การใช้งาน PLC Q series

www.plcsanook.com
Modern electric and automation

พิศนุรัตน์ เขจร

การใช้งาน PLC Q-series

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

พิศนุรัตน์ เขจร

177/11 ต.เชียงแรง อ.ภูซาง จ. พะเยา รหัสไปรษณีย์ 56110

โทรศัพท์ : 06 2802 2647 Email : fostmex@gmail.com

เกี่ยวกับผู้เขียน

พิศนุรัตน์ เขจร

ประวัติการศึกษา

วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต(วศบ.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

พิศนุรัตน์ เขจร

การใช้งาน PLC Q series

พิมพ์ครั้งที่ 1

532 หน้า

กุมภาพันธ์ พ.ศ.2562

ISBN 978-616-485-449-8

การติดต่อสั่งซื้อหนังสือ

ID line: @ecy6822d

โทรศัพท์ : 06 2802 2647

Email : fostmex@gmail.com

@ecy6822d

Plcsanook.com

www.plcsanook.com
Modern electric and automation

คำนำ

การใช้งาน PLC Q series เป็นคู่มือที่กล่าวถึง PLC MELSEC -Q series ซึ่งเป็น PLC แบบ Modular ของ Mitsubishi electric , PLC MELSEC -Q series เป็น PLC ที่นิยมใช้งานอย่างกว้างขวางในโรงงานอุตสาหกรรมและในระบบอัตโนมัติ เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง มีอุปกรณ์ให้เลือกใช้งานได้หลากหลาย รองรับระบบการควบคุมต่างๆได้ครบถ้วน และมีคำสั่งให้ใช้งานมากมาย เนื้อหาของหนังสือหนังสือการใช้งาน PLC Q seriesประกอบด้วย

-การเขียนโปรแกรม PLC

-การเลือกใช้ PLC Q series , การออกแบบระบบ

-การวายริ่งโมดูลต่างๆ

-อธิบายการใช้คำสั่งต่างๆอย่างละเอียด

-การประมวลผลของ PLC

-PLC Device

-ข้อมูลฮาร์ดแวร์และโมดูลต่างๆ

-Analog A/D, D/A module

-Network module

-การใช้ซอฟต์แวร์ GX Works2

ใช้รูปภาพประกอบที่เข้าใจง่าย พร้อมตัวอย่างการเขียนโปรแกรม การประยุกต์ใช้งานโปรแกรมต่างๆ เป็นต้น

www.plcsanook.com
Modern electric and automation

พิศนุรัตน์ เขจร

สารบัญ

บทที่ 1 ฮาร์ดแวร์ PLC

1.1 MELSEC-Q series 10
1.2 CPU modules (MELSEC - Q series) 11
1.3 Base units 22
1.4 Power supply modules (Q series) 26
1.5 Digital input module 30
1.6 Digital output module 34
1.7 I/O Combined Module 36
1.8 การเชื่อมต่อโมดูลอินพุทและโมดูลเอาท์พุทกับอุปกรณ์ต่างๆ 37
1.9 เอาท์พุทรีเลย์ (Relay output) 44
1.10 Transistor output module 48
1.11 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับ module แบบ 40-pin C และ 37-pin D-sub C 60
1.12 การติดตั้งโมดูลกับ Base unit 68
1.13 การต่อ Extension base 73
1.14 Number of I/O occupied points 76
1.15 การเรียงตำแหน่ง I/O ของPLC แบบ Auto 78
1.16 การเรียงตำแหน่ง I/O ของระบบ PLC โดยการกำหนดเอง 80

บทที่ 2 หน่วยความจำและการประมวลผล

2.1 การประมวลผลของ PLC (Processing) 93
2.2 การประมวลผลอินพุทและเอาท์พุท (I/O processing) 97
2.3 โครงสร้างหน่วยความจำ (Universal CPU) 100
2.4 การ Format Program memory 103
2.5 การ Clear PLC Memory 105
2.6 การ Format Memory card 107
2.7 Programs file 108
2.8 Execute Type 113
2.9 Battery 114
2.10 Input signal (สัญญาณอินพุท) 115

www.plcsamook.com Modern electric and automation

บทที่ 3 คำสั่งพื้นฐานและอุปกรณ์

3.1 Ladder diagram 127
3.2 Internal user device 139
3.3 Internal system device 139
3.3 คำสั่งอินพุท (input instruction) 160
3.4 Output instructions 162
3.5 Out instruction 162
3.6 วงจรแลดเดอร์พื้นฐาน 164
3.7 คำสั่ง SET , RST 170
3.8 คำสั่ง PLS , PLF 173
3.9 คำสั่ง MEP (Operation Results Rising Pulse) 177
3.10 คำสั่ง MEF (Operation Results Falling Pulse) 178
3.11 คำสั่ง INV (invert the result of operations) 180
3.12 คำสั่ง FF 182
3.13 คำสั่ง MC, MCR 184
3.14 คำสั่ง STOP (Sequence program stop) 186
3.15 NOP instruction 187
3.16 บิต ดิจิต ไบต์ และ เวิร์ด 188
3.17 Data register (D) 190
3.18 File register (R, ZR) 197
3.19 Index registers (Z) 203
3.20 ค่าคงที่ (Constant) 205
3.21 ไทม์เมอร์ (T) 213
3.22 เคาน์เตอร์ (C) 225

บทที่ 4 คำสั่งประยุกต์

4.1 Pointer (P and I) 234
4.2 คำสั่ง RET (Subroutine Return) 235
4.3 คำสั่ง IRET (Interrupt Return) 235
4.4 คำสั่ง DI (Disable Interrupt) และ EI (Enable Interrupt) 236
4.5 คำสั่ง CJ, SCJ 237
4.6 คำสั่ง END 240
4.7 คำสั่ง FEND (Main Routine Program End) 240
4.8 คำสั่ง CALL, CALLP (Subroutine program calls) 242

www.plcsanook.com Modern electric and automation

4.9 คำสั่ง FOR, NEXT 244
4.10 คำสั่ง SFT, SFTP 246
4.11 คำสั่ง INC , INCP , DINC , DINCP 249
4.12 คำสั่ง DEC , DECP , DDEC , DDECP 252
4.13 คำสั่ง MOV , MOVP, DMOV , DMOVP 255
4.14 คำสั่ง $MOV , $MOVP (Character string transfer) 261
4.15 คำสั่ง EMOV, EMOVP Floating-point data transfer (single precision) 264
4.16 คำสั่ง EDMOV, EDMOVP Floating-point data transfer (double precision) 267
4.17 คำสั่ง FMOV , FMOVP (Identical 16-bit data block transfer) 269
4.18 คำสั่ง DFMOV , DFMOVP (Identical 32-bit data block transfer) 271
4.19 คำสั่ง BMOV , BMOVP (Block 16-bit data transfer) 273
4.20 คำสั่ง DECO , DECOP (Decode) 275
4.21 คำสั่ง ENCO , ENCOP (Encode) 277
4.22 คำสั่ง BIN, BINP, DBIN, DBINP (Conversion to binary) 280
4.23 คำสั่ง BCD , DBCD , BCDP , DBCDP 284
4.24 คำสั่ง FLT, FLTP, DFLT, DFLTP 287
4.25 คำสั่ง INT, INTP, DINT, DINTP (single precision) 289
4.26 คำสั่ง XCH , XCHP , DXCH , DXCHP (16-bit data exchanges, 32-bit data exchanges) 292
4.27 คำสั่ง SWAP , SWAPP 294
4.28 คำสั่ง BKRST, BKRSTP (Batch reset of bit devices) 295
4.29 คำสั่ง RND , RNDP 297
4.30 คำสั่ง BSET, BSETP (Bit set for word devices) 298
4.31 คำสั่ง BRSET, BRSETP (Bit reset for word devices) 299
4.32 คำสั่ง RSET, RSETP (Block number switching) 300
4.33 คำสั่ง SUM , SUMP , DSUM , DSUMP 301
4.34 คำสั่ง WSUM , WSUMP (Calculation of totals for 16-bit data) 303
4.35 คำสั่ง DWSUM , DWSUMP (Calculation of totals for 32-bit data) 304
4.36 คำสั่ง SER, SERP, DSER, DSERP (Data search) 306
4.37 คำสั่ง MAX, MAXP, DMAX, DMAXP 308
4.38 คำสั่ง MIN, MINP, DMIN , DMINP 310
4.39 คำสั่ง DATERD, DATERDP (Reading clock data) 310
4.40 คำสั่ง DATEWR, DATEWRP (Writing clock data) 315

www.plcsandook.com
Modern electric and automation

4.41 คำสั่ง +, +P, D+ , D+P (BIN 16bit & 32 bit addition) 317
4.42 คำสั่ง -, -P, D- , D-P (BIN 16bit & 32 bit subtraction) 319
4.43 คำสั่ง * , *P , D* , D*P 321
4.44 คำสั่ง / , /P , D/ , D/P 324
4.45 คำสั่ง E+ และ E+P (three data) (single precision) 326
4.46 คำสั่ง E+ และ E+P (two data) 327
4.47 คำสั่ง ED+ , ED+P (three data) (double precision) 329
4.48 คำสั่ง ED+ , ED+P (two data) (double precision) 330
4.49 คำสั่ง E- และ E-P (three data) (single precision) 331
4.50 คำสั่ง E- และ E-P (two data) (single precision) 332
4.51 คำสั่ง ED- , ED-P (three data) (double precision) 333
4.52 คำสั่ง ED- , ED-P (two data) (double precision) 334
4.53 คำสั่ง E* และ E*P (single precision) 335
4.54 คำสั่ง ED* และ ED*P (double precision) 336
4.55 คำสั่ง E/ และ E/P (single precision) 337
4.56 คำสั่ง ED/ และ ED/P (double precision) 339
4.57 คำสั่งเปรียบเทียบข้อมูลเลขฐาน 2 (BIN 16-bit and 32-bit data comparisons) 340
4.58 คำสั่งเปรียบเทียบข้อมูล real number (Floating-point data comparisons (single precision)) 344
4.59 คำสั่งเปรียบเทียบข้อมูล real number (Floating-point data comparisons (double precision)) 346
4.60 คำสั่ง BINDA, BINDAP, DBINDA, DBINDAP 348
4.61 คำสั่ง BINHA, BINHAP, DBINHA, DBINHAP 351
4.62 คำสั่ง BCDDA, BCDDAP, DBCDDA , DBCDDAP 354
4.63 คำสั่ง DABIN, DABINP, DDABIN, DDABINP 357
4.64 คำสั่ง HABIN, HABINP, DHABIN, DHABINP 362
4.65 คำสั่ง DABCD, DABCDP, DDABCD ,DDABCDP 365
4.66 คำสั่ง BK+, BK+P (BIN 16-bit data block addition operations) 368
4.67 คำสั่ง BK-, BK-P (BIN 16-bit data block subtraction operations) 369
4.68 คำสั่ง DBK+, DBK+P (BIN 32-bit data block addition operations) 371
4.69 คำสั่ง DBK-, DBK-P (BIN 32-bit data block subtraction operations) 373

www.plcsanook.com
Modern electric and automation

บทที่ 5 Intelligent module

5.1 Intelligent function module 375
5.2 Module access device 377
5.3 คำสั่ง FORM , FORMP , DFRO , DFROP 379
5.4 คำสั่ง TO , TOP , DTO , DTOP 382
5.5 Network 387
5.6 MELSECNET/H network system (Q series) 395
5.7 การสื่อสารระหว่าง PLC กับ MELSECNET/H network module 399

บทที่ 6 Analog control

6.1 Analog I/O module 409
6.2 Q64AD Analog-Digital Converter Module 410
6.3 Q62DAN, QD62DA, Digital-Analog Converter Module 420

บทที่ 7 GX Works2

7.1 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียน Ladder diagram สำหรับ PLC MELSEC 429
7.2 ส่วนประกอบของซอฟต์แวร์ GX Works2 430
7.3 การเปลี่ยนโหมด PLC 442
7.4 การบันทึกโปรแกรม PLC 444
7.5 การเปิดโปรแกรมที่บันทึกไว้ (Open) 445
7.6 การปิดโปรแกรม 446
7.7 การเขียนวงจรแลดเดอร์เบื้องต้น 447
7.8 การเช็คการผิดปกติของโปรแกรม 454
7.9 การเขียนโปรแกรมไปยัง PLC 455
7.10 การแก้ไขโปรแกรมแบบ Online (การแทรกคอลัมน์ Ctrl+Ins) 458
7.11 Overwrite 459
7.12 Insert 461
7.13 การขยายมุมมอง Works window 463
7.14 การลบอุปกรณ์ในวงจร 464
7.15 การเขียนเส้น connecting line และ vertical line 465
7.16 การเช็คการ ON และ OFF ของรีเลย์อินพุท 467
7.17 การตรวจสอบอุปกรณ์ที่ถูกใช้และยังไม่ใช้ 468
7.18 การใช้ Modify Value 469

www.piesanook.com
Modern electric and automation

7.19 การตรวจสอบ Error ของ PLC 471
7.20 การตรวจสอบความผิดปกติของ PLC ทั้งระบบ 473
7.21 Comment 476
7.22 การเขียน Comment โดยใช้ไอคอน Device comment 482
7.23 การเขียน Comment โดยใช้ Global Device Comment 483
7.24 Statement / note 484
7.25 การเขียน Statement 485
7.26 การเขียน Note 486
7.27 การค้นหาอุปกรณ์และคำสั่ง 488
7.28 การค้นหา Step 490

บทที่ 8 การโหลดโปรแกรมจาก PLC และการเขียนโปรแกรมไปยัง PLC

8.1 การเชื่อมระหว่าง GX Works 2 กับ PLC 491
8.2 การเชื่อมระหว่าง GX Works 2 กับ PLC แบบ Direct 492
8.3 การติดตั้ง Driver สาย USB mini type B 493
8.4 การติดตั้ง driver สายโหลดโปรแกรม PLC แบบ RS-232 498
8.5 การเช็ค Port ของสายโหลด (RS-232) 503
8.6 การตั้งค่าการเชื่อมระหว่าง GX Works 2 กับ PLC 504
8.7 การตั้งค่าการเชื่อมระหว่าง GX Works 2 กับ PLC 505
8.8 การโหลดโปรแกรมจาก PLC แบบ Direct 506
8.9 การโหลดโปรแกรม PLC ผ่าน GOT และEthernet module โดยใช้GX Works2 510
8.10 การโหลดโปรแกรม PLC ผ่าน GOT โดยใช้ GX Works2 512
8.11 การโหลดโปรแกรม PLC ผ่าน Ethernet Network 513
8.12 การเขียนวงจรแลดเดอร์ทั้งหมดไปยัง PLC 516
8.13 การเขียนแพาะ parameter ไปยัง PLC 519

ภาคผนวก

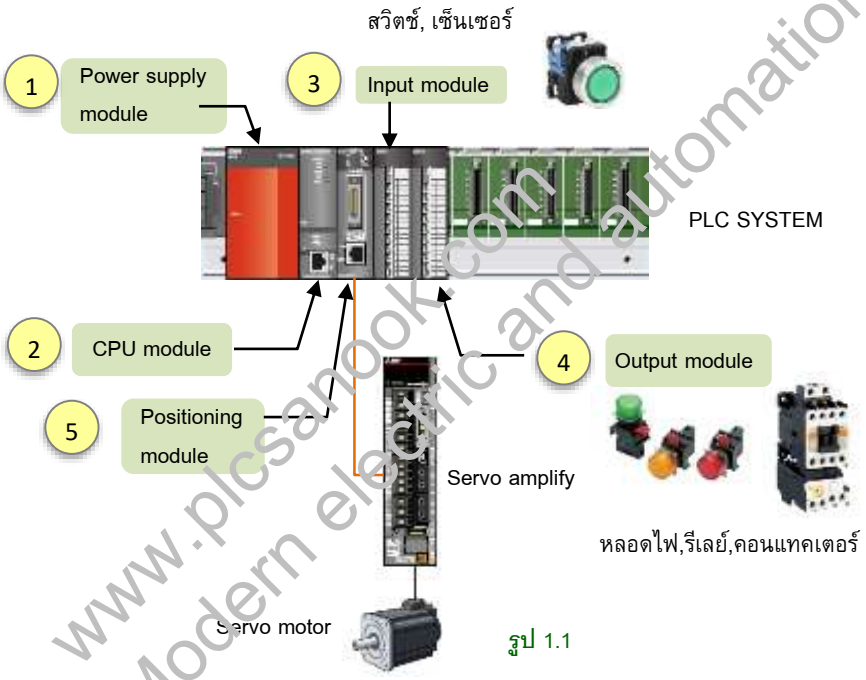
A1 เลขฐาน 522

www.plcsanook.com Modern electric and automation

บทที่ 1 ฮาร์ดแวร์ PLC

1.1 MELSEC–Q series

MELSEC-Q series หรือเรียกสั้นๆว่า PLC QCPU เป็น PLC แบบ Modular ฮาร์ดแวร์ของ QCPU จะแยกเป็น module (หรือเรียกว่า unit) เช่น Power supply module, CPU module, input module, output module เป็นต้น การใช้งาน PLC จะต้องนำโมดูลต่างๆมาประกอบกัน เมื่อนำหลายๆโมดูลมาติดตั้งรวมกันก็จะเรียกว่า PLC system (Programmable Logic Controller System)



รูป 1.1

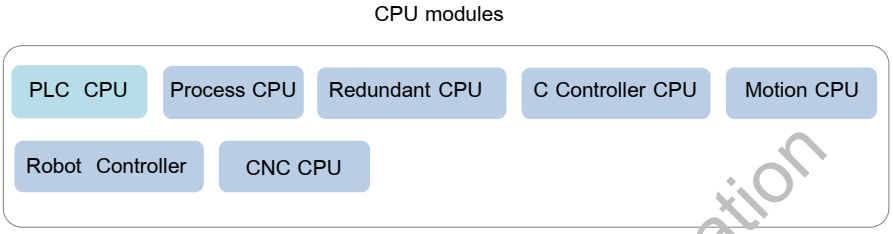
www.plcsanook.com Modern electric and automation

รูปที่1.1 เป็นการใช้งาน PLC เบื้องต้น ซึ่งประกอบด้วยโมดูลต่างๆคือ

1. Power supply module ทำหน้าที่จ่ายไฟให้โมดูลอื่นๆในระบบ
2. CPU module ทำหน้าที่ประมวลผลโปรแกรม
3. Input module ใช้รับสัญญาณจากอุปกรณ์อินพุทเช่นสวิตช์และเซ็นเซอร์
4. Output module ใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่นหลอดไฟ, โซลินอยล์วาวล์, แมกเนติกคอนแทคเตอร์ เป็นต้น โมดูล 1 ถึง 4 คือโมดูลพื้นฐานที่ใช้กันมากที่สุด
5. การใช้งานอื่นๆเพิ่มเติม เช่นการใช้ PLC ขับ servo amplify จะต้องใช้ positioning module

1.2 CPU modules (MELSEC – Q series)

CPU module คือโมดูลที่ทำหน้าที่ประมวลผลโปรแกรม และสามารถโปรแกรมการทำงานได้ เป็นโมดูลหลักสำหรับควบคุมโมดูลอื่นๆ CPU modules ของ MELSEC-Q series จะเรียกสั้นๆว่า QCPU มีหลายแบบดังรูปที่ 1.2



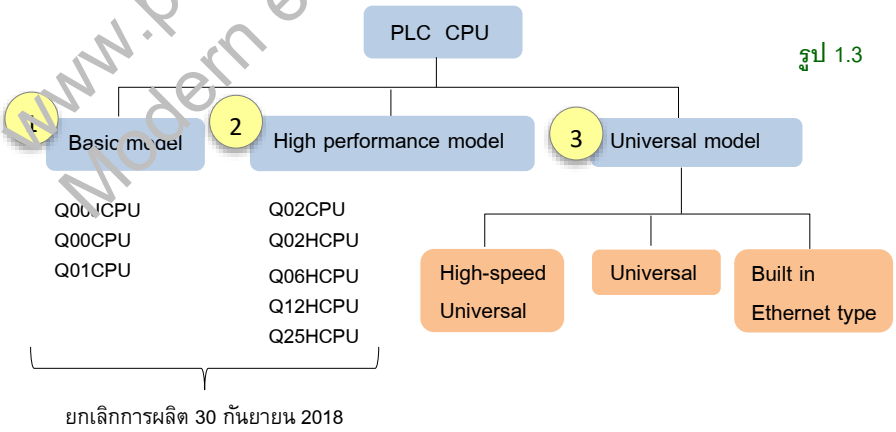
รูป 1.2

CPU ที่เราคุ้นเคยมากที่สุดคือ PLC CPU ซึ่งเป็น CPU ที่ใช้งานทั่วๆ ไป ส่วน CPU อื่นๆจะใช้งานเฉพาะทาง ซึ่งในหนังสือจะกล่าวเฉพาะเนื้อหาของ PLC CPU

1. PLC CPU module

PLC CPU module แบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆคือ

1. CPU แบบพื้นฐาน (basic model)
2. CPU แบบประสิทธิภาพสูง (high performance model)
3. CPU แบบสากล (universal model) แบ่งเป็น 3 แบบคือ high speed universal, universal และ built in Ethernet type



