ ใช้งานของ Digital Timer ของ Micro PLC

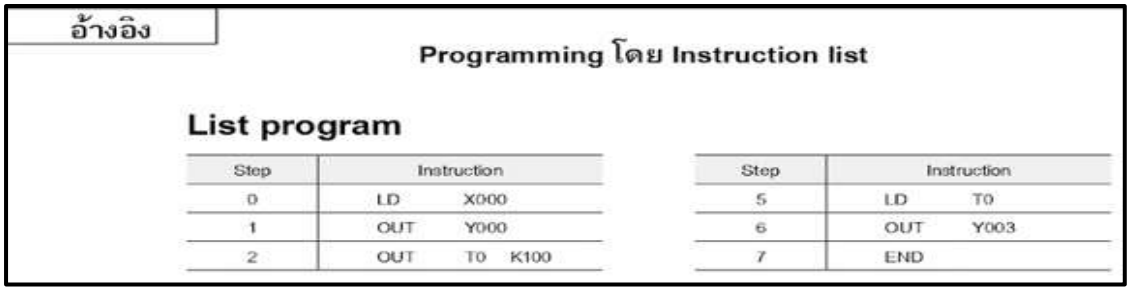
Circuit Program



- Timer Contact หลังจาก Coil ทำงาน จะเริ่มทำงานหลังจาก Delay Timer (On Delay Timer) เราจะเรียกเวลาที่กำหนดไว้ว่า Set Value จะแสดงสัญลักษณ์ เป็น K ค่า K ที่จะ Set นั้น สามารถ Set ได้ตั้งแต่ 1 - 32,767 ยกตัวอย่าง K100 Timer จะเท่ากับ 10 sec *1
- เมื่อ X000 OFF ในขณะที่ Timer ทำงาน ค่าปัจจุบันของ Timer จะ กลับไปที่ 0 Timer Contact ก็จะ OFF
- วิธีการ Input



รูปที่ 2.26 Timer Contact



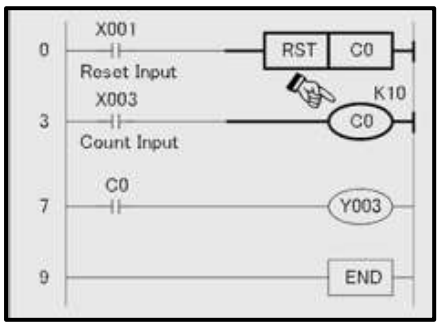
รูปที่ 2.27 Instruction List

2.3 Counter

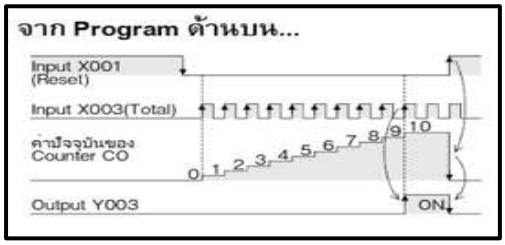
Counters

Counter นั้นมีหลากหลายประเภท ในที่นี้จะขออธิบายถึงวิธีการ ใช้งาน Program ของ Counters ทั่วไปของ Micro PLC

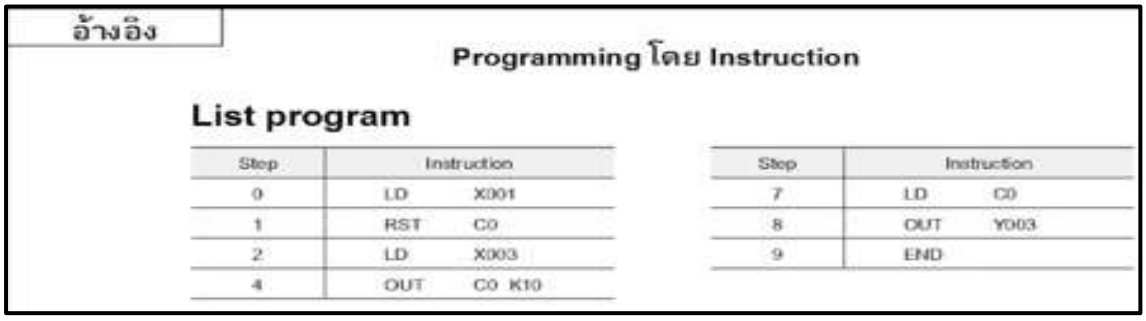
Circuit Program



- สำหรับ Counters เมื่อ Contact (X003) เปลี่ยนจาก OFF ⟶ ON จำนวนจะถูกนับ Contact (X003) เราจะเรียกว่า Count Input ส่วนตัวเลขที่ถูกนับ โดย Counters เราจะเรียกว่า “Present Value ส่วน Counter Contact เมื่อค่าปัจจุบันวิ่งไปถึงค่าที่กำหนดไว้ ก็จะเริ่มทำงาน ค่าที่กำหนดนั้น สามารถกำหนดได้ตั้งแต่ 1 - 32,767
- หลังจาก Count Up แล้ว ค่าปัจจุบันของ Counter จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง Output Contact ก็จะทำงานเหมือนเดิม
- เมื่อ Reset Input X001 ON แล้ว ค่าปัจจุบัน ของ Counter จะเป็น 0 Counter Contact ก็จะ OFF
- วิธีการ Input



รูปที่ 2.28 Counters Contact



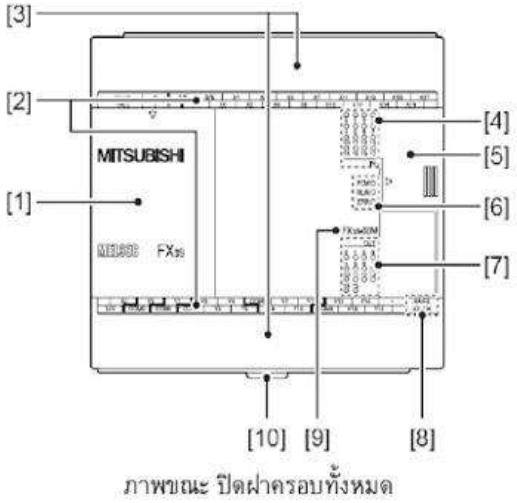
รูปที่ 2.29 Instruction List

บทที่ 3

ส่วนประกอบของ PLC FX3

3.1 การติดตั้งและการเดินสายไฟ

3.1.1 ส่วนประกอบของ PLC FX3S



[1] ฝาครอบด้านหน้า
[2] ชื่อสัญญาณแต่ละจุด
[3] ฝาครอบขั้วต่อสาย
[4] LED แสดงสถานะของ Input
[5] ฝาครอบขั้วต่ออุปกรณ์สำหรับการโปรแกรม
[6] LED แสดงสถานะการทำงาน
[7] LED แสดงสถานะของ Output
[8] ปีเดือนที่ผลิต เช่น LOT 14X คือปี 2014 เดือน 10 (เดือน 1 – 9 ใช้เลข 1 – 9 เดือน 10, 11, 12 ใช้ X, Y, Z)
[9] ชื่อรุ่นแบบย่อ
[10] ขอเกี่ยวราง DIN

รูปที่ 3.1 ภาพปิดฝาครอบทั้งหมด

ชื่อส่วนประกอบต่าง ๆ ของ PLC FX3S

(1) ฝาครอบด้านหน้า

(2) ชื่อสัญญาณแต่ละจุด

(3) ฝาครอบขั้วต่อสาย

(4) LED แสดงสถานะของ Input

(5) ฝาครอบขั้วต่ออุปกรณ์สำหรับการโปรแกรม

(6) LED แสดงสถานะการทำงาน

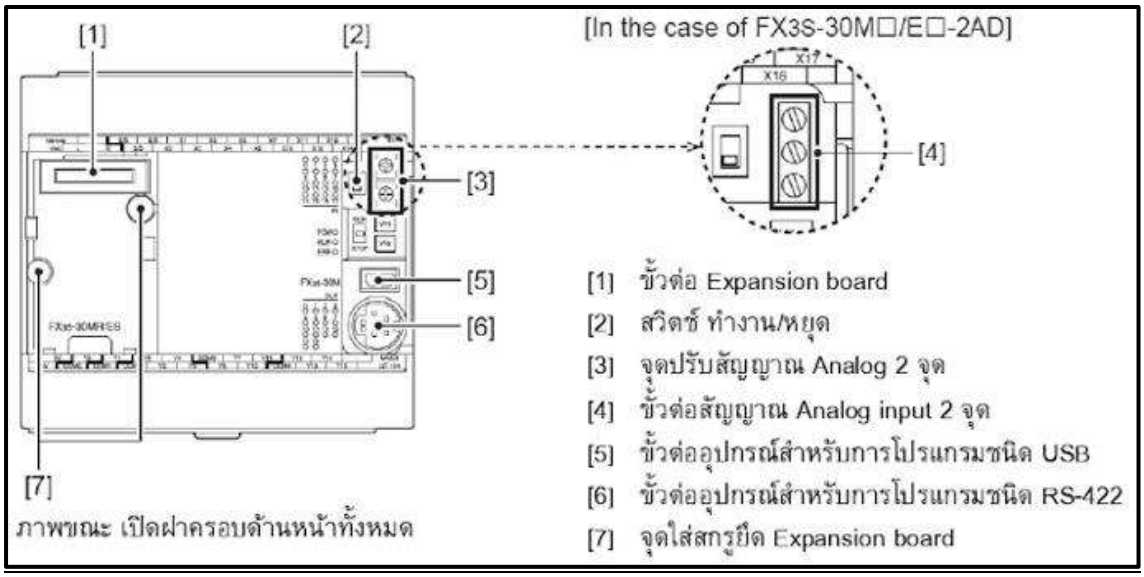
(7) LED แสดงสถานะของ Output

(8) ปีเดือนที่ผลิต เช่น LOT 14X คือปี 2014 เดือน 10 (เดือน 1 – 9 ใช้เลข 1 – 9 เดือน 10, 11, 12 ใช้ X, Y, Z)

(9) ชื่อรุ่นแบบย่อ

(10) ขอเกี่ยวราง DIN

FX35-30MR/ES



รูปที่ 3.2 ภาพเปิดฝาครอบด้านหน้าทั้งหมด

(1) ขั้วต่อ Expansion Board

(2) สวิตช์ ทำงาน/หยุด

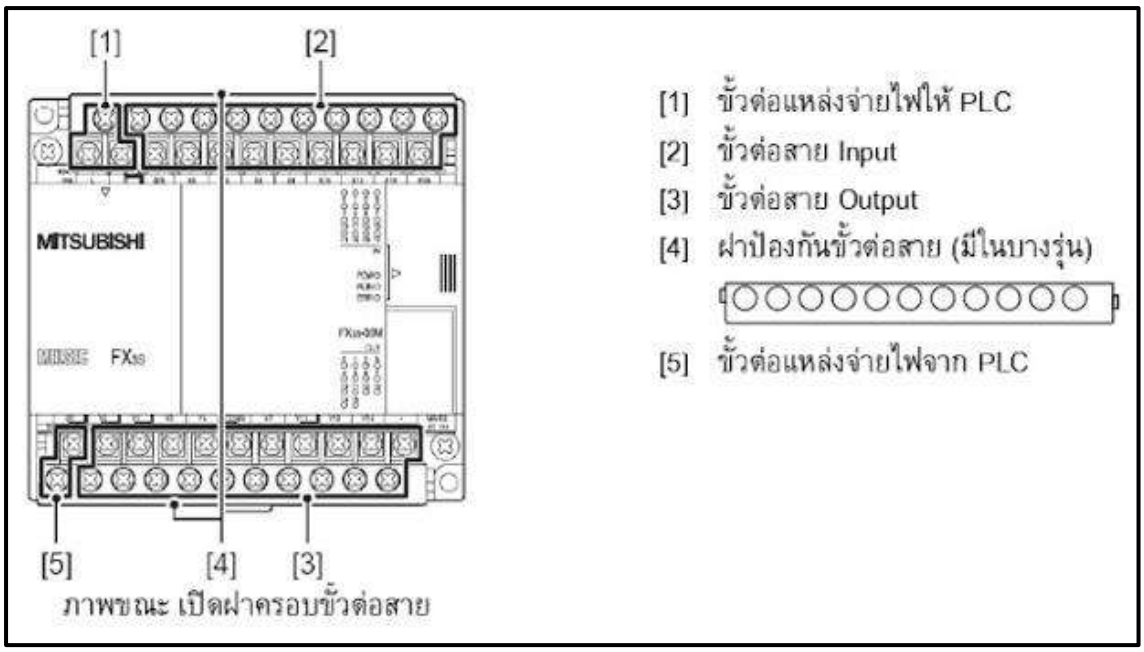
(3) จุดปรับสัญญาณ Analog 2 จุด

(4) ขั้วต่อสัญญาณ Analog input 2 จุด

(5) ขั้วต่ออุปกรณ์สำหรับการโปรแกรมชนิด USB

(6) ขั้วต่ออุปกรณ์สำหรับการโปรแกรมชนิด RS-422

(7) จุดใส่สกรูยึด Expansion Board



รูปที่ 3.3 ภาพเปิดฝาครอบขั้วต่อสาย

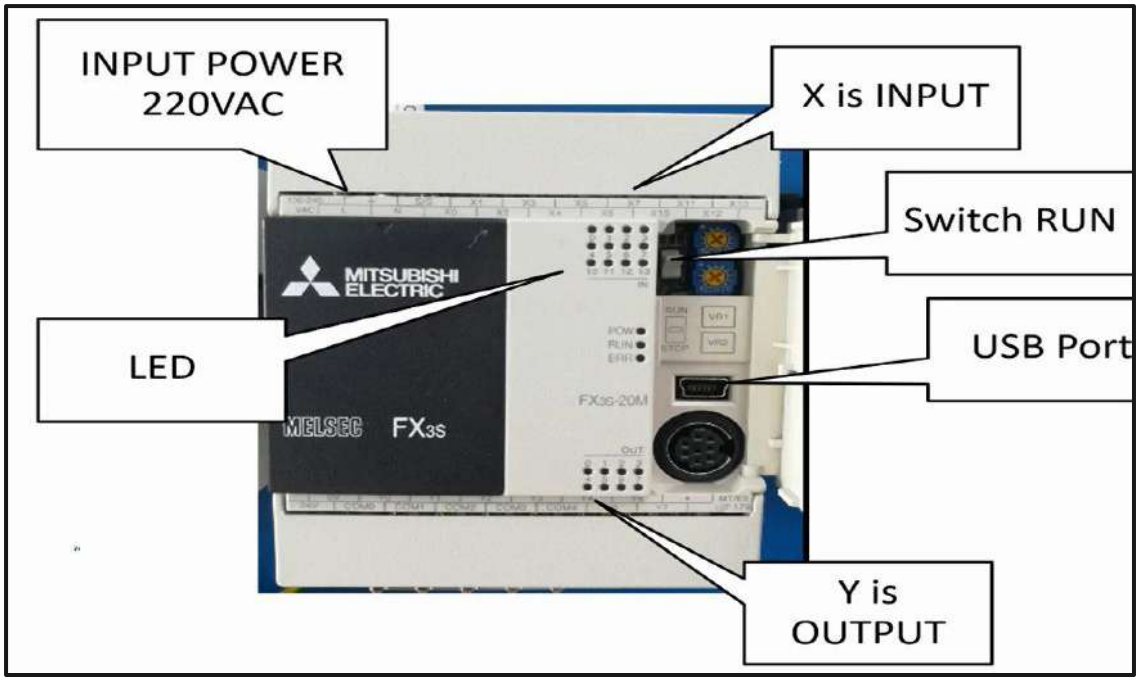
(1) ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟให้ PLC

(2) ขั้วต่อสาย Input

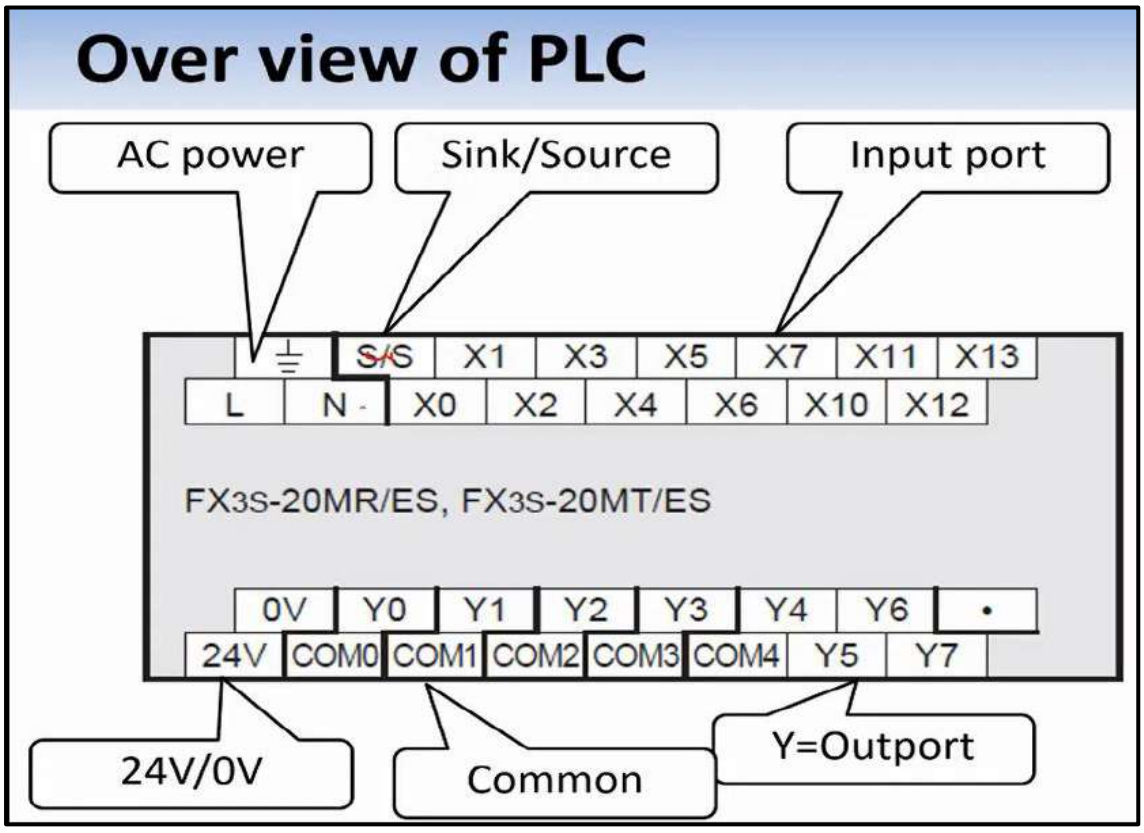
(3) ขั้วต่อสาย Output

(4) ฝาป้องกันขั้วต่อสาย (มีในบางรุ่น) FX35-30M

(5) ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟจาก PLC

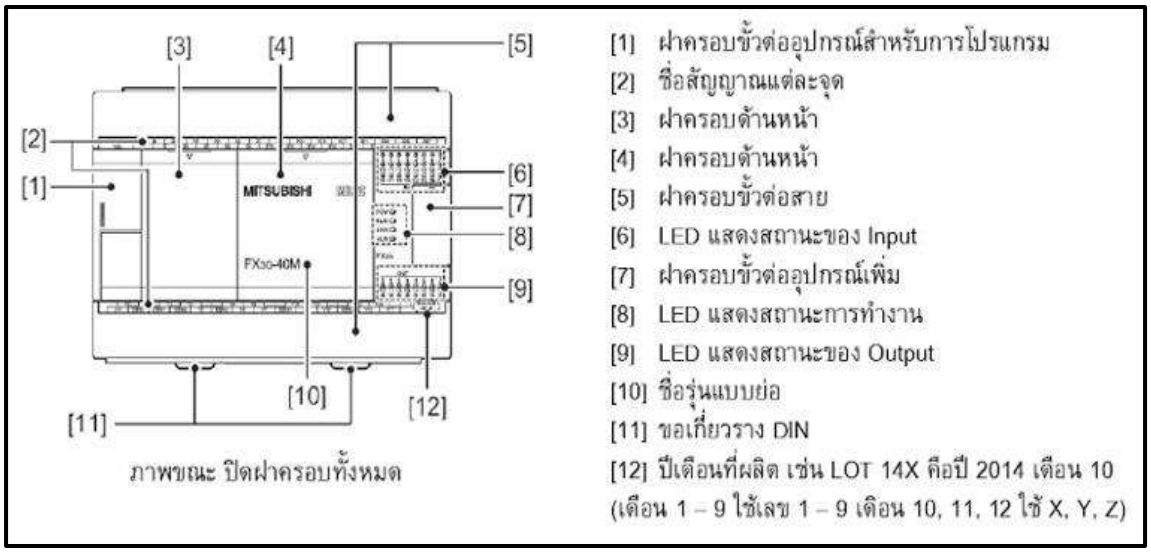


รูปที่ 3.4 FX3S แสดงตำแหน่งอุปกรณ์



รูปที่ 3.5 FX3S – 20MR/ES แสดงการต่อสายวงจร

3.1.2 ชื่อส่วนประกอบต่าง ๆ ของ PLC FX3G



รูปที่ 3.6 ภาพปิดฝาครอบทั้งหมด

(1) ฝาครอบขั้วต่ออุปกรณ์สำหรับการโปรแกรม

(2) ชื่อสัญญาณแต่ละจุด

(3) ฝาครอบด้านหน้า

(4) ฝาครอบด้านหน้า

(5) ฝาครอบขั้วต่อสาย

(6) LED แสดงสถานะของ Input

(7) ฝาครอบขั้วต่ออุปกรณ์เพิ่ม

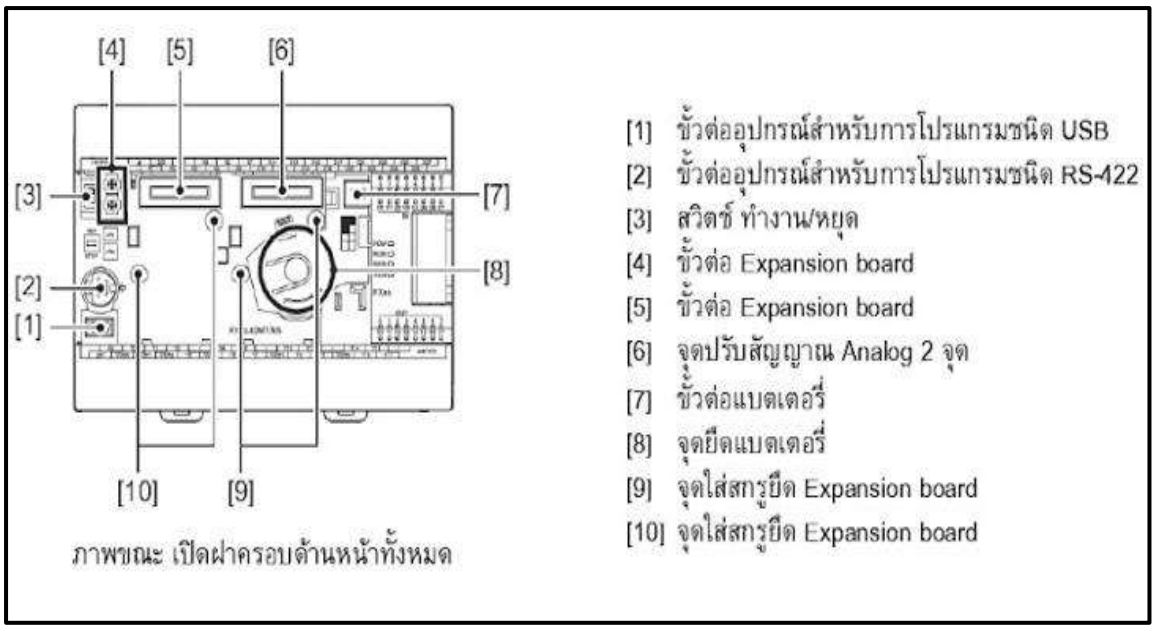
(8) LED แสดงสถานะการทำงาน

(9) LED แสดงสถานะของ Output

(10) ชื่อรุ่นแบบย่อ

(11) ขอเกี่ยวราง DIN

(12) ปีเดือนที่ผลิต เช่น LOT 14X คือปี 2014 เดือน 10 (เดือน 1–9 ใช้เลข 1–9 เดือน 10,11,12 ใช้ X, Y, Z)



รูปที่ 3.7 ภาพเปิดฝาครอบด้านหน้าทั้งหมด

(1) ขั้วต่ออุปกรณ์สำหรับการโปรแกรมชนิด USB

(2) ขั้วต่ออุปกรณ์สำหรับการโปรแกรมชนิด RS-422

(3) สวิตช์ ทำงาน/หยุด

(4) ขั้วต่อ Expansion Board

(5) ขั้วต่อ Expansion Board

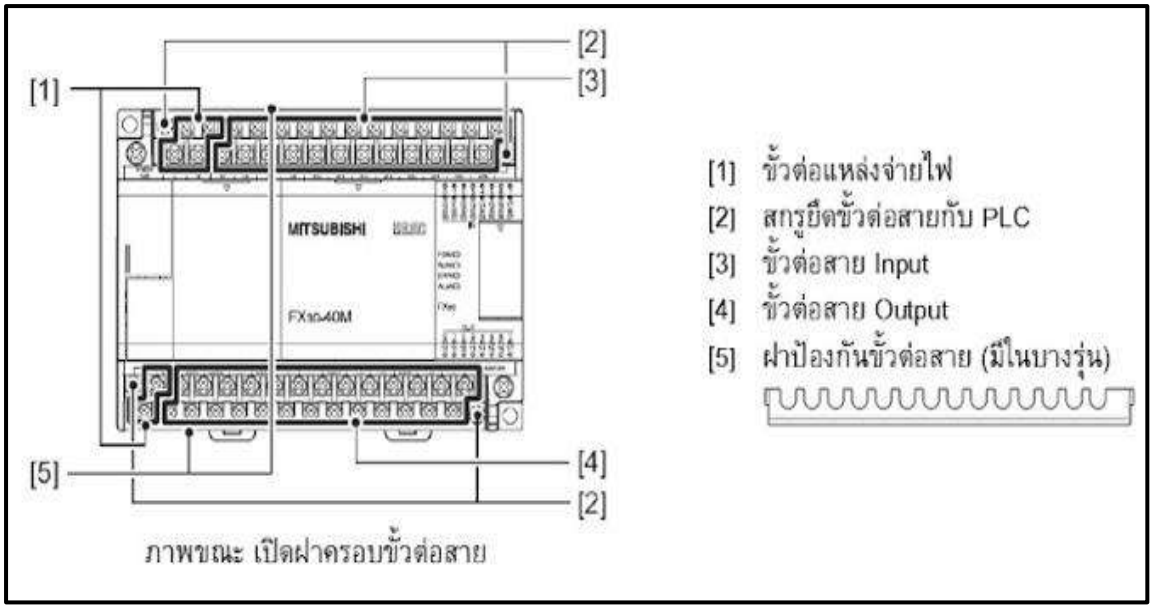
(6) จุดปรับสัญญาณ Analog 2 จุด

(7) ขั้วต่อแบตเตอรี่

(8) จุดยึดแบตเตอรี่

(9) จุดใส่สกรูยึด Expansion Board

(10) จุดใส่สกรูยึด Expansion Board



รูปที่ 3.8 ภาพเปิดฝาครอบขั้วต่อสาย

(1) ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟ

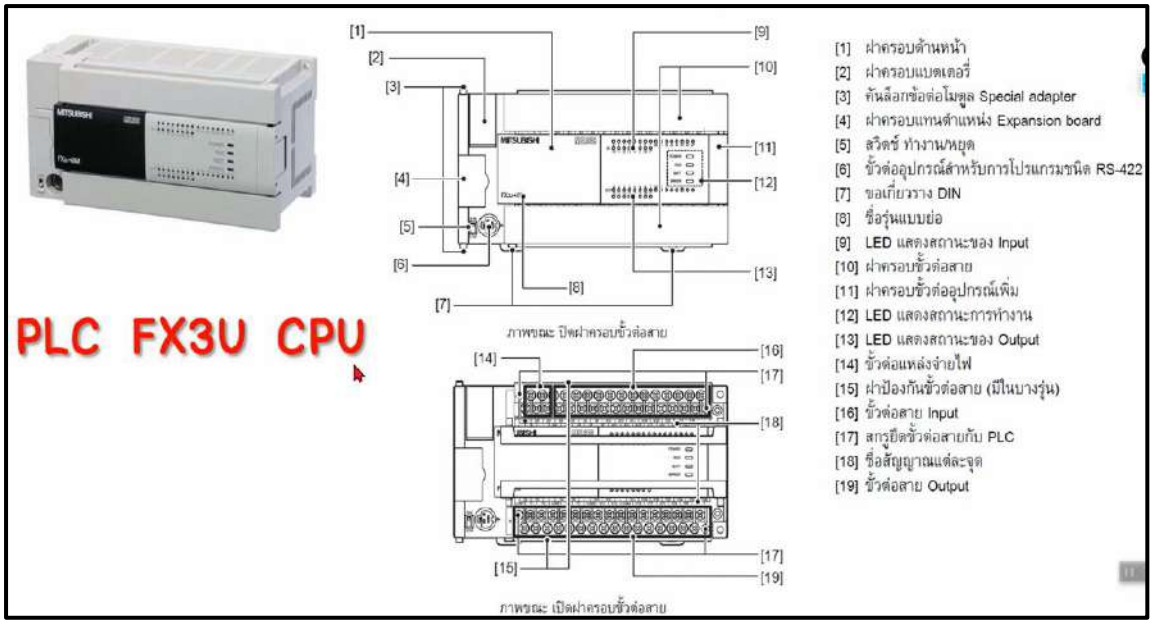
(2) สกรูยึดขั้วต่อสายกับ PLC

(3) ขั้วต่อสาย Input

(4) ขั้วต่อสาย Output

(5) ฝาป้องกันขั้วต่อสาย (มีในบางรุ่น)

