

ชุดสาธิตระบบควบคุมแบบลำดับขั้นสำหรับ
ขบวนการอุตสาหกรรม



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SEQUENTIAL CONTROLLED SYSTEM FOR INDUSTRIAL

PROCESS DEMONSTRATION



Mr. Nuttee Chuichay
Mr. Yingyong Liengvithayakun

Project Report Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Bachelor's Degree

Department of Industrial technology

Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology

1993

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ชุติสาริระบบควบคุมแบบลำดับขั้นสำหรับ
 ขบวนการอุตสาหกรรม
 ชื่อนักศึกษา นายนิธิ ลุยฉาย
 นายยิ่งยง เลียงวิทยาคุณ
 อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ไพศาล นาคพิพัฒน์
 ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม
 ปีการศึกษา 2536

ภาคเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

.....หัวหน้าภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม
 ()
 คณะกรรมการสอบ
ประธานคณะกรรมการ
 ()
กรรมการ
 ()
กรรมการ
 ()
กรรมการ
 ()

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ชุดสาธิตระบบควบคุมแบบลำดับขั้นสำหรับขบวนการ อุตสาหกรรม
ชื่อนักศึกษา	นายันทที ฉุยฉาย นายบึงยง เลียงวิทยาคุณ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ไพศาล นาคพิพัฒน์
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2536

บทคัดย่อ

SEQUENTIAL CONTROLLED DEMONSTRATION SYSTEM FOR INDUSTRIAL PROCESS ชุดนี้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เป็นระบบควบคุม และ ชุดเครื่องจักร ส่วนที่เป็นระบบควบคุมนี้จะเป็นตัวควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องจักร จะมีทั้งแบบ AUTO และ MANUAL วงจรจะประกอบด้วย STEP SEQUENCE โดยอาศัยวงจร DEMULTIPLEX เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ จึงสะดวกต่อการตรวจสอบในกรณีเครื่องเสีย ส่วนชุดเครื่องจักรนั้นยังสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ส่วนแรกจะเป็นส่วนของสายพานลำเลียงซึ่งสามารถลำเลียงได้ทั้งชิ้นงานที่เป็นโลหะและอโลหะ กรณีเป็นโลหะทุกระบบการทำงานจะเป็นไปตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ แต่ถ้าเป็นอโลหะ การทำงานของระบบจะถูก PASS STEP ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เลยไปทางสายพานตอนหน้าที่สายพานจะติดตั้ง P1 และ P2 เป็น INDUCTIVE S.W. ฝั่งไว้ภายในเพื่อตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ ส่วนที่สองจะเป็นส่วนของ BOX TRANSLATION เคลื่อนที่เดินหน้าและถอยหลัง โดยมี MICRO S.W.S1 และ S2 เป็นตัวกำหนดการสิ้นสุดของระยะทางการเคลื่อนที่ ส่วนที่สามเป็นส่วนของBOX เคลื่อนที่ขึ้น-ลง เพื่อคูดชิ้นงาน มี MICRO S.W.S3 และ S4 เป็นตัวกำหนดการเคลื่อนที่ขึ้นสุดลงสุดซึ่งสามส่วนนี้จะถูกขับเคลื่อนโดย STEPPING MOTOR ซึ่งถูก CONTROL โดยระบบควบคุม

Project Report Title	Sequential Controlled System For Industrial Process Demonstration
Name	Mr. Nuttee Chuichay Mr. Yingyong Liengvithayakun
Project Report Advisor	Dr. Paisal Nakpipat
Department	Industrial Technology
Academic Year	1993

Abstract

Sequential controlled demonstration system for industrial process , These system can be divided in 2 section . There are control system section and mechanical section. Control system section its controls whole of mechanical system(auto and manual). The circuit compose of step sequence for processing system by using demultiplex, So convenience in case of machine break down. Mechanical system can be divided in 3 part. First part , consist of belt conveyer to transport metal and unmetal. If it is metal the machine will process in designed. If it's unmetal the machine will pass step to next belt conveyer. In belt conveyer it fix P1 and P2 (inductive switch) for detect metal. Second part it is moving box translation (forward and reverse) it fixed micro switch S1 and S2 for moving limit. Third part, it is moving box translation (up and down) for catch metal it fixed micro switch S3 and S4 for moving limit. These 3 part will control by stepping motor by control system

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

เนื่องจากชุด SEQUENTIAL CONTROLLED DEMONSTRATION SYSTEM FOR INDUSTRIAL PROCESS นี้ ประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นระบบควบคุมและชุดเครื่องจักรซึ่งชุดเครื่องจักรนี้ จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางด้าน MECHANIC อย่างมาก ซึ่งแรงบันดาลใจ และความรู้ในแง่เทคนิคต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องมีสำหรับผู้จัดทำนั้น นอกเหนือจากข้อมูลและเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ ไม่สามารถหาได้ง่าย และ โดยเฉพาะประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริงนั้นมีน้อยมาก ซึ่งความอนุเคราะห์ที่ผู้จัดทำได้รับอย่างมากมาย สืบเนื่องมาจากความตั้งใจจริงในการอบรมสั่งสอนและแนะนำในแนวทางที่ถูกต้องของอาจารย์ผู้มีพระคุณ ซึ่งผู้จัดทำนอกจากจะได้รับความรู้ต่าง ๆ จากการถ่ายทอดแล้ว ยังได้รับความห่วงใยที่มีต่อผู้จัดทำฉันทศิษย์และอาจารย์อีกด้วย

ฉะนั้น ในโอกาสอันเหมาะสมนี้ผู้จัดทำขอได้กล่าวขอบพระคุณในความรู้ ความห่วงใยและความปรารถนาดี ที่ผู้จัดทำได้รับจากท่านอาจารย์ ดร.ไพศาล นาคพิพัฒน์ มา ณ ที่นี้ด้วยความจริงใจ โดยส่วนตัวของผลงานที่อาจมีโอกาสดำเนินเผยแพร่ไปยังผู้แสวงหาความรู้ทางด้านนี้ ผู้จัดทำขอมอบให้เป็นเกียรติแก่ท่านอาจารย์ ส่วนข้อผิดพลาดหรือแนวทางที่ผิดนั้น ผู้จัดทำขอน้อมรับไว้เพื่อแก้ไขต่อไปในอนาคต มา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

17 ตุลาคม 2536

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 ขอบเขตของโครงการ	2
1.3 แนวโน้มในการประยุกต์ใช้งานในลักษณะอื่น	2
บทที่ 2 ทฤษฎี PLC และ ทฤษฎีมอเตอร์	4
2.1 ทฤษฎี PLC	4
2.2 โครงสร้างและการทำงานของ PLC	6
2.3 ลักษณะโปรแกรมควบคุม	15
2.4 ทฤษฎีมอเตอร์	21
2.5 เปรียบเทียบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ SERVO กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ SERVO	28
2.6 สเต็ปเปอร์มอเตอร์	37
บทที่ 3 ฟลોકซิมีตี้สวิทช์	48
3.1 ระบบควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง	51
บทที่ 4 การออกแบบวงจร	56
4.1 ระบบการทำงาน	56
4.2 วงจร STEP SEQUENCE	57
- วงจร COUNTER CIRCUIT	59
- วงจร TEST LAMP CIRCUIT	60
4.3 วงจร EMERGENCY ALARM	61
4.4 วงจร INDUCTIVE SWITCH	63
บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์	98
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยเราได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างมาก โดยเฉพาะงานด้านอุตสาหกรรมได้มีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ตั้งแต่อุตสาหกรรมขนาดเล็กที่มีการลงทุนต่ำไปจนถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ซึ่งมีการลงทุนสูง และได้มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาใช้ เช่น ระบบ PLC (PROGRAMABLE LOGIC CONTROL) ซึ่งเหมาะสำหรับระบบงานที่มีความสลับซับซ้อน ระบบงานที่มี FUNCTION INPUT และ OUTPUT มาก ๆ

ในส่วนของวงจร SEQUENCE ที่ทำการออกแบบขึ้นมา เน้นทางด้าน การนำเอาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ มาใช้งานร่วมกับ ระบบ PLC จึงง่ายแก่การเข้าใจ วงจรประกอบด้วยระบบ STEP SEQUENCE ซึ่งมีการทำงานโดยอาศัย วงจรตีมีลติเพล็กซ์ เพื่อทำให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ จึงง่ายต่อการตรวจสอบกรณีมีอาการเสียเกิดขึ้น ระบบควบคุมต่าง ๆ ได้แยกออกเป็นหลายส่วน จึงสามารถเพิ่ม FUNCTION ทาง INPUT และ OUTPUT ได้

การออกแบบระบบได้คำนึงถึงหลักการบริหารอุตสาหกรรม ซึ่งได้ออกแบบระบบให้ใช้งานได้ 2 ลักษณะ คือ ระบบสายพานลำเลียงวัสดุที่เป็นโลหะ และ วัสดุที่ไม่เป็นโลหะ ซึ่งการใช้งานได้ 2 ลักษณะที่ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนได้เป็นจำนวนมาก การออกแบบได้คำนึงถึงความปลอดภัย จึงได้ออกแบบระบบ SAFETY ที่มีระบบสัญญาณเตือนขึ้น เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับการนำไปประยุกต์ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะเป็นประโยชน์ต่อท่านที่สนใจไม่มากนักน้อย

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

จุดมุ่งหมายของระบบการบริหารอุตสาหกรรม ของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ นั้น มักเน้นในด้านการลดต้นทุนการผลิตลง เพื่อให้เกิดผลกำไรสูงสุด การลด DOWN TIME ของเครื่องจักร, เพื่อเพิ่มผลผลิต รวมถึงระบบความปลอดภัยต่าง ๆ ที่จะทำให้ขวัญและกำลังใจของพนักงานดีขึ้นจากการทำโครงการจึงมีวัตถุประสงค์ดังนี้

ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เพื่อใช้วิชาความรู้ที่ได้ศึกษาในหลักสูตรให้เกิดประโยชน์กับส่วนรวม
2. เพื่อเป็นแนวทางที่จะนำไปใช้กับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และเป็นความคิดพื้นฐานสำหรับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ต่อไป
3. เป็นการตอบสนองนโยบายของระบบงานในโรงงานอุตสาหกรรม และเพิ่มประสิทธิภาพให้กับขบวนการผลิต ตลอดจนขวัญและกำลังใจของพนักงานที่เกี่ยวข้อง
4. ศึกษากระบวนการควบคุมและเทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่มีใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป

1.2 ขอบเขตของโครงการปริญญาโท

- ออกแบบวงจรและสร้าง
 1. วงจร STEP SEQUENCE
 - วงจรอิเล็กทรอนิกส์สวิตช์
 - วงจร COUNTER ตั้งระยะในการขับเคลื่อนระบบสายพานลำเลียง
 - วงจร TEST LAMP
 2. STEPPING MOTOR และวงจรขับ STEPPING MOTOR
 3. สัญญาณฉุกเฉิน โดยใช้วงจรอะเสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์
 4. INDUCTIVE SWITCH (SENSOR)
 5. ชุดเครื่องจักรจำลองทางอุตสาหกรรม
 6. การทดลองและแก้ไขข้อบกพร่อง

1.3 แนวโน้มในการประยุกต์ใช้งานในลักษณะอื่น

จากการที่ได้ศึกษาหาข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทำให้ทราบถึงขอบเขตและระบบงานในสายการผลิต จากโครงการนี้จึงเป็นขั้นพื้นฐานในการนำไปประยุกต์ และออกแบบใช้กับระบบ PLC ได้ ส่วนของระบบนี้รอบสายพานถ้าทำให้การนับนั้นละเอียดมาก ๆ โดยใช้ ROTARY ENCODER แทน ก็สามารถที่จะนำไปใช้กับระบบวัดระยะตัดชิ้นงานได้ ส่วนของ BOX อาจจะเปลี่ยนจากแม่เหล็กชั่วคราวเป็นระบบ VACOUM หรือแตรัมจับก็ได้ ตามลักษณะงานที่จะใช้

การใช้งานจริงในโรงงานอุตสาหกรรม MICRO SWITCH ทุกตัว ควรเปลี่ยนเป็น INDUCTIVE PROXIMITY SWITCH ทรงกลม เพราะสะดวกในการไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้งานกว่าและไม่เกิดปัญหาเกี่ยวกับหน้าสัมผัสของ CONTACT ลึก

จากโครงการนี้ได้ออกแบบระบบสายพานไว้ 2 เจริ้นไซ คือ เจริ้นไซแรก วัตถุที่เป็นตัวนำผ่านสายพานหยุด แขนจับลงมาจับวัตถุไป แต่ถ้ากรณีเป็นวัตถุที่ไม่ใช่ตัวนำ สายพานจะไม่หยุดและจะพาวัตถุนั้นผ่านออกมาถึง การประยุกต์ใช้งาน ถ้าออกแบบให้มีสายพานที่ 2 ต่อออกไปรับวัตถุที่ไม่เป็นตัวนำนั้นไปเข้ายังขบวนการผลิตในขั้นตอนอื่นอีกก็จะเป็นการประหยัด หรือจะใช้เป็นขบวนการแยกวัตถุที่เป็นโลหะ และอโลหะออกจากกันก็ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

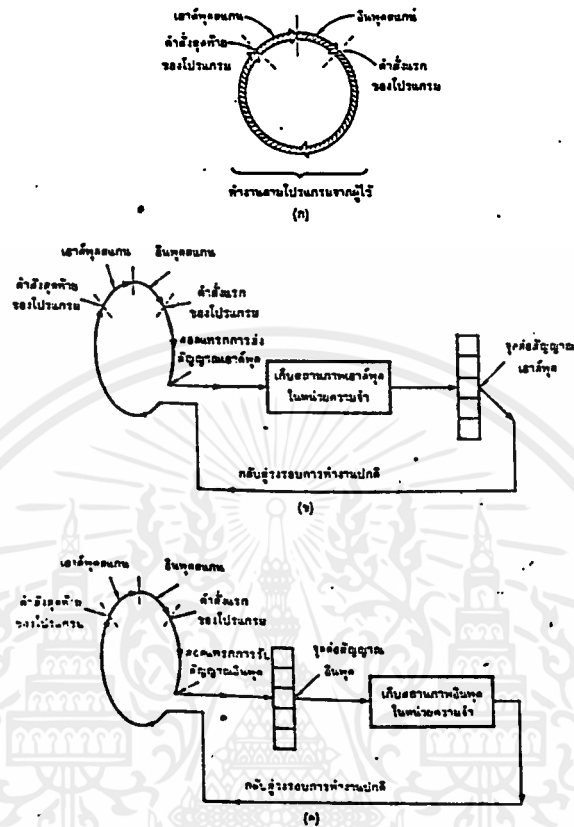
ทฤษฎี PLC และ ทฤษฎีมอเตอร์

2.1 ทฤษฎี PLC

ในอดีตการควบคุมแบบซีเควนซ์หรือแบบลำดับขั้นนั้น จะใช้รีเลย์เป็นอุปกรณ์หลัก และมักจะประสบปัญหาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงวงจรเพราะความยุ่งยากในการเดินสายไฟ และขนาดของพื้นที่ที่ใช้สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ มีจำกัด เมื่อความก้าวหน้าทางอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น จึงมีการใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาควบคุมแทนระบบเก่า ซึ่งได้เปรียบกว่าในเรื่องของขนาด ราคา ความเชื่อถือได้ ความเร็วในการทำงาน และความปลอดภัยจากไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรควบคุม อย่างไรก็ตาม การนำวงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาใช้แทนระบบเก่าซึ่งเป็นวงจรรีเลย์ก็ยังไม่สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับ ความยุ่งยากในการปรับปรุงและพัฒนาวงจรควบคุมได้ จนกระทั่งไม่กี่ปีมานี้ได้มีการพัฒนาระบบควบคุมที่ไม่ผูกติดกับอุปกรณ์หรือฮาร์ดแวร์ (hardware) ขึ้น สำหรับใช้ในระดับอุตสาหกรรม โดยทำงานตามคำสั่งที่ถูกกำหนดจากผู้ใช้ ในลักษณะของโปรแกรม (program) หรือชุดคำสั่งที่ทำให้ระบบควบคุมอัตโนมัติ มีความยืดหยุ่นต่อลักษณะการใช้งานสูง และสามารถทนสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขบวนการผลิตได้พอสมควร เช่น ความร้อน อุณหภูมิ หรือความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น การปรับปรุงแก้ไขการทำงานก็สามารถทำได้ง่าย เพียงแต่แก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงโปรแกรม และที่สำคัญใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor) เป็นหน่วยประมวลผล ทำให้อุปกรณ์มีขนาดเล็กแต่ขีดความสามารถและความเร็วในการทำงานสูงกว่าระบบเดิม จนได้รับความนิยมและนำมาใช้ในงานควบคุมทางอุตสาหกรรมกันมากขึ้นตามลำดับ

เนื่องจากอุปกรณ์ควบคุมที่พัฒนาขึ้นมาี้ ถูกกำหนดการทำงานจากโปรแกรม ผู้ใช้ได้เขียนขึ้นจึงเรียกเครื่องควบคุมนี้ว่า เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ (programmable controller: pc) สามารถทำการวิเคราะห์สัญญาณได้ทั้งแบบดิจิทัลและอะนาลอก นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ควบคุมที่ถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็กลงไปอีก เพื่อให้เหมาะสมกับงานที่มีการควบคุมไม่ซับซ้อนมากนักโดยให้วิเคราะห์ได้แต่สัญญาณดิจิทัลเพียงอย่างเดียว เรียกว่า เครื่องควบคุมแบบลอจิกโปรแกรมได้ (programmable logic controller: plc) ซึ่งจัดเป็น PC ขนาดเล็กนั่นเอง อย่างไรก็ตามไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ก็สามารถใช้ได้กับงานควบคุมทั่วไป และใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหน่วยประมวลผลเหมือนกัน ทำให้ทั้ง PC และ PLC สามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์ได้



รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงถึงวงรอบของการสแกน

- (ก) แสดงวงรอบการสแกนของ PC/PLC ทั่ว ๆ ไป
- (ข) แผนภาพแสดงการสแกนที่มีการจัดจังหวะ เพื่อสอดแทรกการส่งค่าเอาต์พุต
- (ค) แผนภาพแสดงการสแกนที่มีการจัดจังหวะ เพื่อสอดแทรกการรับสัญญาณอินพุต

ข้อดีของ PC/PLC เมื่อเทียบกับระบบควบคุมเดิม

- มีความยืดหยุ่นและคล่องตัวต่อการใช้งานในอุตสาหกรรมระดับสูง
- ติดตั้งและควบคุมการทำงานได้ง่าย
- มีขนาดเล็กใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย
- การทำงานอาศัยโปรแกรมที่ป้อนจากผู้ใช้งาน จึงสามารถปรับปรุงและแก้ไขได้ง่าย
- หน่วยความจำที่ใช้สามารถเลือกใช้ได้หลายแบบอาจจะเป็น RAM, ROM,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถควบคุมอุปกรณ์ที่อยู่ไกล ๆ ได้ด้วยการควบคุมแบบรีโมต
- มี input/output relay, auxiliary relay และ timer/counter ให้เรียกใช้เป็นอย่างมากและหน้าสัมผัสของรีเลย์แต่ละตัวสามารถเรียกใช้งานได้ไม่จำกัด
- ความเร็วในการทำงานสูง
- ทนต่อสภาพการดำเนินงานในหลายลักษณะ ดูแลรักษาทำได้ง่าย
- ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับความสกปรกของหน้าสัมผัส
- ความน่าเชื่อถือสูง เพราะ เป็นคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งที่ถูกออกแบบให้เข้ามาใช้งานเฉพาะด้าน
- เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมที่อาจจะมีการขยาย หรือ เพิ่มขบวนการผลิต เพราะสามารถติดตั้ง และเพิ่มเติมจุดต่ออินพุต/เอาต์พุต ได้อีกจำนวนมาก

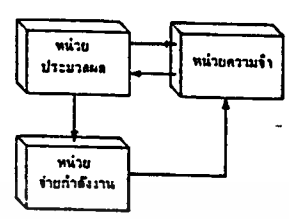
2.2 โครงสร้างและการทำงานของ PC/PLC

ถ้าพิจารณาโครงสร้างโดยทั่วไปแล้วอาจกล่าวได้ว่า PC/PLC นั้นประกอบด้วยโครงสร้างที่สำคัญ ๆ อยู่ 4 ส่วนคือ

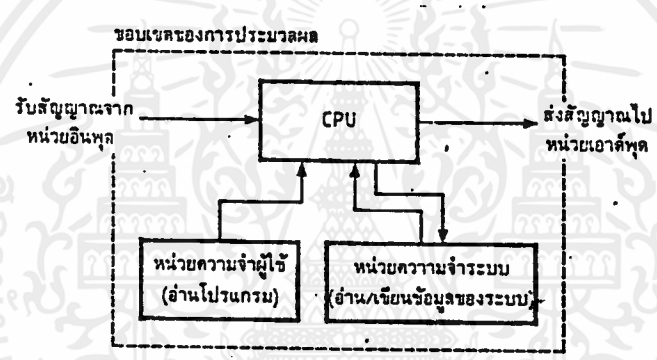
หน่วยประมวลผล (processor unit or CPU unit) การประมวลผลของ PC จะประมวลผลตามโปรแกรมที่ผู้ใช้ป้อน โดยสถานภาพการทำงานของอุปกรณ์ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่รับเข้ามา และผลที่ได้จากการประมวลข้อมูลเข้ามานั้นจะแสดงทางด้านเอาต์พุต การตรวจรับข้อมูลอินพุตจะเริ่มตรวจรับตั้งแต่อินพุตแรกจนถึงอินพุตสุดท้าย แล้วจึงกลับไปตรวจรับอินพุตแรกอีกกล่าวคือ ทำงานแบบวนรอบ (loop) หรือแบบซ้ำ (repetitive) ซึ่งการทำงานในแต่ละรอบนี้ เรียกว่า การสแกน (scanning) และการสแกนในแต่ละรอบหากมีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุตแล้ว ผลจากการสแกนก็จะถูกประมวลผลไปยังเอาต์พุตในทันที โดยทั่วไปแล้วการสแกนของ PC ในรอบหนึ่ง ๆ จะเร็วมากคือ ใช้เวลาเป็นมิลลิวินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของโปรแกรมด้วย เพราะในระหว่างการสแกน

เอกค่าสิ่งทุกค่าสิ่งในโปรแกรมจะถูกประมวลผลหมดค่า ดังนั้นโปรแกรมที่ใช้เวลาในการไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สแกนน้อยก็จะมีการวนรอบ เพื่อตรวจสอบอินพุตดีกว่าโปรแกรมที่ใช้เวลาในการสแกนมาก เป็นผลให้การตอบสนองต่อการควบคุมรวดเร็วกว่าด้วย ซึ่งวงรอบของการสแกนและโครงสร้างของ CPU แสดงได้ดังรูปที่ 2.1 และ 2.2 ตามลำดับ



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของ CPU



รูปที่ 2.3 แสดงการใช้งานหน่วยความจำของ PC/PLC อย่างง่าย

หน่วยความจำ (memory unit) เนื่องจาก PC เป็นอุปกรณ์ที่ประมวลผลด้วยไมโครโพรเซสเซอร์ ดังนั้นจึงต้องมีหน่วยความจำสำหรับเก็บคำสั่งและข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ไมโครโพรเซสเซอร์ เรียกใช้ในการประมวลผลโดยขนาดของหน่วยความจำนี้จะเป็นสิ่งที่กำหนดขีดความสามารถของระบบด้วย ซึ่งปกติแล้วการอ้างถึงคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมจะอ้างเป็นแอดเดรส (address) โดยให้คำสั่งแรกเริ่มจากแอดเดรสที่ 0000 แล้วคำสั่งถัดไปก็จะอยู่ในแอดเดรสที่ต่อเนื่องกันบางครั้งผู้ผลิต PC/PLC จะบอกมาในคู่มือการใช้งานเครื่องด้วยว่าผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมได้ไม่เกินแอดเดรสที่เท่าไร

นอกจากนี้ PC/PLC ยังให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้หน่วยความจำได้หลายชนิดอีกด้วย เช่น **แอสซิงโครนัส** ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