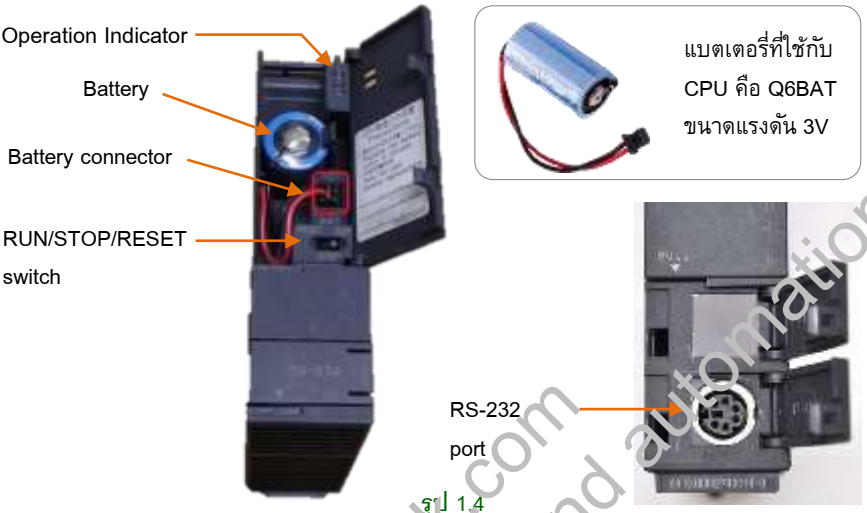
รูป 1.3

CPU แบบ basic model และ high performance model ยกเลิกการผลิตในเดือนกันยายน ปี 2018

www.plcsanook.com Modern electric and automation

Basic model QCPU

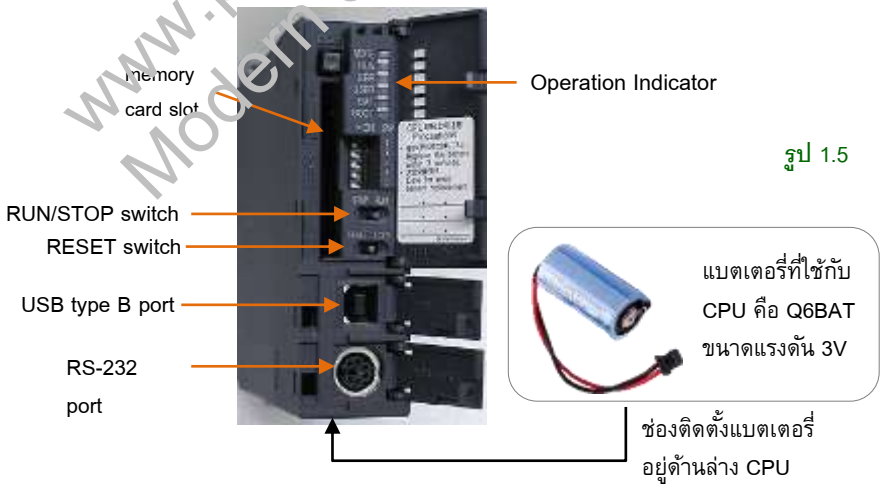
เป็น CPU ที่เหมาะสำหรับระบบขนาดเล็ก เป็น CPU ที่มีความสามารถน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับ CPU ประเภทอื่นๆ รูปที่ 1.4 เป็นส่วนประกอบภายนอกของ Basic model QCPU



รูป 1.4

High performance model QCPU

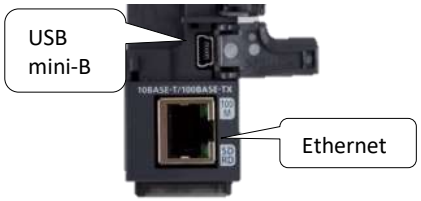
เป็น CPU ที่เหมาะสำหรับระบบขนาดเล็กไปจนถึงระบบขนาดใหญ่ สามารถประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่โดยใช้ความเร็วสูงๆได้ เหมาะสำหรับระบบที่มีข้อมูลจำนวนมากหรือระบบที่ใช้ความเร็วสูง



รูป 1.5

www.plcsanook.com Modern electric and automation

ตาราง1.1 แสดงการพอร์ตสื่อสารแบบ built-in ของ CPU module รุ่นต่างๆ

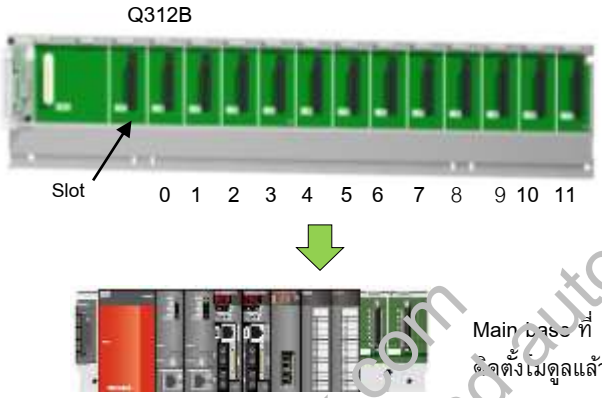
CPU module		การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก	รูปแสดงพอร์ต USB , RS-232 และ Ethernet
Basic QCPU	Q00JCPU Q00CPU Q01CPU	RS-232	
High performance QCPU	Q02CPU	RS-232	
	Q02HCPU Q06HCPU Q12HCPU Q25HCPU	USB type B , RS-232	
High-speed Universal QCPU	All CPU	USB , Ethernet	
	All CPU	USB , Ethernet	
Universal QCPU	All CPU	USB ,RS-232	
Built in Ethernet type	All CPU	USB , Ethernet	
Process CPU , Redundant CPU	All CPU	USB type B ,RS-232	

www.plcsanook.com Modern electric and automation

1.3 Base units

Base units คืออุปกรณ์สำหรับติดตั้งโมดูลเพื่อประกอบกันเป็นระบบPLC โดย base units จะมีช่อง (slot) สำหรับติดตั้งโมดูล Base unit มีหลายแบบดังตารางที่1.8

1. Main base unit



รูป 1.14

main base units หรือเรียกสั้นๆว่า main base คืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับติดตั้ง CPU module และโมดูลชนิดต่างๆ เพื่อประกอบกันเป็นระบบ PLC ขนาด main base ขึ้นอยู่กับจำนวน slot ที่มีให้ จากรูป1.14 เป็น main base รุ่น Q312B ซึ่งมีจำนวน 12 slots คือ slots 0 ถึง slots 11

2. Extension base unit

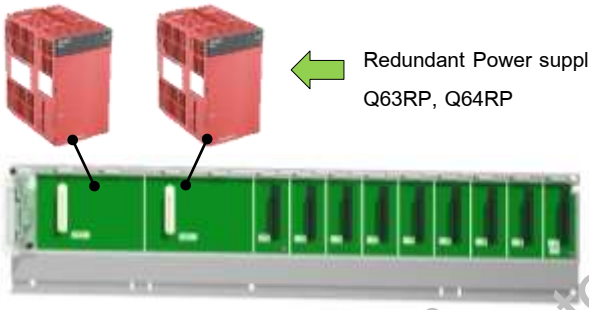
Extension base unit หรือเรียกสั้นๆว่า extension base คือ base units ที่ไม่สามารถติดตั้ง CPU ได้ ใช้สำหรับติดตั้งโมดูลต่างๆ เพื่อขยายระบบ PLC หรือใช้สำหรับเพิ่มโมดูล กรณีไม่สามารถเพิ่มโมดูลที่ main base ได้ เนื่องจากมีการใช้งานเต็มจำนวน

รูป 1.15

www.plcsanook.com
Modern electric and automation

3. Redundant power main base unit

คือ main base ที่สามารถติดตั้ง power supply ได้2 โมดูล เช่น Q38RB (มีตัวR) โดย power supply ที่ติดตั้งจะต้องเป็น Power supply แบบ redundant เท่านั้น , Redundant Power supply สามารถใช้ได้กับ CPU module ทุกรุ่น ยกเว้น CPU รุ่น Q00JCPU

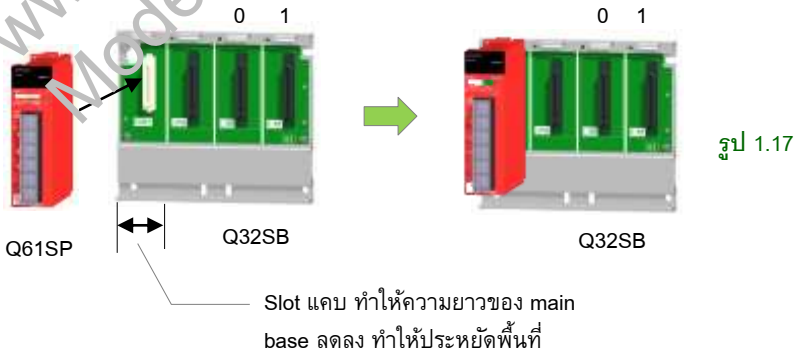


รูป 1.16

ข้อดีคือเมื่อ Power supply ตัวใดตัวหนึ่งเสีย ระบบ PLC ยังสามารถทำงานได้โดยใช้ power supplyที่เหลือ และสามารถเปลี่ยน power supply ได้โดยไม่ต้องหยุดระบบ

4. Slim type main base unit

คือ main base ที่มีระยะ slot ของ power supply แคบ ส่วน slot อื่นๆก็จะมีขนาดปกติเท่ากับ base ทั่วไป slim type main base unit มีสามรุ่นคือ Q32SB, Q33SB และQ35SB , power supply ที่สามารถติดตั้งกับ slim type main base unit ได้จะต้องเป็น power supply แบบ slim เท่านั้น คือ Q61SP



รูป 1.17

slim type main base ไม่สามารถต่อ extension base ได้

www.pcsanook.com Modern electric and automation

1.4 Power supply modules (Q series)

Power supply module ใช้สำหรับจ่ายไฟ 5VDC ให้กับโมดูลต่างๆใน base unit โดยจ่ายแรงดันผ่าน base unit

Q61P

Q61SP (slim type)

รูป 1.18

ตารางที่1.10 แสดง power supply module รุ่นต่างๆ

Type	Model	Input voltage	Output voltage	Output current
Power supply	Q61P	100 to 240VAC	5VDC	6 A
	Q62P *	100 to 240VAC	5/24VDC	3/0.6 A
	Q63P	24VDC	5VDC	6 A
DISCONTINUED MODELS **	Q64P	100 to 120VAC /200 to 240VAC	5VDC	8.5 A
	Q64PN	100 to 240VAC	5VDC	8.5 A
	Q61P-A1	100 to 120VAC	5VDC	6 A
	Q61P-A2	200 to 240VAC	5VDC	6 A
Power supply with life detection	Q61P-D	100 to 240VAC	5VDC	6 A
Slim type Power supply	Q61SP	100 to 240VAC	5VDC	2 A
Redundant Power supply	Q63RP	24VDC	5VDC	8.5 A
	Q64RP	100 to 120VAC /200 to 240VAC	5VDC	8.5 A
Q00UJCPU *** (Power supply part)		100 to 240VAC	5VDC	3 A

www.plcsanook.com Modern electric and automation

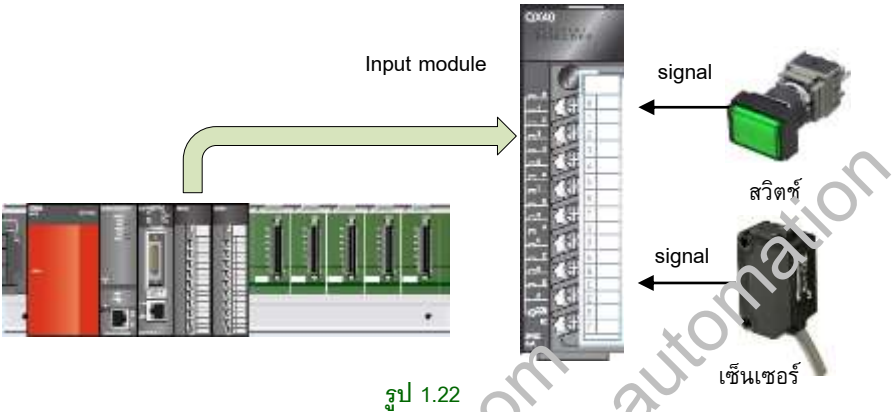
* Q62P จะมี service power supply 24VDC ซึ่งต่อออกมายังเทอร์มินอลด้านนอก สามารถนำไปใช้งานต่างๆได้เช่น ใช้จ่ายไฟให้กับโมดูลอินพุท หรือจ่ายไฟให้โหลดของโมดูลเอาท์พุท service power supply สามารถจ่ายกระแสได้ 0.6A

** Power supply ที่ยกเลิกการผลิตแล้วคือ Q64P, Q61P-A1, Q61P-A2

*** Q00UJCPU คือ PLC ที่มี power supply ในตัว

1.5 Digital input module

Digital input module หรือเรียกสั้นๆว่า input module คือโมดูลสำหรับรับสัญญาณอินพุทแบบดิจิตอล ใช้รับสัญญาณจากอุปกรณ์ไฟฟ้าเช่นสวิตช์และเซ็นเซอร์ โมเดลของ Input module จะมี X อยู่ด้วยเสมอ เช่น QX40 , QX41, QX80 เป็นต้น



รูป 1.22

ชนิดของ Input modules

Input module มีหลายแบบ ตารางที่1.13 เป็นการแบ่ง input module ตามจำนวน input และขนาดของแรงดันที่ใช้

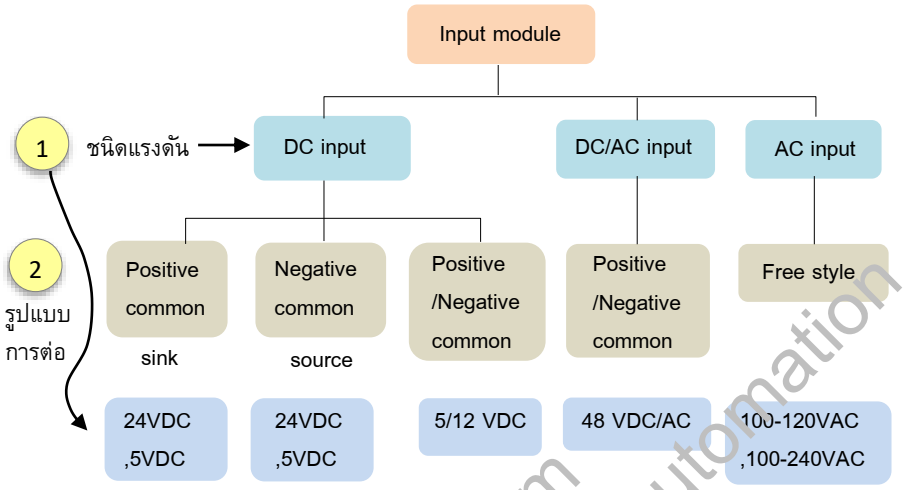
No. of input / Input voltage	Input module of MELSEC Q system			
	8	16	32	64
5-12VDC (positive/ negative common)		QX70	QX71	QX72
24VDC (positive common)		QX40	QX41, QX41-S1	QX42
24VDC (negative common)		QX80	QX81	QX82, QX82-S1
24VDC interrupt module		QI60		
48V AC/DC		QX50		
100-120 VAC		QX10		
100-240 VAC	QX28			

ตาราง1.13

จากตาราง QX40 และ QX80 คือโมดูลที่มีจำนวน input 16 จุด หมายถึงมีรีเลย์อินพุทจำนวน 16 ตัว

www.plcsanook.com Modern electric and automation

รูปที่ 1.23 เป็นการแบ่ง input module ตามขนาดแรงดันที่ใช้ทางด้านอินพุท และชนิดการวายริ่ง



รูป 1.23

1. ชนิดแรงดัน

จากรูป1.23 input module รับแรงดันได้ทั้งแบบ DC และ AC โดยขึ้นอยู่กับรุ่นของโมดูล ส่วนขนาดแรงดันมีหลายแบบคือ 100-240V, 100-240V, 24VDC, 5/12VDC, 48VDC เป็นต้น

2. การต่อวงจร Input module

การต่อวงจรของ input module ขึ้นอยู่กับชนิดของแรงดันที่ใช้ด้วย ตัวอย่างเช่น กรณีใช้แรงดันแบบ DC สามารถต่อได้สามแบบคือ Positive common, Negative common และ Positive/Negative common เป็นต้น ถ้าใช้โมดูลแบบ AC input การต่อวงจรจะไม่ต้องคำนึงถึงขั้วบวกลบ

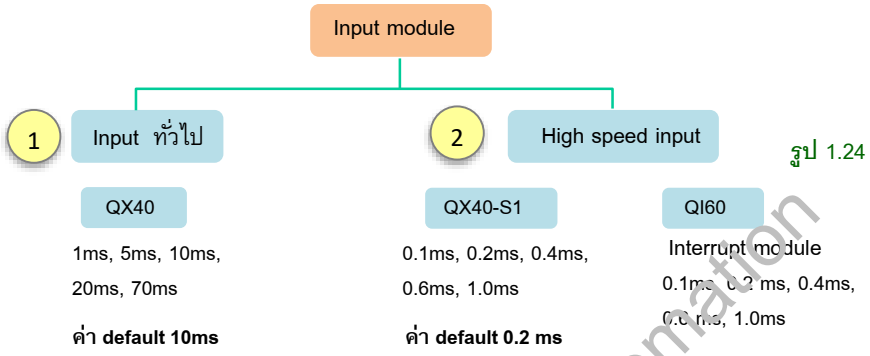
กรณี PLC FX series การต่อวงจรอินพุทใช้ไฟ DC การต่อวงจรมีสองแบบคือ sink และ source, PLC FX series สามารถต่อวงจรได้ทั้งแบบ sink และ source ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ใช้งาน

input module ของ PLC Q series การต่อวงจรอินพุทโดยใช้ไฟ DC จะเรียกว่า positive common และ negative common เมื่อเทียบกับ FX series, positive common ก็คือการต่อแบบ sink ส่วน negative common คือการต่อแบบ source , Input module บางรุ่นก็ต่อได้เฉพาะแบบ positive common บางรุ่นก็ต่อได้เฉพาะ negative common หรือบางรุ่นต่อได้ทั้งสองแบบ

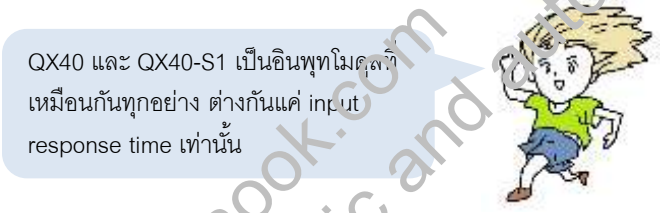
www.pissanook.com Modern electric and automation

ประเภทของอินพุทเมื่อแบ่งตามความเร็วในการตอบสนองทางด้านอินพุท

กรณีแบ่งตามความเร็วของอินพุท input module แบ่งเป็นสองแบบคือ อินพุทแบบทั่วไปและอินพุทความเร็วสูง ดังรูปที่ 1.24



รูป 1.24



1. Input module ทั่วไป จะมี input response time มาก เช่น QX40 มี Input response time ตั้งแต่ 1ms ขึ้นไป ค่า input response time ตั้งค่าได้ที่ parameter โดยมีค่าให้เลือกคือ 1ms, 5ms, 20ms, 70ms กรณีไม่ได้ตั้งค่า ค่า default คือ 10ms

2. High speed input คืออินพุทความเร็วสูง (มีเวลาการตอบสนองอินพุทน้อย) เช่น QX40-S1, QX40H,QX82-S1 เป็นต้น ซึ่งมี input response time ตั้งแต่ 0.1ms ขึ้นไป high speed input สามารถเพิ่มความเร็วการตอบสนองอินพุทได้โดยการตั้งค่าที่ parameter โดยมีค่าให้เลือกคือ 0.1ms, 0.2ms, 0.4ms, 0.6ms, 1.0ms กรณีไม่ได้ตั้งค่า ค่า default คือ 0.2 ms

ส่วน QI60 คือ interrupt module ซึ่งเป็น hi speed input เช่นกัน แต่ QI60 จะเป็นอินพุทที่ใช้กับ Interrupt program เท่านั้น

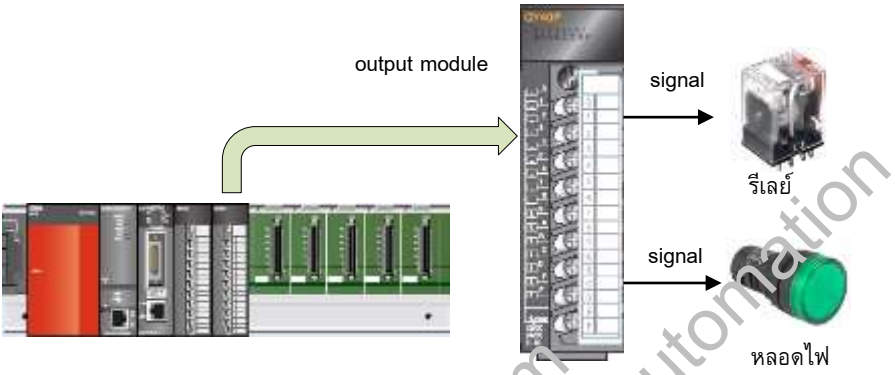
ตาราง 1.15 แสดงข้อมูลของ Interrupt module

Type	Model	points	Voltage	Response time	External connection method
DC input (Positive common)	QI60	16	24 V DC	0.1ms, 0.2 ms, 0.4ms, 0.6 ms, 1.0ms	18-point terminal block

www.plcsanook.com Modern electric and automation

1.6 Digital output module

Digital output module หรือเรียกสั้นๆว่า output module คือโมดูลสำหรับจ่ายสัญญาณเอาท์พุทแบบดิจิตอล (ON-OFF) หมายเลขเอาท์พุทจะใช้เลขฐาน16 โมเดลของ output module จะมี Y อยู่ด้วยเสมอ เช่น QY10 , QY40P เป็นต้น



รูป 1.25

ชนิดของ Output modules

Output module มีหลายแบบ ตารางที่ 1.16 เป็นการแบ่ง output module ตามจำนวน output และขนาดของแรงดันที่ใช้

Output type	No. of output / Rate voltage	Output module			
		8	16	32	64
Relay	24 VDC/240VAC	QY18A	QY10		
Triac	100-240 VAC		QY22		
TTL CMOS	5/12 VDC		QY70	QY71	
Transistor (sink)	12/24 VDC		QY40P QY50	QY41P, QY41H	QY42P
Transistor (source)	12/24 VDC		QY80	QY81P	QY82P
Transistor (sink, source)	5-24 VDC	QY68A			