รูปที่ 3.9 ภาพเปิดฝาครอบขั้วต่อสาย



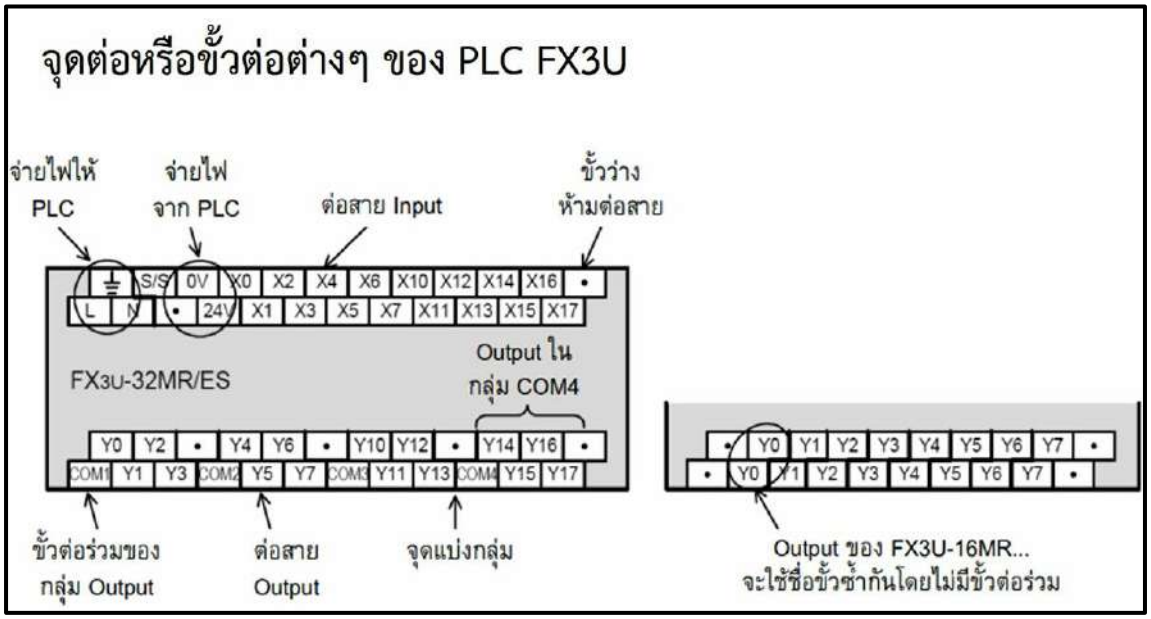
<u>รูปที่ 3.10 ชื่อส่วนประกอบต่าง ๆ ของ PLC FX3U</u>

ภาพขณะ เปิดฝาครอบขั้วต่อสาย

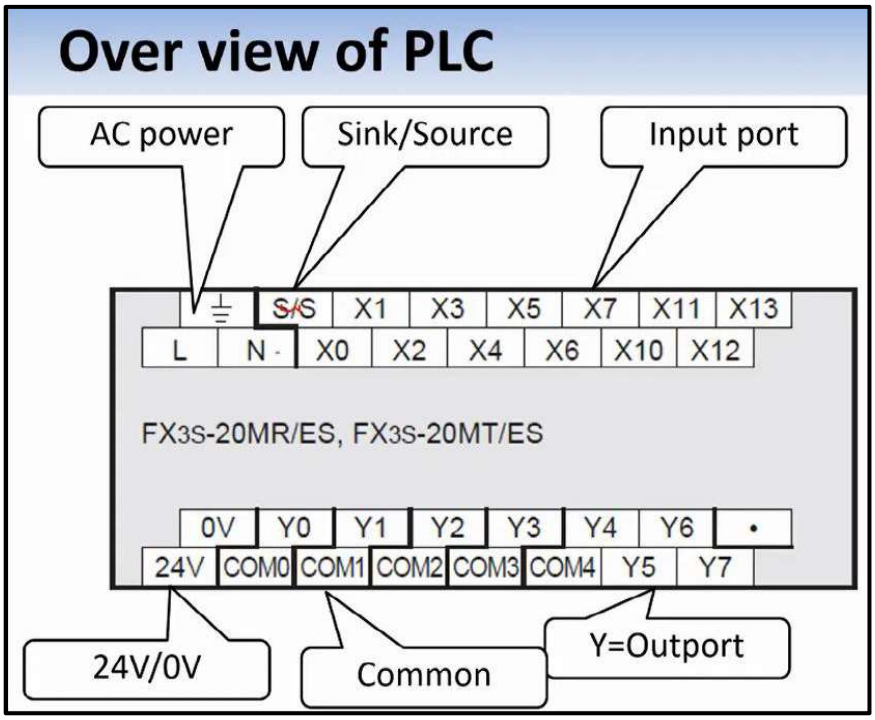
(1) ฝาครอบด้านหน้า
(2) ฝาครอบแบตเตอรี่
(3) คันล็อกข้อต่อโมดูล Special Adapter
(4) ฝาครอบแทนตำแหน่ง Expansion Board
(5) สวิตช์ ทำงาน/หยุด
(6) ขั้วต่ออุปกรณ์สำหรับการโปรแกรมชนิด RS-422
(7) ขอเกี่ยวราง DIN
(8) ชื่อรุ่นแบบย่อ
(9) LED แสดงสถานะของ Input
(10) ฝาครอบขั้วต่อสาย
(11) ฝาครอบขั้วต่ออุปกรณ์เพิ่ม
(12) LED แสดงสถานะการทำงาน
(13) LED แสดงสถานะของ Output
(14) ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟ
(15) ฝาป้องกันขั้วต่อสาย (มีในบางรุ่น)
(16) ขั้วต่อสาย Input
(17) สกรูยึดขั้วต่อสายกับ PLC
(18) ชื่อสัญญาณแต่ละจุด
(19) ขั้วต่อสาย Output

3.2 ตำแหน่งขั้วต่อสาย

ขั้วต่อสายตำแหน่งต่าง ๆ ของ PLC FX3U



รูปที่ 3.11 แสดงตำแหน่งขั้วต่อสาย



รูปที่ 3.12 แสดงตำแหน่งขั้วต่อสาย

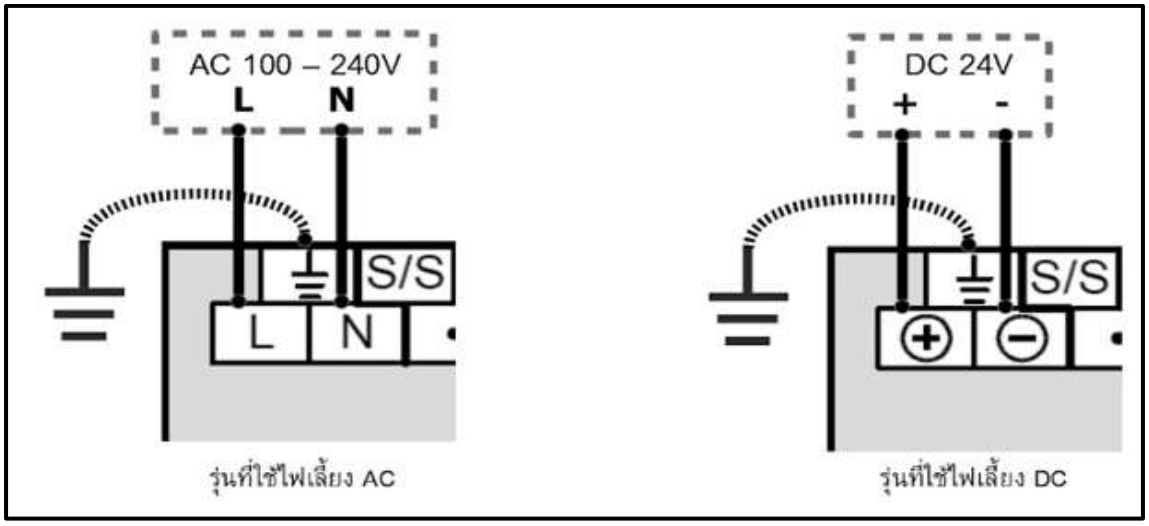
จ่ายไฟจ่ายภายนอก PLC

100 – 240 V.AC.

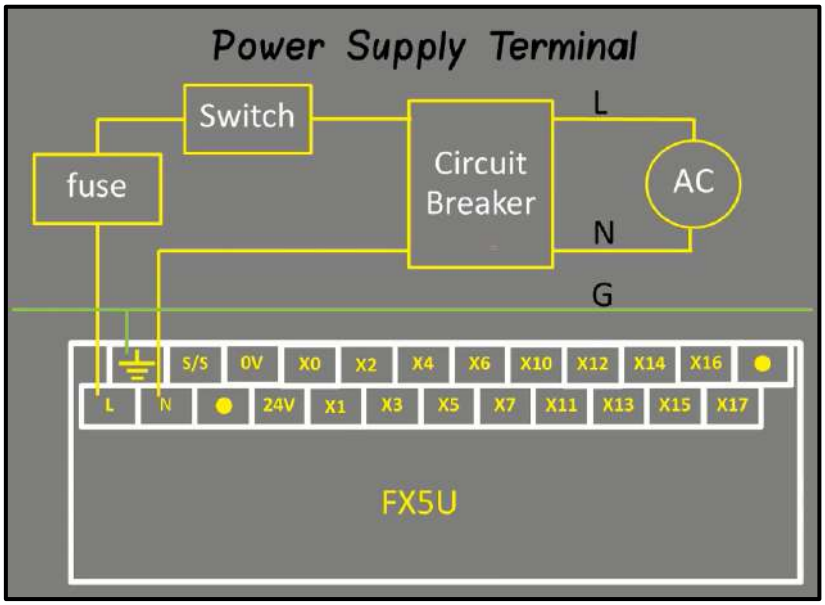
L

N

0 – 24 V.DC.



รูปที่ 3.13 แหล่งจ่ายไฟจ่ายภายนอก PLC



รูปที่ 3.14 Power Supply Terminal

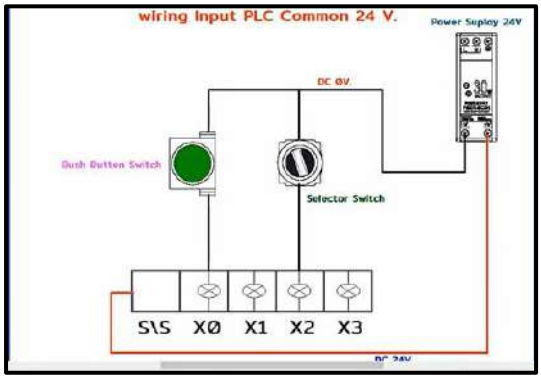
3.3 การต่อสายอุปกรณ์ Input

3.3.1 การต่อใช้งานแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก PLC แบบ Sink Input

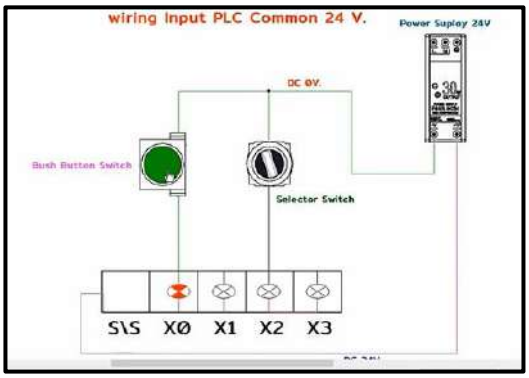
ต่อสายไฟบวก 24 V.DC. เข้า Input Supply เข้าที่ตำแหน่งขั้วต่อ S/S

ต่อสายไฟลบ 0 V ผ่านอุปกรณ์ Input ต่างๆ แล้วต่อเข้าจุดต่อสาย |X0 | 1 |X2 |X3 |X4 |X5 |X6 |X7 |X10 |X11 |X12 |X13 |X14 |X15 |X16 | 17 |

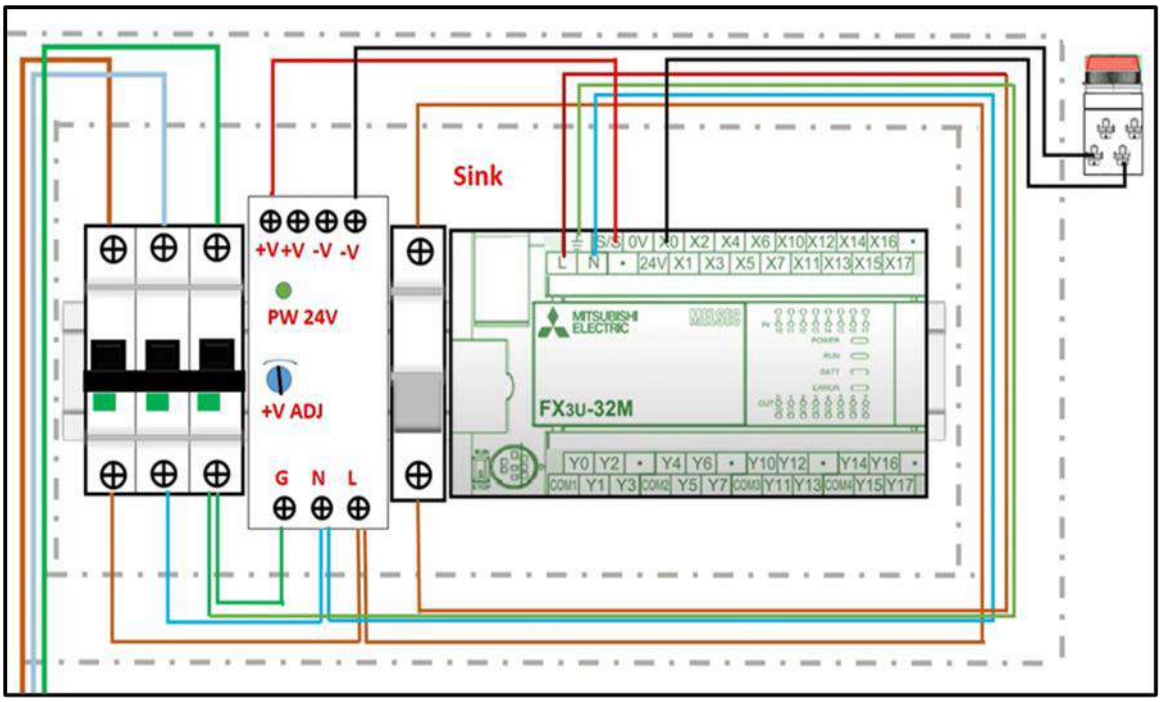
• ขั้วว่างห้ามต่อสาย (ห้ามนำอุปกรณ์ Input Unit ต่อจากขั้วต่อสายของ 0 V และ 24 V.DC.)



(ก)



(ข)



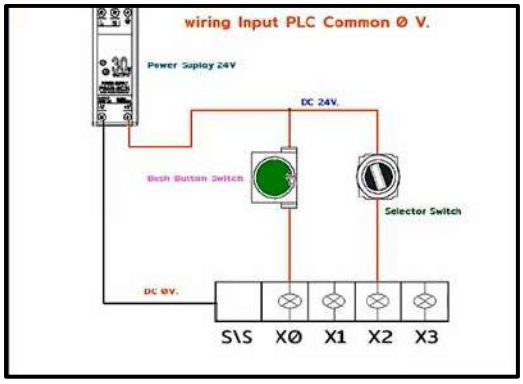
รูปที่ 3.15 การต่อใช้งานจากแหล่งจ่ายไฟภายนอก แบบ Sink Input

3.3.2 การต่อใช้งานแหล่งจ่ายไฟจากภายนอก PLC แบบ Source Input

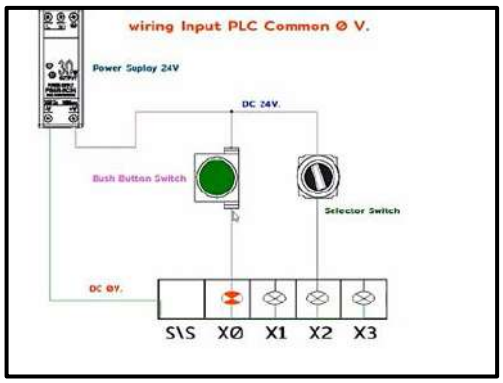
ต่อสายไฟลบ 0 V เข้า Input Supply เข้าที่ตำแหน่งขั้วต่อ S/S

ต่อสายไฟบวก 24 V.DC. ผ่านอุปกรณ์ Input ต่างๆ แล้วต่อเข้าจุดต่อสาย |X0 |X1 |X2 | 3 |X4 |X5 |X6 | X7 |X10 | 11 | 12 |X13 |X14 |X15 | 16 |X17 |

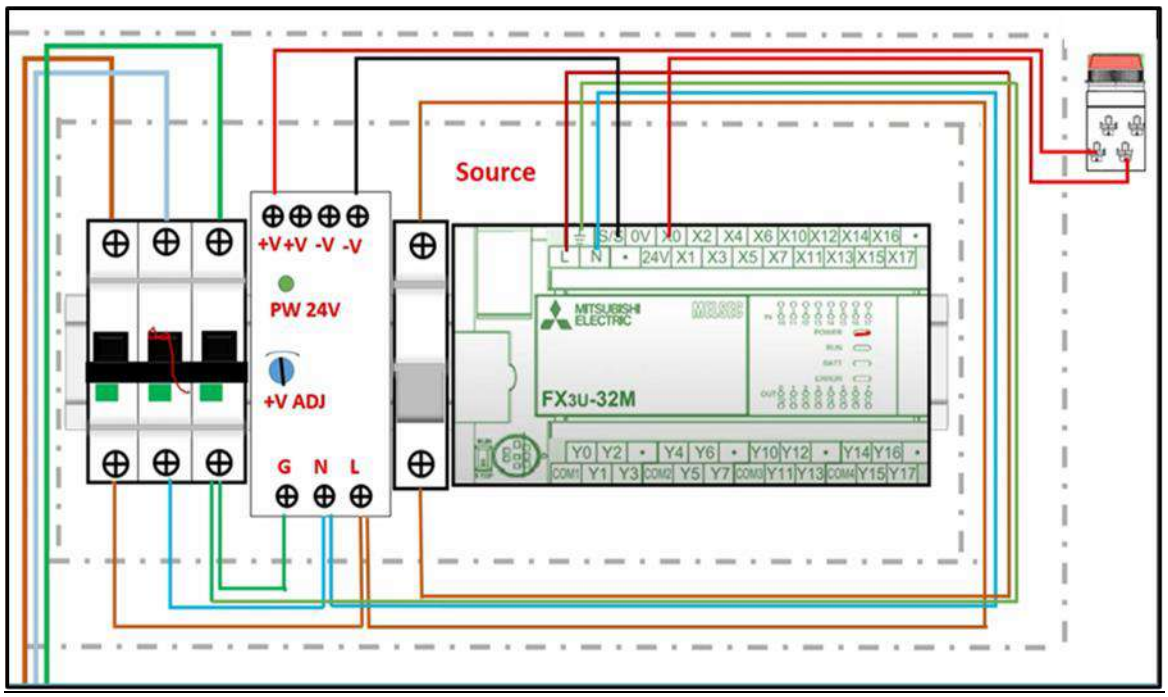
• ขั้วว่างห้ามต่อสาย (ห้ามนำอุปกรณ์ Input Unit ต่อจากขั้วต่อสายของ 0 V และ 24 V.DC.)



(ก)



(ข)



รูปที่ 3.16 การต่อใช้งานจากแหล่งจ่ายไฟภายนอก แบบ Source Input

ต่อสาย Output

Output แบบแยกแต่ละ Output

COM ต่อร่วมกับ Y0, COM1 ต่อร่วมกับ Y1, COM2 ต่อร่วมกับ Y2, COM3 ต่อร่วมกับ Y3 โดยสาย COM – COM3 ต่อร่วมเข้าด้วยกันขั้วต่อร่วมของ กลุ่ม Output ได้

แบบจุดแบ่งกลุ่ม

COM1 ต่อร่วมกับ Y0, Y1, Y2, Y3

COM2 ต่อร่วมกับ Y4, Y5, Y6, Y7 • ขั้วว่างห้ามต่อสาย

Output ของ FX3U-16MR... จะใช้ชื่อขั้วซ้ำกันโดยไม่มีขั้วต่อร่วม

2.4.2 ขั้วต่อสายตำแหน่งต่าง ๆ ของ PLC FX3G และ FX3S

จ่ายไฟให้ PLC ต่อสาย Input

S/S ต่อเข้า 0 V ต่อร่วมกับ |X0 | 1 | 2 |X3 |X4 |X5 | 6 | 7 |X10 | 11 |X12 |X13 |X14 |X15| 16 |X17

FX3G-40MT/ES

Output ใน กลุ่ม

+24 V.DC. ต่อเข้าขั้ว COM และ COM - COM5 ใช้ Common เดียวกัน

COM1 ต่อผ่านอุปกรณ์ภายนอกและต่อเข้าภาค Output Unit ได้จำนวน 4 ช่อง คือ Y0 | Y1 | Y2 | Y3

COM2 ต่อผ่านอุปกรณ์ภายนอกและต่อเข้าภาค Output Unit ได้จำนวน 4 ช่อง คือ Y4 | Y5 | Y6 | Y7

COM3 ต่อผ่านอุปกรณ์ภายนอกและต่อเข้าภาค Output Unit ได้จำนวน 4 ช่อง คือ Y10 | Y11 | Y12 | Y13

COM4 ต่อผ่านอุปกรณ์ภายนอกและต่อเข้าภาค Output Unit ได้จำนวน 4 ช่อง คือ Y14 | Y15 | Y16 | Y17

ขั้วว่าง ห้ามต่อสาย

จ่ายไฟ จาก PLC ขั้วต่อร่วมของ ต่อสาย จุดแบ่งกลุ่ม กลุ่ม Output

2.5 การต่อสายแหล่งจ่ายไฟให้ PLC

100 – 240 V.AC. (โวท์ลกระแสสลับ)

L

N

+ 24 V.DC. (โวท์ลกระแสตรง) เข้า S/S จุดต่อร่วมเข้าที่ขั้วบวก

รุ่นที่ใช้ไฟเลี้ยง AC

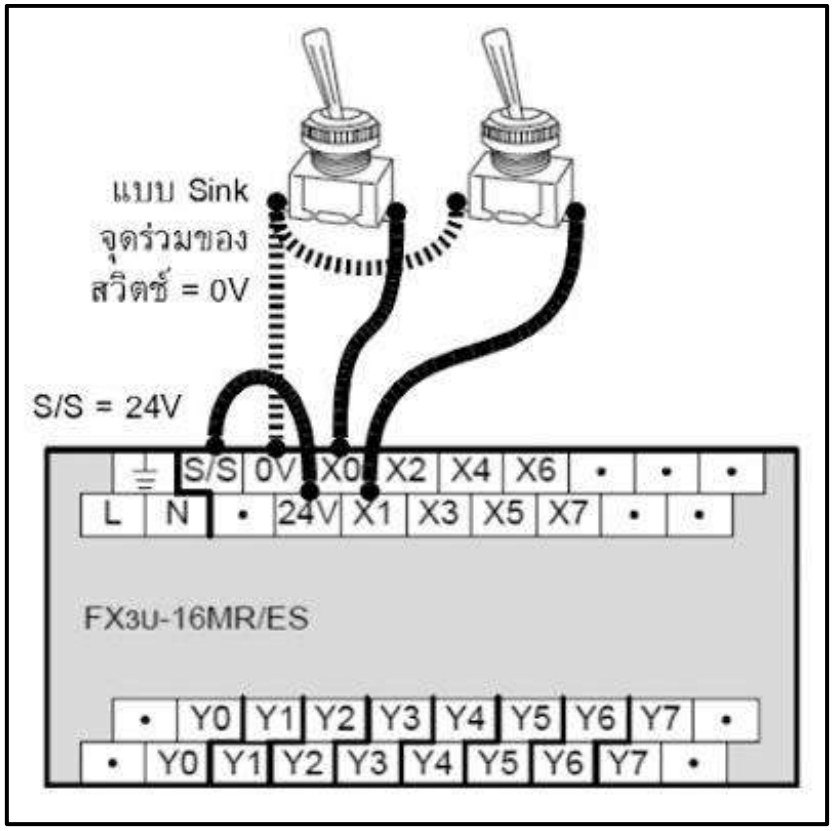
รุ่นที่ใช้ไฟเลี้ยง DC

FX3U-16MR/ES

1. การต่อจากแหล่งจ่ายไฟภายใน Input 24 V.DC. แบบ Sink

ขั้ว 24 V.DC. จะต่อ Common ร่วมที่ขั้วต่อ S/S

ขั้ว 0 V ไฟฟ้ากระแสลบไปต่อผ่านกับอุปกรณ์ภายนอก และใช้จุดต่อ Common ร่วมกัน แล้วนำกลับเข้ามาต่อเข้า ภาค Input Unit (X0 |X1 |X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7)



รูปที่ 3.17 การต่อ Input 24 V.DC. แบบ Sink Input

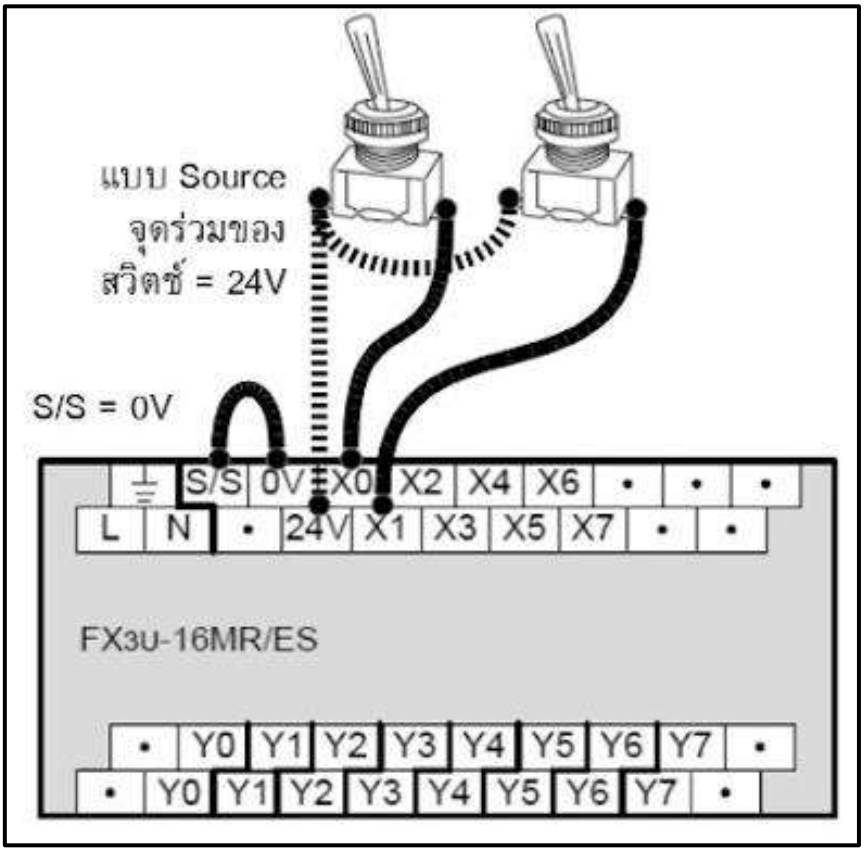
·FX3U-16MR/ES

2. การต่อจากแหล่งจ่ายไฟภายใน Input 24 V.DC. แบบ Source

แบบ Source

ขั้วต่อ S/S จะต่อ Common ร่วมกับขั้ว 0 V

ขั้ว +24 V.DC. ไฟฟ้ากระแสบวกไปต่อผ่านกับอุปกรณ์ภายนอก และใช้จุดต่อ Common ร่วมกัน แล้วนำกลับเข้ามาต่อเข้า ภาค Input Unit (X0 |X1 |X2 |X3 |X4 |X5 |X6 |X7)

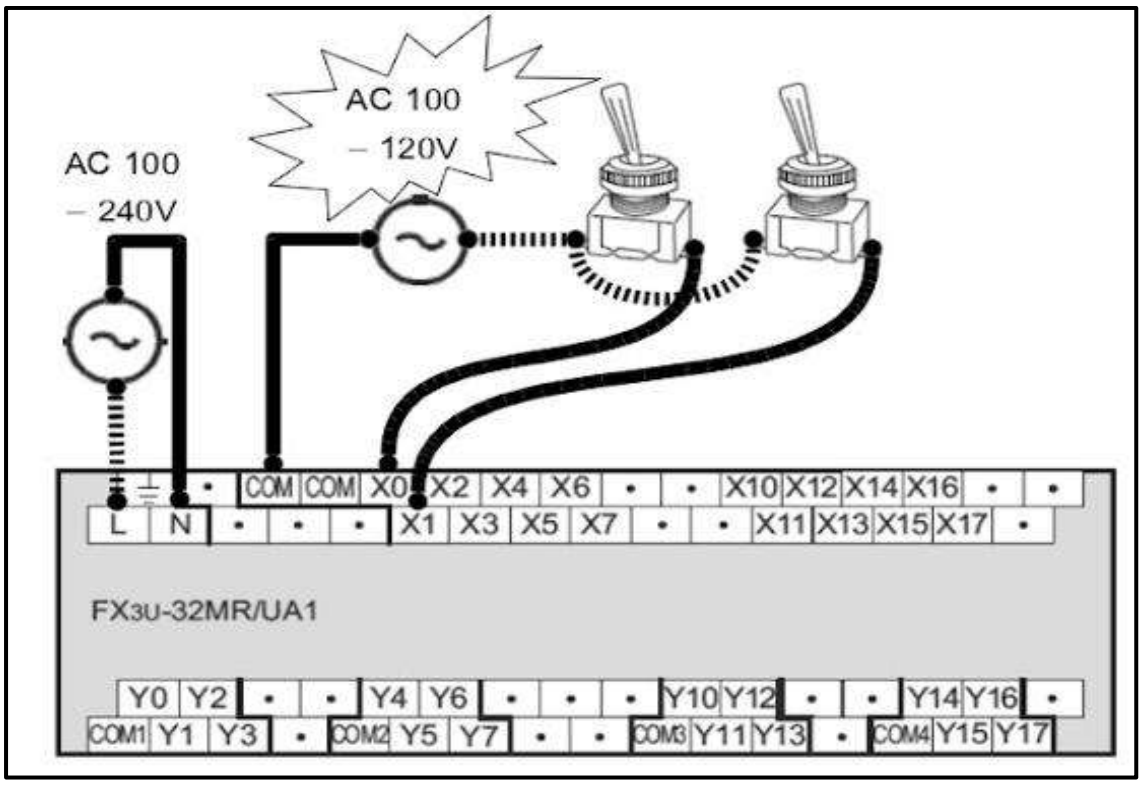


รูปที่ 3.18 การต่อ Input DC 24 V.DC. แบบ Source Input

FX3U-32MR/UA1

1. การต่อ Input 100 – 120 V.AC. (เฉพาะรุ่น FX3U-...MR/UA1)

! ข้อควรระวัง ใช้ไฟเลี้ยง PLC แต่ใช้ไฟ Input ได้ไม่เกิน 120 V.AC.