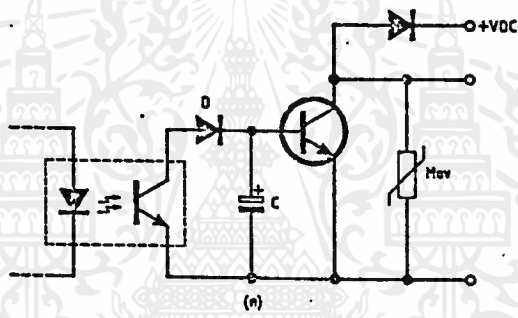
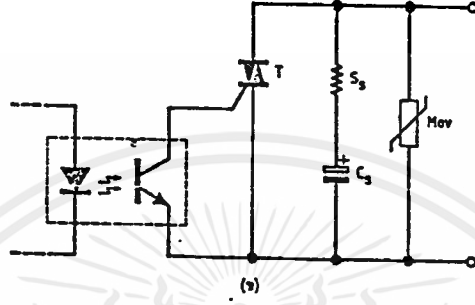
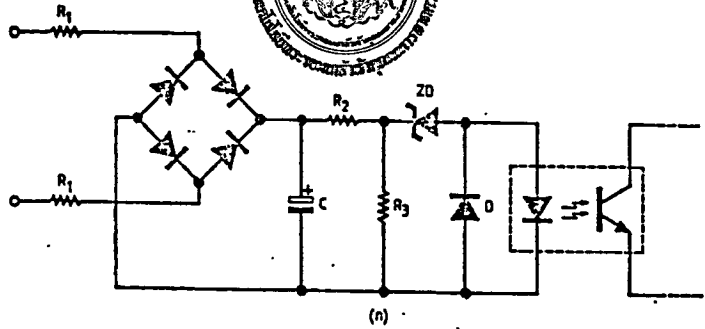
- ROM (read only memory) เป็นหน่วยความจำที่ไม่สามารถแก้ไขข้อมูลภายในได้ แต่สามารถเก็บข้อมูลได้ในขณะไม่มีไฟเลี้ยง
- RAM (random access memory) เป็นหน่วยความจำที่แก้ไขข้อมูลได้ แต่ต้องใช้ไฟเลี้ยงเพื่อรักษาข้อมูลไว้
- PROM (programable read only memory) เป็น ROM ชนิดหนึ่งที่ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมลงได้ด้วยอุปกรณ์พิเศษ
- EPROM (erasable programable read only memory) เหมือน PROM แต่สามารถลบข้อมูลได้ ทั้งนี้สามารถศึกษาได้จากสเปกของ PC/PLC แต่ละบริษัท

โดยลักษณะการใช้งานของหน่วยความจำนั้น สามารถแบ่งหน่วยความจำได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

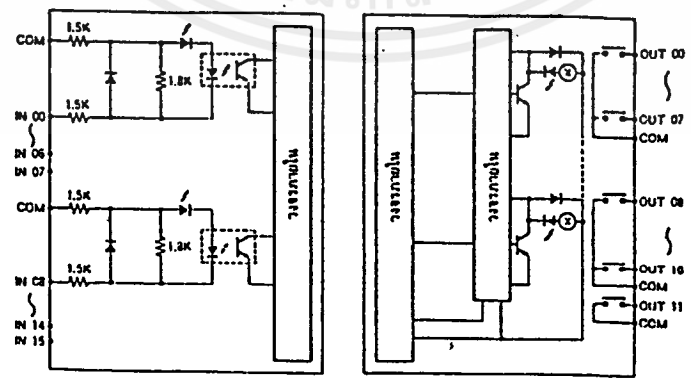
- หน่วยความจำของระบบ (system memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บระบบจัดการและข้อมูลของต่าง ๆ ระบบ
- หน่วยความจำของผู้ใช้ (user memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรม และข้อมูลการใช้งาน ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกชนิดของหน่วยความจำชนิดนี้ได้ ดังที่ได้กล่าวถึงในตอนต้น

ทั้งนี้ภายใน PC/PLC อาจมี RAM ประกอบอยู่เป็นส่วนหนึ่งของหน่วยความจำ เพื่อเก็บสภาพของอินพุต เอาต์พุตรีเลย์ (relay) ตัวตั้งเวลา (timer) ตัวนับ (counter) หรือข้อมูลอื่นๆของระบบที่อาจจะมี การเปลี่ยนแปลงค่า (Update) ระหว่างการประมวลผลร่วมอยู่ด้วย ซึ่งโครงสร้างการใช้งานหน่วยความจำอย่างง่ายแสดงได้ดังรูปที่ 2.3

หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (input-output unit) หน่วยอินพุต-เอาต์พุตของ PC ที่ใช้ติดต่อกับระบบควบคุมนั้น อาจเป็นได้ทั้งสัญญาณอะนาลอกและสัญญาณดิจิทัล (สำหรับ PLC ติดต่อกับเฉพาะสัญญาณดิจิทัลเท่านั้น) ซึ่งในการใช้งาน ผู้ใช้จะต้องศึกษาถึงข้อกำหนดในการใช้งานของเครื่องอย่างละเอียด เช่นต้องการแรงดันอินพุตเท่าไร กระแสเอาต์พุตเท่าไร และข้อมูลอื่น ๆ ควรมีค่าอยู่ในช่วงไหนที่จะไม่สร้างความเสียหายกับอุปกรณ์ ดังตัวอย่าง ตารางที่ 2.1 เป็นข้อมูลการการใช้งานของ PLC ยี่ห้อหนึ่งในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงหน่วยอินพุต-เอาต์พุตของ PC/PLC รุ่นต่าง ๆ



รูปที่ 2.5 แสดงหน่วยอินพุต-เอาต์พุตของ PLC อีกแบบหนึ่ง

โดยทั่วไปแล้วสัญญาณไฟฟ้าที่จะรับเข้าไปสู่วงจรภายใน ทั้งทางด้านอินพุต-เอาต์พุตจะไม่ต่อกันโดยตรง แต่จะมีการปรับแรงดันให้มีค่าที่พอเหมาะก่อนแล้วส่งสัญญาณผ่านการเชื่อมโยงทางแสง (optic coupling) เพื่อป้องกันผลจากแรงดันสูงและสัญญาณรบกวน ซึ่ง PC/PLC แต่ละยี่ห้อจะมีลักษณะของวงจรเชื่อมต่อดังกล่าวคล้าย ๆ กัน ดังตัวอย่างวงจรรูปที่ 2.4 และรูปที่ 2.5

การติดต่อระหว่างอุปกรณ์อินพุต-เอาต์พุตกับ PC/PLC บางครั้งอาจมีการใช้อุปกรณ์พวกเปลี่ยนสัญญาณ (signal converter) หรืออุปกรณ์รับ/ส่ง (transmitter) เพื่อปรับแปลงสัญญาณให้สามารถใช้ร่วมกับ PC/PLC ได้ เช่นแปลงสัญญาณจากแรงดันหรืออุณหภูมิให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ PC/PLC สามารถเข้าใจได้

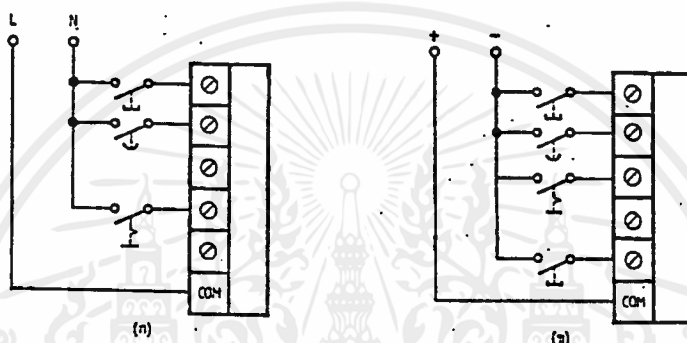
ตารางที่ 2.1 แสดงข้อกำหนดต่าง ๆ ของ PC/PLC ตระกูลหนึ่ง

	DC input(NPN/PNP)	Contact output
Input voltage	DC 24V +10%, -15%	—
Input impedance	3k Ω	—
Input current	7mA TYP. (DC 24V)	—
ON-delay time	20ms max.	15ms max.
OFF-delay time	20ms max	15ms max.
Number of circuits	16 points (8 points/common)	12 points (8 points/common, 3 points/common, and independent contact)
ON voltage	DC 16V max.	—
OFF voltage	DC 5V min.	—
Max. switching capacity	—	AC 250V/2A (p.f. = 1), DC 24V/2A*
Min. switching capacity	—	DC 5V 10mA*
Service life (Model G6B relays)	—	Electrical: 300,000 operations Mechanical: 50,000,000 operations

อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับตรวจจับสัญญาณที่มีการนำมาประยุกต์ใช้กับ PC/PLC ได้แก่ สวิตช์ลูกลอย สวิตช์ความดัน เทอร์โมสตัด ลิ้มิตสวิตช์ โพลาร์สวิตช์ สวิตช์แบบไม่ต้องสัมผัส สวิตช์ลำแสง ตัวตรวจจับสี ตัวตรวจจับวัตถุ ตัวตรวจจับบาร์โค้ด ตัวตรวจจับความสูงของชิ้นงาน ตัวตรวจจับความเร็วของการไหล หรือแม้แต่ตัวกำเนิดสัญญาณบางชนิด ก็มีการนำมาใช้กับ PC/PLC ในการควบคุมด้วยเช่นกัน

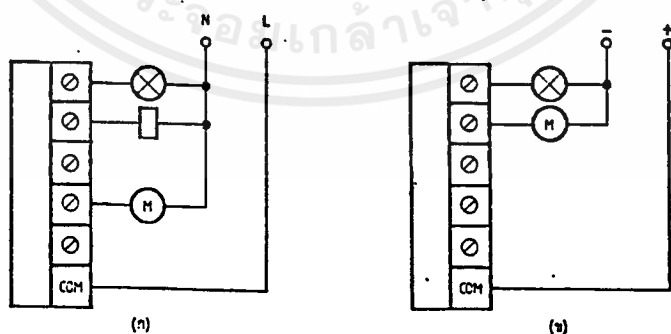
ข้อสังเกตอันหนึ่งคือ PC/PLC ส่วนใหญ่นั้นจะมีอินพุต-เอาต์พุตที่ทำงานในลักษณะ เปิด-ปิด (ON-OFF) โดยทั้งหน้าสัมผัสอินพุตและหน้าสัมผัสเอาต์พุตจะมีจุดร่วม (common) ของหน้าสัมผัสส่วนกันนั่นเอง พิจารณารูปที่ 2.6 และ 2.7 จะไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นว่าด้านหนึ่งของหน้าสัมผัสจะใช้ไฟเลี้ยงร่วมกัน ส่วนอีกด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับอุปกรณ์แล้วกลับไปครบวงจรยังแหล่งกำเนิดไฟ จะเห็นว่าจุดต่ออินพุต-เอาต์พุต อาจใช้ไม่ครบทุกจุดหรือเลือกใช้เป็นบางจุดได้ สำหรับลักษณะของไฟเลี้ยงต้องศึกษาจากคู่มือใช้งานของ PC/PLC แต่ละเครื่อง เช่น ข้อมูลในตารางที่ 2.1 บอกได้ว่าด้านอินพุตมีจุดต่อทั้งหมด 16 จุดแบ่งเป็น 8 จุดต่อ 1 จุดรวมด้านเอาต์พุตมีจุดต่อทั้งหมด 12 จุด แบ่งออกเป็น 8 จุดต่อ 1 จุดรวม, 3 จุดต่อ 1 จุดรวมและ 1 จุดต่อ 1 จุดรวม ซึ่งแผนภาพการจัดวางจุดต่อแสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.6 แสดงการต่อวงจรภายนอกกับหน่วยอินพุตของ PC/PLC

- (ก) ใช้กับระบบไฟสลับ
- (ข) ใช้กับระบบไฟตรง

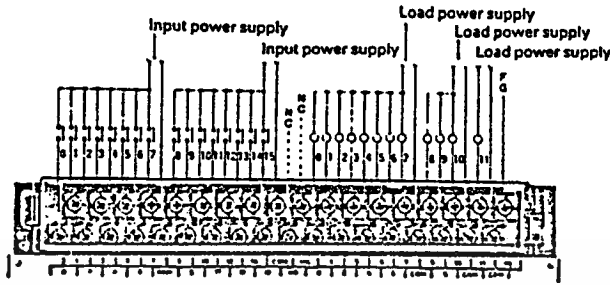


รูปที่ 2.7 แสดงการต่อวงจรภายนอกกับหน่วยเอาต์พุตของ PC/PLC

- (ก) ใช้กับระบบไฟสลับ
- (ข) ใช้กับระบบไฟตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Terminal Signal name (Relay)	IN1 (0001)	IN3 (0003)	IN5 (0005)	IN7 (0007)	IN9 (0009)	IN10 (0010)	IN12 (0012)	IN14 (0014)	COM4	NC	OUT1 (0501)	OUT3 (0503)	OUT5 (0505)	OUT7 (0507)	OUT8 (0508)	OUT10 (0510)	OUT11 (0511)	FG
Terminal Signal name (Relay)	IN8 (0008)	IN2 (0002)	IN4 (0004)	IN6 (0006)	COM1	IN11 (0011)	IN13 (0013)	IN15 (0015)	NC	OUT0 (0500)	OUT2 (0502)	OUT4 (0504)	OUT6 (0506)	COM4	OUT9 (0509)	COM4	COM4	COM4

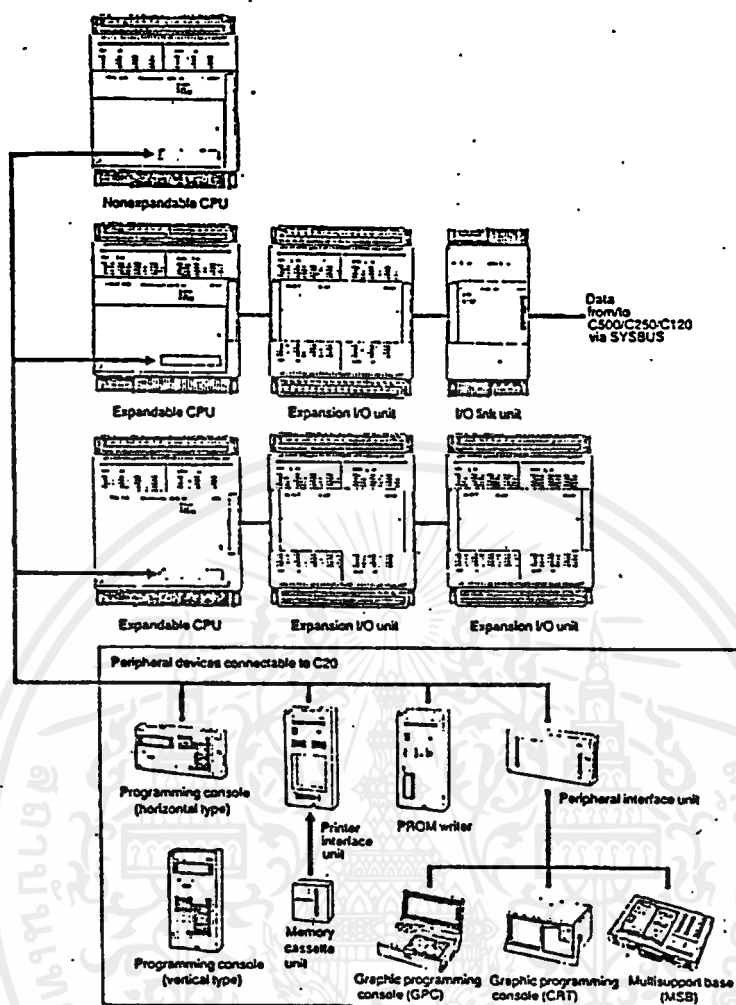


รูปที่ 2.8 แสดงการจัดวางจุดต่ออินพุต-เอาต์พุตของ PC/PLC รุ่นหนึ่ง

อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral device) ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า PC/PLC ถูกออกแบบมาให้มีความยืดหยุ่น ต่อการใช้งานสูง และมีโครงสร้างคล้ายกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ PC/PLC สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นได้มากมาย ดังในรูปที่ 2.9 ทั้งนี้ความสามารถในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิตและขนาดของเครื่อง PC นั้น ซึ่งผู้ผลิตส่วนใหญ่มักจะออกแบบมาคล้าย ๆ กัน อุปกรณ์หลัก ๆ ที่ PC สามารถติดต่อได้ ได้แก่

- หน่วยป้อนโปรแกรม (programming console)
- เครื่องป้อนโปรแกรมผ่านจอภาพ (CRT programmer)
- เครื่องพิมพ์ (printer)
- เครื่องบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำ (memory burner)
- จอภาพแสดงผล (terminal monitor)
- หน่วยความจำแบบคาสเซตต์ (memory cassette unit)
- คอมพิวเตอร์ (computer)

การใช้งานทั่วไปนั้นมักจะใช้ PC/PLC ร่วมกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีทั้งฟังก์ชันที่ช่วยในการเขียนและตรวจสอบโปรแกรมมากมาย ประกอบกับโดยทั่วไปตามโรงงานหรือห้องควบคุมต่าง ๆ มักจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้งานได้อยู่แล้ว การใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ติดต่อกับ PC จึงกระทำได้ง่ายและสะดวก ไม่นับว่าอุปกรณ์ใด ๆ ที่ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



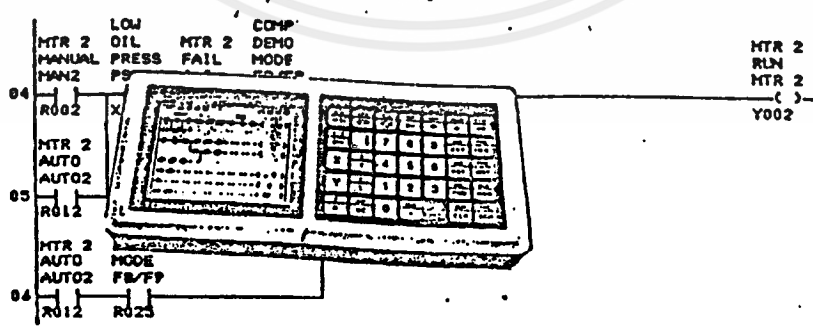
รูปที่ 2.9 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง PC/PLC ยี่ห้อหนึ่งกับอุปกรณ์อื่น ๆ และ แสดงการต่อขยาย CPU กับหน่วยอินพุต-เอาต์พุตอื่น ๆ

PC/PLC ที่ติดตั้งใช้งานอยู่โดยทั่วไปนั้น จะประกอบด้วยชุดของ CPU, หน่วยอินพุต/เอาต์พุต และอาจจะมีหน่วยขยายจำนวนอินพุต/เอาต์พุต หรือหน่วยขยาย CPU ร่วมอยู่ด้วยซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดอาจถูกจัดให้อยู่ในกล่องเป็นชุดสำเร็จก็ได้ แต่ก็อาจจะไม่มีอุปกรณ์สำหรับการป้อนโปรแกรมเพราะอุปกรณ์เหล่านี้เมื่อป้อนโปรแกรมให้กับ CPU แล้วสามารถถอดไปใช้งานกับเครื่องอื่น ๆ ได้ ปัจจุบันนี้ผู้ผลิต PC/PLC หลาย ๆ ยี่ห้อได้พัฒนาอุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมให้สามารถแสดงแลดเดอร์ไดอะแกรม (ladder diagram) บนหน้าจอด้วยเพื่อให้สามารถตรวจสอบการทำงานของ CPU และการสแตทัสของรีเลย์ได้ง่ายยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 2.10 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบสัญลักษณ์ วงจรควบคุมระบบซีเคอร์กับแลคเตอร์ไคอะแกรม

สัญลักษณ์		ความหมายของสัญลักษณ์
ซีเคอร์	แลคเตอร์ไคอะแกรม	
		หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด
		หน้าสัมผัสแบบปกติปิด
		หน้าสัมผัสหน่วงเวลาแบบปกติเปิด
		หน้าสัมผัสหน่วงเวลาแบบปกติปิด
		รีเลย์เอาต์พุต
		รีเลย์ตั้งเวลา

This circuit controls motor 2. R002 is the contact from the manual logic and R012 is the contact from the auto logic.

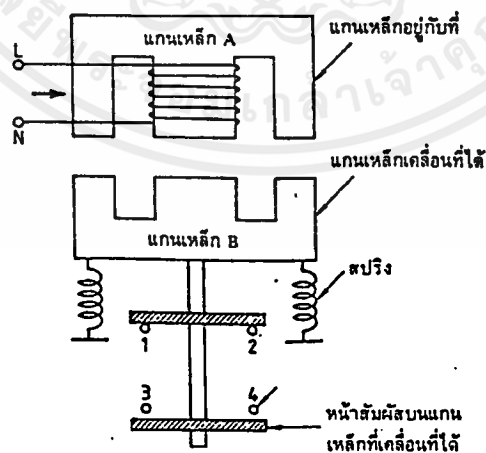


รูปที่ 2.10 ตัวอย่างอุปกรณ์สำหรับการป้อนโปรแกรมที่สามารถแสดงแลคเตอร์

เอกไดอะแกรมได้ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ลักษณะโปรแกรมควบคุม

โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมเป็นการเรียกใช้คำสั่งหรือฟังก์ชันที่ PC/PLC แต่ละรุ่นได้สร้างไว้ บางครั้งเรียกค่านิ่งแต่ละคำสั่งนี้ว่ารหัสนิมอนิก (nemonic code) ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมจะทำโดยเขียนวงจรควบคุมขึ้นมาก่อน วงจรควบคุมขึ้นมาก่อน วงจรควบคุมนี้ประกอบด้วยหน้าสัมผัสของรีเลย์ ตัวรีเลย์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่เครื่องแต่ละรุ่นรู้จัก การเขียนวงจรควบคุมนี้ คล้ายกับการเขียนวงจรควบคุมแบบซีเคอร์นซ์ทั่วไป ต่างกันก็เพียงสัญลักษณ์ที่ใช้เท่านั้น ดังนั้นจึงมีการเรียกวงจรควบคุมที่เขียนขึ้นมาใหม่สำหรับใช้โปรแกรมกับเครื่อง PC นี้ว่าแลคเตอร์ไดอะแกรม การป้อนโปรแกรมให้กับ PC/PLC นั้นเป็นการบอกให้ PC/PLC รู้ว่าวงจรควบคุมของผู้ใช้มีลักษณะการต่อและควบคุมอย่างไร แล้วให้ PC/PLC จำลองลักษณะการทำงานตามแลคเตอร์ไดอะแกรม หรือวงจรควบคุมนั้นด้วย ภาระบวกรของ PC/PLC เอง โดยตรวจสอบเงื่อนไข และประมวลผลการทำงานผ่านทางหน่วยอินพุต-เอาต์พุต จะเห็นว่าเมื่อต้องมีการเปลี่ยนแปลงลำดับการทำงานก็สามารถทำได้ โดยการแก้ไขตัวโปรแกรมเท่านั้น หรืออาจจะเดินสายใหม่เล็กน้อย ซึ่งทำได้ง่ายและใช้เวลาไม่นานนัก



เอกรูปที่ 2.11 แสดงโครงสร้างอย่างง่ายของรีเลย์นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ใช้ในแลค เคอร์ โคอะแกรม

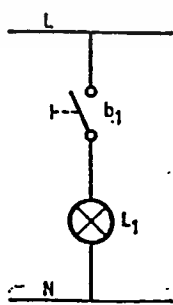
เนื่องจากวงจรควบคุมแบบซีเควนซ์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปกับแลคเคอร์โคอะแกรม มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกัน เพียงแต่ใช้สัญลักษณ์ที่ต่างกันเท่านั้น จึงนำวงจรทั้งสองมาเปรียบเทียบพอเข้าใจและรู้จักกับแลคเคอร์โคอะแกรมให้มากขึ้นเพราะในการปฏิบัตินั้นก็มักจะพบวงจรทั้งสองแบบนี้ไม่แบบใดก็แบบหนึ่ง ดังตารางที่ 2.2

ซึ่งการอ้างถึงหน้าสัมผัสหรือรีเลย์ต่าง ๆ ของ PC/PLC นั้นจะอ้างเป็นตัวเลข เช่น 0000 หรือ 0500 ซึ่งตัวเลขเหล่านี้จะถูกกำหนดขึ้นสำหรับใช้กับ PC/PLC แต่ละรุ่นเท่านั้น ทั้งนี้รายละเอียดต้องศึกษาจากคู่มือประจำเครื่อง

เนื่องจากรีเลย์นั้นยังเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม และมีให้เห็นหลาย ๆ ลักษณะเพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจพื้นฐานที่ตรงกัน จึงขอยกเรื่องราวของรีเลย์มากล่าวถึงกันพอสังเขป

รีเลย์เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าที่ประกอบด้วย ขดลวดพันบนแกนเหล็กที่อยู่กับที่ และแกนเหล็กที่เคลื่อนที่ได้ดังรูปที่ 2.11 เมื่อจ่ายไฟให้แกนเหล็ก A ก็จะมีสภาพเป็นแม่เหล็ก ซึ่งสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะทำให้แกนเหล็ก B เคลื่อนที่เข้าหาแกนเหล็ก B เคลื่อนที่ตามทำให้หน้าสัมผัส 1-2 ซึ่งปกติปิดอยู่จะเปิดออกและหน้าสัมผัส 3-4 ซึ่งปกติเปิดก็จะปิด รีเลย์มีทั้งชนิดที่ทำงานด้วยไฟกระแสตรงและกระแสสลับ

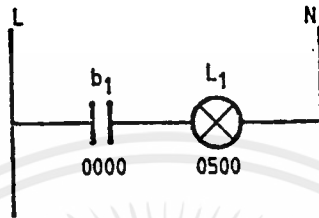
นี่คือ หลักการของรีเลย์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป สำหรับใน PC/PLC รีเลย์เหล่านี้จะถูกเลียนแบบการทำงานด้วยการประมวลผลเชิงตรรก แล้วนำผลการทำงานไปใช้ในการตรวจสอบโปรแกรมต่อไป



เอก รุปที่ 2.12 วงจรควบคุมการปิด/เปิดไฟอย่างง่ายัน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างวงจรควบคุมอย่างง่าย

