สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T148608

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบป้อนงานอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม

Automatic Transfer Unit in Factory (Add On)

นายทักษ์ดนัย แซ่ลี่

นางสาวมณีรัตน์ เหลือคล้ำ

.b 12871436
.l

สปข.หมู่.....
เลขทะเบียน 148608
วัน.เดือน.ปี 6 พ.ย. 2560

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา ระบบป้อนงานอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายทักษ์ดนัย แซ่ลี่
นางสาวมณีรัตน์ เหลือคล้ำ
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมไฟฟ้า
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ดร.สมภพ ผลไม้
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายนิสิทธิ์ ยุวรรณา
สถานประกอบการ บริษัท เด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอการสร้างชุดป้อนงานอัตโนมัติ (Transfer Unit) ซึ่งใช้แทนแรงงานมนุษย์ในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงานในโรงงานอุตสาหกรรม โดยชุดป้อนงานอัตโนมัตินี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อนำไปทำงานแทนมนุษย์ใน สายการผลิต Starter PA70 Plunger ภายในบริษัทเด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด โรงงานบางประกง โดยสามารถลดแรงงานมนุษย์ลงได้ 2 คน ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายไปได้ เฉลี่ย 800,000 บาทต่อปี โรงงานจะสามารถคืนทุนได้หากติดตั้งชุดป้อนงานอัตโนมัตินี้เป็นเวลา 3 ปี และยังมีข้อดีที่ชุดป้อนงานอัตโนมัตินี้สามารถทำงานได้โดยไม่หยุดอีกด้วย

รายงานสหกิจศึกษานี้ ประกอบด้วยข้อมูลการออกแบบโปรแกรมควบคุมของชุดป้อนงานอัตโนมัติ ยูนิต3 เพียง ยูนิตเดียวจากชุดป้อนงานอัตโนมัติทั้งหมด โดยใช้ PLC เป็นตัวควบคุมการทำงานของชุดป้อนงานอัตโนมัติ และใช้การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ แบบเครือข่าย Device Net เพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินสาย โดยมีโรโบซิลินเดอร์ ของ IAI รุ่น RCP3-SA5R-I-42P-6-600-P1-N-MR-CJO เป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนแนวราบ และใช้กริปเกอร์ของ SMC 2 ตัว คือรุ่น LEHZ20LK2-10-R56N1Dและรุ่น LEHS20LK3-8-R56N1D เป็นอุปกรณ์หยิบชิ้นงาน หลังจากที่ออกแบบโปรแกรมควบคุมชุดป้อนงานอัตโนมัติและทดสอบการทำงานแล้ว พบว่าชุดป้อนงานอัตโนมัตินี้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: ชุดป้อนงานอัตโนมัติ, โรโบ ซิลินเดอร์, ดีไวท์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Automatic Transfer Unit in Factory (Add on)
Student intern name: Mr.Thakdanai Saelee
Ms.Maneerat Luaklam
Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering
Advisor name: Dr.sompob Polmai
Mentor name: Mr.Nisit yuwanna
Company: DENSO (THAILAND).CO.LTD

ABSTRACT

This Cooperative Education report proposes construction of a Transfer Unit. Transfer Units are used to substitute human labor in industrial factory for cost reduction. By using these transfer units in Starter PA70 Plunger production lines in DENSO THAILAND BANGPRAKONG PLANT, two human labor scan be substituted and labor cost of about 800,000 baht per year in average can be reduced. The payback period of this transfer unit is 3 years. In addition, these transfer units can operate without stopping.

This report only covers the controller design of Unit3 from the total 14 transfer units using PLC for controlling and Device Net network for connecting between the devices for wiring time and cost reduction. The IAI Robo Cylinder (Ver.RCP3-SA5R-I-42P-6-600-P1-N-MR-CJO) is used as liner actuator and two versions of gripper from SMC (LEHZ20LK2-10-R56N1Dand LEHS20LK3-8-R56N1D) are used as gripping devices. After designed and tested, this transfer unit can work properly.

Key words: Transfer Unit, Robo Cylinder, Device Net

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาเรื่อง ระบบป้อนงานอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับการอนุเคราะห์จากบริษัทเด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด [DENSO (THAILAND) CO., LTD.] ที่ให้โอกาสเข้าร่วมโครงการ ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่สำคัญ ได้ความรู้เกี่ยวกับการทำงานจริงทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ การทำงานในระบบอุตสาหกรรม ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นประโยชน์แก่คณะผู้จัดทำอย่างยิ่ง อีกทั้งยังมอบแนวคิด มุมมอง ทัศนคติต่างๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำงานจริงในอนาคตได้

ขอขอบคุณ ดร.สมภพ ผลไม้ ที่ได้สละเวลาช่วยเหลือตรวจสอบแก้ไขให้คำแนะนำ ทั้งในด้านคุณภาพเนื้อหาและด้านสื่อการนำเสนอ ให้มีความถูกต้องเหมาะสมจนเสร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณ อาจารย์จะเร แก้วเกตุ พี่นิสิทธ์ ยุวรรณา พี่ศิริศักดิ์ บัวเข้ม พี่ศิววงศ์ ประชาเสริมศาสตร์ พี่สมเกียรติ น่วมดี และพี่อภิเดช ศรีบุรินทร์ ที่คอยให้ความรู้ ให้ความช่วยเหลือ คอยดูแลตลอดระยะเวลาที่ใช้ชีวิตอยู่ที่เด็นโซ่ (ประเทศไทย) และคอยให้คำแนะนำในการทำโครงงานนี้มาตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดามารดา และครอบครัวของทางคณะผู้จัดทำที่ได้สนับสนุนทุนทรัพย์ในการดำเนินโครงงานในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....I

ABSTRACT.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....2

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....3

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....3

บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม.....4

2.1.1 การพัฒนาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม.....4

2.1.2 ประเภทของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม.....5

2.1.3 หลักการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม.....6

2.1.4 ระบบทางกลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม.....6

2.1.5 ระบบควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม.....8

2.2 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของ PLC.....9

2.2.1 ความหมายของ PLC.....9

2.2.2 โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (พีแอลซี).....10

2.2.3 โครงสร้างของพีแอลซี.....10

2.2.4 ส่วนประกอบของพีแอลซี.....11

2.2.5 คอมพิวเตอร์กับพีแอลซี.....12

2.2.6 ขนาดของพีแอลซี.....13

2.2.7 วงจรตรรกะ (Logic).....13

2.2.8 ภาษาที่ใช้สำหรับพีแอลซี.....13

2.3 ทฤษฎีระบบเลขฐาน.....15

2.3.1 เลขฐานสิบ (Decimal System).....15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2 เลขฐานสอง (Binary System).....15
2.3.3 เลขฐานแปด (Octal System).....16
2.3.4 เลขฐานสิบหก (Hexadecimal System).....16
2.3.5 เลขฐาน BCD (Binary Code Decimal).....18
2.4 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor).....18
2.4.1 ระบบเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor System).....18
2.4.2 ส่วนประกอบของระบบเซอร์โวมอเตอร์.....20
2.4.3 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์.....23
2.4.4 ข้อแตกต่างของเซอร์โวมอเตอร์กับมอเตอร์ธรรมดา.....26
2.4.5 ชนิดและโครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์.....27
2.4.6 ชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับ.....28
2.5 ระบบโครงข่าย PLC.....30
2.5.1 โครงสร้างของเครือข่ายดีไวท์เน็ต.....30
2.5.2 ความเร็วในการส่งข้อมูลของเครือข่ายดีไวท์เน็ต.....31
2.5.3 กราวด์ของเครือข่าย.....32
2.5.4 การสื่อสารของดีไวท์เน็ต.....32
2.5.5 การสื่อสารข้อมูลแบบ Master Remote I/O.....33
2.6 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง.....37
2.6.1 Robo cylinder (RCP3 actuator slider type).....37
2.6.2 Device Net Master DRM21.....42
2.6.3 PCON-CB.....44
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....50
3.1 อุปกรณ์ของชุดป้อนงานอัตโนมัติใน Unit 3.....51
3.2 การออกแบบวงจรไฟฟ้าและการ Wiring.....52
3.3 การตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่ Device Net.....54
3.4 การตั้งค่าพารามิเตอร์ใน PCON-CB.....57
3.4.1 ค่าพารามิเตอร์ของโรโบซิลินเดอร์.....57
3.4.2 การตั้งค่าระยะการเคลื่อนที่และความเร็วของโรโบซิลินเดอร์.....59
3.5 โปรแกรมควบคุมชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit3.....60
3.6 Flow Chart แสดงการทำงานของชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit3.....86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย....87
4.1 กริปเปอร์ไม่สามารถเลื่อนลงไปจับงานได้....87
4.2 โรโบซิลินเดอร์ไม่เคลื่อนที่....88
4.3 PCON-CB ไม่ยืนยันตำแหน่ง....88
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ....90
5.1 สรุปผลการวิจัย....90
5.2 ข้อเสนอแนะ....90
เอกสารอ้างอิง....91
ภาคผนวก....93
ภาคผนวก ก. คุณสมบัติและการทำงานของอุปกรณ์....94
ประวัติผู้เขียน....119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงาน....3
2.1 ตารางเปรียบเทียบค่าฐานสิบกับฐานสอง ฐานแปด และฐานสิบหก....17
2.2 ข้อดีข้อเสียของลักษณะการควบคุมของเซอร์โวมอเตอร์....20
2.3 การเปรียบเทียบระหว่างเซอร์โวมอเตอร์แบบ AC กับ DC....28
2.4 ความเร็วในการส่งข้อมูลของทรัคก์ไลน์....32
2.5 ความเร็วในการส่งข้อมูลของดร็อปไลน์....32
2.6 แสดงคุณสมบัติเฉพาะของการสื่อสารแบบ Master Remote I/O....34
2.7 การจัดสรรพื้นที่แบบตายตัวชุดที่ 1....35
2.8 การจัดสรรพื้นที่แบบตายตัวชุดที่ 2....35
2.9 การจัดสรรพื้นที่แบบตายตัวชุดที่ 3....36
2.10 การตั้งค่าเลือกชุดในการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว....36
2.11 ความเร็วของโรโบซิลินเดอร์....38
2.12 ระบบขับเคลื่อนของโรโบซิลินเดอร์....39
2.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสและแรงกด....39
2.14 ลักษณะการติดตั้งโรโบซิลินเดอร์....40
2.15 สีและหมายเลขของสายเคเบิลสัญญาณป้อนกลับของ PCON, PSEL....41
2.16 ไฟแสดงผลสถานะการทำงานของ DRM21....42
2.17 การปรับตั้งดิพสวิตช์ขาที่ 1 และ 2....44
2.18 การกำหนดดิพสวิตช์ขาที่ 3 และ 4....44
2.19 โหมดการทำงานของ PCON-CB....44
2.20 การตั้งค่าเลือกโหมดการทำงานของ PCON-CB....45
2.21 รูปแบบการใช้งานของพารามิเตอร์หมายเลข 25....45
2.22 รูปแบบการตั้งค่าความเร่ง....46
2.23 ตารางเลือกโหมดการทำงานของ PCON-CB....48
2.24 ตารางอินพุตและเอาท์พุตของการเชื่อมต่อ PCON กับ PLC....48
3.1 แสดงพื้นที่ของอุปกรณ์ใน Unit3....54
3.2 ตารางตำแหน่งแสดงค่าระยะการเคลื่อนที่และความเร็วของโรโบซิลินเดอร์....59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 โครงสร้างคาร์ทีเซียนหรือโครงสร้างฉากของหุ่นยนต์....6
รูปที่ 2.2 โครงสร้างทรงกระบอกของหุ่นยนต์....7
รูปที่ 2.3 โครงสร้างเชิงขั้วของหุ่นยนต์....7
รูปที่ 2.4 โครงสร้างมนุษย์....7
รูปที่ 2.5 โครงสร้างของพีแอลซี....11
รูปที่ 2.6 แสดงค่า 16 บิตหรือ 2 ไบต์หรือ 1 เวิร์ด....16
รูปที่ 2.7 ลักษณะการควบคุมแบบ open loop....19
รูปที่ 2.8 ลักษณะการควบคุมแบบ Semi close loop....19
รูปที่ 2.9 ลักษณะการควบคุมของเซอร์โวมอเตอร์แบบ full close loop control....19
รูปที่ 2.10 อินพุตไดร์ฟแบบอนาล็อค....21
รูปที่ 2.11 สัญญาณอินพุตไดร์ฟแบบอนาล็อค....21
รูปที่ 2.12 อินพุตไดร์ฟแบบพัลส์....22
รูปที่ 2.13 สัญญาณอินพุตไดร์ฟแบบพัลส์....22
รูปที่ 2.14 ไดร์ฟเวอร์แบบมีตัวควบคุมตำแหน่งภายใน....22
รูปที่ 2.15 แสดงลักษณะสัญญาณพัลส์ที่ใช้ควบคุมตำแหน่งและทิศทางของเซอร์โวมอเตอร์....23
รูปที่ 2.16 แสดงความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ใช้ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์....24
รูปที่ 2.17 Servo Motor Block Diagram....25
รูปที่ 2.18 ระบบควบคุมภายใน Servo Motor Driver....25
รูปที่ 2.19 ชนิดของเซอร์โวมอเตอร์....27
รูปที่ 2.20 โครงสร้างของ Synchronous servo motor (Brushless DC Servo motor)....27
รูปที่ 2.21 สัญญาณป้อนกลับแบบเพิ่มค่า....29
รูปที่ 2.22 สัญญาณป้อนกลับแบบสัมบูรณ์....29
รูปที่ 2.23 หลักการของสัญญาณป้อนกลับ Resolver....30
รูปที่ 2.24 โครงสร้างของเครือข่ายดีไวท์เน็ต....31
รูปที่ 2.25 โครงสร้างของระบบเครือข่ายดีไวท์เน็ต....31
รูปที่ 2.26 การต่อกราวด์ของเครือข่ายดีไวท์เน็ต....32
รูปที่ 2.27 การสื่อสารแบบ Master Remote I/O....33
รูปที่ 2.28 การสื่อสารแบบ Remote I/O Slave....33
รูปที่ 2.29 การสื่อสารแบบข้อความ....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.30 Robo Cylinder รุ่น RCP3 37
รูปที่ 2.31 ส่วนประกอบของโรโบซิลินเดอร์ 37
รูปที่ 2.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสกับแรงกด (N) 40
รูปที่ 2.33 รูปแบบลักษณะการติดตั้งโรโบซิลินเดอร์ 40
รูปที่ 2.34 สายเคเบิลสัญญาณป้อนกลับของ PCON, PSEL 41
รูปที่ 2.35 ส่วนประกอบของ DRM21 42
รูปที่ 2.36 ไฟแสดงผล 7 ส่วนของ DRM21 43
รูปที่ 2.37 ตัวอย่างตารางตำแหน่งของ PCON 45
รูปที่ 3.1 ชุดป้อนงานอัตโนมัติทั้ง 14 Unit 50
รูปที่ 3.2 ชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit3 50
รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ของชุดป้อนงานอัตโนมัติใน Unit 3 51
รูปที่ 3.4 วงจรการเดินสายติดตั้งโรโบซิลินเดอร์ 52
รูปที่ 3.5 วงจรการเดินสายติดตั้งกริปเปอร์ทั้ง 2 ตัวของ SMC 52
รูปที่ 3.6 ตู้ควบคุมหลักของชุดป้อนงานอัตโนมัติ 53
รูปที่ 3.7 ตู้ควบคุมย่อยชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit 1-4 53
รูปที่ 3.8 การจัดสรรพื้นที่ของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ Device Net 54
รูปที่ 3.9 หน้าต่างการตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว 54
รูปที่ 3.10 หน้าต่างการตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว (ต่อ) 55
รูปที่ 3.11 หน้าต่างการตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว (ต่อ) 55
รูปที่ 3.12 หน้าต่างการตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว (ต่อ) 56
รูปที่ 3.13 หน้าต่างการตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว (ต่อ) 56
รูปที่ 3.14 หน้าหลักของ Touch Panel Teaching Pendant ของ IAI รุ่น TB-02 57
รูปที่ 3.15 ค่าพารามิเตอร์ของโรโบซิลินเดอร์ตัวที่ 1-8 57
รูปที่ 3.16 ค่าพารามิเตอร์ของโรโบซิลินเดอร์ตัวที่ 9-16 57
รูปที่ 3.17 ค่าพารามิเตอร์ของโรโบซิลินเดอร์ตัวที่ 17-24 58
รูปที่ 3.18 ค่าพารามิเตอร์ของโรโบซิลินเดอร์ตัวที่ 25-32 58
รูปที่ 3.19 ค่าพารามิเตอร์ของโรโบซิลินเดอร์ตัวที่ 84 58
รูปที่ 3.20 หน้าต่างโปรแกรม Test run 59
รูปที่ 3.21 หน้าต่างโปรแกรม Jog Inching 59
รูปที่ 4.1 กริปเปอร์ไม่สามารถเลื่อนลงไปหยิบงานได้ 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

รูปที่ 4.2 แลดเดอร์ PLC แสดงการส่งสัญญาณ Start และสัญญาณตำแหน่งพร้อมกัน.....88
รูปที่ 4.3 แลดเดอร์ PLC แสดงปัญหา PCON-CB ไม่ยืนยันตำแหน่ง.....88
รูปที่ 4.4 แลดเดอร์ PLC แสดงปัญหา PCON-CB ไม่ยืนยันตำแหน่ง (ต่อ).....89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

โลกของอุตสาหกรรมกำลังก้าวสู่การปฏิวัติครั้งใหม่ที่เรียกว่า“อุตสาหกรรม 4.0” (Industries 4.0) ที่จะกลายเป็นการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญ “Industry 4.0”มาจากชื่อนโยบายอุตสาหกรรมแห่งชาติของเยอรมนีที่ประกาศเมื่อปี ค.ศ. 2013 แนวคิดก็คือ โลกของเราจะเข้าสู่ช่วงการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 ภายใน 20 ปีข้างหน้า ทำให้หลายประเทศต่างตื่นตัวกับผลกระทบที่จะติดตามมาด้วยเช่นเดียวกัน เนื่องจากปัจจุบันทุกประเทศบนโลกมีการเชื่อมต่อกันอย่างไร้พรมแดนในทุกมิติ ทั้งความร่วมมือทางการค้า ความร่วมมือด้านการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ความร่วมมือทางด้านเศรษฐกิจและสังคม

การก้าวสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 จะมีเทคโนโลยีอัจฉริยะต่างๆ ที่เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงครั้งนี้ อาทิ เครื่องจักรกลที่คิดได้และสื่อสารเป็น 3D Printing ที่สามารถเปลี่ยนจินตนาการให้เป็นวัตถุของจริงที่จับต้องได้ หุ่นยนต์จะเข้ามาทำงานร่วมกับมนุษย์เสมือนเป็นเพื่อนร่วมงานคนหนึ่ง นอกจากนั้น ยังมีเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือ Information Technology: IT ที่จะเข้ามาเป็นตัวกลางที่ทำให้การสื่อสารระหว่างคนกับเครื่องจักร และระหว่างเครื่องจักรด้วยกันองเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เทคโนโลยีดังกล่าวนี้เอง ที่จะทำให้รูปแบบการผลิตเปลี่ยนแปลงไปอย่างสิ้นเชิง เพื่อประสิทธิภาพการผลิตและเพื่อตอบสนองความต้องการที่หลากหลายของผู้บริโภค

ย้อนอดีตไปราว 230 ปีก่อน โลกของเราเกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมขึ้นเป็นครั้งแรก และมีการเปลี่ยน- แปลงครั้งที่สองและสามมาเรื่อยๆ จนกระทั่งมาถึงครั้งที่สี่ในปัจจุบัน แต่ละยุคสมัยมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญดังนี้

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 1(Industrial Revolution 1.0) เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1784 คือยุคของการใช้พลังงานจากน้ำ (Hydro Power) แทนการใช้แรงงานคน หรือสัตว์ หรือพลังงานธรรมชาติ เป็นยุคที่เริ่มต้นของการปฏิวัติอุตสาหกรรม ซึ่งมีการใช้พลังงานไอน้ำจากถ่านหินในกลุ่มอุตสาหกรรมทอผ้า กังหันน้ำที่สร้างพลังงานสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ หรือการใช้ไอน้ำในรถไฟหัวจักรไอน้ำ เป็นต้น

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 2(Industrial Revolution 2.0) เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1870 เป็นการเปลี่ยนจากการใช้เครื่องจักรไอน้ำ มาใช้พลังงานไฟฟ้าส่งผลให้สามารถปลดปล่อยพลังการผลิตอย่างที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน เปลี่ยนแปลงระบบการผลิตมาเป็นระบบโรงงาน ทำให้เกิดการผลิตสินค้าคราวละมากๆ และมีคุณภาพที่เทียบเท่างานหัตถกรรม ที่สำคัญคือ สินค้าราคาไม่แพง ทุกคนสามารถบริโภคได้ ทำให้เกิดกระแสบริโภคนิยมไปทั่วโลก

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 3(Industrial Revolution 3.0) เกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1969 เป็นยุคของการใช้อิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีไอทีในการผลิต มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตและระบบบริหารจัดการด้านคุณภาพ มีการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติหรือหุ่นยนต์ในการผลิต แทนที่แรงงานคน เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้นอีกระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4(Industrial Revolution 4.0) คือการนำเทคโนโลยีดิจิตอลและอินเทอร์เน็ต มาใช้ในกระบวนการผลิตสินค้า จุดเด่นที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือสามารถเชื่อมความต้องการของผู้บริโภคแต่ละรายเข้ากับกระบวนการผลิตสินค้าได้โดยตรง พูดง่ายๆ ก็คือ โรงงานยุค 3.0 สามารถผลิตของแบบเดียวกันจำนวนมากในเวลาสั้นๆ แต่โรงงานยุค 4.0 จะสามารถผลิตของหลากหลายรูปแบบแตกต่างกันตามความต้องการเฉพาะของผู้บริโภคแต่ละราย เป็นจำนวนมากในเวลาพริบตาเดียว โดยใช้กระบวนการผลิตที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยีดิจิตอลครบวงจร แบบ “Smart Factory”

การปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่4 จะเป็นการบูรณาการโลกของการผลิตเข้ากับการเชื่อมต่อทางเครือข่ายในรูปแบบ “Internet of Things (IoT)” ทุกหน่วยของระบบการผลิต ตั้งแต่วัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์ ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์หน่วยต่างๆ เหล่านี้จะถูกติดตั้งระบบเครือข่ายเพื่อให้สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันอย่างอิสระ เพื่อการจัดการกระบวนการผลิตทั้งหมด เทคโนโลยีอัตโนมัติจึงกลายเป็นสิ่งที่มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนการผลิตของภาคอุตสาหกรรมอย่างมากในยุคอุตสาหกรรม 4.0

เราจึงคิดค้นชุดป้อนงานอัตโนมัติขึ้นมา เพื่อทำงานแทนมนุษย์ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงาน โดยชุดป้อนงานอัตโนมัติเครื่องนี้สามารถลดจำนวนคนงานได้ 2 คน ซึ่งโรงงานจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานคนละประมาณ 400,000 บาทต่อปี หากโรงงานเปลี่ยนจากแรงงานมนุษย์มาใช้แรงงานเครื่องจักรแทน ภายในระยะเวลา 3 ปี โรงงานก็จะสามารถได้กำไรจากชุดป้อนงานอัตโนมัติเครื่องนี้ นอกจากโรงงานจะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้แล้ว ระบบอัตโนมัติยังมีข้อดีอีก คือเครื่องจักรสามารถทำงานได้ตลอดเวลา ไม่จำเป็นต้องมีการหยุดพัก โรงงานไม่ต้องมีสวัสดิการให้กับเครื่องจักร และโรงงานได้เริ่มพัฒนาตนเองเข้าสู่ ยุคอุตสาหกรรม 4.0 อีกด้วย หากแต่การใช้แรงงานเครื่องจักรระบบอัตโนมัติควรจะมีการดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบอัตโนมัติอยู่สม่ำเสมอ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับเครื่องจักรระบบอัตโนมัติ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อลดต้นทุนในการผลิตสินค้าของบริษัท

1.2.2 เพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถของบุคลากรภายในบริษัทและก้าวเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0

1.2.3 เพื่อศึกษา ออกแบบ และเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรระบบอัตโนมัติทำงานแทนมนุษย์

1.2.4 เพื่อให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ที่เรียนมาใช้ประโยชน์ได้จริง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ใช้ โรโบซิลินเดอร์ รุ่น RCP3-SA5R-I-42P-6-600-P1-N-MR-CJO Input 24 VDC ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของ IAI เป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อน

1.3.2 ใช้ PCON-CB เป็นตัวควบคุมพารามิเตอร์และตำแหน่งของโรโบซิลินเดอร์

1.3.3 ใช้กริปเปอร์ ของ SMC 2 ตัว คือรุ่น SMC LEHZ20LK2-10-R56N1D Input 24 VDC และรุ่น LEHS20LK3-8-R56N1D Input 24 VDC โดยใช้ PLC เป็นตัวสั่งงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.4 ใช้ลูกสูบไร้ก้านรุ่น MXQ8A-75ZA-M9BL ของ SMC 2 ตัว เพื่อเลื่อนกริปเปอร์ทั้ง 2 ตัวลงมาหยิบชิ้นงาน โดยใช้ Auto Switch เป็นตัวบอกขอบเขตของตำแหน่ง

1.3.5 ใช้ PLC ของ Omron รุ่น CJ2M CPU35 เป็นตัวสั่งงาน และใช้การเชื่อมต่อแบบ Device Net เพื่อลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินสาย

1.3.6 ออกแบบโปรแกรมควบคุมชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit3 เพียง Unit เดียวในชุดป้อนงานอัตโนมัติ ทั้งหมดที่นำไปติดตั้งใน Line การผลิต Starter PA70 Plunger

1.3.7 งานวิจัยนี้ได้ทำการวิจัยที่ บริษัทเด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด โรงงานบางประกง

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม รวมไปถึงหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

1.4.2 ศึกษาทฤษฎีและการเขียนโปรแกรม PLC ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม

1.4.3 ศึกษาการหลักทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ และระบบเครือข่าย Device Net

1.4.4 ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น โรโบซิลินเดอร์, PCON-CB และ กริปเปอร์

1.4.5 ออกแบบวงจรไฟฟ้า ประกอบชุดป้อนงานอัตโนมัติ และ Wiring ระบบไฟฟ้า

1.4.6 ออกแบบโปรมแกรม PLC ภาษาแลดเดอร์ ควบคุมการทำงานของชุดป้อนงานอัตโนมัติ

1.4.7 ทดสอบและแก้ไขการทำงานของชุดป้อนงานอัตโนมัติ เพื่อให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยมากที่สุด

1.4.8 นำชุดป้อนงานอัตโนมัติเข้าไปติดตั้งใน Line การผลิต Starter PA70 Plunger

1.4.9 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

หัวข้อ	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษาข้อมูลและหลักการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง		←	—	→												
2. ออกแบบวงจร และต่อวงจรไฟฟ้า					←	—	—	→								
3. ออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน								←	—	—	→					
4. ทดสอบการทำงานและปรับปรุงแก้ไข											←	—	—	→		
5. นำไปติดตั้งใน line ผลิต														←	→	

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมชุดป้อนงานอัตโนมัติทำงานแทนมนุษย์ ที่ใช้งานได้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมได้

1.5.2 สามารถเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมเครื่องจักรระบบอัตโนมัติได้

1.5.3 ได้รับประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หุ่นยนต์อุตสาหกรรม [1]

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมเป็นอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อเลียนแบบการทำงานของอวัยวะส่วนบนของมนุษย์ ประกอบด้วยระบบที่สำคัญ 2 ระบบ คือ ระบบทางกลของหุ่นยนต์ (Mechanism system) และระบบควบคุมหุ่นยนต์ (Control system)

1.) ระบบทางกลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้จับ หยิบเคลื่อนย้ายและหมุนได้อย่างอิสระใน 2 มิติหรือ 3 มิติ ระบบทางกลของหุ่นยนต์ควรมีความมั่นคงและมีน้ำหนักน้อย เพื่อประหยัดพลังงานในการเคลื่อนไหว

2.) ระบบควบคุมหุ่นยนต์ ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์โดยอัตโนมัติ ด้วยคอมพิวเตอร์ นับเป็นส่วนสำคัญที่สุดของหุ่นยนต์ ระบบควบคุมนี้ทำหน้าที่เป็นสมองเก็บข้อมูล สั่งหุ่นยนต์ให้ทำงาน ตรวจสอบ และควบคุมรายละเอียดของการทำงานให้ถูกต้อง

2.1.1 การพัฒนาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรกล เพื่อให้หุ่นยนต์มีความสามารถเฉพาะตัวมากยิ่งขึ้น สามารถแบ่งได้เป็นลำดับขั้นดังนี้

การพัฒนายุคที่ 1

เป็นยุคของเทคโนโลยีพื้นฐานในยุคนี้หุ่นยนต์สามารถทำงานในจังหวะ **"หยิบ"** และ **"วาง"** ชิ้นงานได้เท่านั้น ระบบการขับเคลื่อนหุ่นยนต์เป็นระบบไฮดรอลิก (hydraulic) หรือระบบนิวแมทิก (pneumatic) เป็นส่วนใหญ่ และใช้สวิตช์ตำแหน่ง (limit switch) เป็นอุปกรณ์ควบคุมตำแหน่ง โดยทั่วไปจะพบได้ในเครื่องกลึงอัตโนมัติ ในยุคนี้หุ่นยนต์มีขอบเขตการทำงานค่อนข้างจำกัด

การพัฒนายุคที่ 2

จากเทคโนโลยียุคแรก การเปลี่ยนแปลงการทำงานของหุ่นยนต์ค่อนข้างจำกัด และยุ่งยาก เกิดการพัฒนาการใช้อุปกรณ์ขับเคลื่อนที่เรียกว่า เซอร์โว (Servo mechanism) เพื่อให้สามารถควบคุมหุ่นยนต์และเปลี่ยนแปลงชุดคำสั่งไว้

การพัฒนายุคที่ 3

เป็นยุคของหุ่นยนต์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน หุ่นยนต์เหล่านี้ได้รับการออกแบบให้สามารถตัดสินใจได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับชุดคำสั่งที่ป้อน แต่ขึ้นกับสัญญาณที่ได้รับจากอุปกรณ์รับสัญญาณ เช่น กล้องวีดิทัศน์ เมื่อรับภาพของชิ้นงาน จะแปรเป็นสัญญาณส่งกลับเข้าไปในส่วนควบคุม ส่วนควบคุมจะปรับสภาวะของหุ่นยนต์ให้เหมาะสมกับความจริง เช่น การใช้หุ่นยนต์หยิบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ใส่ตามรูเจาะ โดยใช้กล้องช่วยมอง เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ประเภทของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมสามารถจำแนกได้เป็นกลุ่มต่างๆ ได้ 6 กลุ่ม โดยเรียงลำดับตามความเหมาะสมในการทำงานดังนี้

1.) มือกลบังคับด้วยมือ (Manual manupulator)

เป็นมือกลที่สามารถทำงานได้ โดยการบังคับด้วยมือของผู้ควบคุม โดยที่ผู้ควบคุมต้องทำหน้าที่บังคับทำงานอยู่ตลอดเวลา สัญญาณที่สั่งจากคันบังคับอาจส่งผ่านอุปกรณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออาจเป็นสัญญาณวิทยุก็ได้

2.) หุ่นยนต์ทำงานตามลำดับขั้นตอนที่เปลี่ยนลำดับไม่ได้ (Fixed sequence robot)

เป็นหุ่นยนต์ที่ออกแบบให้ทำงาน โดยมีเครื่องควบคุมแบบซีเควนเซอร์ (Sequencer) ซึ่งมีหน้าที่สั่งงานเรียงตามลำดับ ตัวอย่างเช่น ถ้ามีซีเควนเซอร์ 10 ตัว ตัวแรกสั่งทำงาน เมื่อทำงานเสร็จตามคำสั่งแล้ว ตัวที่ 2 จะเริ่มทำงาน โดยทำงานเรียงตามลำดับไป เครื่องควบคุมแบบซีเควนเซอร์ อาจเป็นวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์นิวแมทิกหรือไฮดรอลิกก็ได้ เมื่อทำงานที่เปลี่ยนลำดับขั้นการทำงานใหม่ จะต้องเปลี่ยนวงจรควบคุมใหม่

3.) หุ่นยนต์ทำงานตามลำดับขั้นตอนที่เปลี่ยนลำดับได้ (Variable sequence robot)

เป็นหุ่นยนต์ที่คล้ายกับกลุ่มที่ 2 ต่างกันที่สามารถปรับเปลี่ยนวงจรที่มีอยู่ได้โดยง่าย ทำให้สะดวกต่อการเปลี่ยนแปลงชุดคำสั่งการทำงาน มากกว่าแบบที่ 2

4.) หุ่นยนต์ทำงานตามชุดคำสั่งที่บันทึกไว้ (Play back robot)

ชุดคำสั่งการทำงานจะถูกบันทึกไว้ในเครื่องบันทึกความจำ ตัวอย่างเช่น ชุดคำสั่งเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการทำงานและการปรับตำแหน่ง เป็นต้น ชุดคำสั่งดังกล่าวจะถูกเรียกออกมาสั่งให้หุ่นยนต์ทำงานตามที่ได้บันทึกไว้ การบันทึกความจำนั้น นิยมใช้วิธีสอนให้หุ่นยนต์ทำงาน โดยผู้สอนจับมือหุ่นยนต์ให้ทำงานตามที่ผู้สอนต้องการ สมองหุ่นยนต์จะบันทึกข้อมูลได้ เมื่อสอนเสร็จหุ่นยนต์จะทำงานเลียนแบบที่เรียนมานั้นได้

5.) หุ่นยนต์ควบคุมด้วยตัวเลข (Numerical control robot)

ในหุ่นยนต์แบบนี้คำสั่งบังคับการทำงานของหุ่นยนต์มีลักษณะเป็นตัวเลข (Numerical data) ชุดคำสั่งที่ใช้บังคับหุ่นยนต์อาจอยู่ในแถบหรือจานแม่เหล็กหรืออื่นๆ

6.) หุ่นยนต์คิดเองได้ (Intelligent robot)

เป็นหุ่นยนต์ที่มีประสาทรับความรู้สึก เช่น สามารถมองเห็นได้ สามารถตัดสินใจเกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานได้ เป็นต้น

หุ่นยนต์ที่ใช้กันมากที่สุดในอุตสาหกรรมปัจจุบัน คือ หุ่นยนต์ทำงานตามลำดับขั้นตอนที่เปลี่ยนลำดับไม่ได้ ซึ่งวิศวกรจำนวนมากไม่ถือว่าเป็นหุ่นยนต์ โดยถือว่า หุ่นยนต์ที่แท้จริงคือหุ่นยนต์ที่สามารถทำงานตั้งแต่ระดับหุ่นยนต์ทำงาน ตามชุดคำสั่งที่บันทึกไว้ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 หลักการทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

การทำงานของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ ระบบทางกลของหุ่นยนต์และระบบควบคุมหุ่นยนต์ **ระบบทางกล** หมายถึง ส่วนที่เป็นโครงสร้างและส่วนที่ให้กำลังขับเคลื่อนหุ่นยนต์ ส่วน**ระบบควบคุม**ประกอบด้วยระบบบังคับการทำงานหุ่นยนต์ ระบบป้อนข้อมูลกลับ ตลอดจนการสอนหุ่นยนต์ให้ทำงานตามชุดคำสั่ง

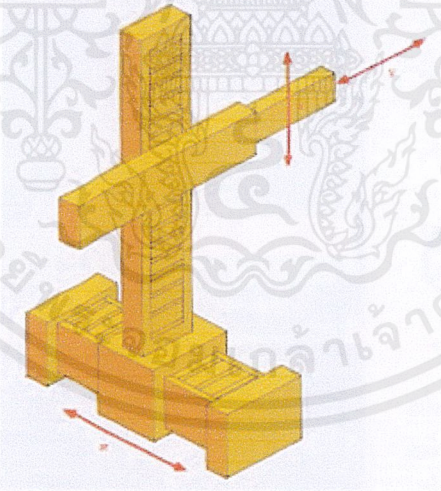
2.1.4 ระบบทางกลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

ระบบทางกลของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมที่สำคัญมี 3 ประการ คือ ลักษณะโครงสร้างของหุ่นยนต์ อุปกรณ์ให้กำลังขับเคลื่อนหุ่นยนต์ และมือหุ่นยนต์

2.1.4.1 ลักษณะโครงสร้างของหุ่นยนต์

เนื่องจากหุ่นยนต์อุตสาหกรรมได้รับการออกแบบสร้างขึ้นมา เพื่อทำหน้าที่แทนคน ดังนั้น ลักษณะการออกแบบจึงมักจะเป็นส่วนบนของลำตัวมนุษย์ ประกอบด้วยหัวไหล่ แขน และมือ โดยปกติแล้วมักออกแบบเป็นแขนเดียว ในบางแบบได้ออกแบบให้แขนเคลื่อนที่อยู่บนทางเลื่อนได้ อาจจำแนกโครงสร้างของหุ่นยนต์ได้ 4 แบบ คือ

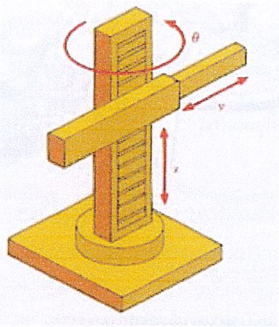
1.) โครงสร้างคาร์ทีเซียน หรือฉาก (Cartesian or rectangular) เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่วางไว้ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ๓ ส่วน ซึ่งทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดที่ต้องการได้ การเคลื่อนที่ของแกนการทำงานทั้งสามแกน จะตั้งฉากกัน ให้เห็นถึงหุ่นยนต์ระบบลมในงานเจาะ



รูปที่ 2.1 โครงสร้างคาร์ทีเซียนหรือโครงสร้างฉากของหุ่นยนต์
(ที่มา: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=11&chap=7&page=t11-7-infodetail03.html)

2.) โครงสร้างทรงกระบอก (Cylindrical) มีแขนเกาะกับแกนกลาง ซึ่งเป็นหลัก แขนนั้นสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงหมุนรอบแกน และสามารถบิดและหดได้

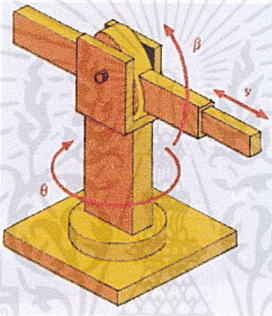
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างทรงกระบอกของหุ่นยนต์

(ที่มา: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=11&chap=7&page=t11-7-infodetail03.html)

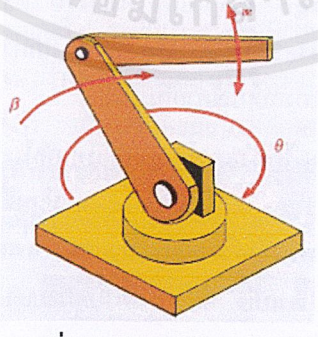
3.) โครงสร้างเชิงขั้ว (Polar) มีลำตัวที่บิดได้ มีแขนที่หมุนและยืดหดได้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างเชิงขั้วของหุ่นยนต์

(ที่มา: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=11&chap=7&page=t11-7-infodetail03.html)

4.) โครงสร้างมนุษย์ (Anthropomorphic) เป็นโครงสร้างที่เลียนแบบโครงสร้างของมนุษย์ ในหุ่นยนต์อุตสาหกรรม มีลักษณะเป็นส่วนบนของลำตัวมนุษย์ ประกอบด้วยหัวไหล่ แขนท่อนบน แขนท่อนล่าง ข้อมือและมือ



รูปที่ 2.4 โครงสร้างมนุษย์

(ที่มา: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=11&chap=7&page=t11-7-infodetail03.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.2 อุปกรณ์ให้กำลังขับเคลื่อนของหุ่นยนต์

ในปัจจุบันมีอุปกรณ์ให้กำลังขับเคลื่อนหุ่นยนต์อยู่ 3 ชนิด คือ มอเตอร์กระแสไฟตรง นิวแมทิก และไฮดรอลิก

1.) มอเตอร์กระแสไฟตรง คือ อุปกรณ์ขับเคลื่อนหมุนรอบตัวเองได้ ด้วยพลังงานจากระแสไฟตรง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ได้สะดวก ง่ายต่อการควบคุม และตำแหน่งแม่นยำ ปัญหาสำคัญคือ มีกำลังจำกัด และมีปัญหาในการนำหุ่นยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าไปใช้ในบริเวณที่มีวัตถุไวไฟ เช่น งานพ่นสี เป็นต้น

2.) นิวแมติก เป็นระบบที่ขับเคลื่อนทางตรง ทางโค้งหรือหมุนได้ ด้วยแรงอัดของลม เป็นอุปกรณ์ที่ราคาถูก และยุ่งยากน้อยที่สุด ปัญหาที่สำคัญอยู่ที่การควบคุมความเร็ว และตำแหน่ง

3.) ไฮดรอลิก เป็นระบบที่ขับเคลื่อนด้วยแรงอัดของน้ำมัน เป็นอุปกรณ์ที่ราคาแพง ให้กำลังสูง มีอุปกรณ์อยู่หลายแบบ สามารถเลือกใช้เหมาะสมกับงานได้ เช่น การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง หรือแบบหมุน เป็นต้น ระบบการควบคุมมักใช้ไฟฟ้า แต่เนื่องจากใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าน้อย และใช้กำลังไฟฟ้าต่ำมาก จึงสามารถใช้หุ่นยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิกกับบริเวณที่วัตถุไวไฟได้

2.1.4.3 มือหุ่นยนต์

มือหุ่นยนต์จะยึดติดกับส่วนของหุ่นยนต์ที่เป็นข้อมือ (Wrist) ซึ่งสามารถหมุนได้อย่างอิสระ 3 แนวแกน คือ แกนบิดในระนาบที่ตั้งฉากกับปลายแขน แกนเงยขึ้นลงจะหมุนในระนาบที่ตั้งฉากกับพื้น และแกนส่ายจะหมุนในระนาบที่ขนานกับแกน อย่างไรตามลักษณะการใช้งาน ส่วนใหญ่จะทำงานเพียง 2 ทิศทางเท่านั้น เช่น หุ่นยนต์ที่ใช้ในงานเชื่อม ในลักษณะที่สมมาตร จะให้ความอิสระของข้อมือเพียง 2 แกนเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ในกรณีงานที่ค่อนข้างยุ่งยาก อาจใช้ถึง 3 แกนข้อสำคัญของข้อมือ โดยจะต้องสร้างให้มีความมั่นคง และมีน้ำหนักน้อยที่สุด

2.1.5 ระบบควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

ระบบควบคุมเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของหุ่นยนต์ ทำหน้าที่เป็นสมองเก็บข้อมูล สั่งหุ่นยนต์ให้ทำงาน ตรวจสอบ และควบคุมตำแหน่งการทำงาน ในบางเครื่องสามารถตรวจสอบความผิดปกติของอุปกรณ์ภายในได้

หุ่นยนต์จะทำงานได้ด้วยการควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยมีการกำหนดเป้าหมาย และมีการควบคุมอุปกรณ์ให้ทำงานตามเป้าหมาย ที่กำหนดไว้ ด้วยอุปกรณ์ควบคุม การทำงานของอุปกรณ์ควบคุมมี 2 แบบ คือ การควบคุมแบบวงจรปิด และการควบคุมแบบวงจรเปิด สำหรับการควบคุมแบบวงจรปิดนั้น อุปกรณ์ควบคุมจะคอยตรวจสอบเปรียบเทียบกับเป้าหมาย และควบคุมให้ได้ผลที่ถูกต้องตลอดเวลา หุ่นยนต์แบบนี้จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ตรวจสอบเป้าหมายด้วย แต่ในการควบคุมแบบวงจรเปิด อุปกรณ์ควบคุมจะดำเนินการ โดยมิได้ตรวจสอบเป้าหมาย เช่น ถ้านาย ก เคยเดินได้ ก้าวละ 50 เซนติเมตร เมื่อได้รับคำสั่งให้เดินเป็นระยะทาง 5 เมตร นาย ก ก็จะเดินไป 10 ก้าว อย่างนี้เรียกว่า นาย ก เดิน โดยใช้การควบคุมแบบวงจรเปิด ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ แต่ถ้านาย ก ใช้ไม้เมตรวัดระยะทางที่เดินไป 10 ก้าวนั้นด้วยว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ 5 เมตร ถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้อง นาย ก จะเดินหน้า หรือถอยหลังให้ได้ระยะทาง 5 เมตร พอดี อย่างนี้เรียกว่า นาย ก เดิน โดยใช้การควบคุมแบบวงจรปิด จะเห็นได้ว่า หุ่นยนต์ที่มีการควบคุมแบบวงจรปิดจะสร้างได้ยากกว่า แต่ให้ผลที่แน่นอน

ถ้าเราลองมองไปรอบๆ ตัว ก็จะพบว่า ทุกสิ่งทุกอย่างก็ตกอยู่ในสภาวะของการควบคุม และถูกควบคุมทั้งสิ้น แม้แต่สภาวะของธรรมชาติ ต่างก็พยายามควบคุมกันเอง เพื่อให้พบกับจุดสมดุลตลอดเวลา นับแต่สิ่งที่ใกล้ตัวที่สุดคือ การทำงานของร่างกาย จนกระทั่งการทำงานของหุ่นยนต์ ต่างก็ต้องอาศัยอุปกรณ์ควบคุมทั้งสิ้น ในการควบคุม จำเป็นต้องทราบตัวแปรต่างๆ ที่มาเกี่ยวข้องอยู่ตลอดเวลา เช่น เมื่อต้องการการรองน้ำให้ได้ครึ่งถังพอดี ขั้นแรก จะต้องนำถังน้ำไปเตรียมไว้ที่ก๊อก ขั้นต่อไปคือ การเปิดปิดลิ้น (Valve) เพื่อให้น้ำไหลลงถัง ในขณะเดียวกัน เราจะต้องใช้สายตาตรวจวัดระดับน้ำ หากประมาณเกือบได้ตามเป้าหมาย เราจึงเริ่มปรับลิ้นก๊อก เพื่อให้ปริมาณการไหลลดลง และปิดก๊อก จนกระทั่งหยุดไหล เมื่อระดับน้ำถึงครึ่งพอดี คราวนี้ลองใหม่ ถ้าบังเอิญเผลอปล่อยให้น้ำไหลจนเกินครึ่งถัง สิ่งที่ต้องกระทำคือ การเทน้ำส่วนที่เกินออกจนได้ระดับตามกำหนด