รูปที่ 3.19 FX3U-32MR/UA1

จ่ายไฟเข้าแหล่งจ่าย 100 - 240 V.AC. Input Supply

ขั้ว COM ต่อผ่านสวิตช์ และใช้จุดต่อ Common ร่วมกันแล้วนำกลับเข้ามาต่อเข้าภาค Input Unit (X0 |X1 |X2 |X3 |X4 | 5 |X6 |X7)

Output

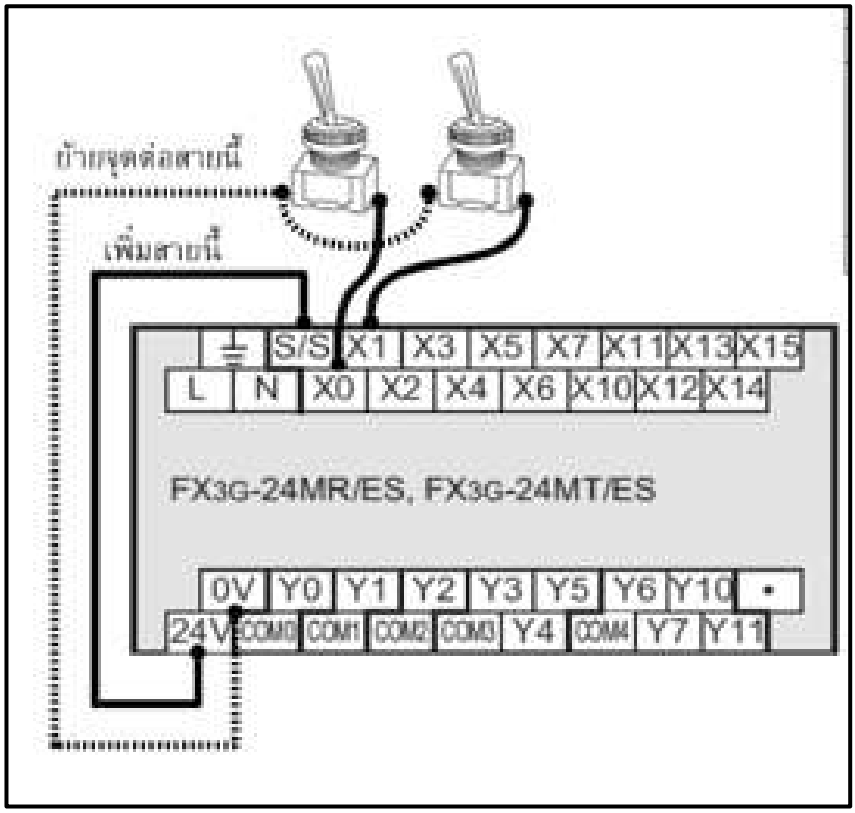
COM1 ต่อผ่านอุปกรณ์ภายนอกและต่อเข้าภาค Output Unit ได้จำนวน 4 ช่อง คือ Y0 |Y1 |Y2 |Y3

COM2 ต่อผ่านอุปกรณ์ภายนอกและต่อเข้าภาค Output Unit ได้จำนวน 4 ช่อง คือ Y4 |Y5 |Y6 |Y7

2. การต่อสาย Input ที่อาจ ต่างจาก PLC FX รุ่นเดิม

PLC FX รุ่นก่อนหน้า FX3 ที่ขายในญี่ปุ่นไม่มีขั้ว S/S โดย ต่อ +24 V.DC. ไว้ภายใน PLC และต่อไฟ 0 V ไว้ที่ขั้ว COM ใช้ขั้ว COM เป็นจุดร่วมของสวิตช์ให้ต่อได้ในแบบ Sink เท่านั้น การเปลี่ยนเป็น PLC FX3 จะต้องต่อขั้ว S/S กับ

+ 24 V.DC. และ ต่อ 0 V เป็นจุดร่วมของสวิตช์ให้ต่อเป็นแบบ Sink จุดร่วมของสวิทช์ ต่อขั้ว COM ย้ายจุดต่อสายนี้ เพิ่มสายนี้ การต่อสายอุปกรณ์ Output การต่อ Output แบบ Relay ใช้แหล่งจ่ายไฟโหลดได้ทั้ง AC. ไม่เกิน 240 V.AC. และ DC. ไม่เกิน 30 V.DC. ขั้วต่อร่วมของกลุ่ม Output ต่อได้ทั้ง AC. ไฟบวก (DC. Source) และไฟลบ (DC. Sink)

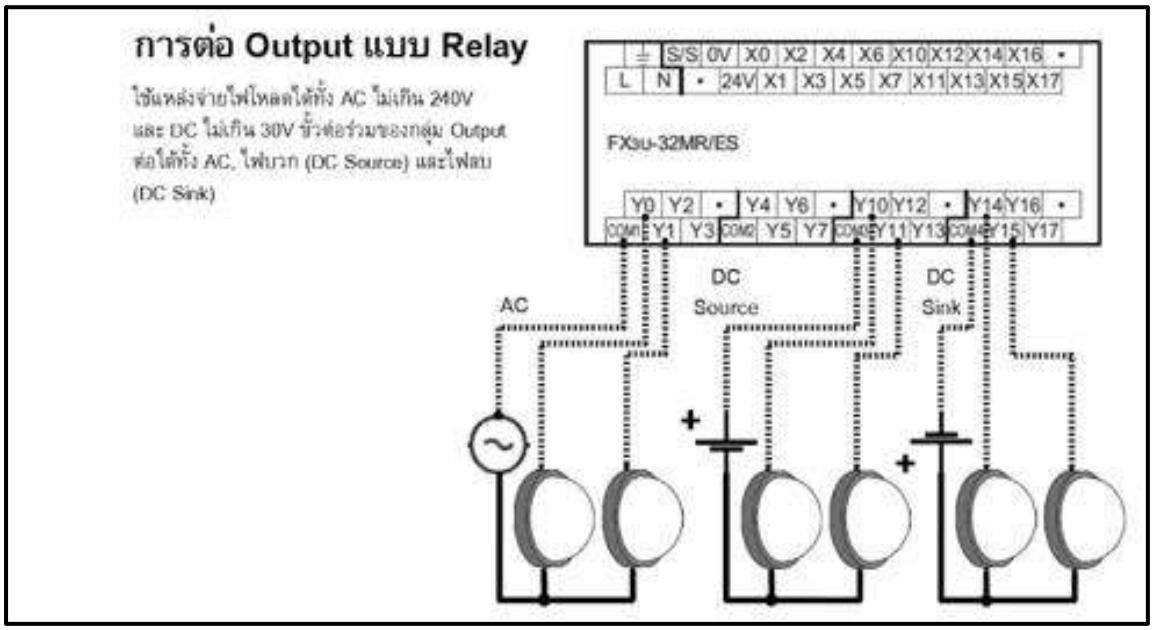


รูปที่ 3.20 การต่อสาย Input

3.4 <u>การต่อสายอุปกรณ์ Output</u>

การต่อ Output แบบ Relay ใช้แหล่งจ่ายไฟโหลดได้ทั้ง AC. ไม่เกิน 240 V.AC. และ DC. ไม่เกิน 30 V.DC. ขั้วต่อร่วมของกลุ่ม Output ต่อได้ทั้ง AC. ไฟบวก (DC. Source) และไฟลบ (DC. Sink)

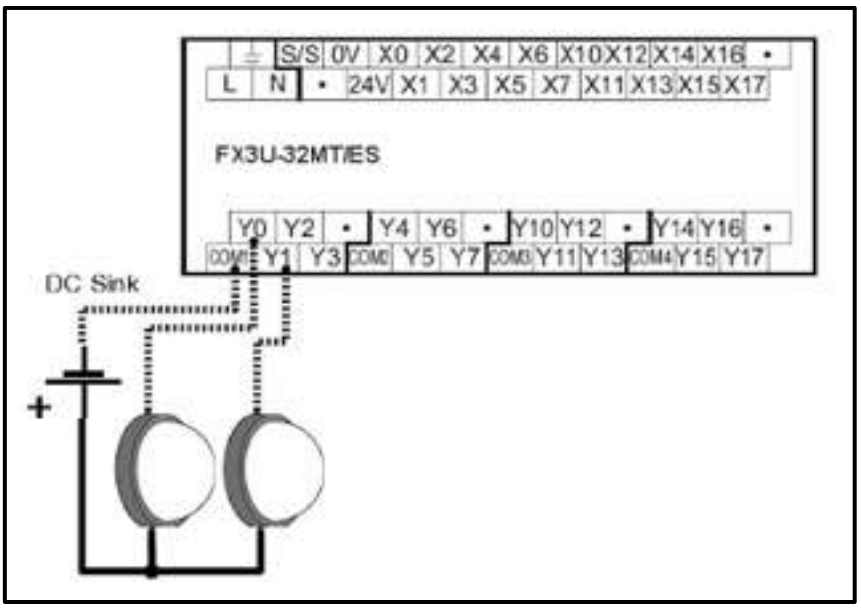
- ต่อไฟ 220 V.AC. เข้า COM1 ส่วนของ (Y0, Y1, Y2, Y3) จะไปผ่านส่วนของ Load
- ต่อไฟบวก +24 V.DC. (DC. Source) เข้า COM3 ส่วนของ (Y10, Y11, Y12, Y13) จะไปผ่านส่วนของ Load
- ต่อไฟลบ 0 V (DC. Sink) เข้า COM4 ส่วนของ (Y14, Y15, Y16, Y17) จะไปผ่านส่วนของ Load



<u>รูปที่ 3.21 การต่อสายอุปกรณ์ Output แบบ Relay</u>

3.4.1 <u>การต่อ Output แบบ Transistor Sink</u>

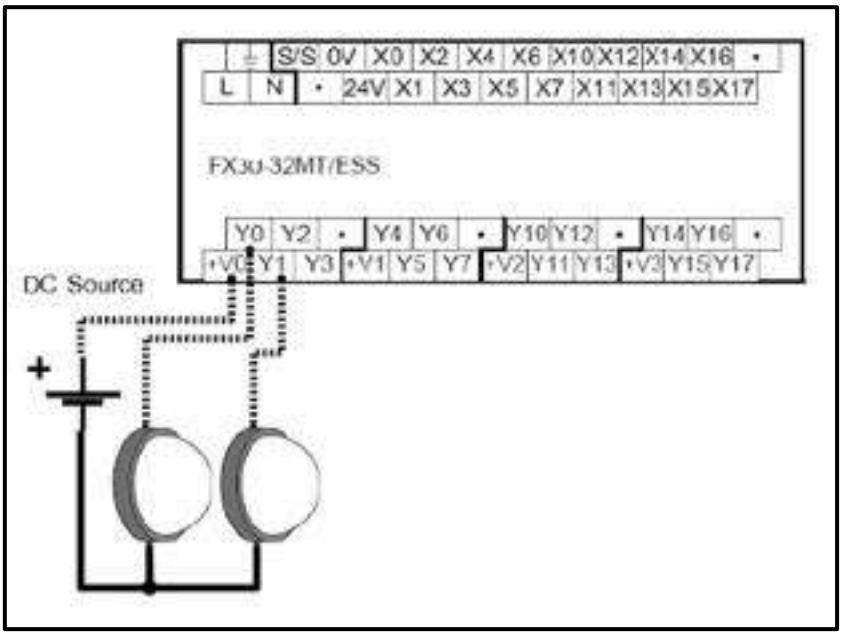
ใช้แหล่งจ่ายไฟโหลดได้เฉพาะ 5 – 30 V.DC. ขั้วต่อร่วมของกลุ่ม Output ต่อไฟลบ จุดร่วมของโหลดต่อไฟบวก (DC. Sink Output)



<u>รูปที่ 3.22 การต่อ Output แบบ Transistor Sink</u>

<u>3.4.2 การต่อ Output แบบ Transistor Source</u>

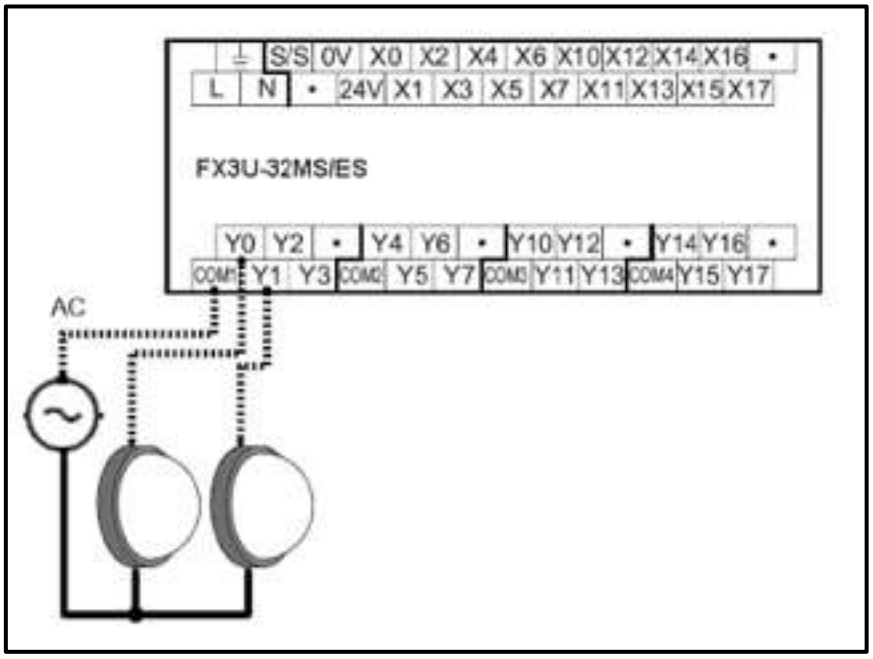
ใช้แหล่งจ่ายไฟโหลดได้เฉพาะ 5–30 V.DC. ขั้วต่อร่วมของกลุ่ม Output ต่อไฟบวก จุดร่วมของโหลดต่อไฟลบ



<u>รูปที่ 3.23 การต่อ Output แบบ Transistor Source</u>

3.4.3 การต่อ Output แบบ Triac หรือ SSR (Solid State Relay)

ใช้แหล่งจ่ายไฟโหลดได้เฉพาะ 85 – 242 V.AC.



รูปที่ 3.24 การต่อ Output แบบ Triac หรือ SSR (Solid State Relay)

บทที่ 4

การใช้งานโปรแกรม GX Works 2

การใช้งานโปรแกรม GX Works 2 ขอแค่ใช้คอมพิวเตอร์เป็น ซีเควนซ์ (Sequence) ก็เป็นเรื่องง่ายๆ

ในการจะสร้างหรือแก้ไขซีเควนซ์โปรแกรม (Sequence Program) สามารถดำเนินการได้อย่างง่ายดาย เสมือนการวาดรูปง่ายๆ ด้วยซอฟต์แวร์สำหรับติดตั้งในคอมพิวเตอร์ GX Works 2 เพียงแค่เรียนรู้พื้นฐานการใช้งานเบื้องต้น ที่เหลือก็แค่การฝึกให้เกิดความชำนาญ เป็นซอฟต์แวร์ (Software) ที่มีฟังก์ชันที่ใช้งานง่ายและหลากหลาย ก่อนอื่นเรามาเรียนรู้และความรู้จักกับ การใช้งานที่จำเป็นตามลำดับเพื่อให้เกิดความเชี่ยวชาญ และชำนาญในการใช้งาน

การเรียกใช้งานและการปรับปรุงแก้ไขก็สามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่น

การสร้างโปรแกรม (Program) กับการแก้จุดบกพร่อง (Debug) เป็นของคู่กัน เนื่องจากสามารถทำการแสดงผล (Monitoring) สภาพการทำงานของ Program และ PLC ได้จากจอคอมพิวเตอร์จึงสะดวกในการตรวจสอบการทำงานและแก้ไขให้เป็นไปตามที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว

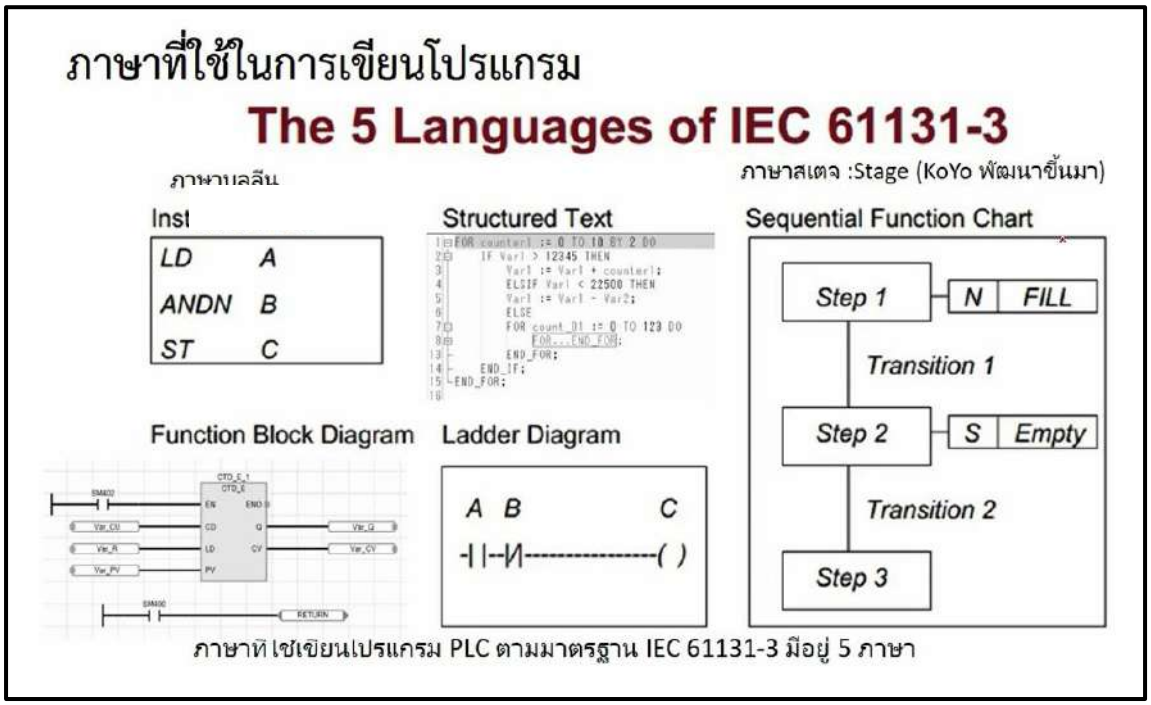
โปรแกรม (Program) ดูง่ายไม่ซับซ้อน

เพื่อให้สามารถดูซีเควนซ์โปรแกรม (Sequence Program) ได้ง่ายขึ้น ภายใน GX Works 2 จึงมีฟังก์ชัน “Comment Input Function” เพียงแค่กรอก Comment เอาไว้ก็จะทำให้เข้าใจโปรแกรมได้ง่ายขึ้นและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดทำ ซีเควนซ์โปรแกรม (Sequence Program) และ Debug ได้

ตำราเล่มนี้ใช้ในการอบรมกำลังพลของกองทัพเรือเป็นส่วนใหญ่ จึงมุ่งเน้นใช้ภาษาการเขียนโปรแกรมของระบบควบคุม PLC คือ GX – Works 2 เป็นหลักเพื่อให้การอบรมเข้าใจง่ายขึ้น และเนื่องจากมีระยะเวลาการอบรมจำกัด จึงมุ่งเน้นไปยังภาษา Ladder หลังจบการอบรมกำลังพลสามารถนำความรู้ไปศึกษาเพิ่มเติมต่อเนื่องได้

ภาษาที่ใช้ในการเขียนวงจรมีอยู่ 5 ภาษา โดยใช้ค่ามาตรฐาน IEC 61131 – 3

1. Instructor List (ภาษาบูลีน)
2. Structured Text
3. Sequential Function Chart
4. Function Block Diagram
5. Ladder Diagram



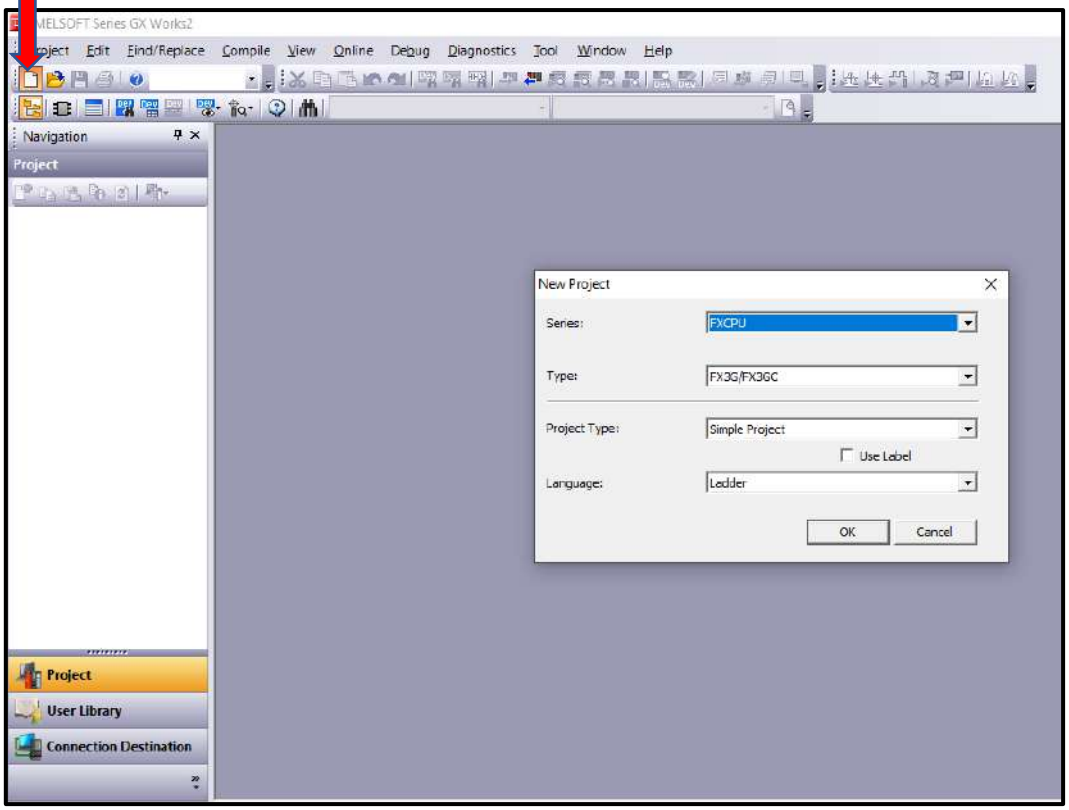
รูปที่ 4.1 แบบภาษาการเขียนโปรแกรม

4.1 ความรู้พื้นฐานเพื่อการใช้งานโปรแกรม GX – WORKS 2

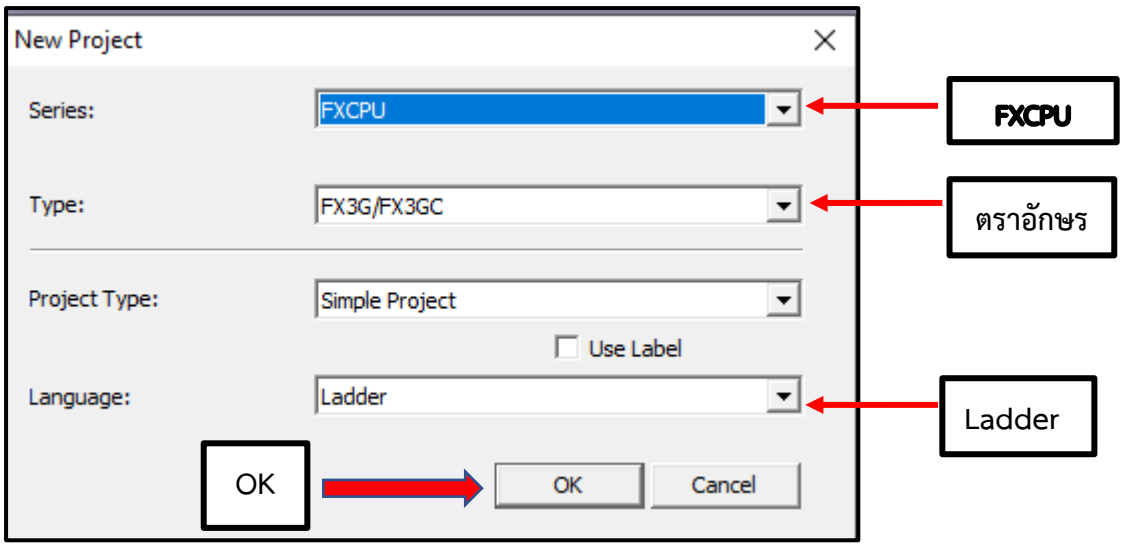
4.1.1 โครงสร้างหน้าจอ

รูปที่ 4.2 หน้าจอ GX Works2

เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมาจะมีหน้าบานลักษณะนี้ คลิก NEW