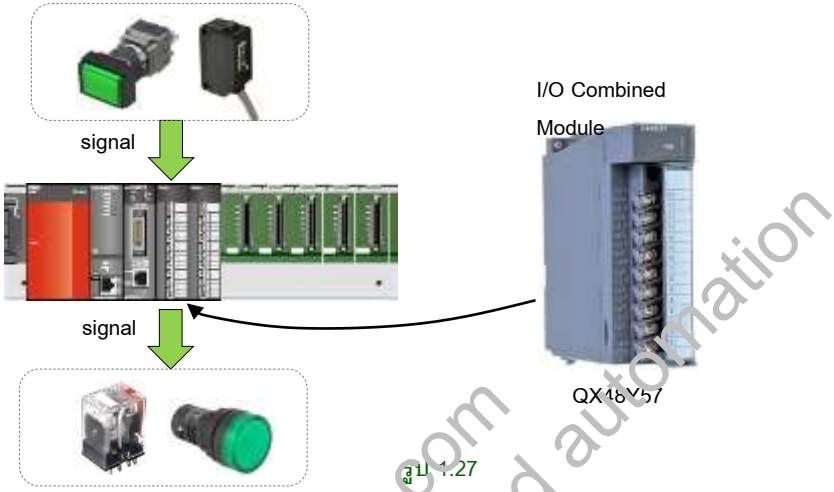
ตาราง 1.16

จากตาราง QY10 คือ output module แบบ relay มีจำนวนเอาท์พุท 16 จุด หมายถึงสามารถต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ 16 จุด เอาท์พุทแบบรีเลย์สามารถใช้ได้ทั้งไฟกระแสตรงและกระแสสลับ

www.plcsanook.com Modern electric and automation

1.7 I/O Combined Module

I/O Combined Module คือโมดูลที่รวมอินพุทและเอาท์พุทในโมดูลเดียวกัน ส่วนอุปกรณ์เอาท์พุท ใช้เป็นทรานซิสเตอร์ทั้งหมด



รูป 1.27

รูปที่ 1.27 I/O Combined Module สามารถต่อได้ทั้งอุปกรณ์อินพุทคือ สวิตช์, เซ็นเซอร์ และอุปกรณ์เอาท์พุท คือ รีเลย์, หลอดไฟ เป็นต้น I/O Combined Module สำหรับ PLC QCPU มี 3 โมเดลดังตารางที่ 1.18

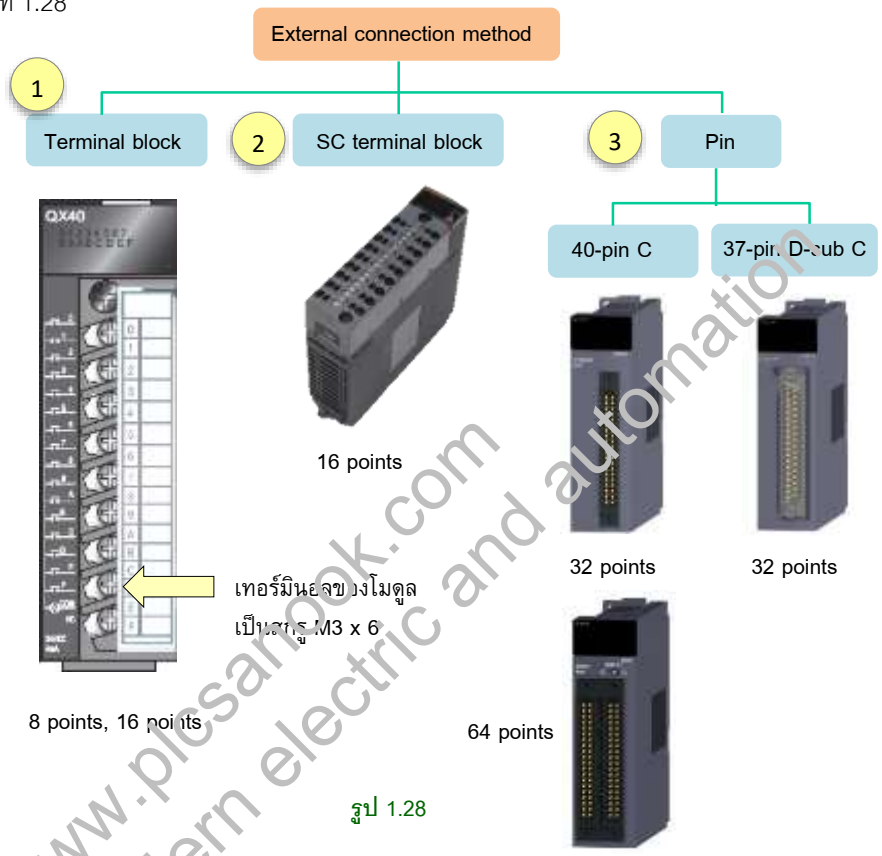
ตาราง 1.18 แสดงข้อมูลของ I/O Combined Module

Type	Type	Points	Voltage	Response time	External connection method
DC input/ Transistor output	QH42P	In 32	24VDC	1ms, 5ms, 10ms, 20ms, 70ms	40-pin C x 2
		Out 32	12 to 24VDC	1 ms	
	QX41Y41P	In 32	24VDC	1ms, 5ms, 10ms, 20ms, 70ms	40-pin C x 2
		Out 32	12 to 24VDC	1ms	
	QX48Y57	In 8	24VDC	1ms, 5ms, 10ms, 20ms, 70ms	18-point terminal block
		Out 7	12 to 24VDC	1ms	

www.plcsanook.com Modern electric and automation

1.8 การเชื่อมต่อโมดูลอินพุทและโมดูลเอาท์พุทกับอุปกรณ์ต่างๆ

โมดูลอินพุทและเอาท์พุทของ MELSEC Q มีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก 3 แบบ ดังรูปที่ 1.28



รูป 1.28

1. **โมดูลแบบ terminal block** เป็นโมดูลที่มีจำนวน I/O น้อยๆคือ 8 points และ 16 points การต่อสายไฟกับโมดูล ทำได้โดยใช้หางปลาแฉกหรือหางปลากลมยึดและขันสกรู

2. **โมดูลแบบ SC terminal block** เป็นโมดูลที่มีจำนวน I/O 16points การต่อสายไฟกับโมดูลจะใช้หางปลาแบบพินหรือสายเปลือย

3. **โมดูลแบบ Pin** เป็นโมดูลที่มี I/O ขนาด 32 points และ 64 points มีสองแบบคือ 40-pin C และ 37-pin D-sub C

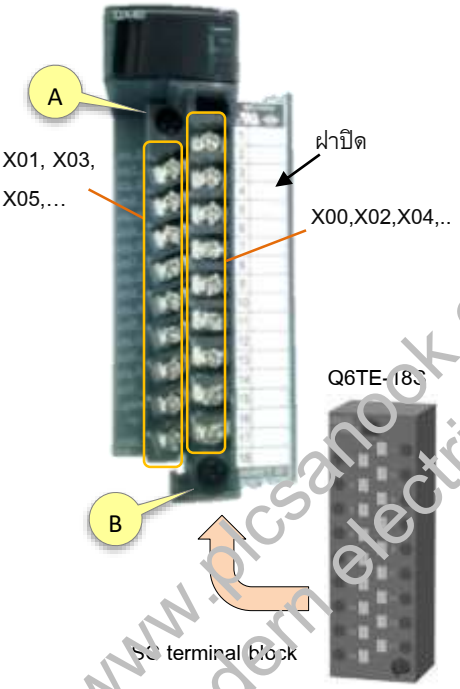
3.1 โมดูลแบบ 40-Pin C กรณี module ขนาด 32 points จะมีพินจำนวน 40 pin กรณีเป็น module ขนาด 64 points จะมีพิน 40 พินจำนวนสองชุด เรียกว่า 40-pin C x2

3.2 โมดูลแบบ 37-pin D-sub C มีเฉพาะ module ขนาด 32 points โดยมีพินจำนวน 37 pin

www.plcsanook.com
Modern electric and automation

Input module IIUU terminal block (16 points)

รูปที่ 1.29 เป็นโมดูลอินพุทแบบ 16 points คือ QX40 หมายเลขอินพุทใช้เลขฐาน 16 คือ 00 ถึง 0F ส่วนตำแหน่งอินพุท X ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของโมดูล ตัวอย่างเช่น ถ้าตำแหน่ง I/O ของโมดูลคือ 00-0F ตำแหน่งอินพุทของโมดูลคือ X00 ถึง X0F ถ้าตำแหน่ง I/O ของโมดูลคือ 20-2F ตำแหน่งอินพุทของโมดูลคือ X20 ถึง X2F เป็นต้น



รูป 1.29

Terminal block	Signal name
1	X0
2	X1
3	X2
4	X3
5	X4
6	X5
7	X6
8	X7
9	X8
10	X9
11	XA
12	XB
13	XC
14	XD
15	XE
16	XF
17	COM
18	Vacant

ตาราง 1.19

www.plcsanook.com Modern electric and automation

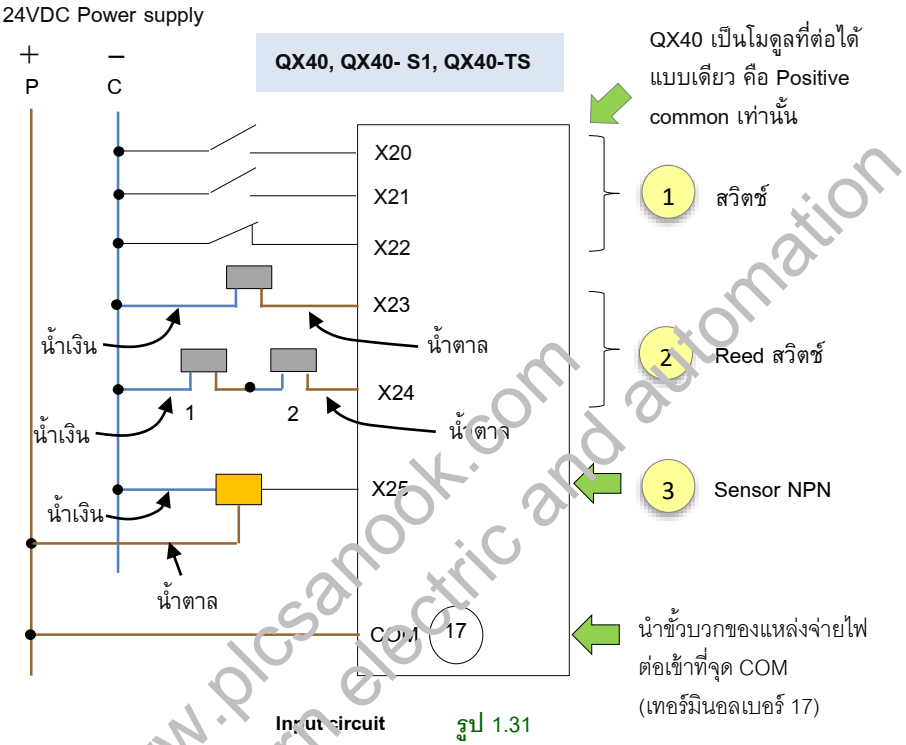
เทอร์มินอลของโมดูลจะแบ่งเป็น 2 แถว โดยอินพุทเลขคี่ (เช่น X01, X03, X05, X07,...) จะอยู่แถวด้านใน อินพุทเลขคู่ (เช่น X00, X02, X04, X06,...) จะอยู่แถวนอก

จากรูป 1.29 ด้านในฝาปิดเทอร์มินอลจะมีแผ่นป้ายแสดงตัวเลข 1 ถึง 18 หมายถึงมีเทอร์มินอล 18 ตัว เทอร์มินอล 1 คืออินพุทแรกของโมดูล (X00) เทอร์มินอล 2 คืออินพุทตัวที่สอง (X01) เทอร์มินอล 17 คือ COM ส่วนเทอร์มินอล 18 ไม่ได้ใช้งาน

เทอร์มินอลของโมดูลสามารถถอดออกได้โดยใช้ไขควงหมุนสกรูที่จุด A และ B นอกจากนั้น ยังสามารถเปลี่ยนเป็น SC terminal block ได้เช่นกัน โดยการติดตั้ง SC terminal block รุ่น Q6TE-18S

การต่อวงจร DC input module (Positive common)

จากรูป1.31 เป็นการต่อวงจรแบบ positive common โดยใช้แรงดัน 24VDC ขั้วลบของแหล่งจ่ายใช้สัญลักษณ์ C ส่วนขั้วบวกใช้สัญลักษณ์ P สมมุติว่าตำแหน่งอินพุทคือ X20 ถึง X2F



รูป 1.31

positive common คือการจ่ายไฟบวกให้กับจุด COM ส่วนไฟลบจ่ายให้กับรีเลย์อินพุท (X) โดยมีการต่อดังนี้

1. การต่อสวิตช์ ทำได้โดยต่อขาสวิตช์ด้านใดด้านหนึ่งกับ C ส่วนขาอีกด้านต่อไปยังอินพุท X ในรูป X20 และ X21 ต่อกับสวิตช์แบบ N/O ส่วน X22 ต่อกับสวิตช์แบบ N/C

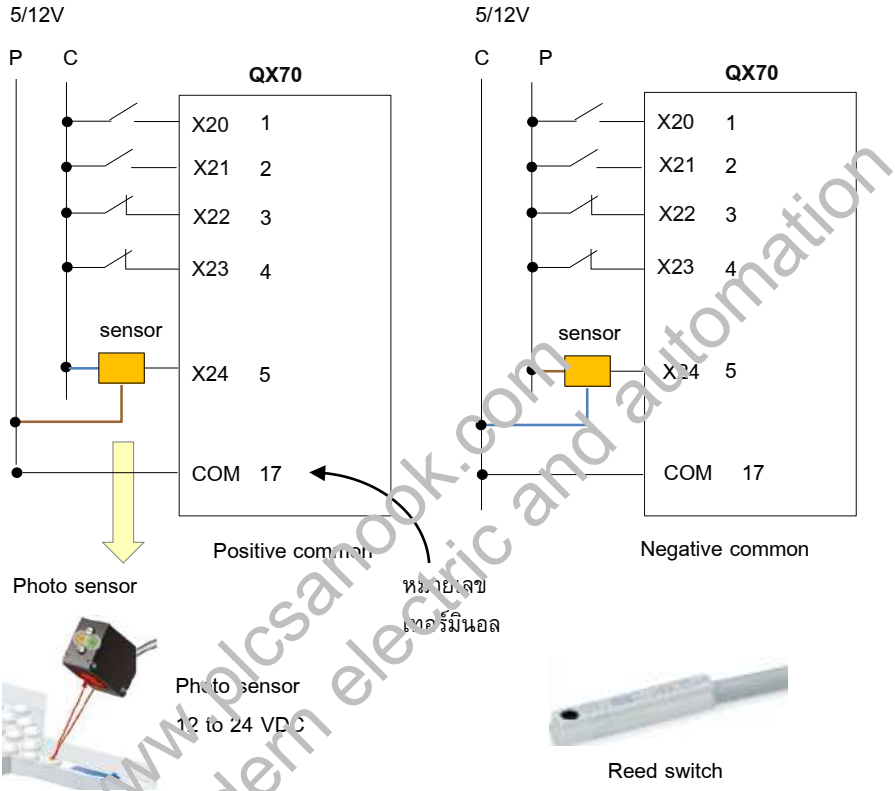
2. การต่อ reed สวิตช์ (หรือ proximity switch แบบสองสาย) ทำได้โดยนำสายสีน้ำเงินต่อกับ C ส่วนสายสีน้ำตาลต่อกับอินพุทX จากรูป1.31 เป็นการต่อ reed สวิตช์กับ X23 ส่วน X24 เป็นการนำ reed สวิตช์สองตัวมาอนุกรมกันและต่อกับอินพุท

3. เป็นการต่อเซ็นเซอร์แบบ 3 สาย (เช่น proximity sensor, photo sensor) การต่อวงจรแบบ positive จะต้องใช้เซ็นเซอร์แบบ NPN เท่านั้น เซ็นเซอร์แบบ 3 สาย จะมีสายสีดำเพิ่มเข้ามาซึ่งเป็นสายเอาท์พุท วิธีการต่อคือนำสายเอาท์พุทของเซ็นเซอร์ต่อเข้ากับอินพุท X, สายน้ำตาลต่อกับ P และสายน้ำเงินต่อกับ C

www.plcsanook.com Modern electric and automation

การต่อวงจร DC input module (Negative common/Positive common)

ตัวอย่างรูปที่ 1.33 เป็นการต่อวงจรอินพุทของ QX70 ซึ่งเป็นโมดูลที่ต่อได้ทั้งแบบ positive common และ negative common ใช้แรงดันได้สองแบบคือ 5VDC และ 12VDC สมมุติว่าตำแหน่งอินพุทคือ X20 ถึง X2F



รูป 1.33

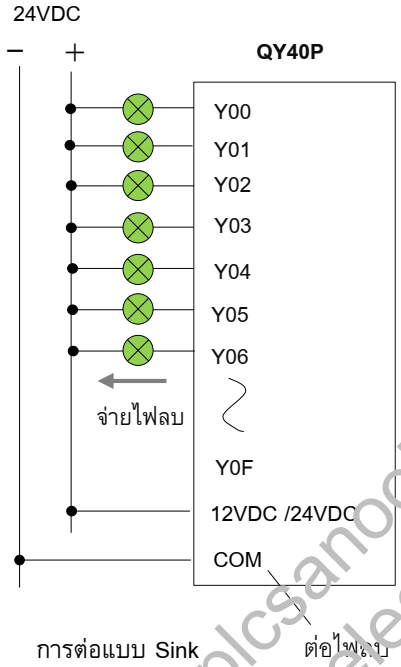
จุด COM สามารถต่อได้ทั้งไฟบวกและไฟลบ ถ้าต้องการต่อแบบ positive common ก็นำไฟบวกต่อที่ COM ถ้าต้องการต่อแบบ negative common ก็นำไฟลบต่อที่ COM ส่วน sensor ที่นำมาต่อ ต้องเป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ได้กับแรงดัน 5V หรือ 12V โดยส่วนใหญ่เซ็นเซอร์จะใช้ได้กับแรงดัน 12V ถึง 24VDC กรณีใช้แรงดัน 5V ก็จะต้องหาเซ็นเซอร์ที่ใช้กับแรงดัน 5VDC โดยเฉพาะ

การใช้ reed switch กับแรงดัน 12V หรือ 5V จะต้องดูข้อมูลจำเพาะของ reed switch ก่อน , reed switch แบบ 2 สาย ส่วนใหญ่จะใช้ได้กับแรงดัน 24VDC ส่วน reed switch แบบ 3 สาย จะใช้ได้กับแรงดันหลายๆระดับ เช่น 5V , 12V , 24VDC เป็นต้น

www.plcsanook.com Modern electric and automation

การต่อวงจร output module แบบทรานซิสเตอร์ (sink)

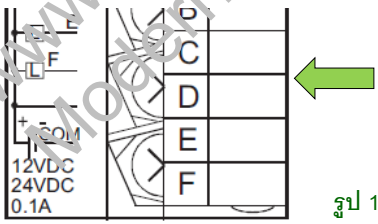
จากรูปที่ 1.43 QY40P เป็น output module แบบทรานซิสเตอร์ ที่มีขนาด 16 จุด (16 points) การต่อวงจรเป็นแบบ sink ใช้แรงดันได้ตั้งแต่ 12 ถึง 24VDC ในรูปใช้แรงดัน 24VDC สมมุติว่าตำแหน่งเอาท์พุทคือ Y00 ถึง Y0F



รูป 1.43

Terminal block	Signal name
1	Y00
2	Y01
3	Y02
4	Y03
5	Y04
6	Y05
7	Y06
8	Y07
9	Y08
10	Y09
11	Y0A
12	Y0B
13	Y0C
14	Y0D
15	Y0E
16	Y0F
17	12/24VDC
18	COM

ตาราง 1.24



แต่ถ้าไม่ทราบว่าต้องต่อแบบไหน จุดสังเกตคือที่โมดูลจะเขียนบอกว่าจุด COM เป็นขั้วลบ

รูป 1.44

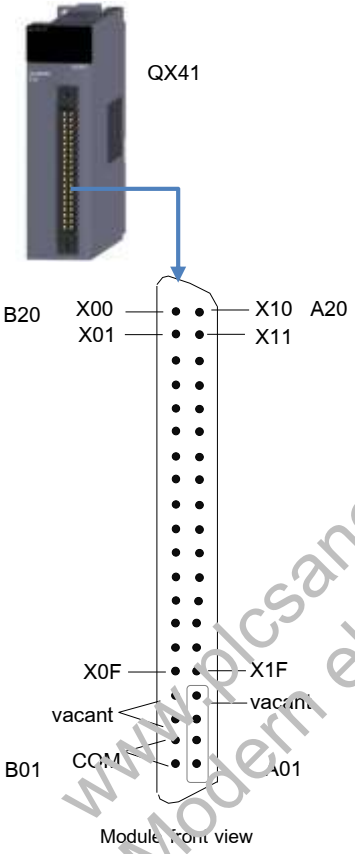
การต่อเอาท์พุทโมดูลแบบทรานซิสเตอร์ของ QCPU จะต่างจาก FXCPU(ทรานซิสเตอร์) คือจะต้องจ่ายไฟทั้งขั้วบวกและขั้วลบให้กับโมดูลด้วย จากรูป 1.43 ที่เทอร์มินอล 12VDC/24VDC จะต้องต่อกับขั้วบวก ส่วนเทอร์มินอล COM ต่อกับขั้วลบของแหล่งจ่าย

การต่อวงจรแบบ sink เมื่อเอาท์พุททำงาน เอาท์พุทจะจ่ายไฟลบออกมา ดังนั้นปลายสายอีกด้านของโหลดจะต้องต่อกับขั้วบวก

www.plcsanook.com Modern electric and automation

Input module IIUU 40-pin C (32 points)