วิธีการข้างต้นนี้ คือ การควบคุมอัตโนมัติแบบวงจรปิดอย่างสมบูรณ์ ตัวแปรของกระบวนการคือ อัตราการไหล ระดับน้ำ และสถานะของลิ้น ระดับน้ำจะแปรผันไปตามการปิดเปิดลิ้น อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดกระบวนการคือ มือ ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจสอบตัวแปร และส่งสัญญาณกลับคือ ตา ศูนย์กลางหรือหัวใจของการควบคุม ให้กระบวนการเป็นไปตามขั้นตอน และดำเนินไปสู่เป้าหมายตลอดจนการตัดสินใจก็คือ สมอง

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมนี้ สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และสามารถทำงานแทนมนุษย์ได้มากขึ้นเป็นลำดับ ดังนั้นลักษณะของงานที่มนุษย์ทำในโรงงานอุตสาหกรรมจะค่อยๆ เปลี่ยนไป กล่าวคือ มนุษย์จะมีหน้าที่ควบคุมการทำงาน และดูแลซ่อมแซมหุ่นยนต์มากกว่าจะลงมือผลิตเอง ส่วนผลในระยะยาว น่าจะนำไปสู่สังคมที่มนุษย์ใช้เวลาทำงานน้อยกว่าปัจจุบัน และมีเวลาทำกิจกรรมอื่นๆ มากขึ้น

2.2 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของ PLC [2]

2.2.1 ความหมายของ PLC

พีแอลซีหรือโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมีไมโครโปรเซสเซอร์(Microprocessor) เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ พีแอลซีจะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปในพีแอลซี นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค๊ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พีแอลซีจะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand alone) แล้วยังสามารถต่อพีแอลซีหลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย

2.2.2 โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (พีแอลซี)

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ซนิดโซลิดสเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของพีแอลซีจะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว พีแอลซีจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก พีแอลซีใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้พีแอลซีสำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้พีแอลซีแล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว พีแอลซียังใช้ระบบโซลิดสเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.2.3 โครงสร้างของพีแอลซี

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม พีแอลซีประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม พีแอลซีขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีจะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้

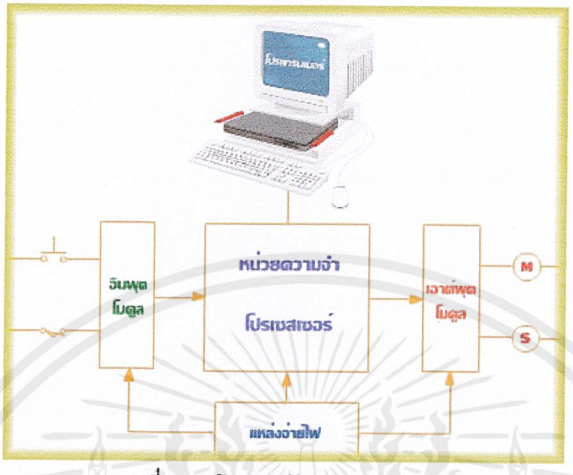
หน่วยความจำของพีแอลซีประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด แรม (RAM) และ รอม (ROM) หน่วยความจำชนิดแรมทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี ส่วนรอมทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซีตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

1.) RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2.) EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ เป็นเวลานานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของพีแอลซี

(ที่มา: http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_2.htm)

2.2.4 ส่วนประกอบของพีแอลซี

พีแอลซี สามารถแบ่งออกได้ 3 ส่วนด้วยกันคือ

1.) ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit: CPU)

2.) ส่วนที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต (Input Output: I/O)

3.) ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม (Programming Device)

2.2.4.1 ส่วนของหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู

ซีพียูเป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายในซีพียูจะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ หลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay), เคาน์เตอร์ (Counter), ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลด-เดอร์ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้

ซีพียูจะยอมรับ (Read) อินพุตดาต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำและส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอโมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ซีพียูหรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย

การประมวลผลของซีพียู จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุทและเอาท์พุทและส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาท์พุท เรียกว่า “การสแกน” (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวน-หนึ่ง เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100 ms (0.001-0.1วินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุท/เอาท์พุท หรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจากพีแอลซี เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุทมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุด แล้วส่งไปที่หน่วยเอาท์พุท ซึ่งการสแกนของพีแอลซี ประกอบด้วย

1.) I/O Scan คือ การบันทึกสภาวะข้อมูลของอุปกรณ์ที่เป็นอินพุท และให้อุปกรณ์เอาท์พุททำงาน

2.) Program Scan คือ การให้โปรแกรมทำงานตามลำดับก่อนหลัง

2.2.4.2 ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit)

ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วย-อินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยังซีพียู เพื่อประมวลผล เมื่อซีพียูประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ซีพียู ดังนั้นสัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้วซีพียูจะเสียหายได้

สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

1.) ทำให้สัญญาณเข้า ได้ระดับที่เหมาะสมกับพีแอลซี

2.) การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับซีพียูจะติดต่อกันด้วยลำแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ซีพียูเสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร

3.) หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering)

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุท ได้แก่ พรอกซิมิตี้สวิตช์ (Proximility Switch), ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch), ไทเมอร์ (Timer), โฟโตอิเล็กริกสวิตช์ (Photoelectric Switch), เอนโค้ดเดอร์ (Encoder) และเคาน์เตอร์ (Counter) เป็นต้น

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณเอาท์พุท ได้แก่ รีเลย์ (Relay) มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor), โซลิ-นอยด์ (Solenoid), ขดลวดความร้อน (Heat Coil) และหลอดไฟ (Lamp) เป็นต้น

2.2.4.3 ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม (Programming Device)

เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) ทำหน้าที่ควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของพีแอลซี นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับพีแอลซี เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของพีแอลซีและผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้อีกด้วย

2.2.5 คอมพิวเตอร์กับพีแอลซี

พีแอลซีเป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะประเภทหนึ่ง จึงมีโครงสร้างเหมือนคอมพิวเตอร์ แต่มีข้อแตกต่างกันดังต่อไปนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) พีแอลซีถูกออกแบบให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ความร้อน ความหนาว ระบบไฟฟ้ารบกวน การสั่นสะเทือน และการกระแทก

2.) การใช้โปรแกรมของพีแอลซีจะไม่ยุ่งยากเหมือนของคอมพิวเตอร์ พีแอลซีจะมีระบบตรวจสอบตัวเอง ทำให้ใช้งานได้ง่ายและบำรุงรักษาง่าย

3.) พีแอลซีทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้เพียงโปรแกรมเดียว ทำให้ไม่ยุ่งยาก ส่วนคอมพิวเตอร์จะทำงานที่โปรแกรมหลายๆ โปรแกรมพร้อมกัน จึงมีความยุ่งยากกว่า

4.) พีแอลซีใช้ควบคุมกระบวนการผลิตทุกชนิดทั้งแบบอนาล็อกและแบบลอจิก (ON-OFF)

2.2.6 ขนาดของพีแอลซี

- ขนาดเล็ก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 128 จุด
- ขนาดกลาง มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 1024 จุด
- ขนาดใหญ่ มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 4096 จุด
- ขนาดใหญ่มาก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุต ไม่เกิน 8192 จุด

2.2.7 วงจรตรรกะ (Logic)

พีแอลซีใช้วงจรตรรกะ เพื่อให้เกิดเอาท์พุทที่มีเงื่อนไข (สัญญาณอินพุท) ชนิดต่างๆ หลักการของวงจรตรรกะ มีดังต่อไปนี้

วงจรตรรกะ หมายถึง วงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือระบบรีเลย์ที่มีสัญญาณเพียง 2 ระดับ หรือ 2 สภาวะเท่านั้น พีแอลซีใช้สัญญาณไฟฟ้า 2 ระดับ แทน 2 เหตุการณ์ที่ต่างกัน เช่น การปิดเปิดวาล์ว การปิดเปิดสวิตช์ เป็นต้น วงจรตรรกะมี 2 ชนิด คือ แบบบวก (Positive Logic) ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับสูง แทนสภาวะลอจิก “1” และใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับต่ำ แทนสภาวะลอจิก “0” และอีกแบบ คือ แบบลบ (Negative Logic) ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับต่ำ แทนสภาวะลอจิก และใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับสูง แทนสภาวะลอจิก “0”

สภาวะทางลอจิก คือ สภาวะ “1” หรือ “0” แทนการทำงานของอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลง 2 สภาวะ ระบบควบคุมที่ใช้ระบบรีเลย์ และ พีแอลซีจะนำเอาสภาวะของอุปกรณ์เหล่านี้มาปฏิบัติลิจิกด้วยกัน เพื่อให้เข้ากันกับเงื่อนไขการควบคุม ปฏิบัติการลอจิกประกอบด้วย AND OR และ NOT เพื่อทำให้สภาวะอินพุทต่างๆ เช่น A, B ทำให้เกิดเอาท์พุท Y เป็นต้น

2.2.8 ภาษาที่ใช้สำหรับพีแอลซี

2.2.8.1 ภาษาแลดเดอร์ (Ladder Language)

ภาษาแลดเดอร์ประกอบด้วยสัญลักษณ์หน้าสัมผัส ซึ่งรูปแบบจะมีลักษณะคล้ายวงจรของรีเลย์จึงทำให้ การเขียนโปแกรมด้วยภาษาแลดเดอร์จะมีความสะดวกในการเขียนและตรวจได้ง่ายจึงทำให้การเขียนแบบนี้เป็นที่นิยม ระดับงานที่ใช้ควบคุมจะมีทั้งจากวงจรแบบธรรมดาจนถึงแบบซีเควนซ์ในลักษณะเปิด-ปิด ภาษาแลดเดอร์จะเป็นภาษาพื้นฐานที่ใช้งานตั้งแต่พีแอลซีขนาดเล็กเป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.8.2 ภาษาบูลลีน

ภาษาบูลลีนเป็นภาษาที่มีไว้สำหรับอธิบายความสัมพันธ์ทางลอจิก ทำให้เข้าใจง่าย ตัวอย่างสมการบูลลีนอย่างง่าย

Y (แสงไฟฟ้า) = A (สวิตช์).B (หลอดไฟ)

ภาษาบูลลีนจะสัมพันธ์กับ AND, OR, และ NOT Gate สัญญาณอินพุทจะเขียนด้วยตัวอักษร A B C เป็นต้น ส่วนสัญญาณเอาท์พุทจะแทนด้วย Y และเครื่องหมายคูณหรือจุด หมายถึง AND เครื่องหมายบวก หมายถึง OR และขีดข้างบน หมายถึง NOT

2.2.8.3 ภาษาสเตจ (Stage)

ภาษาสเตจเป็นภาษาที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Koyo Electronic ในปี ค.ศ.1977 โดยที่ผู้ออกแบบวงจรไม่จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องการออกแบบวงจรไฟฟ้าแต่ต้องเข้าใจขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรอย่างลึกซึ่ง ดังนั้นโปรแกรมที่ถูกสร้างให้ทำงานได้ถูกต้องมาน้อยเพียงไรจึงขึ้นอยู่กับการเข้าใจลำดับการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งภาษาสเตจมีข้อดีดังนี้

1.) ลดเวลาการออกแบบวงจรได้ 1 ใน 3 ถ้าเปรียบเทียบกับภาษาแลดเดอร์

2.) ให้ความแม่นยำในการสั่งการทำงานสูง

3.) แก้ไขโปรแกรมระหว่างขั้นตอนการทำงานได้ง่าย

ภาษาสเตจประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ

1.) การกำหนดหมายเลขสเตจ (Stage Number Registration, SG) ต้องไม่ซ้ำกันในหนึ่งโปรแกรม ปกติแล้วจะมี 2 สถานะ คือ

"ON" เมื่อถูกเลือกให้ทำงานจากสเตจอื่นๆ

"OFF" เมื่อมีเงื่อนไขการทำงาน หรือเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงสเตจ หรือที่เรียกว่า Jump Condition

2.) Transaction เป็นการกำหนดรายละเอียดของการทำงานหรือเอาต์พุตของสเตจหรือกระบวนการทำงานนั้นๆ เอาต์พุตของสเตจหนึ่งๆ จะทำงานเมื่อสเตจนั้นมีสภาวะ "NO"

3.) Jump Condition เป็นการกำหนดเงื่อนไขหรืออินพุตที่จะทำให้มีการเปลี่ยนสเตจจากสเตจที่ทำงานอออยู่ไปยังสเตจอื่นๆ เมื่อเงื่อนไขหรืออินพุตเป็นจริง จะทำให้สเตจนั้นจะมีสถานะเป็น "OFF" และมีผลทำให้เอาต์พุตของสเตจนั้นหยุดการทำงาน

4.) Jump Destination หมายถึง สเตจที่ถูกเลือกหรือถูกเปลี่ยน จะมีสถานะเป็น"NO" เมื่อเงื่อนไขหรืออินพุตเป็นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทฤษฎีระบบเลขฐาน

2.3.1 เลขฐานสิบ (Decimal System)

เลขที่แตกต่างกัน 10 จำนวน คือเลข 0 ถึงเลข 9 ซึ่งเลข 0 เป็นเลขค่าน้อยที่สุด และเลข 9 เป็นเลขค่าสูงที่สุดของเลขฐานนี้

3	2	1	0
1	9	6	2

การคำนวณหาค่าของเลขฐานสิบทำได้โดยคูณตัวเลขในแต่ละดิจิตด้วยค่าน้ำหนัก (Weight) ในแต่ละตำแหน่ง ตัวเลข 3210 เรียกว่า ดิจิต (Digit) ตัวเลข 1962 เป็นเลขฐานสิบ ค่าน้ำหนักคือ 1, 10, 100 และ1000 ซึ่งก็คือค่าของ 10 ยกกำลังด้วยดิจิตนั่นเอง เช่น ตัวเลข 6 อยู่ที่ดิจิต 1 มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 10^1 นั่นเอง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$2\times10^0 = 2\times1 = 2$$
$$6\times10^1 = 6\times10 = 60$$
$$9\times10^2 = 9\times100 = 900$$
$$1\times10^3 = 1\times1000 = 1000$$

ผลรวมทั้งหมดเท่ากับ 1962 ซึ่งเท่ากับเลขฐานสิบที่กำหนดให้

2.3.2 เลขฐานสอง (Binary System)

เป็นเลขฐานที่มีตัวเลข 2 ตัว คือ 0 และ 1 ค่าน้ำหนักแต่ละหลัก คือ 1, 2, 4, 6, 8, 16,... พีแอลซีใช้เลขฐานนี้ในการประมวลผล

3	2	1	0
1	1	0	1

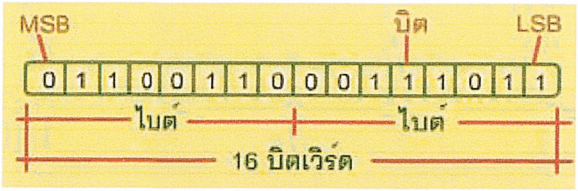
ตัวอย่างการเปลี่ยนเลขฐานสองเป็นฐานสิบ

$$1\times2^0 = 1\times1 = 1$$
$$0\times2^1 = 0\times2 = 0$$
$$1\times2^2 = 1\times4 = 4$$
$$1\times2^3 = 1\times8 = 8$$

เลขฐานสอง 1101_2 เท่ากับเลข 13 ในเลขฐานสิบ

แต่ละดิจิตของเลขฐานสองเรียกว่า บิต (Bit) ในพีแอลซีขนาดทั่วไปคือ แปดบิตและสิบหกบิต สามารถรวมบิตให้เป็นกรุ๊ป เรียกว่า ไบต์ (Bytes) กรุ๊ปของ 8 บิต คือ 1 ไบต์ และกรุ๊ปของ 2 ไบต์ เรียกว่า เวิร์ด (Word) ดังรูปต่อไปนี้แสดงค่า 16 บิต หรือ 2 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงค่า 16 บิตหรือ 2 ไบต์หรือ 1 เวิร์ด

(ที่มา: http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_2.htm)

LSB (Least Significant Bit) คือ ค่าที่น้อยที่สุดของบิต และ MSB (Most Significant Bit) คือ ค่าที่มากที่สุดของบิต ถ้ามีความจำเท่ากับ 884 เวิร์ดก็สามารถเก็บความจำได้เท่ากับ 7,072 (884 X 8) เมื่อใช้ 8-bit word และเท่ากับ 14,144 (884 X 16) เมื่อใช้ 16-bit word ดังนั้นเมื่อต้องการทราบค่าความแตกต่างของพีแอลซี จึงควรพิจารณาบิตต่อเวิร์ดของหน่วยความจำ

ตัวอย่างการเปลี่ยนเลขฐานสิบเป็นฐานสอง

2	/47		
2	/23	1	LSB
2	/11	1	
2	/5	1	
2	/2	1	
2	/1	0	
	0	1	MSB

เลขฐานสิบ 47 เท่ากับเลขฐานสอง 101111_2

2.3.3 เลขฐานแปด (Octal System)

เป็นเลขฐานที่มีตัวเลข 8 ตัว คือ 0 ถึง 7 ค่าน้ำหนักแต่ละหลัก คือ 1, 8, 64, 512,... พีแอลซีใช้เลขฐานแปดสำหรับอ้างอิง I/O และ Memory Address

2	1	0
4	6	2

ตัวอย่าง การเปลี่ยนเลขฐานแปดเป็นฐานสิบ

$2\times8^0 = 2\times1 = 2$

$6\times8^1 = 6\times8 = 48$

$4\times8^2 = 4\times64 = 256$

เลขฐานแปด 462_8 เท่ากับเลข 306 ในเลขฐานสิบ

2.3.4 เลขฐานสิบหก (Hexadecimal System)

เป็นเลขฐานที่มีตัวเลข 16 ตัว คือ 0 ถึง 15 ค่าน้ำหนักแต่ละหลัก คือ 1, 16, 256, 4096,...

ตัวอย่าง การเปลี่ยนเลขฐานสิบหกเป็นฐานสิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

$7\times16^{0} = 7\times1 = 7$

$11\times16^{1} = 11\times16 = 176$

$1\times16^{2} = 1\times256 = 256$

เลขฐานสิบหก $1B7_{16}$ เท่ากับเลข 439 ในเลขฐานสิบ

การแปลงเลขฐานสองเป็นเลขสิบหกทำได้โดยการแปลงเป็นเลขฐานสิบเสียก่อน ส่วนวิธีที่ง่ายก็คล้ายๆ กันกับการแปลงเลข Binary เป็น Octal แต่ต่างกันที่ว่า เลข Octal 1 ตัว แทนด้วยเลข Binary 3 bit ส่วนเลข Hexadecimal 1 ตัว แทนด้วยเลข Binary 4 bit ตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบค่าฐานสิบกับฐานสอง ฐานแปด และฐานสิบหก

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

ตัวอย่าง จงแปลง (100100111100) ให้เป็นเลขฐานสิบหก

วิธีทำ (100100111100) = (1001 0011 1100)

= 9 3 C

= (9 3 C)

ตัวอย่าง จงแปลง (11111100001101.100011) ให้เป็นเลขฐานสิบหก

วิธีทำ (11111100001101.100011) = (0011 1111 0000 1101.1000 1100)

= 3 F 0 D . 8 C = (3F0D.8C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

148608

2.3.5 เลขฐาน BCD (Binary Code Decimal)

เป็นเลขฐานที่ใช้เมื่อต้องใช้จำนวนอินพุทและเอาท์พุทจากพีแอลซี จำนวนมากแทนค่าเลขฐานสิบ คือใช้เลขฐานสองจำนวน 4 บิต แทนตัวเลข 1 ถึง 9 ตามตารางที่ 2.1

ตัวอย่าง การเปลี่ยนเลขฐานสิบเป็นฐาน BCD

เลขฐานสิบ 7863 เท่ากับ 0111100001100011 ในเลขฐาน BCD

2.4 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) [3]

2.4.1 ระบบเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor System)

ระบบเซอร์โวมอเตอร์ คือระบบควบคุมที่ประกอบด้วยระบบไฟฟ้าคอนโทรลและเครื่องกล หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แมคคาทรอนิกส์ [ซึ่งเป็นการรวมเอาเครื่องกล (Mechanical) ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ คอนโทรล (Electrical Control) มาทางานร่วมกัน] ใช้สำหรับงานที่ต้องการควบคุมตำแหน่ง, ความเร็ว, แรงบิด โดยที่งานนั้นๆ ต้องการความแม่นยำและรวดเร็ว ดังนั้นทั้งเครื่องกลและไฟฟ้าคอนโทรลต้องทำงานสอดคล้องกัน ถ้ามีอย่างใดอย่างหนึ่งที่ไม่สัมพันธ์กันระบบก็จะทำงานไม่ได้หรือได้ผลลัพธ์ออกมาไม่ตรงกับความต้องการ

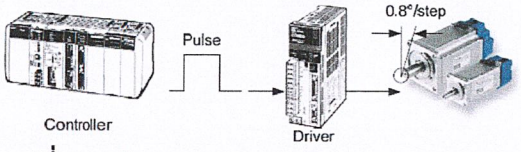
เซอร์โวมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่ของมัน (State) ไม่ว่าจะเป็นระยะ, ความเร็ว, มุมการหมุน โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback control) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed), ควบคุมแรงบิด (Torque), ควบคุมตำแหน่ง (Position), ระยะทางในการเคลื่อนที่ (หมุน) (Position Control) ของตัวมอเตอร์ได้ ซึ่งมอเตอร์ทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะงานเบื้องต้นได้ โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง

ปัจจุบันเซอร์โวมอเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทในวงการอุตสาหกรรมมากขึ้น โดยสังเกตจากเครื่องจักรใหม่ๆ ที่ นำเข้ามาจากต่างประเทศ หรือแม้แต่เครื่องที่ผลิตขึ้นใช้เองในประเทศก็ตาม ได้มีการนำเอาเซอร์โวมอเตอร์มา ประกอบในเครื่องจักรเพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพในการผลิตดียิ่งขึ้น จุดเด่นของการนำเอาเซอร์โวมอเตอร์มาใช้ก็คือ ความเร็วและความแม่นยำในการทำงาน ซึ่งเมื่อมอง ในมุมของผู้ใช้งานซึ่งก็คือเจ้าของโรงงานหรือฝ่ายผลิตก็ตาม ล้วนแล้วแต่ต้องการลดของเสีย และสินค้าที่ผลิตได้ต้องมีคุณภาพตัวแปรนี้ก็คือความแม่นยำนั่นเอง ส่วนความเร็วที่ ดีขึ้นก็ไปเพิ่ม ผลผลิตต่อหนึ่งหน่วยเวลาของการผลิตทำให้ได้กำไรเพิ่มมากขึ้น การใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ สามารถที่จะควบคุมพารามิเตอร์ได้หลายอย่าง เช่น ควบคุมตำแหน่ง ความเร็ว แรงบิด หรือแม้แต่เส้นทางการเคลื่อนที่ก็สามารถทำได้ ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ควบคุม ในเบื้องต้นจะอธิบายถึงหลักการในส่วนของการควบคุมตำแหน่ง ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะการควบคุมได้ 3 แบบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.1 ระบบควบคุมแบบไม่มีการป้อนกลับ (Open Loop Control) [5]

ระบบควบคุมแบบลูปเปิดหรือแบบไม่มีการป้อนกลับนี้ จะเป็นการควบคุมโดยไม่มีส่วนของเซนเซอร์ป้อนกลับเข้ามายังส่วนควบคุม เช่นการควบคุมตำแหน่ง โดยใช้ สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor)



รูปที่ 2.7 ลักษณะการควบคุมแบบ open loop

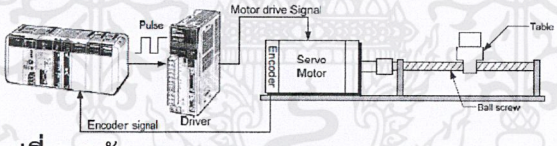
(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

โดยการควบคุมตำแหน่งด้วยสเต็ปเปอร์มอเตอร์ นี้สามารถจะควบคุมตำแหน่งได้ด้วยการป้อนจำนวนพัลส์ (Pulse) ให้ตรงกับตำแหน่งต้องการเคลื่อนที่

2.4.1.2 ระบบควบคุมแบบกึ่งมีการป้อนกลับ (Simi-Close Loop Control)

ระบบควบคุมกึ่งมีการป้อนกลับ จะเป็นระบบควบคุมโดยใช้เซนเซอร์วัดสิ่งที่ต้องการควบคุมทางอ้อม เช่น รูปที่ 2.8 แสดงถึงการควบคุมตำแหน่งของวัตถุ (Table) ซึ่งกรณีนี้ พีแอลซีสามารถควบคุมตำแหน่งของวัตถุได้ด้วยการอ่านค่าสัญญาณพัลส์จากสัญญาณป้อนกลับ (encoder) แล้วนำมาคำนวณเพื่อหาระยะทางของวัตถุที่เคลื่อนที่ไป

โดยข้อดีของการควบคุมตำแหน่งของวัตถุ ด้วยการอ่านค่าจากสัญญาณป้อนกลับ จะทำได้สะดวก เพราะเซอร์โวมอเตอร์ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่แล้วจะมีสัญญาณป้อนกลับติดตั้งมาให้อยู่แล้ว

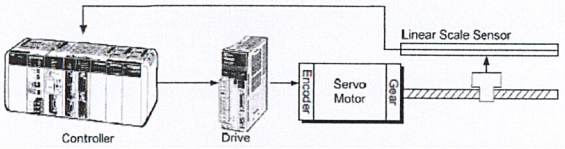


รูปที่ 2.8 ลักษณะการควบคุมแบบ Semi close loop

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

2.4.1.3 ระบบควบคุมป้อนกลับแบบเต็มรูปแบบ (Full-Close Loop Control)

ระบบควบคุมแบบมีการป้อนกลับเต็มรูปแบบ จะเป็นระบบควบคุมโดยใช้เซนเซอร์วัดสิ่งที่ต้องการควบคุมทางตรง เช่น รูปที่ 2.9 แสดงถึงการควบคุมตำแหน่งของวัตถุ (Table) ซึ่งกรณีนี้ พีแอลซีสามารถควบคุมตำแหน่งของวัตถุได้ด้วยการอ่านค่าสัญญาณจากเซนเซอร์ (linear scale sensor) ที่ติดตั้ง ณ. ตำแหน่งของวัตถุเลยโดยตรง โดยวิธีนี้จะให้ความเที่ยงตรงที่ค่อนข้างจะแม่นยำสูงกว่าระบบควบคุมแบบกึ่งมีการป้อนกลับ แต่ทั้งนี้ก็ต้องขึ้นอยู่กับความละเอียดของเซนเซอร์ด้วยเป็นสำคัญ



รูปที่ 2.9 ลักษณะการควบคุมของเซอร์โวมอเตอร์แบบ full close loop control

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั้ง 3 ระบบที่กล่าวไปแล้วก็จะเหมาะสมกับงานแต่ละแบบ ซึ่งเราสามารถแสดงข้อดีข้อเสียของแต่ละแบบได้ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 2.2 ข้อดีข้อเสียของลักษณะการควบคุมของเซอร์โวมอเตอร์

	Open Loop	Semi-Close Loop	Full-Close Loop
Control System	Simple	Little Complicate	Complicate
Detection Method	Not	Not required as install in motor	Required
Against Load Fluctuation	Week	Strong	Strong
Precision	Mechanical difference	Mechanical difference	By precision of detector
Backlash pitch difference	Difference to correct	Correction available	Correction not required
Motor	Stepping Motor	AC Servo Motor DC Servo Motor	AC Servo Motor DC Servo Motor
Feed Rate	Low	High	High
Cost	Cheap	Little expensive	Expensive
Complicity of system configuration	Simple	Little complicated	Complicated

โดยส่วนใหญ่แล้ว ระบบที่ใช้ในอุตสาหกรรมที่พบบ่อยมักจะเป็นระบบควบคุมแบบกึ่งมีการป้อนกลับ แต่อย่างไรก็ตามก็ขึ้นอยู่กับงบประมาณในการสร้างระบบด้วย

2.4.2 ส่วนประกอบของระบบเซอร์โวมอเตอร์

2.4.2.1 ส่วนประกอบทางเครื่องกล

1.) Ball screw

2.) Timing Belt

3.) Index table

4.) Rack and pinion

2.4.2.2 ส่วนประกอบทางไฟฟ้าคอนโทรล ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1.) มอเตอร์ (Motor) เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนกำลังงานทางไฟฟ้าเป็นพลังงานกลซึ่งเซอร์โวมอเตอร์ได้ถูกออกแบบให้มีความแม่นยำและความเร็วสูง ทำให้เซอร์โวมอเตอร์แตกต่างจากอินดักชั่นมอเตอร์ (Induction Motor) ที่เรารู้จักกันเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของเซอร์โวมอเตอร์มีดังนี้

1.) มีอัตราเร่งที่ดี

2.) ตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว

3.) ย่านการควบคุมกว้าง

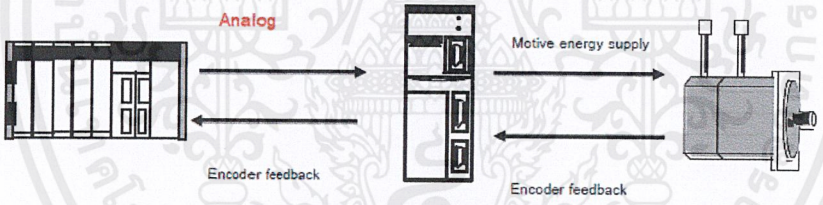
4.) ความเร็วในการหมุนต้องคงที่

ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับการออกแบบโครงสร้างของมอเตอร์และวัสดุที่ใช้ไม่ว่าจะเป็นเหล็กที่นำมาทำมอเตอร์ รวมถึงขดลวดที่นำมาเพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก เนื่องจากการควบคุมการทำงานเซอร์โว-มอเตอร์เป็นการควบคุมแบบป้อนกลับ ดังนั้นที่ตัวเซอร์โวมอเตอร์จะต้องมีตัวนับรอบ (Encoder) ติดอยู่กับตัวเซอร์โวมอเตอร์ด้วยทุกตัว

2.) ไดร์ฟเวอร์ (Driver) เป็นอุปกรณ์ส่งพลังงานไฟฟ้าไปให้มอเตอร์ เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ตัวไดร์ฟเวอร์จะแบ่งออกตามประเภทการใช้งาน โดยรุ่นของไดร์ฟเวอร์จะมีทั้งหมด 3 ชนิดด้วยกันดังนี้

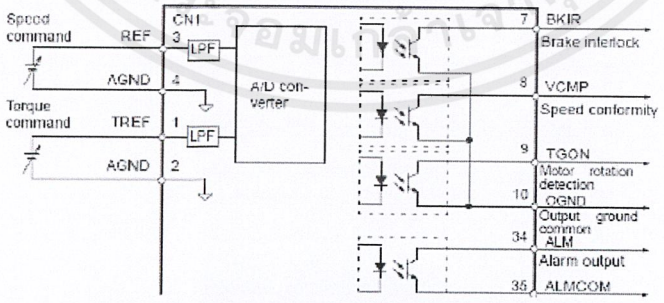
2.1.) ไดร์ฟเวอร์อินพุตแบบอนาล็อค (Analog input driver)

สัญญาณที่รับเข้ามายังไดร์ฟจะต้องเป็นสัญญาณอนาล็อค โดยสัญญาณนี้จะใช้ปรับแรงบิดและความเร็วของมอเตอร์ โดยการประยุกต์ใช้งานส่วนใหญ่จะนำไปควบคุมแรงบิดของการปิดฝาขวดนำไปควบคุมการมวนกระดาษเข้าโรล์ว หรือ นำไปควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่



รูปที่ 2.10 อินพุตไดร์ฟแบบอนาล็อค

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)



รูปที่ 2.11 สัญญาณอินพุตไดร์ฟแบบอนาล็อค

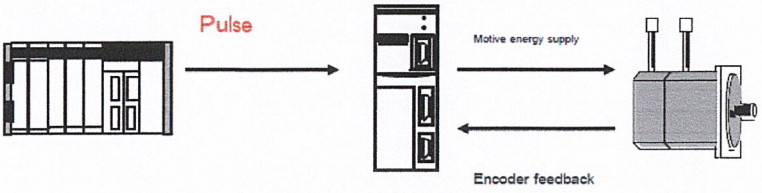
(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

จากรูปสัญญาณอินพุตจะรับได้สองส่วนคือส่วนที่เป็นสัญญาณความเร็ว (Speed command) และสัญญาณแรงบิด (Torque command)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

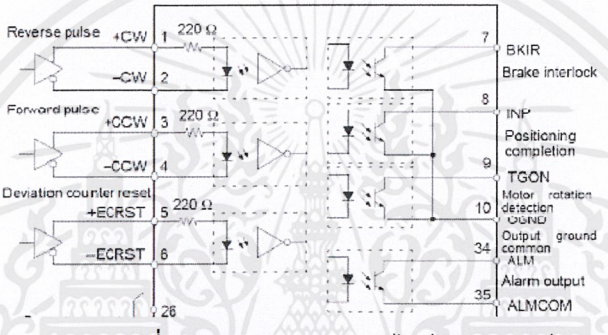
2.2) ไดร์ฟเวอร์อินพุตแบบพัลส์ (Pulse train input driver)

อินพุตของไดร์ฟเวอร์แบบนี้จะรับเป็นพัลส์ หรือสัญญาณดิจิตอล ดังนั้นผู้ใช้จะต้องสร้างสัญญาณพัลส์มาจากพีแอลซีเพื่อป้อนให้กับชุดไดร์ฟ การประยุกต์ใช้งานไดร์ฟเวอร์ประเภทนี้เหมาะในการควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ หรืออาจจะนำไปควบคุมความเร็วก็สามารถทำได้เช่นกัน



รูปที่ 2.12 อินพุตไดร์ฟแบบพัลส์

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)



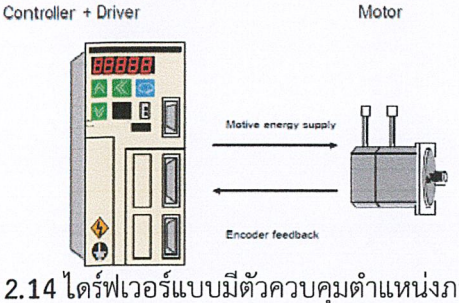
รูปที่ 2.13 สัญญาณอินพุตไดร์ฟแบบพัลส์

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

จากรูปสัญญาณอินพุตของชุดไดร์ฟจะรับได้ชนิดเดียว คือพัลส์ที่ทำให้มอเตอร์เคลื่อนที่ไปทางตามเข็มนาฬิกา (Forward pulse) และทวนเข็มนาฬิกา (Reverse pulse)

2.3) ไดร์ฟเวอร์แบบชนิดที่มีตัวควบคุมตำแหน่งอยู่ภายใน (driver with controller)

ไดร์ฟเวอร์แบบนี้มีตัวควบคุมอยู่ภายใน ดังนั้นไดร์ฟเวอร์ประเภทนี้สามารถที่จะโปรแกรมตำแหน่งที่ต้องการเคลื่อนที่ไว้ภายในได้โดยไม่ต้องใช้พีแอลซีหรือไมโครคอนโทลเลอร์ การประยุกต์ใช้งานไดร์ฟเวอร์ประเภทนี้เหมาะในการควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ โดยที่พื้นที่บริเวณนั้นไม่มีพีแอลซีหรือต้องการจะลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง และไดร์ฟเวอร์ประเภทนี้อาจจะนำไปควบคุมความเร็วก็สามารถทำได้เช่นกัน



รูปที่ 2.14 ไดร์ฟเวอร์แบบมีตัวควบคุมตำแหน่งภายใน

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งการใช้งานจะแตกต่างกันไปตามความต้องการของระบบ ซึ่งแบ่งตัวแปร (Parameter) ที่ต้องควบคุมได้ดังนี้

- การควบคุมตำแหน่ง (Position control)
- การควบคุมความเร็ว (Speed control)
- การควบคุมแรงบิด (Torque control)
- การควบคุมการเคลื่อนที่ (Motion control)

ในการใช้งานเราต้องรู้ว่างานของเราเป็นแบบใดและต้องการควบคุมพารามิเตอร์ตัวไหนและต้องเลือกระบบให้ถูกต้องตรงกับความต้องการ

3.) คอนโทรลเลอร์ (Controller) เป็นตัวส่งสัญญาณควบคุม (signal command) ไปยังตัวไดร์ฟเวอร์ ตัวไดร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณและส่งผ่านสัญญาณไปที่มอเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วและไปยังตำแหน่งที่ต้องการตามคำสั่งที่มาจากคอนโทรลเลอร์ ซึ่งสัญญาณควบคุม (Signal command) แบ่งออกตามประเภทของไดร์ฟเวอร์ คือ

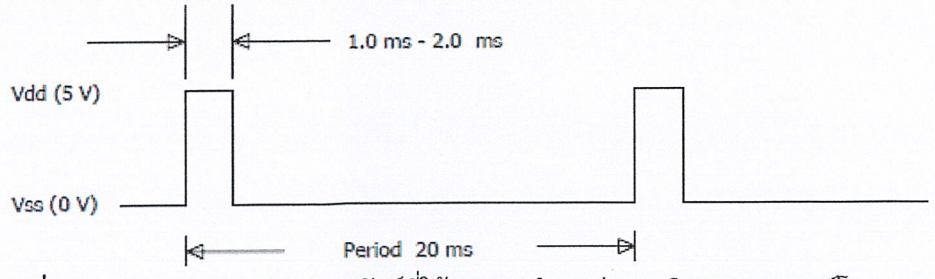
- Analog signal command
- Pulse train signal command

ในการเลือกใช้งานจะขึ้นอยู่กับไดร์ฟเวอร์และการใช้ประโยชน์ของงานนั้นๆ ส่วนการเขียนโปรแกรมเพื่อให้คอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณควบคุม (Signal command) ไปยังไดร์ฟเวอร์ได้นั้นจะขึ้นกับตัวประมวลผลของซีพียูของคอนโทรลเลอร์อาจเป็น Ladderdiagram, G code, block diagram

2.4.3 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

เมื่อมีการควบคุมให้คอนโทรลเลอร์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่สเตเตอร์ แกนเหล็กของสเตเตอร์จะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าและหมุนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แปรผันตามความถี่ ซึ่งเรียกว่าความเร็วซิงโครนัส (Synchronous speed) หรือความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน และจะดูดให้โรเตอร์ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรหมุนเคลื่อนที่ตาม

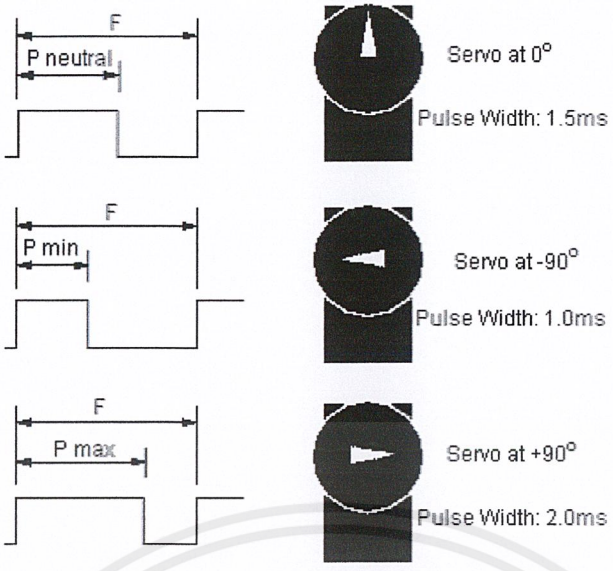
การควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ทำได้โดยการป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ให้กับมอเตอร์ซึ่งตำแหน่งและทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างของพัลส์นั้นๆ โดยทั่วไปแล้วความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีจุดให้อ้างอิง 3 จุด



รูปที่ 2.15 แสดงลักษณะสัญญาณพัลส์ที่ใช้ควบคุมตำแหน่งและทิศทางของเซอร์โวมอเตอร์

(ที่มา: http://www.tatc.ac.th/files/09011219194805_09063012122727.pdf)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ใช้ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

(ที่มา: http://www.tatc.ac.th/files/09011219194805_09063012122727.pdf)

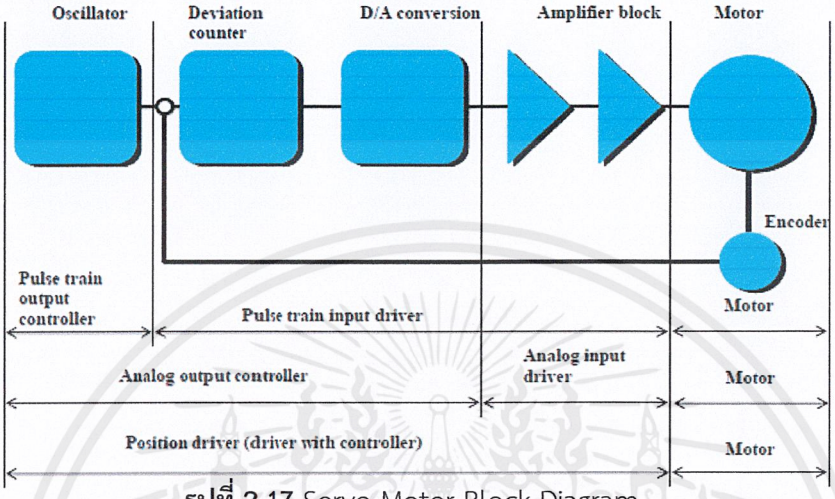
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศา หรือจุดกึ่งกลางของมอเตอร์
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม -90 องศา หรือในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม +90 องศา หรือในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ส่วนการที่จะควบคุมให้มอเตอร์หมุนเป็นมุมอื่นๆ นั้นก็สามารถทำได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เป็นระดับความกว้างต่างๆ โดยอ้างอิงจากจุดทั้ง 3 จุดที่กล่าวมานี้ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปที่มุม -45 องศา เราก็จะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้าง 1.25 ms เป็นต้น (ค่าความกว้างพัลส์และระยะองศาการหมุนของมอเตอร์ที่อธิบายด้านบน นั้นเป็นเพียงค่าประมาณเท่านั้น ทั้งนี้ระยะการหมุนและขนาดของพัลส์ที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ในแต่ละยี่ห้ออาจจะไม่เท่ากัน ดังนั้นในการใช้งานจึงควรศึกษารายละเอียดของมอเตอร์ในแต่ละรุ่นที่นำมาใช้ ซึ่งโดยปกติแล้วรายละเอียดต่างๆ ของมอเตอร์มักจะมีติดมากับตัวมอเตอร์นั้นๆ อยู่แล้ว) และสัญญาณพัลส์นี้จะต้องจ่ายให้มอเตอร์ทุกๆ 20 ms (Period) เพื่อรักษาสภาพตำแหน่งของมอเตอร์ไว้ โดยหลักการก็คือจะอาศัยการเปรียบเทียบช่วงเวลาของความกว้างพัลส์ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุมกับค่าเวลาของวงจร RC ภายในบอร์ดควบคุมในตัวของมอเตอร์ ซึ่งค่าเวลาของวงจร RC นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงตามการหมุนของมอเตอร์ เนื่องจากตัวต้านทานปรับค่าจะถูกยึดติดอยู่กับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งการหมุนของมอเตอร์จะทำให้ค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่า (VR) เปลี่ยนแปลงไป เป็นผลทำให้ค่าเวลาของวงจร RC เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยในขณะที่เราป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ให้กับมอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุม สัญญาณนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเวลาของวงจร RC หากค่าทั้ง 2 ไม่เท่ากันมอเตอร์ก็จะหมุนทำให้ค่าเวลาของวงจร RC เปลี่ยนแปลงจนกระทั่งค่าเวลาความกว้างพัลส์ของวงจร RC เปลี่ยนแปลงจนเท่ากับสัญญาณพัลส์ทางขาควบคุม (Control line) มอเตอร์จึงจะหยุดหมุน

เซอร์โวมอเตอร์มีขั้นตอนการทำงานตามบล็อกไดอะแกรมของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor block diagram) ดังนี้



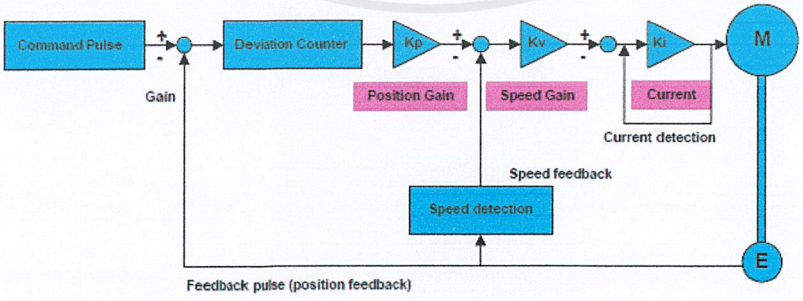
รูปที่ 2.17 Servo Motor Block Diagram

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

บล็อกไดอะแกรมของเซอร์โวมอเตอร์ ในการควบคุมตำแหน่งจะประกอบไปด้วย ส่วน Oscillator ซึ่งส่วนนี้คือพีแอลซีหรืออาจจะมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ก็ได้ ส่วนนี้จะสร้างสัญญาณป้อนเข้ามาที่ชุด-ไดร์ฟ โดยสัญญาณพัลส์ที่ส่งเข้ามาคือระยะทางที่ต้องการให้มอเตอร์เคลื่อนที่ไป