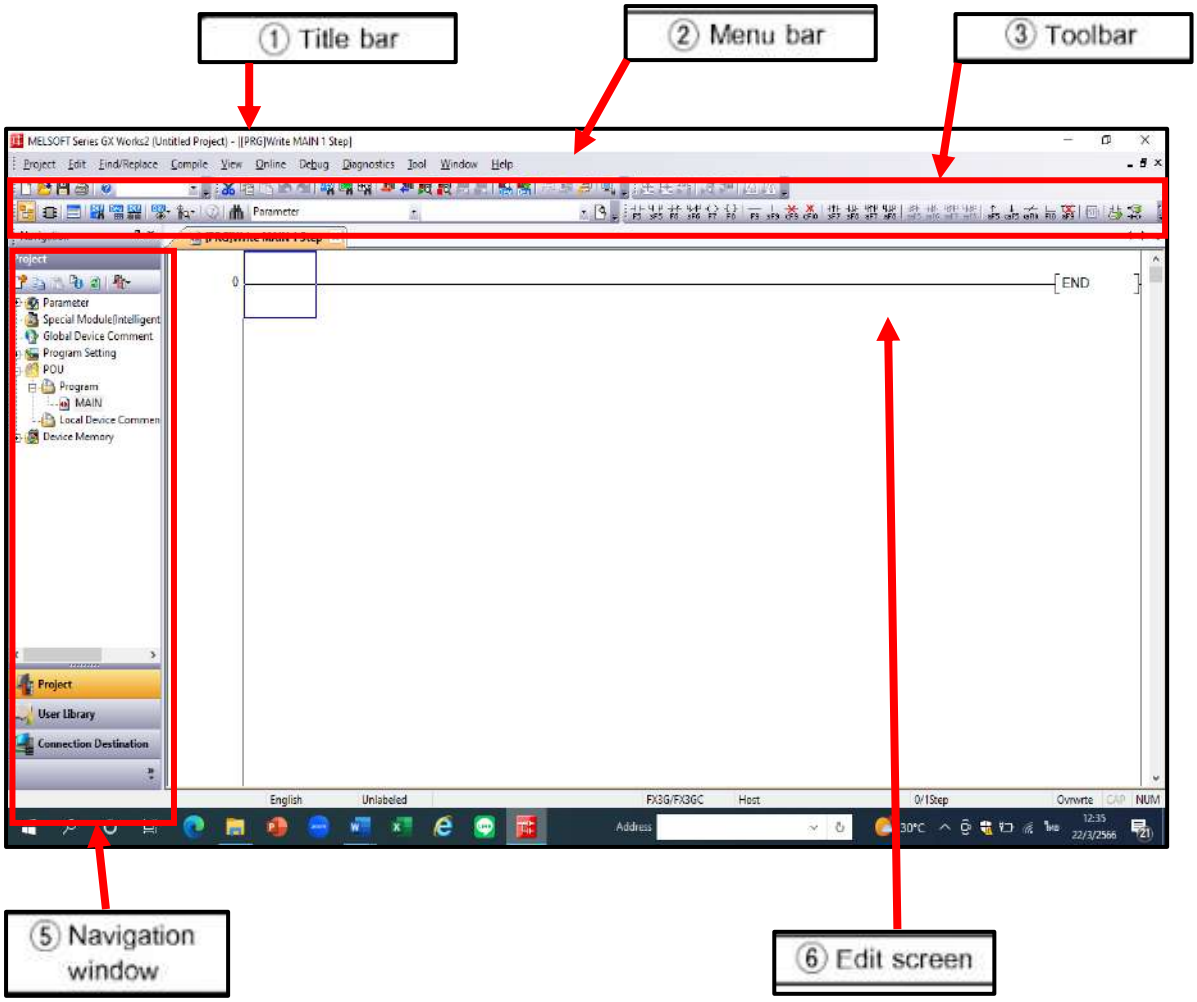


รูปที่ 4.3 โปรแกรม GX Works 2



รูปที่ 4.4 การตั้งค่าเปิดโปรแกรม

เมื่อตั้งค่าตามตัวอย่างให้ คลิก (OK) เพื่อเปิดโปรแกรมเริ่มใช้งาน



รูปที่ 4.5 Menu Bar Gx Works 2

4.2 ความรู้พื้นฐานเพื่อการใช้งานโปรแกรม

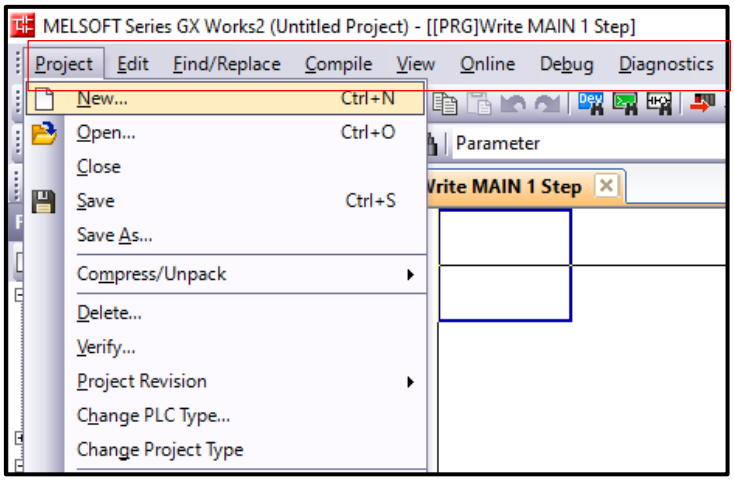
4.2.1 โครงสร้างหน้าจอ

(1) Title Bar จะแสดงชื่อ

Project ที่กำลังเปิดทำงานอยู่ และ Icon การทำงานของ Windows ขยายย่อ ขนาดหน้าจอเปลี่ยนขนาดหน้าจอหรือจบการทำงาน

(2) Menu Bar

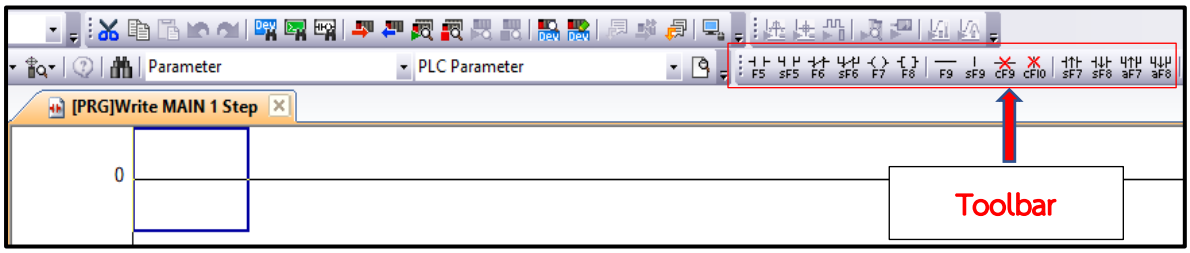
กดเลือกเมนู แล้วจะมีหน้าจอเมนูแสดงขึ้นมาด้านล่าง แสดงตามรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 Menu Bar

(3) Toolbar

เมื่อนำเมาส์ไปวาง จะปรากฏข้อความ อธิบายรายละเอียด ของฟังก์ชันนั้นๆ รายละเอียดของ Toolbar เนื่องจากสามารถทำการเคลื่อนย้ายหรือเอาออกได้ ทำให้หัวข้อที่แสดงและการจัดวางแตกต่างกันไป หัวข้อไหนที่มีการใช้งานบ่อยๆ จะเอามาวางเป็น Icon Button สามารถคลิกเลือกได้โดยตรง ซึ่งจะเสมือนการเลือกเครื่องมือจาก Menu Bar แสดงตามรูปที่ 4.7



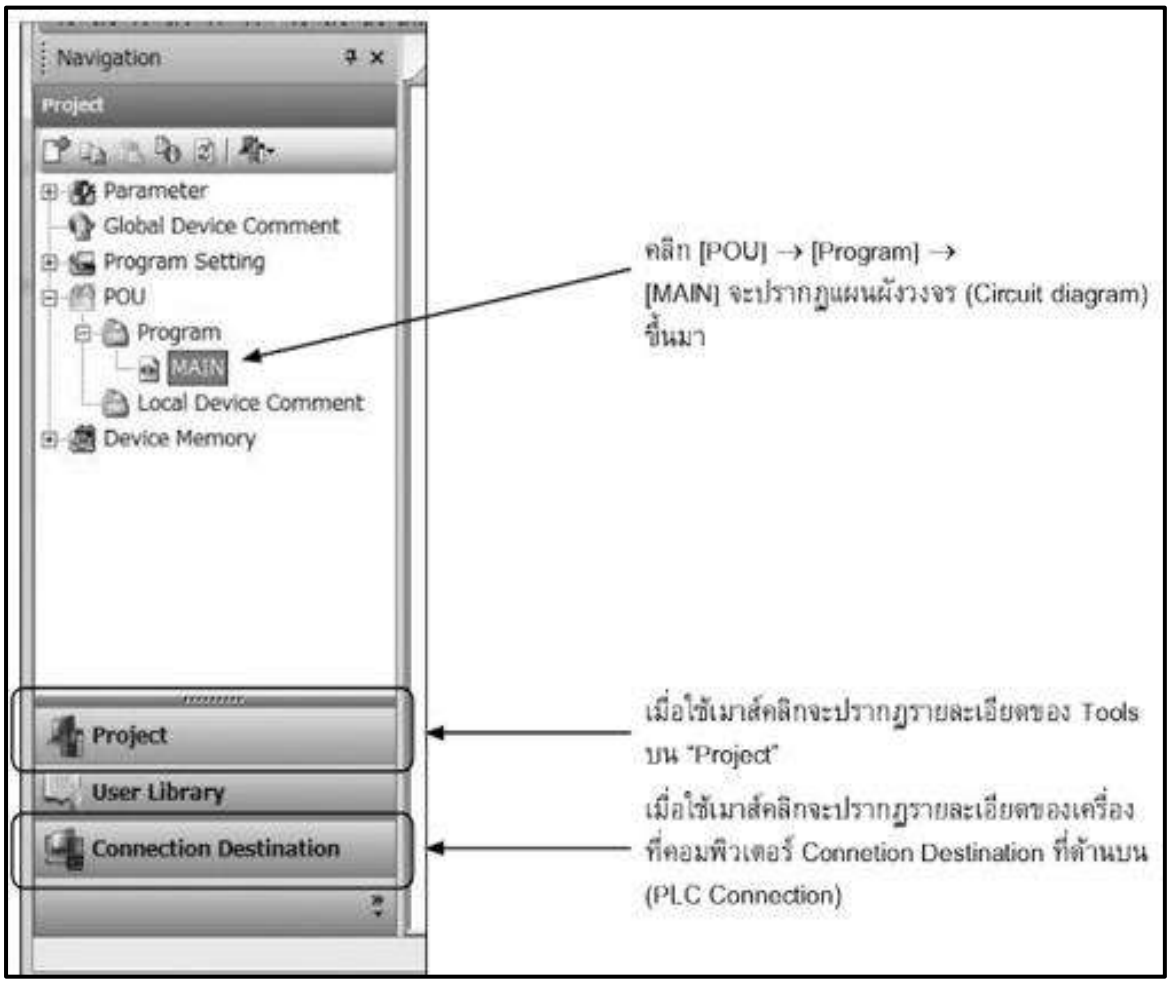
รูปที่ 4.7 Toolbar

(4) Status Bar

ทำการแสดงสภาพการทำงานและการตั้งค่า แสดง Input Mode ปัจจุบัน แสดงตามรูปที่ 4.8

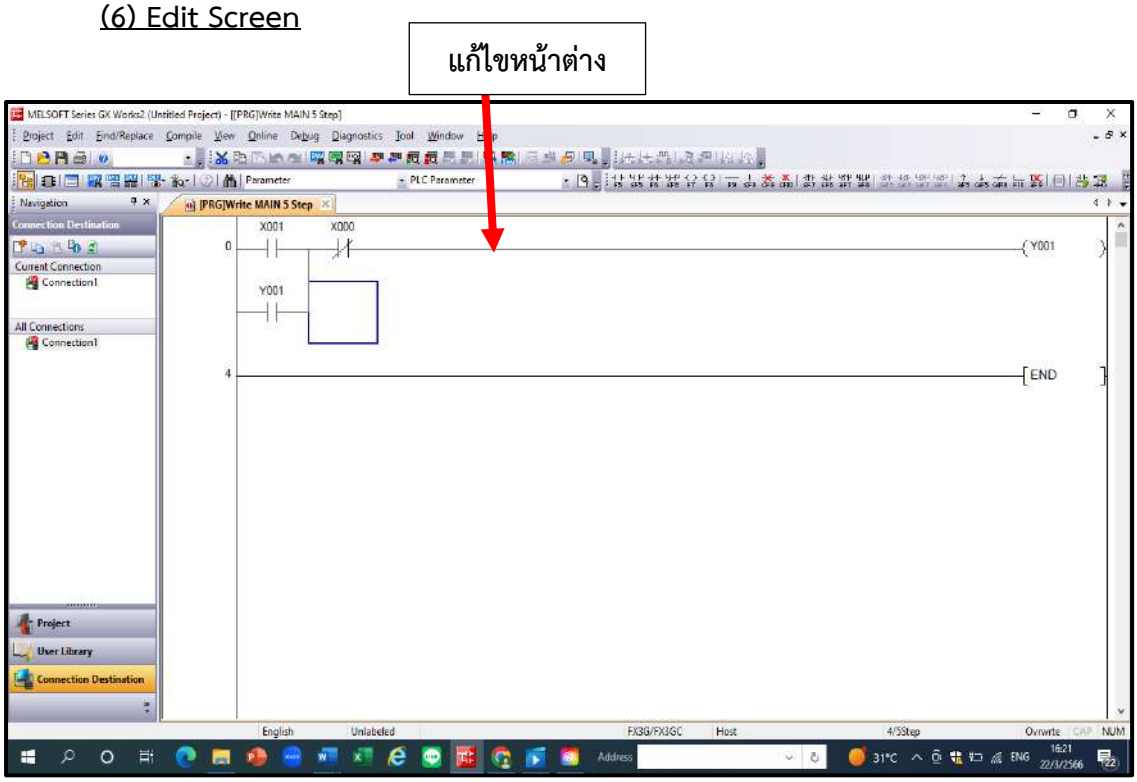
รูปที่ 4.8 Status Bar

(5) Navigation Window



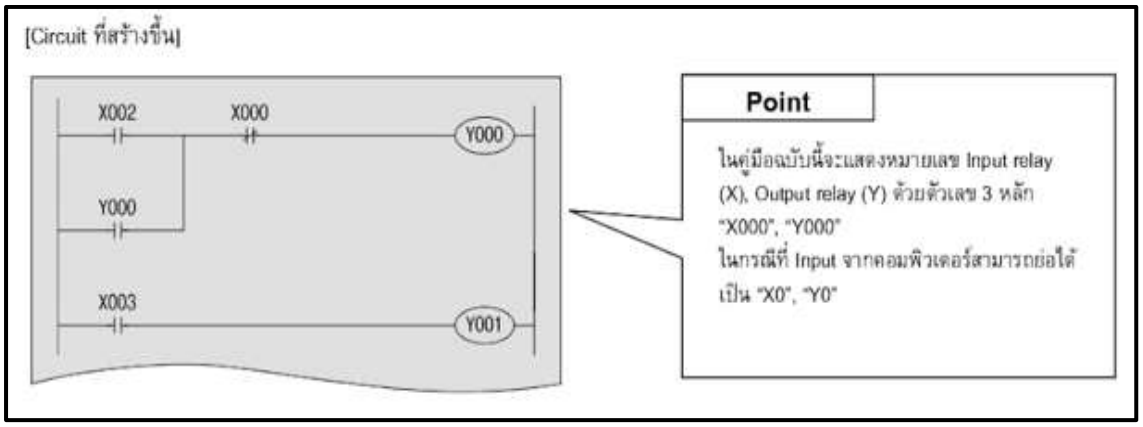
รูปที่ 4.9 Navigation Window

(6) Edit Screen



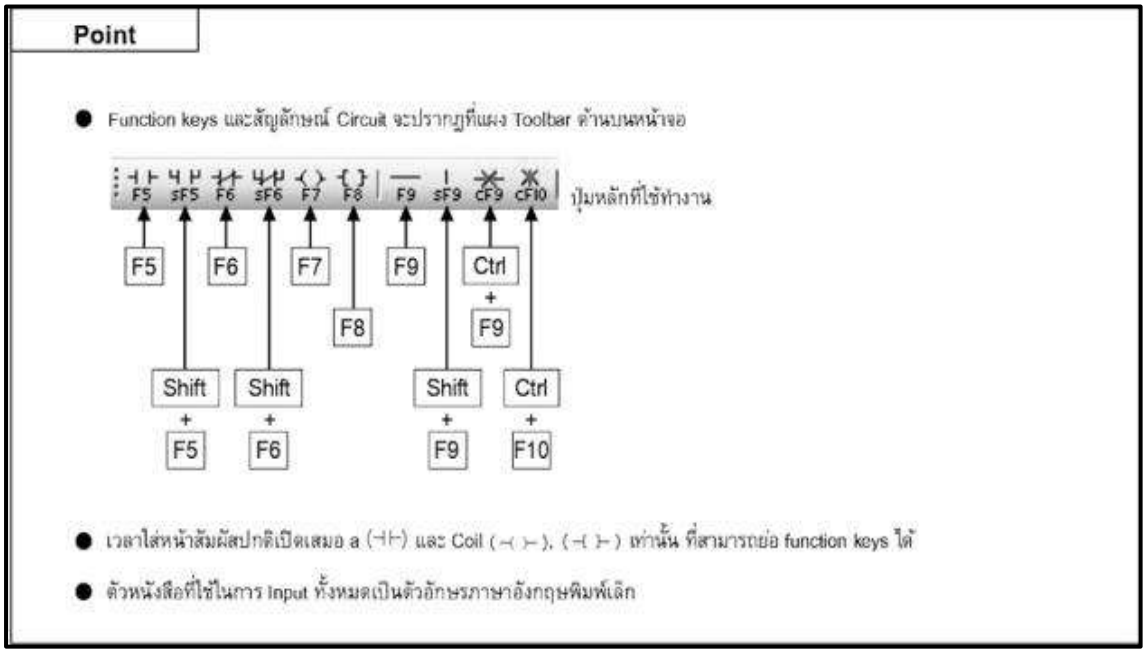
รูปที่ 4.10 Edit Screen

4.3 การสร้างโปรแกรมหรือวงจร (Circuit) โดยใช้ฟังก์ชันคีย์ (Function Keys)



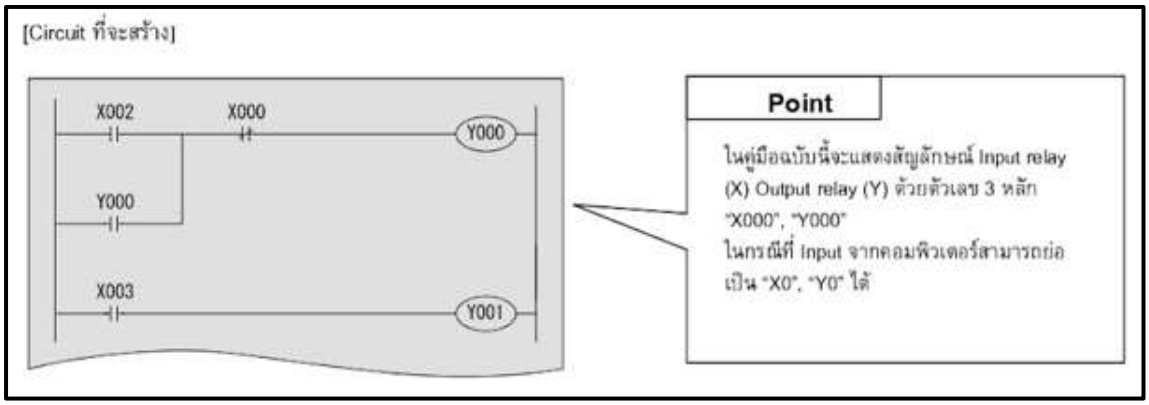
รูปที่ 4.11 การสร้างโปรแกรมหรือวงจร

Function Keys และสัญลักษณ์ Circuit จะปรากฏที่แผง Toolbar ด้านบนหน้าจอ F5 SF5 F6 SF6 F9 SF9 ในคู่มือฉบับนี้จะแสดงหมายเลข Input Relay (X) Output Relay (Y) ด้วยตัวเลข 3 หลัก “X000”, “Y000” ในกรณีที่ Input จากคอมพิวเตอร์สามารถย่อได้ เป็น “XO”, “YO” เวลาใส่หน้าสัมผัสปกติเปิดเสมอ a (HH) และ Coil (- -), (- -) เท่านั้น ที่สามารถย่อ Function Keys ได้ ตัวหนังสือที่ใช้ในการ Input ทั้งหมดเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก

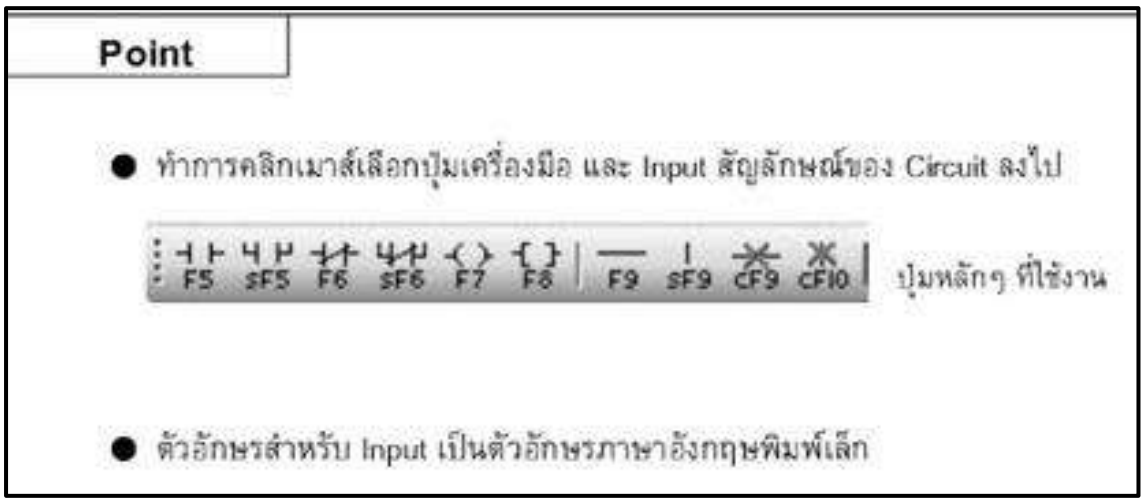


รูปที่ 4.12 Function Keys

4.3.1 การสร้างวงจร (Circuit) โดยใช้ Toolbar Buttons



รูปที่ 4.13 การสร้างวงจร



รูปที่ 4.14 Input Relay

ในคู่มือฉบับนี้จะแสดงสัญลักษณ์ Input Relay (X) Output Relay (Y) ด้วยตัวเลข 3 หลัก “X000”, “Y000” ในกรณีที่ Input จากคอมพิวเตอร์สามารถย่อ เป็น “XO”, “YO” ได้ ปุ่มหลักๆ ที่ใช้งาน

4.4 <u>การเขียน Program ลงใน PLC</u>

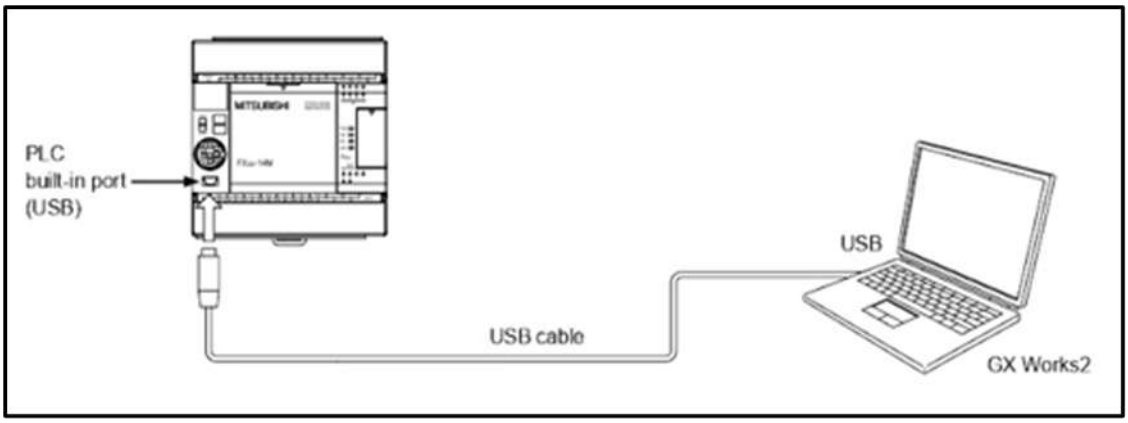
การเชื่อมต่อกับ PLC (เชื่อมต่อโดยใช้สาย USB Cable)

การเตรียมด้านคอมพิวเตอร์

จำเป็นต้อง Install USB Driver ลงในคอมพิวเตอร์เพื่อทำการต่อสาย USB ระหว่างคอมพิวเตอร์กับ FX3G PLC ขั้นตอนการ Install USB Driver ให้ปฏิบัติตามคู่มือใน “GX Works2 Operating Manual”

(ก)

(ข)



<u>รูปที่ 4.15 แสดงการต่อสายสัญญาณ RS-422</u>

กรณีต่อคอมพิวเตอร์ไป PLC ที่ขั้วต่ออุปกรณ์สำหรับการโปรแกรมชนิด RS-422 จะต้องใช้วงจรแปลงสัญญาณ RS-232 จากคอมพิวเตอร์ (หรือจากวงจรเปลี่ยน USB เป็น RS-232) แล้วต่อผ่านอุปกรณ์แปลงสัญญาณ RS-232 เป็น RS-422 เช่นรุ่น FX-232AWCH นอกจากนี้ยังมี อุปกรณ์แปลงสัญญาณ USB เป็น RS-422 ในชื่อรุ่น FX-USB-AW และ FX3U-USB-BD

ถ้าใช้งานลักษณะนี้ หน้าถัดไปให้เลือก Set Up Communication Port ด้านคอมพิวเตอร์เป็น “RS-232C” แทนการเลือกเป็น “USB”

Point

วิธีการติดตั้งไดรเวอร์ USB

กรณีใช้งาน <Windows® 7, Windows® 8>

① ติดสายเคเบิ้ลระหว่างคอมพิวเตอร์ และ PLC เข้าด้วยกัน จากนั้นเปิด PLC

② เลือก "Device Manager" ใน "System and Security" จากแท็บ "Control Panel" จากนั้นคลิกขวาที่ "Other derices" แล้วเลือก "Update Driver Software..."

③ เมื่อหน้าจอของ "Update Driver Software" แสดงขึ้นให้เลือก "Browse my computer for driver software" ต่อไปจะปรากฏ "Easysocket ¥USBDrivers" โฟล์เดอร์ที่มีการติดตั้ง GX Works2 ในกรณีผลิตภัณฑ์ MELSOFT ถูกติดตั้งไว้หลายตัว ให้อ้างอิงปลายทางการติดตั้งของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ครั้งแรก

* กรณีใช้ "FX3U-USB-BD", "FX-USB-AW" เชื่อมกับคอมพิวเตอร์ เนื่องจากวิธีการติดตั้งมีความแตกต่างตามแต่คอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน ฉะนั้น กรุณาดูรายละเอียดใน "GX Works2 Operating Manual (Common)"

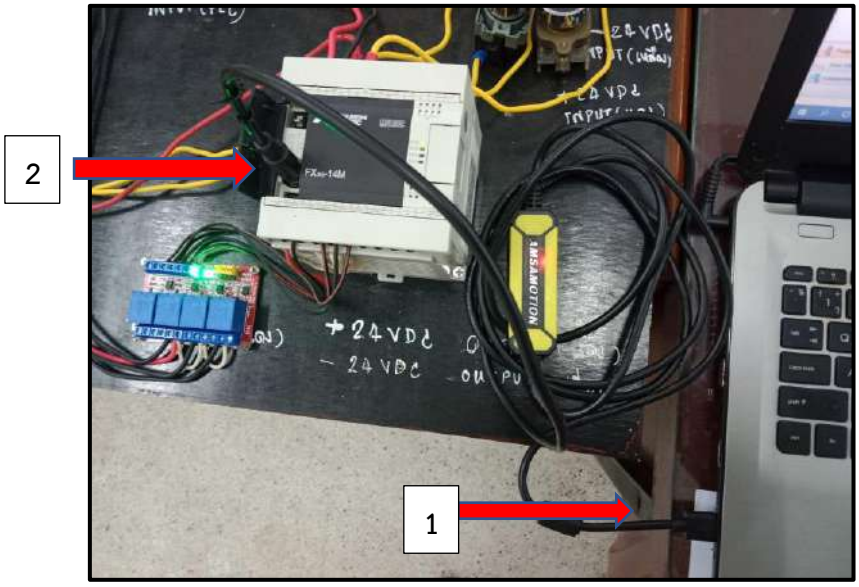
<u>รูปที่ 4.16 การติดตั้งไดรเวอร์ USB</u>

4.5 การดาวน์โหลดโปรแกรมลง PLC

4.5.1 การเชื่อมต่อสาย USB เมื่อทำการเปิดโปรแกรม

ขณะเชื่อมต่อสาย USB -Sc09 -FX เข้าที่ Port RS – 422 แล้วทำการเปิดโปรแกรม GX – WORKS 2 พร้อมเปิด ระบบ PLC (สายเชื่อมต่อใช้ได้เฉพาะ ตราอักษรและ Type ของแต่ละชนิดเท่านั้น)