รูปที่1.49 เป็นตัวอย่างโมดูลอินพุทแบบ 32 points คือ QX41 หมายเลขอินพุทใช้เลขฐาน 16 ส่วนตำแหน่งอินพุท X ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของโมดูล ตัวอย่างเช่น ถ้าตำแหน่ง I/O ของโมดูลคือ 00-1F ตำแหน่งอินพุทของโมดูลคือ X00 ถึง X1F



รูป 1.49

Pin No	Signal name	Pin No	Signal name
B20	X00	A20	X10
B19	X01	A19	X11
B18	X02	A18	X12
B17	X03	A17	X13
B16	X04	A16	X14
B15	X05	A15	X15
B14	X06	A14	X16
B13	X07	A13	X17
B12	X08	A12	X18
B11	X09	A11	X19
B10	X0A	A10	X1A
B09	X0B	A09	X1B
B08	X0C	A08	X1C
B07	X0D	A07	X1D
B06	X0E	A06	X1E
B05	X0F	A05	X1F
B04	vacant	A04	vacant
B03	vacant	A03	vacant
B02	COM	A02	vacant
B01	COM	A01	vacant

ตาราง 1.29

www.plcsanook.com Modern electric and automation

จากรูป1.49 พินของโมดูลจะแบ่งเป็น 2 แถว แถวละ 20 พิน รวมทั้งหมดมี 40 พิน โดยอินพุท 16 บิตแรกคือ X00 ถึง X0F จะอยู่แถวด้านซ้าย อินพุท 16 บิตถัดมาคือ X10 ถึง X1F จะอยู่แถวขวา ตำแหน่ง X00 คือพิน B20 ตำแหน่ง X01 คือพิน B19 เป็นต้น ตำแหน่งพินในรูป มองจากด้านหน้าของโมดูล

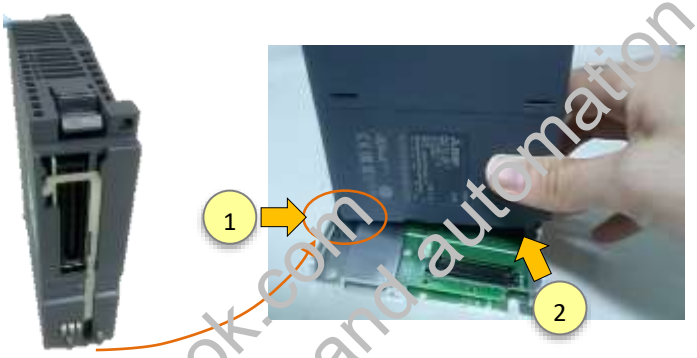
พิน B01 และ B02 คือ COM พินที่ไม่ได้ใช้งานคือ B03, B04 และ A01 ถึง A04 (vacant)

การติดตั้งโมดูลและการถอดโมดูล

ก่อนติดตั้งโมดูลหรือถอดโมดูลจะต้องปิดแหล่งจ่ายไฟของ power supply ก่อน การถอดหรือติดตั้งโมดูลในขณะที่มีไฟจ่ายให้ระบบ จะทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ และทำให้ PLC error

ยกเว้นระบบ PLC ที่มี CPU รองรับการเปลี่ยนโมดูลแบบ online (ขณะที่ power on) คือ process CPU และ Redundant CPU , อีกระบบที่สามารถเปลี่ยนโมดูลขณะ Online ได้ คือ MELSECNET/H remote I/O station

1. การประกอบโมดูล



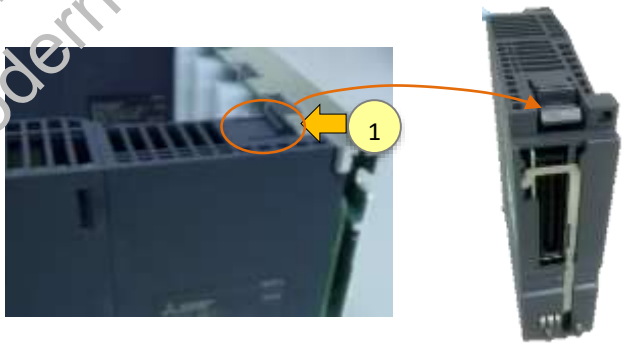
รูป 1.69

จากรูป1.69 เป็นการประกอบโมดูลลงslot ซึ่งมีขั้นตอนคือ

1. นำฐานด้านล่างของโมดูลเกี่ยวตรงด้านล่างของslot ให้ตรงกับslotที่ต้องการ
2. กดโมดูลอีกด้านลง

www.plcsanook.com Modern electric and automation

2. การถอดโมดูล

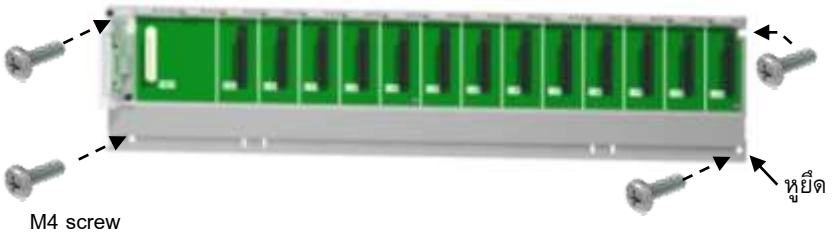


รูป 1.70

จากรูป 1.70 เป็นการถอดโมดูลออกจากslot ซึ่งมีขั้นตอนคือ

1. กดตัวล็อกที่ด้านบนของโมดูลพร้อมกับดึงโมดูลออก

การติดตั้ง Main base และ Extension base



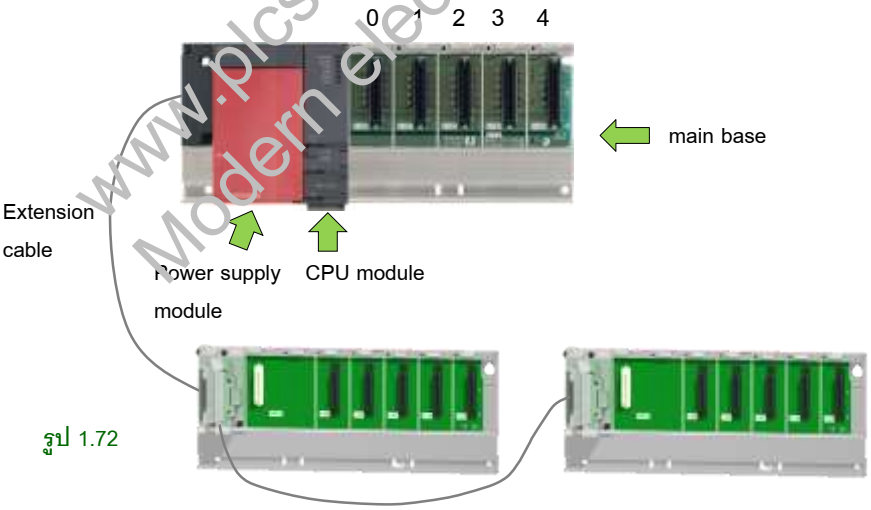
รูป 1.71

main base unit และextension base unit จะเรียกรวมกันว่า base unit

การติดตั้ง Base unit กับตู้ไฟฟ้าทำได้โดยใช้สกรู M4 ยึด Base unit กับตู้ไฟฟ้า โดยยึดที่หูยึด

Q00UJCPU

PLC รุ่น Q00UJCPU เป็น PLC แบบ universal ที่รวม Base unit, Power supply module และ CPU module ใน unit เดียวกับ อุปกรณ์ทั้งสามจะประกอบมาเป็นชุดเดียวกัน ไม่สามารถดึงออกจากกันได้ Main base ของ Q00UJCPU มีขนาดเดียวคือ 5 slots



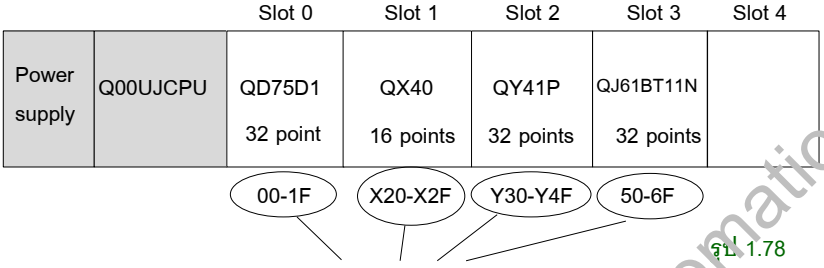
รูป 1.72

Q00UJCPU สามารถต่อ extension base ได้2 ตัว

www.plcsamook.com Modern electric and automation

1.14 Number of I/O occupied points

Number of I/O occupied points (I/O ย่อมาจาก input/output) หรือเรียกสั้นๆว่า Number of I/O หมายถึงจำนวนอินพุทและเอาท์พุทที่โมดูลนั้นๆใช้ไป ตัวอย่างรูปที่ 1.78 QX40 คือ input module มี number of I/O จำนวน 16 points หมายถึง สามารถต่ออินพุทได้ 16 ตัว คือตำแหน่ง X20 ถึง X2F

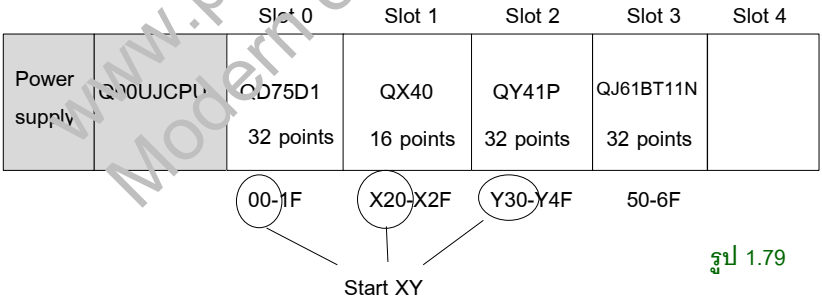


รูป 1.78

QY41P คือ output module มี number of I/O จำนวน 32 points หมายถึงสามารถต่ออุปกรณ์เอาท์พุทได้ 32 จุด คือตำแหน่ง Y30 ถึง Y4F

QD75D1 และ QJ61BT11N คือ intelligent module แม้ว่าจะไม่ใช่อุปกรณ์ขยายจำนวน I/O โดยตรง แต่เมื่อต่อใช้งานกับ PLC ก็จะกินเนื้อที่ I/O ของระบบ PLC ด้วย intelligent module จะมี number of I/O เท่ากับ 16 points และ 32 points (ขึ้นอยู่กับรุ่นโมดูล)

1.8 Start XY



รูป 1.79

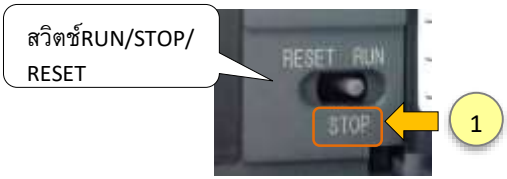
Number of I/O ของโมดูล จะมีผลต่อ start XY ในระบบ PLC จากรูป 1.79 QD75D1 มีขนาด I/O 32 points เมื่อติดตั้งที่ slot 0 ตำแหน่ง I/O ของ QD75D1 คือ 00-1F, 00 ก็คือ start XY ซึ่งเป็นหมายเลข I/O เริ่มต้นของโมดูล, QX40 สามารถต่ออินพุทได้ตั้งแต่ X20 ถึง X2F ดังนั้น QX40 มี start XY คือ 20, QY41P สามารถต่อเอาท์พุทได้ตั้งแต่ Y30 ถึง Y4F ตำแหน่ง I/O ของ QY41P จะ start ที่ Y30 ดังนั้น QY41P มี start XY คือ 30

www.plcsamook.com Modern electric and automation

2.6 การ Format Memory card

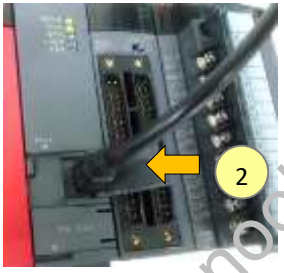
ใช้ในกรณีที่ต้องการ Format หน่วยความจำของ Memory card ให้ทุกอย่างกลับมาเป็นค่าเริ่มต้น ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. กดสวิตช์ RUN/STOP/RESET ไปยังตำแหน่ง STOP



การ Clear หน่วยความจำ PLC ทำได้ในขณะที่ PLC STOP

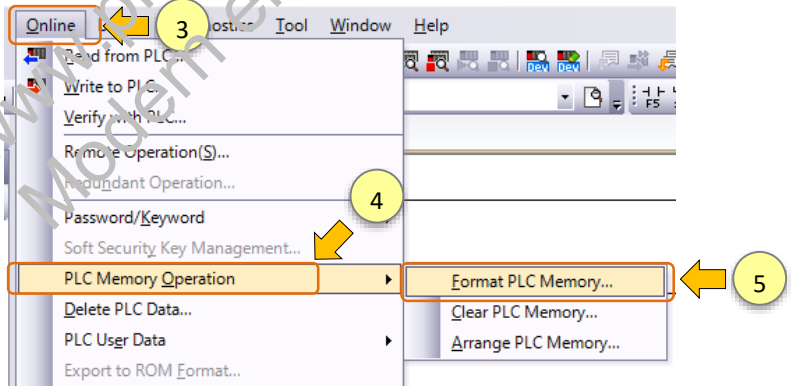
รูป 2.25



2. ต่อสายโหลดระหว่าง PLC และคอมพิวเตอร์ ดังรูป 2.26 ใช้สายโหลดแบบ USB-Mini

รูป 2.26

3. เลือกเมนู Online 4. เลือก PLC Memory Operation



รูป 2.27

5. เลือก Format PLC Memory

www.plcsanook.com Modern electric and automation

การปรับค่า input respond time ของ input module

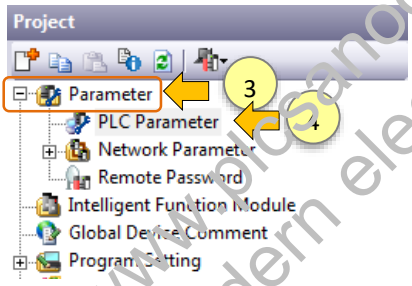
จากรูป2.45 เป็น configuration ของ PLC Q00UJCPU, QX40-S1 ติดตั้งที่ slot2 ต้องการปรับ input response time ของ QX40-S1 เป็น 0.1ms สามารถทำได้ดังนี้

	Slot 0	Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4
Power supply / Q00UJCPU	QD75P1N	QX40 Input 16points	QX40-S1 Input 16points	QY10 Output 16points	Empty
	00-1F	X20-X2F	X30-X3F	Y40-Y4F	

1. ต่อสายโหลดโปรแกรม รูป 2.45

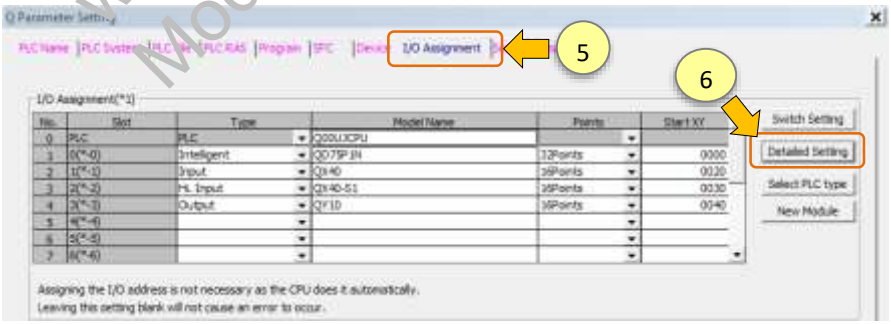
2. เปิดซอฟต์แวร์ GX Works2 และโหลดโปรแกรมจาก PLC

รูป 2.46



3. เลือกparameter
4. ดับเบิลคลิก PLC parameter
5. เลือกแท็บ I/O Assignment

รูป 2.47



รูป 2.48

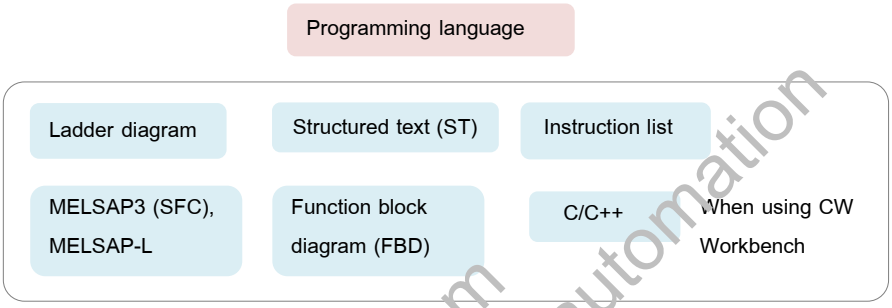
6. คลิก Detail setting

www.pbsanook.com Modern electric and automation

บทที่ 3 คำสั่งพื้นฐานและอุปกรณ์

ภาษาโปรแกรมของ PLC Q series

ภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนเพื่อให้ PLC ทำงานได้มีหลายภาษา ภาษาโปรแกรมที่ใช้กับ PLC Q series มี 6 แบบดังรูป3.1

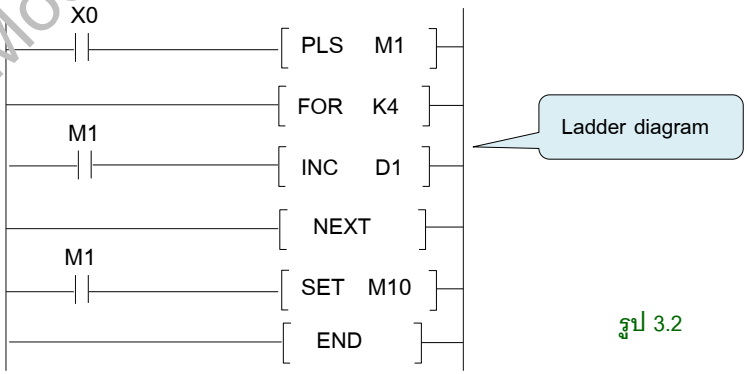


รูป 3.1

สำหรับเนื้อหาของคู่มือPLC จะอธิบายเฉพาะภาษา Ladder diagram โดยใช้ซอฟต์แวร์ GX works 2

3.1 Ladder diagram

Ladder diagram หรือเรียกว่าโปรแกรมลำดับ (Sequence program) คือโปรแกรมที่เขียนเป็นลำดับ เป็นบรรทัดๆ เริ่มจากบรรทัดบนไปบรรทัดล่าง แต่ละบรรทัดมีการเรียงอุปกรณ์จากซ้ายไปขวา Ladder diagram เรียกได้อีกหลายแบบเช่น วงจรแลดเดอร์ (ladder circuit), แลดเดอร์ไดอะแกรม (ladder diagram), วงจรโปรแกรม (circuit program)

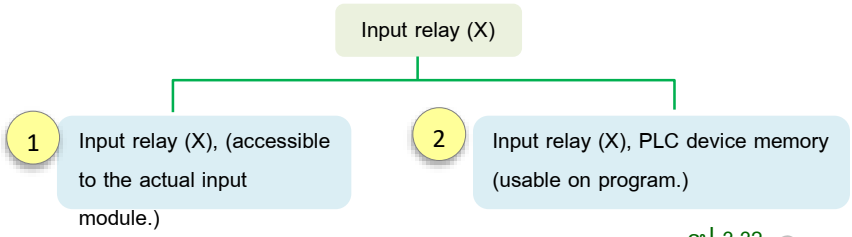


รูป 3.2

www.plcsanook.com Modern electric and automation

Input relay (X)

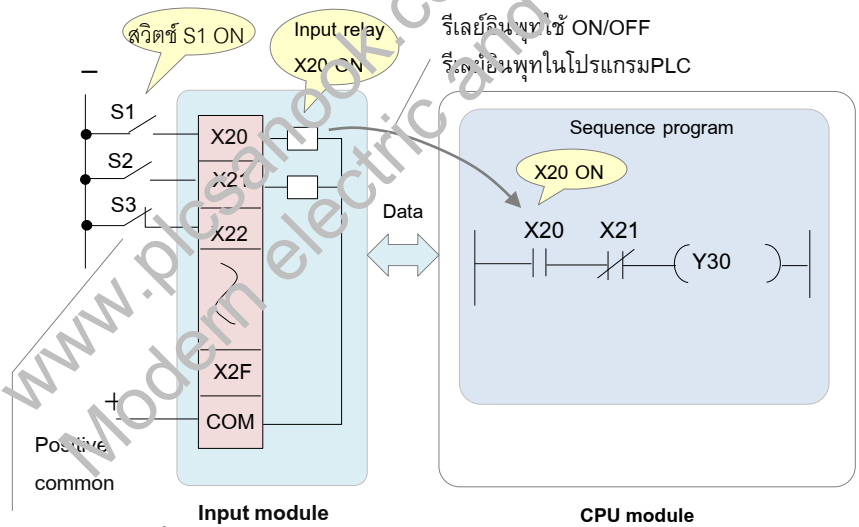
รีเลย์อินพุท (input relay) ใช้สัญลักษณ์ X เป็นอุปกรณ์แบบบิต มีความหมายสองแบบคือ



รูป 3.32

1. รีเลย์อินพุทจริง คืออุปกรณ์ที่อยู่ใน Input module ทำงานโดยใช้ photo coupler รับสัญญาณไฟฟ้าจากสวิตช์หรือเซ็นเซอร์
2. รีเลย์อินพุทที่ใช้งานเป็นหน้าสัมผัสใน sequence program คือเป็นอุปกรณ์แบบ memory การ ON-OFF ของรีเลย์อินพุทใน sequence program มีสองแบบคือ