ในการควบคุมตำแหน่งหรือความเร็วคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณควบคุม (Signal command) ที่แทนด้วยจำนวนระยะทางและความเร็วออกมาหักลบกับสัญญาณป้อนกลับ ผลต่างที่ได้จะถูกส่งไปยัง D/A conversion (Driver) เพื่อแปลงค่าความแตกต่างออกไปเป็นสัญญาณอนาลอก และขยายสัญญาณ (Amplifier) เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ต่อไป

การทำงานของเซอร์โวไดร์ฟ ประกอบด้วยระบบควบคุมทั้งหมด 3 loop อยู่ภายในแสดงในรูปที่ 2.18 ดังนี้



รูปที่ 2.18 ระบบควบคุมภายใน Servo Motor Driver

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Current control loop เป็นส่วนของการควบคุมกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ซึ่งแปรผันตรงกับแรงบิด โดยรับสัญญาณอนาลอกมาจากเอาท์พุตของ Speed control loop (KV) มาเปรียบเทียบกับ Current detection feedback
- Speed control loop เป็นส่วนของการควบคุมความเร็วมอเตอร์ โดยรับสัญญาณอนาลอกมาจากเอาท์พุตของ Position control loop มาเปรียบเทียบกับ speed feedback จาก Encoder
- Position control loop เป็นส่วนของการควบคุมตำแหน่ง โดยรับสัญญาณพัลส์มาจาก Command Pulse มาเปรียบเทียบกับ Position feed back จาก encoder

2.4.4 ข้อแตกต่างของเซอร์โวมอเตอร์กับมอเตอร์ธรรมดา

โครงสร้างพื้นฐานและหลักการของเซอร์โวมอเตอร์คล้ายกับอินดักชั่นมอเตอร์ทั่วๆไป แต่ได้ถูกปรับปรุงและออกแบบเพิ่มเติมเพื่อให้มีความแม่นยำสูง มีความเร็วที่สูงและปรับปรุงโครงสร้างเพื่อให้เหมาะกับการเคลื่อนที่ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยจะมีการปรับปรุงโครงสร้างต่างๆ ดังนี้

1.) ปรับปรุงความเฉื่อยของโรเตอร์

โรเตอร์ของเซอร์โวมอเตอร์จะทำการปรับปรุงความเฉื่อย (Inertia) ด้วยการลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลง โดยที่มวลของเซอร์โวมอเตอร์ยังคงเท่าเดิม ซึ่งเมื่อความเฉื่อยของมอเตอร์ลดลงแล้ว จะทำให้มอเตอร์สามารถออกตัวได้เร็วขึ้นกว่าแบบเดิม

2.) ปรับปรุงค่าความเหนี่ยวนำของวงจรอาเมเจอร์

การปรับปรุงค่าความเหนี่ยวนำของอาเมเจอร์ได้น้อยลง ด้วยการลดจำนวนคอยล์ของวงจรอาเมเจอร์ลง และปรับปรุงระยะห่างของวงจรแม่เหล็กให้น้อยลง ซึ่งผลที่ได้จะทำให้ลดระยะเวลาการออกตัวของโรเตอร์ลง ซึ่งทำให้มอเตอร์สามารถหมุนถึงความเร็วที่ต้องการได้ไวขึ้น

3.) เพิ่มสมรรถนะของการควบคุม

มอเตอร์ของเซอร์โวจะออกแบบให้สามารถจะหมุนได้ความเร็วและแรงบิดที่มากขึ้นกว่ามอเตอร์แบบเก่า ด้วยการปรับปรุงฉนวนให้สามารถรับแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น ด้วยการใช้วัสดุเฟอร์ไรท์ (Ferrite magnet) ซึ่งสามารถทนต่อความร้อนสูงได้ อีกทั้งมันยังสามารถป้องกันเรื่องการอิ่มตัวของแกน-เหล็กแบบเก่าได้อีกด้วย

4.) รักษาเสถียรภาพขณะหมุน

เซอร์โวมอเตอร์ที่ออกแบบได้ถูกทำการปรับปรุงวงจรแม่เหล็ก และปรับปรุงขั้วแม่เหล็กใหม่ โดยทำการลดจำนวนช่องว่างในร่องสล๊อตให้มีค่าน้อยที่สุด และรวมถึงการจัดวางขั้วแม่เหล็กบนโรเตอร์ให้วางเอียงทำมุมกับสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้แรงบิดและความเร็วที่เกิดขึ้นราบเรียบตลอดช่วงการทำงาน

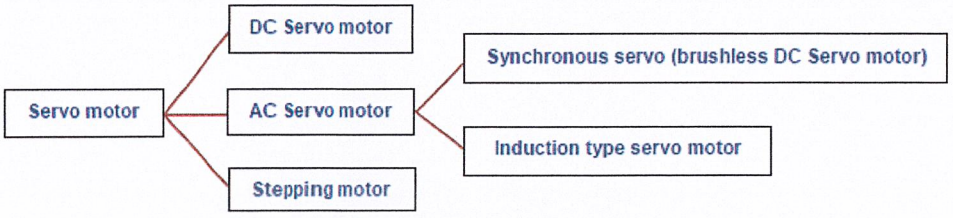
5.) เพิ่มอายุการใช้งาน

อายุการใช้งานของเซอร์โวมอเตอร์จะมีอายุการใช้งานที่นานขึ้น เนื่องจากแบร์ริ่งที่ใช้จะมีคุณภาพที่ดี อีกทั้งไม่มีผงของแปรงถ่านเข้ามาทำให้แบร์ริ่งสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 ชนิดและโครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์

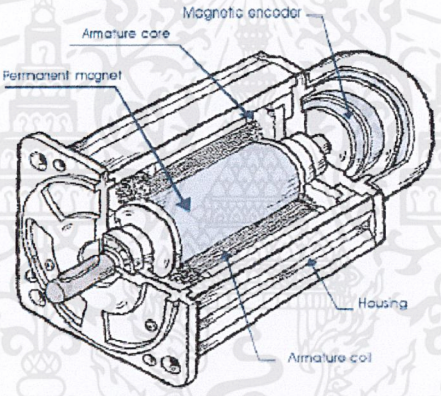
เซอร์โวมอเตอร์นั้นจะมีอยู่หลายประเภท โดยสามารถจะแบ่งได้เป็นมอเตอร์ที่จะนำมาทำเซอร์โว-มอเตอร์ได้เป็น 3 กลุ่มหลักๆ ตาม รูปที่ 2.19 คือ เซอร์โวมอเตอร์กระแสตรง (DC servo motor), เซอร์โวมอเตอร์กระแสสลับ (Ac servo motor) และ สเต็ปปิง (Stepping) แต่ละชนิดจะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน



รูปที่ 2.19 ชนิดของเซอร์โวมอเตอร์

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

ในปัจจุบันจะนิยมใช้เซอร์โวมอเตอร์กระแสสลับ แบบซิงโครนัสเซอร์โวมอเตอร์ (Synchronous servo motor) มากที่สุด เพราะว่าใช้งานและการบำรุงรักษาทำได้ง่าย ขนาดของมอเตอร์มีตั้งแต่ 30 วัตต์ จนถึง 5.5 กิโลวัตต์ มีลักษณะของโครงสร้างดังนี้



รูปที่ 2.20 โครงสร้างของ Synchronous servo motor (Brushless DC Servo motor)

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

โครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์กระแสสลับจะคล้ายกับมอเตอร์ 3 เฟสทั่วไป ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญคือสเตเตอร์ และโรเตอร์ โดยสเตเตอร์จะประกอบด้วยขดลวด 3 ชุดพันอยู่ในร่องสล๊อต (slot) ขดลวดภายในจะต่อเป็นแบบสตาร์ (Star หรือ WYE) และมีสายต่อมาที่ขั้วต่อสายด้านนอก 3 เส้น (จุดนิวทรัลจะอยู่ด้านใน) ส่วนโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet) ไม่มีขดลวดพัน, ไม่มีคอมมิวเตเตอร์ และไม่มีแปรงถ่าน (Brushless) ดังนั้นความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ ต่างๆ จะคล้ายมอเตอร์กระแสตรง และมอเตอร์ประเภทนี้ไม่มีแปรงถ่าน บางทีจึงเรียกว่า “เซอร์โวมอเตอร์แบบ DC Brushless” ส่วนตัวเอ็นโค้ดเดอร์จะต่ออยู่กับเพลาเดียวกับโรเตอร์

โครงสร้างที่ไม่มีขดลวดพันและไม่มีแปรงถ่าน จะทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์สูงขึ้น ไม่มีการสูญเสียในขดลวดทองแดง ไม่ต้องบำรุงรักษาเนื่องจากแปรงถ่านไม่เกิดประกายไฟเนื่องจากการเรียงกระแสจากแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตอร์ไปยังขดลวดทองแดงที่พันอยู่ในตัวโรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวัสดุที่นำมาสร้างแม่เหล็กถาวรนี้จะแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับราคาและเทคโนโลยีของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆ ซึ่งมีตั้งแต่ชนิดที่ราคาถูกเช่น เซรามิก (เฟอไรต์) จนถึงการใช้วัสดุที่มีราคาแพงอย่างเช่น ซามาเรียม โคบอลต์ หรือ นีโอไดเมียม เป็นต้น (ปัจจุบันเอซีเซอร์โวมอเตอร์ส่วนใหญ่จะใช้วัสดุสารแม่เหล็กแบบ นีโอไดเมียม เนื่องจากมีคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็ก และความเหมาะสมเรื่องราคาดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุสารแม่เหล็กแบบอื่นๆ

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบระหว่างเซอร์โวมอเตอร์แบบ AC กับ DC

	AC Servo Motor	DC Servo Motor
อายุการใช้งาน	(ลูกปืน) 20,000 ชม.	(แปลงถ่าน) 3,000 to 5,000 ชม. ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและการใช้งาน
การบำรุงรักษา	ไม่ต้องการการบำรุงรักษา	(ต้องบำรุงรักษา) ตรวจเช็คและคอยเปลี่ยนแปลงถ่านเป็นระยะๆ
เสียงรบกวน	ไม่มี	(มีเสียงดัง) จากการเสียดสี
สัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า	ไม่มี	(มีสัญญาณรบกวน) เกิดจากการทำงานของแปลงถ่าน
ประสิทธิภาพ	(ดีเยี่ยม) ช่วยระบายความร้อนจากสเตเตอร์ได้ดี	(ดี) ระบายความร้อนจากสเตเตอร์ได้ไม่ดี
สมรรถนะการรับโหลด	(ดี) รับโหลดความเร็วสูง,แรงบิดสูง แบบคงที่ได้เป็นเวลานาน	(ปานกลาง) รับโหลดแบบคงที่ได้เวลาไม่นาน
สมรรถนะการตอบสนอง	(รวดเร็ว) กำลังมาก (ความเฉื่อยน้อยและให้แรงบิดมากขณะที่ความเร็วสูง)	(เร็ว) กำลังน้อย (ความเฉื่อยมากแรงบิดจะลดลงเมื่อเพิ่มความเร็ว)
ความสะอาด	(สะอาด) ไม่มีผงจากแปลงถ่าน	(ไม่สะอาด) มีผงจากแปลงถ่าน

2.4.6 ชนิดของอุปกรณ์ตรวจจับ

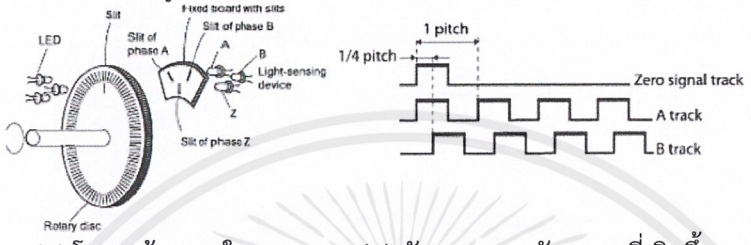
อุปกรณ์ใช้ตรวจสอบตำแหน่งของมอเตอร์ ในงานอุตสาหกรรมจะมีด้วยกัน 3 ชนิดหลักๆ

- สัญญาณป้อนกลับแบบเพิ่มค่า (Increment Encoder)
- สัญญาณป้อนกลับแบบสัมบูรณ์ (Absolute Encoder)
- สัญญาณป้อนกลับแบบ Resolver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.6.1 Increment rotary encoder

หลักการพื้นฐานของโรตารีสัญญาณป้อนกลับแบบเพิ่มค่า จากรูปที่ 2.21(ก) ลำแสงจะถูกยิงจากLighting diode ผ่าน fixed disc ไปยัง rotation disc ที่ติดตั้งอยู่บนแกนเพลา โดยมี photo diode เป็นตัวรับแสง ลำแสงจะผ่านรูบน fixed disc และ rotation disc ตามจังหวะของการหมุน ทำให้ได้สัญญาณ ไฟฟ้าออกมาจาก Photo diode เนื่องจากรูของ A และ B บน fixed disc จะต่างเฟสกันอยู่ 90 องศา ดังนั้นสัญญาณเอาท์พุตทางไฟฟ้าจะได้รูปคลื่นที่ออกมาต่างเฟสกันอยู่ 90 องศา ตามรูป ส่วนรูของ Z บน fixed disc จะมีเพียงรูเดียวเท่านั้น



(ก) โครงสร้างภายใน (ข) ลักษณะของสัญญาณที่เกิดขึ้น

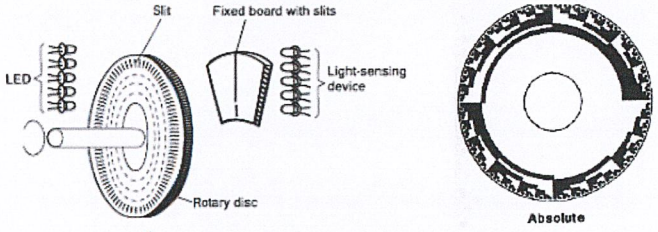
รูปที่ 2.21 สัญญาณป้อนกลับแบบเพิ่มค่า

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

ส่วนควบคุมสามารถที่จะรับรู้ได้ว่ามอเตอร์หมุนไปในทิศทางใด ด้วยการตรวจสอบสัญญาณของเฟส A และเฟส B ว่าสัญญาณใดมาก่อน ซึ่งเราสามารถทราบได้ว่าเครื่องจักรเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางมากน้อยเท่าใดด้วยการอ่านค่าสัญญาณของเฟส A และ B โรตารี่สัญญาณป้อนกลับแบบเพิ่มค่า มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน มีราคาถูก และมีจำนวนของสายสัญญาณเพียง 3 เส้นเท่านั้น แต่ในขณะที่ปิดไฟแล้วค่าจะไม่ถูกจำ ซึ่งจะต้องใช้ตัวนับ (counter) ช่วยเก็บค่า ซึ่งโดยปรกติแล้วเครื่องจักรที่ใช้งานเอ็นโค้ดเดอร์ประเภทนี้มักจะต้องทำให้กลับไปที่ตำแหน่งโฮม (Home Position) ตอนเริ่มเปิดเครื่องทุกครั้งเพื่อล้างค่าของสัญญาณป้อนกลับที่อยู่ในเครื่อง

2.4.6.2 Absolute rotary encoder

โรตารีสัญญาณป้อนกลับแบบสัมบูรณ์ จะเป็นสัญญาณป้อนกลับแบบอ่านค่าสัมบูรณ์ ซึ่งมักจะประยุกต์ ใช้กับงานที่เคลื่อนที่ไม่เกิน 1 รอบ โดยทั่วไปสัญญาณป้อนกลับแบบสัมบูรณ์ จะมีเอาท์พุตโค้ดให้เลือกเช่น gray code, binary หรือ BCD code แต่สำหรับการเลือกประเภทของตัวตรวจจับของเซอร์โว-มอเตอร์ ไม่จำเป็นต้องเลือกโค้ดของเอาท์พุต ให้เลือกแต่เพียงความละเอียดที่ต้องการใช้งานเท่านั้น



รูปที่ 2.22 สัญญาณป้อนกลับแบบสัมบูรณ์

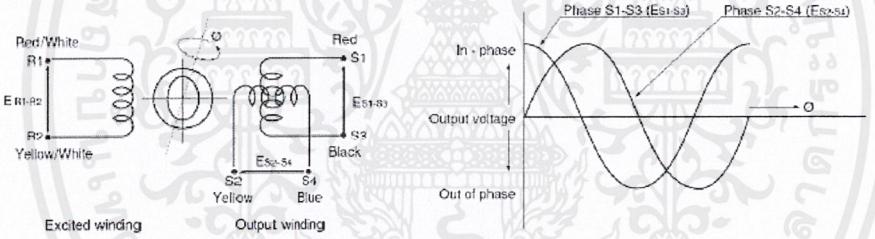
(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตเห็นว่าสิ่งที่แตกต่างจากสัญญาณป้อนกลับแบบเพิ่มค่า คือจำนวนของสายสัญญาณเอาท์พุต ที่มีจำนวนมากกว่าสัญญาณป้อนกลับแบบเพิ่มค่า ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความละเอียดที่เลือกใช้ และอีกประการหนึ่งคือความหมายของสัญญาณของสัญญาณป้อนกลับแบบสัมบูรณ์ ณ เวลาหนึ่งจะให้ค่าออกมาเป็นค่าสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นค่าที่เปรียบเทียบจากจุดเริ่มต้นเหมือนกับสัญญาณป้อนกลับแบบเพิ่มค่า ดังนั้นถ้าเซอร์โว-มอเตอร์ที่มีตัวตรวจจับแบบสัญญาณป้อนกลับแบบเพิ่มค่าก็ไม่จำเป็นจะต้องค้นหาตำแหน่งเริ่มต้น (Origin search) ใหม่ทุกครั้งที่ปิดเครื่องแล้วเปิดเครื่องขึ้นมาใช้งานใหม่

2.4.6.3 Resolver

ตัว Resolver เป็นอุปกรณ์ตรวจจับมุมของการหมุน โดยอาศัยแรงดันไฟฟ้าที่เกิดมาจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตัวโรเตอร์ ส่วนที่สเตเตอร์จะมีขดลวดอยู่ 2 ขด ที่วางทำมุมกันอยู่ 90 องศา ซึ่งจะประกอบด้วยขดลวดปฐมภูมิที่ติดกับโรเตอร์ 1 ชุด และมีขดลวดทุติยภูมิ 2 ชุด (one primary and two secondary windings) วางในตำแหน่งที่ทำมุมห่างกัน 90 องศา ซึ่งเรียกว่าขดลวดไซน์ (sine) และโคไซน์ (cosine) เมื่อป้อนไฟเข้าทางขดลวดสเตเตอร์ ขดลวดโรเตอร์ก็จะเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นเมื่อเกิดการหมุนของโรเตอร์ มุมของการหมุนที่ต้องการวัดก็จะแปรผันตามความต่างเฟสของแรงดันไฟฟ้าระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดสเตเตอร์และโรเตอร์ จากนั้นสัญญาณทั้งสอง (sine signal และ cosine signal) ที่ได้จะถูกป้อนกลับไปยังชุดคอนโทรลเลอร์ และถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลต่อไป



รูปที่ 2.23 หลักการของสัญญาณป้อนกลับ Resolver

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC,2549)

2.5 ระบบโครงข่าย PLC [4]

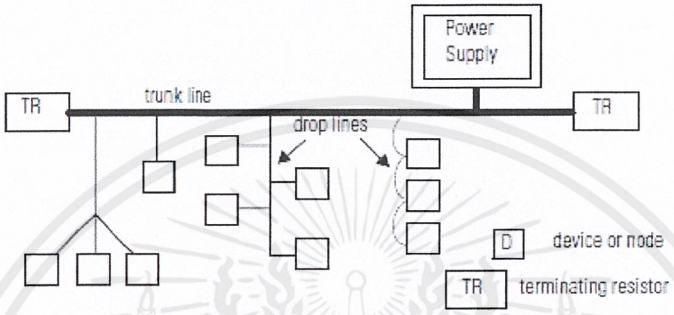
ดีไวท์เน็ต (Device Net) เป็นอีกหนึ่งเครือข่ายของ FA Network ซึ่งได้จัดอยู่ในเครือข่ายแบบเปิด (Open Network) นั้นคือสามารถติดต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ต่างยี่ห้อ ที่รองรับเครือข่ายดีไวท์เน็ตด้วยกันได้ ซึ่งโครงสร้างของเครือข่ายจะประกอบด้วยตัวแม่ (Master Unit) และตัวลูก (Slave Unit) ทำการติดต่อสื่อสารกัน ซึ่งตัวแม่ 1 ตัวสามารถที่จะทำการเชื่อมต่อเข้ากับตัวลูกได้มากกว่า 1 ตัว ส่วนจำนวนของตัวลูกที่สามารถทำการเชื่อมต่อได้นั้นขึ้นอยู่กับการกำหนดค่า

2.5.1 โครงสร้างของเครือข่ายดีไวท์เน็ต

โครงสร้างของเครือข่ายดีไวท์เน็ต เป็นรูปการเชื่อมต่อแบบบัส (Bus Topology) คือมีสายเคเบิลหลักเป็นแกนกลาง เรียกว่า “ทรัคก์ไลน์” (Trunk line) และใช้สายเคเบิลย่อยเชื่อมต่อไปยังตัวอุปกรณ์ เรียกว่า “ดร็อปไลน์” (Drop line) โดยมีแท็บ (Tap) เป็นตัวเชื่อมระหว่างทรัคก์ไลน์กับดร็อปไลน์ ปลายทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

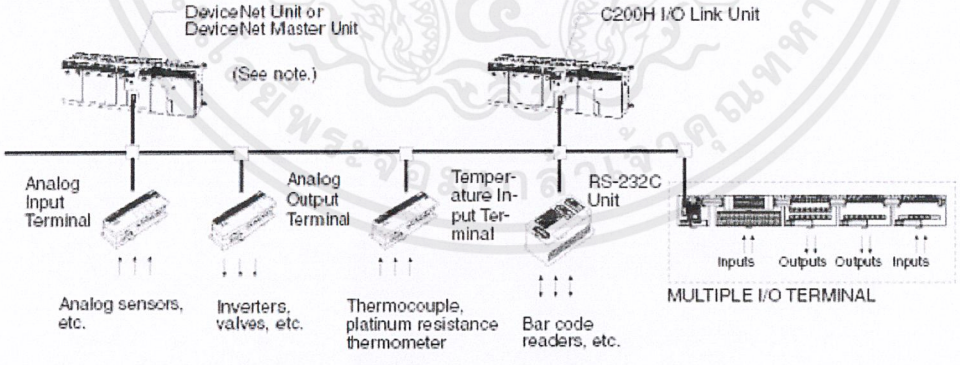
สองด้านของ ทรัคก์ไลน์ต้องต่อตัวเทอร์มิเนเตอร์ (Terminator) มีค่าความต้านทาน 120 โอห์ม 1% ¼ วัตต์ ระหว่างสายสัญญาณ เพื่อดูดซับสัญญาณที่เกิดจากการส่งข้อมูลและป้องกันการสะท้อนของสัญญาณข้อมูลภายในสายสัญญาณสายทรัคก์ไลน์มีหลายแบบเช่น สายแบน (Flat cable), สายกลมขนาดใหญ่ (Thick cable) และสายกลมขนาดเล็ก (Thin cable) ภายในประกอบด้วยสายทั้งหมด 5 เส้นคือ สายสัญญาณ 1 คู่ (CAN_H สีขาวและ CAN_L น้ำเงิน) , สายไฟ 24 โวลต์ 1 คู่ (V+ สีแดง และV- สีดำ) และ สายชีลด์ (Shield) 1 เส้น ส่วนสายดร็อปไลน์จะมีภายในเหมือนสายทรัคก์ไลน์ แต่จะมีขนาดเล็กกว่า โดยทั่วไปมักใช้สายกลมขนาดเล็ก (Thin cable) มาทำเป็นสายดร็อปไลน์



รูปที่ 2.24 โครงสร้างของเครือข่ายดีไวท์เน็ต

(ที่มา: https://thaicontrol.wordpress.com/2014/01/19/devicenet-network/)

รูปที่ 2.25 จะแสดงโครงสร้างของเครือข่ายดีไวท์เน็ต ซึ่งจะประกอบด้วยตัวแม่และตัวลูก ในส่วนของตัวแม่ต่างรุ่นกันก็สามารถที่จะต่อร่วมเข้ากับเครือข่ายดีไวท์เน็ต ในเครือข่ายเดียวกันได้ และในส่วนของตัวลูกจะมีทั้งที่รับสัญญาณ เปิด/ปิด ปกติ (I/O Terminal, I/O Remote, Sensor Terminal) ไปจนถึงที่รับสัญญาณเป็นแบบอนาล็อกและพอร์ทสื่อสาร (Analog Output Terminal, Temperature Input Terminal, RS-232C Unit)



รูปที่ 2.25 โครงสร้างของระบบเครือข่ายดีไวท์เน็ต

(ที่มา: https://thaicontrol.wordpress.com/2014/01/19/devicenet-network/)

2.5.2 ความเร็วในการส่งข้อมูลของเครือข่ายดีไวท์เน็ต

ความเร็วในการส่งข้อมูล (Data rate) ขึ้นอยู่กับความยาวของสายทรัคก์ไลน์ และความยาวรวมของสายดร็อปไลน์ โดยความยาวของทรัคก์ไลน์คือระยะยาวที่สุดระหว่างอุปกรณ์หรือเทอร์มิเนเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ความเร็วในการส่งข้อมูลของทรัคก์ไลน์

ความเร็วในการส่งข้อมูล (บิต/วินาที)	ระยะทางสูงสุดของสายแบน (เมตร)	ระยะทางสูงสุดของสายกลมขนาดใหญ่ (เมตร)	ระยะทางสูงสุดของสายกลมขนาดเล็ก (เมตร)
125k	420	500	100
250k	200	250	100
500k	75	100	100

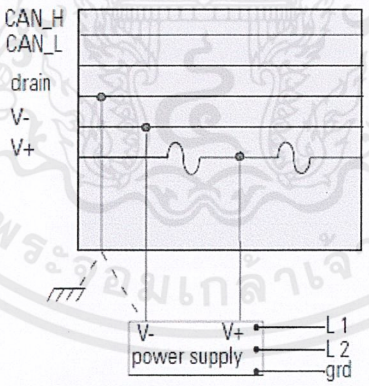
ความยาวรวมของสายดร็อปไลน์ คือผลรวมของดร็อปไลน์ทุกเส้น ซึ่งต้องไม่เกิน 156 เมตรและแต่ละเส้นยาวมากสุดไม่เกิน 6 เมตร จากทรัคก์ไลน์

ตารางที่ 2.5 ความเร็วในการส่งข้อมูลของดร็อปไลน์

ความเร็วในการส่งข้อมูล (บิต/วินาที)	ความยาวรวมของสายดร็อปไลน์ (เมตร)
125	156
250	78
500	39

2.5.3 กราวด์ของเครือข่าย

ภายในหนึ่งเครือข่ายต้องต่อกราวด์เพียง 1 จุดเท่านั้น โดยให้ต่อสาย V- , สายชีลด์ และ Drain เข้าด้วยกันลงกราวด์ดังรูปที่ 2.26



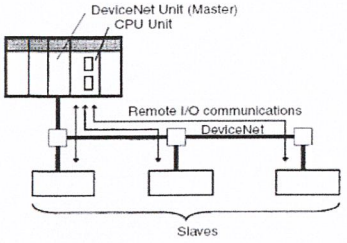
รูปที่ 2.26 การต่อกราวด์ของเครือข่ายดีไวท์เน็ต

(ที่มา: https://thaicontrol.wordpress.com/2014/01/19/devicenet-network/)

2.5.4 การสื่อสารของดีไวท์เน็ต [6]

2.5.4.1 การสื่อสารแบบ Master Remote I/O เป็นการติดต่อสื่อสารกันระหว่างตัวแม่กับตัวลูกโดยมีการกำหนดให้ตัวแม่มีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของตัวลูกอย่างเดียว

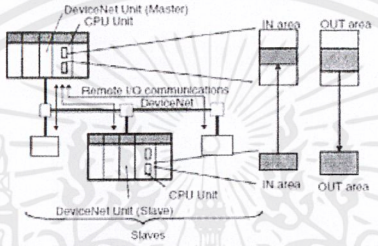
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 การสื่อสารแบบ Master Remote I/O

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการใช้งาน PLC Network,2549)

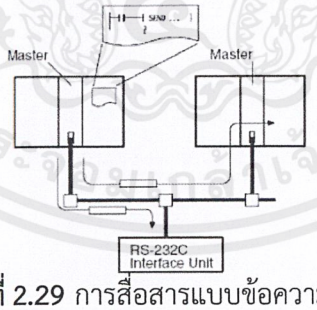
2.5.4.2 การสื่อสารแบบ Remote I/O Slave เป็นการติดต่อสื่อสารกันระหว่างตัวแม่มากกว่า 1 ตัวกับตัวลูก โดยมีการกำหนดให้ตัวแม่ภายในเครือข่ายเดียวกันเป็นสลาฟ (Slave) ทำให้สามารถที่จะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลร่วมกันได้ระหว่างตัวแม่ต่างๆ



รูปที่ 2.28 การสื่อสารแบบ Remote I/O Slave

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการใช้งาน PLC Network,2549)

2.5.4.3 การสื่อสารแบบข้อความ เป็นการส่งข้อมูลที่เป็นลักษณะข้อความที่เรียกว่า “FINS Command” ซึ่งมีความสามารถในการควบคุม, รับส่ง, ถ่ายโอนข้อมูลขนาดใหญ่ระหว่างพีแอลซีในเครือข่ายหรือต่างเครือข่ายได้ ซึ่งจะใช้งานคู่กับคำสั่ง SEND, RECV, และ CMND ทางเลดเดอร์ สามารถควบคุมการทำงานของซีพียู (Central Processing Unit: CPU) ได้มากกว่าแค่การแลกเปลี่ยนข้อมูลธรรมดา



รูปที่ 2.29 การสื่อสารแบบข้อความ

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการใช้งาน PLC Network,2549)

2.5.5 การสื่อสารข้อมูลแบบ Master Remote I/O

การติดต่อสื่อสารกับ I/O ระยะไกล (Remote I/O Communication): เป็นการติดต่อสื่อสารกันระหว่างตัวลูกและตัวแม่ของดีไวท์เน็ต ซีพียูสามารถที่จะสั่งงานตัว Device Net Slave Unit (Output) ได้โดยสั่งงานผ่านทาง Device Net Master ขณะเดียวกัน ซีพียูเองก็สามารถที่จะรับข้อมูลจาก Device Net Slave Unit (Input) ผ่านทาง Device Net Master ได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5.1 คุณสมบัติเฉพาะของ Remote I/O Master

ตารางที่ 2.6 แสดงคุณสมบัติเฉพาะของการสื่อสารแบบ Master Remote I/O

<table>
<tr><th>Item</th><th colspan="8">Specifications</th></tr>
<tr><td rowspan="11">Slave allocation methods</td><td>Fixed allocations</td><td colspan="7">Select one of the following fixed allocation areas using the Fixed Allocated Area Switches 1, 2 and 3 in the software switches in the allocated CIO Area words.</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td>Allocated words (CIO Area)</td><td>I/O</td><td>Size</td><td>Fixed Allocation Area Setting 1</td><td>Fixed Allocation Area Setting 2</td><td>Fixed Allocation Area Setting 3</td></tr>
<tr><td>Output (OUT) area</td><td>64 words</td><td>3200 to 3263</td><td>3400 to 3463</td><td>3600 to 3663</td></tr>
<tr><td>Input (IN) area</td><td>64 words</td><td>3300 to 3363</td><td>3500 to 3563</td><td>3700 to 3763</td></tr>
<tr><td colspan="6">Select one of the above areas using the software switches. All are fixed at 1 word per node address. The default setting is Fixed Allocations Area Setting 1.</td></tr>
<tr><td rowspan="7">User-set allocations</td><td rowspan="3">By allocated DM Area words</td><td colspan="6">Set the areas and the first words for the OUT 1 and IN 1 blocks in the scan list Setup Table in the allocated DM Area words. Set the allocation size for each slave using the allocation size Setup Table (any words). Allocations must be in the order of node addresses.</td></tr>
<tr><td>Allocated words</td><td colspan="5">The input and output areas can be the following sizes starting from any word in any of the following areas: CIO Area, WR Area, HR Area, or EM Area.</td></tr>
<tr><td>Output (OUT) area</td><td colspan="4">500 words max. × 1 block</td></tr>
<tr><td>By Configurator</td><td colspan="6">Set the areas for the OUT ½ and IN ½ blocks, the first words, and the allocation sizes for all slaves using the Configurator. Blocks can be set for nodes in any order.</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Allocated words</td><td colspan="5">The input and output areas can be the following sizes starting from any word in any of the following areas: CIO Area, WR Area, HR Area, or EM Area.</td></tr>
<tr><td>Output (OUT) area</td><td colspan="4">500 words max. × 1 block</td></tr>
<tr><td>Input (IN) area</td><td colspan="4">500 words max. × 1 block</td></tr>
<tr><td rowspan="3">No. of Masters that can be mounted</td><td colspan="2">Fixed allocations</td><td colspan="6">3 Units max. (Unique words must be allocated using the Allocated CIO Area Words Software Switches.)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">User-set allocations</td><td>By allocated DM Area words</td><td colspan="6">16 Units max. (Unique words must be allocated using the user Setup Table in the allocated DM Area words.)</td></tr>
<tr><td>By Configurator</td><td colspan="6">16 Units max. (Unique words must be allocated using the Configurator.)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Max. No. of slaves connected per Device Net Unit</td><td colspan="2">Fixed allocations</td><td colspan="6" rowspan="3">63 nodes</td></tr>
<tr><td rowspan="2">User-set allocations</td><td>By allocated DM Area words</td></tr>
<tr><td>By Configurator</td></tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item	Specifications		
Max. No. of I/O points per Device Net Unit	Fixed allocations		2,048 pts (64 input words, 64 output words)
	User-set allocations	By allocated DM Area words	16,000 pts (500 input words × 1 block, 500 output words × 1 block)
		By Configurator	32,000 pts (500 input words × 2 blocks, 500 output words × 2 blocks)

2.5.5.2 การจัดสรรพื้นที่ในพีแอลซี (PLC area Allocations)

การจัดสรรพื้นที่ในที่นี้หมายถึงการกำหนดตำแหน่งหรือที่อยู่ให้กับตัว Device Net Slave I/O Unit ซึ่ง Device Net Slave I/O Unit แต่ละตัวจะจองพื้นในแต่ละพื้นที่ที่ได้จัดสรรไว้ให้ตามหมายเลขที่ได้ปรับตั้งไว้บนตัว Device Net Slave I/O Unit เมื่อต้องการเขียนหรืออ่านก็สามารถทำได้โดยการใส่ข้อมูล (Device Net Slave Output Unit) ไปยังตำแหน่งดังกล่าว ซึ่งสามารถที่จะกำหนดได้ 2 แบบด้วยกันคือ

1. การจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว (Fixed Allocations)
2. พื้นที่ที่ถูกกำหนดโดยผู้ใช้งาน (User-set Allocations)

2.5.5.3 การจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว (Fixed Allocations)

การจัดสรรพื้นที่ด้วยวิธีนี้เมื่อได้ทำการติดตั้งตัว Device Net Master เข้ากับตัวซีพียูภายในตัวพีแอลซี จะมีการจัดสรรพื้นที่ไว้ให้สำหรับ Device Net Slave I/O Unit ด้วยกัน 3 ชุดแบบตายตัว คือ In/Out Block 1, 2, 3 โดยที่และแต่พื้นที่จะถูกแบ่งออกเป็น 64 เวิร์ด (Word)

ตารางที่ 2.7 การจัดสรรพื้นที่แบบตายตัวชุดที่ 1

OUT Block1			Allocation to Slave	IN Block1		
OUT Block1	CIO3200	Address 0	Node No. #00	IN Block1	CIO3300	Address 0
	CIO3201	Address 1	Node No. #01		CIO3301	Address 1
	:	:			:	:
	:	:			:	:
	CIO3262	Address 62	Node No.#62		CIO3362	Address 62
	CIO3263	Address63	Node No.#63		CIO3363	Address63

ตารางที่ 2.8 การจัดสรรพื้นที่แบบตายตัวชุดที่ 2

OUT Block2			Allocation to Slave	IN Block2		
OUT Block1	CIO3400	Address 0	Node No. #00	IN Block1	CIO3500	Address 0
	CIO3401	Address 1	Node No. #01		CIO3501	Address 1
	:	:			:	:
	:	:			:	:
	CIO3462	Address 62	Node No.#62		CIO3562	Address 62
	CIO3463	Address63	Node No.#63		CIO3563	Address63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 การจัดสรรพื้นที่แบบตายตัวชุดที่ 3

OUT Block3			Allocation to Slave	IN Block3		
OUT Block1	CIO3600	Address 0	Node No. #00	IN Block1	CIO3700	Address 0
	CIO3601	Address 1	Node No. #01		CIO3701	Address 1
	:	:			:	:
	:	:			:	:
	CIO3662	Address 62	Node No.#62		CIO3762	Address 62
	CIO3663	Address63	Node No.#63		CIO3763	Address63

ดีไวท์เน็ตตัวแม่ 1 ตัวสามารถที่จะใช้พื้นที่ดังกล่าวได้แค่ 1 ชุดเท่านั้น ดังนั้นการจัดสรรพื้นที่ด้วยวิธีนี้จึงส่งผลให้ซีพียู 1 ตัวสามารถที่จะทำการติดตั้งตัวดีไวท์เน็ตตัวแม่ได้ 3 ตัว ส่วนสำคัญสำหรับการติดต่อระหว่างดีไวท์เน็ตตัวลูกกับดีไวท์เน็ตตัวแม่ให้เชื่อมต่อกัน จะต้องมีการลงทะเบียนดีไวท์เน็ตตัวลูกเข้ากับดีไวท์เน็ตตัวแม่ หรือเรียกว่า สแกนลิสต์ (Scan List) สามารถทำได้โดย เข้าไปเปิดบิต “00” ของ Word n [n = CIO1500 + (25 × Unit No.)] ส่วนการปิดการใช้งานของตัวสแกนลิสต์ก็สามารถทำได้โดยการเปิดบิต “01” ของ Word n

2.5.5.4 ขั้นตอนสำหรับการใช้งานการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว

การเลือกใช้งานการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัวนั้นสามารถที่จะทำการเลือกจาก 1 ใน 3 ของพื้นที่ที่ได้กำหนดไว้ให้โดยหากต้องใช้งานพื้นที่ในชุดไหนก็สามารถทำได้โดยการเปิดบิต “Master Fixed Allocation Setting” ของพื้นที่นั้นๆ เช่นหากต้องการใช้งานในพื้นที่ของ Fixed Allocation Area 2 ก็ให้ทำการเปิดบิต 08 ของ Word n ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 การตั้งค่าเลือกชุดในการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว

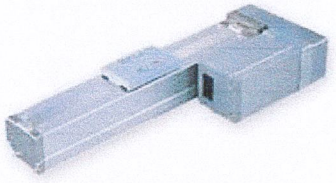
Area	OUT area (word)	IN area (word)	Selection method
Fixed allocation area 1	CIO 3200 to 3263	CIO 3300 to 3363	Turn ON the Master Fixed Allocation Setting 1 Switch (word n, bit 08).
Fixed allocation area 2	CIO 3400 to 3463	CIO 3500 to 3563	Turn ON the Master Fixed Allocation Setting 2 Switch (word n, bit 09).
Fixed allocation area 3	CIO 3600 to 3663	CIO 3700 to 3763	Turn ON the Master Fixed Allocation Setting 3 Switch (word n, bit 10).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 Robo cylinder (RCP3 actuator slider type) [7]

เป็นรุ่นที่ปรับปรุงให้ราคาถูกและบำรุงรักษาได้ง่ายมากขึ้น เป็นซิลินเดอร์ (Cylinder) ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าที่ใช้พัลส์มอเตอร์ (Pluse motor) ซึ่งเหมาะกับงานกดค้าง, การหยุดสนิท



รูปที่ 2.30 Robo Cylinder รุ่น RCP3

(ที่มา: คู่มือการใช้งาน ROBO Cylinder RCP3 Actuator Slider Type,2555)

2.6.1.1 จุดเด่นของโรโบซิลินเดอร์ รุ่น RCP3

1.) มีราคาถูก จากการทบทวนโครงสร้างและชิ้นส่วนอย่างเจาะลึก ได้มีการติดตั้ง Guide, Ball screw, Motor ทำให้มีราคาที่ต่ำลงอีกได้

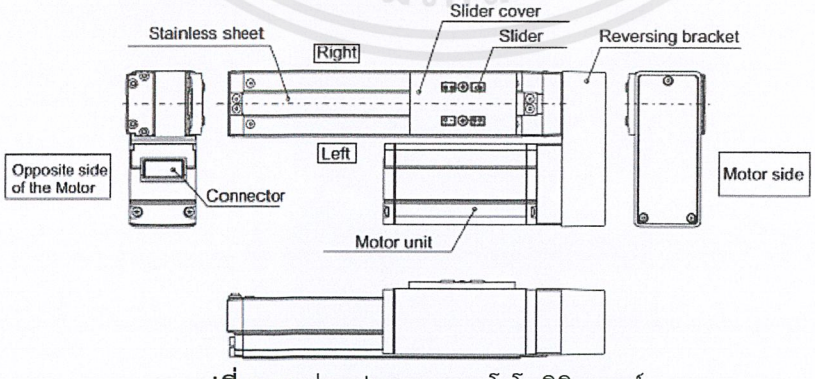
2.) สามารถเลือกรุ่นที่ไม่มี Cover ของตัวเครื่องได้ สามารถเลือกรุ่นที่ถอด Cover ของด้านนอกตัวเครื่องและแผ่นสเตนเลสออกได้ Cover สำหรับประกอบกับภายในเครื่องไม่มีความจำเป็น

3.) ด้วยการเปลี่ยนเป็นมอเตอร์ยูนิตทำให้ความง่ายในการบำรุงรักษามากขึ้น มอเตอร์ยูนิตนั้นสามารถถอดเปลี่ยนได้โดยการขันน็อตออกเพียง 1 ตัว กรณีที่จำเป็นต้องเปลี่ยนมอเตอร์ก็สามารถทำได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว

2.6.1.2 ประสิทธิภาพของโรโบซิลินเดอร์ รุ่น RCP3

- เมื่อใช้งานในแนวนอน สามารถรับโหลดได้ 8 กิโลกรัม และความเร็วสูงสุดจะอยู่ที่ 285 mm/s
- เมื่อใช้งานในแนวดิ่ง จะสามารถรับโหลดได้ 2 กิโลกรัม และมีความเร็วสูงสุดอยู่ที่ 285 mm/s เช่นเดียวกับแนวนอน

2.6.1.3 ส่วนประกอบต่างๆ ของโรโบซิลินเดอร์

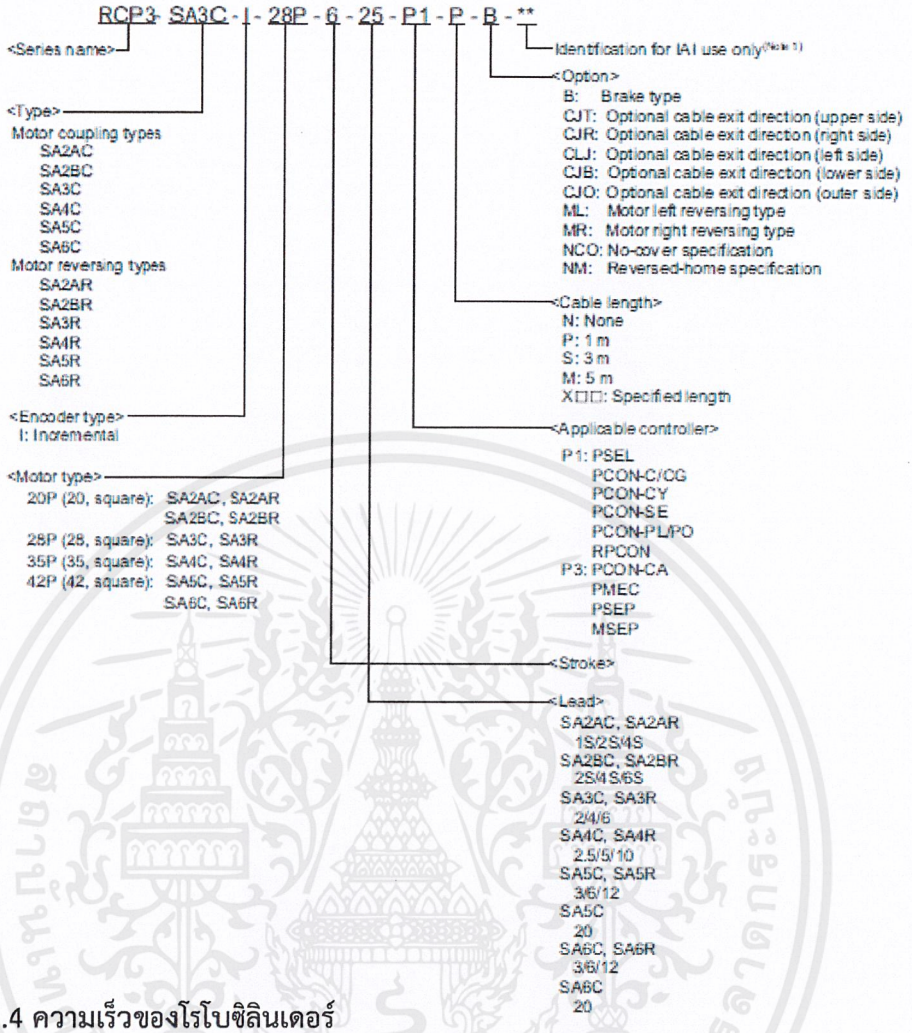


รูปที่ 2.31 ส่วนประกอบของโรโบซิลินเดอร์

(ที่มา: คู่มือการใช้งาน ROBO Cylinder RCP3 Actuator Slider Type,2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการอ่านโมเดล