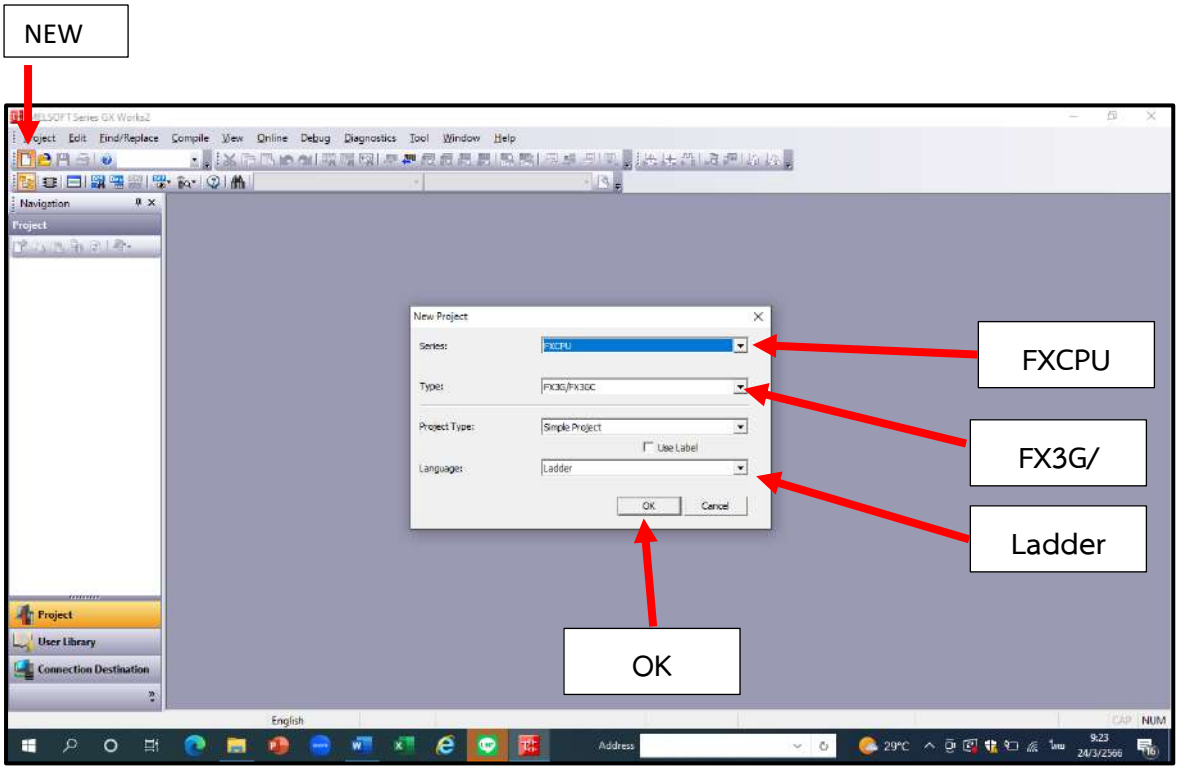
รูปที่ 4.17 การเปิดโปรแกรม GX – WORKS 2



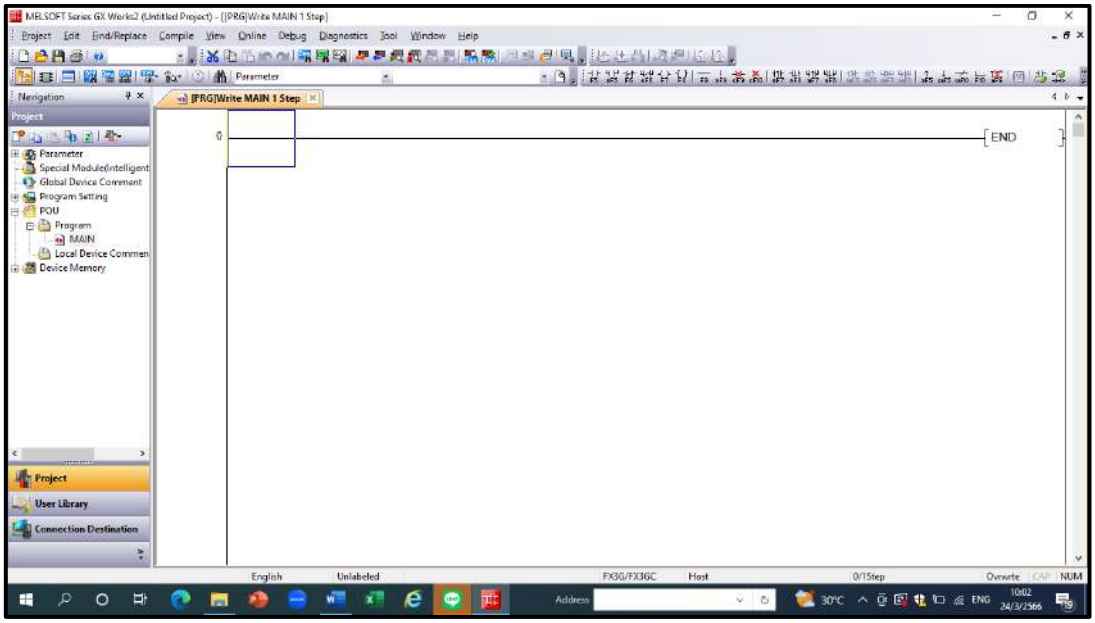
รูปที่ 4.18 การเชื่อมต่อสาย USB

4.5.2 การเชื่อมต่อจากคอมพิวเตอร์กับ PLC

ทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมาเรียบร้อย ให้เข้า NEW สร้างโปรแกรมที่ต้องการ โปรแกรมจะให้ทำการให้ตั้งค่า CPU ของรุ่น และภาษาที่ต้องการในการเขียน แสดงตามภาพรูปที่ 4.19

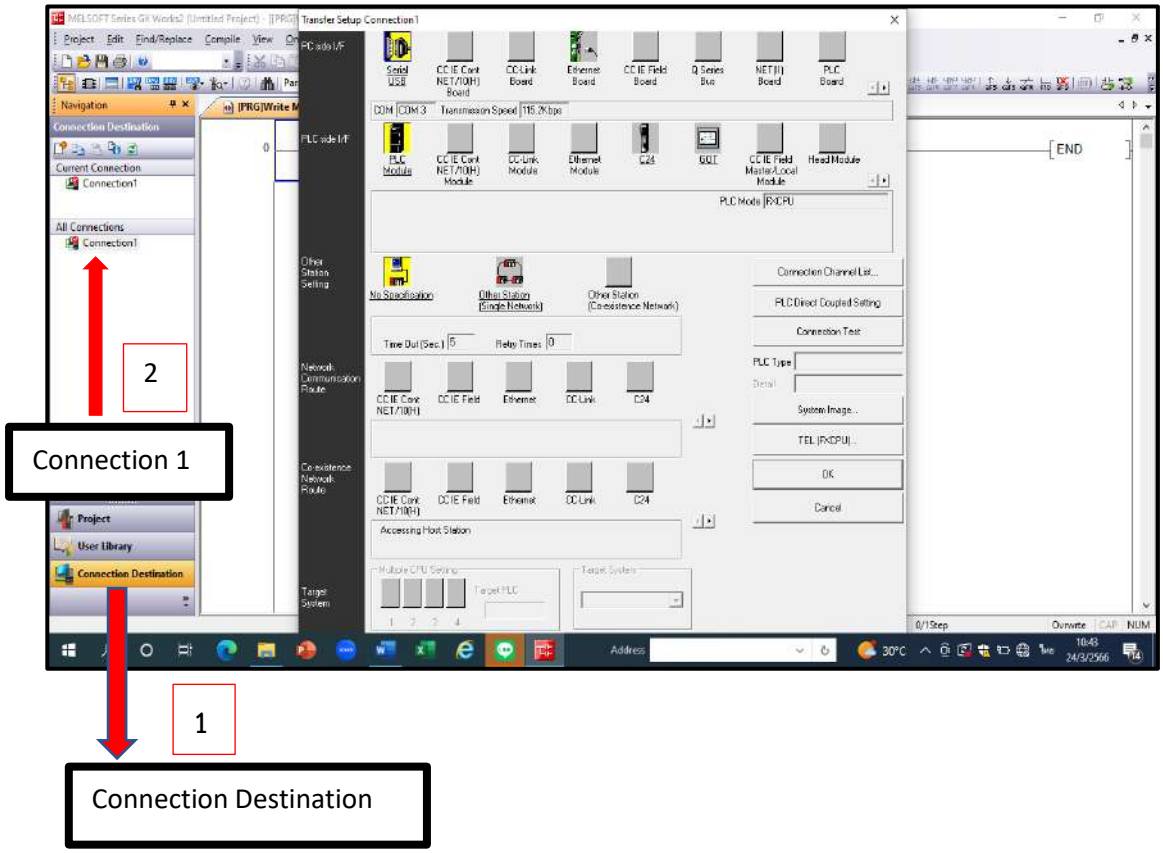


รูปที่ 4.19 การตั้งค่าเปิดโปรแกรมหน้าจอ

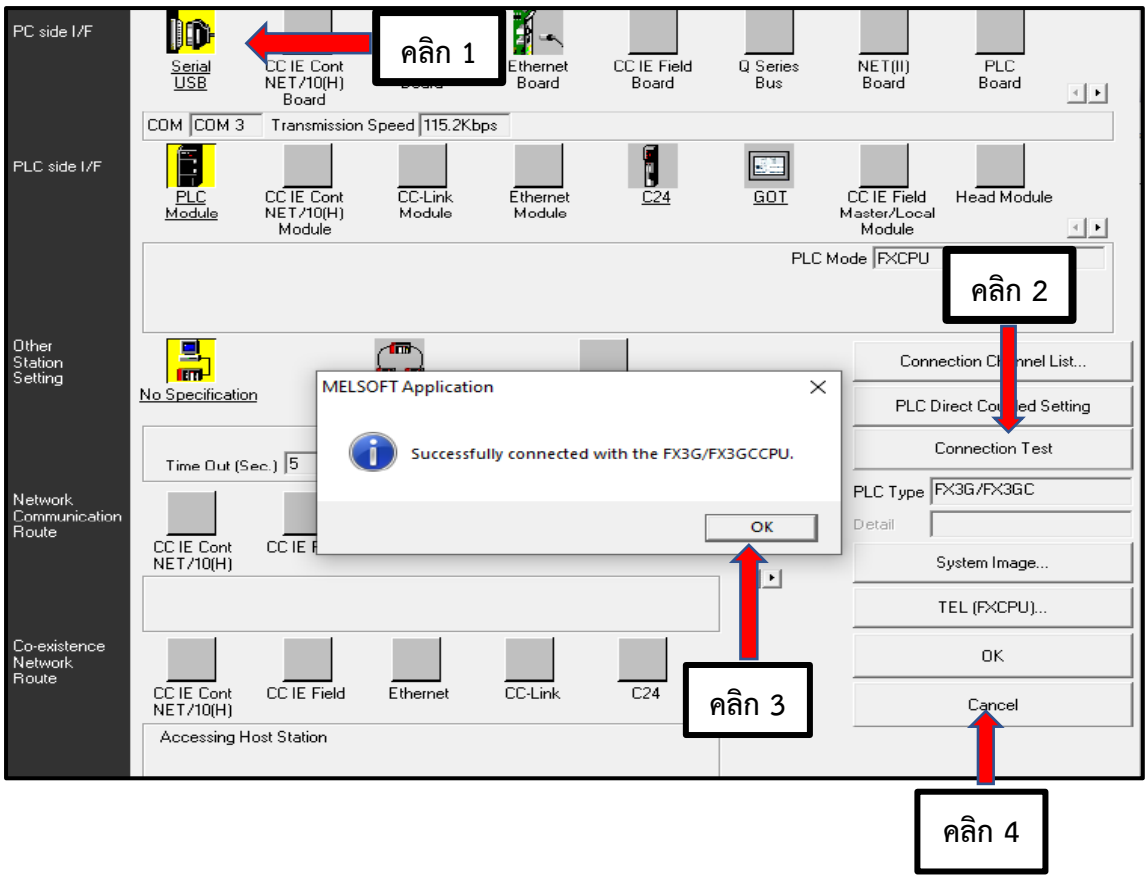


รูปที่ 4.20 หน้าจอพร้อมเขียนโปรแกรม

ก่อนทำการเขียนโปรแกรมให้ทำการเชื่อมสาย USB ก่อน เพื่อตรวจสอบการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับ PLC

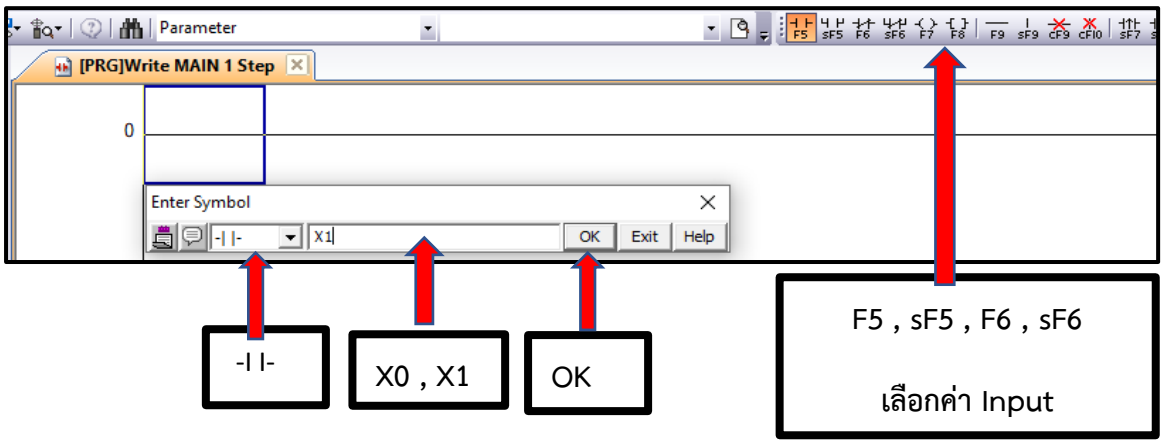


รูปที่ 4.21 การตั้งค่าเชื่อมต่อสาย USB

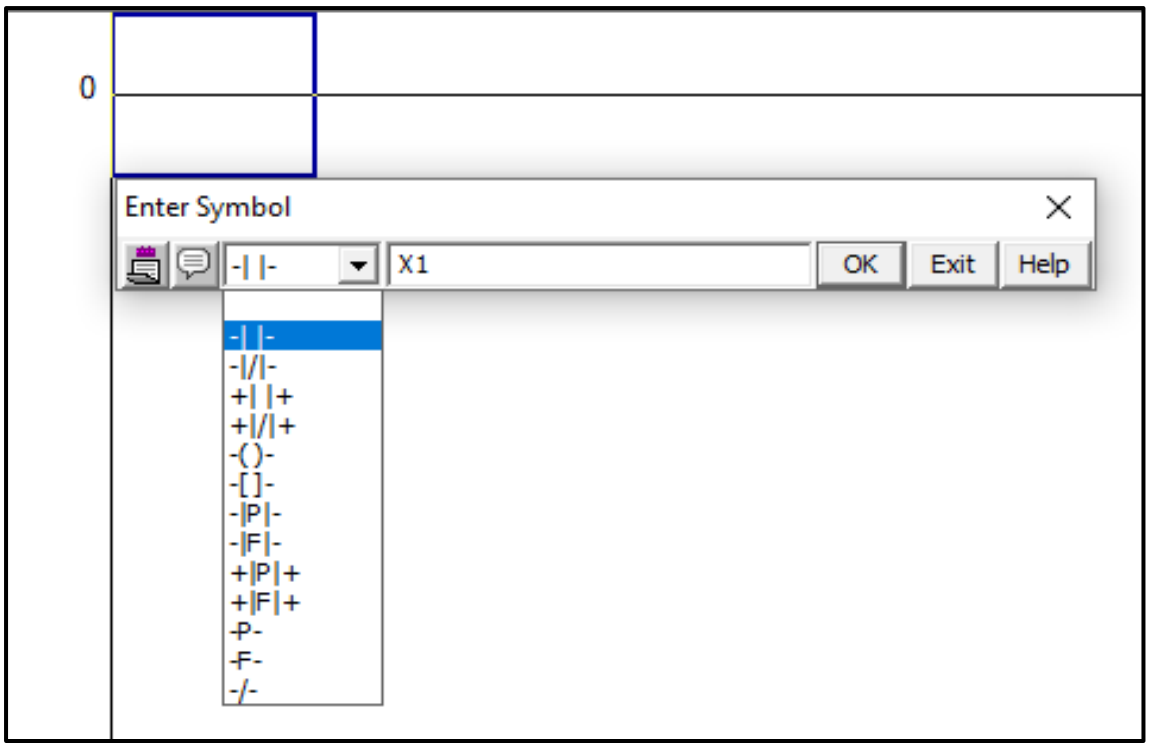


รูปที่ 4.22 การทดสอบการติดต่อสื่อสารสายสัญญาณ

Successfully Connected แสดงถึงการสื่อสารสมบูรณ์ห้ามปิดแท็ปให้ทำการ คลิก (OK)

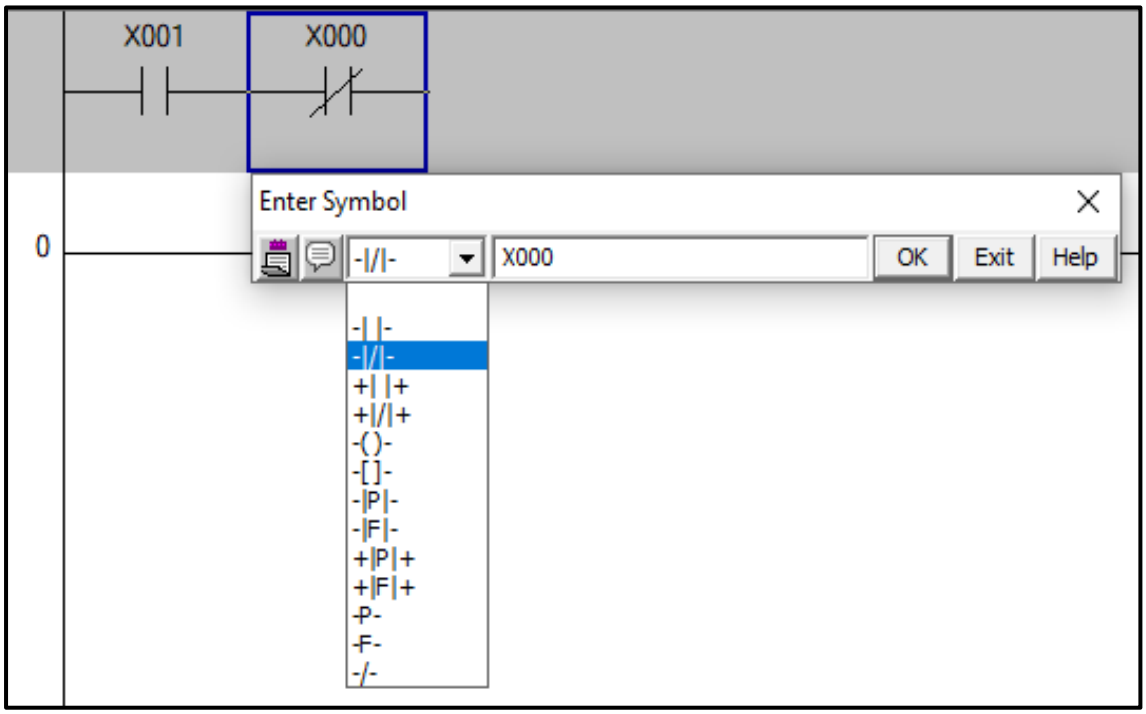


รูปที่ 4.23 การแสดงการเขียนโปรแกรม Input Unit

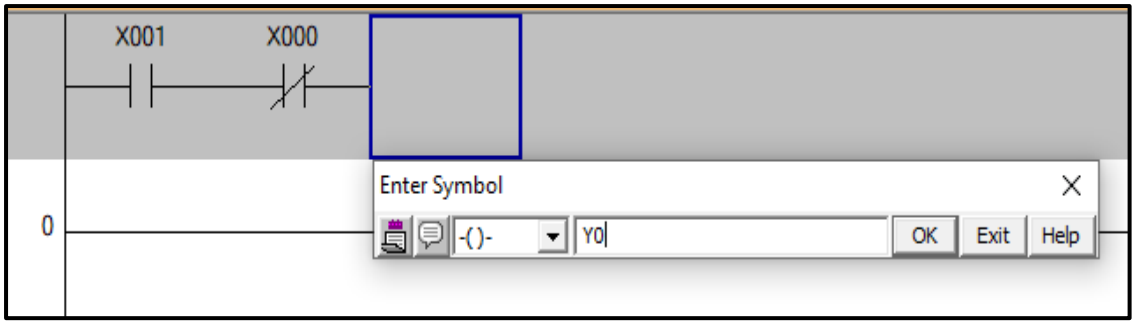


รูปที่ 4.24 การเขียนคำสั่งภาค Input Unit

(X0 – X7) คือการเขียนคำสั่งภาค Input Unit

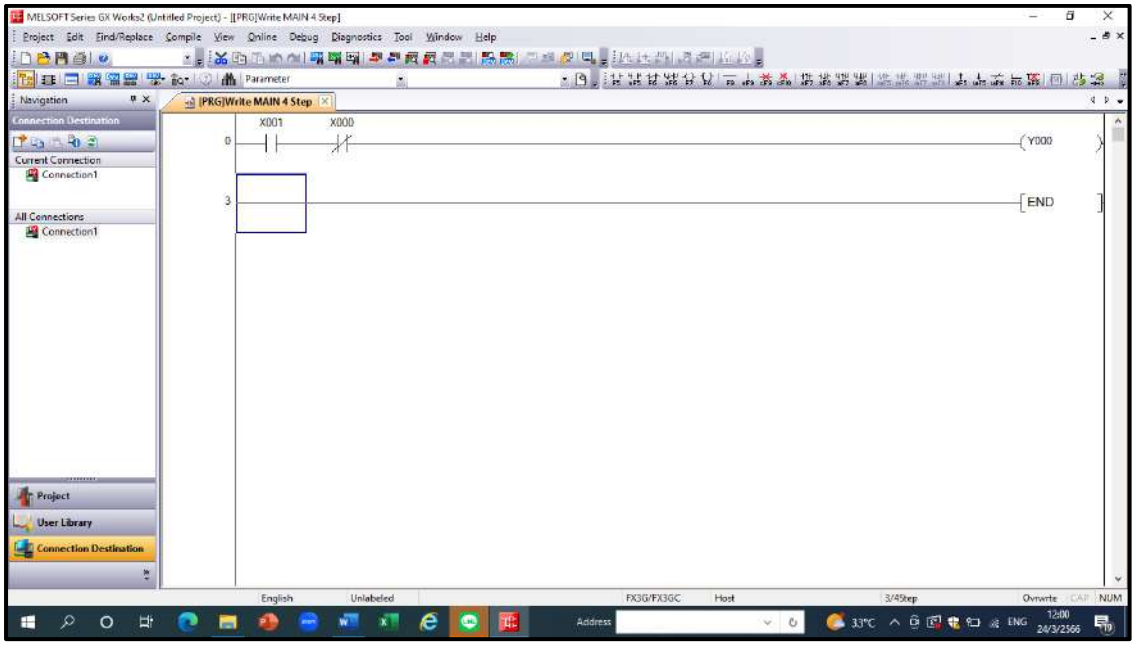


รูปที่ 4.25 การเขียนคำสั่งภาค Input Unit



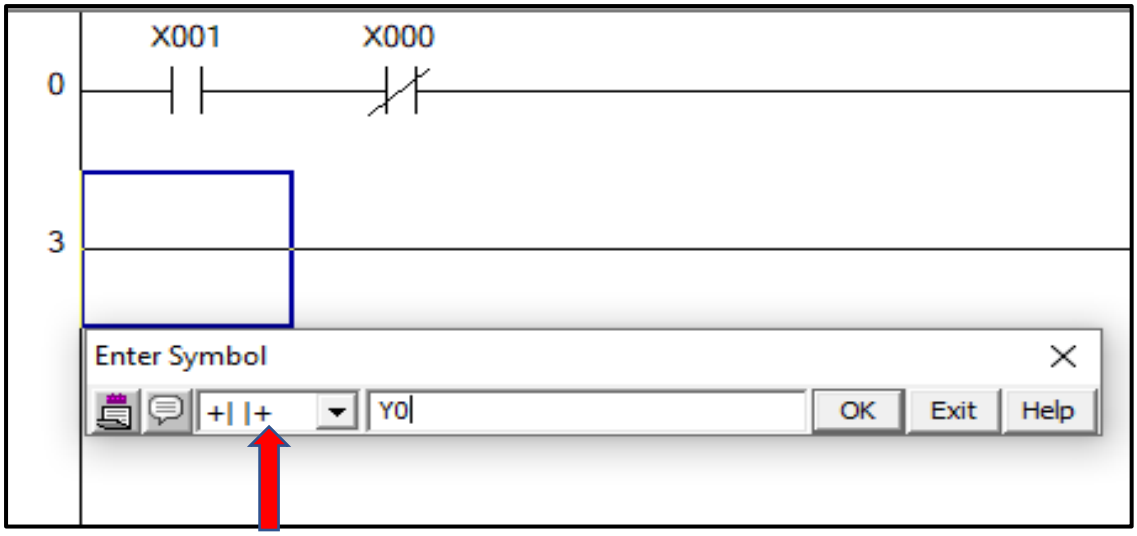
รูปที่ 4.26 การเขียนคำสั่งภาค Output Unit

(Y0 – Y7) คือการเขียนคำสั่งภาค Output Unit



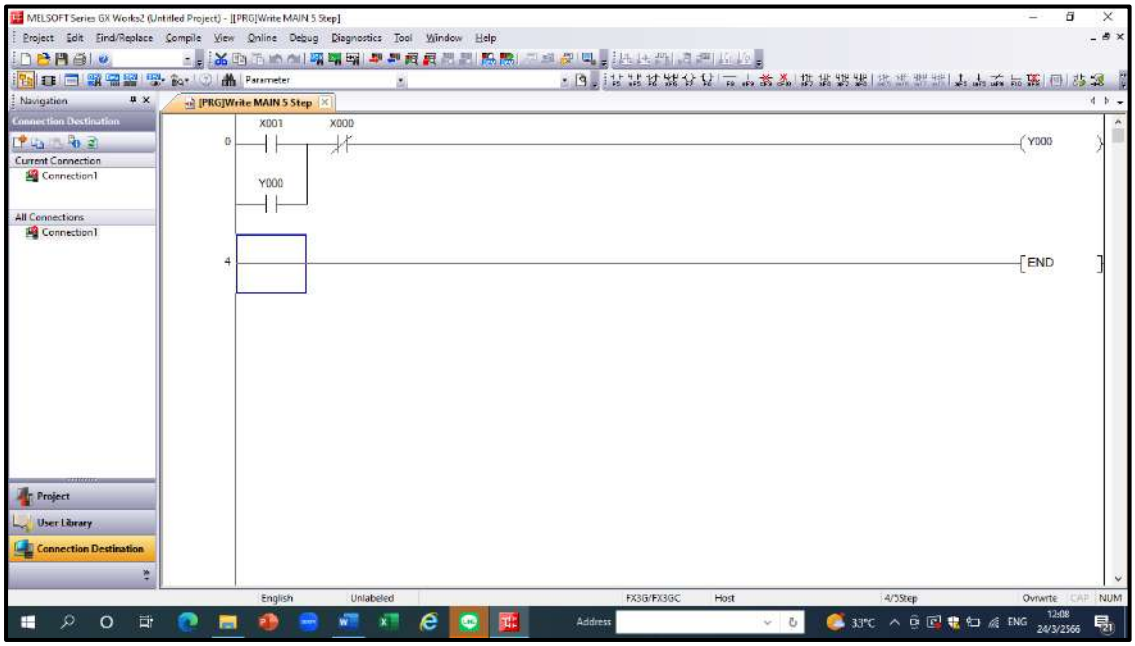
รูปที่ 4.27 การเขียนคำสั่งภาค Output Unit

ต้องการ X001 Interlock หน้าสัมผัสเมื่อ Y000 ทำงานไปแล้ว โดยหน้าสัมผัสของ X001 ทำงานตลอด

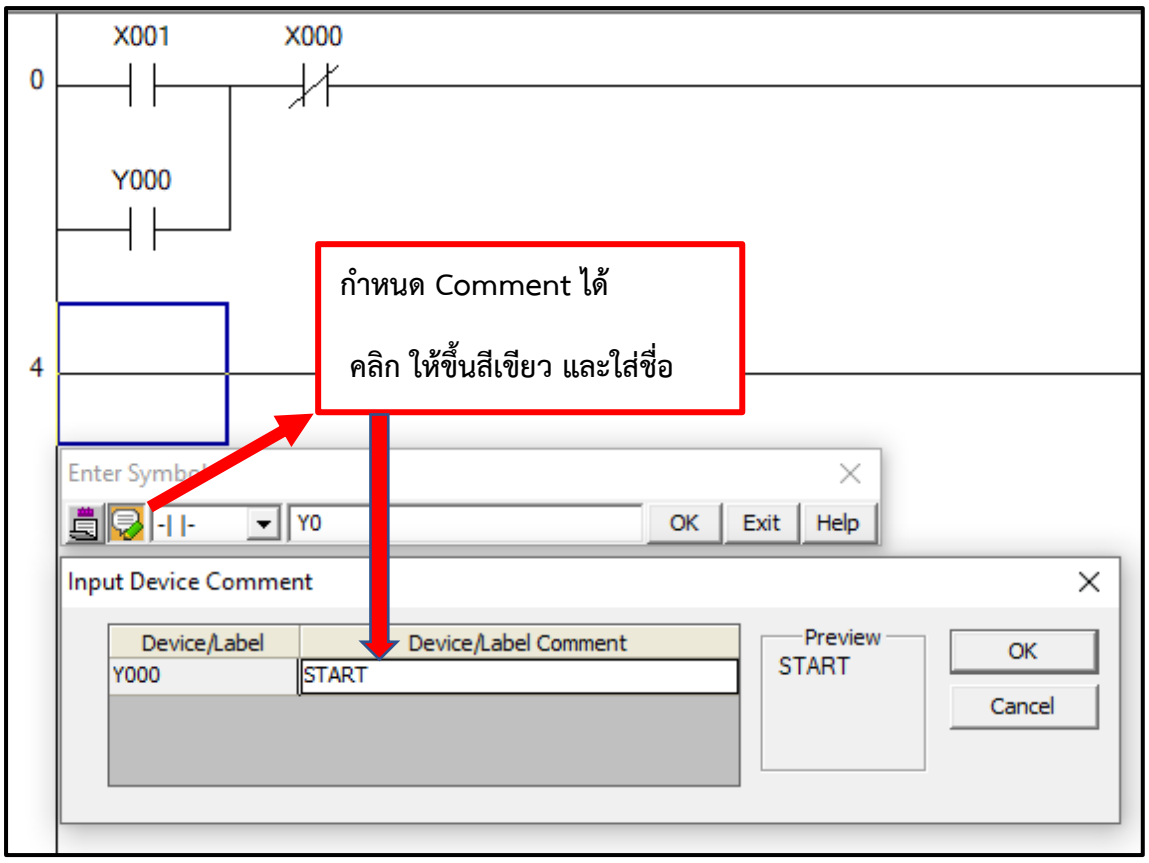


เครื่องหมาย Interlock โดยใช้
หน้าสัมผัสจาก Output (Y)