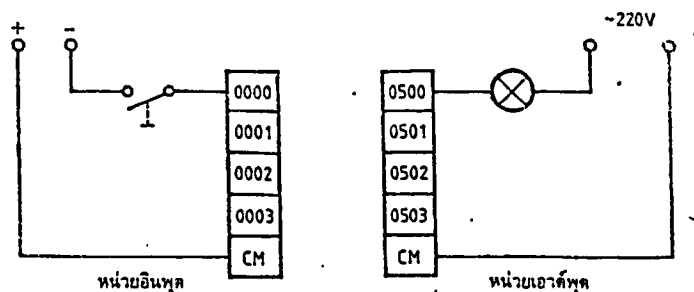
พิจารณารูปที่ 2.12 จะเป็นวงจรควบคุมการปิดเปิดของหลอดไฟอย่างง่ายด้วยสวิตช์กดติดปล่อยดับ b_1 คือเมื่อกดสวิตช์ b_1 แล้วหลอดไฟ L_1 ก็จะติด และเมื่อปล่อยสวิตช์ b_1 หลอดไฟ L_1 ก็จะดับสามารถเขียนวงจรจากรูปที่ 2.12 ไปเป็นแลดเดอร์ไดอะแกรมได้ ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมที่มี การทำงานเหมือนกันกับรูปที่ 2.12

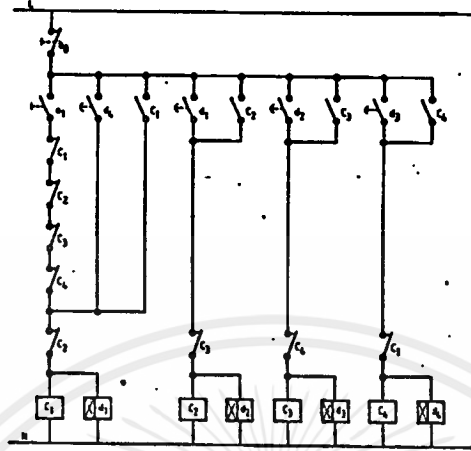
จะเห็นว่าสวิตช์ b_1 ในรูปที่ 2.12 เมื่อนำมาเขียนในแลดเดอร์ไดอะแกรมจะใช้สัญลักษณ์เป็นหน้าสัมผัสธรรมดาเพราะเครื่อง PC/PLC นั้นตรวจสอบเพียงว่าหน้าสัมผัสนี้กำลังเปิดหรือปิดเท่านั้น ไม่สนใจว่าจะเปิดปิดด้วยวิธีใด ดังนั้นสวิตช์หน้าสัมผัสของรีเลย์ หรืออุปกรณ์ตัดต่อของเซนเซอร์ต่าง ๆ จะมีความหมายเป็นหน้าสัมผัสเหมือนกันหมด

ทำนองเดียวกันหลอดไฟ L_1 เมื่อนำมาเขียนในแลดเดอร์ไดอะแกรมจะใช้สัญลักษณ์เป็นรีเลย์ทั้งหมด เพราะ PC/PLC ถือว่าเมื่อมีรีเลย์ทำงานผู้ใช้สามารถนำหน้าสัมผัสของรีเลย์ไปใช้ควบคุมวงจรใช้งานอื่น ๆ ได้ ซึ่งมีลักษณะการต่อหน่วยอินพุต-เอาต์พุต ของ PC/PLC แสดงได้ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะการต่ออุปกรณ์หน่วยอินพุต-เอาต์พุต ของ PC/PLC จากแลดเดอร์ไดอะแกรมในรูปที่ 2.13 เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

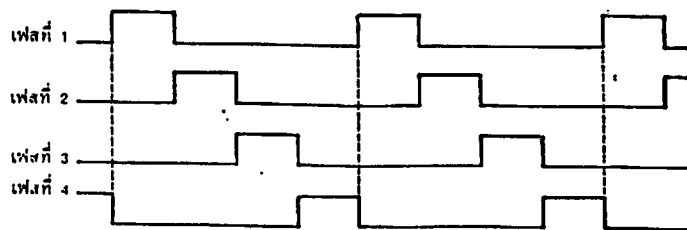
สำหรับในรูปที่ 2.15 เป็นวงจรอย่างง่ายในการควบคุมสแต็ปปีงมอเตอร์ ซึ่งแสดงให้เห็นการทำงานอย่างมีลำดับหรือซีเควนซ์ โดยมีลักษณะพัลส์ควบคุมดัง ไคอะแกรมเวลาในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.15 วงจรควบคุมสแต็ปปีงมอเตอร์ด้วยรีเลย์แมคานิก

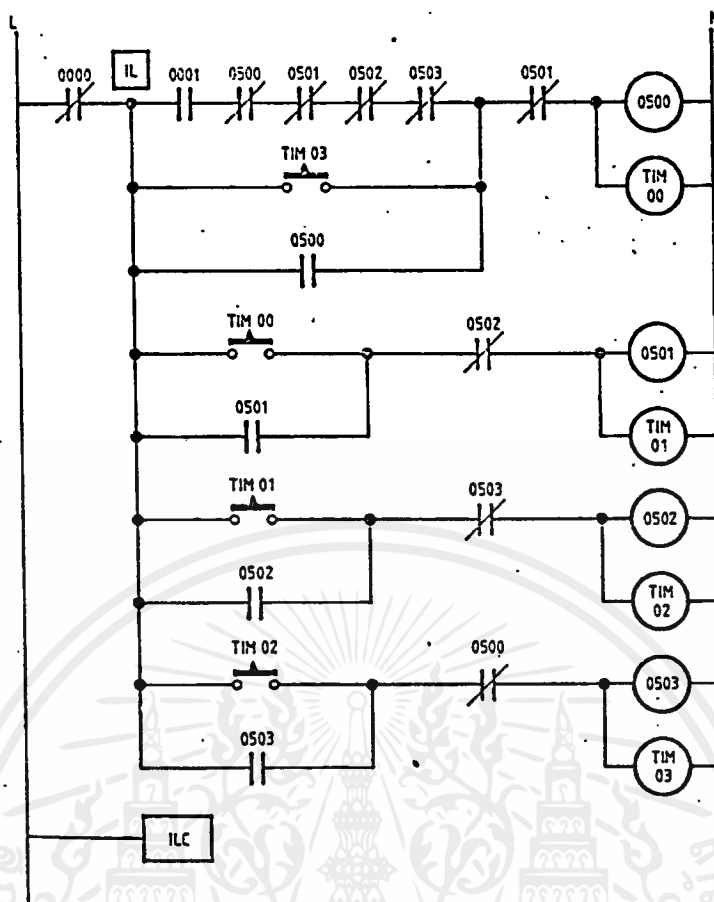
การทำงานของวงจรในรูปที่ 2.15 เริ่มจากการกดสวิตช์ b1 ซึ่งจะทำให้รีเลย์ C1 ทำงานพร้อมกับรีเลย์หน่วงเวลา d1 และเมื่อครบเวลาหน้าสัมผัสของ d1 ก็จะต่อวงจรให้รีเลย์ C2 และรีเลย์หน่วงเวลา d2 ทำงานและตัดวงจรของรีเลย์ C1, d1 ออกไป และในส่วนต่อไปก็จะวนเช่นนี้ตลอดไปจนกว่าจะกดสวิตช์ b0 หยุดการทำงาน

ในทางปฏิบัติ สแต็ปปีงมอเตอร์จะได้รับสัญญาณพัลส์ที่มีขนาดและคาบไม่เท่ากันทุกเฟส เนื่องจากอุปกรณ์พวกนี้ทำงานในแบบแมคานิกยากต่อการตั้งให้เท่ากัน และเพื่อให้ได้ผลที่แน่นอนเที่ยงตรง PC/PLC จึงเข้ามามีบทบาทแทน ซึ่งจากรูปที่ 2.15 และไคอะแกรมเวลาในรูปที่ 2.16 สามารถเขียนเป็นแลคเตอร์ไคอะแกรมได้ดังรูปที่ 2.17



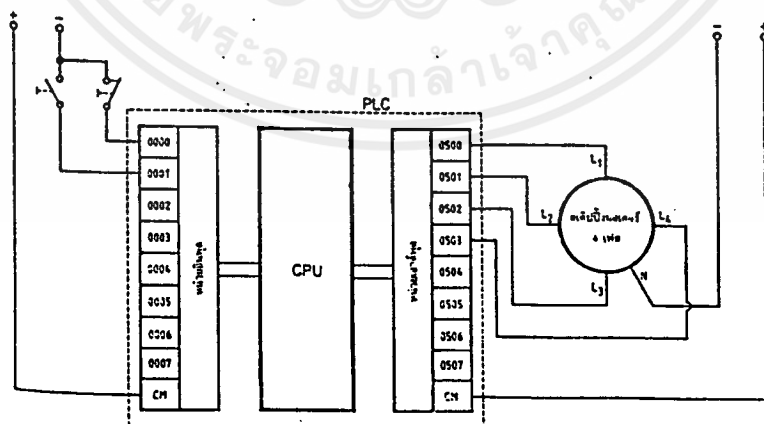
รูปที่ 2.16 แสดงไคอะแกรมเวลาของสัญญาณควบคุม การหมุนของสแต็ปปีงมอเตอร์ในรูปที่ 2.18

เอกสารนี้จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 ตัวอย่างของการเขียนแลคเตอร์ไคอะแกรม จากวงจรควบคุมใน

รูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อของ PC/PLC ตามแลคเตอร์ไคอะแกรม

เอกสารในรูปที่ 2.17 ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยกำหนดให้หมายเลขเรียกอุปกรณ์ ในแลดเดอร์ไดอะแกรมบนอุปกรณ์ต่าง ๆ ในรูปที่ 2.15 ดังนี้

ในส่วนอินพุต

b0 = 0000

b1 = 0001

ในส่วนเอาต์พุต

C1 = 0500, d1 = TIM 00

C2 = 0501, d2 = TIM 01

C3 = 0502, d3 = TIM 02

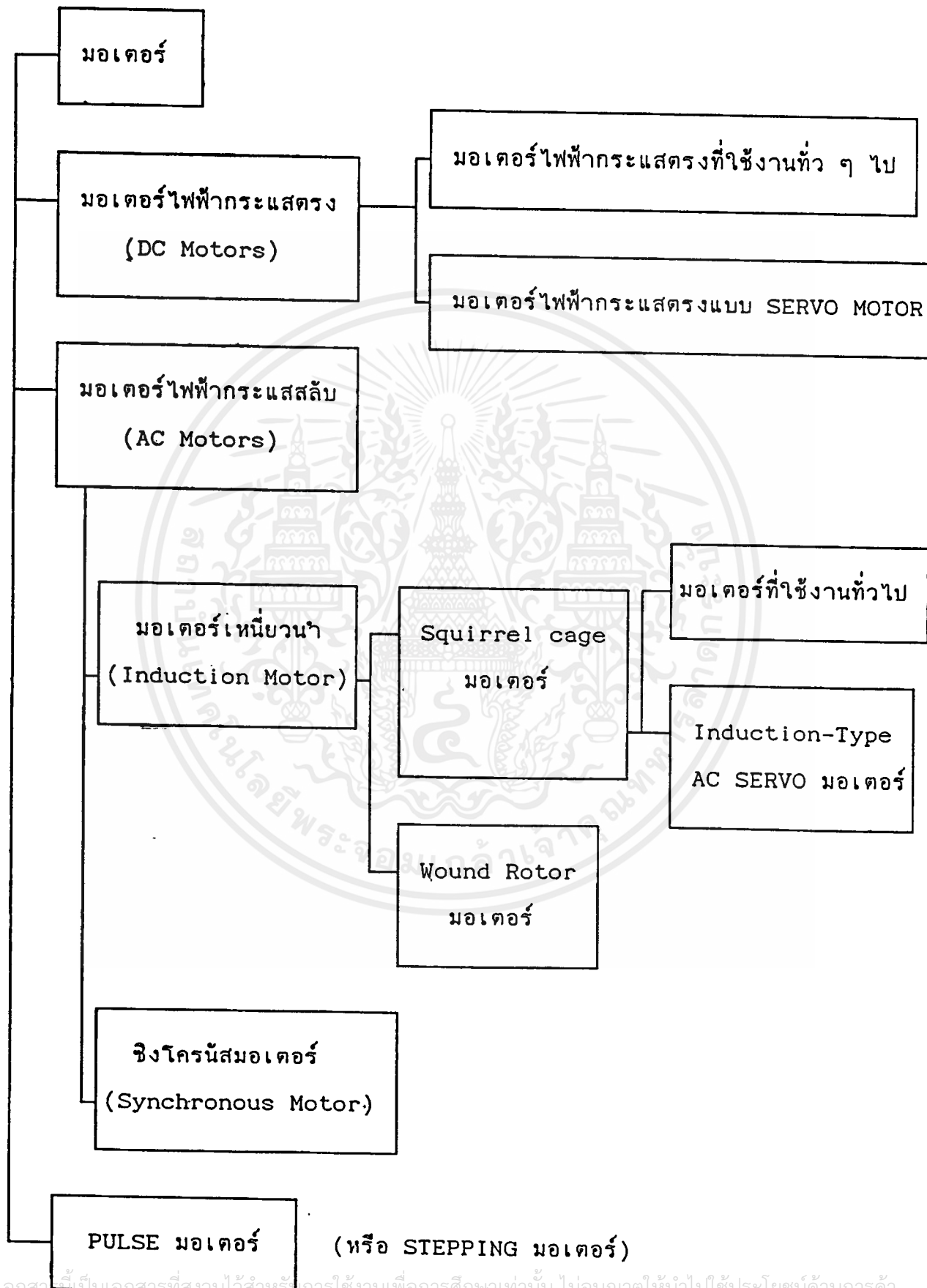
C4 = 0503, d4 = TIM 03

ซึ่งหมายเลขรีเลย์เหล่านี้กำหนดตาม PC/PLC ยี่ห้อหนึ่ง ซึ่งแต่ละยี่ห้อจะมีการเรียกที่แตกต่างกันไป และเพื่อให้เห็นถึงการใช้งาน PLC ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงได้แสดงตัวอย่างแผนภาพการต่อวงจรใช้งานจริง (wiring diagram) ไว้ในรูปที่ 2.18

ในข้างต้นคือหลักการและวิธีใช้งาน PC/PLC อย่างคร่าว ๆ อย่างไรก็ตามก็ตีที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นเพียงหลักการโดยทั่วไปเท่านั้น เพราะปัจจุบันพบว่าได้มีการแข่งขันการผลิต PC/PLC ที่มีประสิทธิภาพสูงและมีจุดเด่นที่แตกต่างกัน ดังนั้นการที่จะทำความเข้าใจกับ PC/PLC ได้ดียิ่งขึ้นจึงควรศึกษาจาก PC/PLC รุ่นใดรุ่นหนึ่งเสียก่อน เพื่อเป็นแนวทางพื้นฐานในการศึกษา PC/PLC รุ่นอื่น ๆ ที่ได้รับการพัฒนามากยิ่งขึ้นต่อไป

2.4 ทฤษฎี MOTOR

ชนิดของมอเตอร์

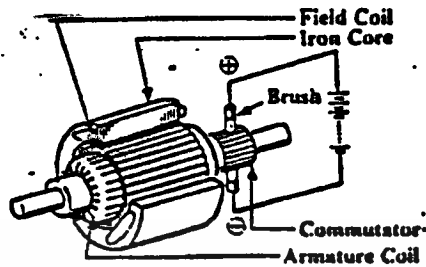


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะรูปร่างและส่วนประกอบของมอเตอร์

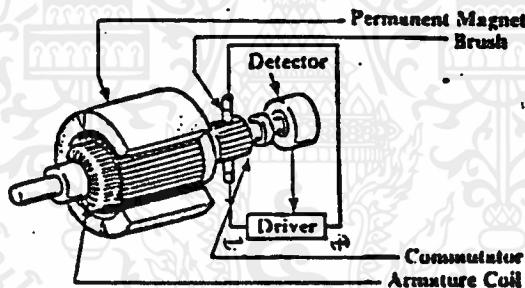
1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC มอเตอร์)

1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้งานทั่วไป



มอเตอร์จะหมุนได้เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงผ่านแปรงถ่าน (brush) และ commutator

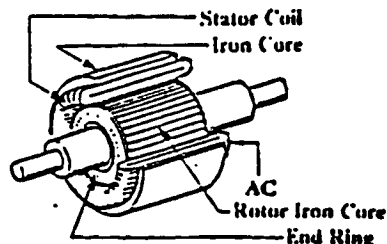
1.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ SERVO (DC SERVO MOTOR)



มอเตอร์แบบนี้จะมี detector เป็นตัวเช็คตำแหน่งติดมากับตัวมอเตอร์

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC MOTOR)

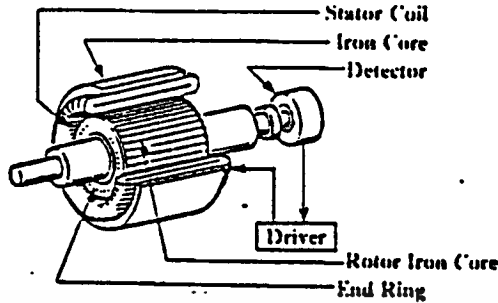
2.1 มอเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป (Squirrel cage Induction motor)



มอเตอร์แบบนี้จะทำงานเมื่อป้อนแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสให้

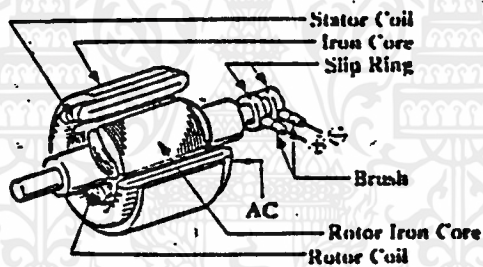
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
กับมอเตอร์ ขนาด-ความเร็วของมอเตอร์จะเปลี่ยนตามขนาดของ Load
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มอเตอร์เหนี่ยวนำชนิด AC SERVO MOTORS (Induction-type AC SERVO MOTORS)



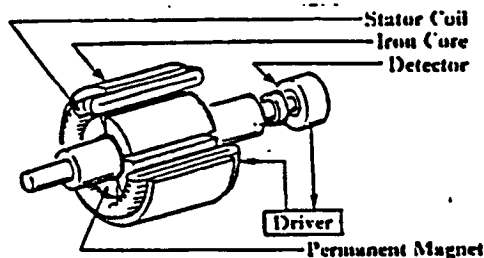
มอเตอร์เหนี่ยวนำแบบนี้จะมี Detector Position ติดมากับตัวมอเตอร์ด้วย

2.3 มอเตอร์แบบซิงโครสั่น (Synchronous Motors)



มอเตอร์แบบนี้จะทำงานโดยป้อนแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสให้กับมอเตอร์

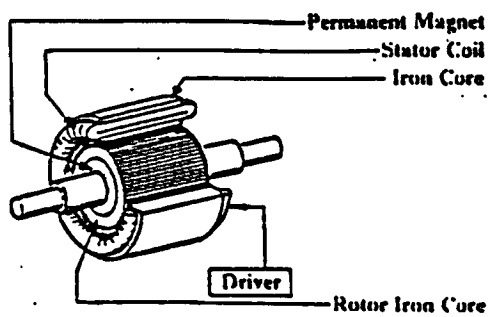
2.4 มอเตอร์ซิงโครนัส ชนิด AC SERVO (Synchronous-type AC SERVO MOTORS BRUSH)



Rotor ของมอเตอร์ซิงโครนัสจะเป็นแม่เหล็กถาวร(Permanent Magnets)

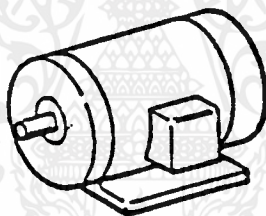
และจะมี Detector เป็นตัวเช็คตำแหน่งติดมากับตัวมอเตอร์ด้วย ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. PULSE มอเตอร์ หรือ STEPPING มอเตอร์



การหมุนของมอเตอร์แบบนี้จะหมุนตามจำนวน PULSE จากแหล่งจ่ายสัญญาณ PULSE

การควบคุมตำแหน่งและควบคุมความเร็วด้วยมอเตอร์ (POSITIONING AND SPEED CONTROL WITH A MOTOR)

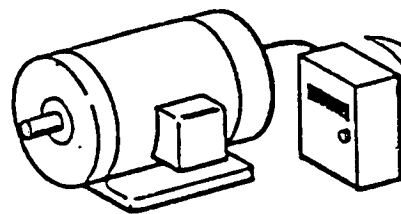
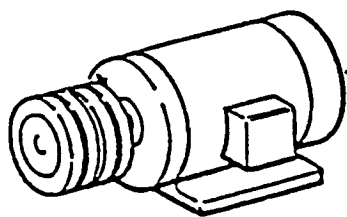


มอเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป



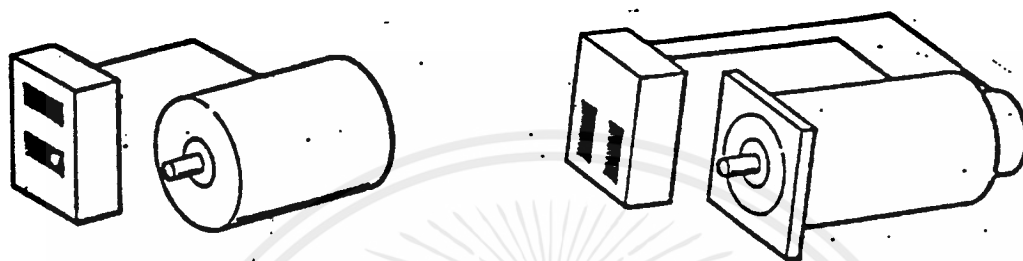
การควบคุมตำแหน่ง

การควบคุมความเร็ว



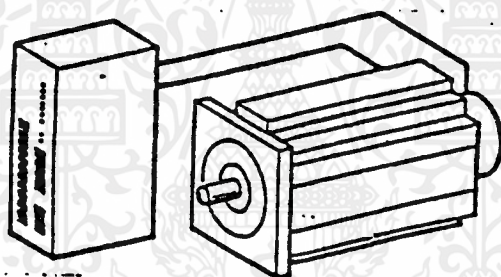
มอเตอร์ที่มีคลื่นไฟฟ้าและเบรก (Brake) INVERTER และมอเตอร์ทั่วไป
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมตำแหน่ง และความเร็วได้อย่างละเอียด
 แต่มอเตอร์แบบนี้ไม่เหมาะใช้งานความเร็วสูง และ
 ใช้แรงบิด (Torque) สูง



Pulse Motor

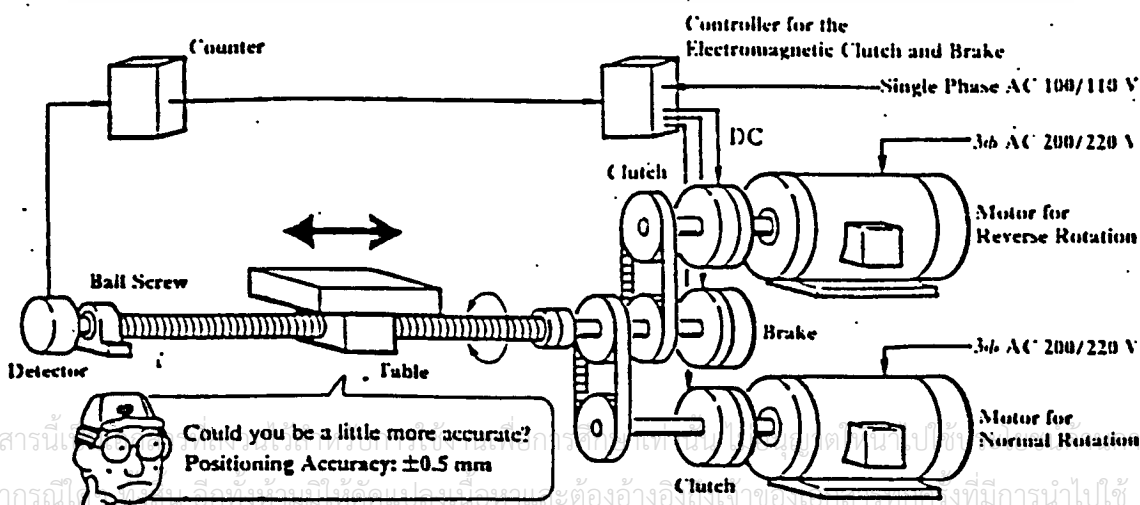
dc servo motor



AC SERVO MOTOR

เปรียบเทียบวิธีควบคุมตำแหน่ง

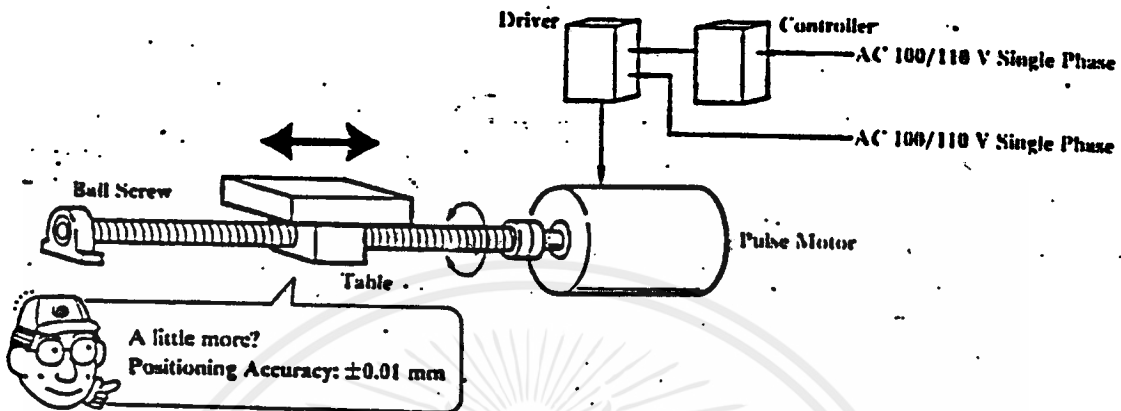
ตัวอย่าง การควบคุมตำแหน่ง โดยใช้ CLUTCH ไฟฟ้า และเบรค (BRAKE)