2.6.1.4 ความเร็วของโรโบซิลินเดอร์

ตารางที่ 2.11 ความเร็วของโรโบซิลินเดอร์ (หน่วย: mm/s)

ชื่อรุ่น	ชนิดมอเตอร์	Lead (mm)	ความเร็วต่ำสุด	Stroke(mm)															
				50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
SA3C,3R	28P	2	2.5	100						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		4	5.0	200						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		6	7.5	300						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA4C,4R	35P	2.5	3.12	125										-	-	-	-	-	-
		5	6.25	250										-	-	-	-	-	-
		10	12.5	380	500									-	-	-	-	-	-
SA5C,5R	42P	3	3.75	150											140	120	105	90	80
		6	7.5	300											285	245	210	185	165
		12	15	380	540	600									570	490	425	370	330
SA5C	42P	20	25	380	540	660	770	860	940	1000						910	790	690	610
				380	540	660	770	800 (Stroke 250 to 650,vertically installed)									790	690	610
SA6C,6R	42P	3	3.75	150											140	120	105	90	80
		6	7.5	300											285	245	210	185	165
		12	15	380	540	600									570	490	425	370	330
SA6C	42P	20	25	380	540	660	770	860	940	1000						910	790	690	610
				380	540	660	770	800 (Stroke 250 to 650,vertically installed)									790	690	610

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.5 ระบบขับเคลื่อนของโรโบซิลินเดอร์

ตารางที่ 2.12 ระบบขับเคลื่อนของโรโบซิลินเดอร์

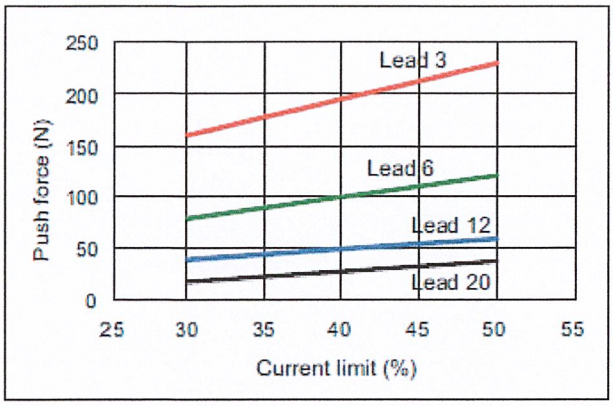
ชื่อรุ่น	ชนิดของมอเตอร์	Lead (mm)	สัญญาณป้อนกลับเลขที่	Ball Screw และ ชนิดของ Lead Screw		
				ประเภท	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ความแม่นยำ
SA2A	20P	1	800	Lead screw Rolled	10	C10
		2				
		4				
SA2B	20P	2		Lead screw Rolled	10	C10
		4				
		6				
SA3	28P	2		Ball screw Rolled	6	C10
		4				
		6				
SA4	35P	2.5		Ball screw Rolled	8	C10
		5				
		10				
SA5	42P	3		Ball screw Rolled	10	C10
		6				
		12				
		20				
SA6	42P	3		Ball screw Rolled	10	C10
		6				
		12				
		20				

2.6.1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสและแรงกด

ตารางที่ 2.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสและแรงกด

ปริมาณกระแส (%)	RCP3 SA3			RCP3 SA4			RCP3 SA5,6			
	แรงผลักของ Lead 2 (N)	แรงผลักของ Lead 4 (N)	แรงผลักของ Lead 6 (N)	แรงผลักของ Lead 2.5 (N)	แรงผลักของ Lead 5 (N)	แรงผลักของ Lead 10 (N)	แรงผลักของ Lead 3 (N)	แรงผลักของ Lead 6 (N)	แรงผลักของ Lead 12 (N)	แรงผลักของ Lead 20 (N)
30	50	25	16	100	50	25	160	80	40	20
40	70	35	23	130	65	32.5	195	100	50	27
50	90	45	30	160	80	40	230	120	60	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



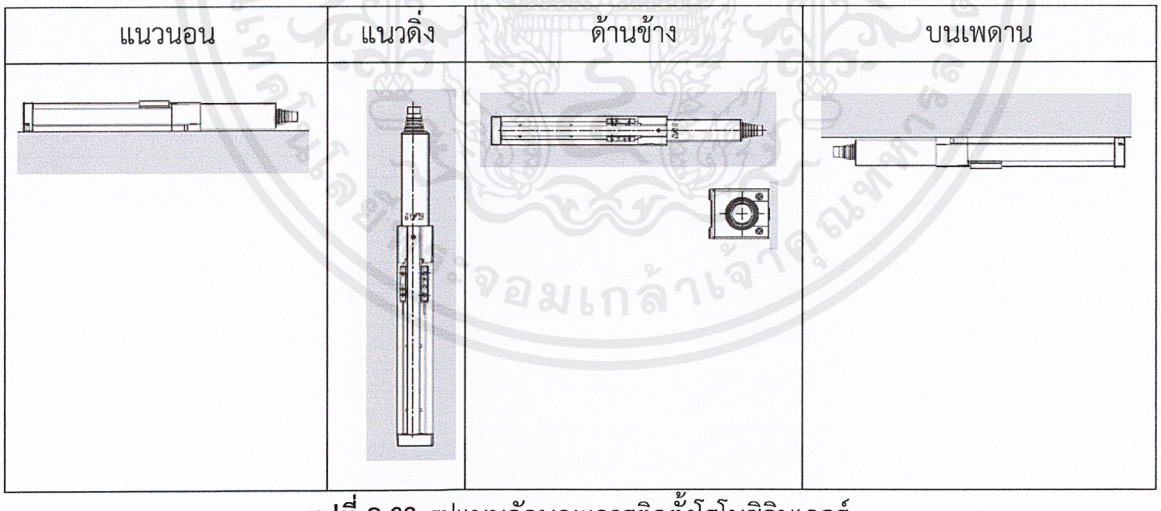
รูปที่ 2.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสกับแรงกด (N)

2.6.1.7 ลักษณะการติดตั้ง

ตารางที่ 2.14 ลักษณะการติดตั้งโรโบซิลินเดอร์

☑ สามารถติดตั้งได้ ◊ สามารถติดตั้งได้ แต่ต้องตรวจสอบทุกวัน ☒ ไม่สามารถติดตั้งได้

รุ่น	ติดตั้งในแนวนอน	ติดตั้งในแนวดิ่ง	ติดตั้งด้านข้าง	ติดตั้งบนเพดาน
SA2A,SA2B	☑	☒	☒	☒
SA3	☑	☑	☑	◊
SA4	☑	☑	◊	◊
SA5	☑	☑	◊	◊
SA6	☑	☑	◊	◊



รูปที่ 2.33 รูปแบบลักษณะการติดตั้งโรโบซิลินเดอร์

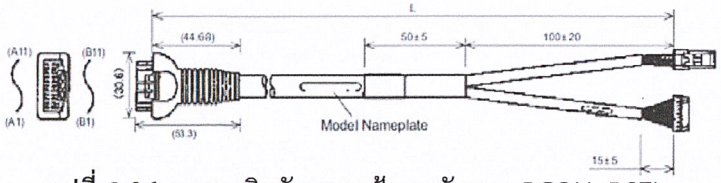
(ที่มา: คู่มือการใช้งาน ROBO Cylinder RCP3 Actuator Slider Type,2555)

2.6.1.7 สายเคเบิลสัญญาณป้อนกลับของ PCON, PSEL

สายเคเบิลสำหรับสัญญาณป้อนกลับของมอเตอร์รุ่น RCP3: CB-PCS-MPA☐☐☐

(☐☐☐ คือความยาวของสายเคเบิล สูงสุดได้ 20 เมตร เช่น 080=8 เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.34 สายเคเบิลสัญญาณป้อนกลับของ PCON, PSEL

(ที่มา: คู่มือการใช้งาน ROBO Cylinder RCP3 Actuator Slider Type,2555)

ตารางที่ 2.15 สีและหมายเลขของสายเคเบิลสัญญาณป้อนกลับของ PCON, PSEL

สายเคเบิลด้านโรโบซิลินเดอร์

สีของสายไฟ	สัญลักษณ์	หมายเลขสาย
ดำ	ϕA	A1
ขาว	VMM	B1
แดง	ϕ/A	A2
เขียว	ϕB	B2
เหลือง	VMM	A3
น้ำตาล	ϕ/B	B3
-	NC	A4
-	NC	B4
ส้ม	BK+	A5
เทา	BK-	B5
ขาว	LS+	A6
เหลือง	LS-	B6
แดง	A+	A7
เขียว	A-	B7
ดำ	B+	A8
น้ำตาล	B-	B8
-	NC	A9
เหลือง	VPS	B9
แดง	VCC	A10
เขียว	GND	B10
-	NC	A11
-	Shield,FG	B11

สายเคเบิลด้านตัวควบคุม

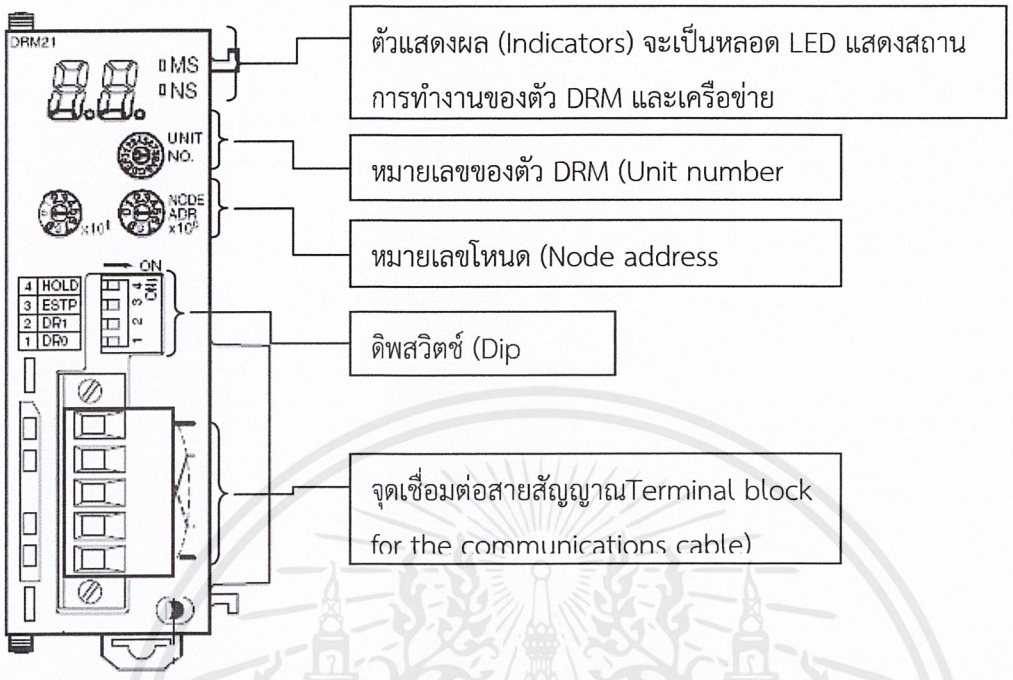
หมายเลขสาย	สัญลักษณ์	สีของสายไฟ
B1	ϕA	ดำ
A2	VMM	ขาว
A1	ϕ/A	แดง
B3	ϕB	เขียว
B2	VMM	เหลือง
A3	ϕ/B	น้ำตาล
3	NC	-
2	NC	-
14	BK+	ส้ม
13	BK-	เทา
16	LS+	ขาว
15	LS-	เหลือง
12	A+	แดง
11	A-	เขียว
10	B+	ดำ
9	B-	น้ำตาล
8	NC	-
7	VPS	เหลือง
6	VCC	แดง
5	GND	เขียว
4	NC	-
1	Shield,FG	-

โรโบซิลินเดอร์ รุ่น RCP3-SA5R-I-42P-6-600-P1-N-MR-CJO เป็นรุ่นที่มีมอเตอร์อยู่ทางด้านขวาของตัวโรโบซิลินเดอร์ มีแกนสไลด์กว้าง 50 มิลลิเมตร ใช้สัญญาณป้อนกลับแบบเพิ่มค่า ใช้มอเตอร์ชนิด 42P โดยมีระยะของบอลสกรู (Lead) เท่ากับ 6 มิลลิเมตร และสโตรก (Stroke) 600 มิลลิเมตร สามารถใช้ PSEL, PCON-C/CG, PCON-CY, PCON-SE, PCON-PL/PO, RPCON เป็นตัวควบคุมได้ ไม่มีความยาวของสายเคเบิล และเลือกทิศทางให้สายเคเบิลที่ใช้เชื่อมต่อกับตัวควบคุมอยู่ด้านท้ายของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 Device Net Master DRM21 [6]

2.6.2.1 ส่วนประกอบของ DRM21



รูปที่ 2.35 ส่วนประกอบของ DRM21

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการใช้งาน PLC Network,2549)

2.6.2.2 ไฟแสดงผลบนตัว DRM21 (Unit Indicators)

- ไฟแสดงผลสถานะการทำงานของตัวดีไวท์เน็ตและเครือข่าย (MS, NS Indicator)

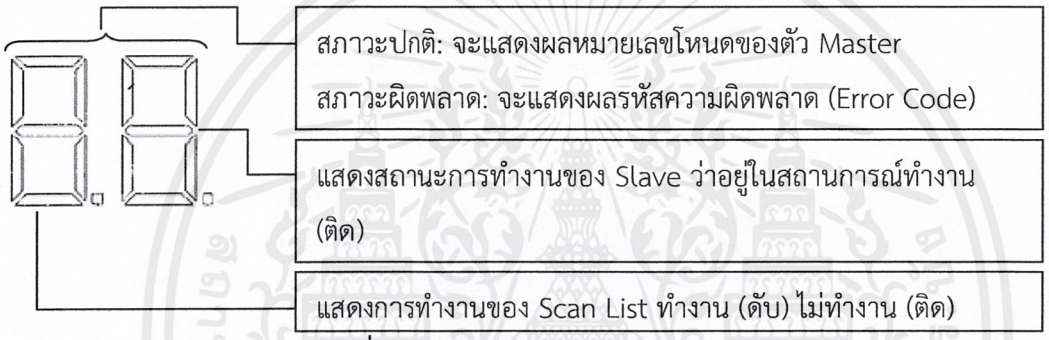
ตารางที่ 2.16 ไฟแสดงผลสถานะการทำงานของ DRM21

ตัวเสดงผล (Indicator)	สี (Color)	สถานะ (Status)	ความหมาย (Meaning)
MS	สีเขียว (Green)	ติด (ON)	จะแสดงสถานะของตัว Device Net เองอยู่ในสถานการณ์ทำงานปกติ
	สีแดง (Red)	ติด (ON)	เกิดข้อผิดพลาดร้ายแรงขึ้นกับตัว (Watchdog timer error, memory error, or system error.) หรือตัว Hardware เกิดการเสียหาย
		กระพริบ (Flashing)	เกิดข้อผิดพลาดขึ้นบนตัว Device Net แต่ไม่ร้ายแรง (Structure error, switch setting error, PLC initialization error, PLC interface error, or routing table error.)
		ดับ(OFF)	ไม่ได้จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับตัว Device Unit หรือตัว Device Unit กำลังเริ่มต้นทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเสดงผล (Indicator)	สี (Color)	สถานะ (Status)	ความหมาย (Meaning)
NS	สีเขียว (Green)	ติด (ON)	สามารถติดต่อสื่อสารเข้ากับเครือข่ายได้ปกติ
		กระพริบ (Flashing)	สามารถติดต่อสื่อสารเข้ากับเครือข่ายได้ปกติ, แต่ไม่ปรากฏการใช้งานของตัว Remote I/ O หรือ Message communications
	สีแดง (Red)	ติด (ON)	เกิดความผิดพลาดร้ายแรงขึ้นกับระบบ (Node address duplicated หรือ Bus Off error)
		กระพริบ (Flashing)	เกิดข้อผิดพลาดขึ้นกับระบบแต่ไม่ร้ายแรง. (Communications error, setup error, or verification error)
		ดับ(OFF)	ตัว Device Net ไม่ได้ทำการเชื่อมโยงเข้ากับเครือข่าย

- ไฟแสดงผล 7 ส่วน (Seven Segments)



รูปที่ 2.36 ไฟแสดงผล 7 ส่วนของ DRM21

(ที่มา: คู่มือการฝึกอบรมการใช้งาน PLC Network,2549)

2.6.2.3 หมายเลขของตัว DRM (Unit Number)

สามารถปรับตั้งได้โดยการหมุนตัว Rotary switches ด้านหน้าของตัว DRM โดยใช้ไขควงขนาดเล็กในการหมุน ซึ่งการตั้งค่าดังกล่าวนี้เป็นการจองพื้นที่หน่วยความจำภายในของตัวซีพียูในตำแหน่ง DM = D30000 + (100*Unit No.) เพื่อใช้ในการเก็บค่าที่กำหนดการทำงานต่างๆของตัว DRM และในตำแหน่ง CIO =1500 + (25 * Unit No.) เพื่อใช้เก็บสถานะการทำงานต่างๆของ DRM รวมถึงสถานะของเครือข่าย ซึ่งสามารถปรับตั้งค่าได้ในช่วง “0 ถึง F” (00 ถึง 15) ซึ่งต้องตั้งไม่ให้ซ้ำกับ I/O ตัวอื่นบนตัว CPU โดยค่าจากโรงงานจะถูกตั้งค่าไว้ที่ “0”

2.6.2.4 หมายเลขโหนด (Node Addresses)

สามารถปรับตั้งได้โดยการหมุนตัว Rotary switches ด้านหน้าของตัว DRM โดยใช้ไขควงขนาดเล็กในการหมุน ซึ่งการตั้งค่าดังกล่าวนี้เป็นการระบุตำแหน่งของ DRM บนเครือข่าย สามารถตั้งค่าได้ในช่วง 01 ถึง 32 ซึ่งต้องตั้งค่าไม่ให้ซ้ำกับโหนดอื่นโดยค่าจากโรงงานจะถูกตั้งค่าไว้ที่ “00”

2.6.2.5 ดิพสวิตช์ (Dip Switch)

DIP SW ขา 1 และ 2 จะเป็นการปรับตั้งอัตราการรับส่งข้อมูล สามารถปรับตั้งได้โดยการโยก สามารถดูได้จากตารางที่ 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.17 การปรับตั้งดิพสวิตช์ขาที่ 1 และ 2

Pin 1	Pin 2	Baud rate
OFF	OFF	125 kbps
ON	OFF	250 kbps
OFF	ON	500 kbps
ON	ON	Not allowed

DIP SW ขา 3 ใช้สำหรับกำหนดการสื่อสารของระบบ หากเกิดความผิดพลาดขึ้นกับเครือข่ายจะให้หยุดการติดต่อสื่อสาร หรือทำการสื่อสารต่อ โดยสามารถกำหนดได้ตามตารางที่ 2.18

DIP SW ขา 4 ใช้สำหรับกำหนดการทำงานของเอาท์พุทหากเกิดความผิดพลาดขึ้นกับเครือข่ายจะให้เอาท์พุทหยุดการทำงานหรือทำงานต่อ โดยสามารถกำหนดได้ตามตารางที่ 2.18

ตารางที่ 2.18 การกำหนดดิพสวิตช์ขาที่ 3 และ 4

Pin	Function	Setting
1		
2		
3	Continue/stop remote I/O communications for communication errors (when used as a master)	OFF: Continue communications ON: Stop communications
4	Hold/clear remote outputs for communications error (when used as a slave)	OFF: Clear remote outputs ON: Hold remote outputs

2.6.3 PCON-CB [8]

2.6.3.1 โหมดการทำงานและฟังก์ชั่น

ตัวควบคุม PCON-CB มีโหมดการทำงานที่รองรับการเชื่อมต่อแบบดีไวท์เน็ตด้วยกันทั้งหมด 5 โหมดให้เลือกใช้ได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.19

ตารางที่ 2.19 โหมดการทำงานของ PCON-CB

Key function	Remote I/O mode	Position/simple direct mode	Half direct mode	Full direct mode	Remote I/O mode 2
Number of occupied bytes	1CH	4CH	8CH	16CH	6CH
Operation by position data specification	×	✓	✓	✓	×
Direct speed/acceleration specification	×	×	✓	✓	×
Push-motion operation	✓	✓	✓	✓	✓
Current position read	×	✓	✓	✓	✓
Current speed read	×	×	✓	✓	×
Operation by position number specification	✓	✓	×	×	✓
Completed position number read	✓	✓	×	×	✓
Maximum position table size	512	768	Not used	Not used	512

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถตั้งค่าเลือกโหมดการทำงานได้ในพารามิเตอร์หมายเลข 84 ดังแสดงในตารางที่ 2.20

ตารางที่ 2.20 การตั้งค่าเลือกโหมดการทำงานของ PCON-CB

Set value	Operation mode	Number of occupied stations
0 (Factory setting)	Remote I/O mode	1CH
1	Position/simple direct mode	4CH
2	Half direct mode	8CH
3	Full direct mode	16CH
4	Remote I/O mode 2	6CH

2.6.3.2 การทำงานในโหมดตำแหน่ง

ตัวควบคุมนี้สามารถเปลี่ยนโหมดการทำงานได้ระหว่างโหมดตำแหน่งและโหมดควบคุมด้วยพัลส์เทรน (Pulse train control Mode) ด้วยพารามิเตอร์ในโหมดตำแหน่ง จะมีรูปแบบการใช้งาน 6 ชนิด สามารถเลือกได้โดยใช้พารามิเตอร์หมายเลขที่ 25 (0-5)

ตารางที่ 2.21 รูปแบบการใช้งานของพารามิเตอร์หมายเลข 25

รูปแบบ (พารามิเตอร์หมายเลข 25)	0	1	2	3	4	5	6,7
Mode	Positioning mode	Teaching Mode	256-point Mode	512-point Mode	Solenoid valve mode 1	Solenoid valve mode 2	Pulse train control mode
Number of positioning points	64	64	256	512	7	3	
Operation with the Position No. Input	✓	✓	✓	✓	×	×	
Position No. direct command operation	×	×	×	×	✓	✓	
Positioning	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Velocity change during the movement	✓	✓	✓	✓	×	×	
Pressing (tension)	✓	✓	✓	✓	✓	×	
Pitch Feeding (relative moving feed)	✓	✓	✓	✓	✓	×	ตามหัวข้อ Pulse train control mode
Home return signal input	✓	✓	✓	✓	✓	×	
Pause	✓	✓	✓	✓	✓	◇	
Jog moving signal	×	✓	×	×	×	×	
Teaching signal input (Current Position Writing)	×	✓	×	×	×	×	
Brake release signal input	✓	×	✓	✓	✓	✓	
Moving signal Output	✓	✓	×	×	×	×	
Zone signal output	✓	×	×	×	✓	✓	
Position zone signal output	✓	✓	✓	×	✓	✓	

2.6.3.3 การตั้งค่าในตารางตำแหน่ง

No.	Position [mm]	Velocity [mm/s]	Acceleration [G]	Deceleration [G]	Pressing [%]	Threshold [%]	Positioning width [mm]	Zone+ [mm]	Zone- [mm]	Acceleration/ Deceleration mode	Incremental	Transported load	Stop mode	Vibration suppress No.	Comment
0	0.00	100.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0	0	0	0	0	
1	100.00	100.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0	0	0	0	0	
2	150.00	200.00	0.30	0.30	50.00	0.00	30.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	
3	200.00	400.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0	0	0	0	1	
4	200.00	200.00	0.30	0.30	0.00	0.00	0.10	250.00	230.00	0	0	0	0	2	
5	500.00	50.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0	0	0	0	0	
6															

รูปที่ 2.37 ตัวอย่างตารางตำแหน่งของ PCON

(ที่มา: คู่มือการใช้งาน DeviceNet ACON PCON DCON SCON,2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) Position No.: หมายเลขตำแหน่ง

2.) Position (mm): ระยะทางจากตำแหน่ง Home

3.) Velocity (mm/s): ความเร็วในการเคลื่อนที่ ห้ามเกินความเร็วสูงสุดของเครื่อง

4.) Acceleration (G): ความเร่งเริ่มต้นการเคลื่อนที่ (1 G = 9800 mm/s^2)

5.) Deceleration (G): ความหน่วงในการหยุด (1 G = 9800 mm/s^2)

6.) Pressing (%): แรงกด (ความเร็วในการกดสามารถตั้งค่าในพารามิเตอร์หมายเลข 34) ถ้าความเร็วในการเคลื่อนที่น้อยกว่าความเร็วในการกด จะใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ในการกด

7.) Threshold (%): แรงกดสูงสุด ถ้าแรงกดมากกว่าค่าที่ตั้งค่าไว้ จะส่งสัญญาณเอาท์พุตออกมา

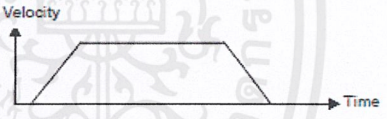
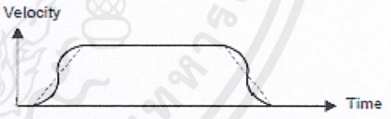
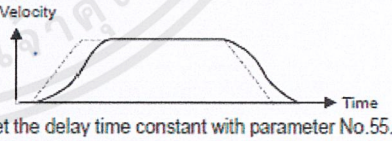
8.) Positioning width: ค่าความกว้างของตำแหน่ง (mm.)

9.) Zone+: ตั้งค่าขอบเขตในด้านบวกของสัญญาณตำแหน่ง

10.)Zone-: ตั้งค่าขอบเขตในด้านลบของสัญญาณตำแหน่ง

11.)Acceleration/Deceleration mode: การเลือกรูปแบบของความเร่ง

ตารางที่ 2.22 รูปแบบการตั้งค่าความเร่ง

ค่าที่ใช้ตั้งค่า	รูปแบบ	การทำงาน
0	Trapezoid	
1	S-motion	 Set the S-motion rate with parameter No.56.
2	First-Order Lag Filter	 Set the delay time constant with parameter No.55.

12.)Incremental: ตั้งค่า 1 เป็นการเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบกับตำแหน่งก่อนหน้า
ตั้งค่า 0 เป็นการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนั้นๆ โดยใช้ตำแหน่ง Home เป็นจุดอ้างอิง

13.)Transported load: บันทึกค่าโหลด เพื่อให้โปรแกรมใช้ฟังก์ชั่นการคำนวณความเร็วและความเร่งที่เหมาะสม

14.)Stop mode: โหมดประหยัดพลังงาน

15.)Vibration suppress No. (ไม่ต้องตั้งค่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.4 ความหมายของบิตต่างๆ ใน PCON-CB

1.) Emergency stop status (EMGS)

1.1) ในสถานะปกติต้อง ON ตลอดเวลา

1.2) กลับมาในสถานะปกติอีกครั้ง เมื่อสัญญาณ EMGS เป็น 24 โวลต์

2.) Alarm (ALM)

สัญญาณนี้จะ ON เมื่อตัวควบคุมเจอความผิดพลาดต่างๆ

3.) Reset (RES)

3.1) เมื่อ ON สัญญาณหลังจากแก้ไขปัญหาที่ทำให้เกิดการอลาม (alarm) ได้ก็จะเป็นการรีเซ็ตอลาม

3.2) เมื่อ ON สัญญาณขณะที่หยุดการเคลื่อนที่ของโรโบซิลินเดอร์ จะทำให้ตัวโรโบซิลินเดอร์เคลื่อนที่ต่อได้

4.) Servo on command (SON), Ready (SV)

สัญญาณ SON มาจากพีแอลซี เป็นคำสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์ทำงาน เมื่อเซอร์โวมอเตอร์พร้อมที่จะทำงานจะส่งสัญญาณ SV กลับไปหาพีแอลซี

5.) Home Return (HOME), Home Return Complete (HEND)

เมื่อ ON สัญญาณโฮม (HOME) โรโบซิลินเดอร์จะวิ่งไปหาที่ตำแหน่งโฮมที่ตั้งค่าไว้และเมื่อถึงตำแหน่งโฮม จะส่งสัญญาณ HEND ตลอดเวลาจนกว่าจะปิดเครื่อง หรือส่งสัญญาณโฮมกลับมาอีกครั้ง

6.) Positioning start (CSTR)

เป็นคำสั่งให้โรโบทำงานหลังจากส่งสัญญาณตำแหน่งเป้าหมายแล้วถ้ายังไม่มีคำสั่งโฮมหลังจากเปิดเครื่อง (สัญญาณ HEND=OFF) ตัวโรโบซิลินเดอร์จะวิ่งไปที่ตำแหน่งโฮมอัตโนมัติแล้วจึงวิ่งไปยังตำแหน่งเป้าหมาย โดยสัญญาณ CSTR จะ off หลังจากสัญญาณ PEND=OFF

7.) Position complete signal (PEND)

เป็นสัญญาณที่ระบุว่าเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งเป้าหมายแล้ว โดยจะส่งสัญญาณ ON มายังพีแอลซี และถ้าเคลื่อนที่สัญญาณนี้ก็จะ OFF

8.) Moving signal (MOVE)

เป็นสัญญาณที่บอกว่าโรโบซิลินเดอร์กำลังเคลื่อนที่

9.) Zone 1(ZONE1), Zone 2(ZONE2)

สัญญาณจะ ON เมื่อตำแหน่งปัจจุบันของโรโบซิลินเดอร์อยู่ในบริเวณที่กำหนดไว้

โดย Zone 1 ตั้งค่าขอบด้านบวกที่พารามิเตอร์หมายเลข 1

ตั้งค่าขอบด้านลบที่พารามิเตอร์หมายเลข 2

Zone 2 ตั้งค่าขอบด้านบวกที่พารามิเตอร์หมายเลข 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่าขอบด้านลบที่พารามิเตอร์หมายเลข 24

10.) Operation mode (RMOD), Operation mode status (RMOS)

เป็นสัญญาณเลือกโหมดการทำงานและแสดงโหมดการทำงาน ในการเลือกโหมดในการทำงานจะเลือกได้จากสวิตช์หน้าตัวควบคุมและสัญญาณ RMOD เป็นดังตารางที่ 2.21 โดยสัญญาณ RMDS จะเป็นตัวบอกสถานะ จะ ON เมื่อไม่ได้อยู่ในโหมดอัตโนมัติ

ตารางที่ 2.23 ตารางเลือกโหมดการทำงานของ PCON-CB

	Switch = AUTO	Switch = MANU
RMOD = off	AUTO mode	MANUAL mode
RMOD = on	MANUAL mode	MANUAL mode

2.6.3.5 การเชื่อมต่อกับพีแอลซี

ตารางที่ 2.24 ตารางอินพุตและเอาท์พุตของการเชื่อมต่อ PCON กับ PLC

		Setting of Parameter No. 25					
		Positioning mode (standard)		Teaching mode (teaching type)		256-point mode (256-point type)	
		0		1		2	
Category	Port No	Symbol	Signal name	Symbol	Signal name	Symbol	Signal name
PLC output → ACON, PCON, DCON input	0	PC1	Command position number	PC1	Command position number	PC1	Command position number
	1	PC2		PC2		PC2	
	2	PC4		PC4		PC4	
	3	PC8		PC8		PC8	
	4	PC16		PC16		PC16	
	5	PC32		PC32		PC32	
	6	-	Not available.	MODE	Teaching mode command (operation mode)	PC64	
	7	-		JISL	Jog/inch switching	PC128	
	8	-		JOG+	+Jog	-	Not available.
	9	BKRL	Forced brake release	JOG-	-Jog	BKRL	Forced brake release
	10	RMOD	Operation mode	RMOD	Operation mode	RMOD	Operation mode
	11	HOME	Home return	HOME	Home return	HOME	Home return
	12	*STP	Pause	*STP	Pause	*STP	Pause
	13	CSTR	Positioning start	CSTR/ PWRT	Positioning start/position-data read command	CSTR	Positioning start
	14	RES	Reset	RES	Reset	RES	Reset
	15	SON	Servo ON command	SON	Servo ON command	SON	Servo ON command

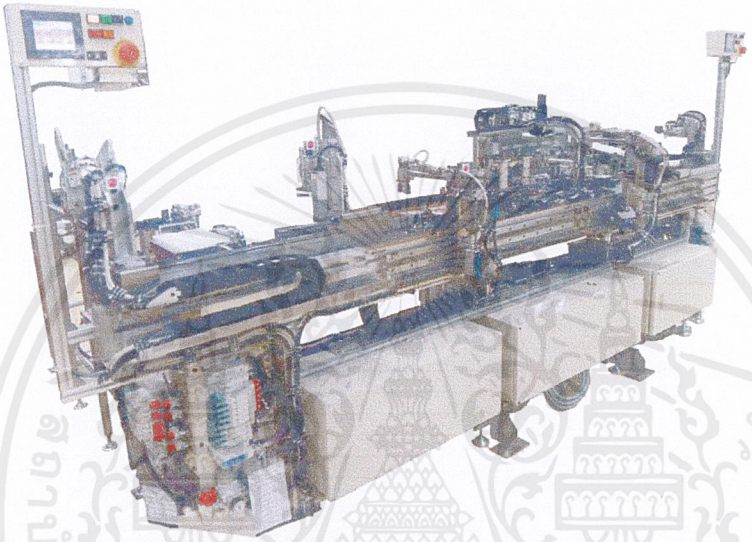
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		Setting of Parameter No. 25					
		Positioning mode (standard)		Teaching mode (teaching type)		256-point mode (256-point type)	
		0		1		2	
Category	Port No	Symbol	Signal name	Symbol	Signal name	Symbol	Signal name
ACON, PCON, DCON Output → PLC input	0	PC1	Completed position number	PC1	Completed position number	PC1	Completed position number
	1	PC2		PC2		PC2	
	2	PC4		PC4		PC4	
	3	PC8		PC8		PC8	
	4	PC16		PC16		PC16	
	5	PC32		PC32		PC32	
	6	MOVE	Moving signal	MOVE	Moving signal	PC64	
	7	ZONE1	Zone 1	MODES	Teaching mode signal	PC128	
	8	PZONE/ZONE2	Position zone/ Zone 2	PZONE/ZONE2	Position zone/ Zone 2	PZONE/ZONE2	Position zone/ Zone 2
	9	RMDS	Operation mode status	RMDS	Operation mode status	RMDS	Operation mode status
	10	HEND	Home return complete	HEND	Home return complete	HEND	Home return complete
	11	PEND	Position complete signal	PEND/ WEND	Position complete signal/position-data read complete	PEND	Position complete signal
	12	SV	Ready	SV	Ready	SV	Ready
	13	*EMGS	Emergency stop	*EMGS	Emergency stop	*EMGS	Emergency stop
	14	*ALM	Alarm	*ALM	Alarm	*ALM	Alarm
	15	LOAD/ TRQS/ *ALML	Load output judgment/ torque level/ Light error status	*ALML	Light error status	LOAD/ TRQS/ *ALML	Load output judgment/ torque level/ Light error status

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

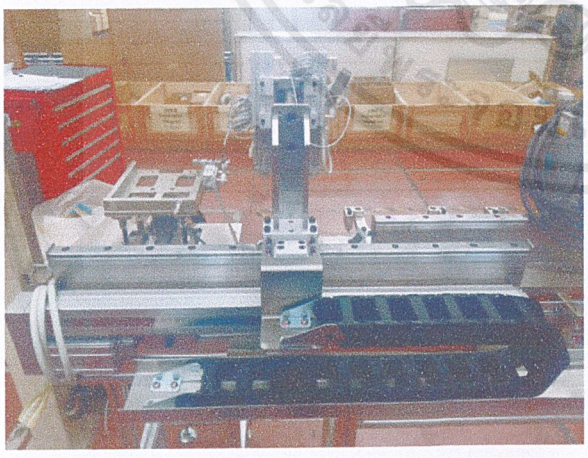
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ระบบป้อนงานอัตโนมัติชุดนี้ ใช้ PLC เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดย PLC ต้องทำหน้าที่ควบคุมและสั่งงานอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย เนื่องจากชุดป้อนงานอัตโนมัติเป็นเครื่องจักรที่ค่อนข้างมีขนาดใหญ่ เราจึงเลือกการเชื่อมต่อแบบ Device Net เพื่อช่วยลดจำนวนสายไฟลง ทำให้ลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินสายได้ และมีความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลต่างๆ มากขึ้นอีกด้วย

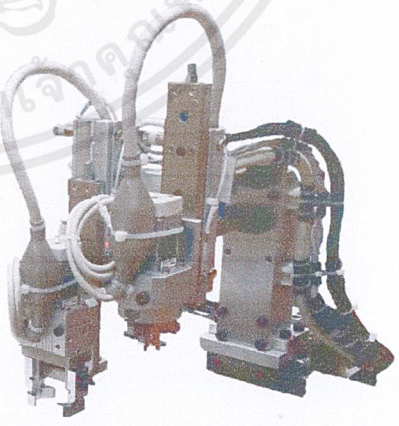


รูปที่ 3.1 ชุดป้อนงานอัตโนมัติทั้ง 14 Unit

โดยชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit3 ที่เราสร้างขึ้นนั้น เป็นส่วนหนึ่งของชุดป้อนงานอัตโนมัติทั้ง 14 Unit ใน Line การผลิต Starter PA70 Plunger



(ก) ด้านหลังชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit3



(ข) ชุดกริปเปอร์ของชุดป้อนงานอัตโนมัติ unit3

รูปที่ 3.2 ชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 อุปกรณ์ของชุดป้อนงานอัตโนมัติใน Unit 3

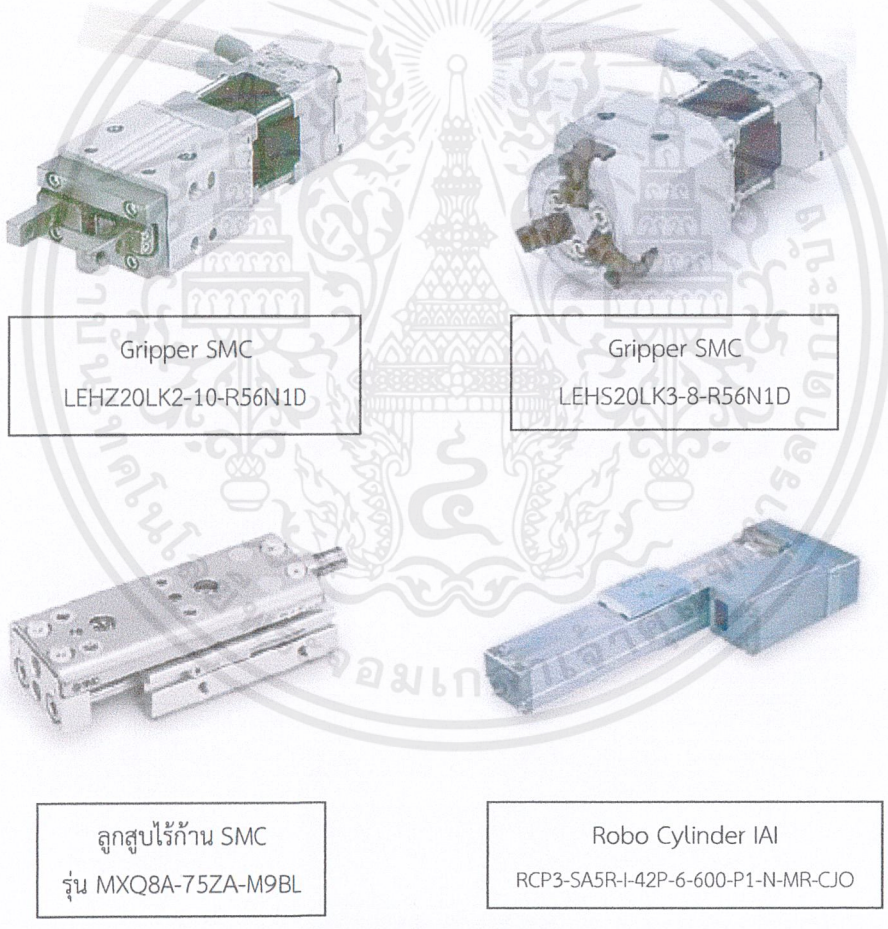
ใน Unit นี้ จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ทางด้านนิวแมติก และไฟฟ้าด้วยกันหลายชนิด คือ

3.1.1 กริปเปอร์ ของ SMC รุ่น LEHZ20LK2-10-R56N1D Input 24 VDC ทำหน้าที่หยิบชิ้นงานลักษณะทรงกลม (Plunger) ออกจากพาเลตส่งงาน

3.1.2 กริปเปอร์ ของ SMC รุ่น LEHS20LK3-8-R56N1D Input 24 VDC ทำหน้าที่หยิบชิ้นงานลักษณะแหลม (Shaft) จากเครื่องจัดเรียงชิ้นงาน

3.1.3 ลูกสูบไร้ก้านรุ่น MXQ8A-75ZA-M9BL ของ SMC ทำหน้าที่เลื่อนกริปเปอร์ขึ้นลง เพื่อให้กริปเปอร์หยิบชิ้นงานได้ โดยมี Auto Switch เป็นตัวบอกขอบเขตของการเลื่อนตำแหน่ง

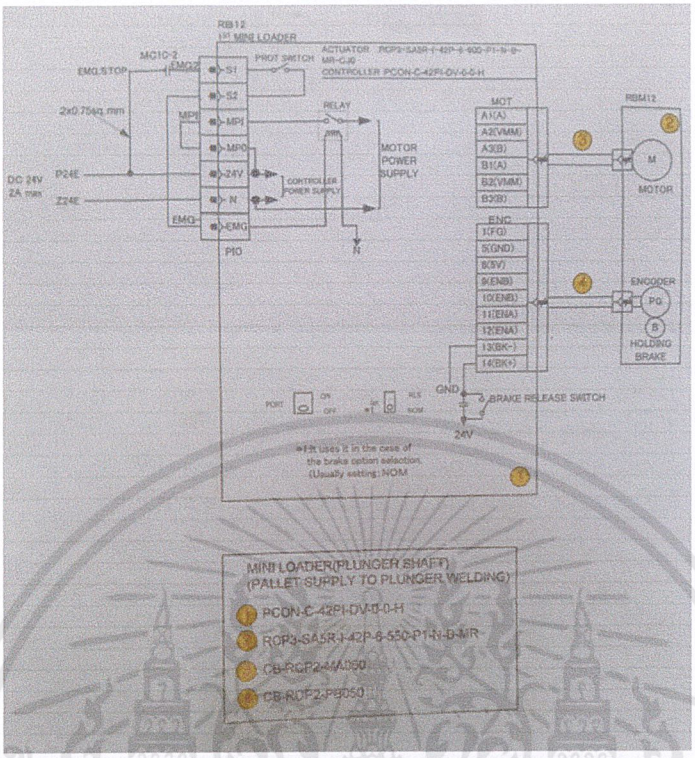
3.1.4 โรโบซิลินเดอร์ ของ IAI รุ่น RCP3-SA5R-I-42P-6-600-P1-N-MR-CJO Input 24 VDC ทำหน้าที่เป็นตัวเลื่อนตำแหน่งในแนวราบ (แกนX)



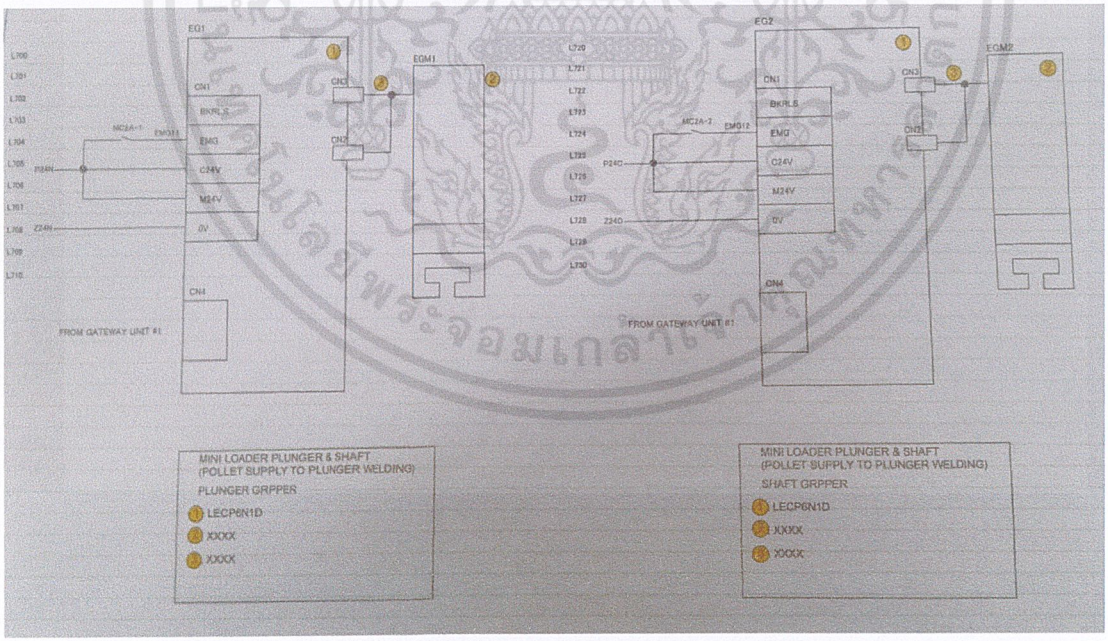
รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ของชุดป้อนงานอัตโนมัติใน Unit 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบวงจรไฟฟ้าและการ Wiring