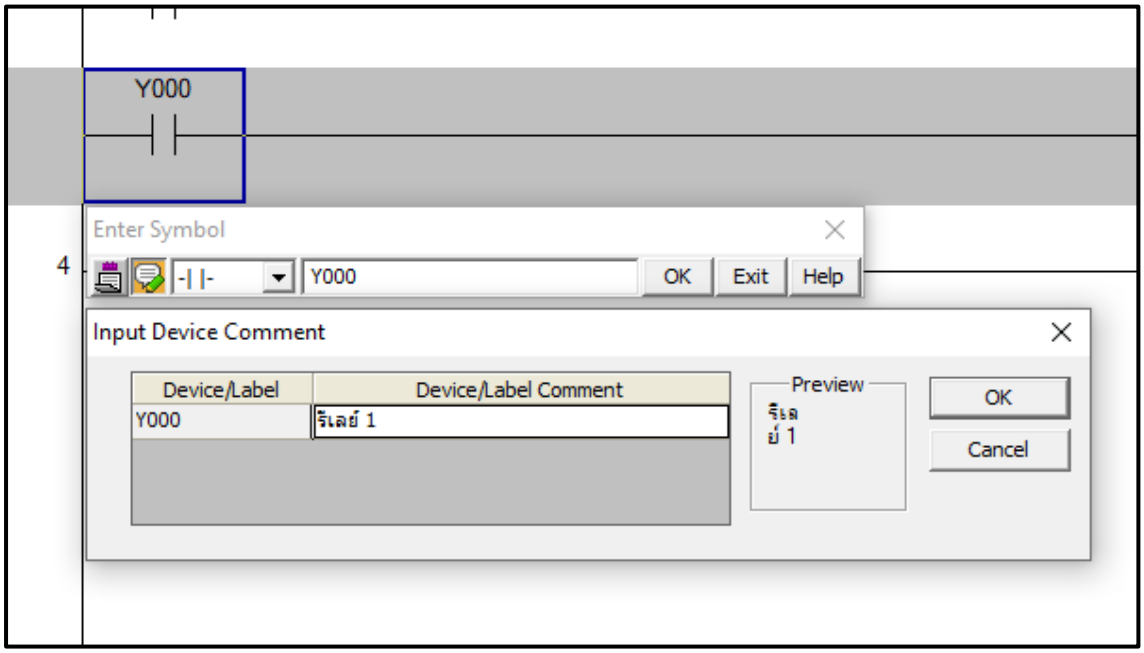
รูปที่ 4.28 การใช้คำสั่ง Interlock โดยใช้หน้าสัมผัสจาก Output



รูปที่ 4.29 การใช้คำสั่ง Interlock โดยใช้หน้าสัมผัสจาก Output

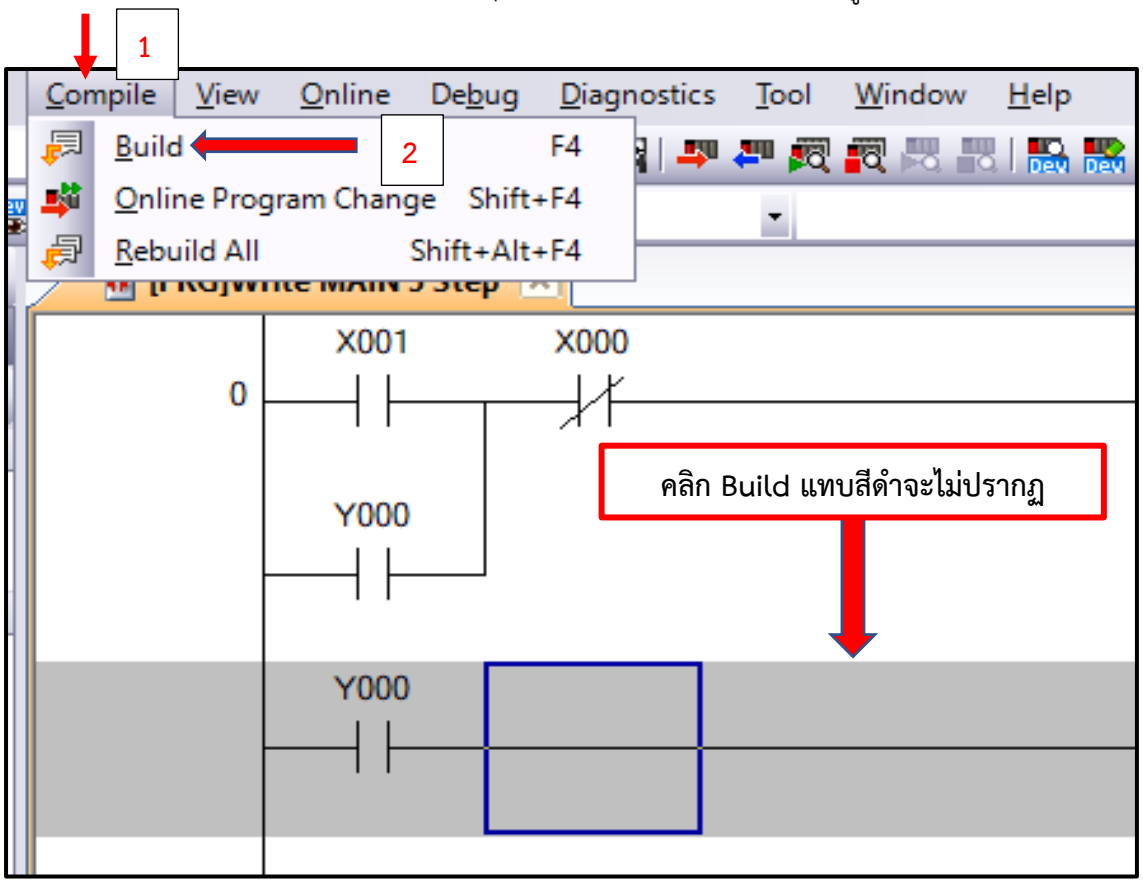


รูปที่ 4.30 การกำหนดชื่ออุปกรณ์ Input Unit และ Output Unit

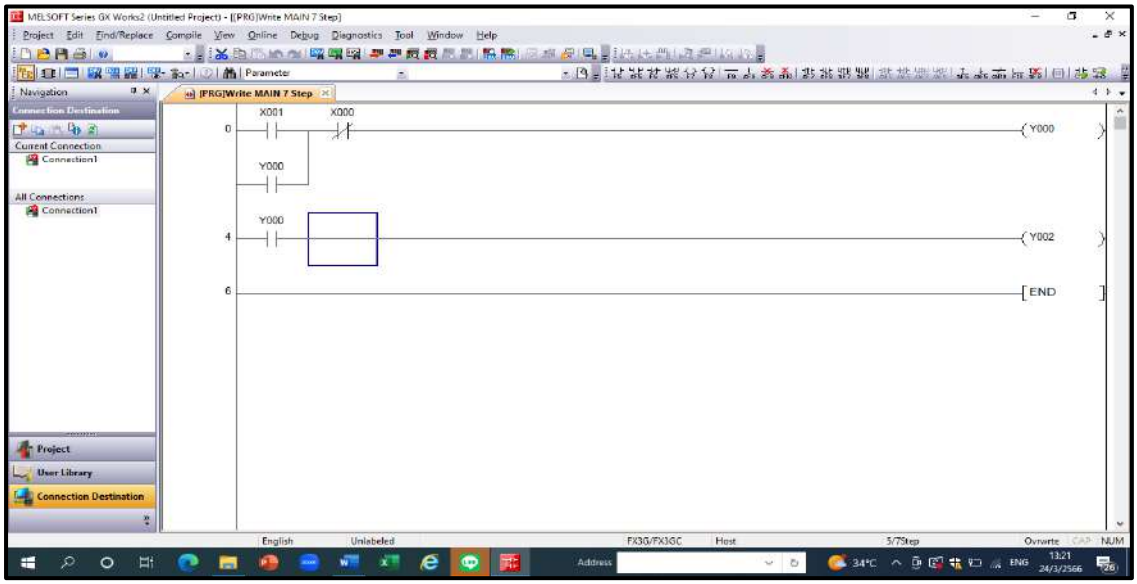


รูปที่ 4.31 การกำหนดชื่ออุปกรณ์ Input Unit และ Output Unit

ต้องการแทบสีดำหายไป คลิก Compile และ คลิก Build แสดงตามรูปที่ 4.32

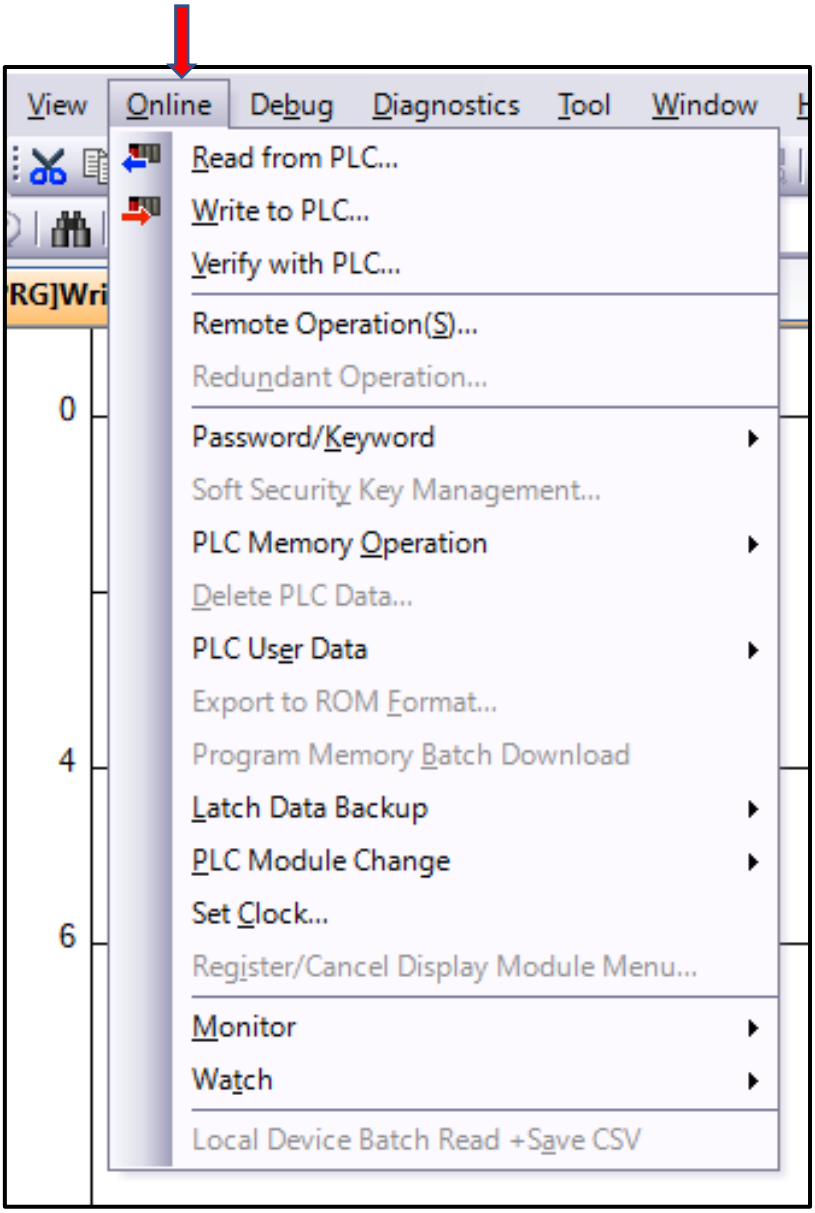


รูปที่ 4.32 ขั้นตอนการ Compile



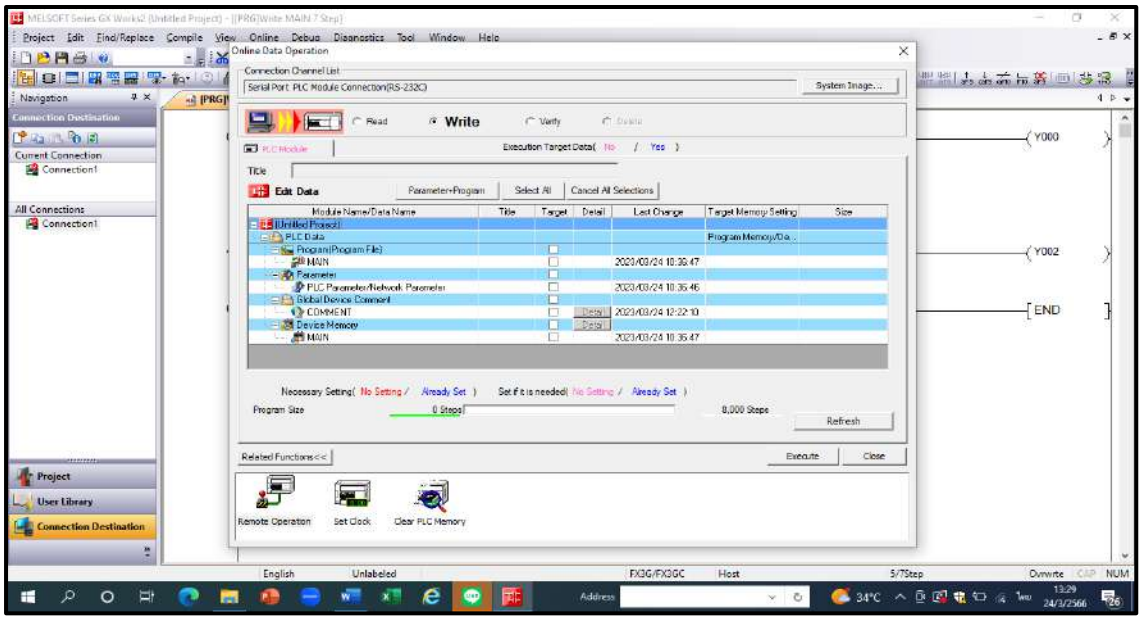
รูปที่ 4.33 การ Compile เรียบร้อย

ต้องตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมที่เขียน คลิก Online และ คลิก Write to PLC



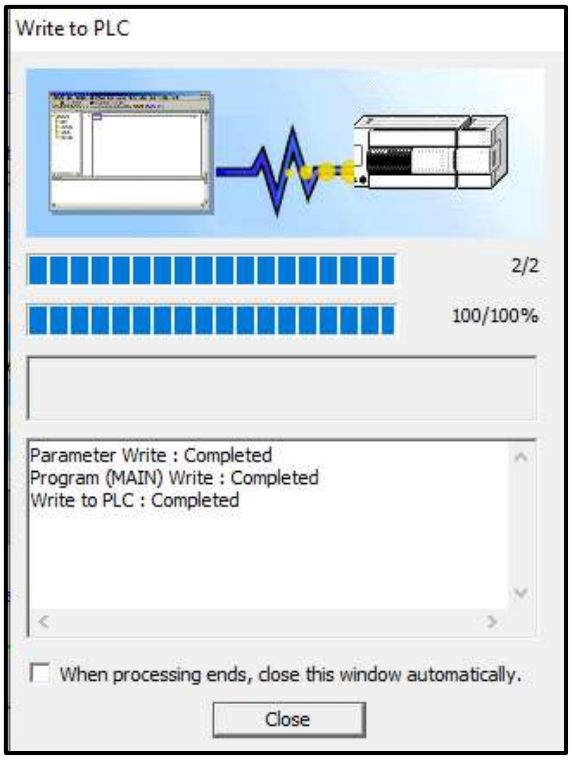
รูปที่ 4.34 ขั้นตอนการ Write

จะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้น



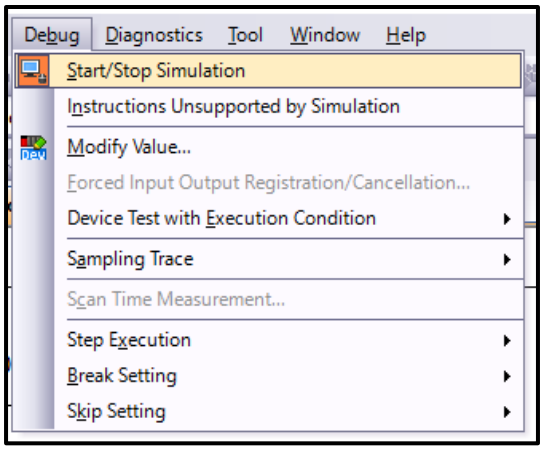
รูปที่ 4.35 ขั้นตอนการดาวน์โหลดโปรแกรม

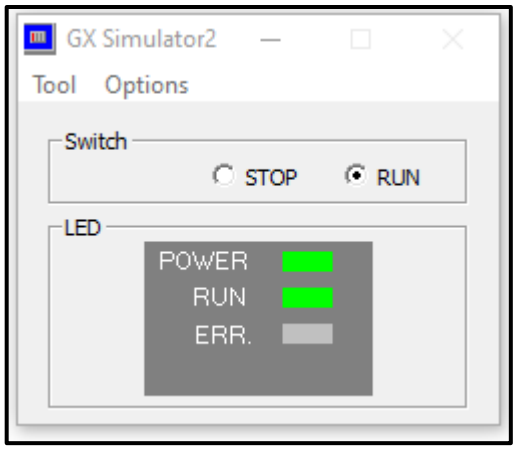
คลิก Parameter จะปรากฏลูกศรขึ้น หลังจากนั้น คลิก Execute



รูปที่ 4.36 การดาวน์โหลดเรียบร้อย

Parameter Write : Completed คลิก Close



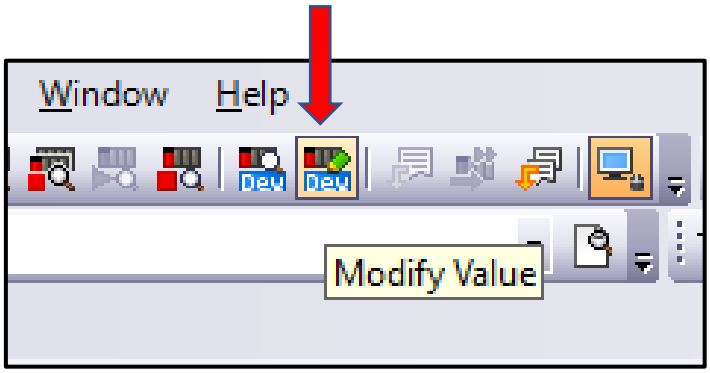


รูปที่ 4.37 การทดสอบโปรแกรม

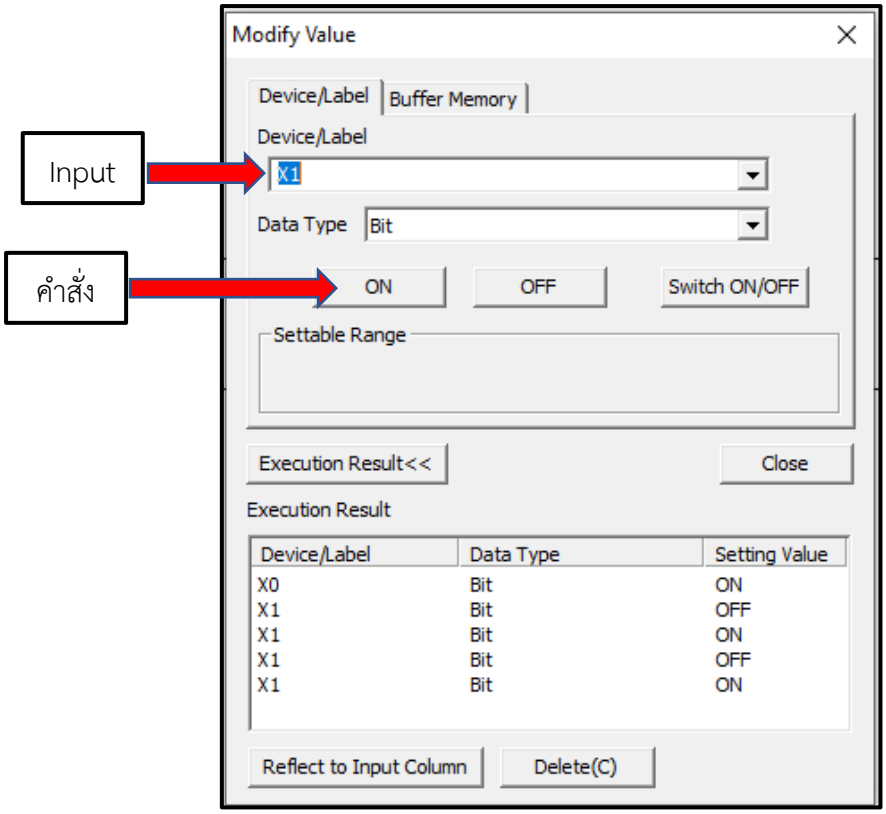
รูปที่ 4.38 การทดสอบโปรแกรม

การ Simulation คลิก Debug จะปรากฏหน้าต่างขึ้น และ คลิก Start/Stop Simulation จะเกิดหน้าต่างใหม่ขึ้นทำการย่อหน้าต่างลง

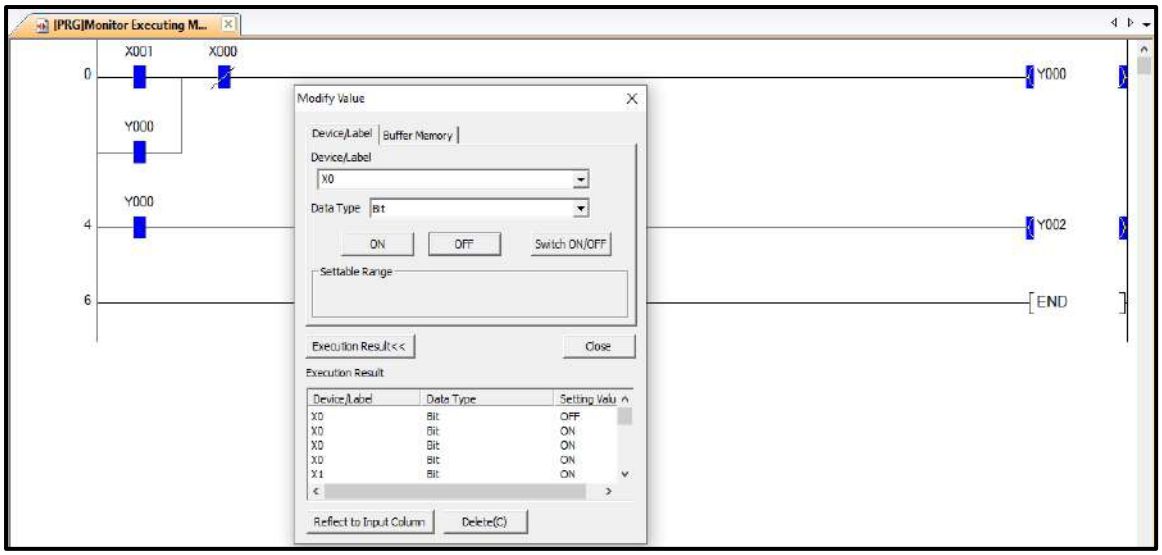
การ Modify Value คลิก ตามลูกศร จะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้น พิมพ์ คำสั่ง X1 และกด ON โปรแกรมจะทำการ Run ให้เพื่อตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมที่เขียนไว้ถูกต้องหรือไม่



รูปที่ 4.39 การทดสอบโปรแกรม



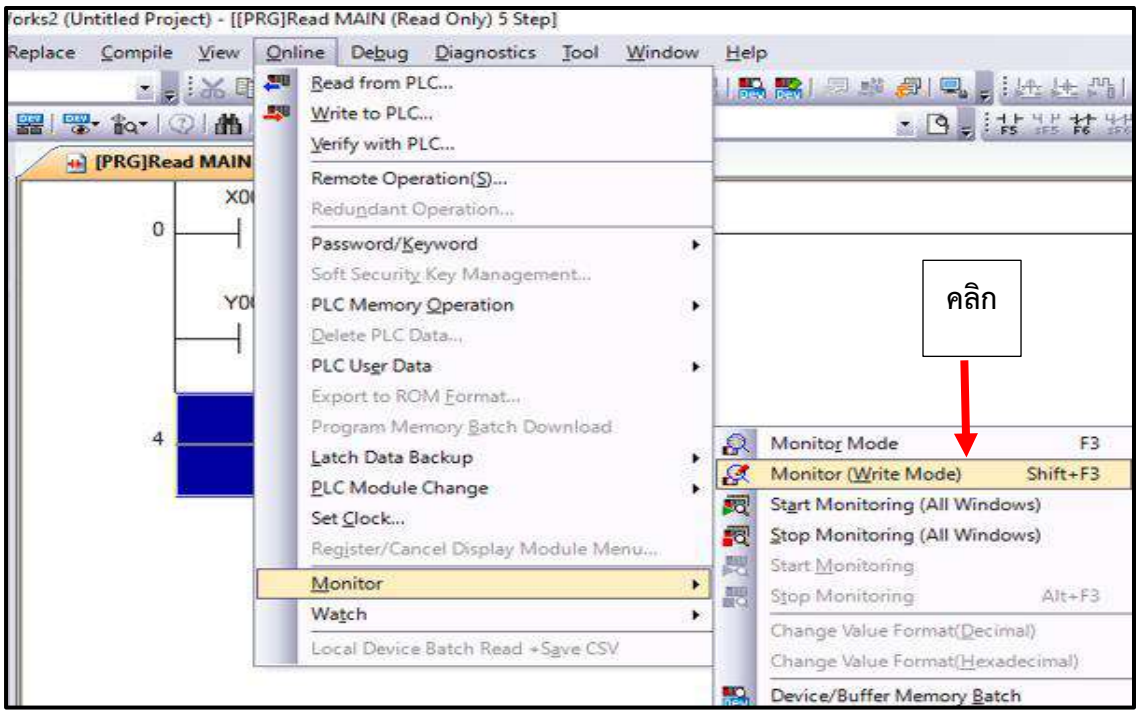
รูปที่ 4.40 การใช้คำสั่งทดสอบโปรแกรม



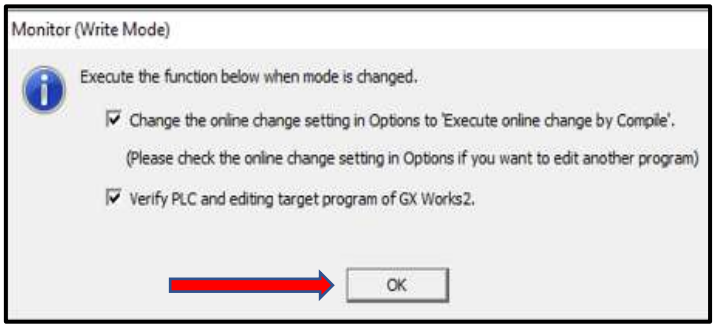
รูปที่ 4.41 แสดงการทดสอบโปรแกรม

4.5.3 หลักการดาวน์โหลดลงใน PLC

หลังจากตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมเสร็จเรียบร้อย ให้ทำการดาวน์โหลดลง PLC โดยการคลิก Online และ คลิก Monitor (Write Mode)



รูปที่ 4.42 ขั้นตอนการดาวน์โหลด

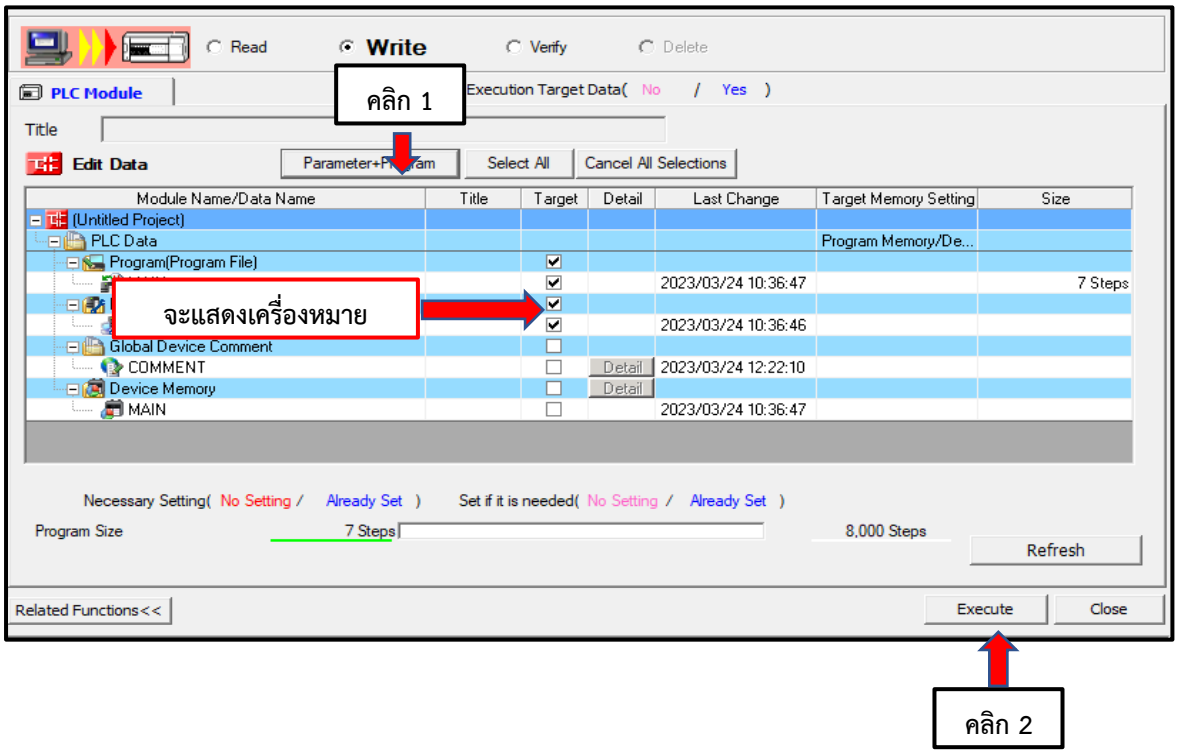


รูปที่ 4.43

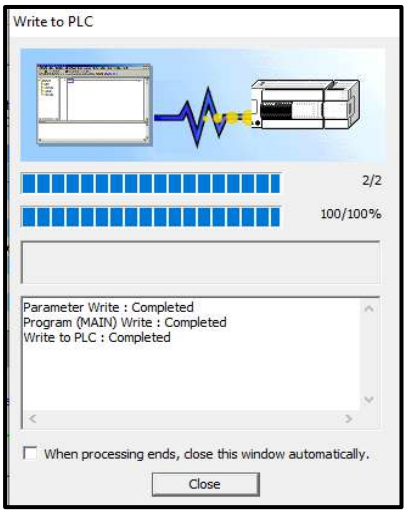
จะปรากฏหน้าต่างใหม่ให้ คลิก (OK) จะทำการปิดหน้าต่าง