เอกสารนี้... Could you be a little more accurate? Positioning Accuracy: ± 0.5 mm

ตัวอย่าง การควบคุมตำแหน่ง โดยใช้ SERVO มอเตอร์

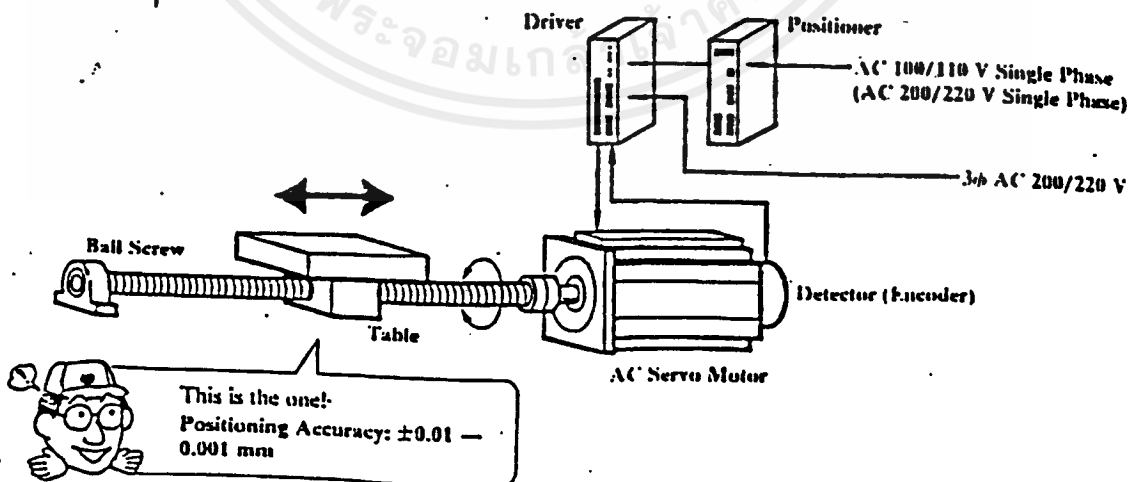
การควบคุมแบบ OPEN LOOP



***การใช้วิธีนี้จะมีระยะผิดพลาด - 0.01 m.m.

ตัวอย่าง การควบคุมตำแหน่งโดยใช้ PULSE มอเตอร์

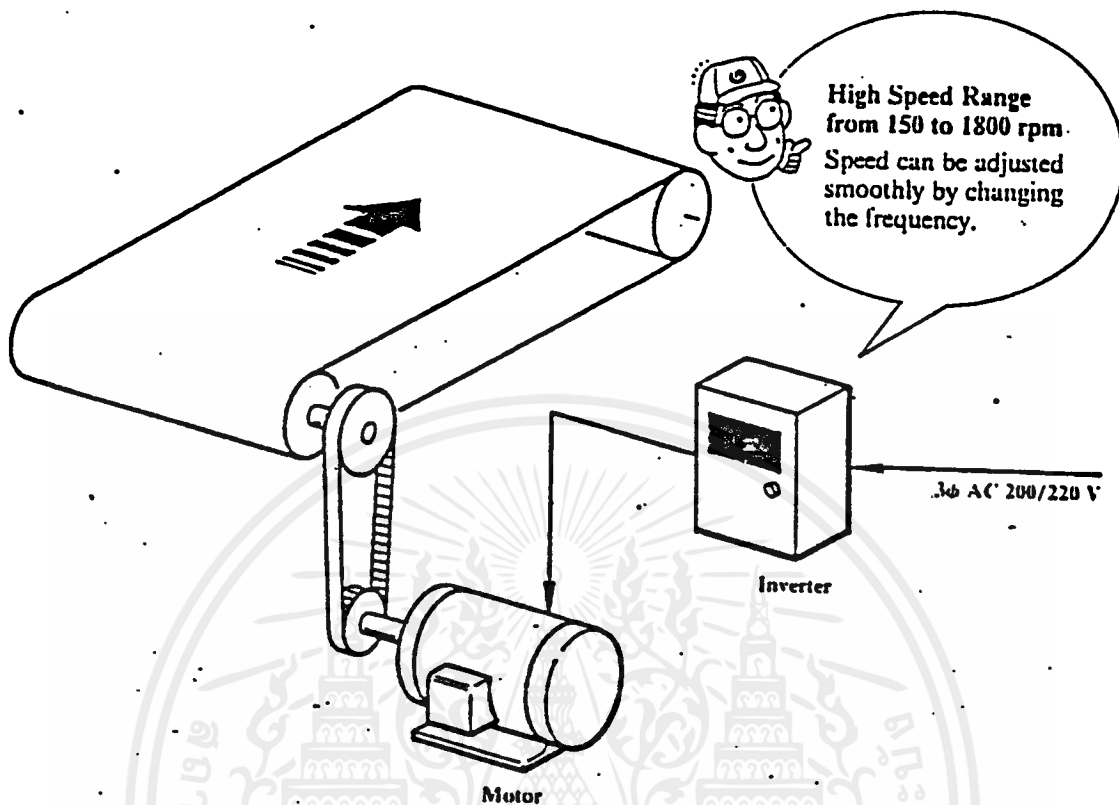
การควบคุมแบบ CLOSED LOOP



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

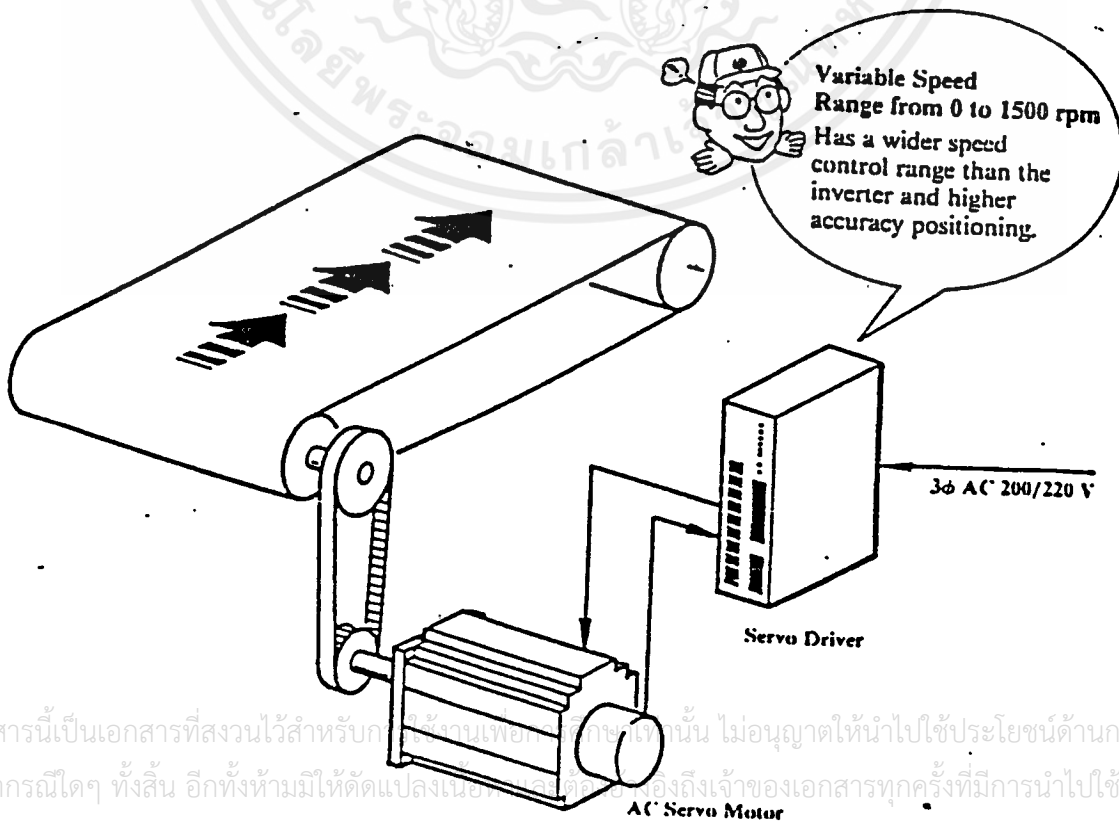
เปรียบเทียบวิธีการควบคุมความเร็ว

ตัวอย่าง การควบคุมความเร็วที่เปลี่ยนแปลงด้วย INVERTER



***การควบคุมความเร็วทำได้โดยการปรับความถี่ที่จ่ายให้มอเตอร์

ตัวอย่าง การควบคุมความเร็วที่เปลี่ยนแปลงด้วย SERVO MOTORS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและข้อมูลไปยังผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากผู้จัดทำเอกสาร
สงวนลิขสิทธิ์ © 2018 โดย บริษัท อีซีพี เทคโนโลยี จำกัด

2.5 เปรียบเทียบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ SERVO กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ SERVO

	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ SERVO	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ SERVO
	<p>Rotor (Permanent Magnet) Stator Stator Coil Cross Section of Motor Stator Coil Iron Core Detector Driver Permanent Magnet</p>	<p>Stator (Permanent Magnet) Armature Coil Cross Section of Motor Stator (Permanent Magnet) Brush Detector Driver Commutator Armature Coil</p>
อายุการใช้งาน	มากกว่า 20,000 ชม. (ตามการใช้งาน Bearing)	3,000-5,000 ชม. (ตามการใช้งาน Bearing) ขนาด Load และสภาพแวดล้อม
การซ่อมบำรุงรักษา	แทบจะ ไม่มี	ต้องตรวจเช็คที่แปรงถ่าน
สัญญาณรบกวน	น้อย	เสียงดังจากแปรงถ่าน
ประสิทธิภาพ	*ดีมาก	ดี * จะมีการสูญเสียจาก Commutator
Over load	ขนาดใหญ่	ขนาดกลาง*มีการกำจัดกระแสโดยแปรงถ่าน (Brush)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

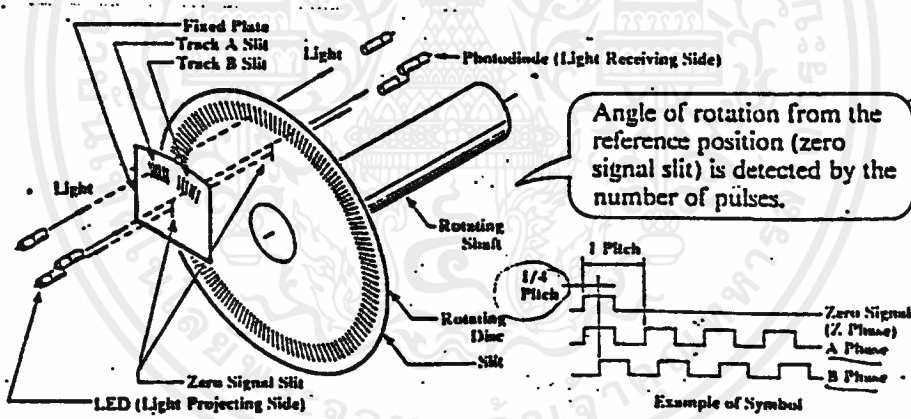
DETECTOR

Detector จะเป็นตัว detects ความเร็วและตำแหน่งในตัว SERVO มอเตอร์ Detector มีให้เลือกใช้หลายชนิด สำหรับชนิด Rotary Encoder ที่ใช้ใน BLS-E จะมีการทำงานตามรูป

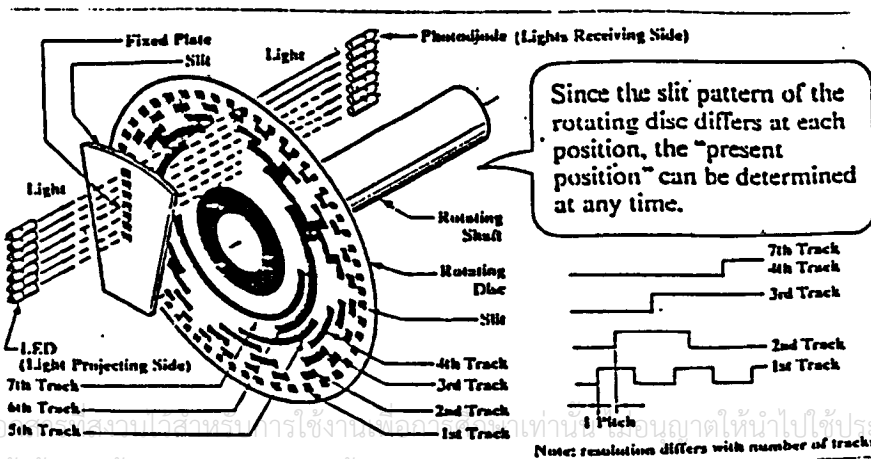
ROTARY ENCODER (OPTICAL ENCODER)

ลำแสง LED จากตัว Light Projecting ส่องผ่านหรือถูกปิดกั้น (cut off) โดยร่องของแผ่นจาน (Disc) ติดอยู่กับ Rotor ที่กำลังหมุนกับร่องแผ่น Plate ที่ยึดไว้กับที่ ลำแสงที่ผ่านร่องไปได้จะไปยังตัวรับ Photodiode ก็แปลงสัญญาณเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า (Pulse Signal) Rotary Encoder แบ่งเป็น Incremental type และ Absolute type

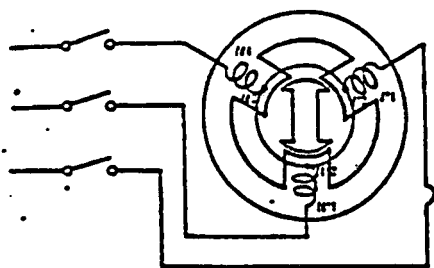
รูปลักษณะภายในของ INCREMENTAL ROTARY ENCODER



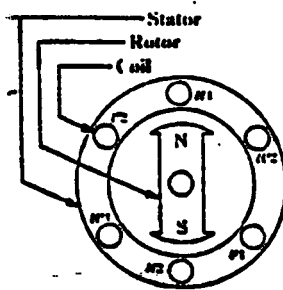
รูปลักษณะภายในของ ABSOLUTE ROTARY ENCODER



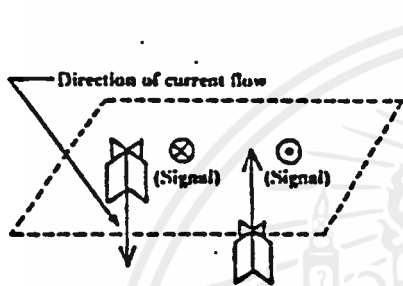
การหมุนของ Synchronous มอเตอร์



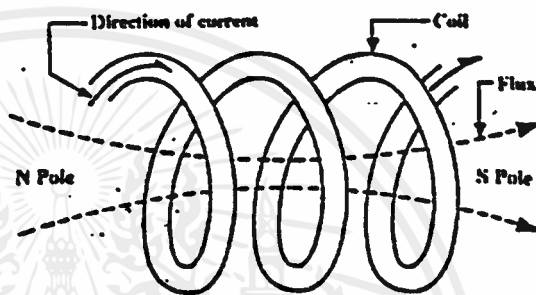
(Fig. A) Conceptual diagram of a synchronous motor



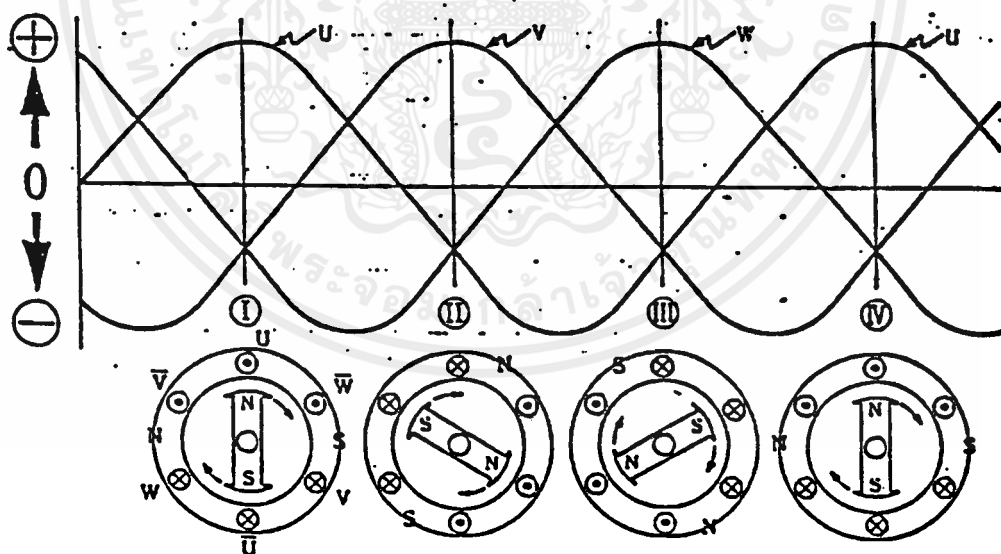
(Fig. B) Cross section of a synchronous motor



(Fig. C) Direction of current flow and its signal



(Fig. D) Relation between current and magnetic fields



(Fig. E) Current flowing in the coil of a synchronous motor and changes in the magnetic field.

จากรูป Fig E กระแสไฟ 3-phase จ่ายให้กับมอเตอร์ จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุนในขด Stator (U,V,W) ของมอเตอร์ ที่ Rotor เมื่อป้อนไฟฟ้า กระแสตรงเข้าจะกลายเป็นแม่เหล็ก ก็จะถูกดูดให้หมุนตามความเร็วของสนามแม่เหล็กหมุนที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Magnetic Field Rotating Principle

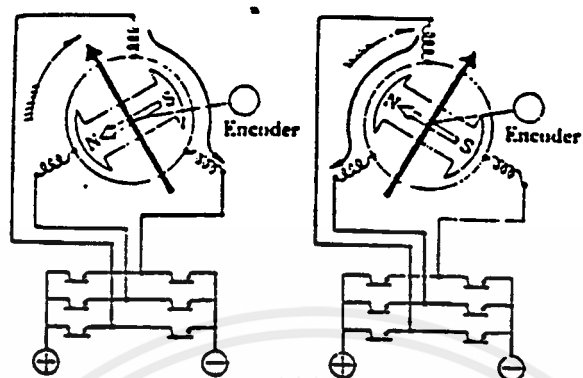


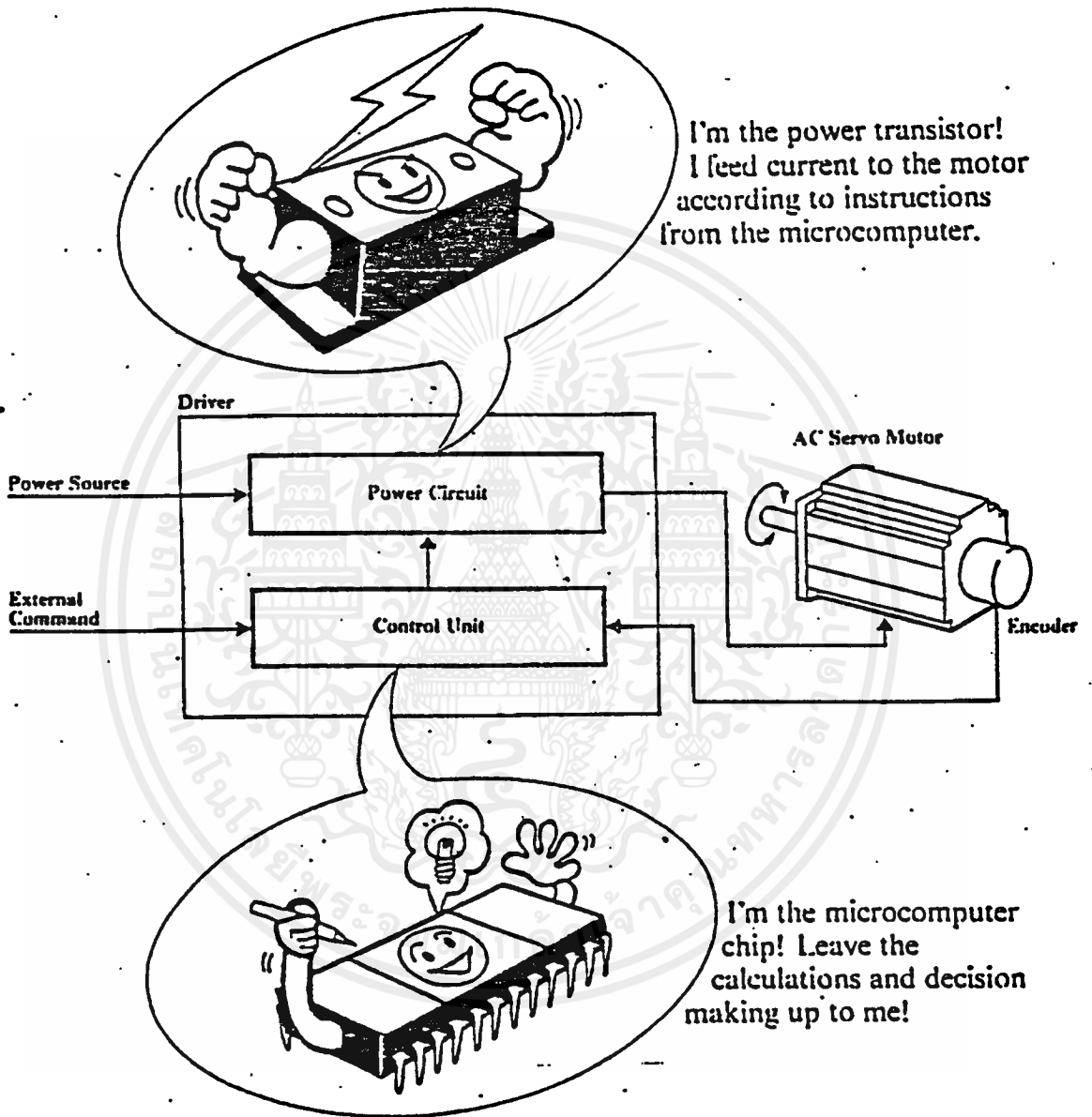
Fig.F Direction of the magnetic field generated by the stator coil

จากรูป Fig.F Encoder (ตัวถอดรหัส) ของ AC Servo Motor จะเป็นตัวเช็คตำแหน่งสนามแม่เหล็กใน AC Servo Motor ในตัว Encoder จะมีร่อง Zero-Marker สำหรับเช็คสัญญาณ "ศูนย์" และช่องสำหรับสัญญาณ PULSE การหาตำแหน่งของ Rotor ทำได้โดยการนับช่องสัญญาณ pulse (นับสัญญาณ Pulse) เทียบกับร่อง Zero-Marker

ในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ SERVO แรงบิดเริ่มหมุนจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีกระแสไหลในขดลวด STATOR ที่ขดลวด STATOR จะเป็นสนามแม่เหล็กหมุนและที่ Rotor ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรจะถูกดูดให้หมุนไปกลับสนามแม่เหล็กหมุน

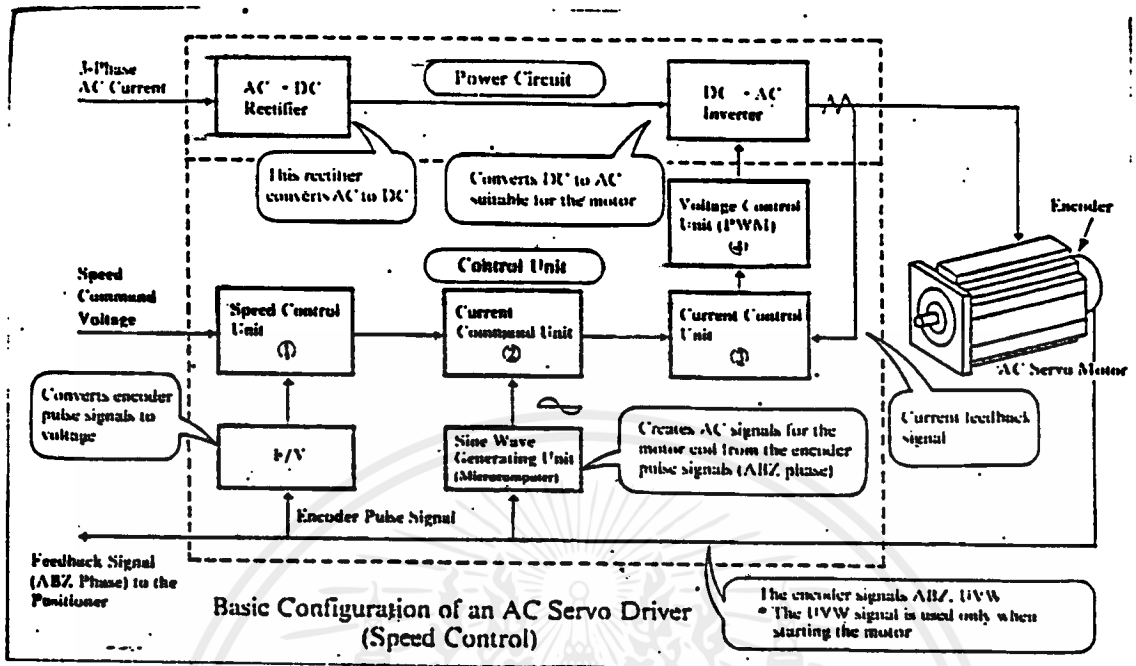
หน้าที่การทำงานของ Servo Driver

สัญญาณที่มาควบคุมการหมุนของมอเตอร์ได้รับจาก Encoder



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแสดงการทำงานของ SERVO DRIVER