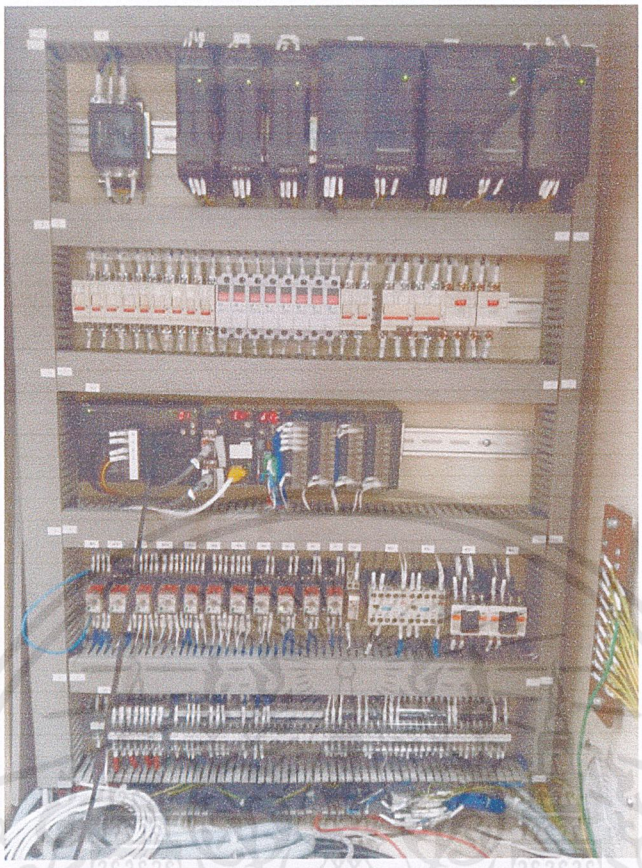


รูปที่ 3.4 วงจรการเดินสายติดตั้งโรโบซิลินเดอร์

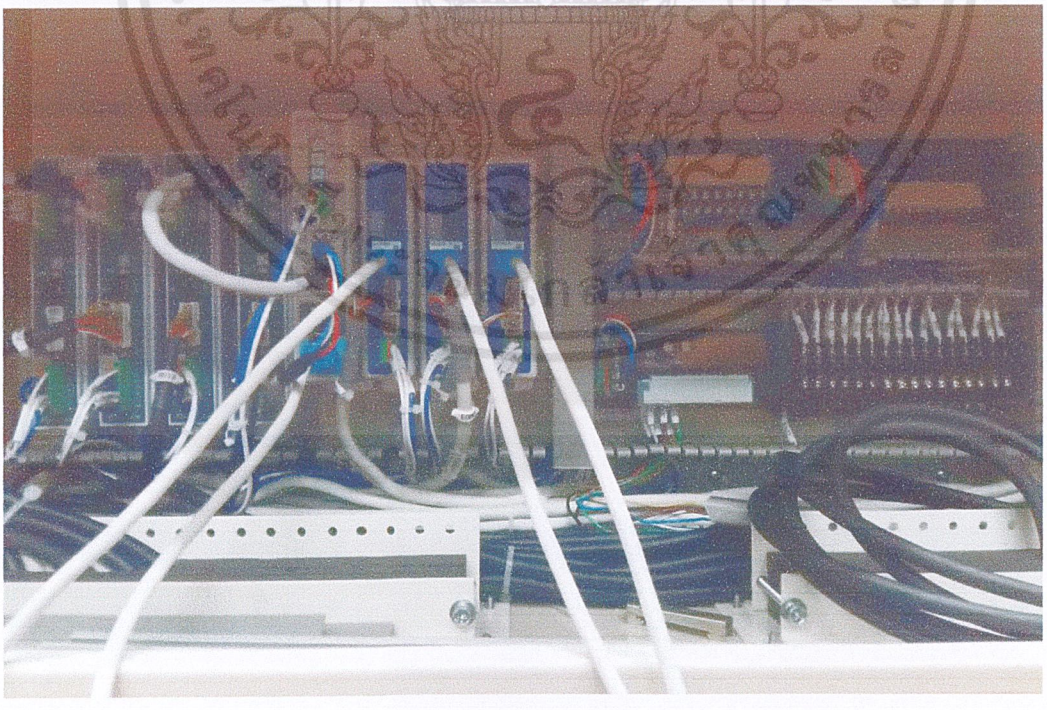


รูปที่ 3.5 วงจรการเดินสายติดตั้งกริปเปอร์ทั้ง 2 ตัวของ SMC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ตู้ควบคุมหลักของชุดป้อนงานอัตโนมัติ



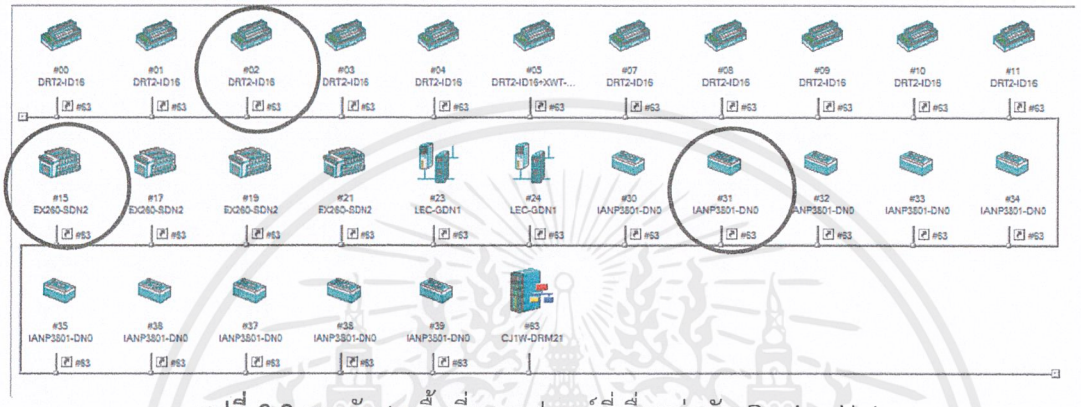
รูปที่ 3.7 ตู้ควบคุมย่อยชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit 1-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่ Device Net

การติดต่อสื่อสารกันระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น นิวแมติก เซนเซอร์ และโรโบซิลินเดอร์ เราเลือกใช้การติดต่อสื่อสารแบบเครือข่าย Device Net แทนการ wiring สายเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แบบเดิม เพื่อช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายของการเดินสาย การตั้งค่าพารามิเตอร์และการเข้าถึงข้อมูลในตัวอุปกรณ์ก็สามารถทำได้ง่ายและสะดวกขึ้นมากอีกด้วย

ขั้นตอนการตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัวโดยใช้โปรแกรม CX-Programmer เป็นตัวตั้งค่าจะมีการกำหนดรูปแบบดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การจัดสรรพื้นที่ของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ Device Net

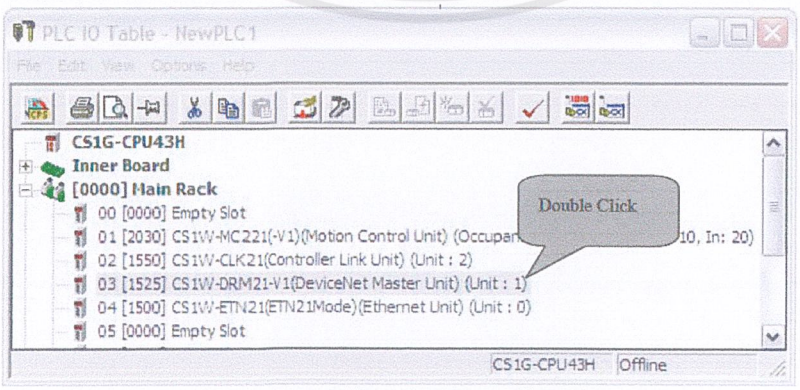
ตารางที่ 3.1 แสดงพื้นที่ของอุปกรณ์ใน Unit3

Node	Name	Allocation area
#02	DRT2-ID16	CIO 3302
#15	EX260-SDN2	CIO 3215
#31	IANP3801-DN0	CIO 3231, CIO3331

1. ให้กำหนด Node No. ตามรูปจากนั้นทำการเปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้าของระบบ

2. ให้เปลี่ยนโหมดการทำงานของตัวซีพียูไปเป็น Program Mode จากนั้นเข้าไปที่ I/O Table แล้วทำการสร้าง I/O Table

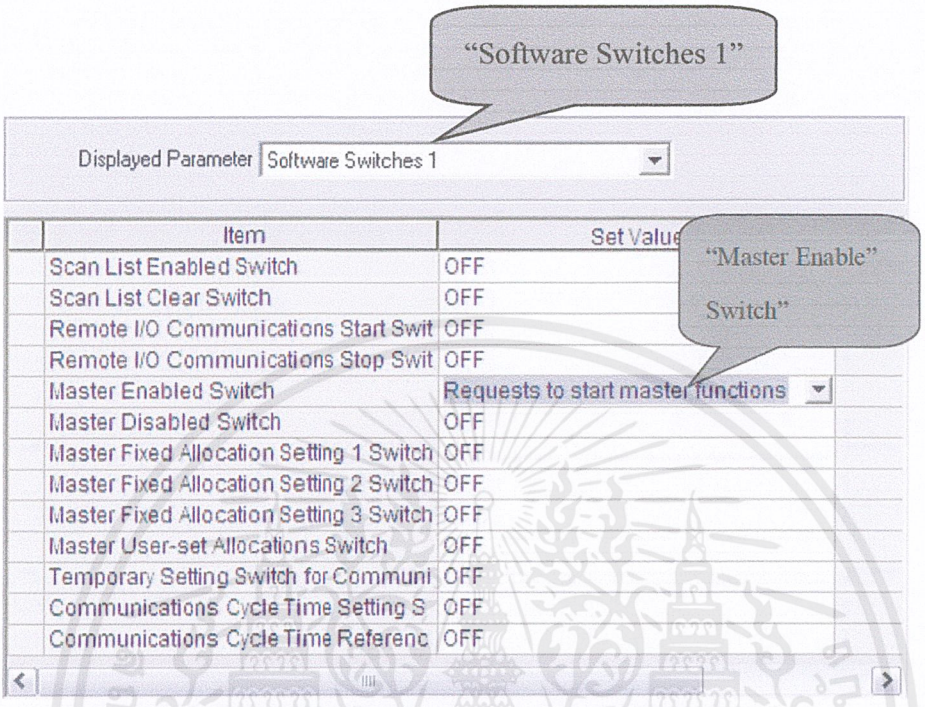
3. เมื่อทำการสร้าง I/O Table แล้วจะปรากฏหน้าต่างดังรูป 3.9 จากนั้นให้ทำการดับเบิ้ลคลิกที่ตัวDRM21



รูปที่ 3.9 หน้าต่างการตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว

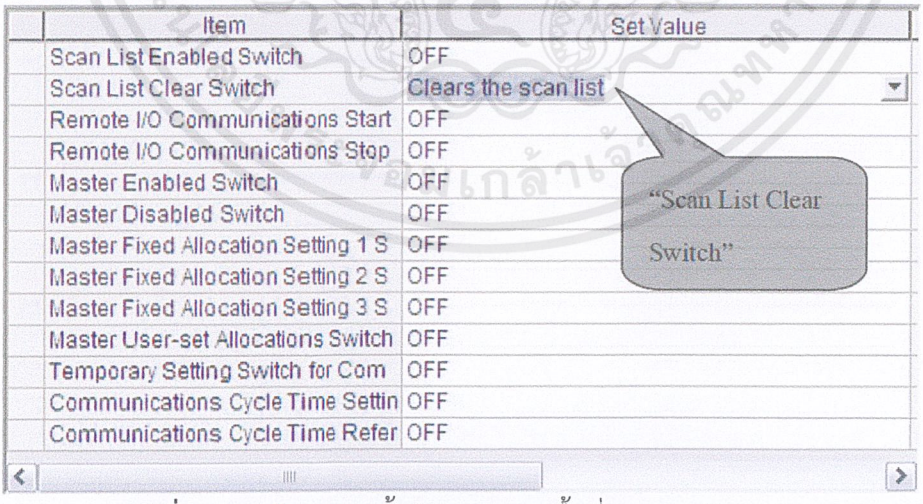
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างของ “DRM21 Edit Parameter” ขึ้นมาในส่วนของ “Displayed Parameter” ให้เลือกเป็น “Software Switches 1” และเปลี่ยน “Master Enable Switch” (Word n บิต 6) จาก OFF เป็น “Requests to start master functions” จากนั้นเลือก Transfer [PC to Unit]



รูปที่ 3.10 หน้าต่างการตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว (ต่อ)

5. จากนั้นให้ทำการเปลี่ยน “Master Enable Switch” จาก “Requests to start master functions” เป็น OFF แล้วทำการเปลี่ยนค่า “Scan List Clear Switch” (Word n บิต 1) จาก OFF เป็น “Clear the scan list” จากนั้นเลือก Transfer [PC to Unit]

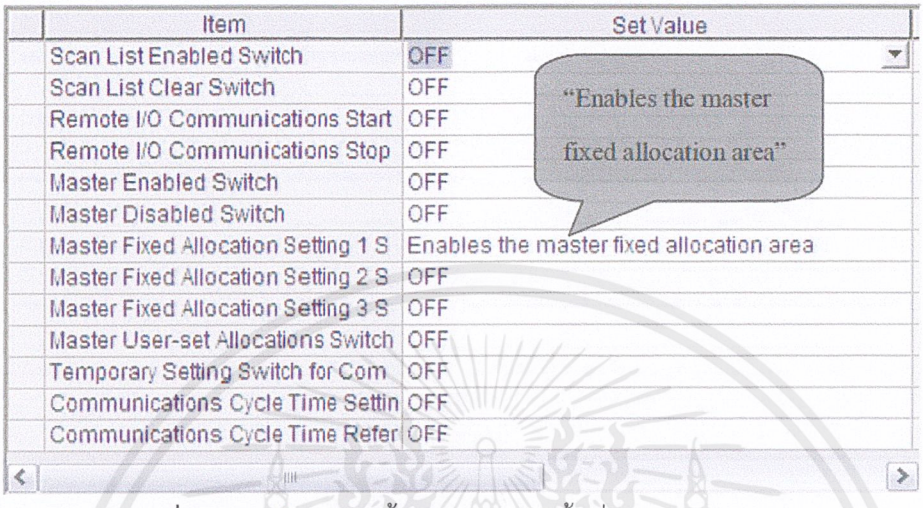


รูปที่ 3.11 หน้าต่างการตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว (ต่อ)

<u>หมายเหตุ</u> หากทำการตั้งค่า“Software Switches 1”พร้อมกันมากกว่าหนึ่งตัวจะปรากฏ Error Code “C6” ที่ตัว DRM21

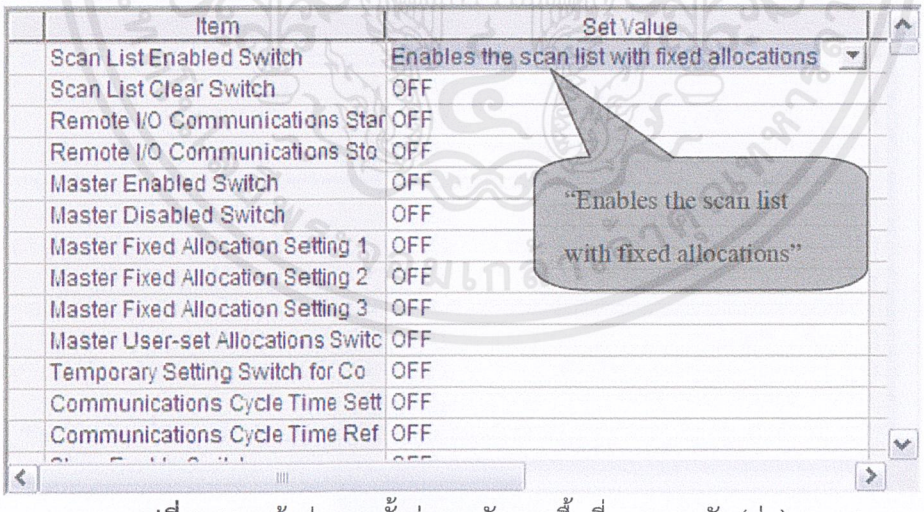
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จากนั้นให้เปลี่ยน “Scan List Clear Switch” จาก “Clear the scan list” เป็น OFF และเปลี่ยน Master Fixed Allocation setting switches 1-3 (Word n บิต 8 ถึง 10) ตัวใดตัวหนึ่ง (แล้วแต่พื้นที่ที่ต้องการใช้งาน) จาก OFF เป็น “Enables the master fixed allocation area” จากนั้นเลือก Transfer [PC to Unit]



รูปที่ 3.12 หน้าต่างการตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว (ต่อ)

7. จากนั้นให้ทำการเปลี่ยน Master Fixed Allocation setting switches จาก “Enables the master fixed allocation area” เป็น “OFF” และเปิดการใช้งานตัว Scan List (Word n Bit 0) โดยให้ทำการเปลี่ยน “Scan List Enable Switch” จาก “OFF” เป็น “Enables the scan list with fixed allocations” จากนั้นเลือก Transfer [PC to Unit]



รูปที่ 3.13 หน้าต่างการตั้งค่าการจัดสรรพื้นที่แบบตายตัว (ต่อ)

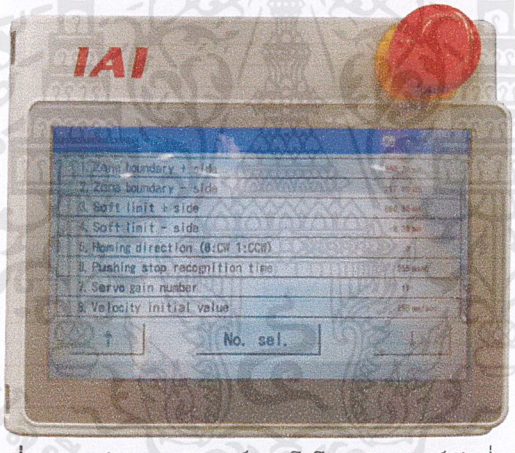
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การตั้งค่าพารามิเตอร์ใน PCON-CB

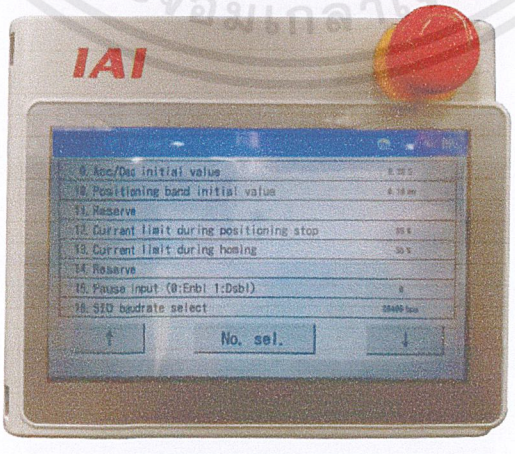
การตั้งค่าพารามิเตอร์ใน PCON-CB จะใช้ Touch Panel Teaching Pendant ของ IAI รุ่น TB-02 โดยสามารถเข้าไปตั้งค่าได้ที่โปรแกรม Parameter Edit

รูปที่ 3.14 หน้าหลักของ Touch Panel Teaching Pendant ของ IAI รุ่น TB-02

3.4.1 ค่าพารามิเตอร์ของโรโบซิลินเดอร์



รูปที่ 3.15 ค่าพารามิเตอร์ของโรโบซิลินเดอร์ตัวที่ 1-8

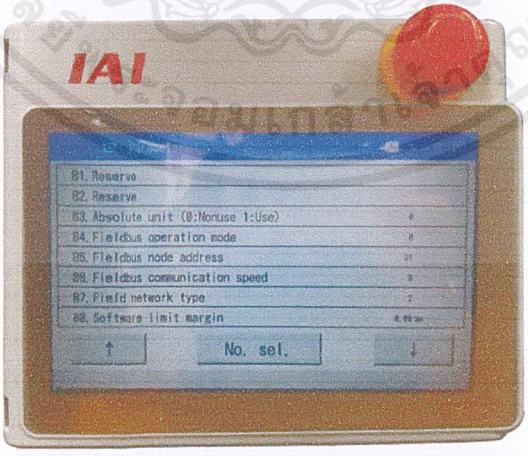


รูปที่ 3.16 ค่าพารามิเตอร์ของโรโบซิลินเดอร์ตัวที่ 9-16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.17 ค่าพารามิเตอร์ของโรโบซิลินเดอร์ตัวที่ 17-24

รูปที่ 3.18 ค่าพารามิเตอร์ของโรโบซิลินเดอร์ตัวที่ 25-32

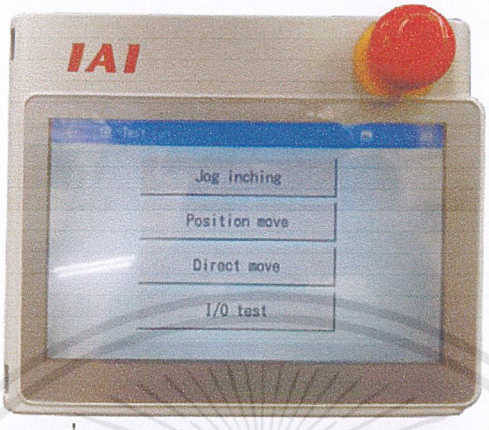


รูปที่ 3.19 ค่าพารามิเตอร์ของโรโบซิลินเดอร์ตัวที่ 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การตั้งค่าระยะการเคลื่อนที่และความเร็วของโรโบซิลินเดอร์

ในการตั้งค่าระยะการเคลื่อนที่นั้น ต้องทำการ Jog เพื่อหาระยะการเคลื่อนที่เหมาะสมของแต่ละตำแหน่ง โดยเข้าไปทำการ Jog ที่โปรแกรม Test run จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.20 และเลือก Jog Inching



รูปที่ 3.20 หน้าต่างโปรแกรม Test run

รูปที่ 3.21 หน้าต่างโปรแกรม Jog Inching

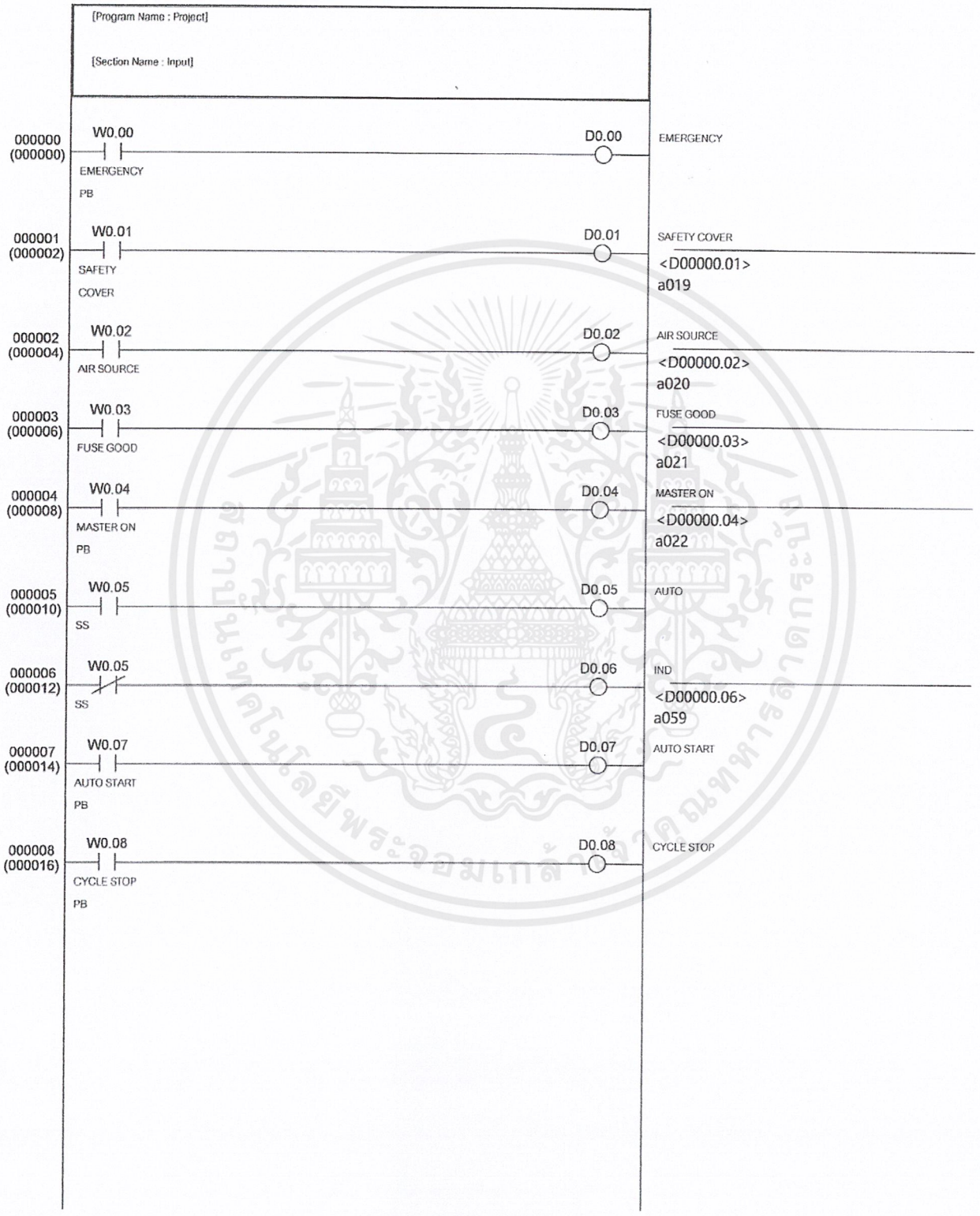
หลังจากที่ทำการ Jog และจดค่าระยะการเลื่อนที่แต่ละตำแหน่งมาแล้ว จึงทำการตั้งค่าระยะการเคลื่อนที่ของโรโบซิลินเดอร์ในโปรแกรม Position Edit ซึ่งโปรแกรมนี้ จะสามารถตั้งค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของโรโบซิลินเดอร์ได้ด้วย

ตารางที่ 3.2 ตารางตำแหน่งแสดงค่าระยะการเคลื่อนที่และความเร็วของโรโบซิลินเดอร์

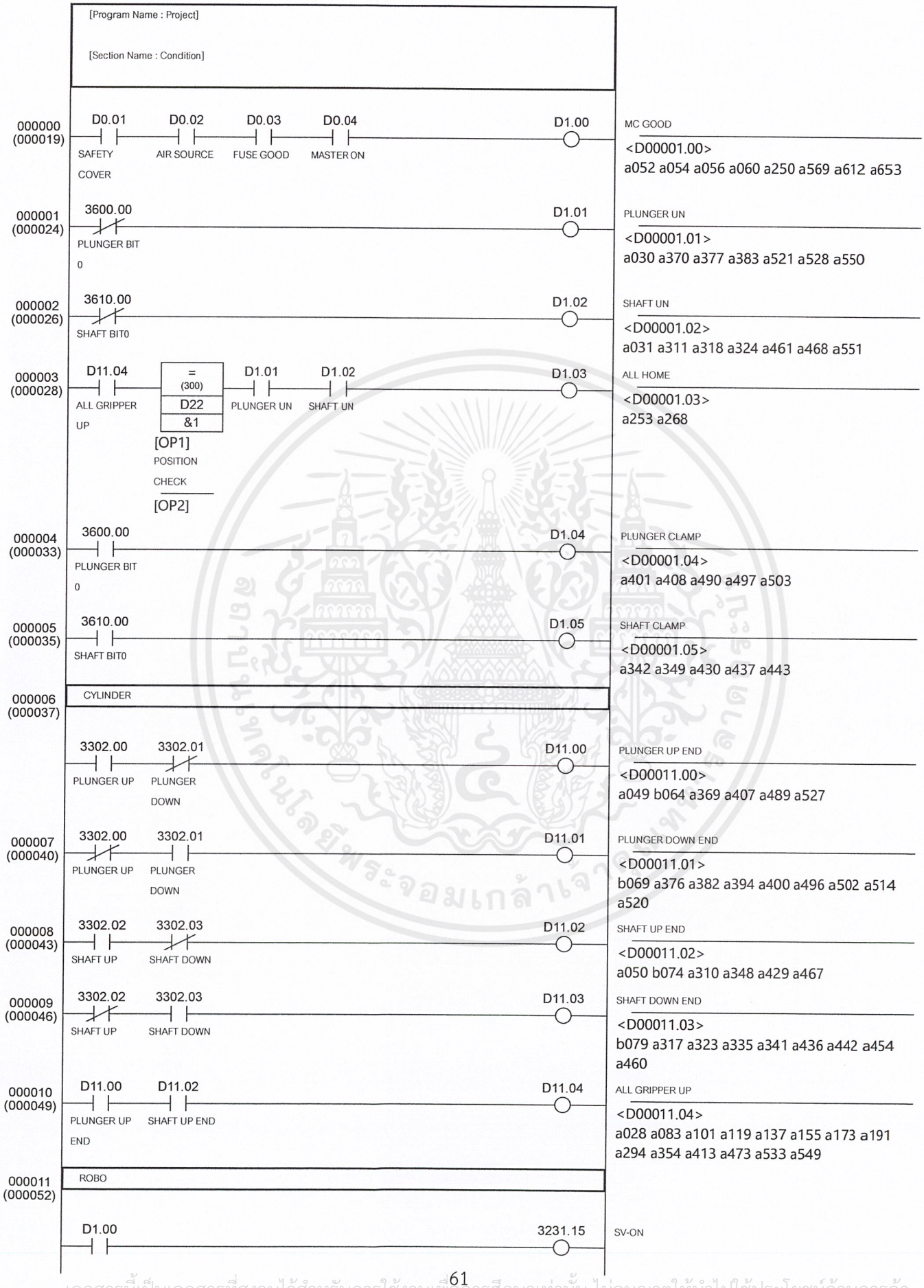
No.	Position(mm)	Vel(mm/s)	Acc(G)	Dec(G)
000	0.00	285.00	0.30	0.30
001	20.00	285.00	0.30	0.30
002	147.00	285.00	0.30	0.30
003	182.00	285.00	0.30	0.30
004	217.00	285.00	0.30	0.30
005	252.00	285.00	0.30	0.30
006	580.00	285.00	0.30	0.30
007	495.00	285.00	0.30	0.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 โปรแกรมควบคุมชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit3

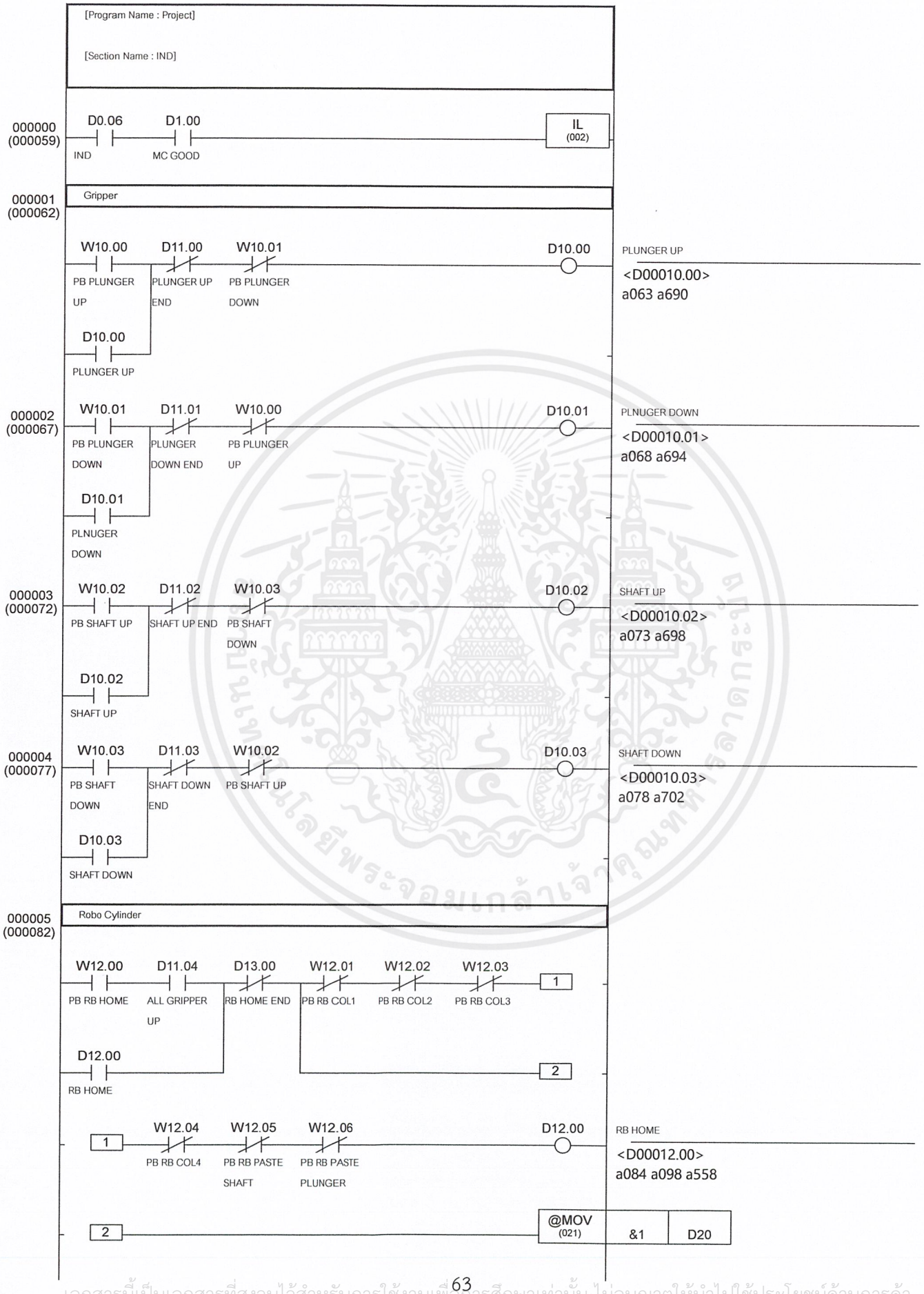


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

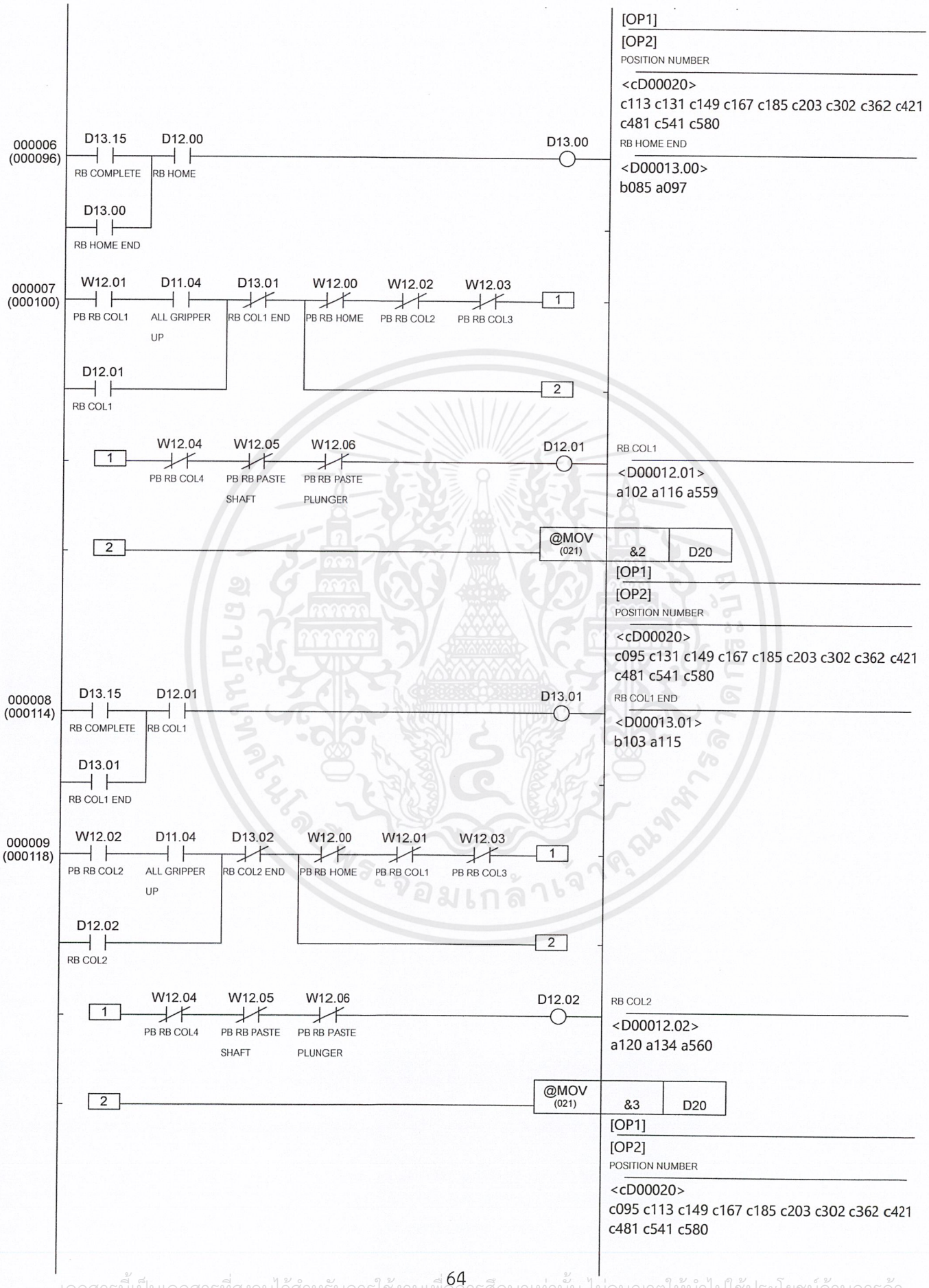


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

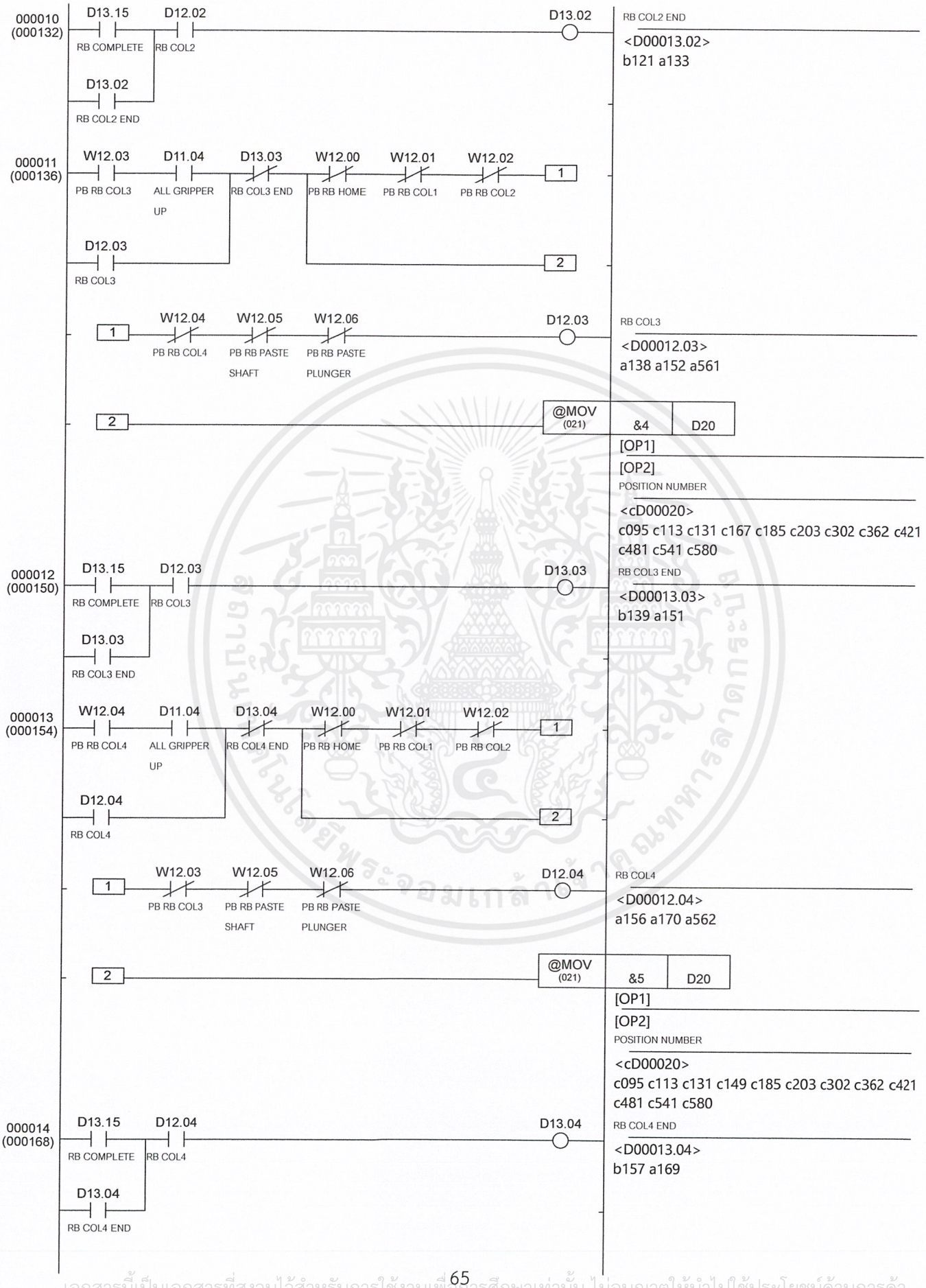
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



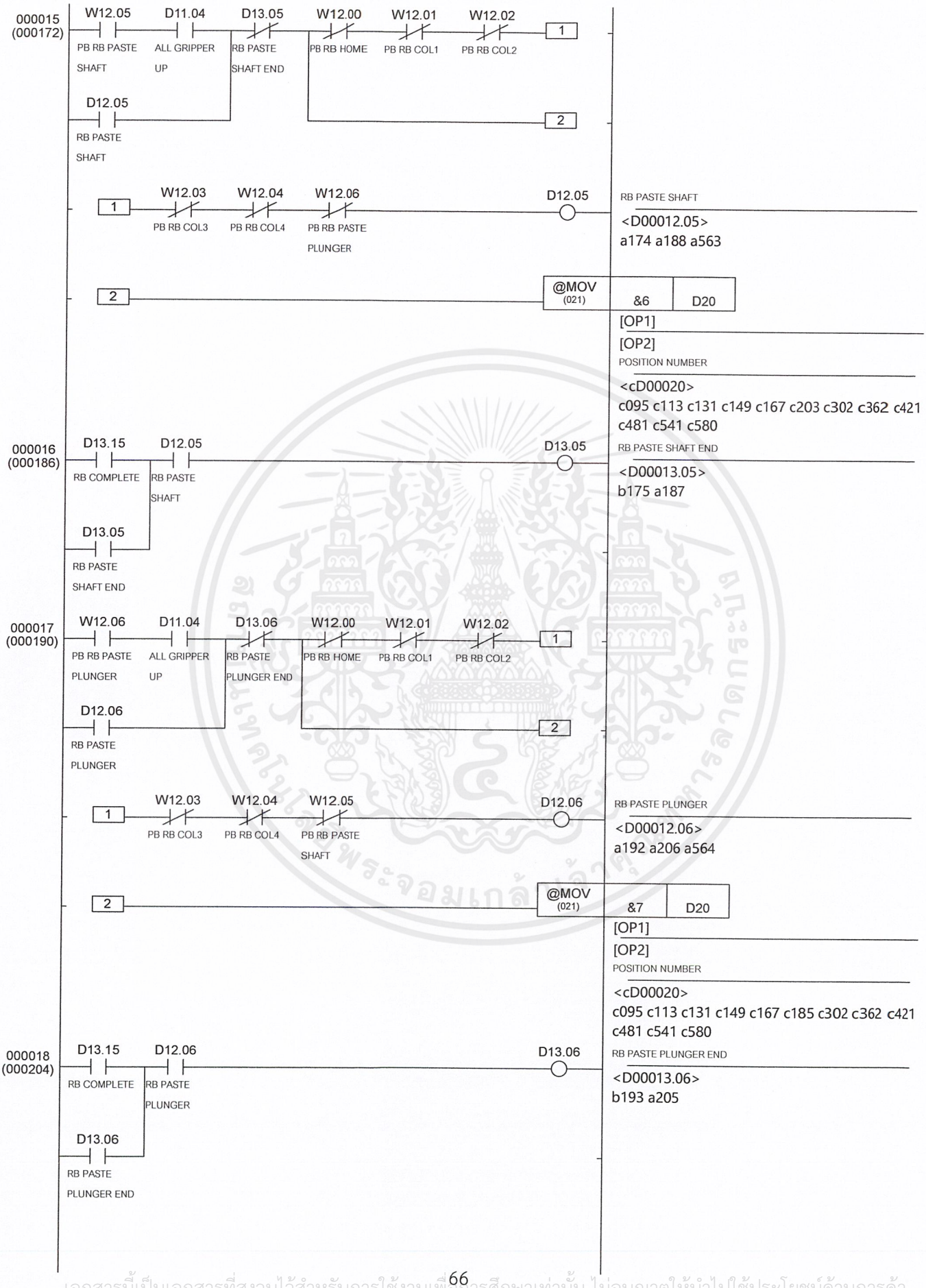
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