2.1 อุปกรณ์จะทำงานก็ต่อเมื่อ photo coupler ของโมดูลอินพุททำงาน

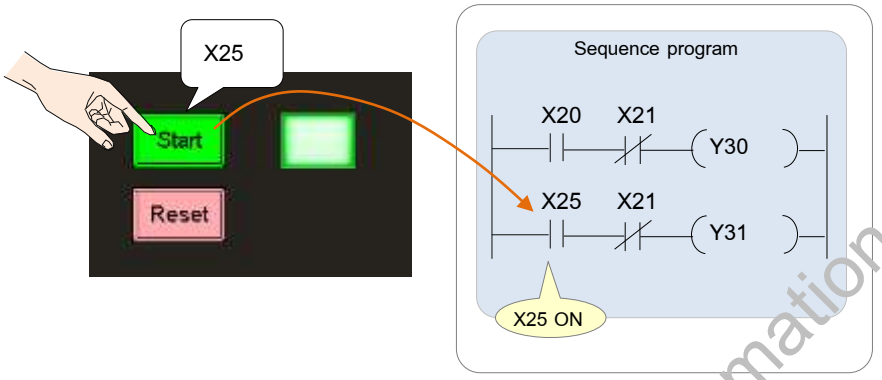


รูป 3.33

จากรูป3.33 เมื่อสวิตช์ S1 ON จะทำให้รีเลย์อินพุทจริงทำงาน X20 ทำงาน (photo coupler ทำงาน) เมื่อ photo coupler ทำงาน ก็จะส่งข้อมูลไปยังหน่วยความจำของ PLC และทำให้รีเลย์อินพุท X20 ในโปรแกรมทำงานด้วย

www.plcsanook.com Modern electric and automation

2.2 อุปกรณ์จะทำงานก็ต่อเมื่อมีการสั่งจากอุปกรณ์อื่นๆ ตัวอย่างเช่น รูปที่3.34 เมื่อกด Bit object X25 ที่ GOT หน้าสัมผัส X25 ในวงจรแลดเดอร์ PLC ก็จะ ON ด้วย



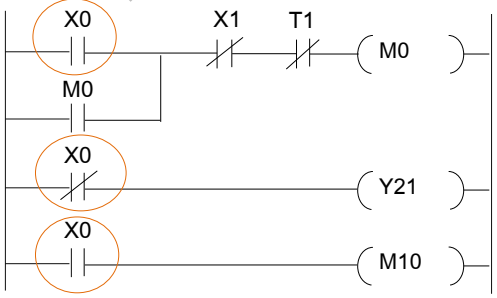
หลักการทำงานของ GOT คือ GOT จะติดต่อกับหน่วยความจำของ PLC โดยจะ link กับอุปกรณ์แบบบิตและแบบเวิร์ดของ PLC ได้โดยตรง

รูป 3.34

กรณี PLC Q series , L series และ iQ-R series รีเลย์อินพุทใช้ชื่อ X แล้วตามด้วยเลขฐาน 16 ตัวอย่างเช่น X1A, X คือชื่ออุปกรณ์ ส่วน 1A คือตำแหน่งอุปกรณ์ที่เป็นเลขฐาน 16

รูป 3.35

รูปที่ 3.35 ตัวอย่างเช่น X0, X คือชื่ออุปกรณ์ ส่วน 0 คือตำแหน่งอุปกรณ์ การระบุตำแหน่งอุปกรณ์ใช้เลขฐาน 16 เช่น X0-XF, X10-X1F, X20-X2F



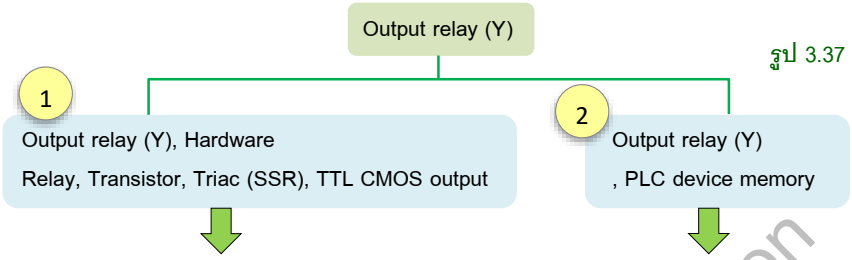
จำนวนหน้าสัมผัสของรีเลย์อินพุทสามารถเขียนซ้ำกันได้ และใช้ได้ไม่จำกัดตราบเท่าที่จำนวน step ของโปรแกรมไม่เต็ม

รูป 3.36

www.plcsanook.com Modern electric and automation

Output relay (Y)

รีเลย์เอาท์พุท (output relay) ใช้สัญลักษณ์ Y เป็นอุปกรณ์แบบบิต มีความหมายสองแบบคือ

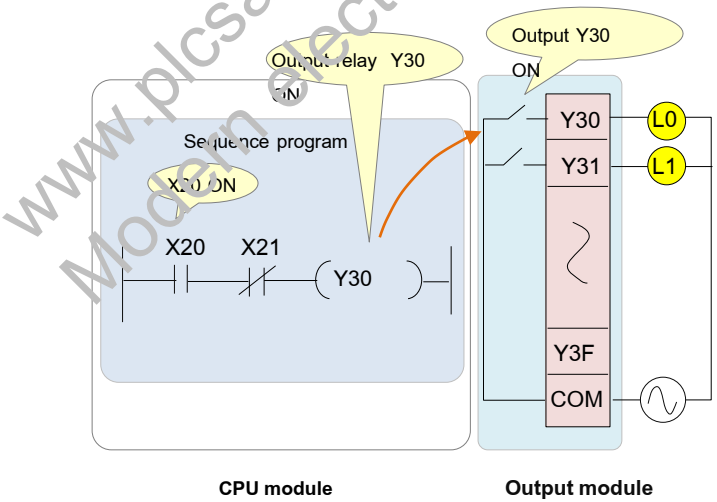


รูป 3.37

กรณีเป็นอุปกรณ์ของโมดูลเอาท์พุท รีเลย์เอาท์พุท (output relay) คือคำเรียกรวมอุปกรณ์แบบเอาท์พุท ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ทั้งหมดของโมดูลเอาท์พุท คือ Relay, Transistor, Triac (SSR), TTL CMOS

กรณีเป็นอุปกรณ์ของโปรแกรม รีเลย์เอาท์พุท (output relay) ใช้ ON/OFF รีเลย์เอาท์พุทจริงของ output module

1. รีเลย์เอาท์พุทจริง คืออุปกรณ์ใน output module ใช้เป็นอุปกรณ์เอาท์พุทเพื่อจ่ายไฟให้กับโหลด เช่นโซลินอยล์วาล์ว หลอดไฟ buzzer เป็นต้น
2. รีเลย์เอาท์พุทในโปรแกรม เป็นรีเลย์ในหน่วยความจำของ PLC ใช้เป็นหน้าสัมผัสและเป็นรีเลย์เอาท์พุทใน sequence program รีเลย์เอาท์พุทในโปรแกรมใช้สำหรับ ON/OFF รีเลย์เอาท์พุทจริงของ output module อีกด้วย



รูป 3.38

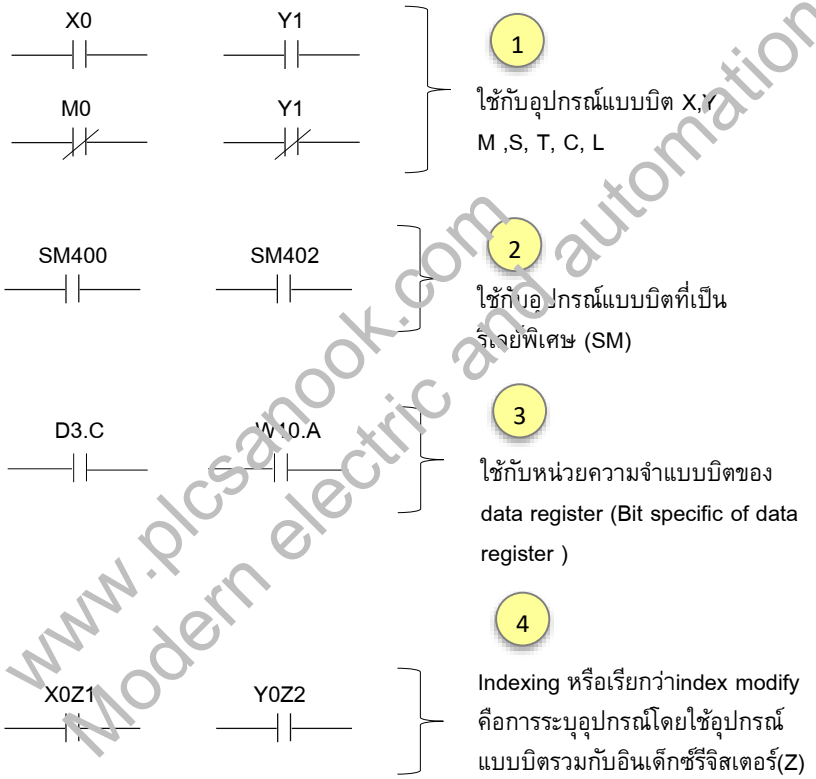
จากรูป3.38 เมื่อ X20 ON จะทำให้คอยล์รีเลย์ Y30 ในโปรแกรม ON จากนั้นรีเลย์ Y30 ซึ่งเป็นอุปกรณ์เอาท์พุทจริงก็จะ ON ด้วยเช่นกัน และทำให้หลอดไฟ L0 ติด

www.plcsamook.com
Modern electric and automation

3.3 คำสั่งอินพุท (input instruction)

✓ Basic ✓ High performance ✓ Process ✓ Redundant ✓ Universal ✓ LCPU

คำสั่งอินพุทเป็นคำสั่งพื้นฐาน ใช้เป็น **หน้าสัมผัส**(contact) ในวงจรแลดเดอร์ ใช้สำหรับสั่งงาน OUT instruction และ applied instruction คำสั่งอินพุทใช้ได้กับ CPU ทุกแบบ โดยจะใช้ได้กับอุปกรณ์แบบบิตเท่านั้น การใช้คำสั่งอินพุทมีดังนี้



รูป 3.65

ตาราง 3.8 แสดงอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้ (d = devices)

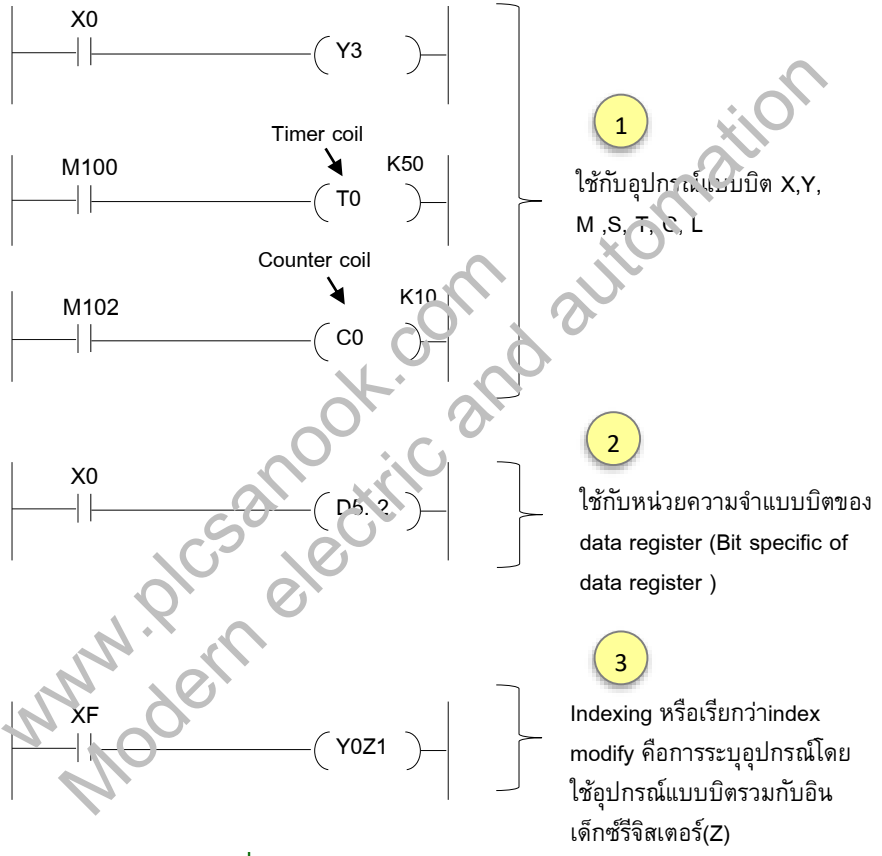
Setting data	Internal device		R, ZR	J□\□		U□\G□	Zn	Constant K, H	Other DX
	Bit	Word		Bit	Word				
d			●						●

www.plcsanook.com Modern electric and automation

การใช้คำสั่ง OUT

✓ Basic ✓ High performance ✓ Process ✓ Redundant ✓ Universal ✓ LCPU

คำสั่ง OUT ใช้เป็น**คอยล์รีเลย์** (relay coil) ในวงจรแลดเดอร์ คำสั่งใช้ได้กับ CPU ทุกแบบ โดยจะใช้ได้กับอุปกรณ์แบบบิตเท่านั้น การใช้คำสั่ง OUT มีดังนี้



www.plcsanook.com Modern electric and automation

รูป 3.71

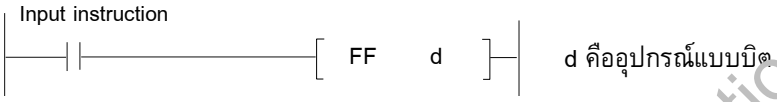
ตาราง 3.9 แสดงอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้ (d = devices)

Setting data	Internal device		R, ZR	J□\□		U□\G□	Zn	Constant K, H	Other DY
	Bit	Word		Bit	Word				
d	●								●

3.12 คำสั่ง FF

Basic	High performance	Process	Redundant	Universal	LCPU
✓	✓	✓	✓	✓	✓

คำสั่ง FF (Inverting the bit device output) คือคำสั่งที่ทำให้อุปกรณ์แบบบิต ON และ OFF สลับกันเมื่อมีสัญญาณขาขึ้นของหน้าสัมผัสสั่งเข้ามา (เช่นเดียวกับคำสั่ง ALTP) รูปแบบของคำสั่งคือ



รูป 3.124

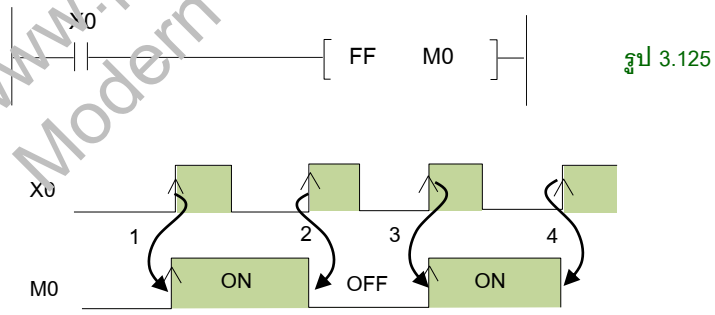
รูปแบบการทำงาน

การทำงานของคำสั่ง FF เป็นแบบพัลส์ (pulse operation)

ตาราง 3.13 แสดงอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้ (Applicable device)

Setting data	Internal devices		R, ZR	J□\□		U□\G□	Zn	Constant	Other
	Bit	Word		Bit	Word			E	DY
d	●								●

การทำงานของคำสั่ง FF

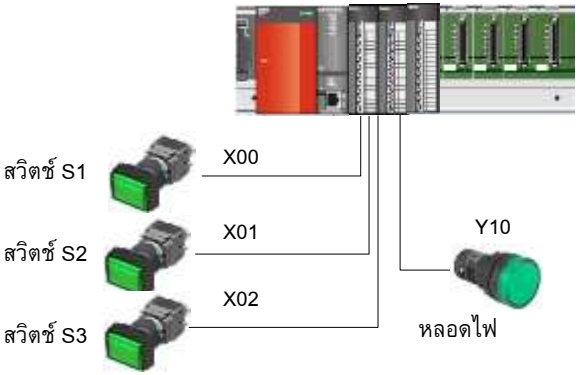


รูป 3.125

จากรูป3.125 เมื่อ X0 ON สัญญาณขาขึ้นของ X0 จะทำให้ M0 ทำงาน เมื่อมีสัญญาณขาขึ้นของ X0 ในครั้งที่ 2 จะทำให้ M0 OFF และเมื่อมีสัญญาณขาขึ้นในครั้งที่ 3 จะทำให้ M0 ON สลับกันไปเรื่อยๆ

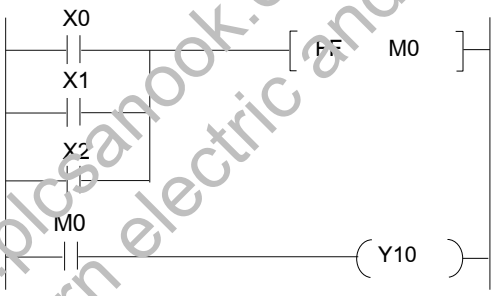
www.plcsanook.com Modern electric and automation

ตัวอย่างโปรแกรมการใช้คำสั่ง FF



รูป 3.126

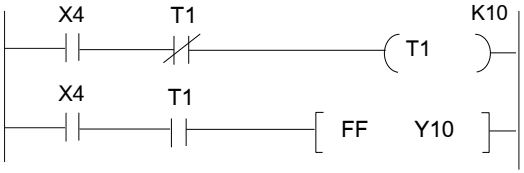
จากรูป3.126 ให้เขียนวงจรควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟ 1 หลอด โดยใช้สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ คือ S1(X0), S2(X1) และ S3(X2) ส่วนหลอดไฟใช้ Y10 เช่นเมื่อกด S1 Y10 ติด เมื่อกด S1 อีกครั้ง Y10 ดับ หรือเมื่อกด S2 Y10 ติด แต่เมื่อกดสวิตช์อื่นๆเช่น S1 หรือ S3 หลอดไฟ Y10 จะดับ สามารถเขียนวงจรได้ดังรูป 3.127



รูป 3.127

วงจรไฟกระพริบโดยใช้คำสั่ง FF

1. ทดลองเขียนวงจรตามรูปที่3.128 และทดลองโปรแกรมโดยการใช้ Simulation
2. ON X4 และดูการ ON-OFF ของ Y10



รูป 3.128

www.plcsanook.com
Modern electric and automation

3.14 คำสั่ง STOP (Sequence program stop)

Basic	High performance	Process	Redundant	Universal	LCPU
✓	✓	✓	✓	✓	✓

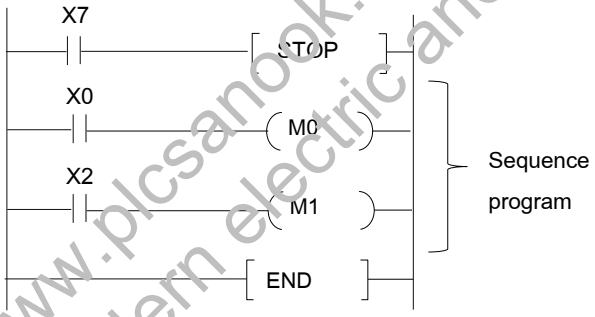
คำสั่ง STOP คือคำสั่งหยุดการประมวลผลของCPU เมื่อคำสั่งทำงานโปรแกรมแลดเดอร์ทั้งหมดจะหยุดการประมวลผล และ output Y จะถูก reset ด้วย

รูป 3.133

คำสั่ง STOP ไม่ต้องใช้กับอุปกรณ์แบบบิตหรือแบบเวิร์ด การพิมพ์คำสั่งคือกด F8 และพิมพ์คำว่า stop ได้เลย

รูปแบบการทำงาน

การทำงานของคำสั่ง STOP เป็นแบบต่อเนื่อง (continuous operation)



รูป 3.134

จากรูป3.134 เมื่อ X7 ทำงาน CPU ของ PLC จะหยุดประมวลผล การทำให้ CPU ประมวลผลอีกครั้งทำได้ดังนี้

สวิตช์ RUN/STOP/RESET

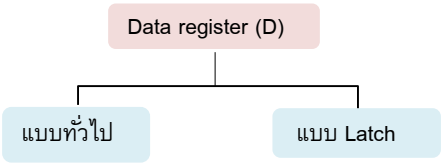
1. OFF X7
2. ปรับสวิตช์ RUN/STOP/RESET ไปยังตำแหน่ง RUN

รูป 3.135

www.plcsanook.com
Modern electric and automation

ชนิดของ Data register

Data register มีสองแบบคือ แบบทั่วไป และแบบ Latch



รูป 3.143

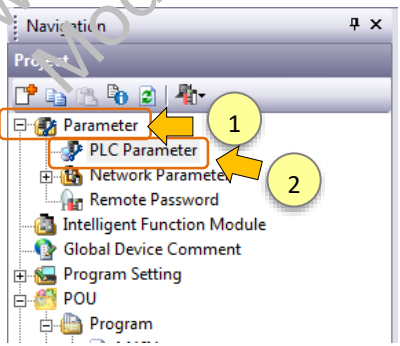
1. Data register **แบบทั่วไป**(general type) ข้อมูลที่เก็บใน data register จะถูกเคลียร์ให้เป็นศูนย์เมื่อ PLC อยู่ในสถานะ stop หรือแหล่งจ่ายไฟ PLC ถูกตัด ดังนั้นจะสามารถเก็บข้อมูลได้ชั่วคราวเฉพาะช่วงที่ PLC RUN

2. Data register **แบบ latched** สามารถเก็บข้อมูลได้โดยไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟ การใช้ data register แบบ latched สามารถตั้งค่าได้ที่ parameter

data register สามารถเป็นได้ทั้งอุปกรณ์แบบจำค่าไม่ได้และแบบจำค่าได้ ขึ้นอยู่กับการตั้งค่า parameter ของ PLC โดยค่าเริ่มต้นแล้ว data register จะเป็นอุปกรณ์แบบทั่วไป แต่สามารถเปลี่ยนเป็นแบบ latched ได้โดยการตั้งค่าที่ parameter