Power Circuit

ชุด Rectifier ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและชุด INVERTER จะแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับจ่ายให้กับมอเตอร์

Control Unit

วงจรควบคุมความเร็วทำการเปรียบเทียบค่าความเร็วที่ต้องการกับสัญญาณ Pulse ที่ส่งมาจาก Encoder การทำงานที่แท้จริงจะเป็นไปตามขั้นตอน ดังนี้

Speed Control Unit 1

ค่าที่ส่งออกไปกับสัญญาณ Pulse จาก Encoder จะมาเปรียบเทียบกัน หลังจากนั้นก็จะส่งกระแส output ออกไป

Current Command Generating Unit 2

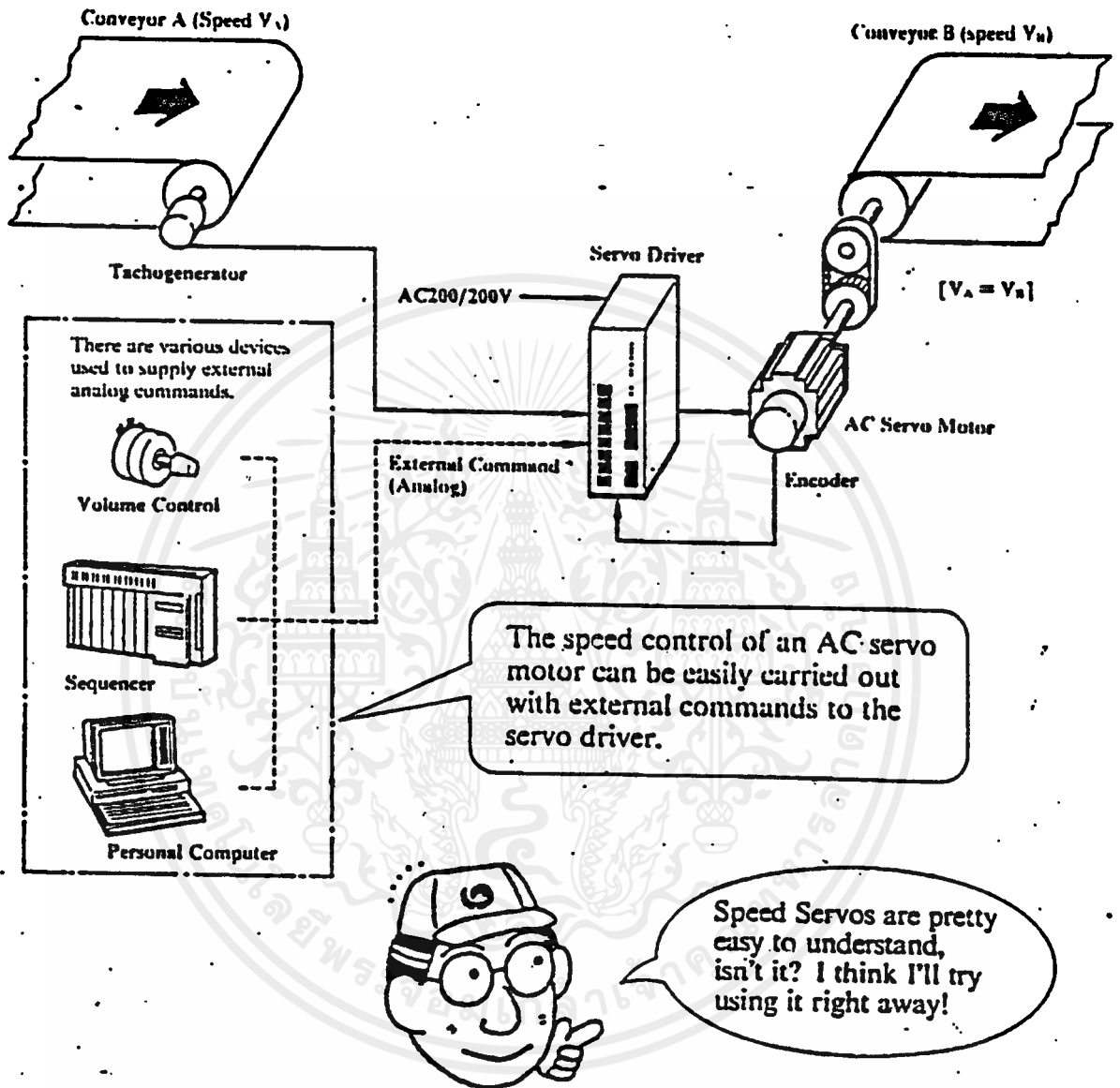
กระแสไฟที่จ่ายเข้าสู่ชุดนี้ได้มาจาก Output 1 และ Output ของ Sine Wave Generating Unit มาทำการเปรียบเทียบกัน

Current Control Unit 3

กระแสที่จ่ายเข้า Unit 3 มาจาก output unit 2 และสัญญาณไฟที่จ่ายเข้ามอเตอร์

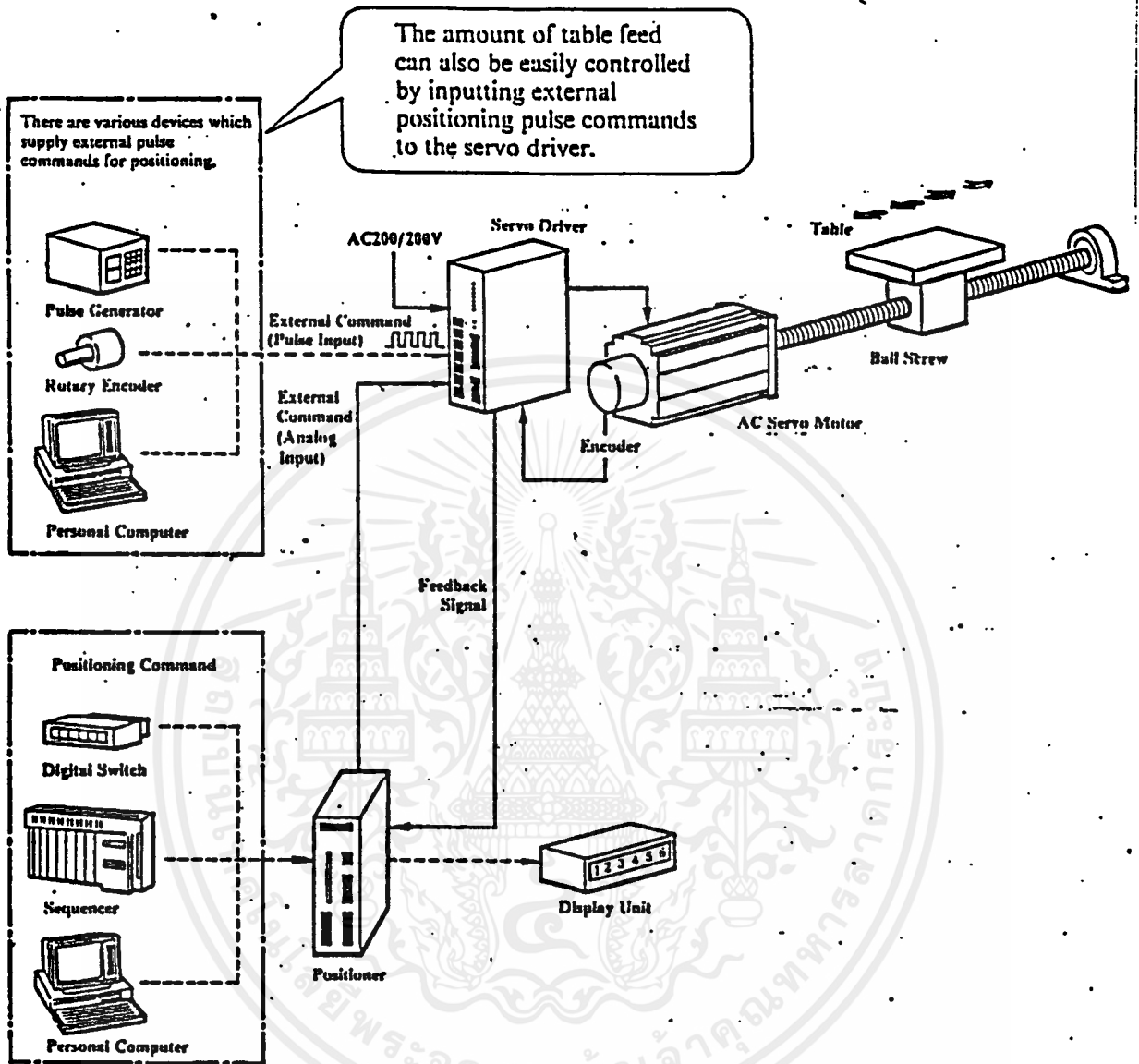
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้ในการเรียนการสอนที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วัตถุประสงค์ให้มาใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OUTLINE OF SPEED CONTROL



จากรูปเป็นการควบคุมความเร็วของสายพาน A และสายพาน B ให้มีความเร็วเท่ากัน โดยจะมีตัว Tachogenerator เป็นตัวเช็คความเร็วของสายพาน A ส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยัง Servo Driver ของ AC Servo มอเตอร์ ซึ่งเป็นตัวขับสายพาน B Servo Driver จะควบคุมให้ AC Servo มอเตอร์มีความเร็วเท่าสายพาน A สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OUTLINE OF POSITION CONTROL



The amount of table feed can also be easily controlled by inputting external positioning pulse commands to the servo driver.

จากรูปเป็นตัวอย่างการควบคุม Table Fed โดย Ball Screw Unit Servo Drive จะควบคุมตำแหน่งของโต๊ะ โดยใช้ Servo มอเตอร์เป็นตัวขับ Servo Driver จะรับสัญญาณควบคุมมาจาก Positioner การป้องกันสัญญาณรบกวน จุดที่จะเกิดสัญญาณรบกวน

- Power Line
- Signal line
- Feedback Signal Line ระหว่างชุดขับมอเตอร์ (Motor Driver)

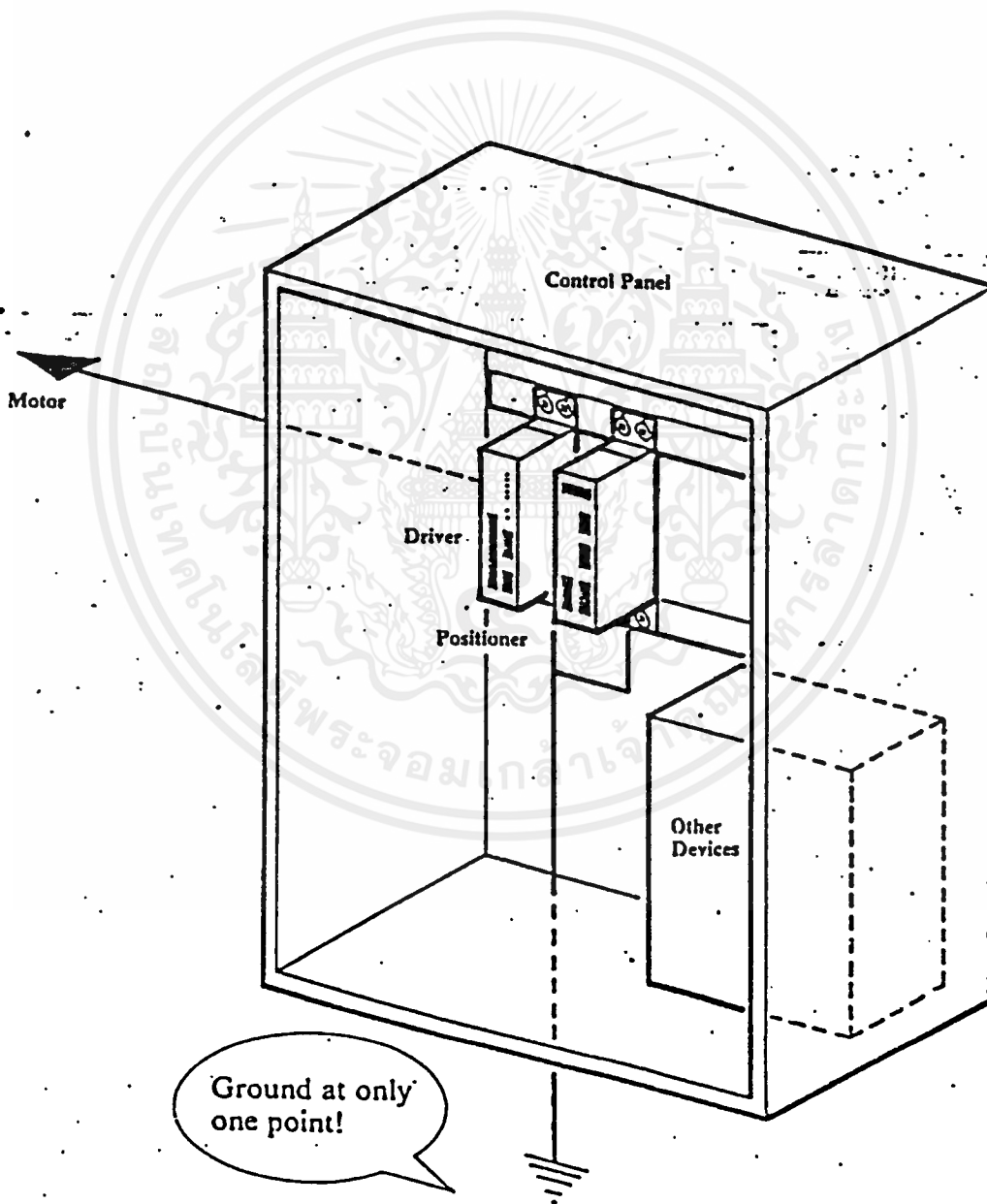
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ติดตั้งมอเตอร์เพื่อการศึกษานั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Counter Measures and Methods

Power Line สัญญาณรบกวนใน Power Line อาจเกิดจากเครื่องเชื่อมไฟฟ้า, Electric Discharge Machine

Signal line (I/O) มีความยาวไม่เกิน 3 เมตรใช้สาย Twist-Pair Shield

Between the Motor and Driver ควรจะใช้ Accessory Cable ในการเดินในท่อ Conduit-Ground จุด Ground ของ Driver และ Positioner มีขนาด 1.25 mm² ขึ้นไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

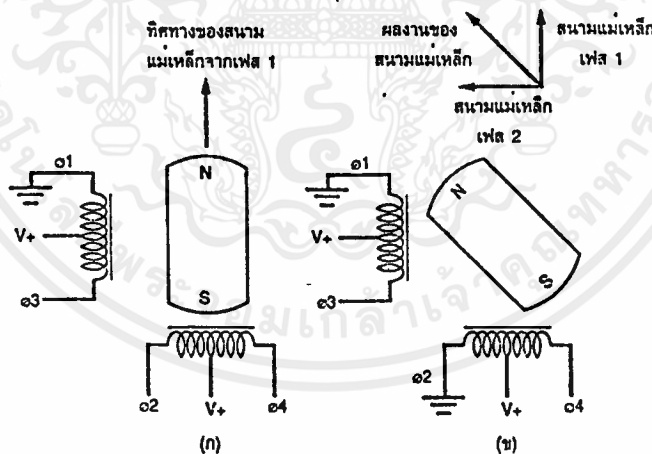
2.6 สเต็ปเปอร์มอเตอร์

ทฤษฎีการทำงาน.

การทำงานคล้ายเชิงโคจรน์สมอเตอร์ คือ มีสนามแม่เหล็กหมุนเหมือนกัน โดยชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์จะแบ่งตามสนามแม่เหล็กหมุนนี้ ซึ่งเกิดจากการพันขดลวดบนตัวสเตเตอร์ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ยูนิโพลาร์ (UNIPOLAR) กับ ไบโพลาร์ (BIPOLAR)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์	ดีซีเซอร์โวมอเตอร์
มีการควบคุมที่ซับซ้อน	การควบคุมง่าย
ไม่ต้องมีการป้อนกลับ (open control loop)	จำเป็นต้องมีการป้อนกลับ (อาศัยตัวต้านทานปรับค่าได้, เอนโคดเดอร์, กำเนิดการนับรอบ)
กำลังงานเมื่อเทียบกับขนาดรูปร่างยังไม่เหมาะสม	กำลังงานเมื่อเทียบกับขนาดรูปร่างเหมาะสม
แฉียงแรง สึกหรอต่ำ	การสึกหรอมาก เพราะใช้แปรงถ่าน
คุณสมบัติในการบล็อกกิ้งดี	การบล็อกกิ้งต้องอาศัยการเบรกที่พิเศษ

ตารางที่ 2.3 แสดงความแตกต่างของสเต็ปเปอร์มอเตอร์กับดีซี เซอร์โวมอเตอร์

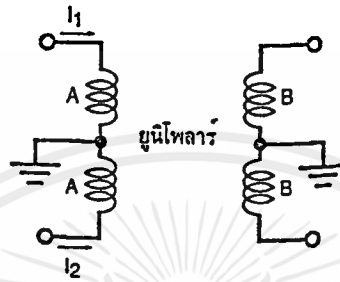


รูปที่ 2.19 เป็นสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 4 เฟส เมื่อ 01 ทำงานโรเตอร์จะเป็นดังรูป (ก) และเมื่อ 01 และ 02 ทำงานพร้อมกันโรเตอร์จะเป็นดังรูป (ข)

ในรูปที่ 2.19 แสดงหลักการทำงานแบบง่าย ๆ ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ 4 เฟสตัวโรเตอร์จะเป็นแม่เหล็กโดยจะเปลี่ยนทิศทางไปตามสนามแม่เหล็กการให้พลังงานแก่ขดลวดใดขดลวดหนึ่ง โรเตอร์ก็จะหมุนไป 90 ดังรูปที่

เอกสารที่ 2.19 (ก) การที่แต่ถ้าให้ทีเดียวขด 2 ขดพร้อมกันโรเตอร์ก็จะหมุนเพียง 45 ดังรูปที่ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยคิดเพียงขดเดียว ในแต่ละเฟสของยูนิโพลาร์จะมีแทปกกลาง ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ขด ดังรูปที่ 2.21 ดังนั้น เมื่อสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงกระแสจะไม่เปลี่ยนทิศทางการไหลเป็นที่แน่นอนว่า ถ้าจำนวนขดลวดของยูนิโพลาร์พันเหมือนแบบไบโพลาร์มีแทปจึงเป็นผลให้แอมแปร์-เทิร์น ซึ่งเป็นค่าฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าน้อยกว่าไบโพลาร์ เพราะฉะนั้นสนามแม่เหล็กที่ได้น้อยก็ตามแรงบิดที่ขึ้นกับสนามแม่เหล็กก็น้อยกว่าด้วย เมื่อเทียบกับไบโพลาร์ขนาดเดียวกัน



รูปที่ 2.21 ยูนิโพลาร์สเต็ปเปอร์มอเตอร์ การเปลี่ยนขั้วสนามแม่เหล็กใช้การไหลของกระแสที่ต่างขดกัน กระแสจะไม่ไหลที่เดียวพร้อมกัน 2 ขด ในตัวสเตเตอร์เดียวกัน

ความต้องการในการให้มันมีการหมุนที่เที่ยงตรงและถูกต้อง การหมุนในแต่ละรอบต้องมีเสถียรมากขึ้น เราจึงต้องสร้างตัวโรเตอร์และสเตเตอร์ให้มีหลายนขด โดยแยกขดลวดแต่ละเฟสออกจากกัน ซึ่งในเวลาทำงานเฟสแต่ละเฟสจะต้องต่างเฟสกันเล็กน้อย ดังรูปที่ 2.22 จำนวนสเต็ปที่มากที่สุดของมอเตอร์ถูกกำหนดโดยส่วนประกอบของโรเตอร์ที่เป็นแม่เหล็ก ซึ่งเกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแรงดันของขดลวดในสเตเตอร์ นิยมใช้เหล็กอ่อนเป็นตัวโรเตอร์ มีขั้วแม่เหล็กน้อยกว่าสเตเตอร์ และเป็นแบบ ยูนิโพลาร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.23

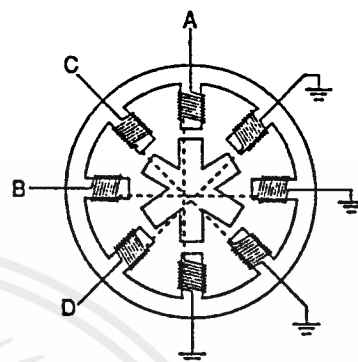
คำจำกัดความ

ก่อนที่จะได้ทราบถึงหลักทางปฏิบัติของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ควรจะทราบถึงลักษณะคุณสมบัติของตัวมอเตอร์ก่อน ดังในตารางที่ 2.4 จะบอกถึงความหมายของข้อมูลแต่ละอย่างของมอเตอร์ แบ่งประเภทของความหมายได้ 2 ประเภทคือ ทางไฟฟ้าและทางกล ข้อมูลทางกลเป็นสิ่งที่เราต้องการใช้ ส่วนข้อมูลทางด้านไฟฟ้าใช้สำหรับในการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม ตัวแปรที่มีความสำคัญ

ที่จะต้องทราบคือ PULL-IN RATE (เป็นค่ามากที่สุดที่ยอมให้เกิดอัตราเร่งสเต็ป) ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



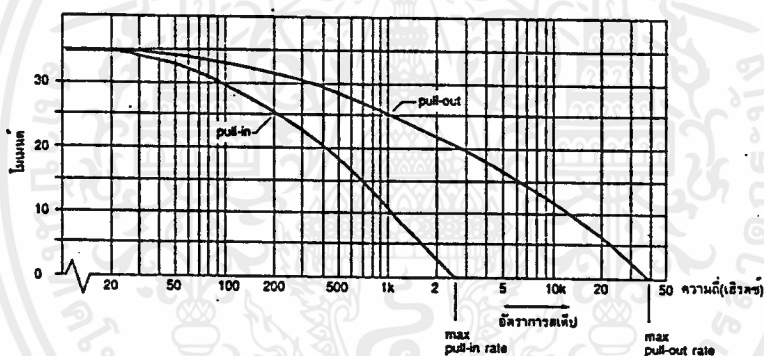
รูปที่ 2.22 การสร้างสเต็ปเปอร์มอเตอร์ให้หมุนด้วยความถูกต้องเที่ยงตรงสูงในรูปที่ 2.22 (ก) เป็นตัวสเตเตอร์ที่ประกอบด้วย 4 ชั้น แต่ละชั้นวางเอียงกันเล็กน้อย ส่วนรูป 2.22 (ข) ก็เป็นโรเตอร์ที่มี 4 ชั้นเช่นกันส่วนรูป 2.22 (ค) ก็คือโรเตอร์ที่มี 4 ชั้น



รูปที่ 2.23 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่ใช้แกนเหล็กอ่อน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็น เมื่อใช้มอเตอร์ที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์และขั้วแม่เหล็กบนโรเตอร์น้อยกว่าขั้วบนสเตเตอร์

ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของตัวโรเตอร์ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้วค่าโมเมนต์ความเฉื่อยจะเพิ่มขึ้นได้ด้วยการถูกหมุน โดยตัวมอเตอร์ แล้วผลที่ตามมาจะทำให้ PULL-IN RATE ลดลง ดังในรูปที่ 2.24 เป็นกราฟลักษณะคุณสมบัติระหว่างโมเมนต์กับความถี่ จะเห็นได้ว่าเมื่อความถี่เพิ่มขึ้นค่าโมเมนต์จะลดลง ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าเมื่อความถี่ที่เข้ามาสูงขึ้น จะทำให้ค่าอินดักแตนซ์ที่ขดลวดบนสเตเตอร์สูงขึ้นกระแสจะไหลได้น้อยลง และเป็นผลให้ค่าสนามแม่เหล็กน้อยลงด้วย นอกจากนี้กระแสที่ไหลในขดลวดสเตเตอร์ก็ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็วด้วยซึ่งจากกราฟได้แสดงถึงค่าโมเมนต์ 2 โมเมนต์ คือ กราฟ PULL-IN และกราฟ PULL-OUT กราฟ PULL-IN ควรจะใช้เมื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาใช้นาไบเซ

ด้วยความถี่คงที่ ค่าโมเมนต์ก็จะอยู่ที่ค่าหนึ่ง ส่วนกราฟ PULL-OUT ใช้กับการเร่งและการหน่วงความเร็วที่ราบรื่นซิสเตอร์ต้องคำนึงถึงข้อนี้ด้วย เมื่อนำมาใช้ในการขับมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ จากวงจรในรูปที่ 2.25 ที่ตารางการทำงานของขดลวดและสวิตช์ ซึ่งจะแสดงถึงการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์มักใช้แรงบิดจากการป้อนแรงดันเพียง 1.5 โวลต์ที่ขดลวดโดยแรงดันสูงสุดที่นิยมใช้กันปกติก็เพียงแค่ 5 โวลต์ แต่ในวงจรขับจริงใช้ถึง 50 โวลต์คือจริงๆ แล้วต้องขึ้นอยู่กับความเร็วด้วย จากรูปที่ 2.25 ทดลองโดยไม่ต้องกดสวิตช์ทำการหมุนคานที่ติดอยู่กับแกนหมุนของมอเตอร์ แล้วหมุนไปให้เร็วประมาณ 60 รอบต่อนาที จะรู้สึกว่ามันฝืดและสังเกตที่แอมมิเตอร์จะมีกระแสสูงถึง 500 มิลลิแอมป์ ไหลกลับไปยังแบตเตอรี่ จากความต้องการที่จะให้มอเตอร์หมุนเร็วขึ้นจะต้องใช้แรงดันและกระแสสูงขึ้น และก็ต้องป้องกันขดลวดไหม้ด้วยขณะที่มีมอเตอร์หยุดหมุน