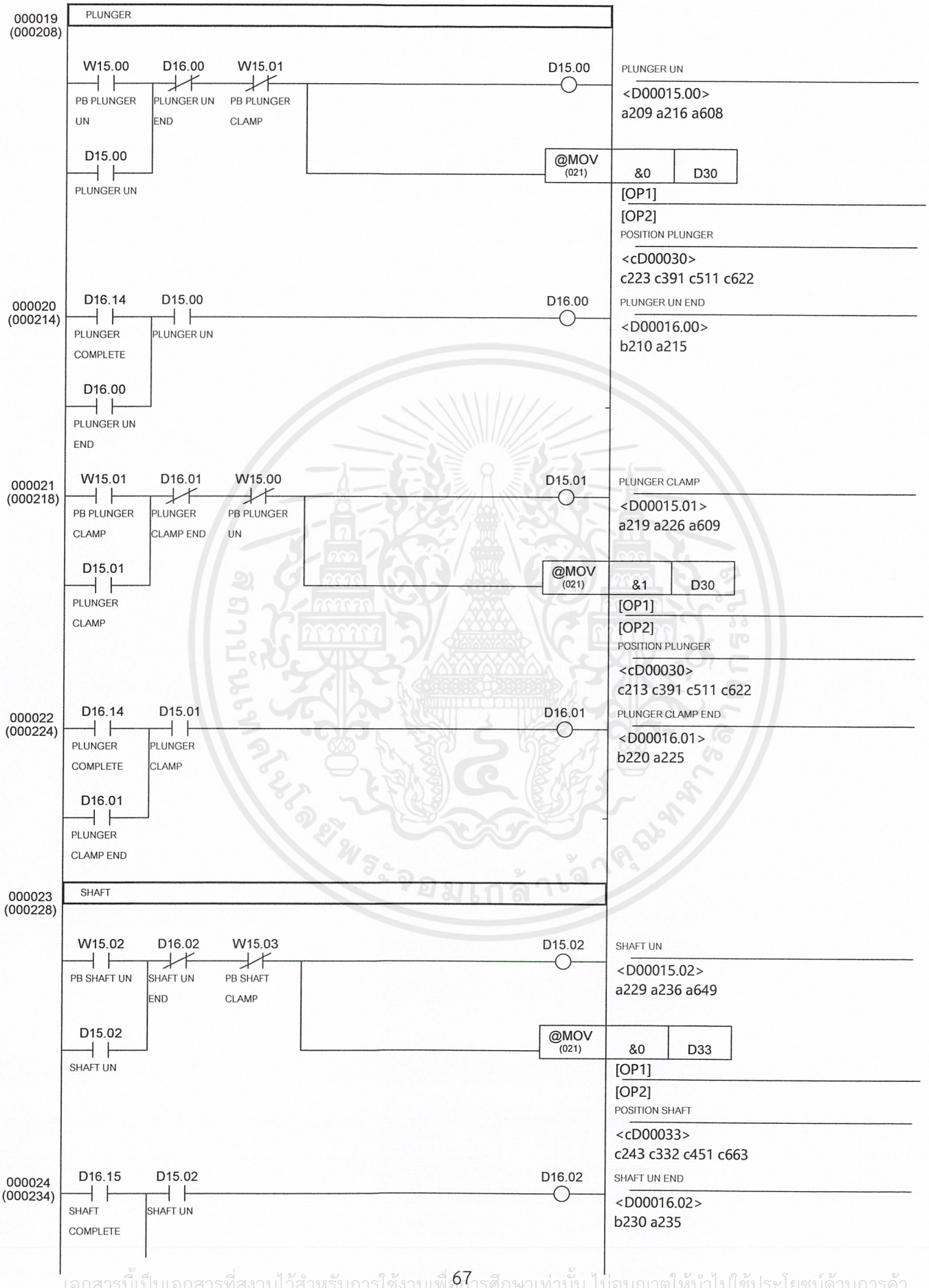
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



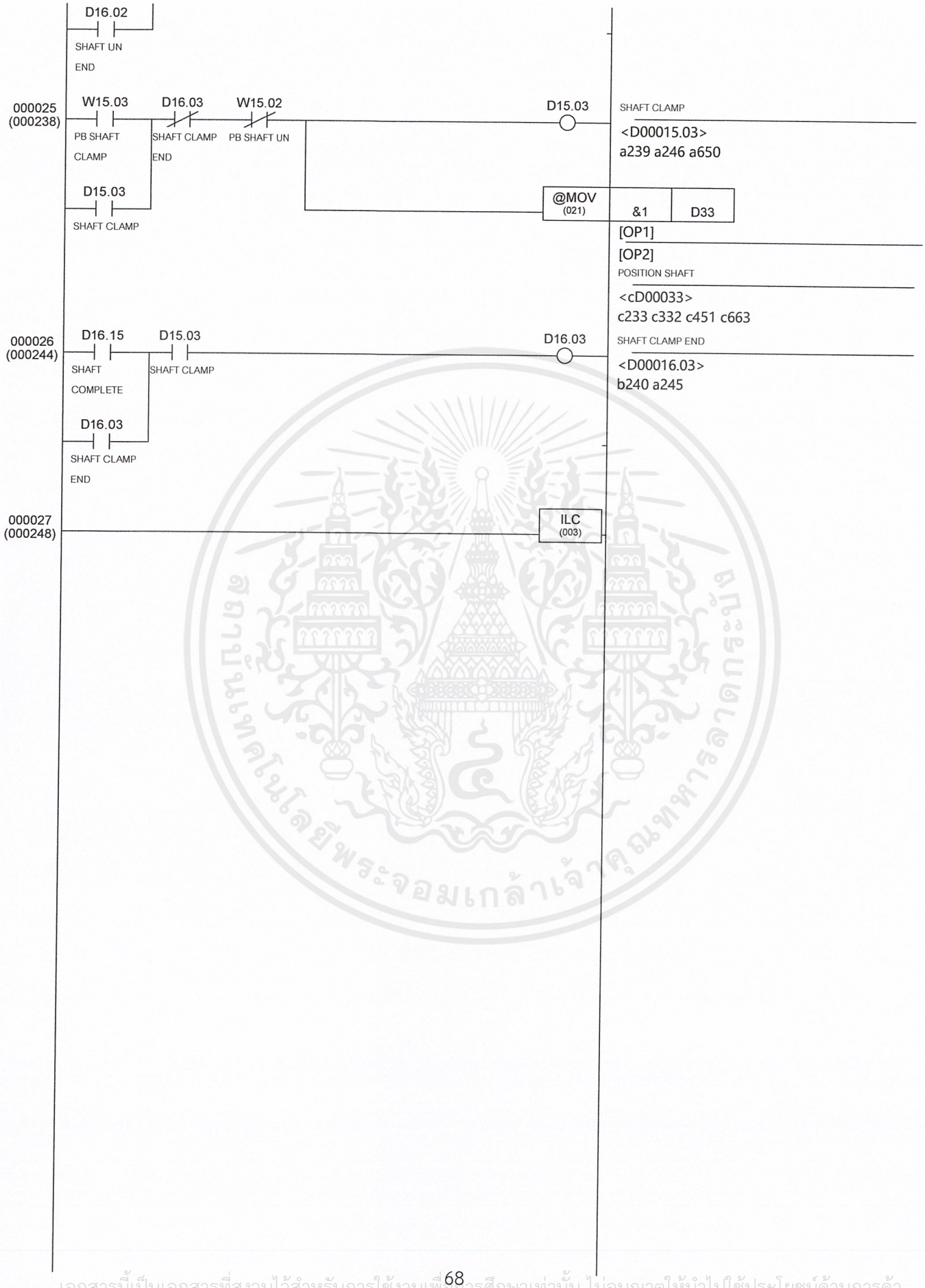
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



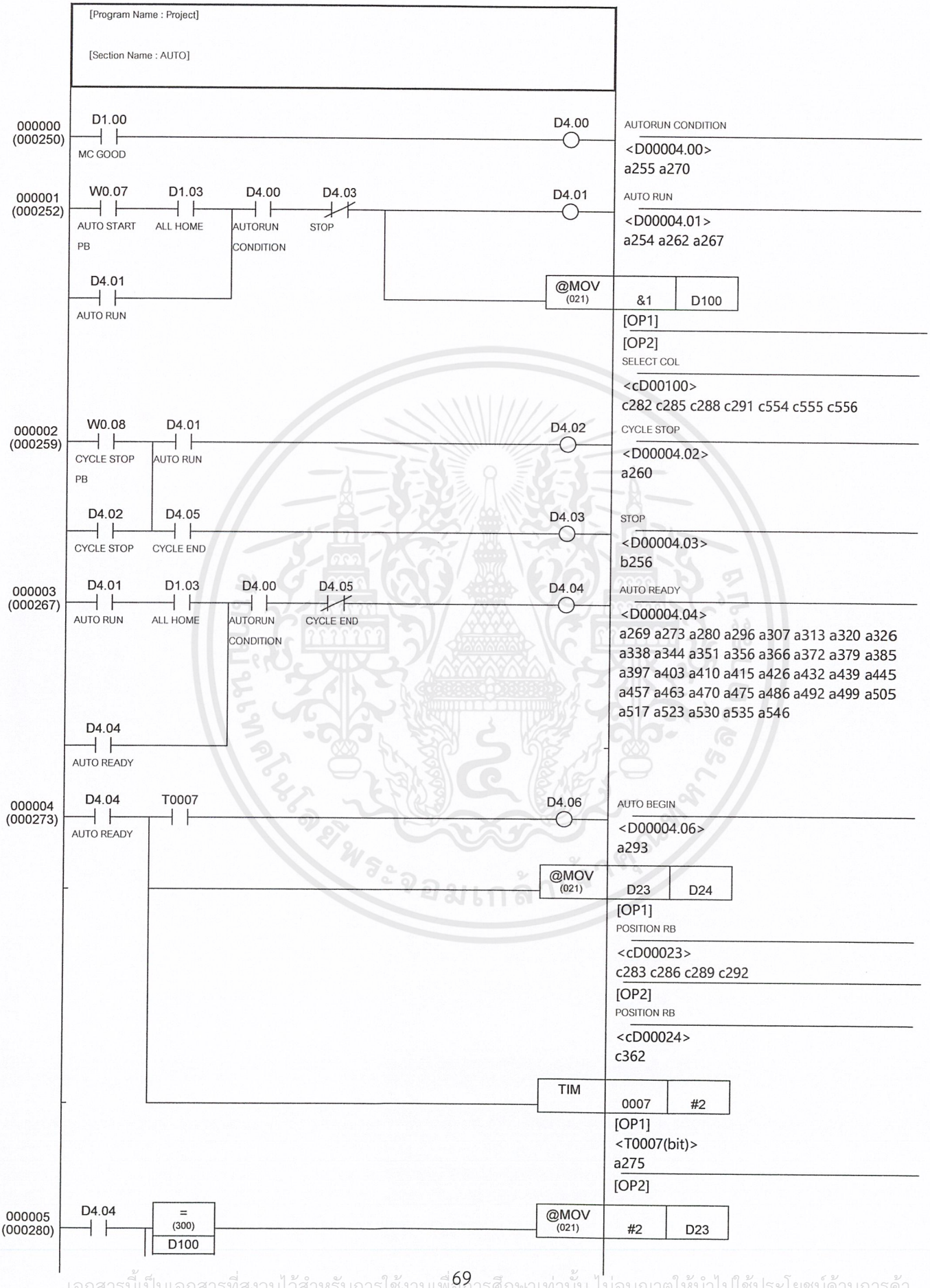
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



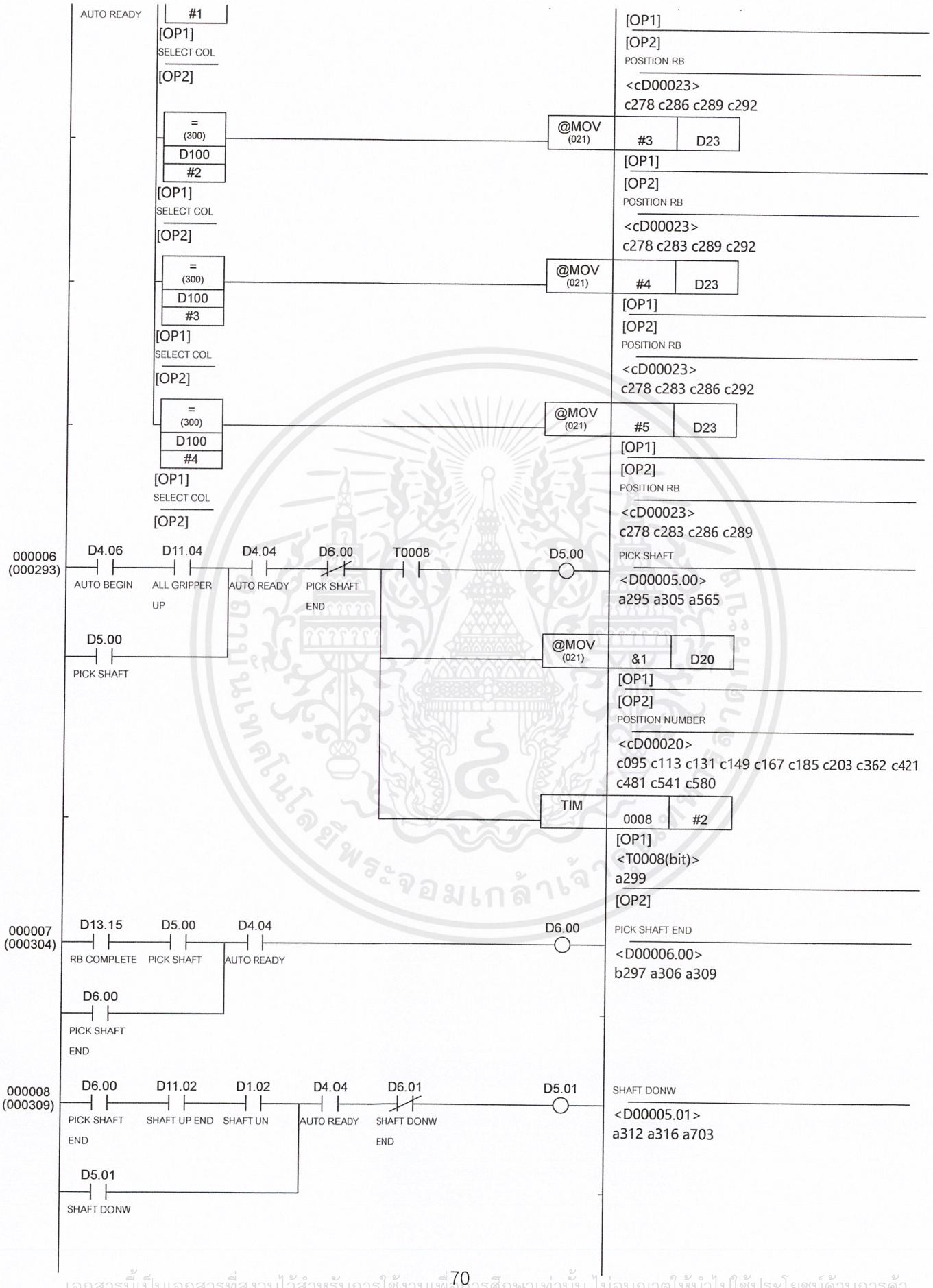
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



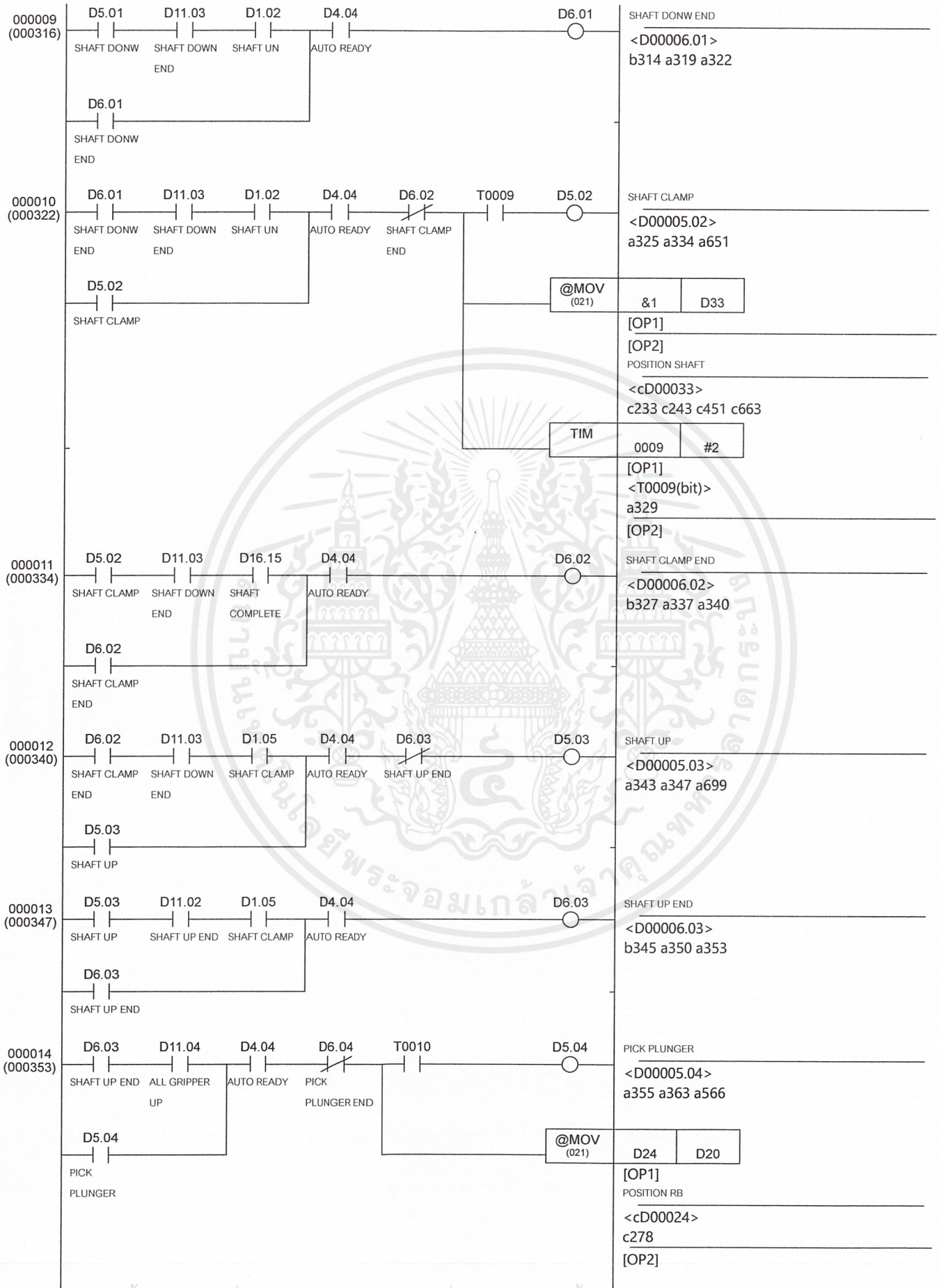
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



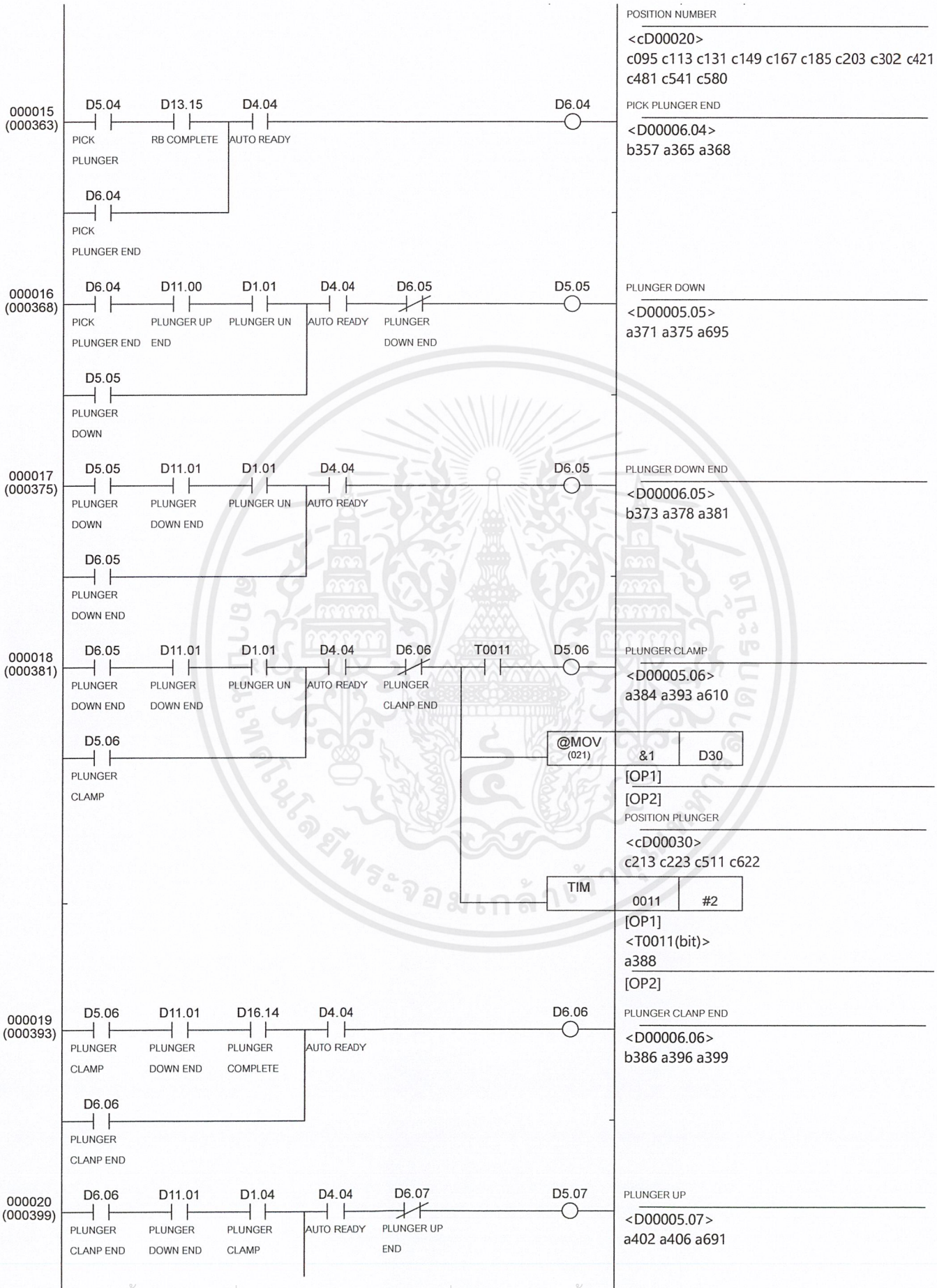
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



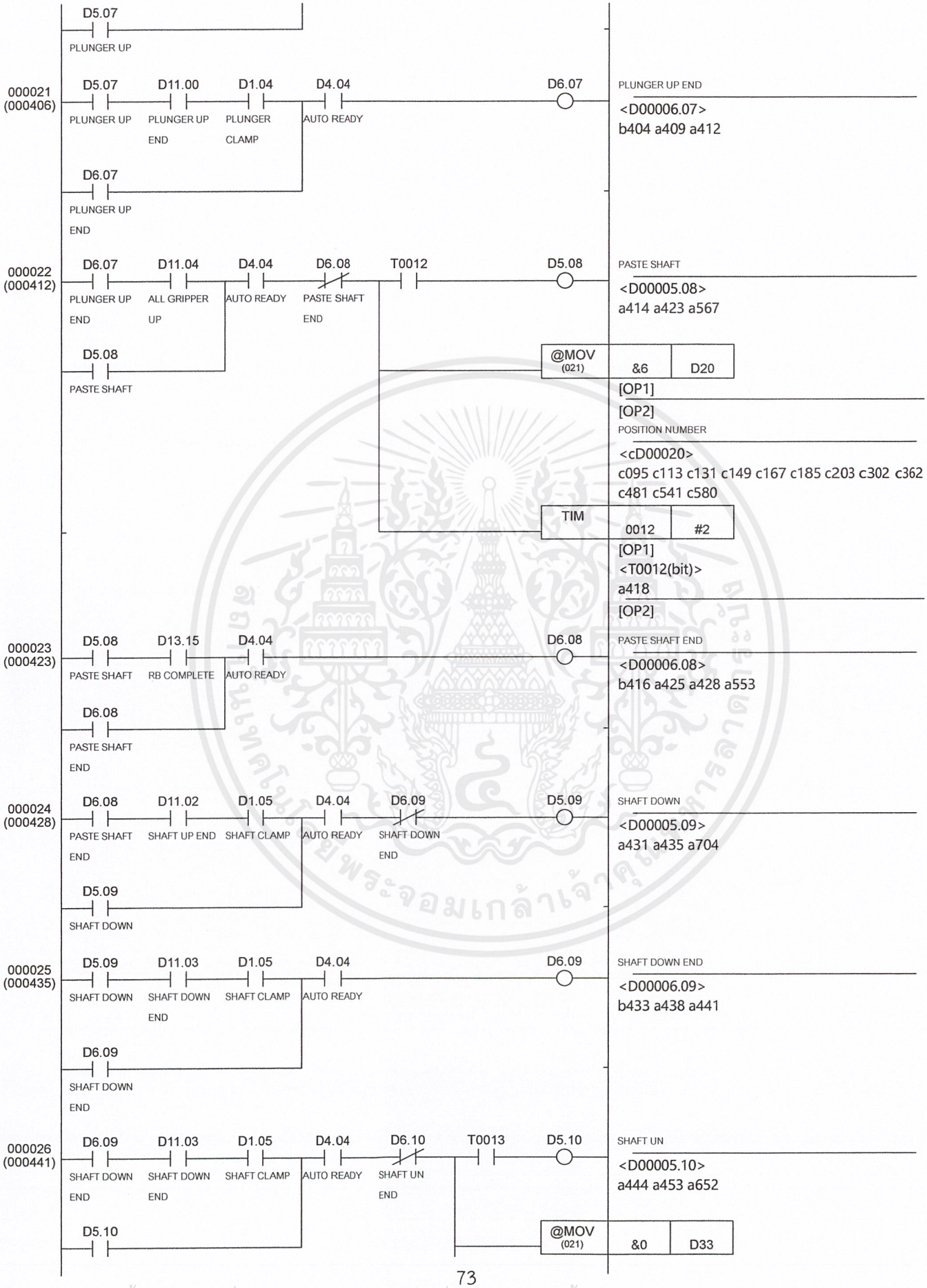
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



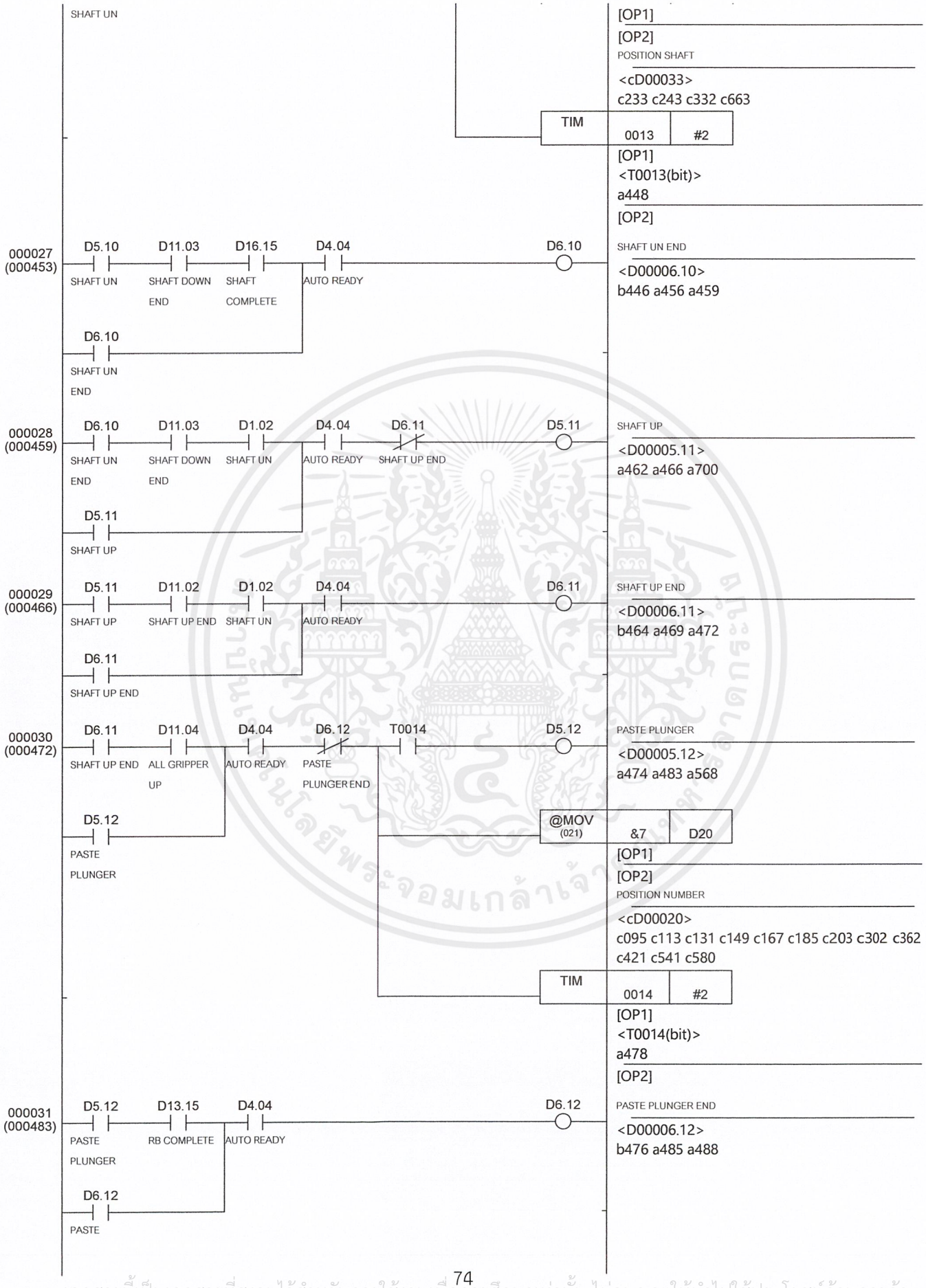
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



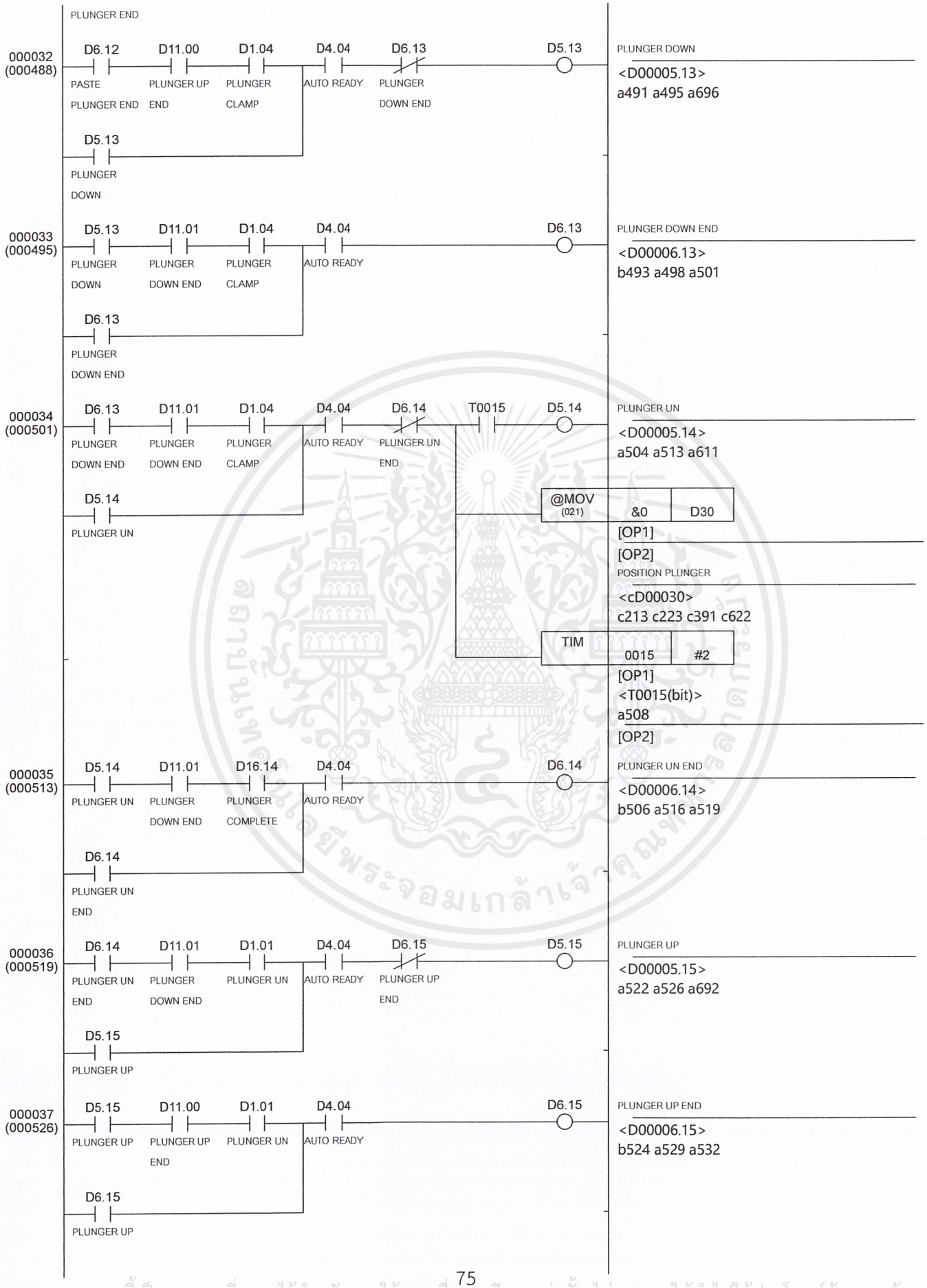
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



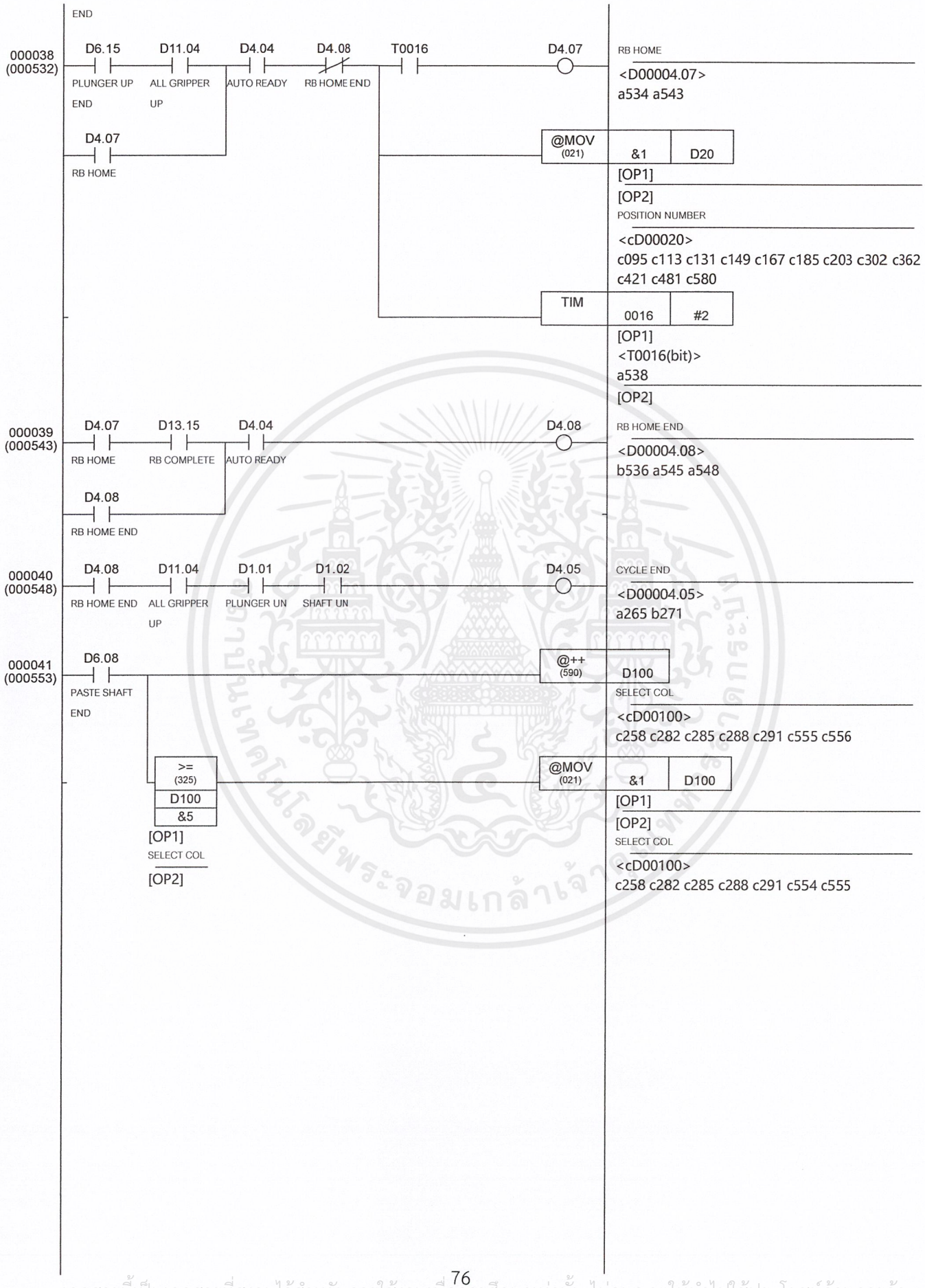
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

000000
(000558)

[Program Name : Project]

[Section Name : RB]

CHCEK POSITION RB

D12.00 RB HOME — D1.00 MC GOOD — D14.00

RB START
<D00014.00>
a578

D12.01 RB COL1

D12.02 RB COL2

D12.03 RB COL3

D12.04 RB COL4

D12.05 RB PASTE SHAFT

D12.06 RB PASTE PLUNGER

D5.00 PICK SHAFT

D5.04 PICK PLUNGER

D5.08 PASTE SHAFT

D5.12 PASTE PLUNGER

000001
(000571)

3331.06 MOVE (RB) — 3331.12 SV-REA — 3331.14 RB ALARM — 3231.15 SV-ON — D14.01

RB READY
<D00014.01>
a576

000002
(000576)

D14.01 RB READY — D14.00 RB START — D14.02

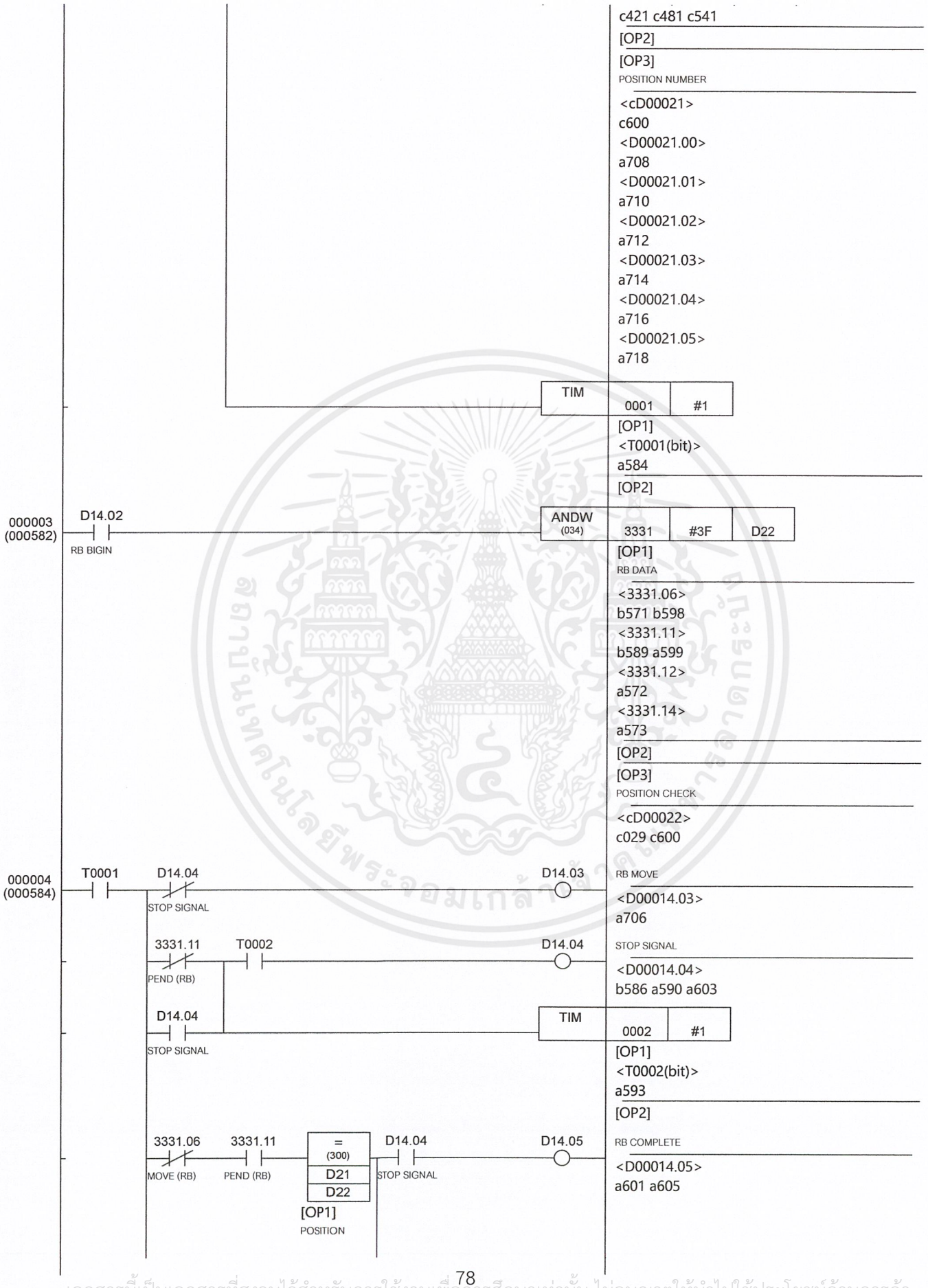
RB BIGIN
<D00014.02>
a577 a582

D14.02 RB BIGIN

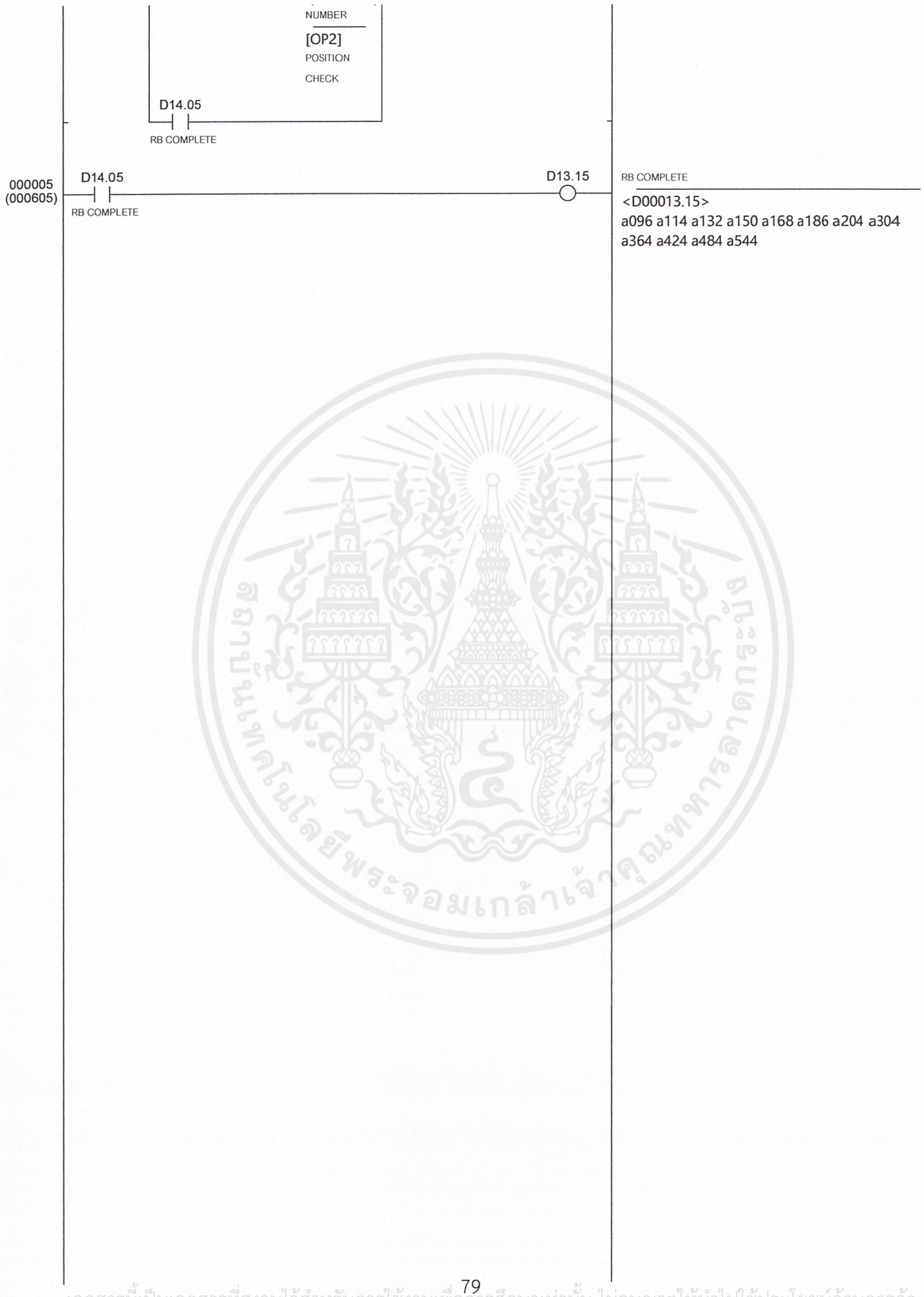
ANDW (034)	D20	#3F	D21

[OP1]
POSITION NUMBER
<cD00020>
c095 c113 c131 c149 c167 c185 c203 c302 c362

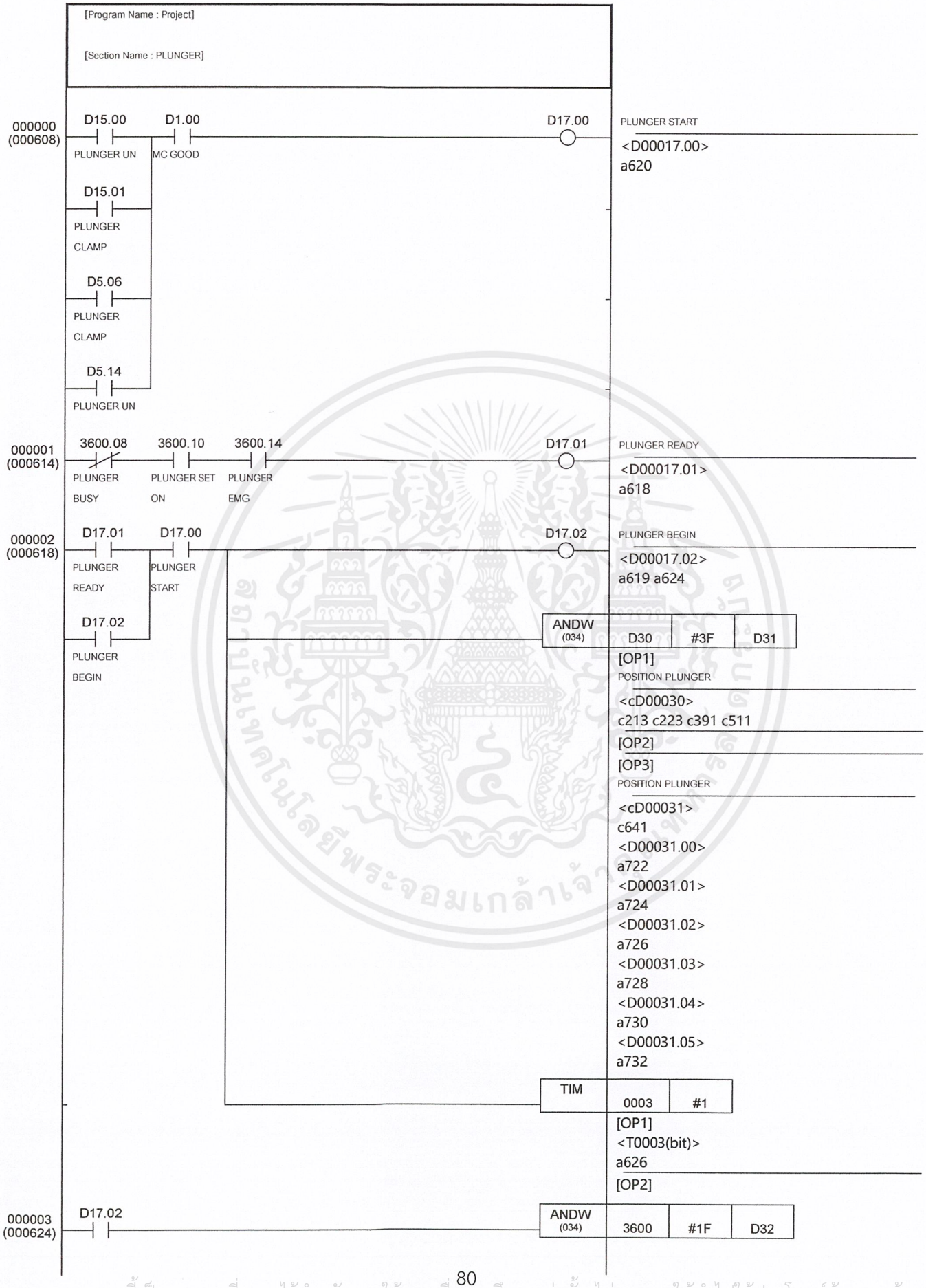
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