การตั้งค่าเพื่อใช้ data register แบบ Latch

ตัวอย่างนี้เป็นการตั้งค่าเพื่อใช้ data register แบบ latch ของ Q03UDE CPU โดยตั้งค่าให้ D500 ถึง D1000 เป็นอุปกรณ์แบบ latch ซึ่งทำได้ดังนี้



1. คลิกเลือก parameter
2. ดับเบิลคลิก PLC parameter

รูป 3.144

www.plcsandook.com
Modern electric and automation

3.21 ไทม์เมอร์ (T)

Basic	High performance	Process	Redundant	Universal	LCPU
✓	✓	✓	✓	✓	✓

ไทม์เมอร์ (Timer) ที่ใช้กับคำสั่ง OUT คืออุปกรณ์แบบบิต ส่วนค่าที่ไทม์เมอร์นับคืออุปกรณ์แบบเวิร์ด มีขนาด 16 บิต (16 bits word devices) การทำงานของไทม์เมอร์คือจะนับจังหวะนาฬิกา (clock pulse) ในPLC เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ หน้าสัมผัสของไทม์เมอร์จะทำงาน (ON) ไทม์เมอร์มี 4 แบบคือ

การพิมพ์คำสั่ง T0 K1000

1

Low speed timer
(1ms to 1000ms)

การพิมพ์คำสั่ง H T2 K1000

2

Hi speed timer
(0.01 ms to 100ms
)

การพิมพ์คำสั่ง ST5 K1000

3

Low speed retentive timer
(1ms to 1000ms)

การพิมพ์คำสั่ง H ST6 K1000

4

Hi speed retentive timer
(0.01 ms to 100ms)

www.plcsanook.com
Modern electric and automation

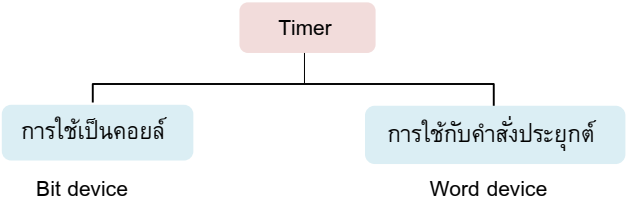
รูป 3.188

ตาราง 3.20 แสดงค่าที่สามารถตั้งได้ (set value)

	Internal device		R, ZR	J□\□		U□\G□	Zn	Constant	Other
	Bit	Word		Bit	Word			K, H	
Set value		●	●		●			●	

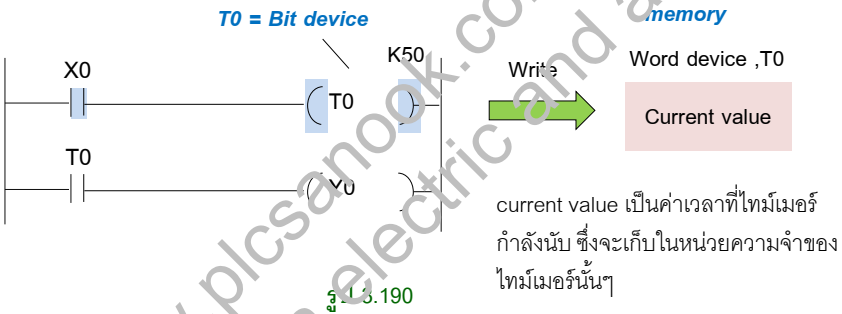
การใช้ไทม์เมอร์

ไทม์เมอร์เป็นได้ทั้งอุปกรณ์แบบบิตและแบบเวิร์ด กรณีใช้ไทม์เมอร์เป็นหน้าสัมผัสและคอยล์รีเลย์ ไทม์เมอร์ก็คืออุปกรณ์แบบบิต แต่ถ้าใช้กับคำสั่งประยุกต์ ไทม์เมอร์ก็คืออุปกรณ์แบบเวิร์ด สามารถเก็บข้อมูลได้ขนาด 16 บิต (16 bits word devices)



รูป 3.189

1. กรณีใช้เป็นคอยล์นับเวลา

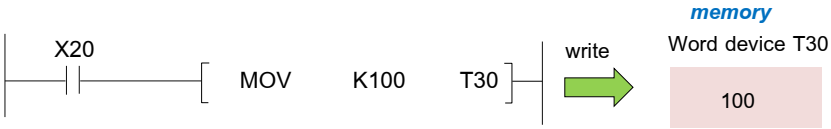


รูป 3.190

การเขียนคอยล์ไทม์เมอร์ใน sequence program จะเขียนสัญลักษณ์แบบวงเล็บและตามด้วยหมายเลขไทม์เมอร์ จากรูป 3.190 เมื่อคอยล์ไทม์เมอร์ T0 ทำงาน ก็จะนับเวลา 5 วินาที ค่าตัวเลขที่ T0 นับ (timer current value) จะบันทึกในหน่วยความจำ T0 ซึ่งเป็นอุปกรณ์แบบเวิร์ด ขนาด 16 บิตสามารถนับได้ตั้งแต่ 0 ถึง 32767

2. การใช้งานไทม์เมอร์กับคำสั่งประยุกต์

จากวงจร3.191 เมื่อ X20 ON จะเป็นการเขียนค่าคงที่ 100 ไปยัง T30 จะได้ T30 เท่ากับ 100



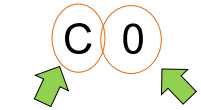
รูป 3.191

www.plcsanook.com Modern electric and automation

3.22 เคาน์เตอร์ (C)

✓ Basic ✓ High performance ✓ Process ✓ Redundant ✓ Universal ✓ LCPU

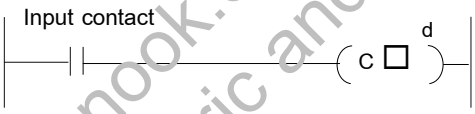
เคาน์เตอร์ (counter) คืออุปกรณ์แบบบิตและแบบเวิร์ด ใช้สัญลักษณ์ C และตามด้วยเลขฐาน 10 เคาน์เตอร์สามารถใช้ได้กับคำสั่งต่างๆเช่นคำสั่ง OUT และคำสั่งประยุกต์



รูป 3.218

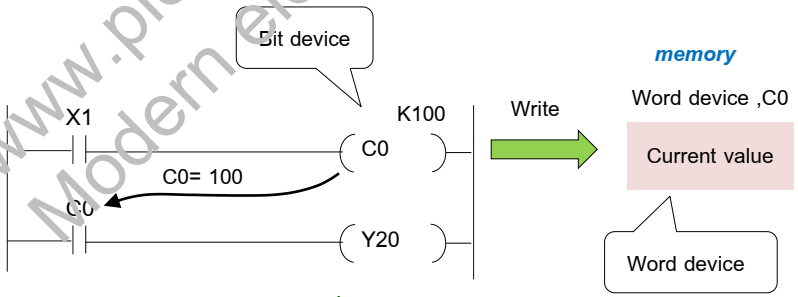
การใช้เคาน์เตอร์นับจำนวน

การใช้เคาน์เตอร์นับจำนวน ได้โดยใช้เคาน์เตอร์กับคำสั่ง OUT โดยเขียนสัญลักษณ์เป็นวงเล็บและตามด้วยอุปกรณ์เคาน์เตอร์ มีรูปแบบคำสั่งคือ



รูป 3.219

d = set value คือค่าที่ตั้งให้เคาน์เตอร์นับ



รูป 3.220

จากรูป 3.220 การทำงานของวงจรคือ เมื่อ X1 ON จะทำให้คอยล์เคาน์เตอร์ C0 ทำงาน การ ON ของ C0 จะทำให้ค่าของ C0 เพิ่มขึ้น เมื่อถึงจำนวนที่ตั้งไว้ หน้าสัมผัส C0 จะทำงาน (ON) และทำให้ Y20 ON

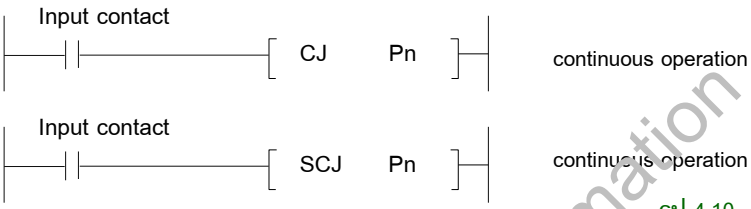
เคาน์เตอร์ที่ใช้กับคำสั่ง OUT คืออุปกรณ์แบบบิต ส่วนค่าที่เคาน์เตอร์นับคืออุปกรณ์แบบเวิร์ด มีขนาด 16 บิต (16 bits word devices)

www.plcsanook.com Modern electric and automation

4.5 คำสั่ง CJ, SCJ

✓ Basic ✓ High performance ✓ Process ✓ Redundant ✓ Universal ✓ LCPU

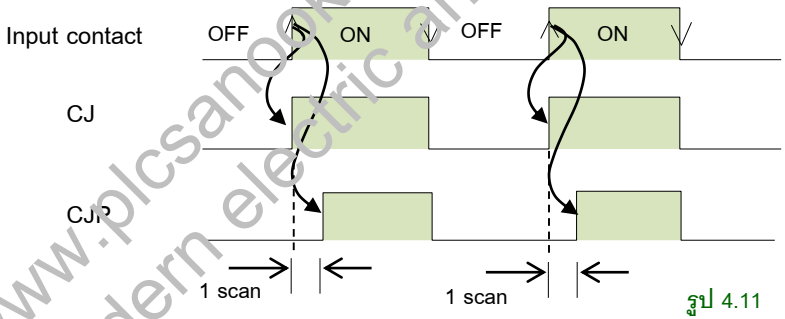
คำสั่ง CJ และ SCJ (Conditional Jump) คือคำสั่งที่ใช้ข้ามการประมวลผลโปรแกรมมีรูปแบบคำสั่งคือ พิมพ์ CJ แล้วตามด้วย pointer number (Pn)



รูป 4.10

Pn คือ pointer number, ใช้ได้ตั้งแต่ P0 ถึง 4095 (ขึ้นอยู่กับรุ่น CPU)

รูปแบบการทำงาน



รูป 4.11

คำสั่ง CJ จะทำงานทันทีเมื่อ input contact ON ส่วน คำสั่ง SCJ เมื่อ input contact ON คำสั่งจะไม่ทำงานทันที โดยจะทำงานใน scan time ถัดไป

คำสั่ง CJ และ SCJ จะทำงานแบบต่อเนื่อง เมื่อมีการสั่งงานอย่างต่อเนื่องจะทำให้วงจรที่ถูกข้ามไม่มีการประมวลผลเลย

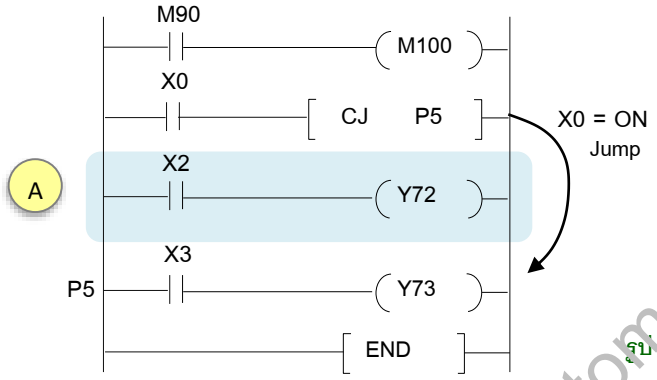
ตาราง 4.2 แสดงอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้

Setting data	Internal device		R, ZR	J□\□		U□\G□	Zn	Constant K, H	Other P
	Bit	Word		Bit	Word				
Pn									●

www.plcsanook.com Modern electric and automation

การทำงานของคำสั่ง CJ และ SCJ

จากรูป4.12 หน้าสัมผัส X0 ใช้สำหรับทำให้คำสั่ง CJ ทำงาน ส่วน pointer number P5 คือจุดปลายทางที่ต้องการกระโดดไปประมวลผล



รูป 4.12

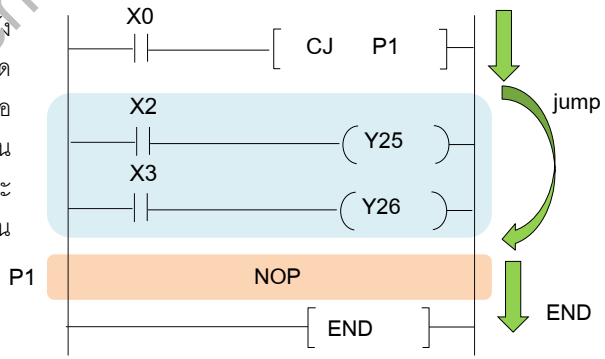
การทำงานของวงจรคือกรณีคำสั่ง CJ ยังไม่ทำงาน โปรแกรมแลดเดอร์จะถูกประมวลผลตามปกติตั้งแต่ step 0 จนถึงคำสั่ง END กรณี X2 ON จะทำให้ Y2 ON ได้ตามปกติ

เมื่อ X0 ON จะทำให้คำสั่ง CJ ทำงาน และทำให้ program processing ไม่มีการประมวลผลวงจร A ดังนั้นเมื่อ X2 ON (หลังจากคำสั่ง CJ ทำงาน) Y72 จะไม่ทำงาน

กรณี Y72 ON (X2 ON) ก่อนคำสั่ง CJ ทำงาน และหลังจากนั้นเมื่อคำสั่ง CJ ทำงาน จะทำให้วงจร A ไม่ถูกประมวลผล แต่สถานะของ Y72 ก็ยังคง ON อยู่

ตำแหน่งของ pointer จะต้องอยู่ step ที่มากกว่าคำสั่ง CJ และSCJ ถ้าตำแหน่ง pointer อยู่ step ที่น้อยกว่าจะทำให้ PLC error

ถ้าต้องการ jump ไปที่คำสั่ง ENDให้เขียน P1 ที่บรรทัดเดียวกับคำสั่ง END และเมื่อ convert program P1 จะเลื่อนขึ้นไปบรรทัดบน ซึ่งโปรแกรมจะเพิ่มบรรทัดให้เองโดยจะเป็นพื้นที่ของ NOP



รูป 4.13

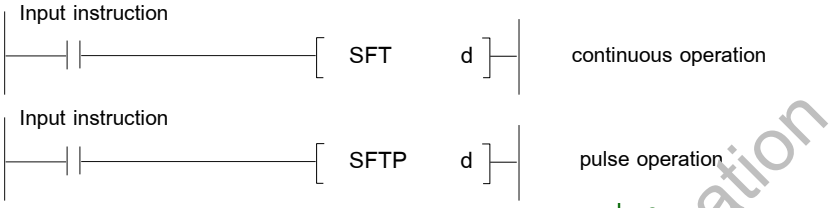
วงจรรูป 4.13 เป็นการใช้คำสั่ง CJ เพื่อกระโดดไปที่คำสั่ง END ส่วน P1 จะถูกเขียนที่บรรทัดล่างสุดก่อนคำสั่ง END กรณีนี้การประมวลผลจะวิ่งไปที่คำสั่ง END และจบการประมวลผล

www.plcsanook.com Modern electric and automation

4.10 คำสั่ง SFT, SFTP

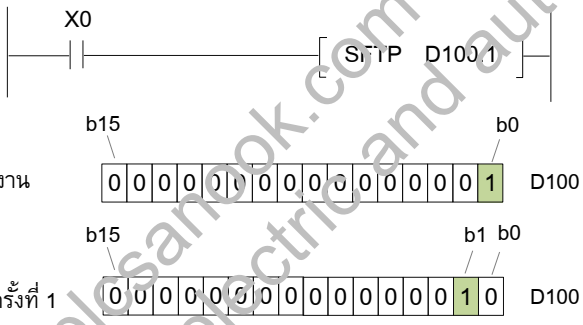
✓ Basic ✓ High performance ✓ Process ✓ Redundant ✓ Universal ✓ LCPU

คำสั่ง SFT (Bit device shift) คือคำสั่งที่นำค่าของอุปกรณ์แบบบิตที่อยู่ก่อนหน้า d มาเก็บไว้ยัง d ส่วนค่าอุปกรณ์แบบบิตที่อยู่ก่อนหน้าจะถูกเคลียร์ทิ้งไป รูปแบบของคำสั่งคือ



รูป 4.25

d คืออุปกรณ์อุปกรณ์แบบบิตและแบบเวิร์ด (D□ .b)



รูป 4.26

จากรูป4.26 สมมุติว่าบิต 0 ของ D100 เท่ากับ 1 เมื่อ X0 ON จะทำให้คำสั่ง SFTP ทำงาน ทำให้ค่าของ b0 เลื่อนไปที่ b1 จะได้ b1 เท่ากับ 1 และ b0 มีค่ากลายเป็นศูนย์

เมื่อ X0 ON ในครั้งที่ 2 จะทำให้ b1 = 0 เนื่องจากก่อนหน้านั้นค่า b0 = 0

รูปแบบการทำงาน

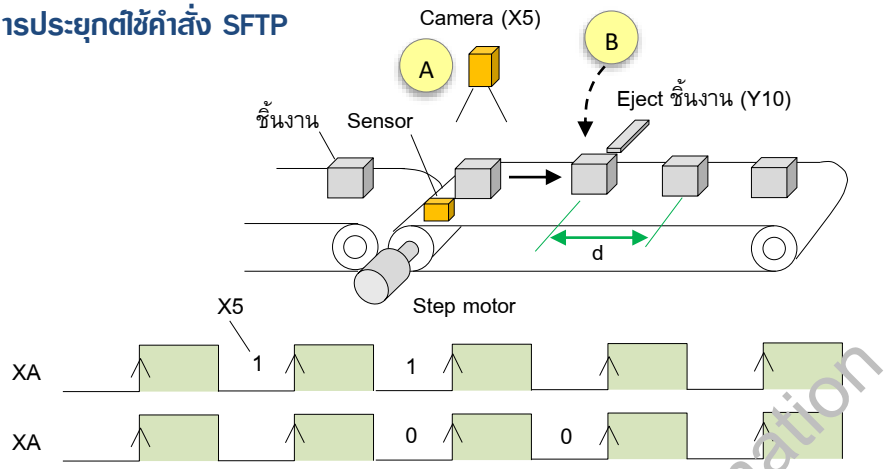
การทำงานของคำสั่ง SFT เป็นแบบต่อเนื่อง (continuous operation) การทำงานของคำสั่ง SFTP เป็นแบบพัลส์ (pulse operation)

ตาราง 4.5 แสดงอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้

Setting data	Internal devices		R, ZR	J□\□		U□\G□	Zn	Constant E	Other DY
	Bit	Word		Bit	Word				
d		●							●

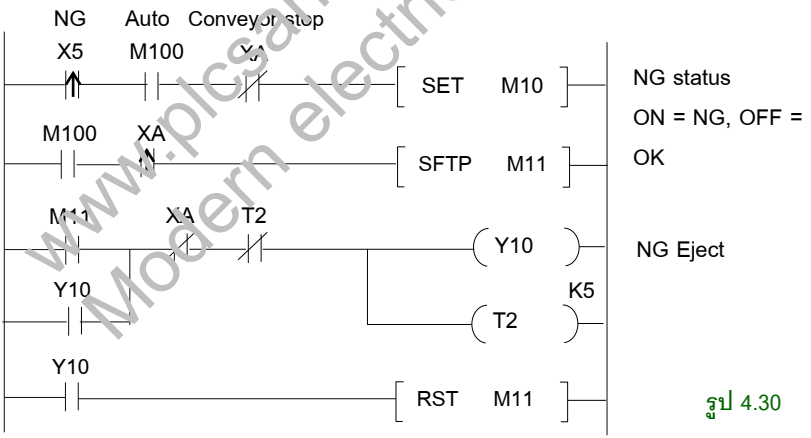
www.plcsanook.com Modern electric and automation

การประยุกต์ใช้คำสั่ง SFTP



รูป 4.29

รูปที่ 4.29 มีชิ้นงานเคลื่อนที่มาตาม conveyor โดย conveyor จะหมุนและหยุดทุกๆระยะ d, XA จะ ON เมื่อ conveyor หมุน , ที่จุด A เป็นจุดที่ใช้กล้องตรวจสอบชิ้นงาน โดย X5 จะ ON กรณีชิ้นงาน NG โดยจะ ON ในช่วงที่ XA OFF ส่วนจุด B เป็นจุดดันชิ้นงานทิ้งกรณีชิ้นงาน NG (ไม่ผ่านจากการตรวจสอบจากกล้อง) ดังนั้นเมื่อ X5 ON ที่จุด A เมื่อมาถึงจุด B ชิ้นงานจะถูกดันทิ้ง กรณี X5 ไม่ ON ชิ้นงานจะผ่านจุด B ได้ สามารถเขียนโปรแกรมได้ดังรูปที่ 4.30



รูป 4.30

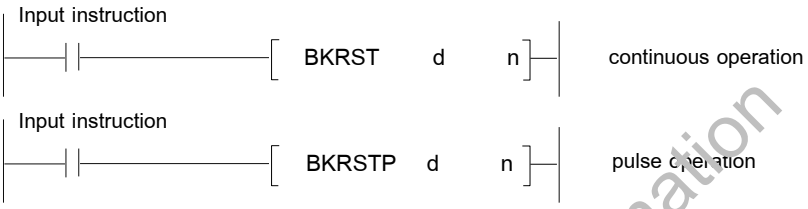
การทำงานของวงจรคือ เมื่อ X5 ON จะทำให้ M10 ON เมื่อ conveyor หมุนและ XA ON ทำให้คำสั่ง SFTP ทำงาน และ M11 ON และทำให้ M10 OFF จากนั้นเมื่อ XA OFF จะทำให้ Y10 ON เพื่อดันชิ้นงานทิ้ง เมื่อ Y10 ON ก็จะ Reset M11 ด้วย ถ้า X5 ไม่ON M10 จะ OFF ทำให้กรณี XA ON เมื่อคำสั่ง SFTP ทำงาน M11 ก็จะไม่ ON

www.plcsanook.com
Modern electric and automation

4.28 คำสั่ง BKRST, BKRSTP (Batch reset of bit devices)