หลังจาก คลิก (OK) จะปรากฏหน้าต่างใหม่ให้คลิก Parameter Program จะปรากฏเครื่องหมายลูกศร ทำการคลิก Execute โปรแกรมจะทำการเขียนลงและดาวน์โหลดลงใน Memory

การ Write to PLC สามารถทำการเขียนโปรแกรมใหม่และทำการดาวน์โหลดลงทดแทนโปรแกรมเก่าได้



รูปที่ 4.44 การ Write to PLC



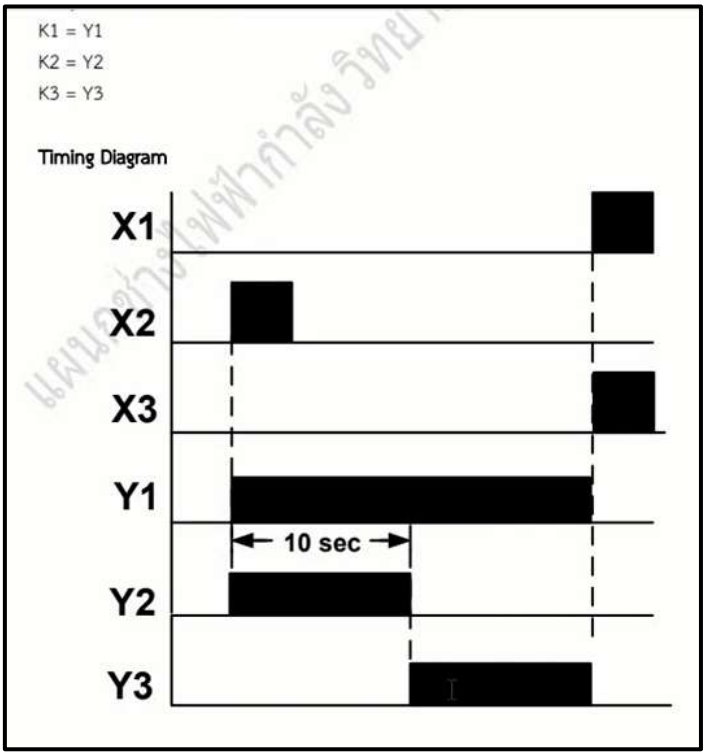
เมื่อทำการดาวน์โหลดโปรแกรมเสร็จเรียบร้อย ให้ คลิก Close

PLC สามารถปฏิบัติการตามคำสั่งการที่เขียนโปรแกรมไว้

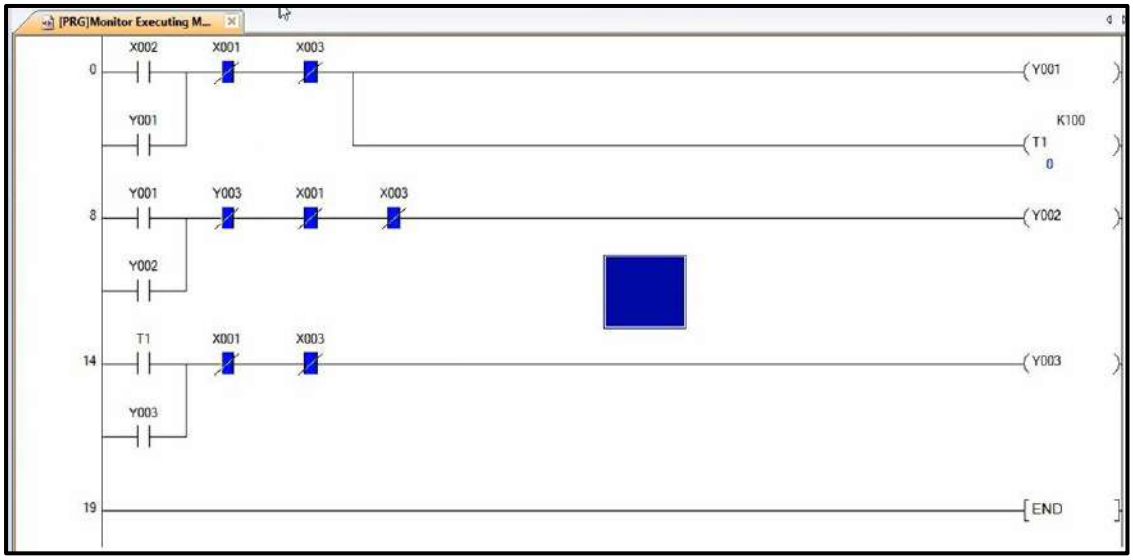
รูปที่ 4.45 การดาวน์โหลดโปรแกรมเสร็จเรียบร้อย

4.5.4 ความรู้พื้นฐานการเขียนโปรแกรม PLC (ตัวอย่าง)

วงจรควบคุมไฟฟ้าการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์ (Y) – รันแบบเดลต้า (△)

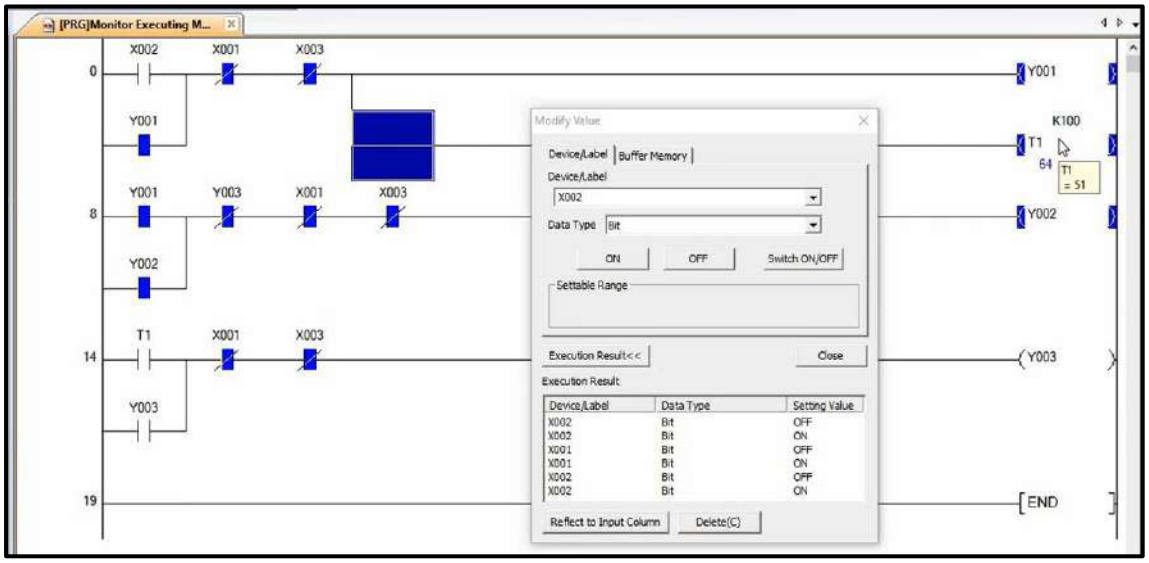


รูปที่ 4.46 Timing Diagram



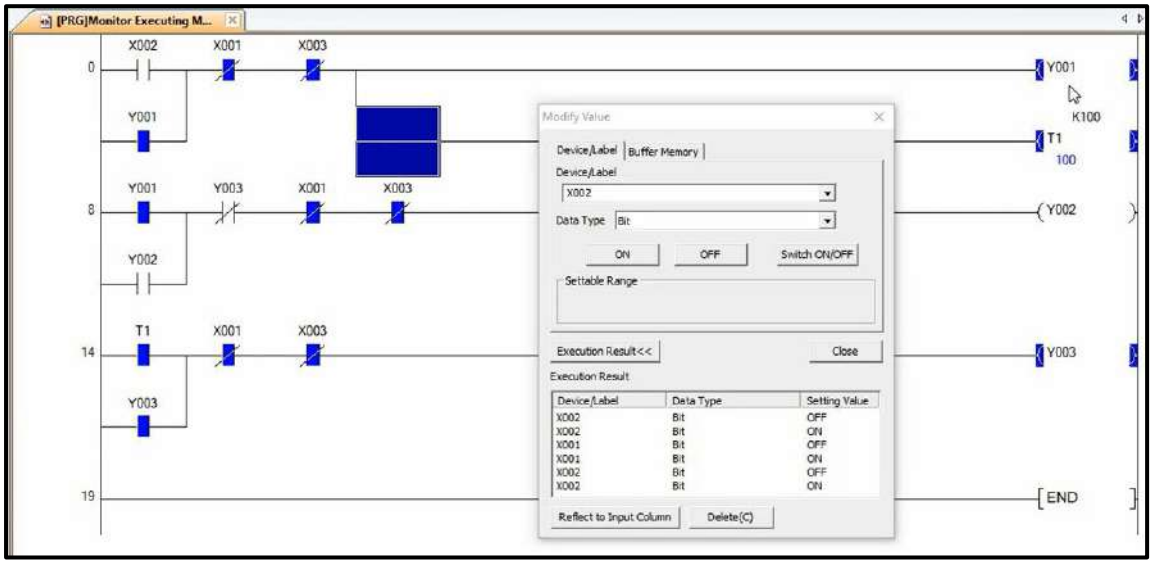
รูปที่ 4.47 แสดงการเขียนโปรแกรม Ladder

กด X001 ทำให้ Y001 และ Y002 ทำงานพร้อมกัน ขณะที่ Y002 จะทำงาน 10 วินาที เป็นการสตาร์ทแบบ สตาร์ (Y)



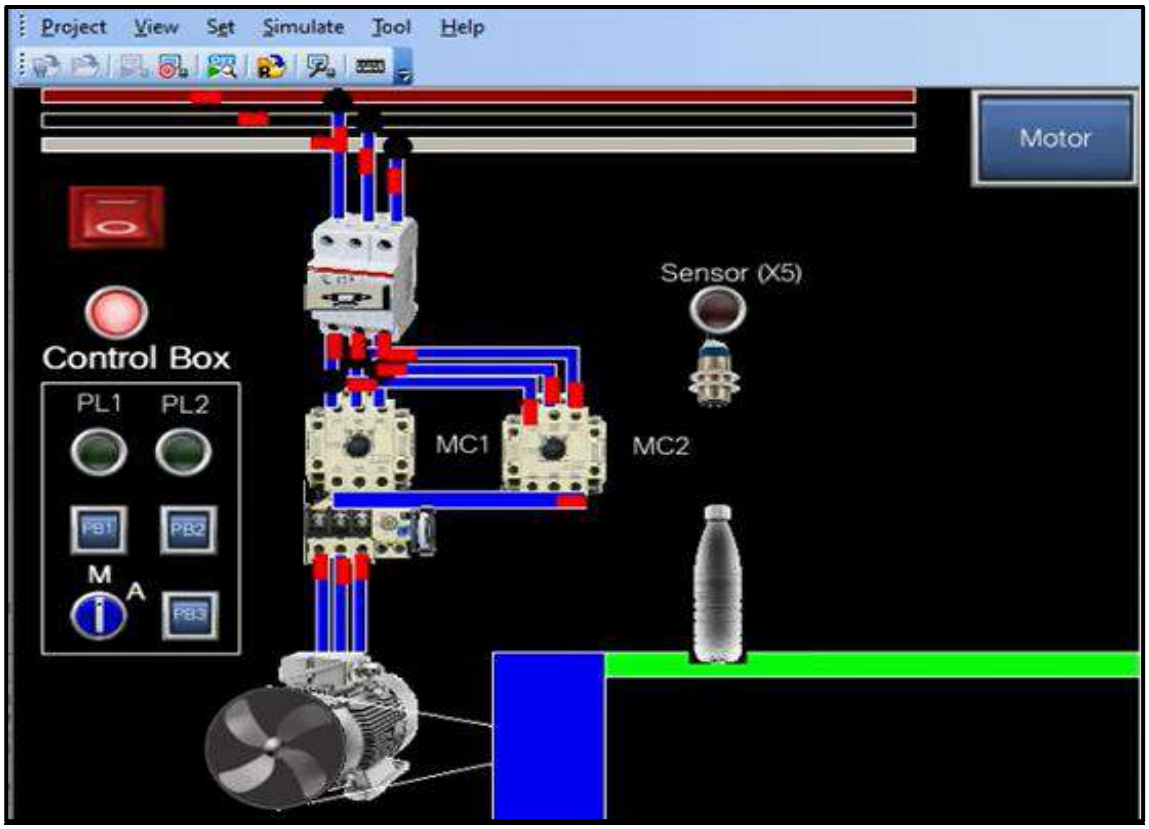
รูปที่ 4.48 แสดงการทำงานของ Timer Diagram

หลังจาก 10 วินาที Y002 จะหยุดการทำงาน คำสั่งเปลี่ยนให้ Y003 ทำงานพร้อมกับ Y001 เป็นการรันแบบเดลต้า (Δ)

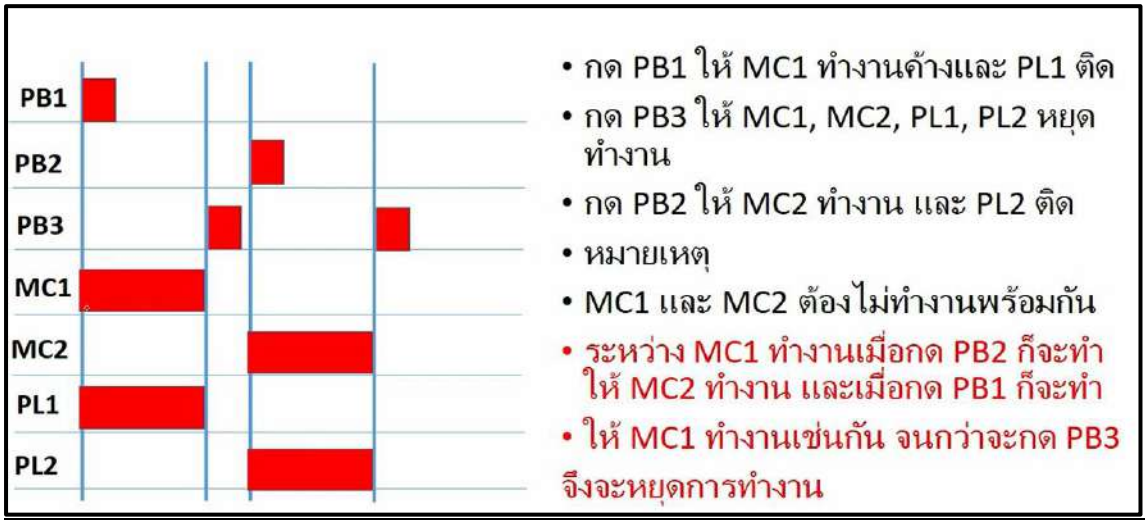


รูปที่ 4.49 แสดงการทำงานของ Timer Diagram

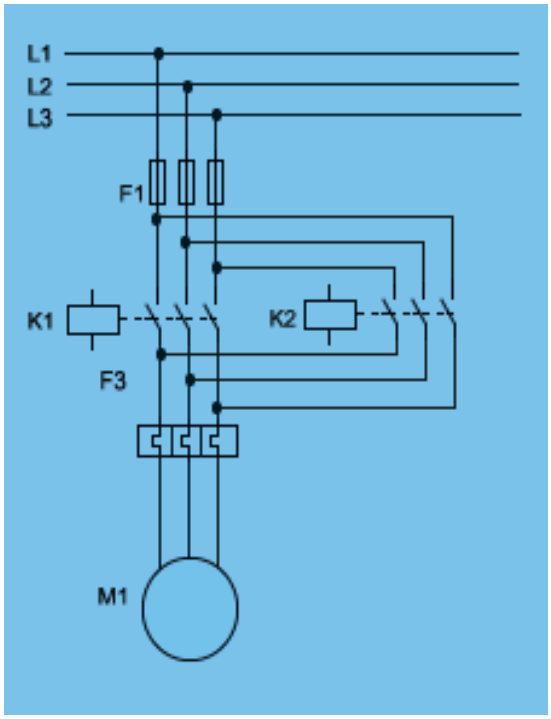
4.5.5 ความรู้พื้นฐานการเขียนโปรแกรม PLC (ตัวอย่างการกลับทางหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส)



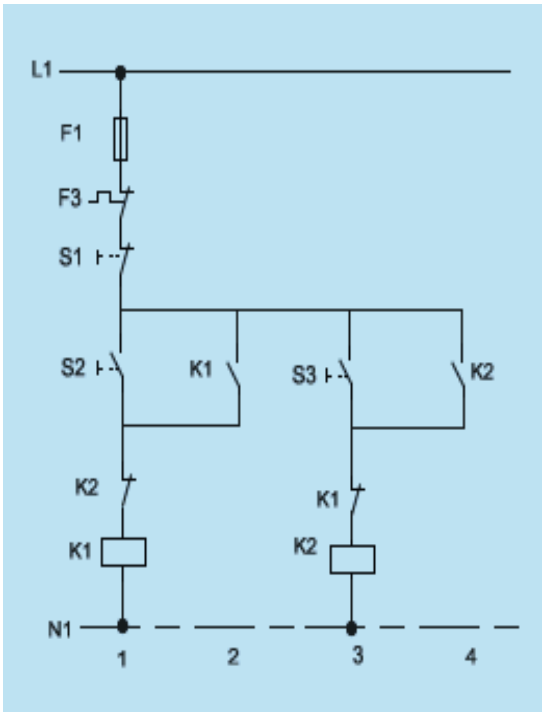
รูปที่ 4.50 ตัวอย่างการกลับทางหมุนของมอเตอร์ 3 เฟส



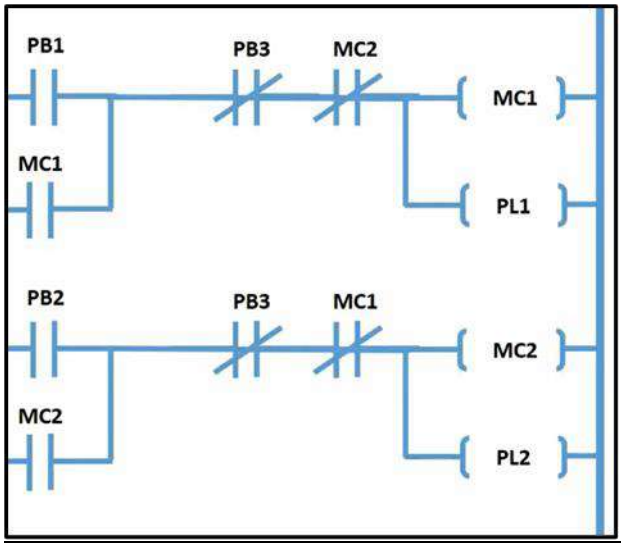
รูปที่ 4.51 แสดงการเขียน Time Chart



(ก) วงจรไฟฟ้ากำลังกลับทางหมุน



(ข) วงจรไฟควบคุมกลับทางหมุน

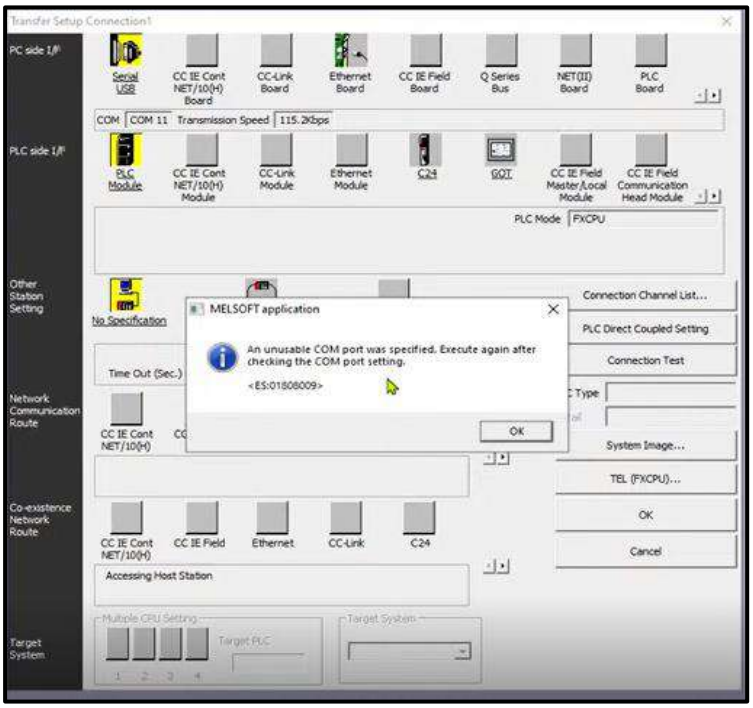


รูปที่ 4.52 แสดงวงจร Ladder

ภาคผนวก

หลักการแก้ไขปัญหาของระบบควบคุม PLC

1. การแก้ไขปัญหาในขณะเชื่อมต่อสาย USB -Sc09 -FX เข้าที่ Port RS – 422 แล้วเกิดปัญหาระบบไม่สามารถเชื่อมต่อได้ให้ทำการตรวจสอบว่าเชื่อมต่อ Port ถูกต้องหรือไม่ แสดงตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการเกิดปัญหาการเชื่อมต่อไม่ถูกต้อง

โดยให้คลิกไปที่ Window แล้วคลิกไปที่ Device Manager

หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Device Manager

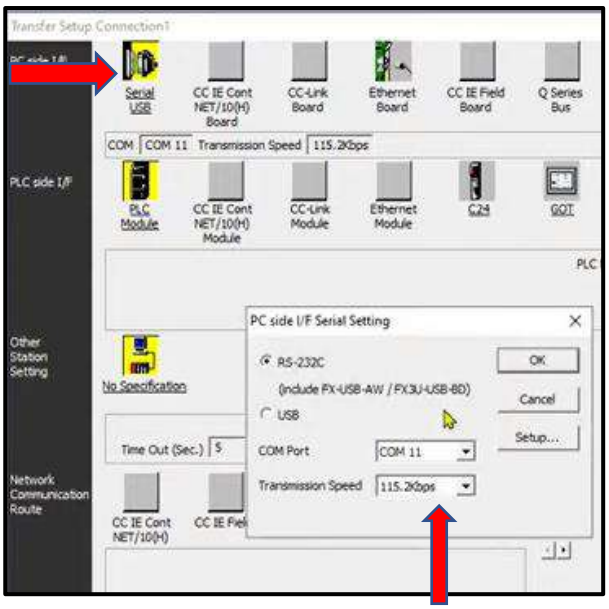
รูปที่ 2 การ Device Manager

(ก)

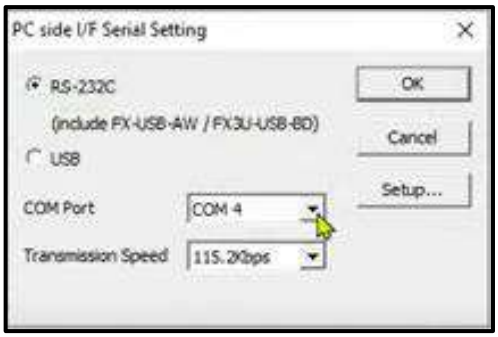
ให้ทำการคลิก Poets(COM & LPT) และทำการตรวจสอบว่าสายสัญญาณเชื่อมต่ออยู่กับ COM ใด

วิธีการตรวจสอบอย่างง่ายคือการทดลองถอดสายสัญญาณออกจะปรากฏ COM หายไปจากหน้าจอแสดงว่ามีการสื่อสารกับ COM นั้น

หลังจากนั้นให้กลับมาที่หน้าต่างเดิมและให้คลิก Serial USB จะปรากฏหน้าต่างใหม่ ให้ทำการคลิกปรับไปที่ COM ให้ตรงกับ Poets(COM & LPT) แสดงตามรูปที่ 2



(ข)



(ค)

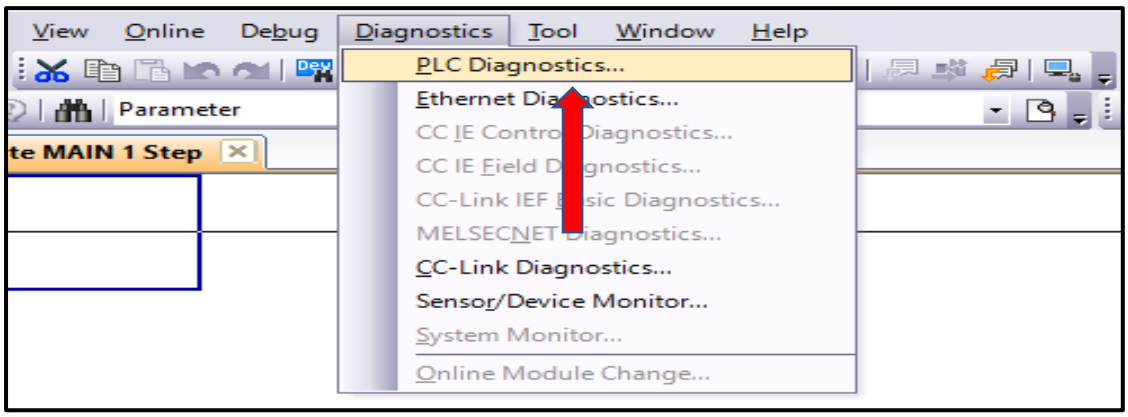
รูปที่ 3 ขั้นตอนการตรวจสอบการสื่อสาร

2 <u>หลักการแก้ไข PLC Error</u>

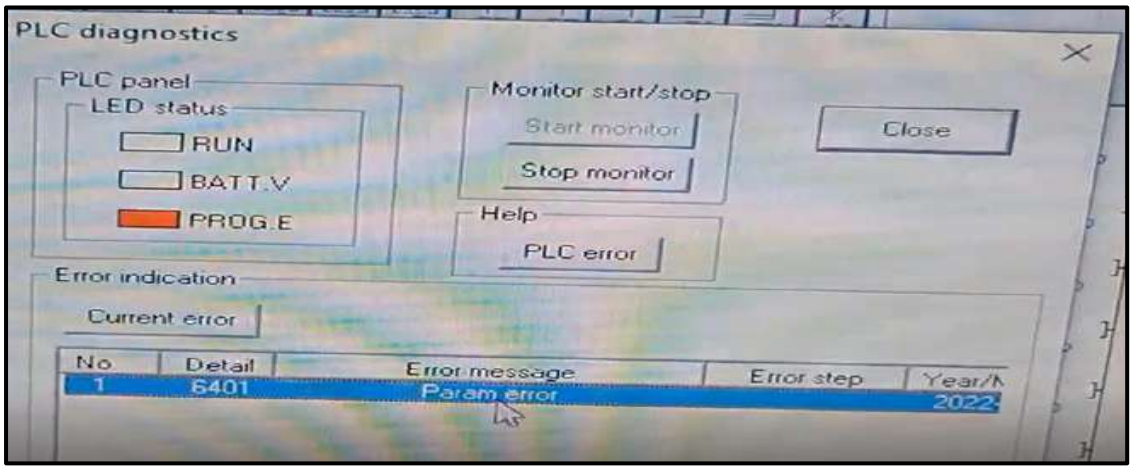
เมื่อทำการเปิด PLC ปรากฏว่ามีสัญญาณไฟสีแดงกระพริบเตือน Error ให้ทำการแก้ไขเบื้องต้นโดยให้ทำการเชื่อมต่อสาย USB -Sc09 -FX และทำการเปิดโปรแกรม GX – WORK 2 แสดงตามรูปที่ 4

ให้คลิก Diagnostics เพื่อตรวจสอบค่าที่ Error โดยการคลิก PLC Diagnostics จะปรากฏหน้าต่างใหม่

(ก)



(ข)



(ค)

<u>รูปที่ 4 การตรวจสอบค่า Error</u>

ให้ทำการตรวจสอบรหัสจากคู่มือ เมื่อปรากฏปัญหาที่เกิดขึ้นไม่เสียหาย Hardwar มาก ให้ทำการทดลองโหลดโปรแกรมลงใหม่ได้

Error code	PLC operation at error occurrence	Contents of error	Action
Parameter error [M8064(D8064)]			
0000	---	No error	
6401		Program sum check error	• STOP the PLC, and correctly set the parameters. Check that the following functions are not used with an unsupported PLC version when a memory cassette is attached: - Permanent PLC lock (supported in Ver. 2.61 or later) - Read-protect the execution program for block passwords (supported in Ver. 3.00 or later) - FX3U-FLROM-1M (supported in Ver. 3.00 or later)
6403		Latched device area setting error	
6404		Comment area setting error	
6405		File register area setting error	
		Special unit (BFM) initial value setting, positioning instruction setting sum check error	
6407		Special unit (BFM) initial value setting, positioning instruction setting error	
6409	Stops operation	Other setting error	
6420		Special parameter sum check error	• STOP the PLC, and correctly set the special parameters. • Set special parameters correctly, turn OFF the power, and then turn ON the power.
6421		Special parameters setting error	• Check the contents of the special parameter error code (D8489), confirm troubleshooting for special adapters/special blocks, and set special parameters correctly.