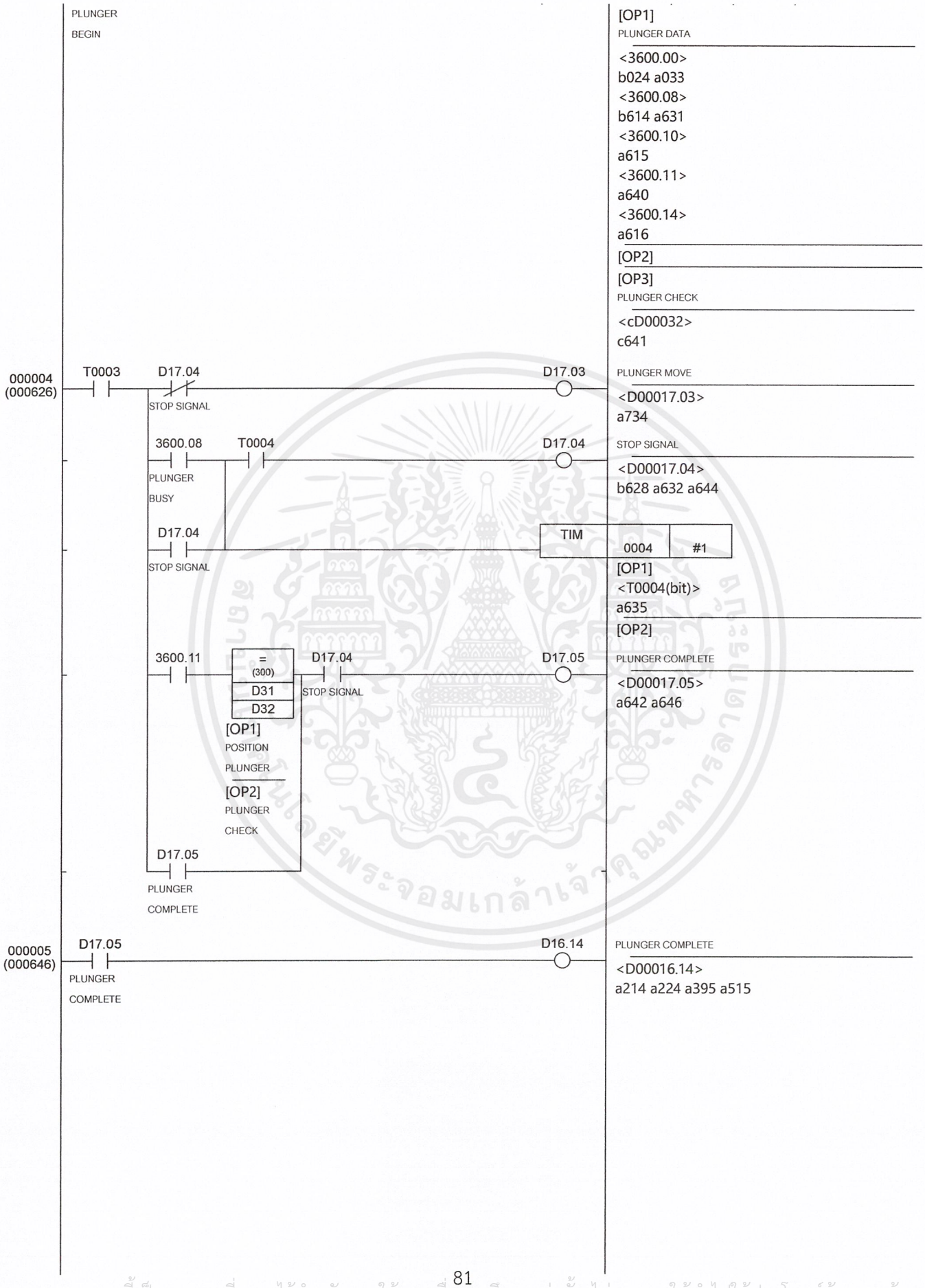
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



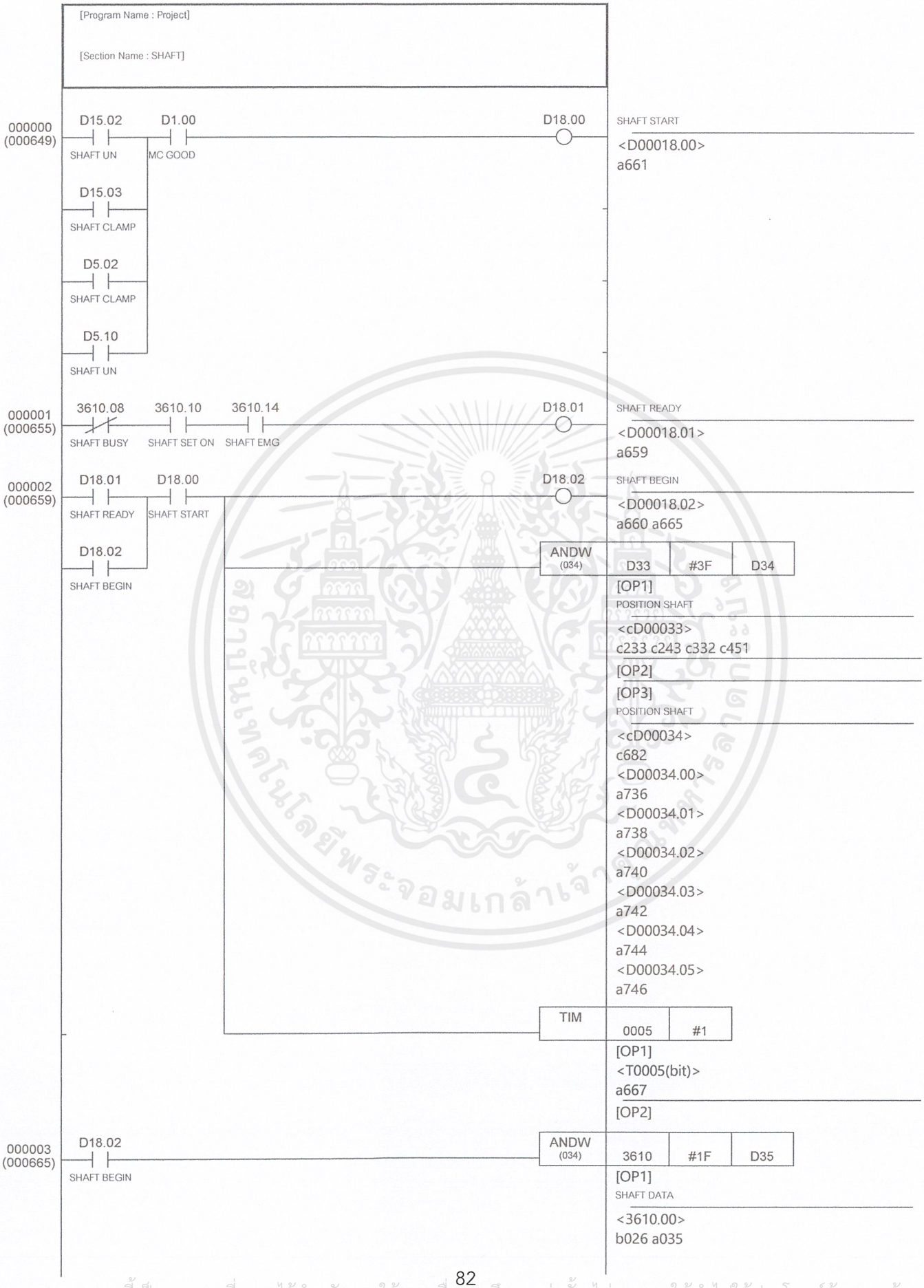
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



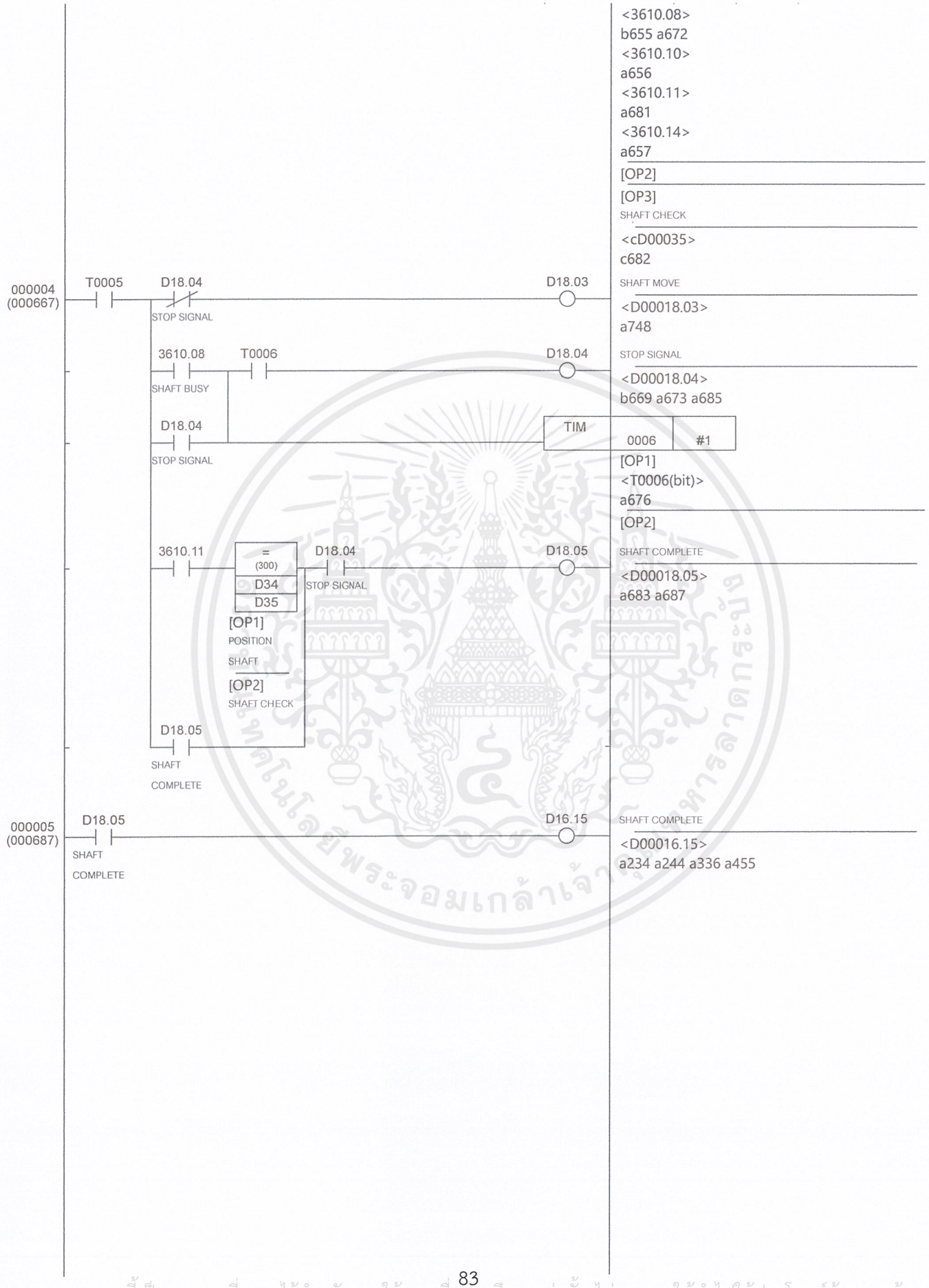
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



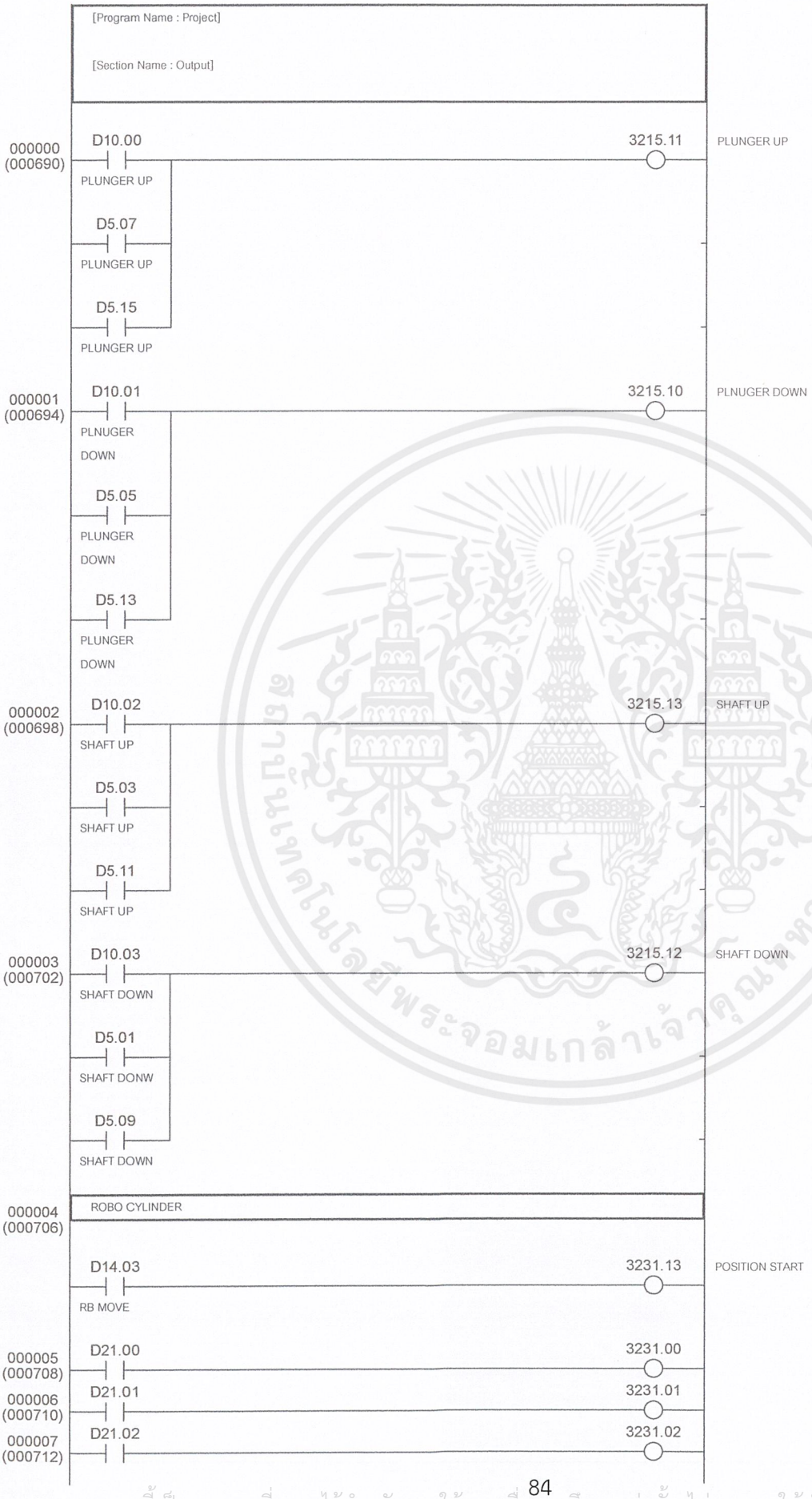
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



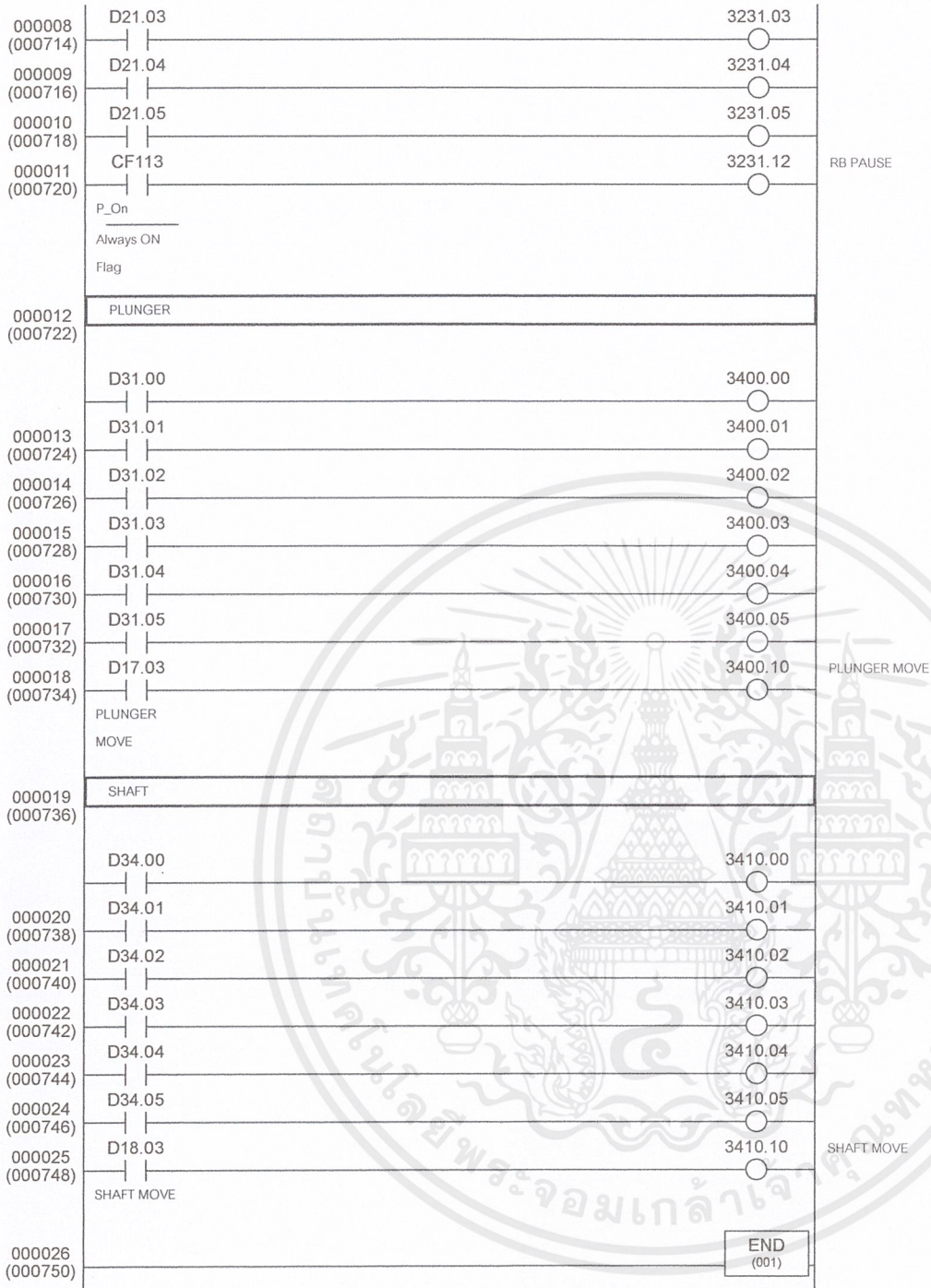
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

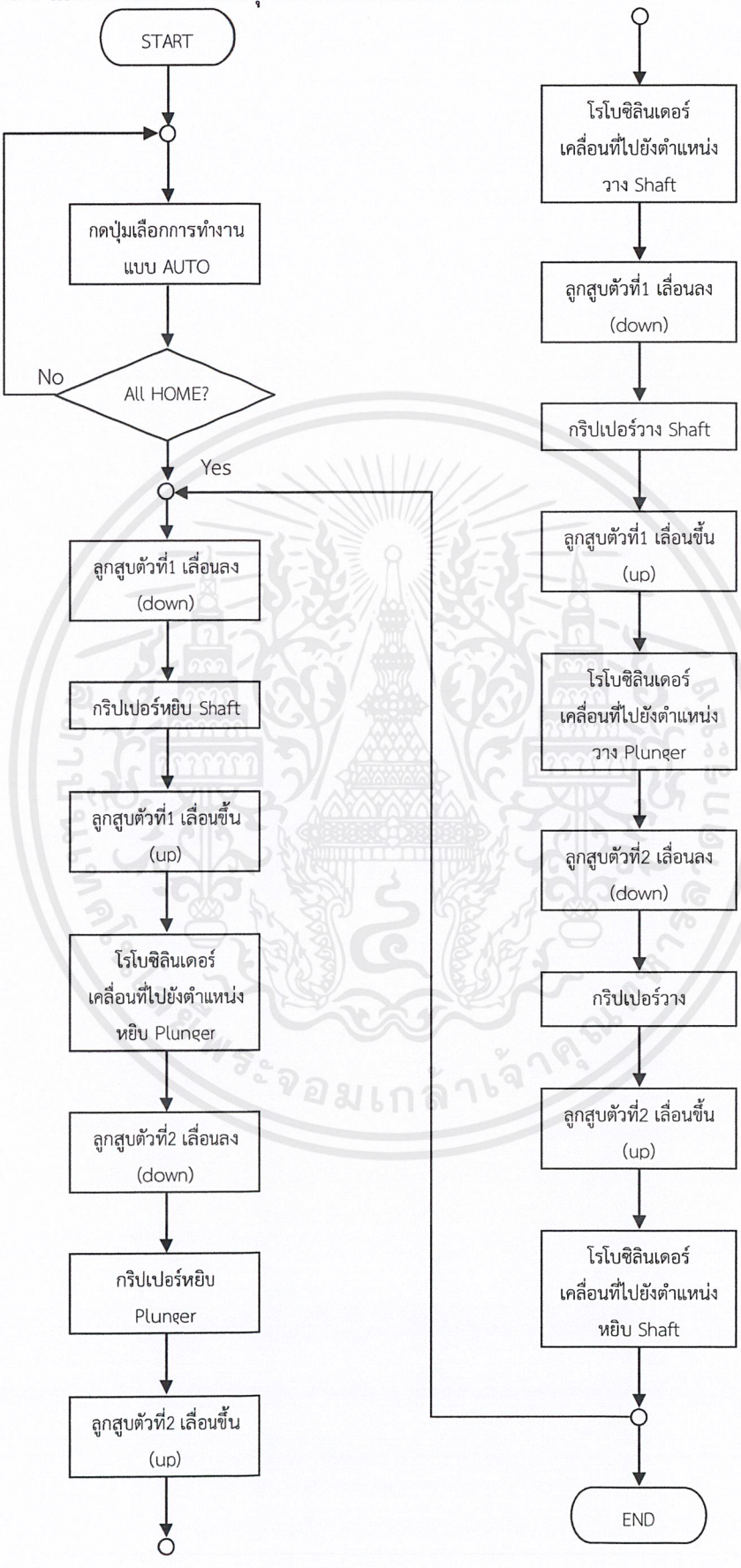


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 Flow Chart แสดงการทำงานของชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการดำเนินการออกแบบโปรแกรมควบคุมชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit3 เพื่อนำไปใช้แทนแรงงานมนุษย์ใน Line การผลิต Starter PA70 Plunger เราได้ทำการทดสอบการทำงานของชุดป้อนงานอัตโนมัตินี้อยู่หลายครั้ง ซึ่งแต่ละครั้งจะมีปัญหาเกิดขึ้น ทำให้เราต้องทำการแก้ไขปรับปรุงอยู่ตลอด โดยปัญหาที่เกิดขึ้นมีดังนี้

4.1 กริปเปอร์ไม่สามารถเลื่อนลงไปจับงานได้

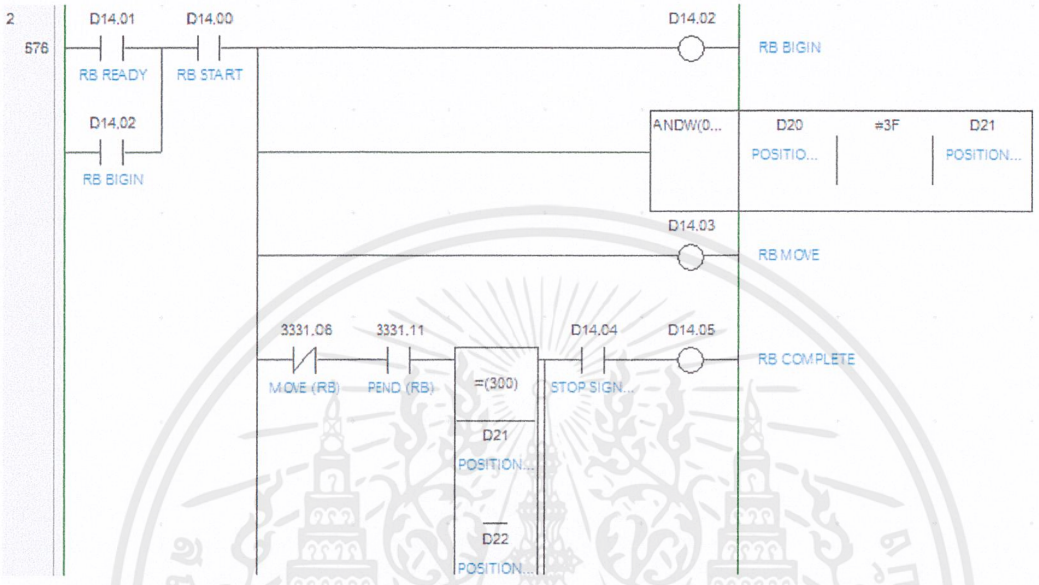
เมื่อสั่งงานให้ลูกสูบเลื่อนลงมา เพื่อต้องการให้กริปเปอร์หยิบงาน แต่กริปเปอร์ไม่สามารถเลื่อนลงมาถึงตำแหน่งที่จะต้องหยิบงานได้ เนื่องจากสายของ Auto Switch ไปพันกับตัวลูกสูบ ทำให้ติดขัดในขณะเลื่อนลง ส่งผลให้กริปเปอร์ไม่สามารถเลื่อนลงมาหยิบงานได้ จึงทำการแก้ไขโดยการติดตั้ง Auto Switch ใหม่ ไม่ให้กว้างทางลูกสูบ ขณะเลื่อนลง

รูปที่ 4.1 กริปเปอร์ไม่สามารถเลื่อนลงไปหยิบงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 โรโบซิลินเดอร์ไม่เคลื่อนที่

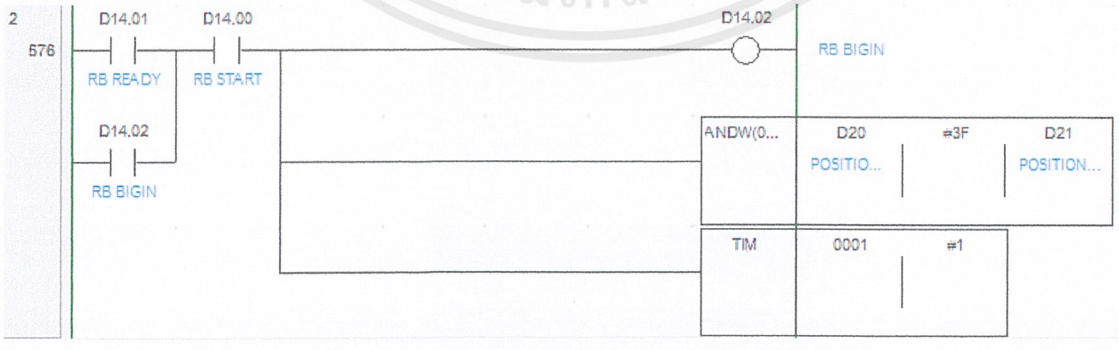
เมื่อสั่งให้โรโบซิลินเดอร์ทำงาน แต่ตัวโรโบซิลินเดอร์ไม่ยอมเคลื่อนที่ เมื่อตรวจสอบแล้ว พบว่าสัญญาณ Start และสัญญาณตำแหน่งส่งไปที่ตัว PCON-CB พร้อมกัน จึงทำการแก้ไขโดยหน่วงเวลาให้สัญญาณ Start ได้รับไฟหลังจากสัญญาณตำแหน่งส่งไปสมบูรณ์แล้ว



รูปที่ 4.2 แลดเดอร์ PLC แสดงการส่งสัญญาณ Start และสัญญาณตำแหน่งพร้อมกัน

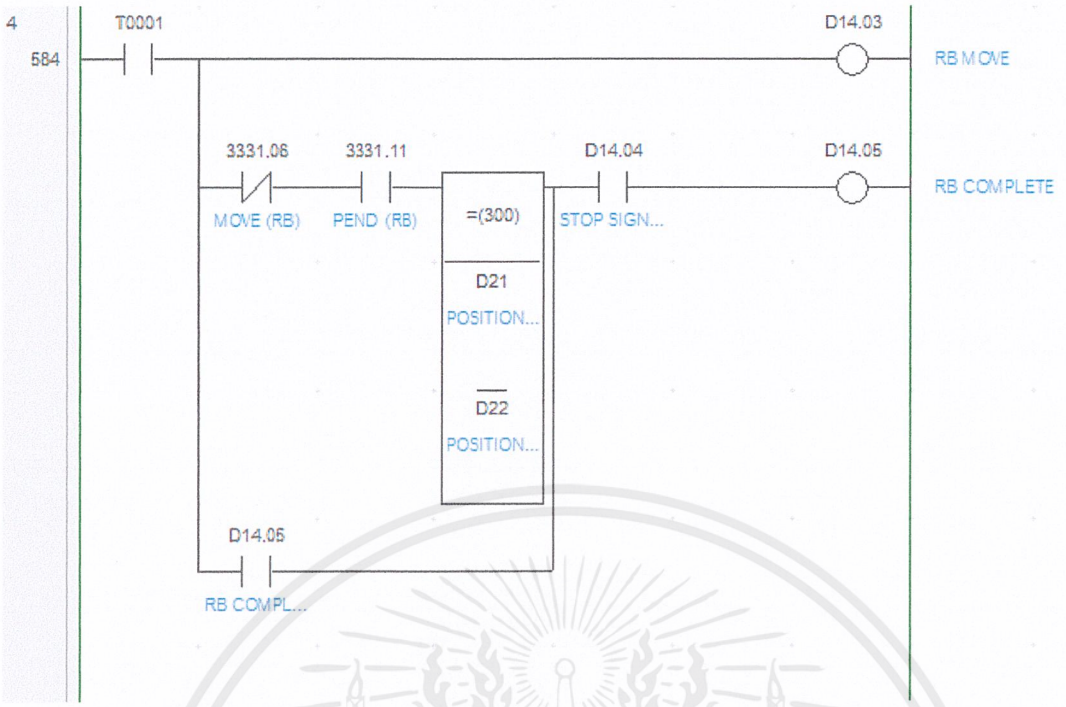
4.3 PCON-CB ไม่ยืนยันตำแหน่ง

เมื่อโรโบซิลินเดอร์เคลื่อนที่ไปถึงตำแหน่งที่ต้องการแล้ว แต่ PCON-CB ไม่ส่งสัญญาณยืนยันตำแหน่งไปยัง PLC ทำให้โรโบซิลินเดอร์ไปเคลื่อนไปยังตำแหน่งต่อไป และไม่สามารถทำงานอย่างอื่นได้ มีสาเหตุมาจากบิต Start โรโบลินเดอร์ได้รับไฟตลอดเวลา จึงทำการแก้ไขโดยการเพิ่มเงื่อนไขให้หยุดจ่ายไฟไปที่บิต Start ขณะที่โรโบซิลินเดอร์เคลื่อนที่แล้ว



รูปที่ 4.3 แลดเดอร์ PLC แสดงปัญหา PCON-CB ไม่ยืนยันตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แลดเดอร์ PLC แสดงปัญหา PCON-CB ไม่ยืนยันตำแหน่ง (ต่อ)

จากการที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่างๆ ไปแล้ว และนำไปทดสอบการทำงานอีก 200 ชั่วโมง เพื่อทดสอบให้มั่นใจว่าชุดป้อนงานอัตโนมัตินี้ จะไม่เกิดปัญหาหลังจากที่นำไปติดตั้งใน Line การผลิตแล้ว พบว่าตลอดระยะเวลาที่ทดสอบการทำงานของชุดป้อนงานอัตโนมัติ ยังคงมีปัญหาเล็กน้อยเกิดขึ้นอยู่ และได้ทำการปรับปรุงแก้ไขไปแล้ว โดยจะทำการทดสอบต่อไปเรื่อยๆ จนกว่าจะแน่ใจว่าชุดป้อนงานอัตโนมัติชุดนี้ จะไม่มีปัญหาเกิดขึ้นใน Line การผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ชุดป้อนงานอัตโนมัตินี้ (Unit3) เป็นส่วนหนึ่งของระบบป้อนงานอัตโนมัติที่จะนำไปติดตั้งใน Line การผลิต Starter PA70 Plunger เพื่อใช้แทนแรงงานมนุษย์ ชุดป้อนงานอัตโนมัตินี้สามารถทำงานได้คล้ายแขนกลทั่วไป แต่จะมีการทำงานที่ง่ายกว่า โดยชุดป้อนงานอัตโนมัตินี้มีหน้าที่หยิบชิ้นงาน 2 ประเภท คือ หยิบชิ้นงานที่มีลักษณะทรงกลม (Plunger) ออกจากพาเลตส่งงาน และหยิบชิ้นงานที่มีลักษณะแหลม (Shaft) ออกจากเครื่องจัดเรียงชิ้นงาน โดยใช้โรโบซิลินเดอร์เป็นตัวเคลื่อนที่ในแนวราบ (แกน X) และมีกริปเปอร์ 2 ตัวทำหน้าที่หยิบชิ้นงานติดอยู่กับลูกสูบไร้ก้านเพื่อนใช้เคลื่อนที่ในแกนดิ่ง (แกน Z) โดยกำหนดระยะการเคลื่อนที่ของโรโบซิลินเดอร์ให้นำกริปเปอร์ไปหยิบชิ้นงานที่ตำแหน่งที่มีชิ้นงานวางอยู่ในพาเลตตามลำดับจากซ้ายไปขวา ล่างขึ้นบน ซึ่งมีจำนวนชิ้นงานทั้งหมด 20 ชิ้น (4×5) และหยิบชิ้นงานจากเครื่องจัดเรียงชิ้นงาน เพื่อส่งให้ Unit ต่อไปทำงานต่อ โดยจะส่งชิ้นงานต่อไปเรื่อยๆ จนสุด Line การผลิต และมีการนำกล้องมาใช้ตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงานเป็นขั้นตอนสุดท้าย ก่อนจะส่งชิ้นงานออกไป

โดยชุดป้อนงานอัตโนมัติ Unit3 มีการทำงานที่เป็นระบบขั้นตอน โดยให้กริปเปอร์ LEHS20LK3-8-R56N1D หยิบชิ้นงาน Shaft ก่อน แล้วจึงเคลื่อนที่มาหยิบชิ้นงาน Plunger ด้วยกริปเปอร์ LEHZ20LK2-10-R56N1D จากพาเลตส่งงาน โดยเริ่มหยิบจากตำแหน่งซ้ายสุดและล่างสุดของพาเลตก่อน จากนั้นจึงนำไปวางที่ตำแหน่งส่งชิ้นงาน เพื่อทำชิ้นงานไปประกอบต่อในขั้นตอนต่อไป เมื่อนำชิ้นงานไปส่งแล้ว โรโบซิลินเดอร์จะเคลื่อนที่ นำกริปเปอร์มาหยิบชิ้นงานเช่นเดิมต่อไปเรื่อยๆ จนกว่าชิ้นงานจะหมดหรือสั่งหยุดการทำงาน โดยใช้ PCON-CB เป็นตัวควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของโรโบซิลินเดอร์ และใช้โปรแกรมแลดเดอร์ PLC ควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบป้อนงานอัตโนมัตินี้

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของชุดป้อนงานอัตโนมัตินี้ ทำให้ทราบว่าต้องมีความรู้ ความสามารเกี่ยวกับหลักการทำงานที่เกี่ยวข้องในด้านการเขียนโปรแกรมควบคุมโดย PLC และความรู้เรื่องระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมก่อนทำการวิจัย เนื่องจากจะช่วยให้มีความเข้าใจมากขึ้น นอกเหนือจากการเข้าใจหลักการทำงานของระบบอัตโนมัติเบื้องต้นแล้ว การเข้าใจลำดับการทำงานก่อน-หลังของเครื่องจักรก็เป็นสิ่งที่สำคัญไม่แพ้กัน และจำเป็นต้องมีการคำนึงถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น เพื่อจะได้วางแผนแนวทางป้องกัน หรือเตรียมหาแนวทางแก้ไขจุดที่ผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ หรือการซ่อมแซมหลังจากที่ทำการติดตั้งระบบป้อนงานอัตโนมัติชุดนี้ใน Line การผลิตแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] หริส สูตะบุตร,บันเทิง สุวรรณกูล,ดิลก ศรีประไพ,ชิต เหล่าวัฒนา,และประพันธ์ ธนสิทธิ์สมบูรณ์. (2531).“หุ่นยนต์อุตสาหกรรม”.(ออนไลน์).สืบค้นจาก: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=11&chap=7&page=t11-7-infodetail01.html.(15 ตุลาคม 2559)

[2] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล.“ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ PLC”.(ออนไลน์).สืบค้นจาก: http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit.htm. (21 ตุลาคม 2559)

[3] Allicano'.(6 กุมภาพันธ์ 2559).“เซอร์โวมอเตอร์”.(ออนไลน์).สืบค้นจาก: http://chanaphinp.blogspot.com. (8 ตุลาคม 2559)

[4] Thaicontrol.(19 มกราคม 2557).“DeviceNet Network”.(ออนไลน์).สืบค้นจาก: https://thaicontrol.wordpress.com. (18 ตุลาคม 2559)

[5] “คู่มือการฝึกอบรมการควบคุมมอเตอร์ด้วย PLC”.ชลบุรี: เด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด.2549

[6] “คู่มือการฝึกอบรมการใช้งาน PLC Network”.ชลบุรี: เด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด.2549

[7] “คู่มือการใช้งาน ROBO Cylinder RCP3 Actuator Slider Type”.ชลบุรี: เด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด.2555

[8] “คู่มือการใช้งาน DeviceNet ACON PCON DCON SCON”.ชลบุรี: เด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด.2555

[9] “คู่มือการใช้งาน Electric Gripper LEH Series”.ชลบุรี: เด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด.2555

[10] “คู่มือการใช้งาน Step Motor Controller LECP6 Series”.ชลบุรี: เด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด.2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[11] “คู่มือการใช้งาน Air Slide Table”.ชลบุรี: เด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด.2555

[12] สมฤกษ์ ปุจฉาการ,คมกริช ทองสะอาด,จรูญ แซ่เอี้ยว,จิรพงศ์ ลิม,และสายันต์ พรายมี.“การพัฒนาแขนหุ่นยนต์ 3 แกนสำหรับเคลื่อนย้ายวัสดุ”.การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ. 2555.หน้า 1248-1253

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
คุณสมบัติและการทำงานของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROBO CYLINDER

ROBO Cylinder
RCP3 Actuator
Slider Type
Operating Manual

Eighteenth Edition

Motor coupling types: [Slim Small ROBO Cylinders] SA2AC/SA2BC
SA3C/SA4C/SA5C/SA6C

Motor reversing types: [Slim Small ROBO Cylinders] SA2AR/SA2BR
SA3R/SA4R/SA5R/SA6R

IAI America, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 Specifications

1.2.1 Speed

Speed limits (Unit: mm/s)

Model name	Motor type	Lead [mm]	Minimum Speed	Stroke [mm]					
				25	50	75	100	125	150
SA2AC, SA2AR	20P	1	1.25	50				-	-
		2	2.5	100				-	-
		4	5.0	180	200				
SA2BC, SA2BR	20P	2	2.5	100					
		4	5.0	180	200				
		6	7.5	180	200	300			

The maximum speed may not be reached depending on the acceleration/deceleration setting.

Speed limits (Unit: mm/s)

Model name	Motor type	Lead [mm]	Minimum Speed	Stroke [mm]															
				50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
SA3C, 3R	28P	2	2.5	100						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		4	5.0	200						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		6	7.5	300						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA4C, 4R	35P	2.5	3.12	125										-	-	-	-	-	-
		5	6.25	250										-	-	-	-	-	-
		10	12.5	380	500									-	-	-	-	-	-
SA5C, 5R	42P	3	3.75	150											140	120	105	90	80
		6	7.5	300											285	245	210	185	165
		12	15	380	540	600									570	490	425	370	330
SA5C	42P	20	25	380	540	660	770	860	940	1000						910	790	690	610
				380	540	660	770	800 (Stroke 250 to 650, vertically installed)									790	690	610
SA6C, 6R	42P	3	3.75	150											140	120	105	90	80
		6	7.5	300											285	245	210	185	165
		12	15	380	540	600									570	490	425	370	330
SA6C	42P	20	25	380	540	660	770	860	940	1000						910	790	690	610
				380	540	660	770	800 (Stroke 250 to 650, vertically installed)									790	690	610

The maximum speed may not be reached depending on the acceleration/deceleration setting.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[Controllers (without "H" at the end of the model number)]

Model	Motor type	Lead (mm)	Rated acceleration (G)		Speed (mm/s)	Payloads (kg)
SA5C SA5R	42P	3	Horizontal	0.2	25	10
					50	
					75	
					100	
					125	
					150	
			Vertical	0.2	25	4
					50	
					75	
					100	
					125	
					150	2
		6	Horizontal	0.3	50	8
					100	
					150	
					200	
					250	
					300	6
			Vertical	0.2	50	2
					100	
					150	
					200	
					250	
					300	1
		12	Horizontal	0.3	100	6
					200	
					300	
					400	4
					500	3
					600	2
			Vertical	0.2	100	1
					200	
					300	
					400	
					500	0.5
					600	

If the stroke is long, the maximum speed may be lower than the applicable speed shown in the table.
[Refer to 1.2.1, "Speed."]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 Drive system

Model name	Motor type	Lead [mm]	No. of encoder pulses	Ball Screw and Lead Screw Type		
				Type	Diameter	Accuracy
SA2A	20P	1	800	Lead screw Rolled	ϕ10mm	C10
		2				
		4				
SA2B	20P	2		Lead screw Rolled	ϕ10mm	C10
		4				
		6				
SA3	28P	2		Ball screw Rolled	ϕ6mm	C10
		4				
		6				
SA4	35P	2.5		Ball screw Rolled	ϕ8mm	C10
		5				
		10				
SA5	42P	3		Ball screw Rolled	ϕ10mm	C10
		6				
		12				
		20				
SA6	42P	3		Ball screw Rolled	ϕ10mm	C10
		6				
		12				
		20				

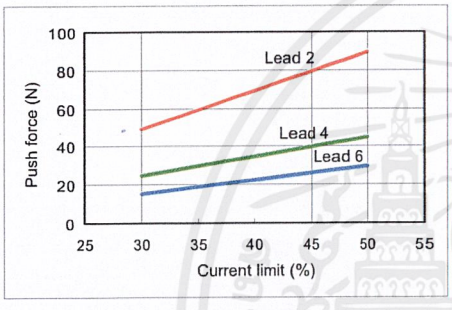
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.5 Relation between Current Limit Value and Pressing Force

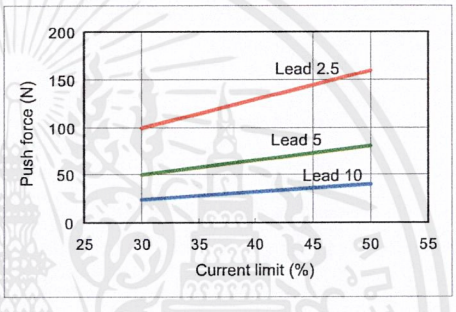
Note SA2AC, SA2BC, SA2AR and SA2BR cannot perform pressing.