Basic	High performance	Process	Redundant	Universal	LCPU
✓	✓	✓	✓	✓	✓

คำสั่ง BKRST และ BKRSTP คือคำสั่งเคลียร์ค่าอุปกรณ์แบบบิตคราวละมากๆ เป็นจำนวน n บิต, n คือจำนวนบิตที่ต้องการ reset มีรูปแบบคำสั่งคือ



รูป 4.117

d คืออุปกรณ์แบบบิตเช่น M,L,Y, D[ ].n, T, C เป็นต้น n คือจำนวนบิตที่ต้องการ reset (BIN 16 bits)

รูปแบบการทำงาน

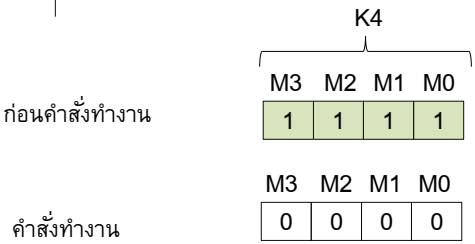
คำสั่ง BKRST ทำงานแบบต่อเนื่อง ส่วน BKRSTP ทำงานเป็นแบบพัลส์

ตาราง 4.23 แสดงอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้

Setting data	Internal devices Bit	Internal devices Word	R, ZF	J□\□ Bit	J□\□ Word	U□\G□	Zn	Constant K, H	Other
d	●								
n	●							●	

ตัวอย่างโปรแกรม

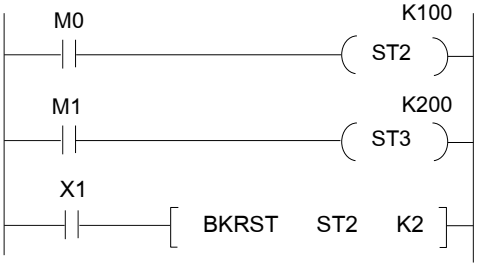
รูป 4.118



รูปที่ 4.118 เมื่อคำสั่ง BKRST ทำงาน ข้อมูลบิต M0 ถึง M3 จะมีค่าเป็น 0

www.plcsamook.com Modern electric and automation

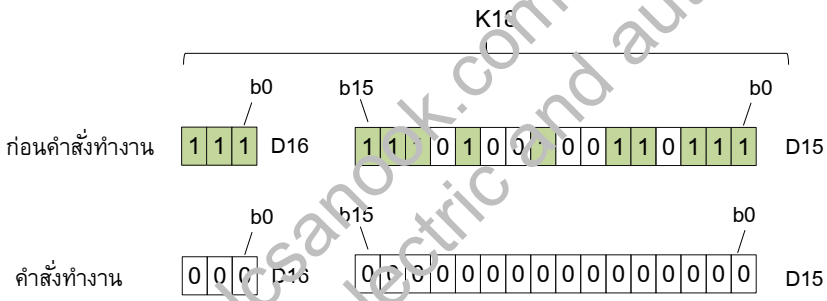
กรณี d คือ timer หรือ counter เมื่อคำสั่งทำงาน ค่าของ timer หรือ counter จะถูกเคลียร์เป็นศูนย์



รูป 4.119

รูปที่4.119 เมื่อ X1 ON จะทำให้คำสั่ง BKRST ทำงาน และทำให้ค่าเวลาที่ ST2 และ ST3 นับ มีค่าเป็น 0

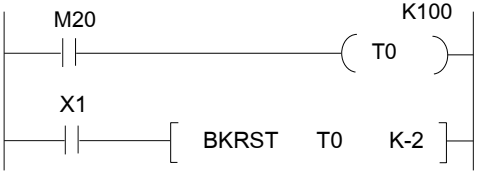
รูป 4.120



รูปที่ 4.120 เมื่อคำสั่ง BKRST ทำงาน ทำให้ข้อมูล b0 ถึง b15 ของ D15 และข้อมูล b0 ถึง b2 ของ D16 มีค่าเป็น 0

กรณี Error

เมื่อการระบุค่า n ทำให้อุปกรณ์ d ไม่มีในหน่วยความจำ PLC จะทำให้ PLC error, การ error จะทำให้รีเลย์พิเศษ SM0 ON ส่วน error code จะถูกเก็บที่ SD0 จากรูป 4.121 เมื่อคำสั่งทำงาน จะทำให้ PLC Error เนื่องจากหมายเลขไทม์เมอร์ที่ระบุคือ T0 และไม่มีไทม์เมอร์ก่อน T0



รูป 4.121

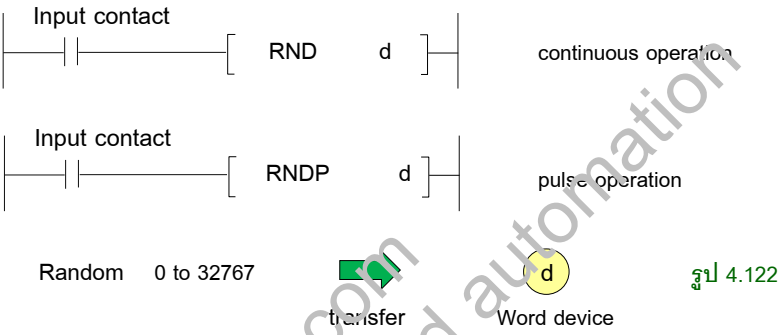
www.plcsanook.com
Modern electric and automation

4.29 คำสั่ง RND , RNDP

Basic	High performance	Process	Redundant	Universal	LCPU
✓	✓	✓	✓	✓	✓

* Basic model QCPU: The serial number (first five digits) is "04122" or later.

RND และ RNDP คือคำสั่งสุ่มตัวเลข 0 ถึง 32767 และนำค่าไปเก็บยังอุปกรณ์แบบเวิร์ด รูปแบบของคำสั่งคือ



รูป 4.122

d คืออุปกรณ์แบบเวิร์ด

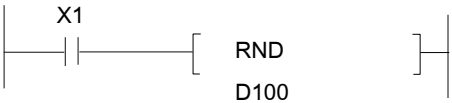
รูปแบบการทำงาน

RND เป็นคำสั่งที่ทำงานแบบต่อเนื่อง ส่วน RNDP เป็นคำสั่งที่ทำงานแบบพัลส์

ตาราง 4.24 แสดงอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้

Setting data	Internal device		R, ZR	J□\□		U□\G□	Zn	Constant K, H	Other
	Bit	Word		Bit	Word				
d									

ตัวอย่างการใช้คำสั่ง RND



รูป 4.123

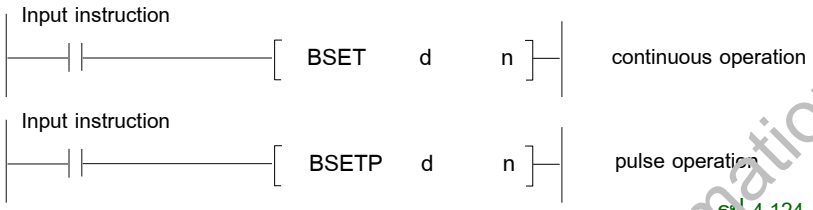
จากวงจร 4.123 เมื่อ X1 ON คำสั่ง RND จะสุ่มตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 32767 และนำค่าไปเก็บที่ D100 โดยค่า D100 จะเปลี่ยนแปลงแบบสุ่มตลอดทุก cycle กรณีใช้คำสั่ง RNDP เมื่อ X1 ONคำสั่งจะสุ่มตัวเลขครั้งเดียวและนำค่าไปเก็บที่ D100

www.plcsanook.com Modern electric and automation

4.30 คำสั่ง BSET, BSETP (Bit set for word devices)

Basic	High performance	Process	Redundant	Universal	LCPU
✓	✓	✓	✓	✓	✓

คำสั่ง BSET และ BSETP คือคำสั่งที่เขียนค่า 1 ไปยังบิตที่ n โดย n คือตำแหน่งบิตของ word device มีรูปแบบคำสั่งคือ



รูป 4.124

d คืออุปกรณ์แบบเวิร์ด , n คือตำแหน่งบิตที่ต้องการให้มีค่าเป็น 1

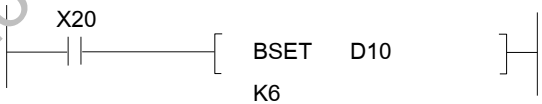
รูปแบบการทำงาน

คำสั่ง BSET ทำงานแบบต่อเนื่อง ส่วน BSETP ทำงานเป็นแบบพัลส์

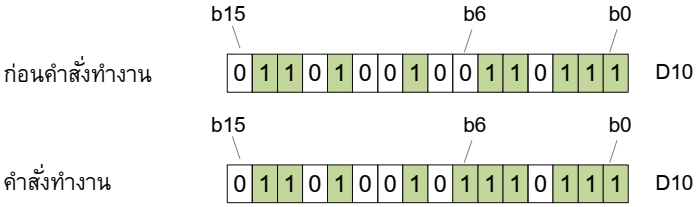
ตาราง 4.25 แสดงอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้

Setting data	Internal devices		R, ER	J□\□		U□\G□	Zn	Constant K, H	Other
	Bit	Word		Bit	Word				
d		●							
n		●						●	

ตัวอย่างโปรแกรม



รูป 4.125



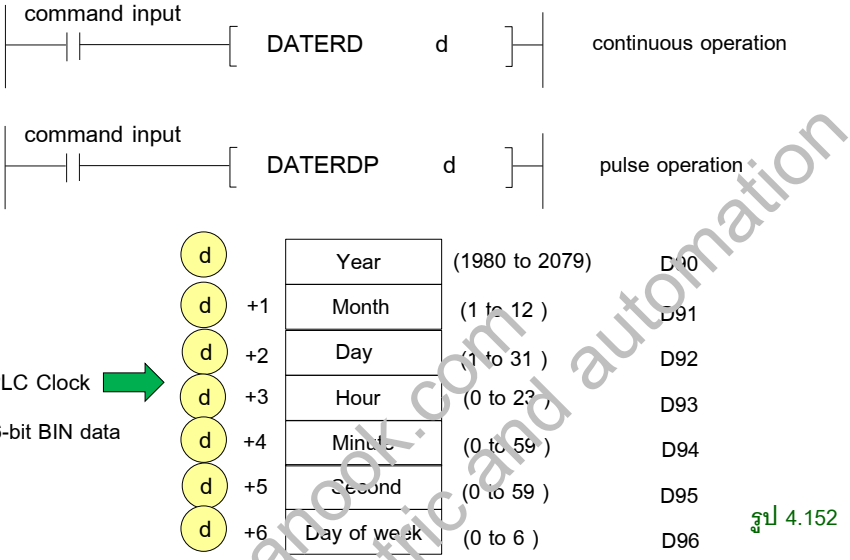
รูปที่ 4.125 เมื่อคำสั่ง BSET ทำงาน ข้อมูลบิต 6 ของ D10 จะมีค่าเป็น 1

www.plcsanook.com Modern electric and automation

4.39 คำสั่ง DATERD, DATERDP (Reading clock data)

✓ Basic ✓ High performance ✓ Process ✓ Redundant ✓ Universal ✓ LCPU

คือคำสั่งอ่านข้อมูลนาฬิกาจาก PLC มีรูปแบบคำสั่งคือ



รูป 4.152

ข้อมูลนาฬิกาคือ Year, Month, Day, Hour(24-Hour), Minute, second และ Day of week

เมื่อคำสั่งทำงาน ข้อมูลนาฬิกาจาก PLC จะถูกเขียนไปที่อุปกรณ์แบบเวิร์ดจำนวน 7 เวิร์ด โดย d คือเวิร์ดแรก ตัวอย่างเช่น ถ้า d คือ D90 ข้อมูล Year จะถูกเขียนไปที่ D90 ข้อมูล Month จะถูกเขียนไปที่ D91 ข้อมูล Day จะถูกเขียนไปที่ D91 เป็นต้น โดยข้อมูลของ D90 ถึง D96 จะเป็นเลขฐาน 2 (day of week หมายถึงวันอาทิตย์ถึงวันเสาร์ โดยค่า 0 คือวันอาทิตย์ ค่า 1 คือวันจันทร์ และค่า 6 คือวันเสาร์)

www.plcsanook.com Modern electric and automation

รูปแบบการทำงาน

DATERD คือคำสั่งที่ทำงานแบบต่อเนื่อง ส่วน DATERDP คือคำสั่งที่ทำงานแบบพัลส์

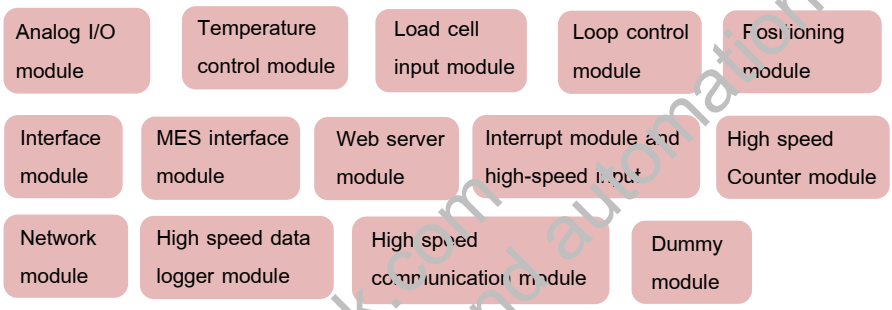
ตาราง 4.34 แสดงอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้

Setting data	Internal device		R, ZR	J□\□		U□\G□	Zn	Constant K, H	Other
	Bit	Word		Bit	Word				
d		●							

บทที่ 5 Intelligent module

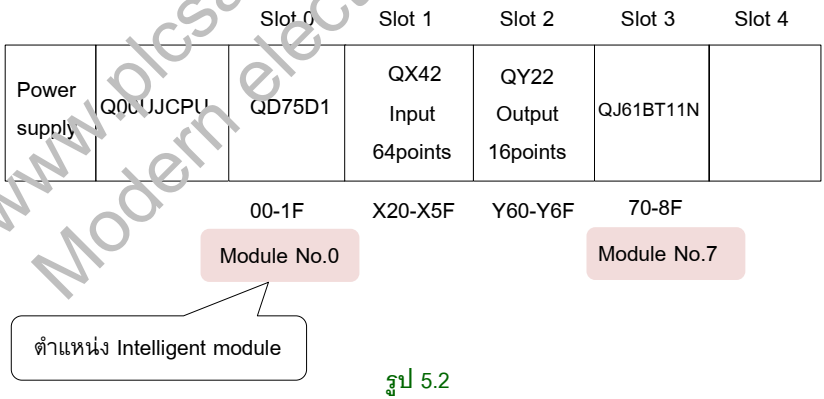
5.1 Intelligent function module

Intelligent function module หรือเรียกสั้นๆว่า Intelligent module คือโมดูลที่ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลในรูปแบบต่างๆเช่น เช่น network module ใช้สำหรับการสื่อสาร, Analog I/O module ใช้วัดแรงดัน,วัดกระแส, Temperature control module ใช้ควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น Intelligent module ชนิดต่างๆมีดังนี้



รูป 5.1

ตำแหน่ง Intelligent module ของ PLC Q series



รูป 5.2

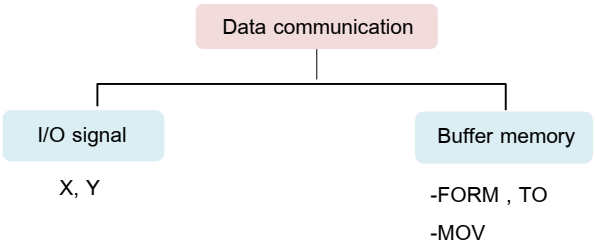
ตำแหน่งของ Intelligent module ใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงในคำสั่ง FORM และ TO เพื่อติดต่อกับ buffer memory ของโมดูล

ตำแหน่งของ Intelligent module จะนับตามตำแหน่ง I/O ของโมดูล จากรูป5.2 QD75D1 คือโมดูลตำแหน่ง 0, QJ61BT11N คือโมดูลตำแหน่งหมายเลข 7

www.plcsanook.com Modern electric and automation

การสื่อสารระหว่าง PLC กับ Intelligent module

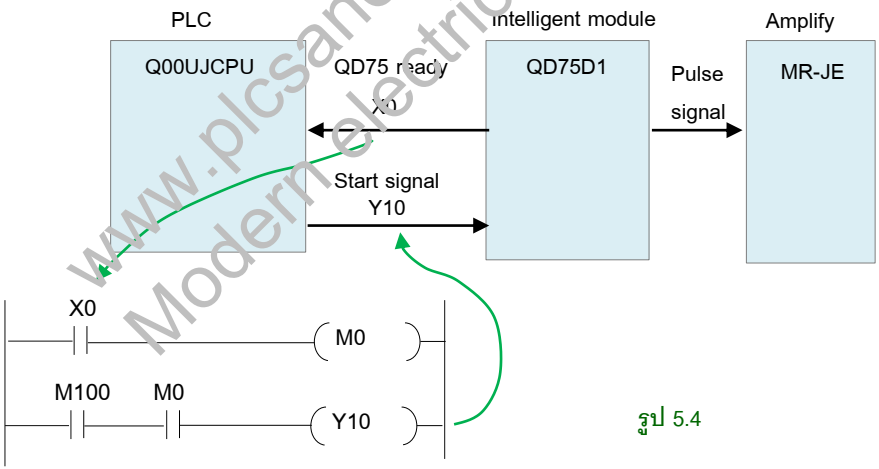
การสื่อสารระหว่าง PLC กับ Intelligent module (ยกเว้น Network module) มีสองรูปแบบ คือใช้ I/O signal ซึ่งใช้อุปกรณ์แบบบิตคือ X, Y และสื่อสารกับ Buffer memory ของโมดูลซึ่งใช้คำสั่งเช่น FORM, TO, MOV เป็นต้น



รูป 5.3

การสื่อสารโดยใช้ I/O signal

intelligent module บางรุ่นเช่น positioning module, analog I/O module สามารถใช้อุปกรณ์ X, Y สื่อสารระหว่าง module กับ CPU ได้โดยตรง โดยอินพุท X เป็นสัญญาณที่สร้างขึ้นมาจากตัวโมดูลเอง และสามารถส่งการ ON-OFF ไปยัง CPU module ได้ ส่วนเอาท์พุท Y เมื่อเขียนโปรแกรมให้ Y ทำงาน ก็จะส่งค่าไปยัง intelligent module ได้



รูป 5.4

ตัวอย่างเช่นรูปที่ 5.4 เป็นการสื่อสารระหว่าง Q00UJCPU กับ QD75D1, X0 คือสัญญาณ READY signal, X0 จะON โดยอัตโนมัติเมื่อ module พร้อมทำงาน เมื่อ X0 ON หน้าสัมผัสในวงจรแลดเดอร์ก็จะ ON เช่นกัน, Y10 คือสัญญาณ Positioning start signal เมื่อ M100 ON จะทำให้ Y10 ON และเป็นการสั่งให้ QD75 จ่ายสัญญาณพัลส์ให้ servo amplify

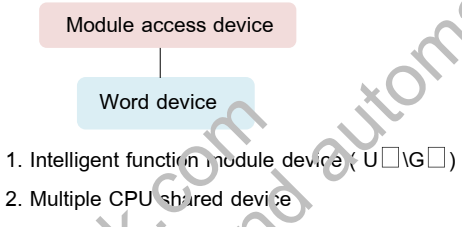
www.plcsanook.com
Modern electric and automation

การสื่อสารโดยใช้ Buffer memory

เป็นการสื่อสารโดยการอ่านค่าจาก buffer memory (เพื่อดึงข้อมูลมายัง PLC) หรือเขียนค่าไปยัง buffer memory (เพื่อตั้งค่าการทำงานของ intelligent module) การสื่อสารกับ Buffer memory ทำได้โดยใช้คำสั่งเช่น FORM , TO หรือใช้คำสั่ง MOV, BMOV เป็นต้น การใช้คำสั่งที่นอกเหนือจากคำสั่ง FROM, TO ต้องใช้อุปกรณ์ Module access device

5.2 Module access device

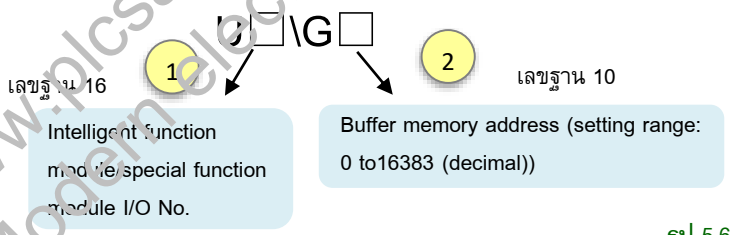
Module access device คืออุปกรณ์ที่ใช้ Link กับโมดูลต่างๆ เช่น Intelligent function module หรือ CPU module ตัวอื่นๆ มีสองแบบคือ Intelligent function module device และ Multiple CPU shared device



รูป 5.5

Intelligent function module device

Intelligent function module device ใช้สัญลักษณ์ U□\ G□ เป็นอุปกรณ์แบบเวิร์ด



รูป 5.6

การ link กับ buffer memory จะต้องระบุตำแหน่งของโมดูลและหมายเลขของ buffer memory โดยใช้สัญลักษณ์ดังนี้

1. U□ **คือหมายเลขของโมดูล** คือค่า start XY ของโมดูล (เลขฐาน 16)

2. G□**คือหมายเลขของ buffer memory** ตั้งค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 16383 (เลขฐาน 10) ตำแหน่งของโมดูลและหมายเลขของ buffer memory จะต้องเขียนคั่นด้วยเครื่องหมาย \ (black space)

ตัวอย่างเช่น U0\G0, U0 หมายถึง Intelligent function module No.0 ส่วน G0 คือ BFM#0