รูปที่ 5 การตรวจสอบรหัสจากคู่มือ

3 <u>หลักการเปลี่ยนแบตเตอรี่ PLC</u>

ก่อนการเปลี่ยนแบตเตอรี่ PLC ควร Backup ไฟล์ข้อมูลก่อนทุกครั้ง เพื่อป้องกันข้อมูลสูญหาย ให้ถอดฝาครอบแบตเตอรี่ออกและทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่ ในขณะที่ทำการเปลี่ยนห้ามปิดไฟจากแหล่งจ่าย PLC แสดงตามรูปที่ 6

(ก)

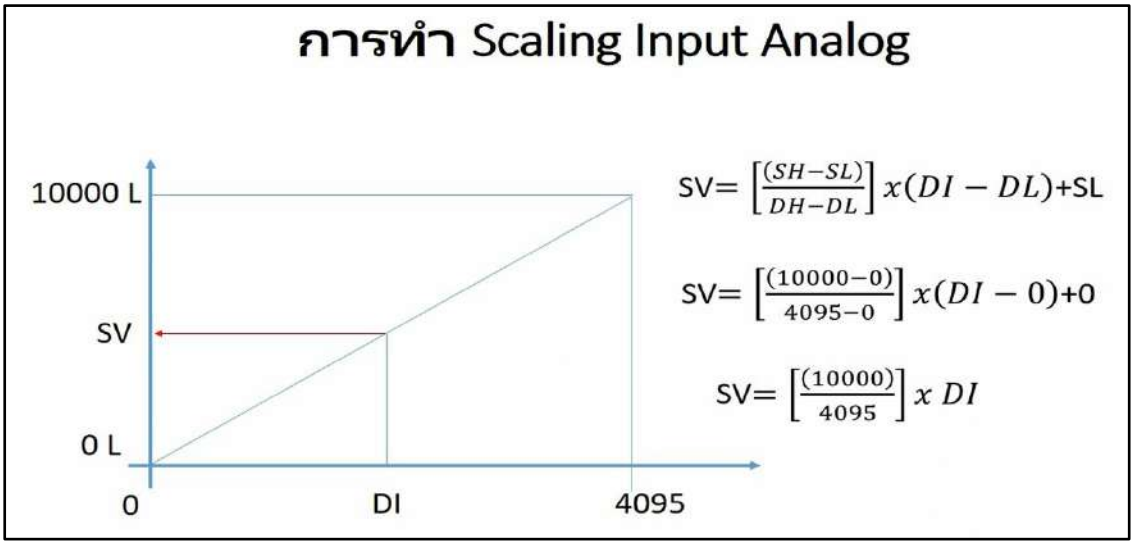
(ข)

(ค)

<u>รูปที่ 6 หลักการเปลี่ยนแบตเตอรี่ PLC</u>

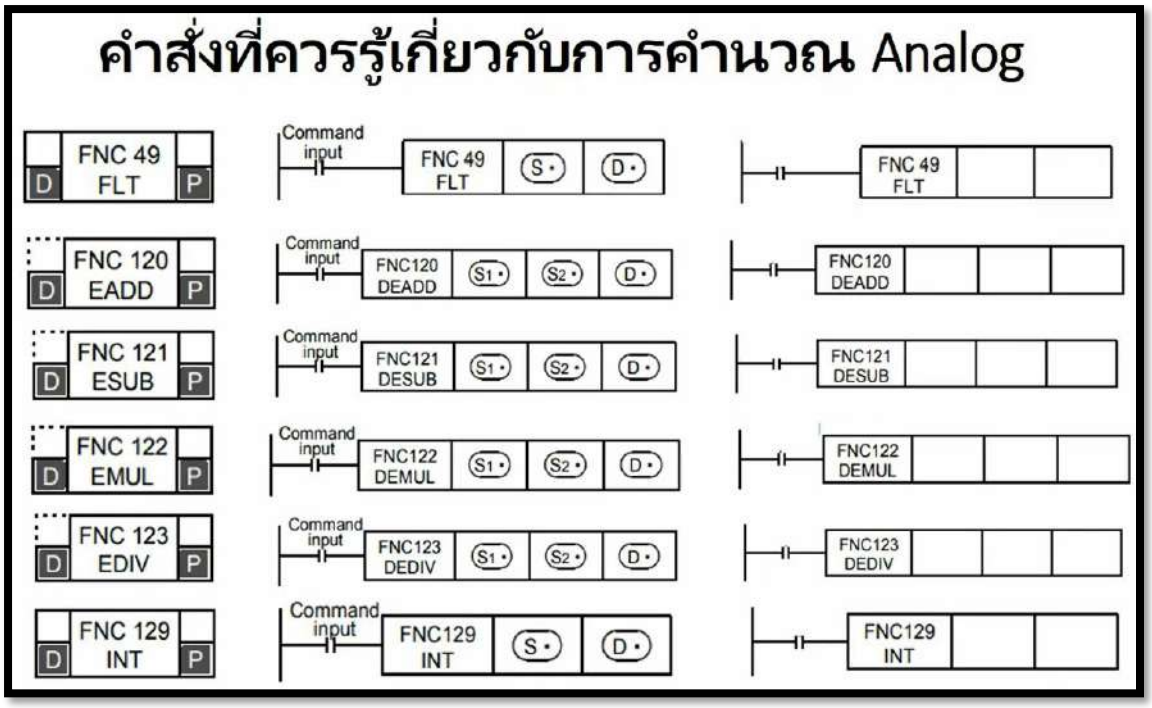
ข้อความเพิ่มเติม

การคำนวณค่า Analog Input ถ้า PLC ที่ไม่มีคำสั่ง SCL ในการประมวลผลให้ เราสามารถใช้การคำนวณจากสมการเส้นตรงได้ เพื่อนำมาคำนวณหาค่า Analog Input แสดงตามรูปที่ 7

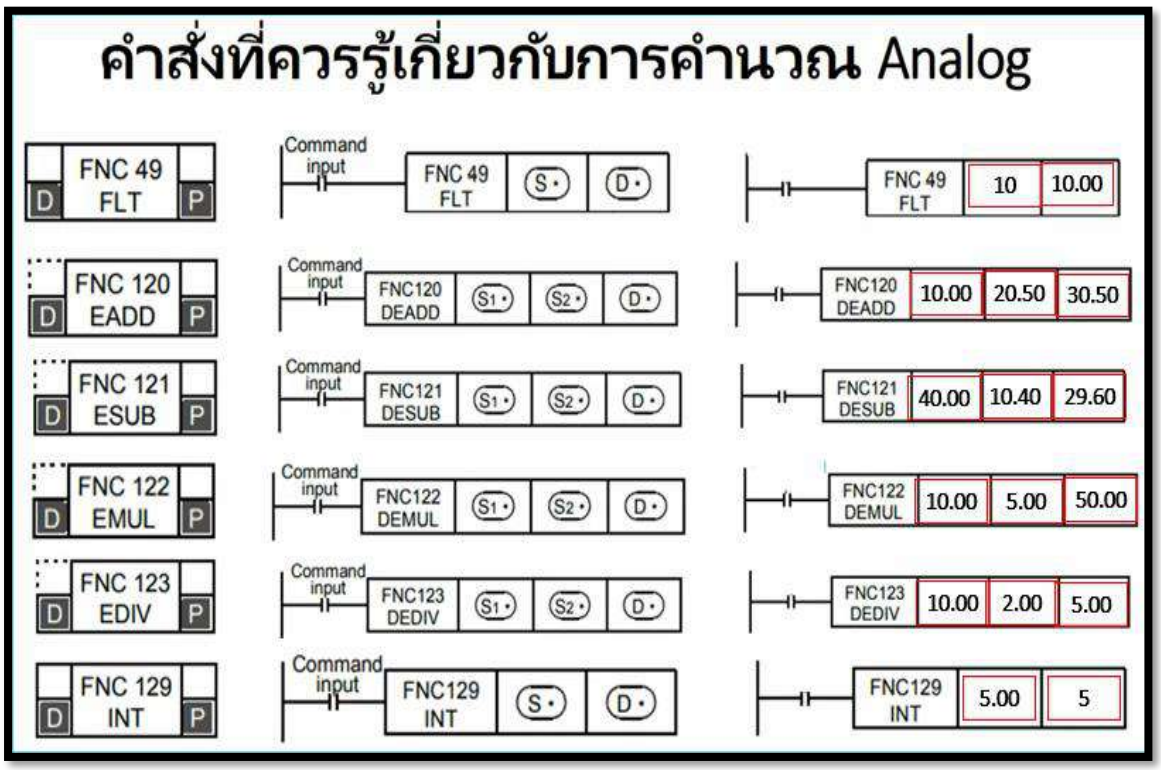


รูปที่ 7 แสดงการคำนวณจากค่า Analog เป็น Digital

- DL ค่า Scaling Analog Digital Low
- DH ค่า Scaling Analog Digital High
- DI ค่า Scaling Analog Digital ที่อ่านค่า Analog Digital ออกมา
- SL ค่า Scaling low
- SH ค่า Scaling High
- SV ค่า Scaling ที่ต้องการทราบค่า

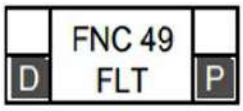


(ก)



(ข)

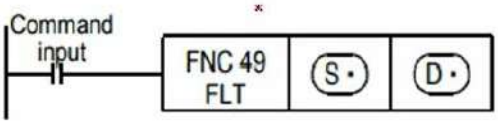
รูปที่ 8 แสดงหลักการเปลี่ยนคำสั่งจากเลขจำนวนเต็ม เป็นเลขทศนิยม (โดยใช้ Function FLT)

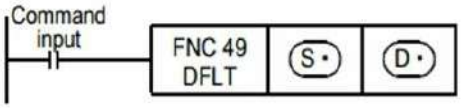


16-bit Instruction	Mnemonic	Operation Condition
5 steps	FLT	Continuous Operation
	FLTP	Pulse (Single) Operation

32-bit Instruction	Mnemonic	Operation Condition
9 steps	DFLT	Continuous Operation
	DFLTP	Pulse (Single) Operation

This instruction converts a binary integer into a binary floating point (real number).





Set data

Operand type	Description	Data type
(S·)	Data register number storing binary integer	16- or 32-bit binary
(D·)	Data register number storing binary floating point (real number)	Real number (binary)

Applicable devices

Oper-and Type	Bit Devices							Word Devices												Others				
	System User							Digit Specification				System User				Special Unit	Index			Con-stant		Real Number	Charac-ter String	Pointer
	X	Y	M	T	C	S	D□.b	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	R	U□\G□	V	Z	Modify	K	H	E	"□"	P
(S·)														✓	▲1	▲2			✓					
(D·)														✓	▲1	▲2			✓					

▲1: This function is supported only in FX3G/FX3GC/FX3U/FX3UC PLCs.
▲2: This function is supported only in FX3U/FX3UC PLCs.

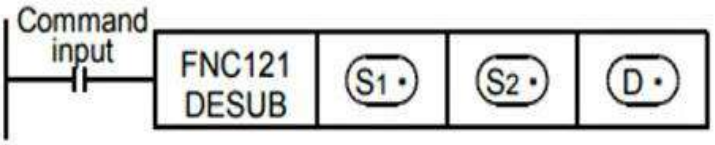
รูปที่ 9 แสดงการเปลี่ยนคำสั่งจากเลขจำนวนเต็ม เป็นเลขทศนิยม

FNC 121	
D ESUB	P

16-bit Instruction	Mnemonic	Operation Condition
	–	

32-bit Instruction	Mnemonic	Operation Condition
13 steps	DESUB	Continuous Operation
	DESUBP	Pulse (Single) Operation

This instruction executes subtraction of two binary floating point data.



Set data

Operand Type	Description	Data Type
(S1•)	Word device number storing binary floating point data used in subtraction	Real number (binary)*1
(S2•)	Word device number storing binary floating point data used in subtraction	
(D•)	Data register number storing the subtraction result	

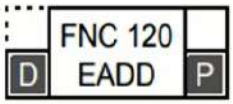
*1. When a constant (K or H) is specified, it is automatically converted into binary floating point (real number) when the instruction is executed.

Applicable devices

Oper-and Type	Bit Devices							Word Devices												Others				
	System User							Digit Specification				System User				Special Unit	Index			Con-stant		Real Number	Charac-ter String	Pointer
	X	Y	M	T	C	S	D□.b	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	R	U□\G□	V	Z	Modify	K	H	E	"□"	P
(S1•)														✓	▲1	▲2			✓	✓	✓	✓		
(S2•)														✓	▲1	▲2			✓	✓	✓	✓		
(D•)														✓	▲1	▲2			✓					

▲1: This function is supported only in FX3G/FX3GC/FX3U/FX3UC PLCs.
▲2: This function is supported only in FX3U/FX3UC PLCs.

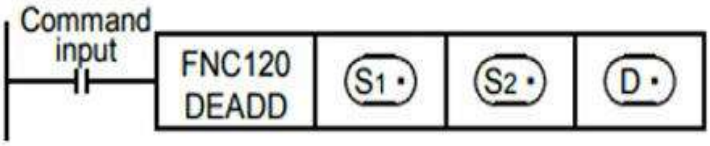
รูปที่ 10 แสดงการใช้ Function DESUB คำสั่ง ลบ (-)



16-bit Instruction	Mnemonic	Operation Condition
	–	

32-bit Instruction	Mnemonic	Operation Condition
13 steps	DEADD	Continuous Operation
	DEADDP	Pulse (Single) Operation

This instruction executes addition of two binary floating point data.



Set data

Set data

Operand Type	Description	Data Type
(S1•)	Word device number storing binary floating point data used in addition	Real number (binary)*1
(S2•)	Word device number storing binary floating point data used in addition	
(D•)	Data register number storing the addition result	

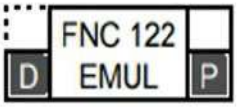
*1. When a constant (K or H) is specified, it is automatically converted into binary floating point (real number) when the instruction is executed.

Applicable devices

Oper-and Type	Bit Devices							Word Devices												Others				
	System User							Digit Specification				System User				Special Unit	Index			Con-stant		Real Number	Charac-ter String	Pointer
	X	Y	M	T	C	S	D□.b	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	R	U□\G□	V	Z	Modify	K	H	E	"□"	P
(S1•)														✓	▲1	▲2			✓	✓	✓	✓		
(S2•)														✓	▲1	▲2			✓	✓	✓	✓		
(D•)														✓	▲1	▲2			✓					

▲1: This function is supported only in FX3G/FX3GC/FX3U/FX3UC PLCs.
▲2: This function is supported only in FX3U/FX3UC PLCs.

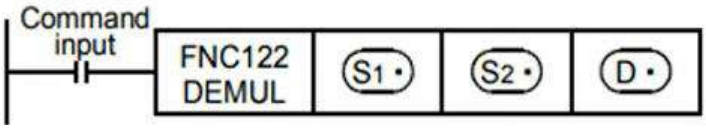
<u>รูปที่ 11 แสดงการใช้ Function DEADD คำสั่ง บวก (+)</u>



16-bit Instruction	Mnemonic	Operation Condition
	–	

32-bit Instruction	Mnemonic	Operation Condition
13 steps	DEMUL	Continuous Operation
	DEMULP	Pulse (Single) Operation

This instruction executes multiplication of two binary floating point data.



Set data

Operand Type	Description	Data Type
(S1•)	Word device number storing binary floating point data used in multiplication	Real number (binary)*1
(S2•)	Word device number storing binary floating point data used in multiplication	
(D•)	Data register number storing the multiplication result	

*1. When a constant (K or H) is specified, it is automatically converted into binary floating point (real number) when the instruction is executed.

Applicable devices

Oper-and Type	Bit Devices						Word Devices												Others			
	System User						Digit Specification				System User				Special Unit	Index			Con-stant		Real Number	Charac-ter String	Pointer
	X	Y	M	T	C	S	D□.b	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	R	U□\G□	V	Z	Modify	K	H	E	"□"	P
(S1•)														✓	▲1	▲2			✓	✓	✓	✓		
(S2•)														✓	▲1	▲2			✓	✓	✓	✓		
(D•)														✓	▲1	▲2			✓					

▲1: This function is supported only in FX3G/FX3GC/FX3U/FX3UC PLCs.
▲2: This function is supported only in FX3U/FX3UC PLCs.

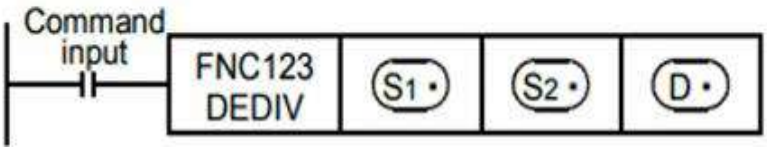
รูปที่ 12 แสดงการใช้ Function DEMUL คำสั่ง คูณ (X)

FNC 123		
D	EDIV	P

16-bit Instruction	Mnemonic	Operation Condition
	–	

32-bit Instruction	Mnemonic	Operation Condition
13 steps	DEDIV	Continuous Operation
	DEDIVP	Pulse (Single) Operation

This instruction executes division of two binary floating point.



Set data

Operand Type	Description	Data Type
(S1·)	Word device number storing binary floating point data used in division	Real number (binary)*1
(S2·)	Word device number storing binary floating point data used in division	
(D·)	Data register number storing binary floating point data obtained by division	

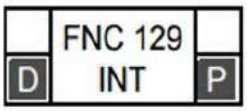
*1. When a constant (K or H) is specified, it is automatically converted into binary floating point (real number) when the instruction is executed.

Applicable devices

Oper-and Type	Bit Devices							Word Devices												Others				
	System User							Digit Specification				System User				Special Unit	Index			Con-stant		Real Number	Charac-ter String	Pointer
	X	Y	M	T	C	S	D□.b	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	R	U□\G□	V	Z	Modify	K	H	E	"□"	P
(S1·)														✓	▲1	▲2			✓	✓	✓	✓		
(S2·)														✓	▲1	▲2			✓	✓	✓	✓		
(D·)														✓	▲1	▲2			✓					

▲1: This function is supported only in FX3G/FX3GC/FX3U/FX3UC PLCs.
▲2: This function is supported only in FX3U/FX3UC PLCs.

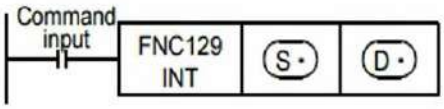
รูปที่ 13 แสดงการใช้ Function DEDIV คำสั่ง หาร (√)

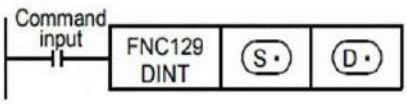


16-bit Instruction	Mnemonic	Operation Condition
5 steps	INT	Continuous Operation
	INTP	Pulse (Single) Operation

32-bit Instruction	Mnemonic	Operation Condition
9 steps	DINT	Continuous Operation
	DINTP	Pulse (Single) Operation

This instruction converts binary floating point data into a binary integer which is a normal data format inside PLCs (binary floating point → binary integer).





Set data

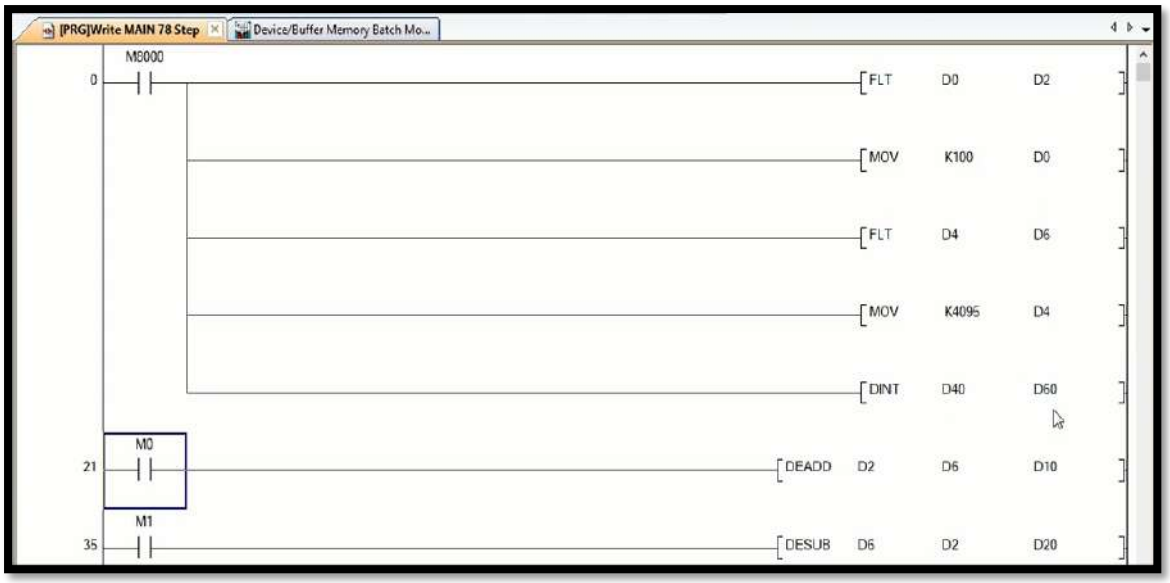
Operand Type	Description	Data Type
(S·)	Data register number storing binary floating point data to be converted into a binary integer	Real number (binary)
(D·)	Data register number storing a converted binary integer	16- or 32-bit binary

Applicable devices

Oper-and Type	Bit Devices							Word Devices												Others				
	System User							Digit Specification				System User				Special Unit	Index			Con-stant		Real Number	Charac-ter String	Pointer
	X	Y	M	T	C	S	D□.b	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	R	U□\G□	V	Z	Modify	K	H	E	"□"	P
(S·)														✓	▲1	▲2			✓					
(D·)														✓	▲1	▲2			✓					

▲1: This function is supported only in FX3G/FX3GC/FX3U/FX3UC PLCs.
▲2: This function is supported only in FX3U/FX3UC PLCs.

รูปที่ 14 แสดงการใช้ Function INT คำสั่งเปลี่ยนทศนิยม เป็นจำนวนเต็ม



(ก)

(ข)

<u>รูปที่ 14 แสดงตัวอย่างการใช้คำสั่ง บวก, ลบ, คูณ, หาร</u>

ตำราระบบควบคุมเครื่องจักร แบบ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) เล่มนี้ ใช้ในการศึกษา/อบรมของกำลังพลนายทหารชั้นสัญญาบัตรและนายทหารชั้นประทวนของกองเรือยุทธการเป็นหลัก เพื่อเป็นแนวทางการทำงานของกำลังพล จึงมุ่งเน้นเรื่องความเข้าใจหลักการทำงานของระบบควบคุมเครื่องจักร แบบ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) และความเข้าใจการเขียนโปรแกรม GX – WORKS 2 รวมถึงการดาวน์โหลดลงเครื่อง PLC อย่างถูกต้อง ส่วนของการทำงานของโปรแกรมต่าง ๆ อีกมากมาย กำลังพลสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการศึกษา/อบรมไปพัฒนาการศึกษาเพิ่มเติมได้

ตำราเล่มนี้ใช้ประกอบการศึกษา/อบรมระดับการใช้งานระบบควบคุมเครื่องจักร แบบ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) ระดับเบื้องต้น ซึ่งตามหลักสูตรฉะนั้นจะมุ่งเน้นไปที่ทักษะการใช้งานระบบควบคุมเครื่องจักร แบบ (Programmable Logic Controller : PLC) ขั้นพื้นฐานเช่น แนะนำโครงสร้างของเครื่อง PLC, การกำหนด Address อินพุต/เอาต์พุต, การเขียนโปรแกรมให้เครื่อง PLC ด้วยคำสั่งพื้นฐานที่ใช้งานบ่อย รวมทั้งการประยุกต์ใช้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์เบื้องต้น ดังนั้นคู่มือเล่มนี้จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษาระบบควบคุมเครื่องจักร แบบ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) ได้เป็นอย่างดี กองฝึกการช่างกลและป้องกันความเสียหาย ยินดีรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ เพื่อจะได้นำมาปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น คู่มือเล่มนี้อ้างอิงจาก บริษัท ออมรอน อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด

กพ.กร.ที่ 3431 /2567

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กพ.กร. (ฝศ. โทร. ๗๔๐๗๐)

ที่ ๑๔๓๑ /๒๕๖๗ **วันที่** ๕ ก.ค.๖๗

เรื่อง ขออนุมัติใช้คู่มือระบบเครื่องจักรโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC)

เสนอ

๑. กฝร.เสนอขออนุมัติใช้คู่มือระบบเครื่องจักรโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) รายละเอียดตามบันทึก กฝร. ด่วน ที่ กห ๐๕๑๕.๑๓.๑/๖๗๔ ลง ๖ มิ.ย.๖๗ (สิ่งที่ส่งมาด้วย)

๒. กพ.กร.ขอเสนอประกอบการพิจารณาและพิจารณาแล้วดังนี้

๒.๑ กฝร.ได้จัดทำคู่มือระบบเครื่องจักรแบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) เพื่อพัฒนาขีดความรู้การเรียนการสอนสาขาวิชาการไฟฟ้าในเรือให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ ที่มีใช้ในราชการ ทร. และประกอบการเรียนการสอนหลักสูตรนายทหารใหม่พรรคกลิน (รร.นร.) และหลักสูตรเจ้าหน้าที่ระบบควบคุมเครื่องจักร - ไฟฟ้า

๒.๒ กพ.กร.พิจารณาแล้วเห็นว่า คู่มือตามข้อ ๑ ที่ กฝร.เสนอมา มีความเหมาะสมตามสภาวะและความล้ำสมัยในโลกปัจจุบัน ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ได้มีความก้าวหน้าและพัฒนาขึ้นมากเป็นอุปกรณ์ซึ่งถูกนำมาใช้การควบคุมมอเตอร์กว้านสมอของ ร.ล.สิมิลัน และระบบควบคุมการทำงานของแผงสวิตช์บอร์ดเครื่องไฟฟ้าของ ชุด ร.ล.ปัตตานี ร.ล.จักรีนฤเบศร ชุดเรือ ต.๑๑๑ และ ชุดเรือ PCF ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะให้ผู้เข้ารับการศึกษา/อบรม ซึ่งเป็นนายทหารชั้นสัญญาบัตรและนายทหารประทวนสาขาช่างกลเรือ ให้มีความรู้และความเข้าใจหลักการทำงานเบื้องต้น และการประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมเครื่องจักร แบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) เพื่อที่จะนำไปปฏิบัติงานภายในเรือได้อย่างถูกต้อง โดยไม่ให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์และต่อบุคคลภายในเรือ จึงเห็นควรอนุมัติให้ กฝร.ใช้คู่มือระบบเครื่องจักรแบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) สำหรับประกอบการสอนหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อใช้ในการฝึกอบรมกำลังพลของ กร. (เพื่อพลาง) ต่อไป ทั้งนี้ การลงนามอยู่ในอำนาจของ รอง เสธ.กร. (๑) ลำดับ ๕๕

๓. เห็นควรให้ กฝร.ดำเนินการตามข้อ ๒.๒

จึงเสนอมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติตามข้อ ๓

น.อ.
ผอ.กพ.กร.

อำนาจ รอง เสธ.กร. (๑) ลำดับ ๕๕
ฝศ.กพ.กร./ว่าที่ น.ท.คัมภีร์ ฯ ๗๔๐๗๐
สำเนาส่ง - นขต.กร. กองต่าง ๆ ใน บก.กร.

สำเนาถูกต้อง
ว่าที่ น.ท.
(ชนาธิป ไชยงค์)
หน.ธุรการ บก.กร.
๙ ก.ค.๖๗

- อนุมัติ

รับคำสั่ง ผบ.กร.
พล.ร.ต.
รอง เสธ.กร.(๑)
๙ /ก.ค./๖๗

กพ.

กองเรือยุทธการ
เลขรับ ๒๑๕๓๗
วันที่ ๗ มิ.ย. ๖๗
เวลา ๐๙๒๐

กพ.กร.
เลขรับ ๖๔๔๗
วันที่ ๗ มิ.ย. ๖๗
เวลา ๑๐๓๐

ด่วนที่

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กฝร. (กพป. โทร.๗๒๗๑๖)

ที่ กห ๐๕๑๕.๑๓.๑/ ๖๗๔ **วันที่** ๖ มิ.ย.๖๗

เรื่อง ขออนุมัติใช้คู่มือระบบเครื่องจักรแบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC)

เสนอ กร. (ผ่าน กพ.กร.)

๑. กฝร. (กฝล.กฝร.) ได้จัดทำคู่มือระบบเครื่องจักรแบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) เพื่อพัฒนาขีดความรู้การเรียนการสอนสาขาวิชาการไฟฟ้าในเรือให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ ที่มีใช้ในราชการ ทร. และประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรนายทหารใหม่พรรคกลิน (รร.นร.) และหลักสูตรเจ้าหน้าที่ระบบควบคุมเครื่องจักร – ไฟฟ้า

๒. เพื่อให้การอนุมัติใช้คู่มือระบบเครื่องจักรแบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) สำหรับประกอบการสอนหลักสูตรต่าง ๆ เป็นไปด้วยความรียบร้อย เห็นควรอนุมัติใช้ (เพื่อพลาง) และ เสนอ ยศ.ทร. ขออนุมัติใช้คู่มือดังกล่าวสำหรับประกอบการเรียนการสอนต่อไป

จึงเสนอมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป

พล.ร.ต.

ผบ.กฝร.