รูปที่ 2.24 กราฟแสดงคุณลักษณะระหว่างโมเมนต์กับความเร็ว

จากวงจรควบคุมที่ใช้ทรานซิสเตอร์ ดังรูปที่ 2.26 กระแสที่ไหลผ่านขดลวดจะถูกจำกัดไว้ด้วยตัวต้านทาน ซึ่งจะใช้ตัวต้านทานเพียง 2 ตัว สำหรับมอเตอร์ 4 เฟส เป็นเพราะ 01 และ 03 จะไม่ทำงานพร้อมกัน 02 กับ 04 ก็เช่นกัน ในวงจรรูปที่ 2.26 ใช้ขับมอเตอร์กำลังจนถึงระดับกลาง ค่าแรงดันตกคร่อมขาคอลเล็กเตอร์กับขาอิมิตเตอร์ (VCE) ของทรานซิสเตอร์จะต้องใช้ค่าที่สูงกว่าเป็น 2 เท่าของแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์

ถ้าต้องการขับมอเตอร์กำลังสูงๆ ต้องใช้วิธีอื่นกล่าว คือ ความต้านทานที่ต่อจำกัดกระแสมอเตอร์ไว้อาจทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานมากเกินไป ดังนั้นจึงต้องการมีเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ต้องใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวสวิตช์ซึ่งขับกระแสแบบคงที่แทน ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงบิดของเพลา (SHAFT TORQUE)

ในการประยุกต์ใช้งานนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบค่าแรงบิดเพลา (มอเตอร์) ซึ่งจะสำคัญอย่างยิ่งเพราะที่แรงบิดสูง ๆ แล้วจะไม่สามารถเบรกได้เลย

การทดลอง ในรูปที่ 2.25 ให้เอาถ่าน 1.5 โวลต์ ออกแล้วกดสวิตช์ S1-S4 พร้อมกันและทดลองหมุนที่แกนของสแต็ปเปอร์มอเตอร์ ซึ่งจะเกิดผลของการแคมป์ขึ้น เนื่องจากการที่ขดลวดขอร์ตติดกันจะทำให้เกิดการเบรกตัวเองที่ความเร็วรอบเพียงไม่กี่รอบ

ใส่ถ่าน 1.5 โวลต์ เข้าไปเหมือนเดิมแล้วลองหมุนที่มอเตอร์อย่างรวดเร็ว จะเห็นได้ว่าสามารถหมุนได้ง่ายและไม่ฝืด เพราะว่ากระแสไฟฟ้าสลับที่เกิดขึ้นถูกจำกัด โดยขดลวดตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งจะสัมพันธ์กับความถี่ที่เพิ่มขึ้น

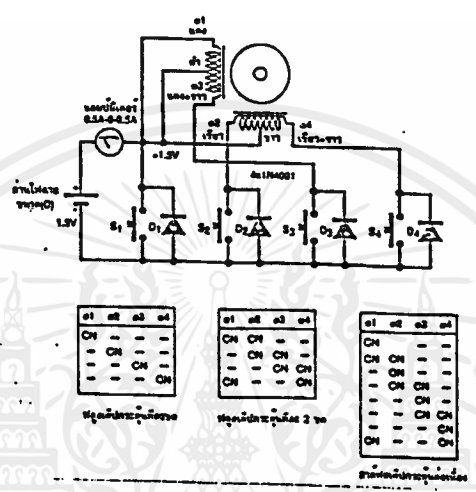
ตารางที่ 2.4 ชื่อเรียกและความหมายทางกล, ทางไฟฟ้าของสแต็ปเปอร์มอเตอร์

ชื่อทางกล	ความหมาย	ชื่อทางไฟฟ้า	ความหมาย
● สเต็ปเปอร์เองเกิด	มุมที่หมุนไปใน 1 สเต็ป มีค่า 360/จำนวนสเต็ปในการหมุนไป 1 รอบ	● ยูนิโพลาร์กับไบโพลาร์	เป็นชนิดของการพันขดลวดบนตัวสเตเตอร์
● เบรกกิ้งโมเมนต์	เป็นค่าโมเมนต์มากสุดในการบล็อกโรเตอร์ไม่ให้หมุน	● ค่าความเหนี่ยวนำ (L)	เป็นตัวกำหนดขนาดของกระแสที่อัตราความถี่สูงซึ่งสัมพันธ์กับฟลักซ์แม่เหล็ก
● โมเมนต์ (ทอร์ค)	เป็นผลคูณระหว่างระยะทางที่ตั้งฉากกับแรงที่กระทำ	● ค่าความต้านทาน (R)	เป็นตัวจำกัดกระแสที่ขดลวดบนสเตเตอร์กับที่โรเตอร์
● pull-in rate	ความถี่ที่เริ่มสตาร์ท โดยที่ยังไม่มีแรงสูญเสีย	● กระแสสเตเตอร์มากสุด	ขึ้นอยู่กับขนาดของขดลวดที่พัน
● pull-out rate	อัตราของสเต็ปบึงเมื่อความเร่งคงที่แล้ว		
● โมเมนต์เฉื่อย (I)	เป็นการวัดแรงต้านของวัตถุต่อความเร่งเชิงมุม		

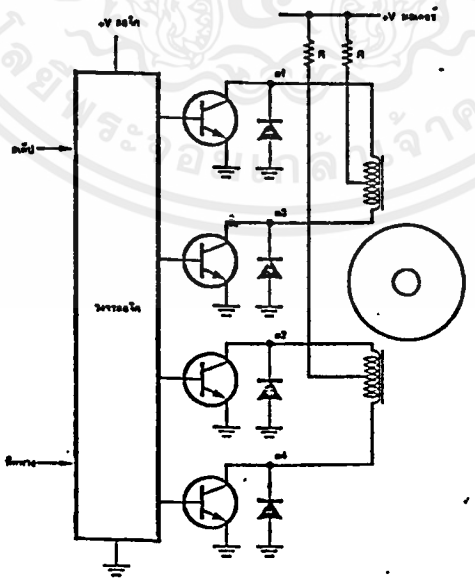
วงจรควบคุม

การนำเอาสแต็ปเปอร์มอเตอร์มาใช้งานนั้นมีความยุ่งยากมาก จำเป็นที่จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจการทำงานตั้งแต่เพาเวอร์ซัพพลายไปจนถึง การเกิดสนามแม่เหล็กหมุน แต่ถึงอย่างไรก็ยังไม่ยากจนเกินไป และที่จะกล่าวนี้เป็น การนำเอาวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาใช้กับสแต็ปเปอร์มอเตอร์ ดังแสดงบล็อกไดอะแกรมตามรูปที่ 2.27 ซึ่งการขับด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์นี้ก็ต้องแยกด้วยว่าขับมอเตอร์แบบไบโพลาร์หรือยูนิโพลาร์ อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับเฟสของมอเตอร์ด้วยว่ามี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า จำนวนเฟสอย่างน้อยแค่ไหนที่จะต้องควบคุม ดังแสดงในรูปที่ 2.28 ซึ่งวงจรขับไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์แบบยูนิโพลาร์นั้น แสดงไว้ในรูปที่ 2.28 (ก) จากวงจรจะเห็นว่าจะใช้ทรานซิสเตอร์ขับเคลื่อนมอเตอร์ในลักษณะ 1 ขด ต่อทรานซิสเตอร์ 1 ตัวซึ่งจะแตกต่างจาก การขับมอเตอร์ชนิดไบโพลาร์ ซึ่งชนิดหลังนี้มอเตอร์ต้องการทรานซิสเตอร์ต่อกันแบบบริดจ์เพื่อขับเคลื่อน โดยใช้ทรานซิสเตอร์ถึง 4 ตัว ต่อขดลวด 1 ขด ดังรูปที่ 2.28 (ข) นั้นไม่เหมือนกัน สิ่งเกิดทำให้ดีแล้วในขดทางขวามือจะเป็นแรงดันแบบบวก-กราวด์-ลบ



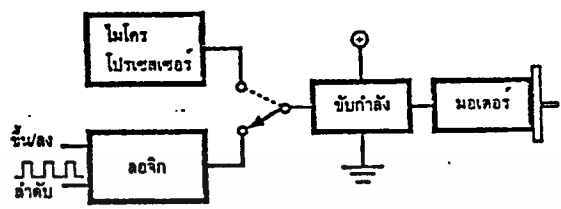
รูปที่ 2.25 การทดลองการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์



รูปที่ 2.26 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ใช้ NPN ทรานซิสเตอร์ มีไดโอดป้องกัน

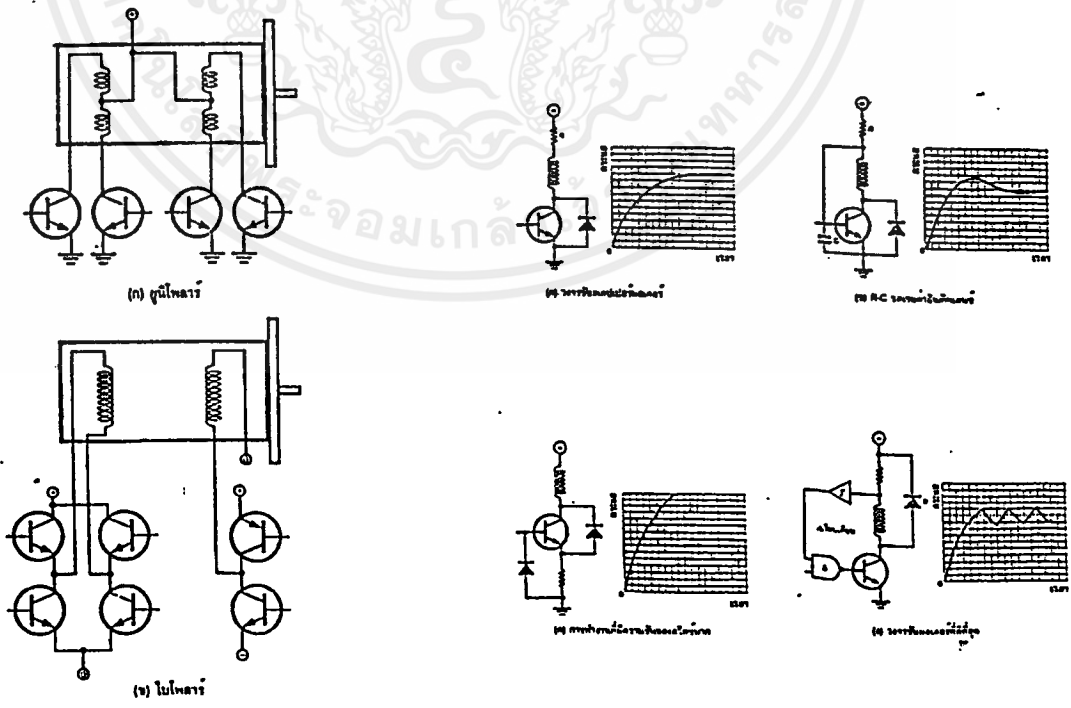
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับนักเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 พลังงานสะสมที่จะป้อนกลับเข้าไปในไอซี
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อความถี่เพิ่มขึ้นก็หมายความว่ากระแสที่สเตเตอร์ก็จะน้อยลง หรือเหมาะสม เพราะว่ากระแสจะไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำในระยะเวลาปกติที่ความถี่สูง ๆ จะต้องให้ความสำคัญกับเวลาดำย ดังนั้นการใช้กระแสมาขับเคลื่อนมอเตอร์แทนการควบคุมด้วยแรงดันดูแล้วค่อนข้างจะดีกว่ามาก



รูปที่ 2.27 บล็อกไดอะแกรมของสตีปเปอร์มอเตอร์

ในรูปที่ 2.29 (ก)-(ง) จะเป็นวงจรขับสตีปเปอร์มอเตอร์ โดยจะมีกราฟแสดงการเพิ่มขึ้นของกระแสที่สเตเตอร์ ซึ่งในรูปที่ 2.29 (ก) ตัวต้านทานที่อนุกรมเข้าไบนั้นจะไปลดค่าของคาบเวลาในการสวิตช์ทำงานของทรานซิสเตอร์ให้สั้นลง สำหรับโหลดที่มีค่าเหนี่ยวนำน้อย ซึ่งก็แน่นอนว่าจะต้องมีการสูญเสียกำลังงานไปบางส่วน



รูปที่ 2.28 การขับสตีปเปอร์มอเตอร์แบบ

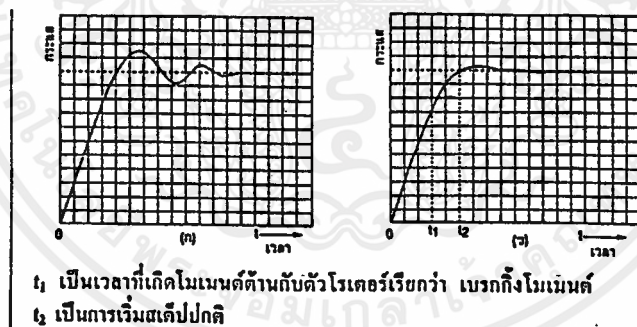
รูปที่ 2.29 การใช้กระแสขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 อนุโพลาร์และไบโพลาร์ เพื่อเพิ่มโมเมนต์ในอัตราสูงๆ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.29 (ข) เป็นวงจรที่ช่วยชดเชยค่าอินดักแตนซ์โดยใช้วงจร RC ซึ่งวงจรนี้ จะกำเนิดแอมป์ออสซิลเลชัน ดังรูป และก็จะทำให้ค่าคงที่ในการแอมป์ น้อยที่สุดที่จะทำได้ด้วย ค่า R และ C ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะถูกกำหนดโดยผู้ผลิต สเต็ปเปอร์มอเตอร์

ในรูปที่ 2.29 (ค) จะใช้ทรานซิสเตอร์เป็นแหล่งจ่ายกระแส ซึ่งจะทำให้ ความชันของการสวิตช์ทำงานมีความชันมาก และจะต้องป้อนแรงดันที่สูงอย่าง เพียงพอด้วย โดยเมื่อขณะเวลาที่กระแสไหลผ่านทรานซิสเตอร์ในระดับต่ำแล้ว ตัวทรานซิสเตอร์จะไม่อยู่ในสภาวะอิ่มตัวนานนัก ซึ่งในวงจรนี้จะกินกำลังงานมาก ดังนั้นจึงต้องการระบายความร้อนออกมาในช่วงจังหวะนี้

ในรูปที่ 2.29 (ง) เป็นวงจรแหล่งจ่ายกระแสที่ดีมาก เพราะเมื่อกระแส ไหลจนถึงค่า ๆ หนึ่ง ในส่วนของคอมพาราเตอร์จะสวิตช์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ หยุดทำงานและจะทำให้สนามแม่เหล็กลดลง โดยผ่านไดโอดอย่างช้า ๆ แล้ว เมื่อกระแสตกคร่อมมอเตอร์ลดต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ คอมพาราเตอร์ก็จะสวิตช์ ให้ทรานซิสเตอร์ทำงานอีกครั้งดูได้จากกราฟ ในกรณีนี้ทรานซิสเตอร์ก็จะไม่กิน กำลังมากเหมือนในรูปที่ 2.29 (ค)



รูปที่ 2.30 (ก) เป็นการโอเวอร์ชูตหรือการเกิดแอมป์ออสซิลเลชันเมื่อเกิดการ เปลี่ยนตำแหน่งของโรเตอร์ (ข) การเกิดโอเวอร์ชูตที่น้อยที่สุดโดยการให้มอเตอร์ มีโมเมนต์ต้านในขณะที่ เปลี่ยนสเต็ป

ถ้าต้องการควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้มอเตอร์ ทำงานตามต้องการ สามารถต่อเอาต์พุตพอร์ตได้โดยตรง และสามารถสั่งงาน โดยการให้ซอฟต์แวร์ เพื่อสั่งงานให้มอเตอร์หมุนเดินหน้าหรือถอยหลังได้ตาม ต้องการ และนอกจากนั้นยังสามารถเลือกได้ว่าจะหมุนเป็นลำดับหรือกึ่งลำดับก็

ได้ จากการปรับช่วงห่างระหว่างเวลาแต่ละลำดับ วิธีการควบคุมก็โดยอาศัย ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรลอจิกนำเอาต์พุตไปควบคุมทรานซิสเตอร์ผ่านวงจร R-S ไบสเตเบิล เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เช่น กรณีของการนำกระแสพร้อม ๆ กัน ของทรานซิสเตอร์ทั้ง 4 ตัว แบบบริดจ์ ในบางกรณีลอจิกเกตจะถูกใช้เป็นตัวเซตและรีเซตวงจรไบสเตเบิลเพื่อกำหนดทิศทางการหมุนก็ได้

มีอุปกรณ์ไอซีที่ผลิตขึ้นมา เพื่อใช้ในการออกแบบเป็น วงจรควบคุมสเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่ควบคุมความเร็วด้วยการเปลี่ยนแปลงความเร็วของพัลส์ และที่มีขายกันตามท้องตลาดก็อย่าง เช่น เบอร์ SAA 1027, L297 และ L298 หรือ TL376 ULN2002 - ULN2005 เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในทางปฏิบัติ

การใช้งานสเต็ปเปอร์มอเตอร์มีข้อพิจารณาอยู่หลายข้อ ดังจะอธิบายต่อไปนี้

คุณลักษณะของขดลวดเหนี่ยวนำ (L) ที่พันอยู่บนสเตเตอร์ การสวิตซ์กระแสที่ผ่านขดลวดเหนี่ยวนำจะทำให้เกิดแรงดันตามสมการ

$$v = L \frac{di}{dt}$$

ซึ่งอาจจะมีค่าสูงพอที่ทำลายวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมได้ ทางป้องกันคือ การใช้ free wheeling diodes (ฟรีวิลลิ่งไดโอดคือ ไดโอดที่จะเปลี่ยนทิศทางการไหลของกระแสที่ไม่ต้องการให้ไหลผ่านไดโอดแทน) กันขดลวดชนิดยูนิโพลาร์ และการใช้ความต้านทานเปลี่ยนค่าได้ต่อกับซีเนอร์ไดโอด กับขดลวดแบบไบโพลาร์

ผลของการเกิดโอเวอร์ชูต เมื่อตัวโรเตอร์เปลี่ยนตำแหน่งในรูปที่ 2.30 (ก) ซึ่งจะมีผลมากกับอัตราความเร็วที่สเต็ปต่ำ ๆ เนื่องจากสเต็ปเปอร์มอเตอร์ปกติจะไม่มีกำลังโดยการให้พัลส์เพียง ถ้าหากว่าเราใช้พัลส์เพียงดังกล่าว การโอเวอร์ชูตก็จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและหมดไป แต่งานบางอย่างมักนิยมใช้ระบบสายพานเพราะสามารถยึดหยุ่นได้ แต่บางอย่างก็ใช้การขับโดยตรงเลย เป็นไปได้ว่าเราสามารถที่จะพัฒนาปรับปรุงผลจากการแฉกนี้ ให้มันมีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า โดยการทำให้มอเตอร์หมุนกลับทางก่อนที่ตัวโรเตอร์จะหมุนไปที่ตำแหน่งใหม่แล้ว จึงค่อยหมุนไปตามปกติในเลี้ยววินาทีต่อมาดูรูปที่ 2.30 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรในหน่วยงานนี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การผิดพลาดจะ เกิดน้อย เมื่อจำนวนสเต็ปที่วิ่งมีค่าเท่ากับจำนวนเฟสที่ส่งเข้าไป ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปได้ว่า ถ้าต้องการควบคุมตำแหน่งให้ถูกต้อง โดยใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์จะต้องพยายามนำจำนวนสเต็ป ระหว่างจุดอ้างอิงกับตำแหน่งที่ต้องการให้มีค่าเท่ากับจำนวนครั้งที่สเตเตอร์ทำงาน



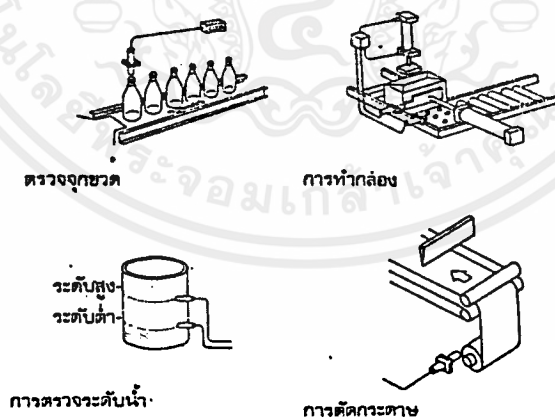
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

พรีอกซิมีตี้สวิตช์ (proximity switch)

ในระบบควบคุมหนึ่ง ๆ อาจมีวัตถุประสงค์และความต้องการความถูกต้องในการควบคุมที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการใช้งานจริงจึงมีระบบควบคุมที่พบเห็นอยู่หลายลักษณะที่พบเห็น โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะเป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (feedback หรือ closed loop control) จะใช้อุปกรณ์ตรวจจับเป็นพวกอินฟราเรด สวิตช์ลำแสง ลิ้มิตสวิตช์ และพรีอกซิมีตี้สวิตช์ หรือเรียกว่า สวิตช์ที่ไม่ต้องสัมผัส จะเห็นว่า PLC จะมีจุดต่ออินพุตและเอาต์พุตจำนวนมากที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมได้ ในที่นี้ขอกล่าวถึงพรีอกซิมีตี้สวิตช์ เพราะเป็นอุปกรณ์ตรวจจับที่มีแนวโน้มการใช้งานสูงมากในปัจจุบัน

พรีอกซิมีตี้สวิตช์เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานได้ โดยไม่ต้องสัมผัสอาศัยการทำงานจากวงจรสนามแม่เหล็กไฟฟ้า หรือวงจรสนามไฟฟ้า เมื่อมีวัตถุเข้ามาในระยะการตรวจจับ (บริเวณสนามไฟฟ้าหรือสนามแม่เหล็ก) จะทำให้คุณสมบัติของสนามดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไปเป็นผลให้วงจรตรวจสอบภายในสั่งการให้สวิตช์ทำงานทันที



รูปที่ 3.1 การนำพรีอกซิมีตี้สวิตช์ไปใช้ในขบวนการผลิต

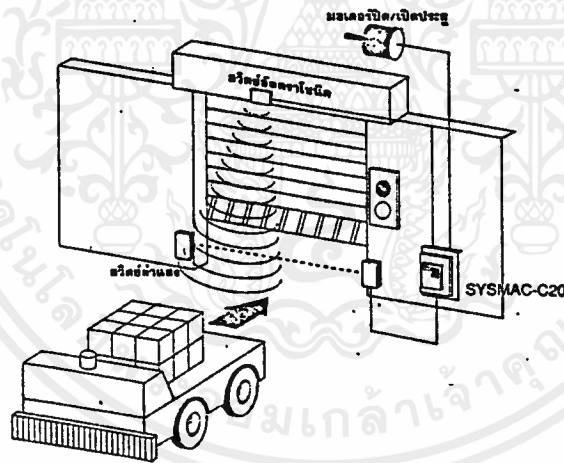
พรีอกซิมีตี้สวิตช์ ที่ทำงานด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะตรวจจับการเหนี่ยวนำของวัตถุ ดังนั้นวัตถุที่นำมาใช้กับพรีอกซิมีตี้สวิตช์ชนิดนี้จึงเป็นพวกโลหะ และพรีอกซิมีตี้สวิตช์ที่ทำงานด้วยสนามไฟฟ้าจะตรวจจับความจุไฟฟ้าของวัตถุ จึงใช้ได้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะ เช่น แก้วพลาสติก และของเหลว เป็นต้น ผู้ใช้สามารถเลือกรูปร่าง (case) และระยะการตรวจจับของฟร็อกซิมีตี้สวิทช์ให้เหมาะสมกับระบบที่จะควบคุมได้ในรูปที่ 3.1 เป็นตัวอย่างการนำฟร็อกซิมีตี้สวิทช์มาใช้ในการตรวจจับเพื่อควบคุมขบวนการผลิต

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน PLC

ระบบควบคุมประตูอัตโนมัติสำหรับโกดังเก็บของ

พิจารณารูปที่ 3.2 จะใช้ PLC ในการควบคุมการเปิด-ปิดของประตู โดยตรวจจับวัตถุ(ซึ่งอาจจะ เป็นรถหรือยานพาหนะอื่น ๆ) ที่เคลื่อนที่เข้ามาในบริเวณตรวจจับ สำหรับในรูปที่ 3.2 นั้นจะใช้ตัวตรวจจับที่แตกต่างกัน 2 ชนิดคือ สวิตช์อัลตราโซนิก (ultra sonic switch) และสวิตช์ลำแสง(photoelectronic switch) ซึ่งมีอุปกรณ์รับ/ส่งแยกเป็น 2 ส่วน



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างระบบควบคุมประตูอัตโนมัติสำหรับโกดัง