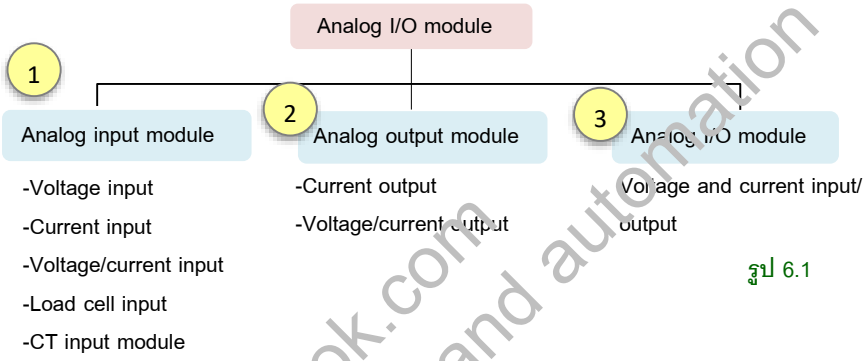
www.plcsanook.com Modern electric and automation

บทที่ 6 Analog control

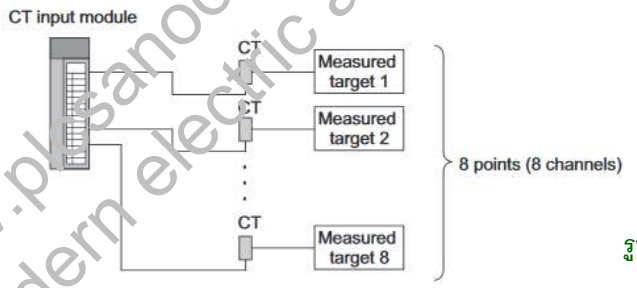
Analog control คือการรับข้อมูลแบบ Analog เพื่อนำข้อมูลมาประมวลผลในโปรแกรม PLC และจ่ายสัญญาณ analog เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก

6.1 Analog I/O module

คืออุปกรณ์รับข้อมูลแบบ analog และจ่ายข้อมูลแบบ analog มี 3 แบบใหญ่ๆคือ



รูป 6.1



รูป 6.2

1. analog input module เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณอนาล็อก ให้เป็นข้อมูลแบบดิจิตอล (เลขฐาน2) และนำค่าดิจิตอลไปใช้กับโปรแกรมของ PLC สัญญาณอนาล็อกที่จ่ายให้โมดูลใช้ 2 แบบคือแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า รูปที่ 6.2 CT input module คืออุปกรณ์วัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับจาก Current Transformer

2. analog output module เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อก สัญญาณอนาล็อกที่ได้ก็จะนำไปใช้ควบคุมอุปกรณ์เช่น อินเวอร์เตอร์ วาล์วไฮดรอลิกส์ (แบบใช้แรงดันไฟฟ้าควบคุม) เป็นต้น

3. Analog I/O module เป็นโมดูลรวมระหว่าง analog input module และ analog output module สามารถรับสัญญาณ analog และจ่ายสัญญาณ analog ได้ในโมดูลเดียวกัน

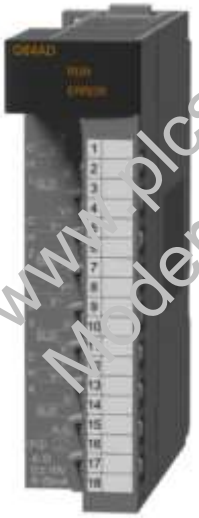
www.pksanook.com Modern electric and automation

6.2 Q64AD Analog-Digital Converter Module

รูป 6.3

รูปที่ 6.3 Q64AD คือ analog input module ใช้รับสัญญาณอนาล็อกเช่น แรงดันไฟฟ้าจากเซ็นเซอร์ตรวจจับการไหล (Flow sensor), แรงดันจากเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ, แรงดันจากตัวต้านทาน แรงดันจาก pressure sensor เป็นต้น

Q64AD สามารถแปลงสัญญาณได้ 4 สัญญาณ สัญญาณอนาล็อกที่ต้องการแปลงก็จะต่อที่เทอร์มินอลของโมดูล ซึ่งมีจำนวน 4 channel (4ch) แต่ละ channel สามารถเลือกต่อได้ทั้งแรงดันและกระแส



รูป 6.4

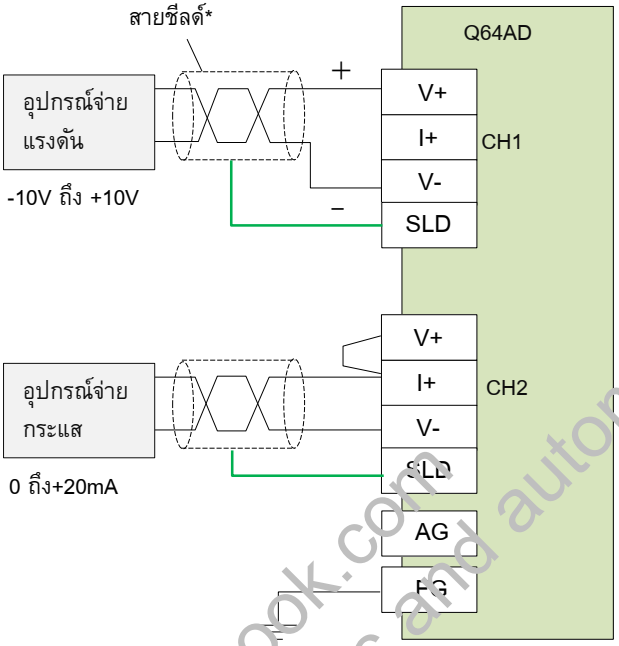
Terminal block	Signal name	
1	V+	CH1
2	V-	
3	I+	
4	SLD	
5	V+	CH2
6	V-	
7	I+	
8	SLD	
9	V+	CH3
10	V-	
11	I+	
12	SLD	
13	V+	CH4
14	V-	
15	I+	
16	SLD	
17	AG	
18	FG	

ตาราง 6.1

รูปที่ 6.4 โมดูลเป็นแบบ terminal block มีจำนวน 18 terminal การต่อสายไฟกับโมดูล ทำได้โดยใช้หางปลาแฉกหรือหางปลากลมยึดและขันสกรู

www.plcsanook.com Modern electric and automation

การวายริ่ง Q64AD



รูป 6.5

*สายชีลด์คือสายที่มีตัวนำแบบตาข่ายล้อมรอบเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน โดยจะต้องต่อกับสายดินเพื่อเคลียร์สัญญาณรบกวน

รูปที่6.5 แสดงการต่อสายไฟของ Q64AD ในรูปแสดงเฉพาะ CH1 และ CH2 , FG คือจุดสำหรับต่อกับสายดิน โดยต่อกับสายดินของ power supply module, AG คือ Analog ground (ไม่ต้องต่อสายใดๆ)

ch1 เลือกใช้วัดแรงดันไฟฟ้า การต่อแรงดันกับ ch1 ทำได้โดยต่อขั้วบวกกับ V+ และขั้วลบกับ V- ส่วน ch2 เลือกใช้วัดกระแสไฟฟ้า โดยจะต้องต่อขั้ว V+ และ I+ เข้าด้วยกัน ส่วนสายทั้งสองของแหล่งจ่ายกระแสจะต่อกับ I+ และ V-

ตาราง 6.2 แสดงข้อมูลจำเพาะของ Q64AD

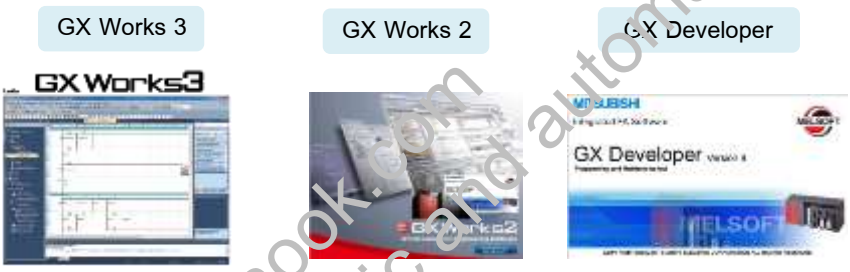
Item	Voltage input	Current input
ช่วงของอินพุท	-10V ถึง10VDC	DC 0 ถึง20mA
ความเร็วในการแปลง	80 μs /ch	

www.plcsanook.com Modern electric and automation

บทที่ 7 GX Works2

7.1 ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียน Ladder diagram สำหรับ PLC MELSEC

การใช้งาน PLC ผู้ใช้งาน (user)จะต้องใช้คอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ประยุกต์ในการติดต่อกับ PLC เช่นเขียนโปรแกรมไปยัง PLC, โหลดโปรแกรมจาก PLC, monitor ดูการทำงานของโปรแกรม, เปลี่ยนแปลงค่า parameter ของ PLC เป็นต้น ซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่ใช้เขียนโปรแกรมให้กับ PLC MELSEC (ในยุคที่สอง,ยุคที่สามและ New generation) เรียกว่า MELSOFT ซึ่งมี 3 ซอฟต์แวร์ คือ GX Developer, GX works2 และ GX works3 ซึ่งแต่ละซอฟต์แวร์สามารถใช้ได้กับ PLC ในแต่ละซีรีส์ดังรูป 7.1



รูป 7.1

MELSOFT GX Works2

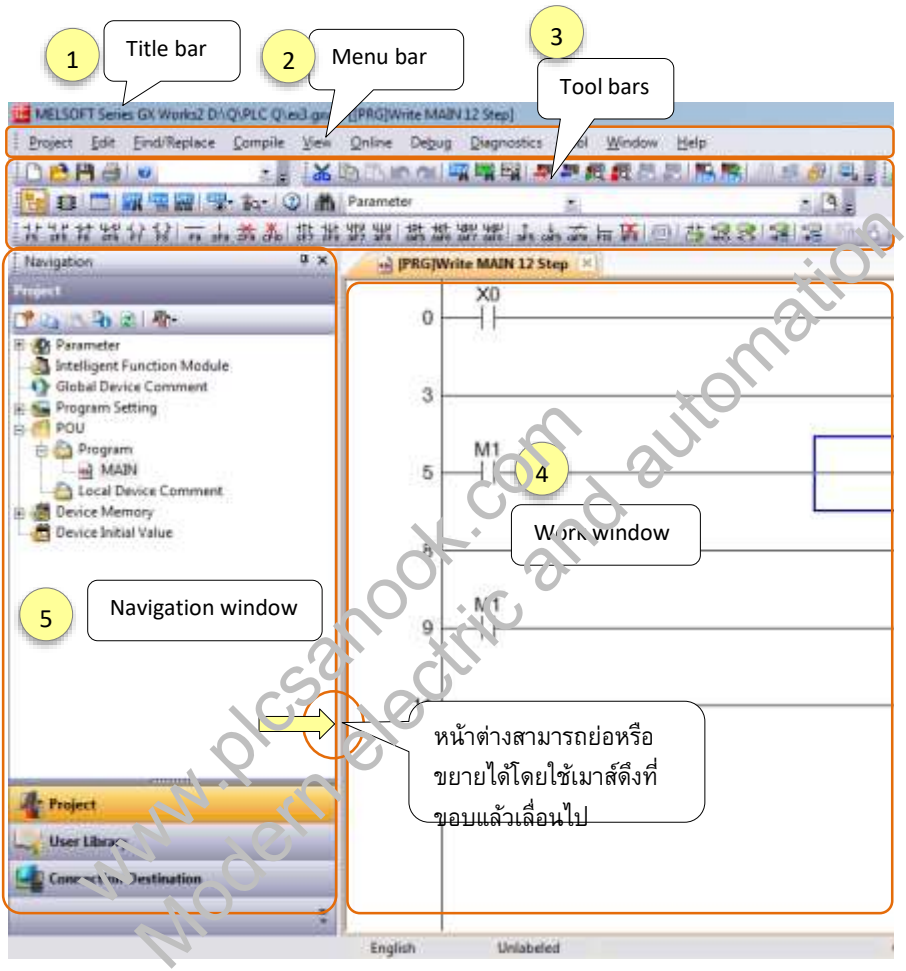
GX Works2 ใช้เขียนโปรแกรมสำหรับ PLC MELSEC-F series กับ MELSEC-Q series ตัวอย่างการใช้งาน GX Works2 มีดังนี้

1. **ใช้สร้างภาษาโปรแกรมของ PLC** โดยเป็นโปรแกรมสำหรับเขียนโปรแกรมอีกที ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม เช่นภาษาแบบแลดเดอร์ ภาษาแบบ Function Block (FB) เป็นต้น
2. **ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมไปยังPLCหรืออ่านโปรแกรมจากPLC**
3. **monitorดูสถานะของโปรแกรม** เช่น circuit monitor, device monitor (ดูสถานะของอุปกรณ์) เป็นต้น
4. **Debugging** คือฟังก์ชันการแก้ปัญหา เช่น การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม PLC ว่ามีการทำงานปกติหรือผิดปกติ
5. **Diagnostics** คือฟังก์ชันสำหรับแสดงสถานะ error ของ PLC

www.plcsanook.com Modern electric and automation

7.2 ส่วนประกอบของซอฟต์แวร์ GX Works2

รูปที่7.2 เป็นหน้าต่างของ GX Works2 รายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้



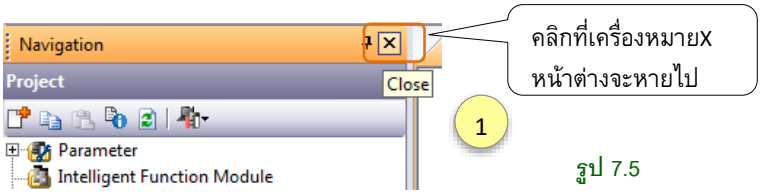
รูป 7.2

1. Title bar ใช้แสดงชื่อซอฟต์แวร์ ที่อยู่โปรเจกต์ และชื่อโปรเจกต์
2. Menu bar ใช้ดำเนินการเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม การตั้งค่าโปรแกรม การดำเนินการเกี่ยวกับ PLC โดยเป็นรูปแบบ drop down menu
3. Tool bars เป็นคีย์ลัดของ Menu bar
4. Work window คือหน้าต่างสำหรับเขียนวงจรแลดเดอร์
5. Navigation ใช้ตั้งค่าต่างๆของ PLC เช่นตั้งค่า parameter การเพิ่มโมดูลพิเศษ เป็นต้น

www.plcsanook.com Modern electric and automation

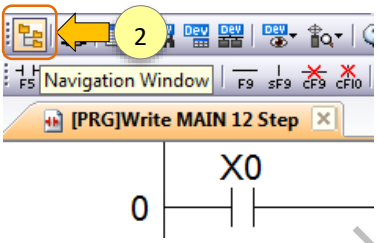
การปิด/เปิดหน้าต่าง Navigation window

ถ้าต้องการปิด/เปิด หน้าต่าง Navigation window ทำได้หลายแบบดังนี้



รูป 7.5

1. เมื่อคลิกที่เครื่องหมาย X จะเป็นการปิดหน้าต่าง

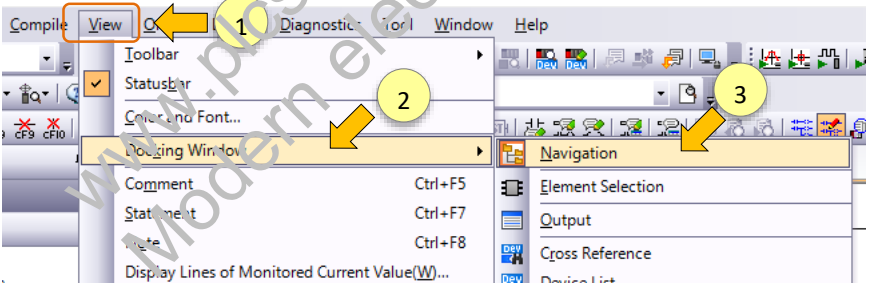


2. คลิกไอคอน Navigation window

เมื่อคลิกที่ไอคอนจะเป็นการปิดหน้าต่าง เมื่อคลิกอีกครั้ง จะเป็นการเรียกหน้าต่างให้ขึ้นมา

รูป 7.6

การปิด/เปิดหน้าต่าง Navigation window โดยใช้ Menu bar



รูป 7.7

1. คลิกเมนู View
2. เลือก Docking window
3. คลิกไอคอน Navigation window

เมื่อคลิกที่ไอคอนจะเป็นการปิดหน้าต่าง เมื่อคลิกอีกครั้ง จะเป็นการเรียกหน้าต่างให้ขึ้นมา

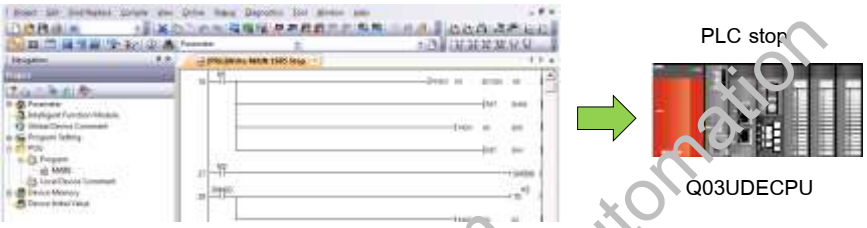
www.plcsanook.com
Modern electric and automation

7.9 การเขียนโปรแกรมไปยัง PLC

การเขียนวงจรแลดเดอร์ไปยัง PLC มีสองแบบคือ

1. การเขียนวงจรโดยการ Write to PLC

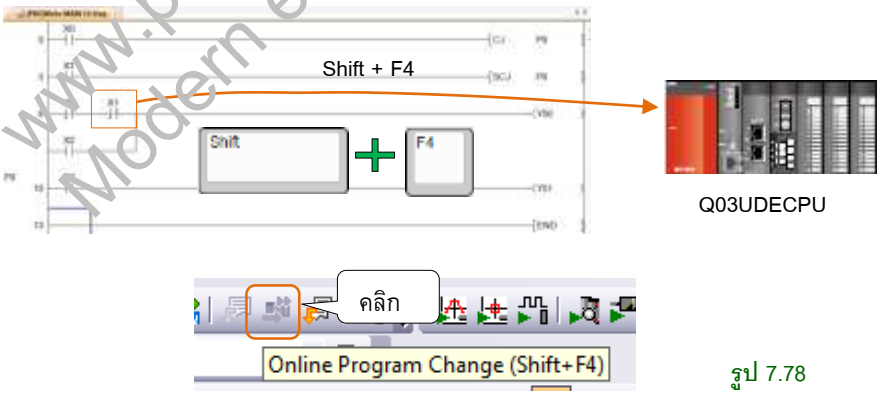
เป็นการเขียนข้อมูลทั้งหมดใน GX Works2 ไปยัง PLC การเขียนวงจรในกรณีนี้จะต้อง Convert โปรแกรมก่อนทุกครั้ง การเขียนโปรแกรมแบบ write to PLC , PLC จะหยุดการทำงานเสมอ



รูป 7.77

2. การเขียนวงจรในขณะที่ PLC กำลังประมวลผล

การเขียนวงจรในขณะที่ PLC กำลังประมวลผล (PLC RUN) หรือเรียกว่าการแก้ไขโปรแกรมแบบ Online เป็นการเขียนวงจรบางส่วนไปยัง PLC โดยเขียนเฉพาะจุดที่ต้องการแก้ไขเท่านั้น ในระหว่างเขียนโปรแกรม PLC จะไม่มีการหยุดการประมวลผล ซึ่งมีข้อดีคือ PLC สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง



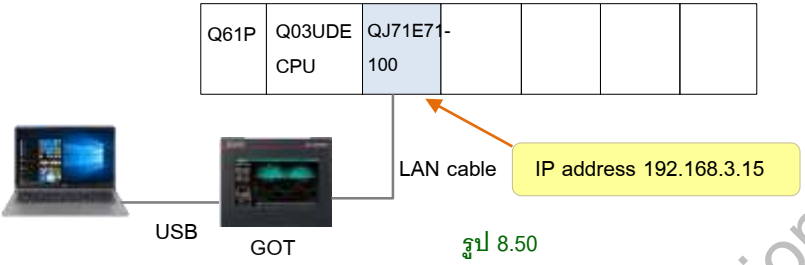
รูป 7.78

การเขียนโปรแกรมแบบ online ทำได้โดยการกดปุ่ม Shift+F4 หรือคลิกที่ไอคอน Online program change

www.plcsamook.com Modern electric and automation

8.9 การโหลดโปรแกรม PLC ผ่านGOT และEthernet module โดยใช้GX Works2

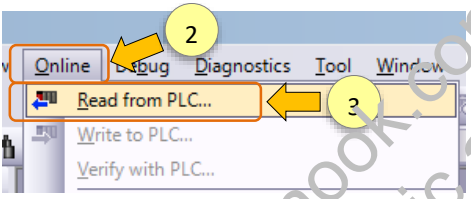
กรณีที่ GOT ต่อกับ PLC ผ่าน Ethernet module เราสามารถโหลดวงจรแลดเดอร์ผ่านทาง GOT ได้



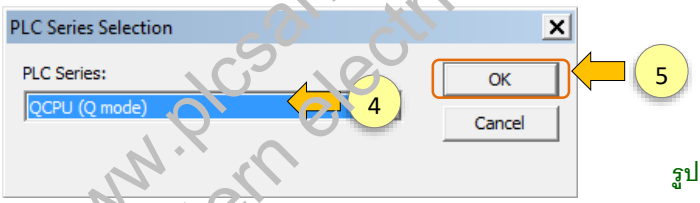
รูป 8.50

จากรูป8.50 GOT2000 ต่อกับPLC QCPU แบบ Ethernet ผ่าน Ethernet module QJ71E71-100 การโหลดโปรแกรมจาก PLC ทำได้ดังนี้

1. เปิดโปรแกรม GX Works2 ⇨ 2. เลือก online ⇨ 3. เลือก Read from PLC



รูป 8.51



รูป 8.52

4. เลือกรุ่น PLC เป็น QCPU ⇨ 5. กด OK

รูป 8.53

6. กดดับเบิลคลิกที่ GOT

www.plcsanook.com Modern electric and automation