	RCP3 SA3			RCP3 SA4			RCP3 SA5, 6			
Current Limit (%)	Push force Lead 2 (N)	Push force Lead 4 (N)	Push force Lead 6 (N)	Push force Lead 2.5 (N)	Push force Lead 5 (N)	Push force Lead 10 (N)	Push force Lead 3 (N)	Push force Lead 6 (N)	Push force Lead 12 (N)	Push force Lead 20 (N)
30	50	25	16	100	50	25	160	80	40	20
40	70	35	23	130	65	32.5	195	100	50	27
50	90	45	30	160	80	40	230	120	60	34

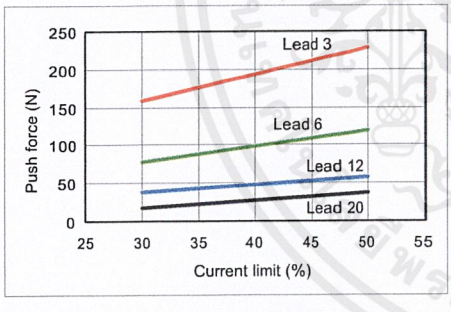
RCP3 Slider Type Push Force
SA3



RCP3 Slider Type Push Force
SA4



RCP3 Slider Type Push Force
SA5, SA6



⚠ Caution:
1. The relation of the current limit and the pressing force is a reference when assuming the speed is 20mm/s.
2. There is a little variance in the actual pressing force.The variance of the pressing force becomes large when the current limit value is low.
3. Use the product within the range in the graph for the current limit value. Pressing force will not be stable if used below 30%. even a case that it would not operate. The product cannot be used above 50%. Doing so may cause degradation in the motor coil insulation by heat radiation, which results in shortening the product life.
4. For the CON system controllers such as PCON, when the approach speed (setting in the position table) to the pressing start position is 20mm/s or less, pressing is performed at the approach speed. In such a case also the pressing force will be unstable. In such cases, check in advance that the actuator can be used with no problem before omit using. For the SEL system controllers such as MSEL, pressing operation is performed at the speed set in PAPR Command regardless of the approach speed to the pressing start position.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DeviceNet

Operation Manual, Tenth Edition

Describes Model	
ACON	C/CG/CA/CB/CGB
PCON	C/CG/CA/CFA CB/CFB/CGB/CGFB
DCON	CA/CB/CGB
SCON	CA/CAL/CGAL/ CB/CGB (Servo Press)

IAI America, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ACON-CA/CB/CGB, PCON-CA/CB/CFA/CFB/CGB/CGFB, DCON-CA/CB/CGB

3.1 Operation Modes and Functions

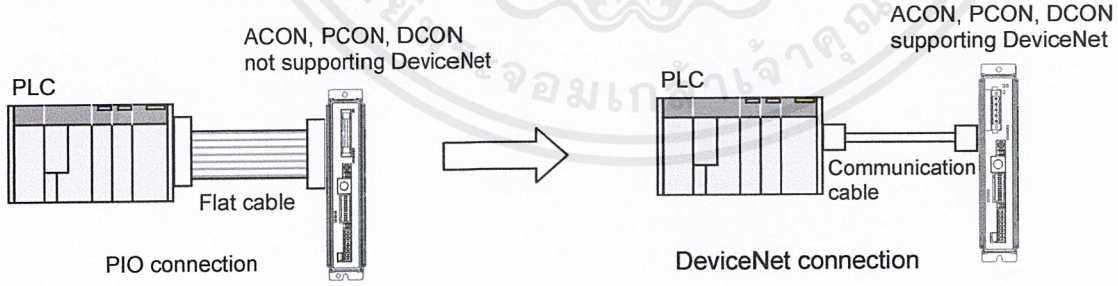
ACON, PCON, DCON controllers (hereinafter referred to as "IAI controllers") supporting DeviceNet can be operated in a desired operation mode selected from the following five modes.

Operation Modes and Key Functions

Key function	Remote I/O mode	Position/simple direct mode	Half direct mode	Full direct mode	Remote I/O mode 2
Number of occupied bytes	1CH	4CH	8CH	16CH	CH
Operation by position data specification	x	O (*1)	O	O	x
Direct speed/acceleration specification	x	x	O	O	x
Push-motion operation	O	O	O	O	O
Current position read	x	O	O	O	O
Current speed read	x	x	O	O	x
Operation by position number specification	O	O	x	x	O
Completed position number read	O	O	x	x	O
Maximum position table size	512	768	Not used	Not used	512

(*1) The actuator is operated by specifying all position data, other than positions, using position numbers.

[1] Remote I/O mode: In this mode, the actuator is operated by PIOs (24 V I/Os) via DeviceNet communication.
Number of occupied bytes: 1CH



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 Selecting (Setting) the Operation Mode

The operation mode is set using a parameter.
Set the mode selector switch on the front panel of the controller to the MANU position, and set parameter No. 84, "FMOD: Fieldbus operation mode" using the RC PC software(Note 1) (V6.00.05.00 or later). (Refer to 3.10, "DeviceNet Parameters.")
(Note 1) Refer to operation manual of RC PC Software for the applicable version.

Set value	Operation mode	Number of occupied stations
0 (Factory setting)	Remote I/O mode	1CH
1	Position/simple direct mode	4CH
2	Half direct mode	8CH
3	Full direct mode	16CH
4	Remote I/O mode 2	6CH

* If any other value is entered, an excessive input error will occur.

3.6 Setting the Node Address

The node address is set using a parameter.
Set parameter No. 85, "NADR: Fieldbus node address" using the RC PC software. (Refer to 3.10, "DeviceNet Parameters.")

Allowable setting range: 0 to 63 (The parameter has been set to "63" at the factory.)

(Note) Exercise caution to avoid node address duplication.
The nodes (controllers) are assigned in the order of their node address in the remote I/O address areas of the PLC. (This is when the mount assignment mode is selected. A different rule applies when a configurator is used.)
For details, refer to the operation manuals of the master unit and PLC installed in the master unit.

(Note) The baud rate is automatically set to the same value as the baud rate set in the master. Accordingly, you need not set the baud rate.

(Note) After you have set the parameter, reconnect the controller power and return the mode selector switch on the front panel of the controller to the AUTO position. If the switch remains in the MANU position, operation by the PLC cannot be performed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.2 Remote I/O Mode (Number of Occupied Channel: 1)

In this mode, the actuator is operated by specifying position numbers, just like you do when PIOs (24-V I/Os) are used.
Set position data using the RC PC software or teaching pendant.
The number of available positions is determined by the setting of parameter No. 25, "PIO pattern."
The I/O specifications for each PIO pattern are shown below. (For details, refer to the operation manual for the controller.)

Value set in parameter No. 25	Operation mode	I/O specification
0	Positioning mode	64 positioning points and two zone output points are available.
1	Teaching mode	64 positioning points and one zone output point is available. Positioning operation and jog operation are supported. The current position can be written to a specified position.
2	256-point mode	256 positioning points and one zone output point is available.
3	512-point mode	512 positioning points are available. There are no zone outputs.
4	Solenoid mode 1	7 positioning points and two zone output points are available. A direct operation command can be issued for each position number. A position complete signal is output for each position number.
5	Solenoid mode 2	3 positioning points and two zone output points are available. The actuator is operated by specifying forward, backward and intermediate position commands. A position complete signal is output separately for the front end, rear end and intermediate position.

The key ROBO Cylinder functions that can be controlled in this mode are summarized in the table below.

○: Supported / X: Not supported

ROBO Cylinder function	PIO patterns					
	0: Positioning mode	1: Teaching mode	2: 256-point mode	3: 512-point mode	4: Solenoid mode 1	5: Solenoid mode 2
Home-return operation	○	○	○	○	○	X
Positioning operation	○	○	○	○	○	○
Speed and acceleration/deceleration setting	○	○	○	○	○	○
Pitch feed (inching)	○	○	○	○	○	○
Push-motion operation	○	○	○	○	○	X
Speed change during movement	○	○	○	○	○	○
Operation at different acceleration and deceleration	○	○	○	○	○	○
Pause	○	○	○	○	○	○ (*1)
Zone signal output	○	○	○	X	○	○
PIO pattern selection (set by a parameter)	○	○	○	○	○	○

(*1) This function is supported when parameter No. 27, "Move command type" is set to "0."
The actuator can be paused by turning the move command OFF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) I/O signal assignments

The signals assigned to the controller's I/O ports vary depending on the setting of parameter No. 25.
(For details, refer to the operation manual for the controller.)

		Setting of Parameter No. 25					
		Positioning mode (standard)		Teaching mode (teaching type)		256-point mode (256-point type)	
		0		1		2	
Category	Port No.	Symbol	Signal name	Symbol	Signal name	Symbol	Signal name
PLC output → ACON, PCON, DCON input	0	PC1	Command position number	PC1	Command position number	PC1	Command position number
	1	PC2		PC2		PC2	
	2	PC4		PC4		PC4	
	3	PC8		PC8		PC8	
	4	PC16		PC16		PC16	
	5	PC32		PC32		PC32	
	6	-	Not available.	MODE	Teaching mode command (operation mode)	PC64	
	7	-		JISL	Jog/inch switching	PC128	
	8	-		JOG+	+Jog	-	Not available.
	9	BKRL	Forced brake release	JOG-	-Jog	BKRL	Forced brake release
	10	RMOD	Operation mode	RMOD	Operation mode	RMOD	Operation mode
	11	HOME	Home return	HOME	Home return	HOME	Home return
	12	*STP	Pause	*STP	Pause	*STP	Pause
	13	CSTR	Positioning start	CSTR/ PWRT	Positioning start/position-data read command	CSTR	Positioning start
	14	RES	Reset	RES	Reset	RES	Reset
	15	SON	Servo ON command	SON	Servo ON command	SON	Servo ON command
ACON, PCON, DCON Output → PLC input	0	PM1	Completed position number	PM1	Completed position number	PM1	Completed position number
	1	PM2		PM2		PM2	
	2	PM4		PM4		PM4	
	3	PM8		PM8		PM8	
	4	PM16		PM16		PM16	
	5	PM32		PM32		PM32	
	6	MOVE	Moving signal	MOVE	Moving signal	PM64	
	7	ZONE1	Zone 1	MODES	Teaching mode signal	PM128	
	8	PZONE/Z ONE2	Position zone/ Zone 2	PZONE/Z ONE1	Position zone/ Zone 1	PZONE/Z ONE1	Position zone/ Zone 1
	9	RMDS	Operation mode status	RMDS	Operation mode status	RMDS	Operation mode status
	10	HEND	Home return complete	HEND	Home return complete	HEND	Home return complete
	11	PEND	Position complete signal	PEND/ WEND	Position complete signal/position-data read complete	PEND	Position complete signal
	12	SV	Ready	SV	Ready	SV	Ready
	13	*EMGS	Emergency stop	*EMGS	Emergency stop	*EMGS	Emergency stop
	14	*ALM	Alarm	*ALM	Alarm	*ALM	Alarm
	15 (Note 1)	LOAD/ TRQS/ *ALML	Load output judgment/ torque level/ Light error status	*ALML	Light error status	LOAD/ TRQS/ *ALML	Load output judgment/ torque level/ Light error status

The signals indicated by * are ON in a normal state.
The signals denoted by "Not available" are not controlled (their ON/OFF status is indeterminable).
Note 1 For ACON and DCON, the signals change as explained below;
ACON : *BALM (Battery Alarm) / *ALML (Light error status)
DCON : *ALML(Light error status)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMC

Operation Manual

PRODUCT NAME

Electric Gripper

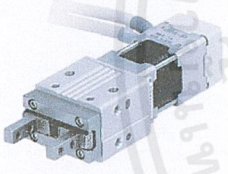
MODEL/ Series / Product Number

LEH Series

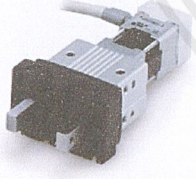
Applicable models: LEHZ(J), LEHF, LEHS

Z Type **(2 Finger Type)**

- Standard / LEHZ Series



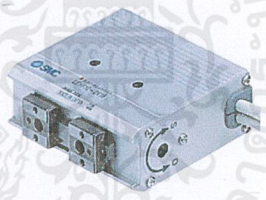
- With Dust Cover / LEHZJ Series



<Controller>
LEC Series

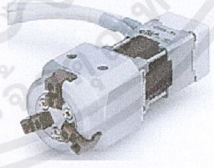
F Type **(2 Finger Type)**

- Standard / LEHF Series



S Type **(3 Finger Type)**

- Standard / LEHS Series



This manual describes the actuators operation in combination with the LEC*6 series controllers.
Refer to the manual relevant to the controller being used for full operating instructions.

SMC Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 LEHZ Series / Standard

2.1.1 Specification

	Model		LEHZ10	LEHZ16	LEHZ20	LEHZ25	LEHZ32	LEHZ40
Actuator specification	Stroke/both sides [mm]		4	6	10	14	22	30
	Lead [mm]		251 / 73 (3.438)	249 / 77 (3.234)	246 / 53 (4.642)	243 / 48 (5.063)	242 / 39 (6.205)	254 / 43 (5.907)
	Gripping force 40 to 100%[N] Note 1) Note 3)	Basic	6 to 14		16 to 40		52 to 130	84 to 210
		Compact	2 to 6	3 to 8	11 to 28		-	-
	Opening/closing speed [mm/s] Gripping speed [mm/s] Note 2) Note 3)		5 to 80 5 to 50		5 to 100 5 to 50		5 to 120 5 to 50	
	Actuation type		Slide screw and Sliding cam					
	Finger guide type		Linear guide (No circulation)					
	Repeated length determination accuracy [mm] Note 4)		± 0.05					
	Finger backlash/ one side[mm] Note 5)		0.25 or less				0.5 or less	
	Repeatability [mm] Note 6)		± 0.02					
	Positioning repeatability/ one side[mm]		± 0.05					
	Lost motion/one side[mm] Note 7)		0.25 or less				0.3 or less	
	Impact resistance/vibration resistance [m/sec^2] Note 8)		150/30					
	Max. operating frequency[c.p.m]		60					
	Operating temperature range [°C]		5 to 40					
	Operating humidity range [%RH]		90 or less (No condensation)					
	Weight [g]	Basic	165	220	430	585	1120	1760
		Compact	135	190	365	520	-	-
Electric specification	Motor size		□20		□28		□42	
	Motor		Step motor (Servo 24VDC)					
	Encoder (Angular displacement sensor)		Incremental A/B phase (800 pulse/rotation)					
	Rated voltage[VDC]		24 ± 10%					
	Power consumption /Standby power consumption when operating[W] Note 9)	Basic	11/7		28/15		34/13	36/13
		Compact	8/7		22/12		-	-
	Max. instantaneous power consumption [W] Note 10)	Basic	19		51		57	61
		Compact	14		42		-	-

Note 1) Gripping force should be from 10 to 20 times the workpiece weight. Moving force should be 150% when releasing the workpiece.Gripping force accuracy should be ±30%(F.S.)for LEHZ10/16, ±25%(F.S.)for LEHZ20/25 and ±20%(F.S.) for LEHZ32/40. Gripping with heavy attachment and fast pushing speed, may not reach the product specification. In this case, decreace the weight and lower the pushing speed.

Note 2) Pushing speed should be set within the range during pushing (gripping) operation. Otherwise, it may cause malfunction. The opening/closing speed and pushing speed are for both fingers. The speed for one finger is half this value.

Note 3) The speed and force may change depending on the cable length, load and mounting conditions. Furthermore, if the cable length exceeds 5 m, then it will decrease by up to 10% for each 5 m. (At 15 m: Reduced by up to 20%)

Note 4) Repeated length measurement accuracy means dispersion (value on the controller monitor) when the workpiece is repeatedly held in the same position.

Note 5) There will be no influence of backlash during pushing (gripping) operation. Make the stroke longer for the amount of backlash when opening.

Note 6) Repeatability means the variation of the gripping position (workpiece position) when the gripping operation is repeatedly performed by the same sequence for the same workpiece.

Note 7) A reference value for correcting an error in reciprocal operation. (In case of positioning operation.)

Note 8) Impact resistance: No malfunction occurred when the gripper was tested with a drop tester in both an axial direction and a perpendicular direction to the lead screw. (Test was performed with the gripper in the initial state.)
Vibration resistance: No malfunction occurred in a test ranging between 45 to 2000 Hz. Test was performed in both an axial direction and a perpendicular direction to the lead screw. (Test was performed with the gripper in the initial state.)

Note 9) The power consumption (including the controller) is for when the gripper is operating.
The standby power consumption when operating is for when the gripper is stopped in the set position during operation, including the energy saving mode when gripping.

Note 10) The maximum instantaneous power consumption (including the controller) is for when the gripper is operating.
This value can be used for the selection of the power supply.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 How to Order

LEHZ 10 □ K 2 – 4 □ □ – R 1 6N 1 □

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫

① Size

10
16
20
25
32
40

② Motor size

Nil	Basic
L Note)	Compact

Note) Size:
10, 16, 20, 25 only

③ Lead

K	Basic

④ 2fingers

⑤ Stroke (mm)

Stroke to both sides	Size
4	10
6	16
10	20
14	25
22	32
30	40

⑥ Finger option

Nil	Basic type
A	Side tapped mounting
B	Through-hole in opening / closing direction
C	Flat type fingers

⑦ Motor cable entry

Nil	Basic (Entry on the left side)
F	Entry on the front side

⑧ Actuator cable type*1

Nil	Without cable
S	Standard cables
R	Robotic type cables (Flexible type cables)*2

*1 The standard cable should be used on fixed parts.
For using on moving parts, select the robotic cable.
*2 Fix the motor cable protruding from the actuator to keep it unmovable. For details about fixing method, refre to Wiring/Cables in the Electric Actuators Precautions.

⑨ Actuator cable length [m]

Nil	Without cable	8	8*
1	1.5	A	10*
3	3	B	15*
5	5	C	20*

* produced upon receipt of order.
(Only "Robotic type cables" can be selected.)

⑩ Controller /Driver type *

Nil	Without controller	
6N	LECP6 (Step date input type)	NPN
6P		PNP
1N	LECP1 (Program-less type)	NPN
1P		PNP
MJ	LECPMJ (CC-link direct input type)	-
AN	LECPA (Pulse input type)	NPN
AP		PNP
C9	JXC9 (EtherNet/IP direct input type)	-

* For details about controllers/driver and compatible motors, refer to the compatible controllers/driver below.

⑪ I/O cable length [m] / 6* 1* A* *

Nil	Without cable
1	1.5
3	3
5	5

Communication plug connector / MJ*

Nil	None
S	Straight type
T	T branch type

Number of axis, and type of power supply / C9*

1	1 axis、DC24V

* When "Without controller/drivers" selected for controller/driver type, I/O cable, Communication plug connector, Number of axis, and type of power supply could not be selected.

⑫ Controller / Driver option

6* 1* A* MJ

Nil	Screw mounting type
D	DIN rail mounting type *

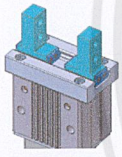
C9

7	Screw mounting type
8	DIN rail mounting type *

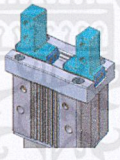
* DIN rail is not included, Order it separately.
For using on moving parts, select the robotic cable.

Finger option

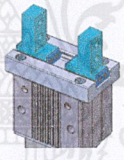
Nil: Basic type



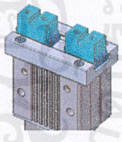
A: Side tapped mounting



B: Through-hole in opening / closing direction



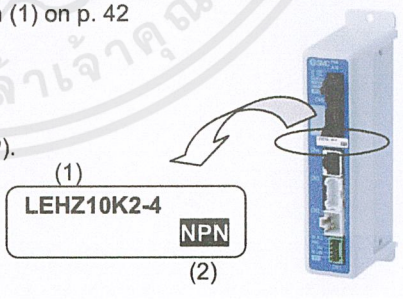
C: Flat type fingers



⚠ Caution

The actuator body and controller are sold as a package.
If When only the actuator is purchased separately, confirm that the combination of the controller, which you have and the actuator is compatible. / See 7.3⚠Caution (1) on p. 42

<Be sure to check the following before use.>
(1) Check that actuator label for model number.
This matches the controller.
(2) Check Parallel I/O configuration matches (NPN or PNP).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 Specification

	Model		LEHS10	LEHS20	LEHS32	LEHS40
Basic specification	Stroke/dia.[mm]		4	6	8	12
	Lead [mm]		255 / 76 (3.355)	235 / 56 (4.196)	235 / 40 (5.875)	235 / 40 (5.875)
	Gripping force 40 to 100%[N] Note1)Note3)	Basic	2.2 to 5.5	9 to 22	36 to 90	52 to 130
		Compact	1.4 to 3.5	7 to 17	-	-
	Opening/closing speed [mm/s] Gripping speed [mm/s] Note 2)Note3)		5 to 70 5 to 50	5 to 80 5 to 50	5 to 100 5 to 50	5 to 120 5 to 50
	Actuation type		Sliding screw and Wedge cam			
	Repeated length determination accuracy [mm] Note 4)		± 0.05			
	Finger backlash/ radium[mm] Note 5)		0.25 or less			
	Repeatability [mm] Note 6)		± 0.02			
	Positioning repeatability/ radium[mm]		± 0.05			
	Lost motion/radium[mm] Note 7)		0.25 or less			
	Impact resistance/vibration resistance [m/sec^2] Note 8)		150/30			
	Max. operating frequency[c.p.m]		60			
	Operating temperature range [°C]		5 to 40			
	Operating humidity range [%RH]		90 or less (No condensation)			
	Weight [g]	Basic	185	410	975	1265
		Compact	150	345	-	-
Electric specification	Motor size		□20	□28	□42	
	Motor		Step motor (Servo 24VDC)			
	Encoder (Angular displacement sensor)		Incremental A/B phase (800 pulse/rotation)			
	Rated voltage[VDC]		24 ± 10%			
	Power consumption /Standby power consumption when operating[W] Note 9)	Basic	11/7	28/15	34/13	36/13
		Compact	8/7	22/12	-	-
	Max. instantaneous power consumption [W] Note 10)	Basic	19	51	57	61
		Compact	14	42	-	-

Note 1) Gripping force should be from 7 to 13 times the workpiece weight. Moving force should be 150% when releasing the workpiece. Gripping force accuracy should be ±30%(F.S.)for LEHS10,±25%(F.S.)for LEHS20 and ±20%(F.S.)for LEHS32/40. Gripping with heavy attachment and fast pushing speed, may not reach the product specification. In this case, decreace the weight and lower the pushing speed.

Note 2) Pushing speed should be set within the range during pushing (gripping) operation. Otherwise, it may cause malfunction. The opening/closing speed and pushing speed are for both fingers. The speed for one finger is half this value.

Note 3) The speed and force may change depending on the cable length, load and mounting conditions. Furthermore, if the cable length exceeds 5 m, then it will decrease by up to 10% for each 5 m. (At 15 m: Reduced by up to 20%)

Note 4) Repeated length measurement accuracy means dispersion (value on the controller monitor) when the workpiece is repeatedly held in the same position.

Note 5) There will be no influence of backlash during pushing (gripping) operation. Make the stroke longer for the amount of backlash when opening.

Note 6) Repeatability means the variation of the gripping position (workpiece position) when the gripping operation is repeatedly performed by the same sequence for the same workpiece.

Note 7) A reference value for correcting an error in reciprocal operation. (In case of positioning operation.)

Note 8) Impact resistance: No malfunction occurred when the gripper was tested with a drop tester in both an axial direction and a perpendicular direction to the lead screw. (Test was performed with the gripper in the initial state.)
Vibration resistance: No malfunction occurred in a test ranging between 45 to 2000 Hz. Test was performed in both an axial direction and a perpendicular direction to the lead screw. (Test was performed with the gripper in the initial state.)

Note 9) The power consumption (including the controller) is for when the gripper is operating.
The standby power consumption when operating is for when the gripper is stopped in the set position during operation, including the energy saving mode when gripping.

Note 10) The maximum instantaneous power consumption (including the controller) is for when the gripper is operating.
This value can be used for the selection of the power supply.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 How to Order

LEHS [10] [ ] [K] [3] – [16] [ ] – [R] [1] [6N] [1] [ ]

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪

① Size

10
20
32
40

② Motor size

Nil	Basic
L Note)	Compact

Note) Size:
10, 20, only

③ Lead

K	Basic

④ 3 fingers

⑤ Stroke (mm)

Stroke to dia.	Size
4	10
6	20
8	32
12	40

⑥ Motor cable entry

Nil	Basic (Entry on the left side)
F	Entry on the front side
R	Entry on the right side

⑦ Actuator cable type*1

Nil	Without cable
S	Standard cables
R	Robotic type cables (Flexible type cables)*2

*1 The standard cable should be used on fixed parts.
For using on moving parts, select the robotic cable.
*2 Fix the motor cable protruding from the actuator to keep it unmovable. For details about fixing method, refre to Wiring/Cables in the Electric Actuators Precautions.

⑧ Actuator cable length [m]

Nil	Without cable	8	8*
1	1.5	A	10*
3	3	B	15*
5	5	C	20*

* produced upon receipt of order.
(Only "Robotic type cables" can be selected.)

⑨ Controller /Driver type *

Nil	Without controller	
6N	LECP6 (Step date input type)	NPN
6P		PNP
1N	LECP1 (Program-less type)	NPN
1P		PNP
MJ	LECPMJ (CC-link direct input type)	-
AN	LECPA (Pulse input type)	NPN
AP		PNP
C9	JXC9 (EtherNet/IP direct input type)	-

* For details about controllers/driver and compatible motors, refer to the compatible controllers/driver below.

⑩ I/O cable length [m] / 6* 1* A* *

Nil	Without cable
1	1.5
3	3
5	5

Communication plug connector / MJ*

Nil	None
S	Straight type
T	T branch type

Number of axis, and type of power supply / C9*

1	1 axis、DC24V

* When "Without controller/drivers" selected for controller/driver type, I/O cable, Communication plug connector, Number of axis, and type of power supply could not be selected.

⑪ Controller / Driver option

6* 1* A* MJ

Nil	Screw mounting type
D	DIN rail mounting type *

C9

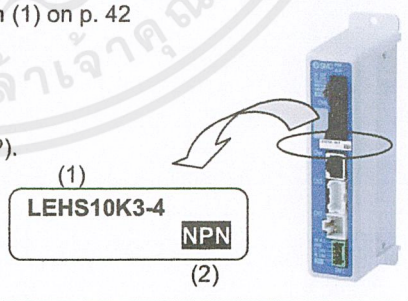
7	Screw mounting type
8	DIN rail mounting type *

* DIN rail is not included, Order it separately.
For using on moving parts, select the robotic cable.

⚠ Caution

The actuator body and controller are sold as a package.
If When only the actuator is purchased separately, confirm that the combination of the controller, which you have and the actuator is compatible. / See 7.3⚠Caution (1) on p. 42

<Be sure to check the following before use.>
(1) Check that actuator label for model number.
This matches the controller.
(2) Check Parallel I/O configuration matches (NPN or PNP).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Doc. no. LEC-OM00608

SMC

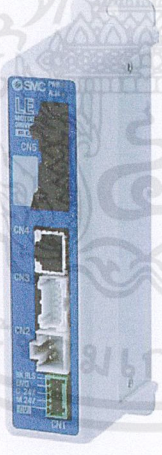
Operation Manual

PRODUCT NAME

Step Motor Controller (Servo / 24VDC)

MODEL / Series / Product Number

LECP6 Series



SMC Corporation

SMC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. CN5: Parallel I/O Connector

6.1 Parallel I/O specifications

*** Input specifications**

No.	Item	Specification
1	Input circuit	Internal circuit and photo coupler isolation
2	Number of inputs	11 inputs
3	Voltage	24VDC +/- 10%
4	Input current when ON	3.5mA±20% (at 24VDC)
5	Input Low Voltage Threshold	11V @ 1.5 mA

*** Output specifications**

No.	Item	Specification
1	Output circuit	Internal circuit and photo coupler Isolation
2	Number of outputs	13 outputs
3	Max. voltage between terminal	30VDC
4	Max. output current	10mA supply/sink
5	Saturation voltage	2.0V (Max.)

6.2 Parallel I/O type (NPN/PNP type)

There are two types of parallel I/O for this controller: NPN type (LECP6N□□-□) and PNP type (LECP6P□□-□).

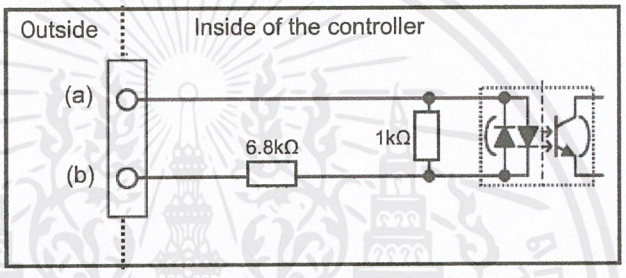
(1) Parallel I/O input circuit (same for both NPN and PNP type)

NPN type

(a)	「COM+」〈A1〉
(b)	IN0〈A3〉-SVON〈A13〉

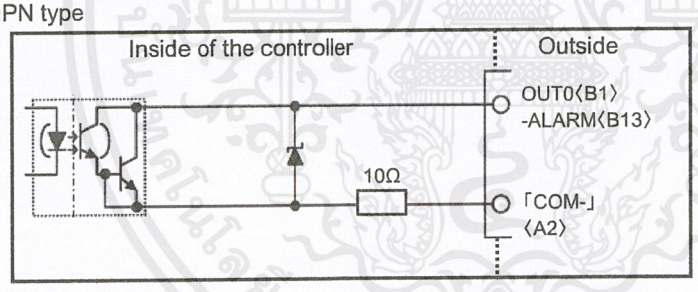
PNP type

(a)	「COM-」〈A2〉
(b)	IN0〈A3〉-SVON〈A13〉

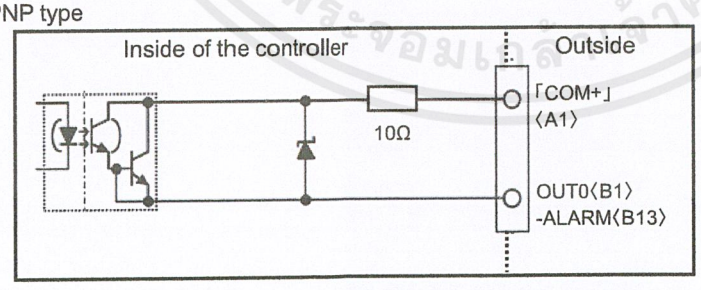


(2) Parallel I/O output circuit

NPN type

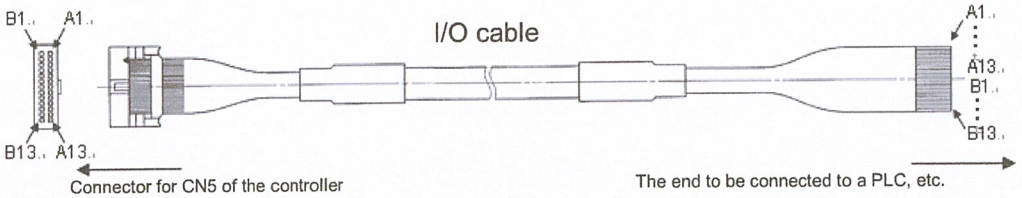


PNP type

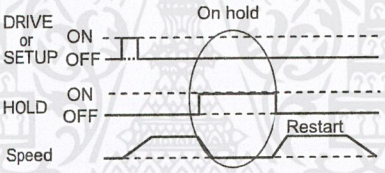


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 The parallel I/O signal is detailed



- Input terminal-

No.	Function	Description
A1	COM+	The terminal for the 24V of the 24VDC I/O signal power.
A2	COM-	The terminal for the 0V of the 24VDC I/O signal power.
A3	IN0	Bit no. to specify the step data (Specify the number by combining On/Off of the terminals.) Example: (Bit no. to specify the step data no.3.)
A4	IN1	
A5	IN2	
A6	IN3	
A7	IN4	
A8	IN5	
A9	SETUP	When SVRE (B11) is ON, the SETUP operation (return to origin operation) will be performed. During the SETUP operation, BUSY (B7) will be turned ON and after completion of the SETUP operation, SETON (B9) and INP (B10) will be turned ON.
A10	HOLD	If HOLD input is ON during operation, the speed decreases at maximum deceleration speed of the basic parameter until the actuator stops. The remaining stroke will be on hold as long as HOLD is ON and when HOLD is turned OFF, the actuator restart to travel the remaining stroke. * When DRIVE or SETUP is ON:  **⚠Caution** 1. As long as HOLD is ON, the DRIVE input will be disabled. 2. The output signals are rendered invalid whilst hold is in operation.
A11	DRIVE	When DRIVE is turned ON, the system scans the input IN0 to IN5 and starts the operation of the actuator. Then, when this terminal is turned OFF, the number of the active step data will be output via the terminals OUT0 to OUT5.
A12	RESET	The terminal to reset the alarm and the operation. After RESET, the speed decreases at maximum deceleration speed of the basic parameter until the actuator stops. INP and OUT0 to OUT5 will be turned OFF (however, if the actuator is stopped within the in-position range, the INP will be turned ON).
A13	SVON	When SVON is ON, the servo motor will be turned ON. When this is OFF, the servo motor will be turned OFF.(*1)

IN5	IN4	IN3	IN2	IN1	IN0
OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON
0	0	0	0	1	1

← Binary code

*1 It may take about ten seconds from turning on SVON to SVRE turned on when after the power supply.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Effective condition of the Parallel I/O signal

Signal name \ Condition	SETON	SVRE	BUSY
SETUP (Return to origin)	-	ON	OFF(*1)
DRIVE (Operation start instruction)	ON	ON	-

("-" = It doesn't depend In the ON/OFF state of the each output signal)

*1 During the positioning operation the SETUP input will be disabled whilst hold is in operation.

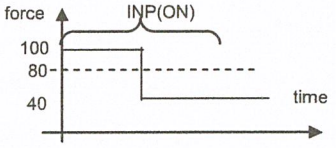
⚠Caution

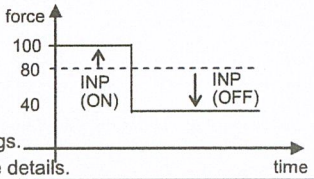
SETUP and DRIVE can only be accepted during the above conditions. An Alarm condition will happen during all other times. Keep the input signal combination for 15 ms (30 ms if possible) or longer.

-Output terminal-

No.	Function	Description
B1	OUT0	When the operation is started and DRIVE is turned OFF, a Bit no. corresponding to the number of the active step data will be output from these terminals. This output signal will be updated when DRIVE (A11) terminal is be turned ON. **⚠Caution** 1 When RESET is turned ON, these terminals are turned OFF. 2 During the alarm, these terminals output the alarm group. 3 During the pushing operation, if the actuator runs over the defined pushing width, these terminals will be turned OFF.
B2	OUT1	
B3	OUT2	
B4	OUT3	
B5	OUT4	
B6	OUT5	
B7	BUSY	This terminal is ON during the movement of the actuator (during the positioning operation, etc.). **⚠Caution** During the pushing operation without movement (no movement but the actuator generating the pushing force), BUSY is OFF. BUSY signal stays on for 50ms or longer after operation starts.
B8	AREA	When the actuator is within the range between Area 2 and Area1 in the step data, this terminal will be turned ON. The range changes depending on the active step data.
B9	SETON	When the actuator is in the SETON status (the position information is established), this terminal is turned ON. When the position status is not established, this terminal is OFF.
B10	INP	Because of actuator action, if output INP is ON, the actuator condition can vary. At the origin when within the ±"default Inposition" in the Basic parameter. During positioning operation Turns ON when the current position is within "Step data position +/- positioning range". During pushing operation When the pushing force exceeds the value set in the step data "Trigger LV".

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<table>
<tr><td>B10</td><td>INP
continue</td><td>
⚠Caution
(1)After pushing operation is finished, even if controller changes to energy saving mode,"INP" signal status maintains to ON.
(Example) Step data"force"is 100%
Step data"Trigger LV"is 80%,
The energy saving setting of
the actuator is 40%(*1)


(2) If controller version is below SV1.00 .
During pushing operation in energy saving mode, if the energy saving setting is less than the Trigger LV value, the INP output signal will turn OFF.
When movement starts again from the pushing stopped state, it will do pushing operation with energy saving pushing force.
(Example) Step data "force" is 100%
Step data "Trigger LV" is 80%
The energy saving setting of
the actuator is 40%.(* 1)


(*1)The actuator model determines the energy settings.
Please refer to the specifications of actuator for more details.
If the stop is input from the EMG or RESET terminal or the stop-switch on the connected Teaching Box during pushing operation,the actuator stop.
("Busy"signal turns OFF) And if the actuator stop within the range of "Position"± "In pos" defined in step data,output signal "INP" turns ON.
</td></tr>
<tr><td>B11</td><td>SVRE</td><td>When the servo motor is OFF, SVRE is OFF. When the servo motor is ON, SVRE is ON.(*1)</td></tr>
<tr><td>B12</td><td>*ESTOP(*2)</td><td>During activation of Teaching Box stop switch, this terminal is OFF. During the normal operation, this is ON. This is synchronized to the input terminal for the EMG signal on the controller connector CN1.</td></tr>
<tr><td>B13</td><td>*ALARM(*2)</td><td>When there are no alarms, this terminal is ON.
When there are alarms, this is OFF.</td></tr>
</table>

*1 It may take about ten seconds from turning on SVON to SVRE turned on when after the power supply.

*2 The "ALARM" and "ESTOP" are the negative-true logic output.

The table below shows the changes in the output signal with respect to controllers state.

State \ Output signal	BUSY	INP	SVRE	Lock	SETON	OUT0-5
Controller powered down [SVOFF] with no motion	OFF	OFF	OFF	Lock	OFF	OFF
Controller powered down [SVON] with no motion	OFF	OFF	ON	Release	OFF	OFF
During returning to origin, [SETUP].	ON	OFF	ON	Release	OFF	OFF
The actuator is at the origin. On completion of [SETUP]	OFF	ON(* 1)	ON	Release	ON	OFF
During movement by positioning/pushing operation.	ON	OFF	ON	Release	ON	ON(* 2)
The actuator is paused by [HOLD]	OFF	OFF	ON	Release	ON	ON(* 2)
On completion of the positioning operation.	OFF	ON(* 4)	ON	Release	ON	ON(* 2)
Stopped due to pushing a work-load in pushing operation.	OFF	ON	ON	Release	ON	ON(* 2)
Stopped due to no detection of work-load during a pushing operation.	OFF	OFF	ON	Release	ON	OFF
On completion of return to origin and then with [SVON] turned off.	OFF	OFF(* 4)	OFF	Lock	ON	ON(* 3)
EMG signal stop from the CN1 connector after the actuator is at the origin.	OFF	OFF(* 4)	OFF	Lock	ON	OFF

* 1: The output turns on when the actuator is within the range defined in the basic parameter setup.

* 2: The output is updated on the transision of (ON→OFF) of the DRIVE input signal.

* 3: Retains the previous state.

* 4: The output turns on when the actuator is "In position" of the step data.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Doc. no.MX*-OMP0038-D

SMC

Operation Manual

PRODUCT NAME

AIR SLIDE TABLE

MODEL / Series / Product Number

MXQ6 (A, B) −**Z*
MXQ8 (A, B, C) −**Z*
MXQ12 (A, B, C) −**Z*
MXQ16 (A, B) −**Z*
MXQ20 (A, B) −**Z*
MXQ25 (A) −**Z*

SMC Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Product Specifications

1-1 Specifications

Model		MXQ6	MXQ8	MXQ12	MXQ16	MXQ20	MXQ25
Bore size (mm)		Φ6	Φ8	Φ12	Φ16	Φ20	Φ25
Port size		M5×0.8					
Fluid		Air					
Action		Double acting					
Operating pressure		0.15 to 0.7MPa Note 1) Note 2) 0.35 to 0.7MPa (with Endlock)					
Proof pressure		1. 05 MPa					
Ambient and fluid temperature		-10 to 60°C(No freezing)					
Operating speed range		50 to 500mm/s Note 3) 50 to 300mm/s (Metal stopper with damper) Note 4)					
Cushion	Without stroke adjuster	Rubber bumper at both ends					
	With stroke adjuster	Metal stopper with bumper / Rubber stopper / Shock absorber					
Lubrication		Lubrication not required.					
Auto switch		Solid state auto switch (2-wire and 3-wire) 2-color display solid state auto switch (2-wire and 3-wire)					
Stroke length tolerance		$^{+2}_{0}$ mm					

Note1) Please refer to the table for the Lowest Operating Pressure for a metal stopper with bumper
If the operating pressure is lower than this, repeatability becomes worse.
Lowest Operating Pressure for metal stopper with damper:
The lowest required pressure to fully compress the protruding portion of the damper and have metal to metal contact.

Note2) Operating pressure for the cylinder with shock absorber which I.D. is φ20 is 0.15 to 0.6MPa.

Note3) Maximum operating speed range of MXQ25(A)-150,MXQ6B-50 and 75, MXQ8B-75 and 100, MXQ16B-100 and 150, MXQ20B-125,150 without stroke adjuster is 300mm/s.

Note4) Specification speed range of MXQ**B metal stopper with bumper is 50 to 200mm/s.

Table 1

Lowest Operating pressure for a metal stopper with bumper (MPa)

Model	Minimum operating pressure	Model	Minimum operating pressure
MXQ8(A,C)	0.3	MXQ8B	0.3
MXQ12(A,C)	0.3	MXQ12B	0.3
MXQ16(A)	0.2	MXQ16B	0.2
MXQ20(A)	0.2	MXQ20B	0.2
MXQ25(A)	0.2		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

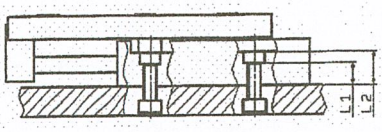
2. How to use

2-1 Mounting

(1) Mounting of body

Three types of installation are available according to the machine or work piece.

1. Side mounting (Body tapped)



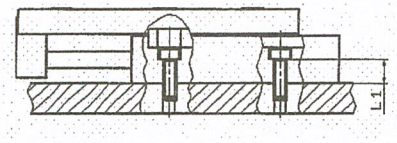
Model	Bolt	Maximum tightening torque	Thread depth: L1(mm)	Max. thread depth: L2(mm)
MXQ6	M4 × 0.7	2.1	5	8
MXQ8	M4 × 0.7	2.1	8	11
MXQ12	M5 × 0.8	4.4	11	15
MXQ16	M6 × 1	7.4	14	19
MXQ20	M6 × 1	7.4	9	
MXQ25	M8 × 1.25	18	12	
MXQ6A	M4 × 0.7	2.1	8	11
MXQ8A	M4 × 0.7	2.1	8	11
MXQ12A	M5 × 0.8	4.4	8	12
MXQ16A	M6 × 1	7.4	12	17
MXQ20A	M6 × 1	7.4	9	
MXQ25A	M8 × 1.25	18	12	
MXQ6B	M4 × 0.7	2.1	5	8
MXQ8B	M5 × 0.8	4.4	4	9
MXQ12B	M6 × 1	7.4	7	12
MXQ16B	M6 × 1	7.4	10	15
MXQ20B	M8 × 1.25	18	14	20
MXQ8C	M4 × 0.7	2.1	6	9
MXQ12C	M5 × 0.8	4.4	8	12

⚠ Caution

Types other than MXQ20(A) and MXQ25(A) have through tapped hole
Use the bolt shorter than max. screw depth (L2) by 0.5mm or more.
Longer bolts can hit the moving part, which causes operation failure.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Side mounting (Body through hole)



Model	Bolt	Maximum tightening torque	Thread depth: L1(mm)
MXQ6	M3 × 0.5	1.1	5.3
MXQ8	M3 × 0.5	1.1	8.3
MXQ12	M4 × 0.7	2.7	11.5
MXQ16	M5 × 0.8	5.4	14.4
MXQ20	M5 × 0.8	5.4	19.3
MXQ25	M6 × 1	9.2	23.5
MXQ6A	M3 × 0.5	1.1	8.3
MXQ8A	M3 × 0.5	1.1	8.3
MXQ12A	M4 × 0.7	2.7	8.5
MXQ16A	M5 × 0.8	5.4	12.4
MXQ20A	M5 × 0.8	5.4	16.3
MXQ25A	M6 × 1	9.2	20.5
MXQ6B	M3 × 0.5	1.1	5.3
MXQ8B	M4 × 0.7	2.7	4.5
MXQ12B	M5 × 0.8	5.4	7.4
MXQ16B	M5 × 0.8	5.4	10.3
MXQ20B	M6 × 1	9.2	14.5
MXQ8C	M3 × 0.5	1.1	6.3
MXQ12C	M4 × 0.7	2.7	8.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายทักษ์ดนัย แซ่ลี่

เกิดวันที่ 8 มกราคม 2538

ภูมิลำเนาอยู่จังหวัดกรุงเทพมหานคร

จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ

เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า

กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มีความสนใจในด้านการใช้งาน PLC ควบคุมเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม

นางสาวมณีรัตน์ เหลือคล้ำ

เกิดวันที่ 9 ตุลาคม 2537

ภูมิลำเนาอยู่จังหวัดราชบุรี

จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนบางแพปฐมพิทยา

กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มีความสนใจในด้านการใช้งาน PLC ควบคุมเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้