การตรวจจับวัตถุของสวิตช์อัลตราโซนิก ทำโดยตรวจจับการสะท้อนของคลื่นที่เครื่องอัลตราโซนิกส่งออกไป ถ้าไม่มีคลื่นสะท้อนกลับมาก็หมายถึง ไม่มีวัตถุเข้ามาในบริเวณตรวจจับนั่นเอง

ส่วนการทำงานของสวิตช์ลำแสงก็คือ ตรวจสอบว่ามีวัตถุบังตัดลำแสงหรือไม่ ถ้ามีวัตถุตัดลำแสงแล้วอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับแสงจะไม่มีแสงมาตกกระทบไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

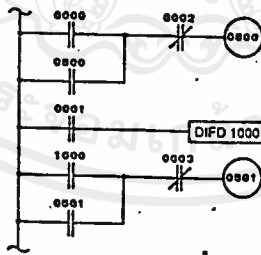
ชั่วขณะหนึ่ง ซึ่งก็ทำให้ตรวจจับวัตถุได้เช่นกัน

จากรูปจะเห็นว่าประตูจะปิด/เปิดด้วยมอเตอร์ ซึ่งในที่นี้สมมติว่าที่ประตูมี
 ลิมิตสวิตช์อยู่ที่ตำแหน่งบนของประตู (สำหรับตรวจจับว่าประตูได้เปิดขึ้นสุดแล้ว
 หรือยัง) และลิมิตสวิตช์อีกตัวหนึ่งอยู่ที่ตำแหน่งล่างสุดของประตู (สำหรับตรวจจับ
 ว่าประตูปิดลงสุดแล้วหรือยัง)

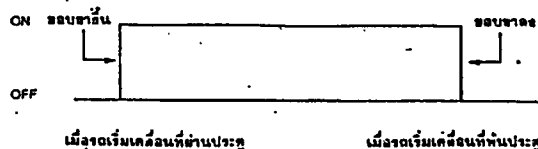
ดังนั้นถ้ากำหนดให้อุปกรณ์ต่าง ๆ มีหมายเลขโดยตรงกับตารางที่ 3.1
 แล้วก็สามารถออกแบบระบบควบคุม ดังกล่าวนี้ได้ดังแลคเตอร์ไคอะแกรม ใน
 รูปที่ 3.3

ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดค่าของอินพุต/เอาต์พุตรีเลย์ในตัวอย่างรูปที่ 3.2

ตารางกำหนด INPUT/OUTPUT RELAY	
INPUT	หมายเลขรีเลย์
สวิตช์อัลตราโซนิก	0000
สวิตช์ลำแสง	0001
ลิมิตสวิตช์ ตำแหน่งบนของประตู	0002
ลิมิตสวิตช์ ตำแหน่งล่างของประตู	0003
OUTPUT	หมายเลขรีเลย์
มอเตอร์ (หมุนในทิศทางเปิดประตู)	0500
มอเตอร์ (หมุนในทิศทางปิดประตู)	0509



รูปที่ 3.3 แลคเตอร์ไคอะแกรมของการประยุกต์ใช้งาน PLC ในรูปที่ 3.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.4 ไคอะแกรมเวลาการทำงานของสวิตช์ลำแสงในตัวอย่าง รูปที่ 3.2
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

จากแลตเตอร์ไคอะแกรมในรูปที่ 3.3 การทำงานของมอเตอร์จะทำงานด้วยเงื่อนไข 2 ข้อ คือ

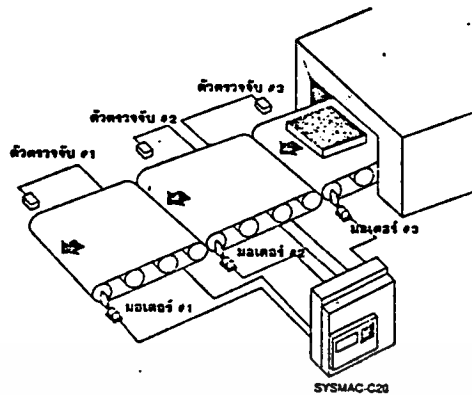
1. ถ้าสวิทช์อัลตราโซนิกตรวจพบวัตถุแล้ว รีเลย์ 0000 จะ on รีเลย์ 0500 ก็จะทำงาน (ประตูเปิดขึ้น) จนกระทั่งลิมิตสวิทช์ที่ตำแหน่งบนของประตูทำงาน มอเตอร์ที่เปิดประตูก็จะหยุดทำงาน

2. เมื่อรถเคลื่อนผ่านประตูสวิทช์ลำแสงจะตรวจจับรถได้ทำให้รีเลย์ 0001 on ซึ่งช่วงที่รถเคลื่อนผ่านประตูนั้น สามารถเขียนแผนภาพการทำงานของสวิทช์ลำแสงได้ดังรูปที่ 3.4 ขณะที่รถเคลื่อนที่ผ่านพื้นประตูนั้น (ช่วงขอบขาลง) คำสั่ง DIFD ก็จะทำงานเป็นผลให้รีเลย์ 1000 on เป็นเวลา 1 ช่วงการสแกนและรีเลย์ 0501 จะทำงาน (ประตูจะปิดลง) จนกระทั่งลิมิตสวิทช์ที่ตำแหน่งล่างของประตูทำงาน มอเตอร์ที่ปิดประตูก็จะหยุดทำงาน

สำหรับตัวอย่างใช้งานนี้ในทางปฏิบัติผู้ใช้สามารถควบคุมการปิด/เปิดประตูได้ทั้งขาเข้าและขาออก พร้อมทั้งนับจำนวนรถที่เข้าออกของประตูหนึ่ง ๆ ได้นอกจากนี้ PLC หนึ่งตัวสามารถควบคุมการทำงานของประตูได้หลาย ๆ ประตูอีกด้วย ซึ่งอาจจะมีการนับจำนวนรถที่เข้าและออกของทั้งโกดัง ว่าเท่ากันหรือไม่ ด้วยคำสั่ง ADD และ SUB ของ PLC ได้อีกเช่นกัน ทั้งนี้ผู้อ่านสามารถที่จะต่อเติมหรือดัดแปลงโปรแกรมนี้ต่อไปได้โดยไม่ยากนัก

3.1 ระบบควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง

พิจารณารูปที่ 3.5 เป็นระบบที่ใช้ PLC ในการบังคับมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนสายพานซึ่งแบ่งออกเป็นช่อง ๆ โดยมีตัวตรวจจับแบบพร็อกซิมีตี้สวิทช์ 3 ตัว คอยตรวจจับการเคลื่อนที่ของชิ้นงานเป็นช่วง ๆ ซึ่งตัวตรวจจับ #3 จะเป็นตัวเปิดมอเตอร์ #2 และตัวตรวจจับ #2 จะเป็นตัวเปิดมอเตอร์ #1 ขณะที่ชิ้นงานเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับ #2 นั้นมอเตอร์ #2 จะถูกหน่วงให้ทำงานต่อไปอีก 2 วินาที แล้วจึงหยุดหมุน



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างระบบควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง

เช่นเดียวกันเมื่อชิ้นงานเคลื่อนที่ผ่านตัวตรวจจับ #1 มอเตอร์ #1 ก็จะถูกหน่วงให้ทำงาน 2 วินาที แล้วจึงหยุดการทำงาน สำหรับมอเตอร์ #3 นั้นจะหมุนอยู่ตลอดเวลา แต่เนื่องจากข้อควรปฏิบัติในการเขียนโปรแกรมที่ว่า ไม่ควรต่อเอาต์พุตรีเลย์เข้ากับบัสบาร์ของแลคเคอร์ไนต์โดยตรง จึงต้องต่อผ่านหน้าสัมผัสของรีเลย์พิเศษ 1813 ซึ่งปกติจะ on อยู่เสมอ

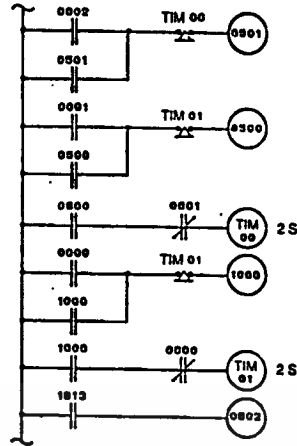
ดังนั้นถ้ากำหนดให้อุปกรณ์ต่าง ๆ มีหมายเลขรีเลย์ตรงกับตารางที่ 3.2 แล้วแลคเคอร์ไนต์สำหรับระบบควบคุมนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.6

ตารางที่ 3.2 แสดงการกำหนดค่าของอินพุต/เอาต์พุตรีเลย์ในตัวอย่างรูปที่ 3.5

ตารางกำหนด INPUT/OUTPUT RELAY

INPUT	หมายเลขรีเลย์
ตัวตรวจจับ#1	0000
ตัวตรวจจับ#2	0001
ตัวตรวจจับ#3	0002
OUTPUT	หมายเลขรีเลย์
มอเตอร์#1	0500
มอเตอร์#2	0501
มอเตอร์#3	0502

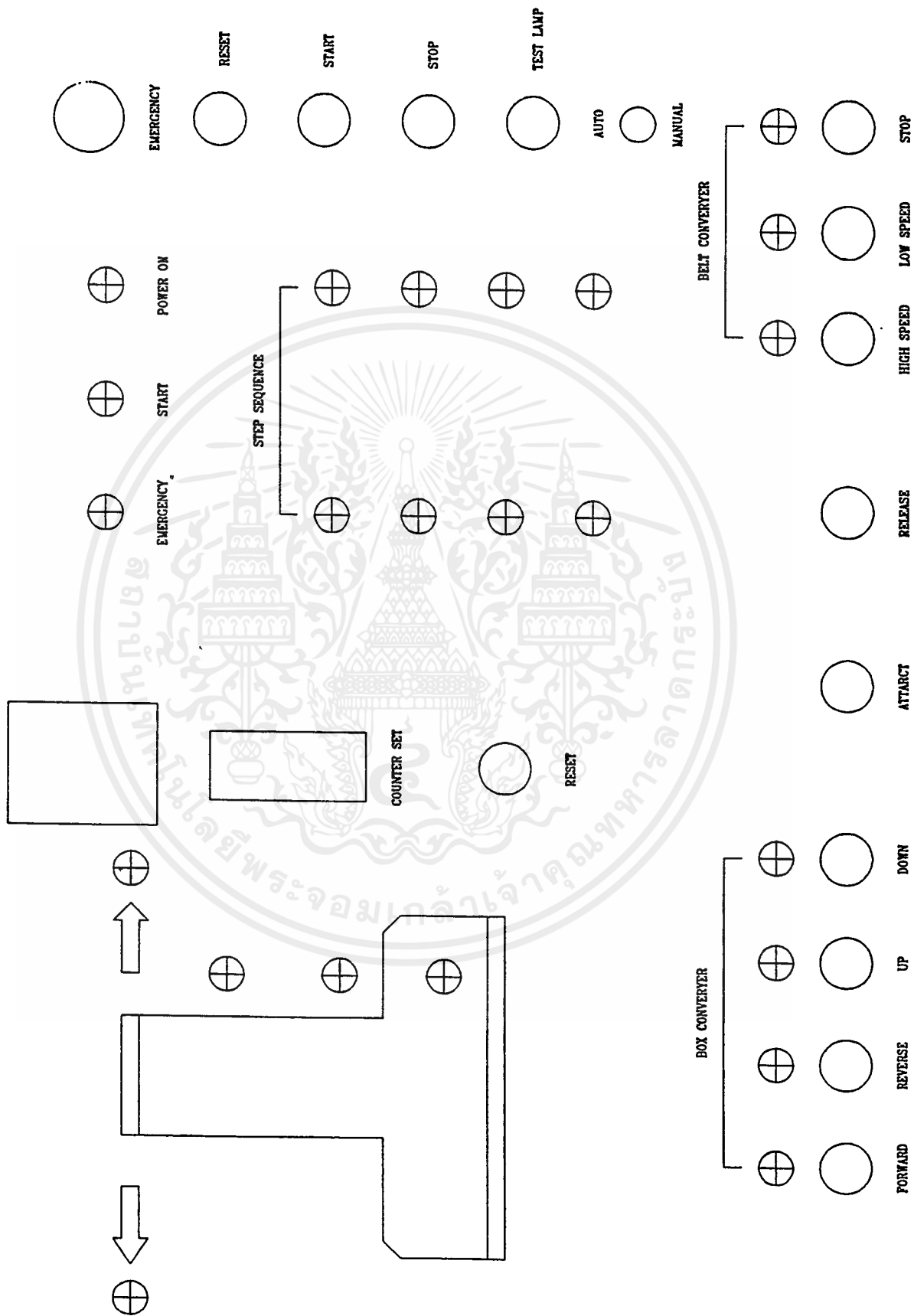
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



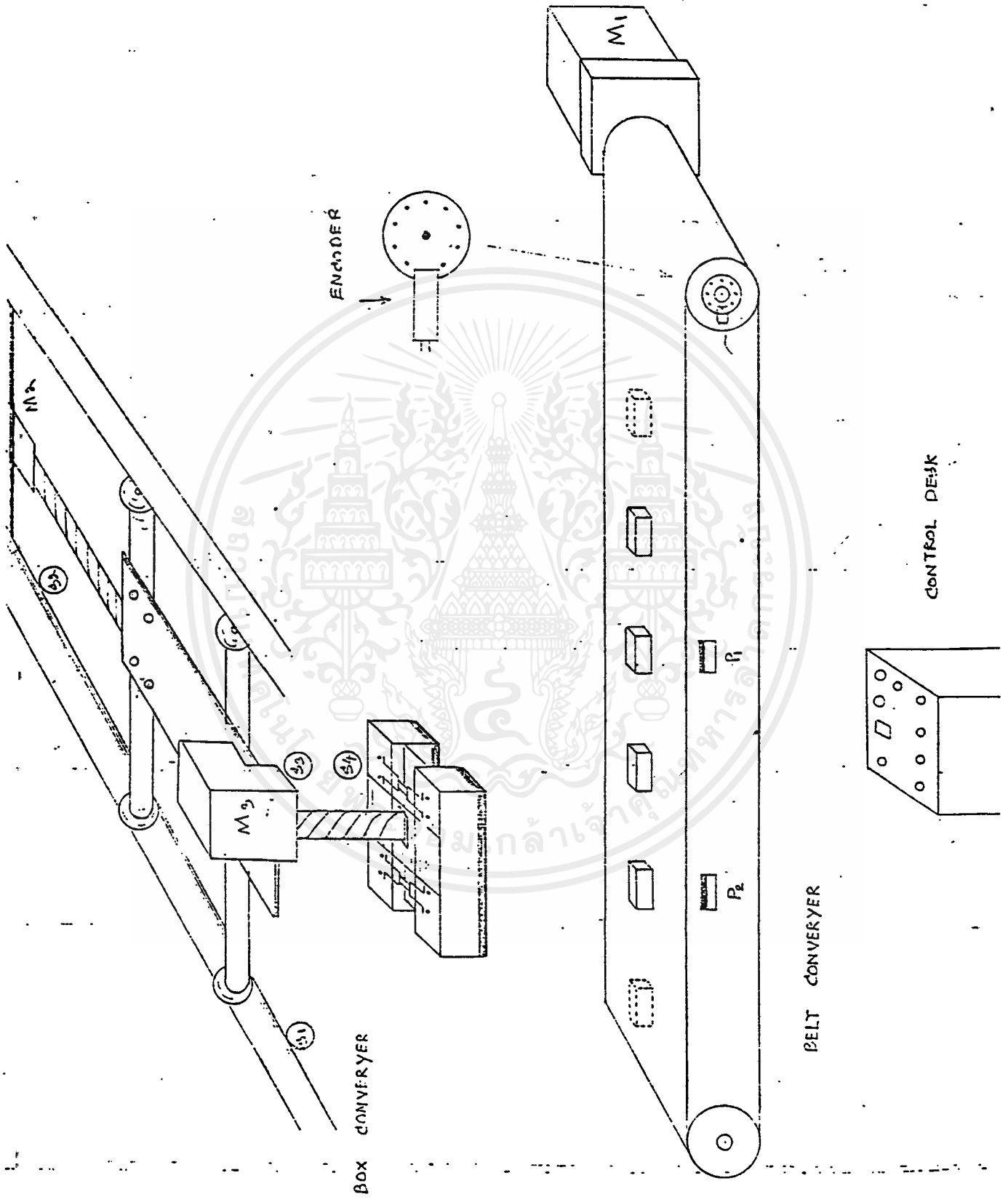
รูปที่ 3.6 แลตเตอร์ไดอะแกรมของการประยุกต์ใช้งาน PLC ในรูปที่ 3.5

อย่างไรก็ดี ระบบนี้ผู้ใช้อาจปรับปรุงหรือตัดแปลงให้มีการนับจำนวนของ
ชิ้นงานที่เคลื่อนที่ผ่านไปได้ด้วย และเมื่อนับจำนวนได้ตามที่ต้องการแล้ว จึงให้
ระบบทั้งหมดหยุดทำงาน

SEQUENTIAL CONTROL DEMONSTRATION SYSTEM FOR INDUSTRIAL PROCESS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบวงจร

4.1 ระบบการทำงาน

การทำงานของระบบมี 2 อย่าง คือ อย่างที่หนึ่งเดินด้วยมือ (MANUAL) เป็นการสั่งให้ระบบทำงาน โดยการกดปุ่มสั่งงานต่างบนโต๊ะควบคุม อีกอย่างหนึ่งคือ การทำงานแบบอัตโนมัติ (AUTO) โดยการโยกสวิตช์ไปทาง AUTO ระบบต่าง ๆ จะทำงานไปตาม STEP SEQUENCE ที่ได้ออกแบบไว้

ระบบได้ออกแบบไว้ เพื่อลำเรียงวัตถุที่เป็นโลหะ (เหล็ก) แต่ถ้าเป็นอลูมิเนียมจะผ่าน STEP ดังกล่าวไปยังสายพานตอนต่อไป หรือตกลงไปยังถังเก็บด้านล่าง สายพาน ซึ่งกรณีเหล่านี้ก็แล้วแต่จุดประสงค์ของงาน แต่ในที่นี้ขอกล่าวเฉพาะขั้นตอนของการลำเรียงวัตถุที่เป็นเหล็กเท่านั้น

เมื่อโยกสวิตช์มาทาง AUTO ระบบจะยังไม่ทำงาน ระบบจะทำงานเมื่อกดปุ่ม START เมื่อระบบทำงาน STEPPING MOTOR (M1) จะขับสายพานให้วิ่งเร็ว วัตถุที่อยู่บนสายพานจะเคลื่อนที่ไปตามสายพาน เมื่อวัตถุเคลื่อนที่มาถึง P1 (INDUCTIVE SWITCH 1) สายพานจะเปลี่ยนจากจังหวะเร็วมาเป็นช้า พร้อมกับสั่งเปิด GATE ของวงจรนับ สัญญาณ PULSE จากตัว OPTO ISOLATOR จะส่งผ่านมายังวงจรนับ ซึ่งจำนวน PULSE จะมีค่าเท่ากับจำนวนรอบงานที่วิ่งผ่านตัว OPTO ISOLATOR ไปและระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของสายพานจะมีค่าเท่ากับระยะห่างของรูที่เจาะแต่ละรู เช่นถ้าเจาะรูไว้ห่างกัน 1 ซม. ถ้า COUNTER นับได้ 8 (จำนวน PULSE 8 ลูก) ก็เท่ากับว่า ขณะนี้สายพานได้เคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 8 ซม. ซึ่งการตั้งค่าของ COUNTER บนโต๊ะควบคุมก็เท่ากับว่าเป็นการตั้งระยะการเคลื่อนที่ของสายพานด้วย เมื่อ COUNTER นับมาถึงค่าที่ตั้งไว้จะสั่งงานให้ P2 (INDUCTIVE SWITCH 2) ทำงาน เมื่อวัตถุเคลื่อนที่มาถึง P2 สายพานจะหยุด MOTOR (M2) จะเคลื่อนที่ตามเข็มนาฬิกาขับ BOX CONVEYER ให้เคลื่อนที่เดินหน้ามา เมื่อ BOX CONVEYER เคลื่อนที่มาถึง S1 (MICRO SWITCH 1) MOTOR (M2) จะหยุด ส่วน MOTOR (M3) จะทำงานในทิศทางตามเข็มนาฬิกา BOX จะค่อย ๆ เคลื่อนที่ลงจนถึง S4 (MICRO SWITCH 4) MOTOR (M3) จะหยุดพร้อมกับสั่งจุดขึ้นงาน MOTOR (M3) จะทำงานอีกครั้งในไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

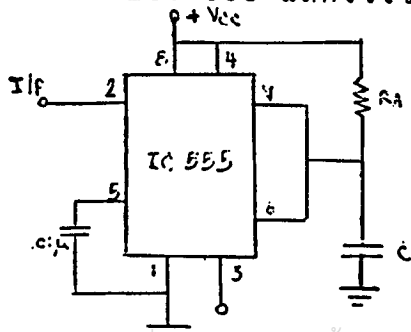
ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา BOX จะค่อย ๆ เคลื่อนที่ขึ้นพร้อมกับวัตถุ เมื่อ BOX พาวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นพันรีลมีการทำงานของ P2 สายพานจะเคลื่อนที่พาวัตถุมาหยุด ณ ตำแหน่งเดิม เพื่อรอการคูดขึ้นหลังจากที่ BOX เคลื่อนที่ขึ้นสุดถึง S3 (MICRO SWITCH 3) แล้ว MOTOR (M3) จะหยุด MOTOR (M2) จะทำงานในทิศทวนเข็มนาฬิกาดึง BOX ให้เคลื่อนที่ถอยหลัง เมื่อ BOX เคลื่อนที่ถอยหลังจนสุดถึง S2 (MICRO SWITCH 2) MOTOR (M2) จะหยุด MOTOR (M3) จะทำงานในทิศทางตามเข็มนาฬิกา BOX จะเคลื่อนลงจนสุดถึง S4 (MICRO SWITCH 4) MOTOR (M3) จะหยุดพร้อมกับปล่อยวัตถุลงเสร็จแล้วจะเคลื่อนที่ขึ้น เมื่อมีวัตถุอยู่ในตำแหน่ง P2 เมื่อใด BOX CONVEYER จะเคลื่อนที่ไปนำวัตถุขึ้นมาในการทำงานลักษณะเดิม ถ้าเกิดวัตถุเคลื่อนที่มายังไม่ถึงตำแหน่ง P2 BOX CONVEYER จะหยุดรออยู่ในตำแหน่งเดิม

การจะเริ่มเดินเครื่องทุกครั้ง ต้องให้ BOX CONVEYER อยู่ในตำแหน่งสุดด้าน S2 และ BOX จะต้องขึ้นสุดในตำแหน่ง S3 จะสั่งงานด้วยระบบการเดินด้วยมือ หรือ MANUAL

4.2 วงจร STEP SEQUENCE

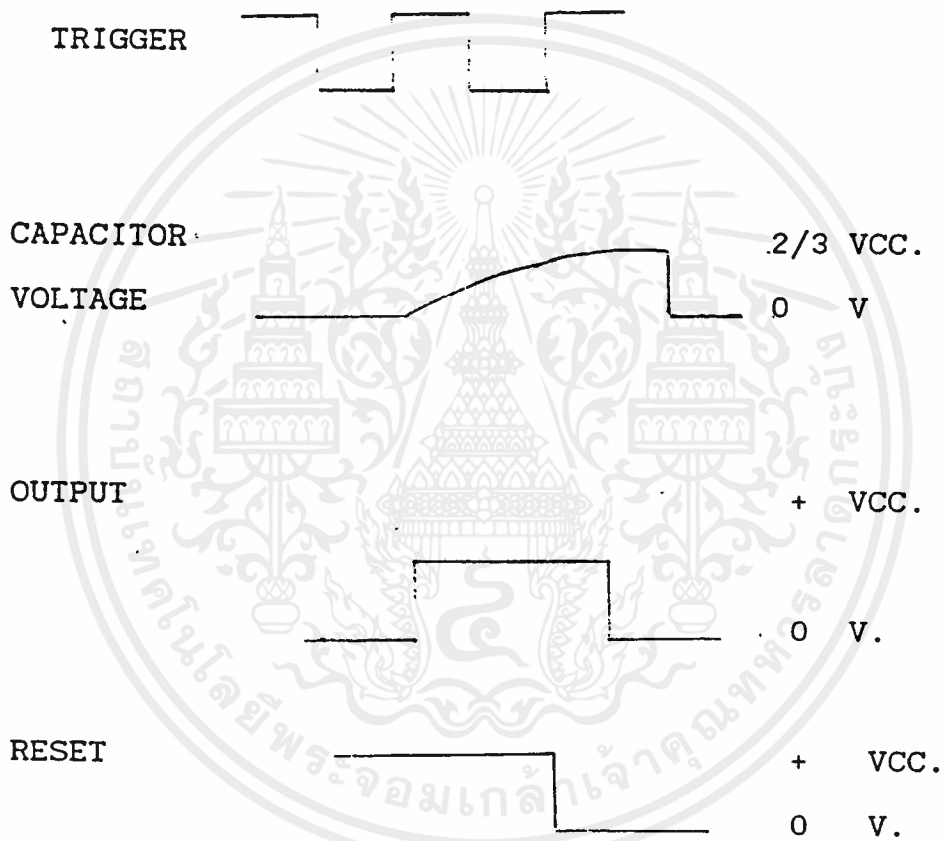
วงจร STEP SEQUENCE เป็นวงจรแสดงสภาวะการทำงานของวงจรแต่ละขั้นตอนเพื่อให้ง่ายต่อการค้นหาจุดเสีย หรือตรวจซ่อม ภายในวงจรประกอบด้วย 2 ส่วน คือ วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ และวงจรดีมัลติเพลก ส่วนของ INPUT ที่จะ TRIG ให้วงจรโมโนสเตเบิล ทำงานนั้นใช้ OPTO TRANSISTOR 1H11A เป็นการแยกส่วนที่เป็น INPUT และ OUTPUT ออกจากกัน เพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกัน

วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ หรือวงจรวันช็อคต์ มัลติไวเบรเตอร์ ซึ่งประกอบขึ้นจากไทม์เมอร์ไอซี เบอร์ 555 แสดงวงจรพื้นฐาน ดังรูป...



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูป 1.1 แสดงวงจรโมโนสเตเบิลแบบง่าย ๆ ของ IC 555
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจรถูกกล่าวนี้จะทำให้ได้พัลส์รูปสี่เหลี่ยม (RECTANGULAR WAVE FORM) ออกมาที่เอาต์พุทของไอซี ในแต่ละครั้งที่มีการทริกเกอร์ด้วยสัญญาณจากภายนอก และสัญญาณทริกเกอร์แต่ละสัญญาณต้องมีช่วงเวลาห่างกันไม่น้อยกว่าขนาดความกว้างของพัลส์ที่เอาต์พุท การเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่ตำแหน่งต่าง ๆ ขณะที่เวลาเปลี่ยนไปเขียนแสดงและเปรียบเทียบได้ ดังรูป 1.2 สมการการเก็บของคาปาซิเตอร์



รูป 1.2 แสดงการเปรียบเทียบแรงดันที่จุดต่าง ๆ ในวงจร

เขียนได้ดังนี้ คือ

$$V_C = V_{CC} (1 - e^{-t/RA.C})$$

ช่วงเวลาที่ใช้สำหรับการเก็บประจุของ C เพื่อให้มีแรงดันตกคร่อมเป็น $2/3 V_{CC}$ สามารถหาได้จากสมการ โดยพิจารณาจากไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$2/3 VCC = VCC (1 - e^{-t/RA.C})$$

ดังนั้น $t = -RA.C \log_e (1/3)$ วินาที

หรือ $t = 1.1 RA.C$ วินาที

นั่นคือ ช่วงเวลาที่ OUTPUT IC (ขา 3) จะมีศักย์ในระดับสูงได้จะมีค่าเท่ากับ 1.1 RA.C วินาที หรือก็คือช่วงเวลาที่ปรากฏพัลส์ที่ OUTPUT นั้นเองจากสมการ เมื่อค่า RC และ C เปลี่ยนไปแต่ละค่าจะทำให้ได้ช่วงเวลา (TIME DELAY) ที่ต่างกัน

วงจรตีมีลติเพลก ประกอบด้วย IC NO.7493 และ IC NO. 74154 IC NO.7493 เป็น 4 BIT BINARY COUNTER เป็น IC นับ 15 แต่เนื่องจากต้องการ STEP SEQUENCE เพียง 8 STEP เท่านั้น ในส่วนขา 11 (D) จึงไม่ใช้งาน IC 7493 จะทำหน้าที่เป็น INPUT ให้กับ IC 74154 โดยที่ตัวเองจะเป็นตัวรับสัญญาณที่เกิดจากการ TRIG แต่ละครั้งจากโมโนสเตเบิล

เมื่อมีสัญญาณ INPUT จากภายนอกเข้ามาแต่ละครั้ง IC 74154 จะทำหน้าที่เป็นตีมีลติเพลก ให้สัญญาณออกมาทาง OUTPUT เรียงลำดับกันไปตั้งแต่ STEP 1 ถึง STEP 8 เนื่องจากว่าสัญญาณ OUTPUT ที่ออกมาเป็นสัญญาณ LOW แต่จุดประสงค์ของการใช้งานต้องการสัญญาณ HIGH จึงต้องเปลี่ยนจากสัญญาณ LOW ให้เป็น HIGH โดยใช้ TRANSISTOR PNP NO.595 OUTPUT ที่ขา E ของ TRANSISTOR แต่ละตัวจะมีค่าเป็น HIGH

- วงจร COUNTER CIRCUIT

ส่วนของวงจรมันจะทำหน้าที่นับสัญญาณ PULSE ที่ส่งมาจากชุด ENCODER เพื่อเปรียบเทียบเป็นระยะการเคลื่อนที่ของสายพาน และมี TRUMPWHEEL SWITCH ใช้ในการตั้งค่า เมื่อการเคลื่อนที่ของสายพานมีค่าเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ RELAY จะทำงานซึ่งการทำงานของ RELAY จะถูกหน่วงเวลาโดย IC 555

การทำงานของวงจรสัญญาณ PULSE ทาง INPUT จะผ่านเข้ามาทาง OPTO TRANSISTOR H111A ผ่านเข้ามาทาง INPUT ของ BCD COUNTER ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(IC 4510) และจะถูก DECODE โดย IC 4511 เพื่อขับ 7SEGMENT ซึ่งสัญญาณ BCD CODE ทาง OUTPUT (Q0,Q1,Q2,Q3) ของ IC 4510 จะเปรียบเทียบกับสัญญาณ BCD CODE ที่มาจาก TRUMPWHEEL SWITCH ด้วย IC EXCLUSIVE-OR (IC 4070) ถ้าสัญญาณ BCD CODE ทั้งสองมีค่าเท่ากัน OUTPUT NOR-GATE IC 4002 ที่ขา 1 จะมีค่าเท่ากับ VCC เข้ายัง INPUT ขา 13 และขา 5 ของ IC 4066 ซึ่งเป็น IC ELECTRONIC SWITCH ทำให้มีกระแสไหลจากขา 1 ไปยังขา 2 และจากขา 3 ไปยังขา 4 TR8, TR9 และ RELAY ทำงานขณะเดียวกัน IC 555 ก็จะทำงานด้วยการทำงานของ RELAY จะคงอยู่จนกว่าจะมีสัญญาณ RESET ที่ส่งมาจากขา 3 ของ IC 555 เข้าที่ขา 6 ของ IC 4066 ขณะเดียวกันสัญญาณนี้ก็จะไป RESET ตัวเลขให้เป็น 0 ด้วย

สำหรับการ RESET ตัวเลขจะมีการ RESET จากภายนอกโดยต่อเข้ามาที่ขา 5 และขา 6

- วงจร TEST LAMP CIRCUIT

วงจร TEST LAMP เป็นวงจรที่มีการออกแบบง่าย ๆ แต่ก็มีความซับซ้อนมาก และใช้กันทั่วไปในการออกแบบตู้ CONTROL ที่มี FUNCTION ทาง OUTPUT มาก ๆ เพราะการตรวจสอบที่จะให้ตรงปัญหาและใช้เวลาที่น้อยที่สุดนั้น ช่างผู้ตรวจสอบจะต้องใช้วิธีการหรือจากประสบการณ์ ของตนในการวิเคราะห์หาจุดที่ทำให้ถูกต้องเป็นขั้นตอนจึงทำให้ การตรวจสอบนั้นรวดเร็ว ดังนั้นการ TEST LAMP จึงเป็นขั้นแรกของการวิเคราะห์จุดที่เกิดปัญหา การทำงานของ STEP SEQUENCE จะแสดงสถานะการทำงานด้วย LAMP ตามปกติถ้าระบบมีปัญหาเกิดขึ้น LAMP ณ สถานะนั้นจะดับ ถ้าระบบทำงานปกติ LAMP ณ สถานะนั้นจะติด แต่ถ้า LAMP ต่างๆ มีการเสียหรือขาดการวิเคราะห์อาการเสียจะทำได้ยากขึ้น ดังนั้นจึงต้องใช้การ TEST LAMP ทดสอบเสียก่อนว่า หลอด LAMP ที่ดับนั้นเกิดจากอาการเสียของระบบหรือว่าหลอดนั้นขาดจากระบบนี้ใช้ LAMP เป็น LED โดยมี R เป็นตัวจำกัดกระแส และมี DIODE DX และ DY เป็นตัวป้องกันการย้อนกลับของกระแส เมื่อ STEP แต่ละ STEP ทำงานจะมีกระแสไหลผ่าน DY, R LED จะติด แต่เนื่องจาก DX ต่อในลักษณะ REVERSE กระแสจึงไม่สามารถ DX ได้ เมื่อกรณีทดสอบ TEST LAMP กระแสจะไหลผ่าน DX แต่ละตัว LED จะติดแต่กระแสนี้จะไม่สามารถผ่านไประบบได้เนื่องจาก DY ต่อในลักษณะ REVERSE ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกด TEST LAMP แล้ว หลอดไฟไม่ติดสมควรเปลี่ยนเสียบจะได้ไม่สิ้นเปลือง
เวลาระบบเกิดปัญหาขึ้น

4.3 วงจร EMERGENCY ALARM

การทำงานของวงจรนี้ อาศัยวงจรสองส่วนคือ วงจรอิเล็กทรอนิกส์สวิทช์ โดยใช้ IC # 4066 B และวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ กรณีที่ยังไม่มีการกดสวิทช์ EMERGENCY สวิทช์ของ JC4066B จะเปิดวงจรอยู่ ซึ่งในกรณีนี้ เอาท์พุทและขาควบคุม ซึ่งได้รับไบแอสแรงดัน โดยผ่าน R6 จะเท่ากับ 0 โวลต์ TR1 จะไม่ทำงาน ถ้ากรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน ผู้ควบคุมเครื่องจะตบสวิทช์ EMERGENCY ลง ทำให้แรงดันขาควบคุมมีค่าสูงสวิทช์ 4066B จะปิดวงจร ซึ่งจะทำให้เอาท์พุทมีแรงดันค่าสูง ขาควบคุมจะมีแรงดันสูงอยู่โดย R6 TR1 จะนำกระแสเป็นเหตุให้รีเลย์ทำงาน ซึ่งการทำงานจะค้างอยู่เช่นนี้จนกว่าจะมีการกดปุ่ม RESET

สำหรับวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ การทำงานจะเปลี่ยนไปมา ระหว่างสองสถานะด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลงที่สามารถทราบได้ จากค่า R และ C โดยไม่ต้องอาศัยสัญญาณกระตุ้นจากภายนอก การทำงานเริ่มจากเมื่อรีเลย์ จากวงจรส่วนหน้าทำงานจะจ่ายไฟ VCC ให้กับวงจรอะสเตเบิล สมมติว่า TR2 อยู่ในสถานะคอนดัก หรืออิ่มตัวและ TR3 อยู่ในสถานะคัทออฟ C2 จะถูกประจุจนมีแรงดันเท่ากับ $-V_{CC}$ ทำให้เบสของ TR3 เป็นลบ ฉะนั้น TR3 CUTOFF $I_{B3} = I_{C3} = 0$ จึงเหมือนกับว่าขาข้างหนึ่งของ C2 ต่อกับกราวด์ (V_{CESAT}) อีกข้างหนึ่งมีค่าแรงดันเท่ากับ $-V_{CC}$ และถูกประจุผ่าน R2 ให้มีค่าเท่ากับ $+V_{CC}$ ฉะนั้น แรงดันที่ขาเบสของ TR3 จะเพิ่มเข้าหาค่า $+V_{CC}$ แสดงดังรูป (b) ในเวลาที่ TR3 คัทออฟ และ $V_{CE3} = V_{CE}$, TR2 คอนดัก มีค่า $V_{BE Sat} \sim 0.7 V. \sim 0 V$ แสดงดังรูป (c) จะพบว่า C1 มีแรงดันคร่อมอยู่เท่ากับ $V_{CC} - 0.7 V. \sim V_{CC}$ โดยมีค่าทางเบสเป็นลบและทางคอลเลคเตอร์เป็นบวก กลับมายังรูป (a), (b) เมื่อ C2 ถูกประจุจนมีค่า $+V_{CC}$ ด้วยค่าคงที่เวลา $T = R_{B3} C_3$ ค่าคงที่เวลานั้นถูกกำหนดโดยค่าความต้านทานเบส และคาปาซิเตอร์ ที่ต่อ ณ เบสตัวเดียวกัน ค่าแรงดันที่ถูกประจุจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งแรงดันที่เบสของ TR3 ถึงจุดคอนดัก ถ้าเป็นชนิดซิลิกอน $V_{BE} = 0.7 V$ ซึ่งเวลาการประจุดังกล่าวมีค่าเท่ากับ $0.7 T$ ฉะนั้นเวลาที่แรงดันที่เบสของ TR3 เพิ่มไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก -VCC ไปยังค่า $\sim 0 V$. คือ $T1 = 0.7 RB3 C2$

ในทันทีที่เริ่มมีกระแสเบสไหลใน TR3 กระแส IC2 จะเริ่มไหล ค่า VCE2 จะลดจากค่า VCC การลดลงของแรงดันนี้ถูกดับปลิ่งผ่าน C1 ไปยังเฟสของ TR2 และ ในทิศทางที่จะทำให้ TR2 คัดออฟ ผลค่ากระแสคอลเลคเตอร์ลดลงทำให้แรงดันคอนเลคเตอร์ เพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มในทิศทางบวกของแรงดันถูกดับปลิ่งผ่าน C2 ในทางที่ทำให้ TR3 คอนคักได้ยากขึ้นแต่เมื่อ TR3 เริ่มเข้าสู่การคอนคักจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ($\sim 20 MS$)

แรงดันที่ตกคร่อมคอลเลคเตอร์ของ TR3 ถูกดับปลิ่งผ่าน C1 ไปยังเบสของ TR2 ทำให้ TR2 เข้าสู่การคัดออฟอย่างรวดเร็วจากรูป (C) ค่าแรงดันตกคร่อมที่คอลเลคเตอร์ ของ TR3 นั้น เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมากจนประจุบน C1 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง แรงดันที่เบสของ TR2 จะเปลี่ยนไปยัง -VCC อย่างรวดเร็วจากนั้น C1 จะเริ่มคายประจุผ่าน RB2 จน VBE2 มีค่า $\sim 0V$ สำหรับค่าเวลาที่แรงดันที่เบสของ TR2 ลดลงจาก -VCC มายัง 0 V. นั้นหาได้จากสูตร

$$T = 0.7 RB2 C1$$

จากวงจร $RB2 = RB3 = 27 K \ \& \ C1 = C2 = 0.01 MF$

ช่วงเวลาการเกิดพัลส์ $T = 1.4 RBC$
 $= 1.4 (27 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6})$
 $= 3.78 \times 10^{-4} SEC$

อัตราการซ้ำของพัลส์ (PULSE REPETITION RATE : PRR) คือ

$$f \text{ หรือ } PRR = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{3.78 \times 10^{-4}}$$

= 2.645 KH2

ความถี่นี้วัดได้ที่ขาคอลเลคเตอร์ของ TR2 กับ TR3 เมื่อนำเทียชโซมาต่อจะทำให้เกิดเสียงดังตามความถี่ที่ออกมา จึงใช้หลักการนี้มาทำเสียง ALARM เตือน

- BOX CONVEYER
- BELT CONVEYER
- ATTARCT - RELEASE
- START - STOP

การทำงานของวงจรเหล่านี้ เป็นส่วนของการทำงานด้วยมือหรือ MANUAL จะมีการทำงานเหมือนกับวงจรส่วนหน้าของวงจร EMERGENCY ALARM ซึ่งใช้ไอซี เบอร์ 4066 B แต่ในวงจรบางส่วนจะมี DIODE ต่อที่ขา E ของ TRANSISTOR C458 ก็เพื่อป้องกันกระแสย้อนกลับเวลาที่มีการกด TEST LAMP

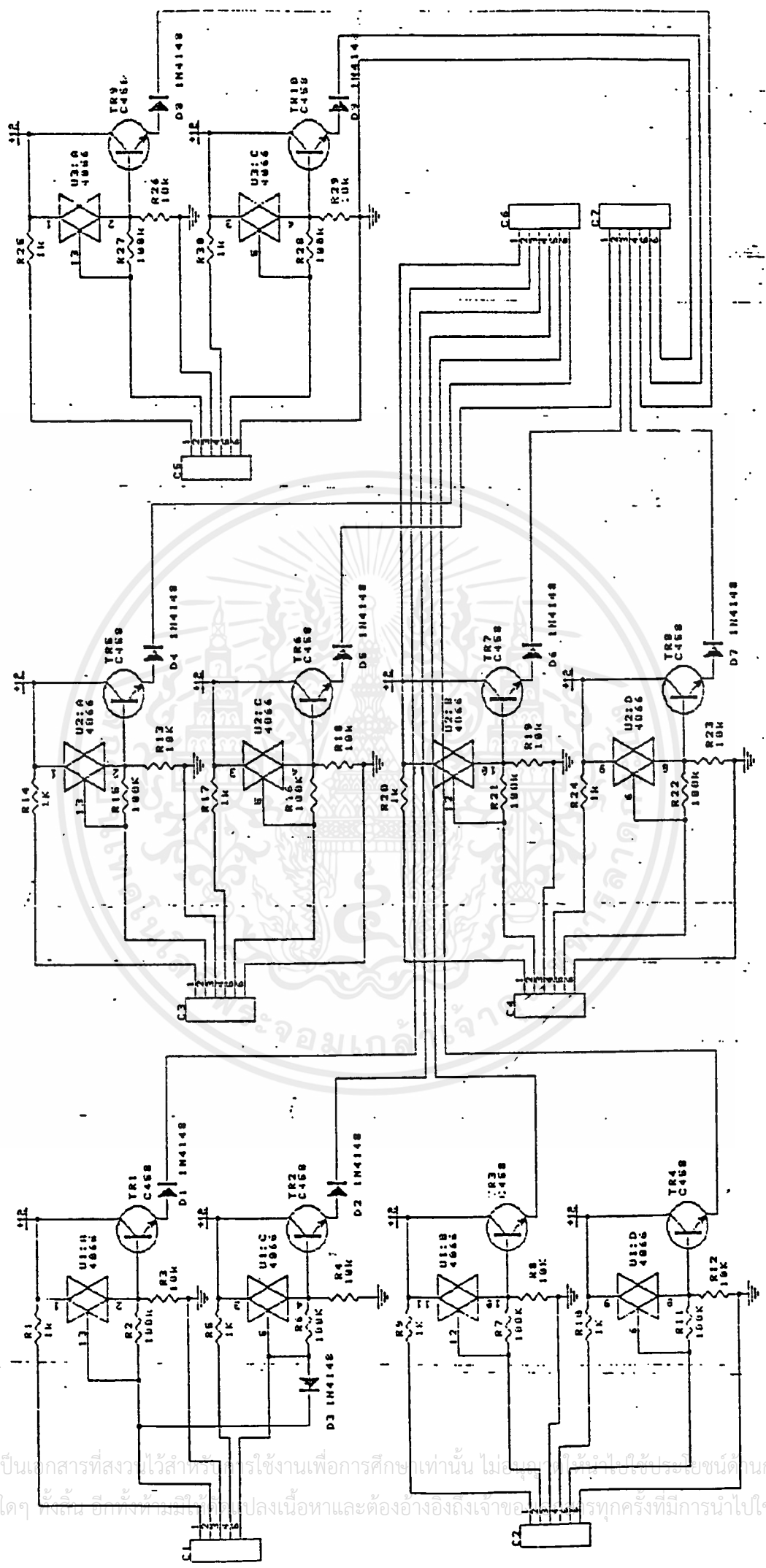
4.4 วงจร INDUCTIVE SWITCH

วงจร INDUCTIVE SWITCH เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง ที่มีประโยชน์มากสำหรับตำรวจ ทหาร ผู้รักษาความปลอดภัย หรือสำหรับช่างก่อสร้าง ถ้าเป็นตำรวจหรือผู้รักษาความปลอดภัย ใช้ตรวจสอบการพกพาอาวุธ เช่น ปืน มีด หรือ วัตถุระเบิด สำหรับทหารนำไปใช้ในการตรวจสอบวัตถุระเบิด ส่วนช่างก่อสร้างนำไปตรวจสอบเหล็กที่อยู่ในตึกคอนกรีต เวลาต้องการเจาะฝาผนังที่เป็นคอนกรีต จะต้องตรวจดูก่อนว่ามีเหล็กเส้นในฝาผนังนั้นหรือไม่ วงจรนี้สามารถตรวจจับโลหะได้ทุกชนิด เช่น ทองแดง เงิน ทอง อลูมิเนียม เหล็ก เป็นต้น ซึ่งความไวในการตรวจจับโลหะแต่ละชนิดนั้นมีความไวเท่ากัน (จากการทดลอง เหล็กดีที่สุดใน) จึงมีวอลลุ่มไว้เป็นตัวปรับความไวของวงจรเพื่อสะดวกในการใช้งาน

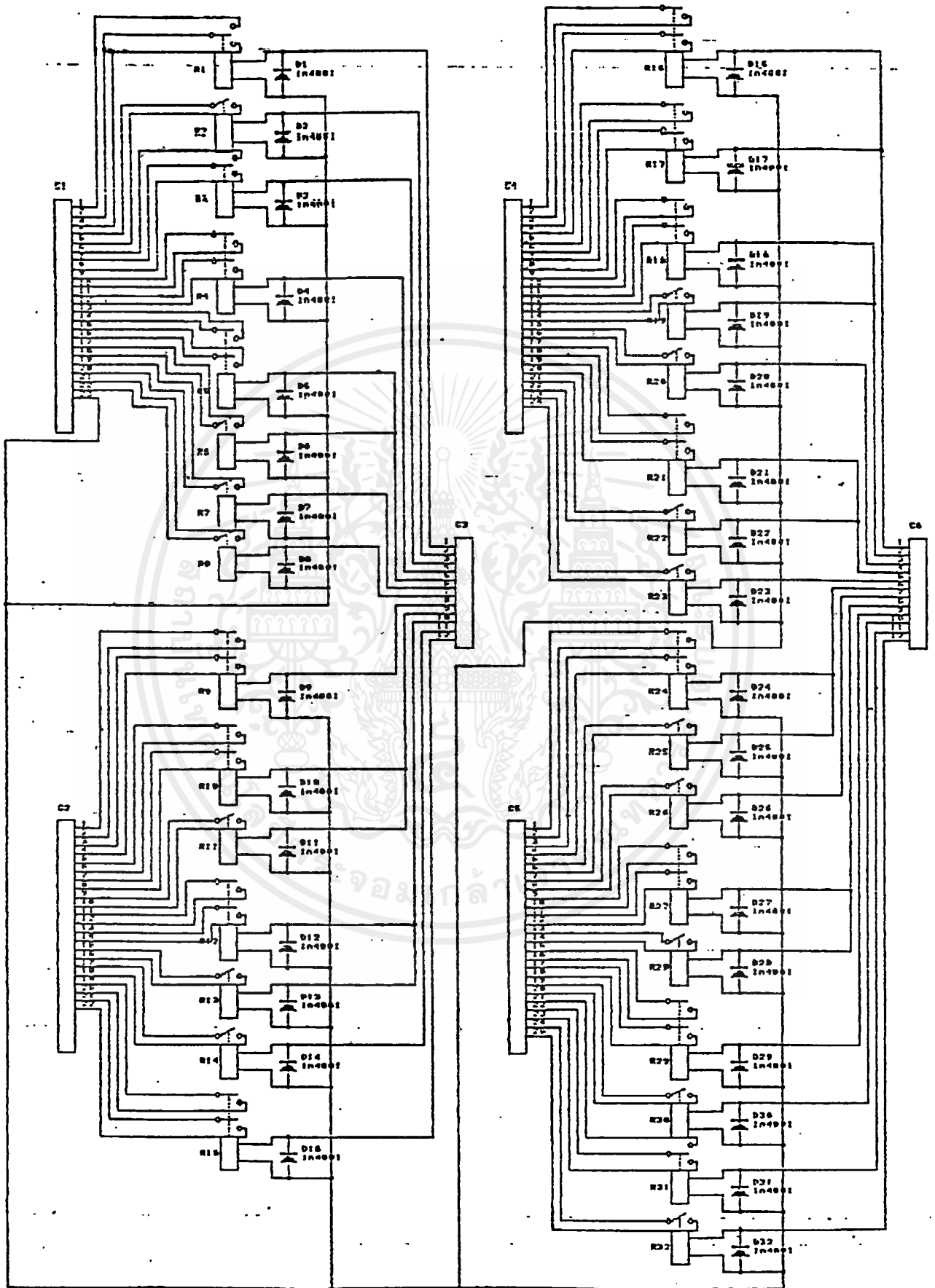
สำหรับระบบของโรงงานอุตสาหกรรมสมัยใหม่ ในปัจจุบันนี้มีใช้กันอย่างแพร่หลายโดยใช้ชื่อว่า INDUCTIVE PROXIMITY SWITCH มีให้เลือกใช้หลายแบบหลายขนาดตามแต่ลักษณะงาน ซึ่ง INDUCTIVE PROXIMITY SWITCH นี้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็ใช้หลักการเดียวกับวงจร INDUCTIVE SWITCH นี้ มีการตัดแปลงให้ใช้ได้กับไฟ AC และ DC จากคุณสมบัติที่ทำงานโดยไม่ต้องมีการสัมผัสโดยตรง ไม่มีหน้า CONTACT ที่เกิดปัญหาเรื่องการสึกกร่อน จึงได้ถูกนำมาใช้แทน ไมโครสวิตช์ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

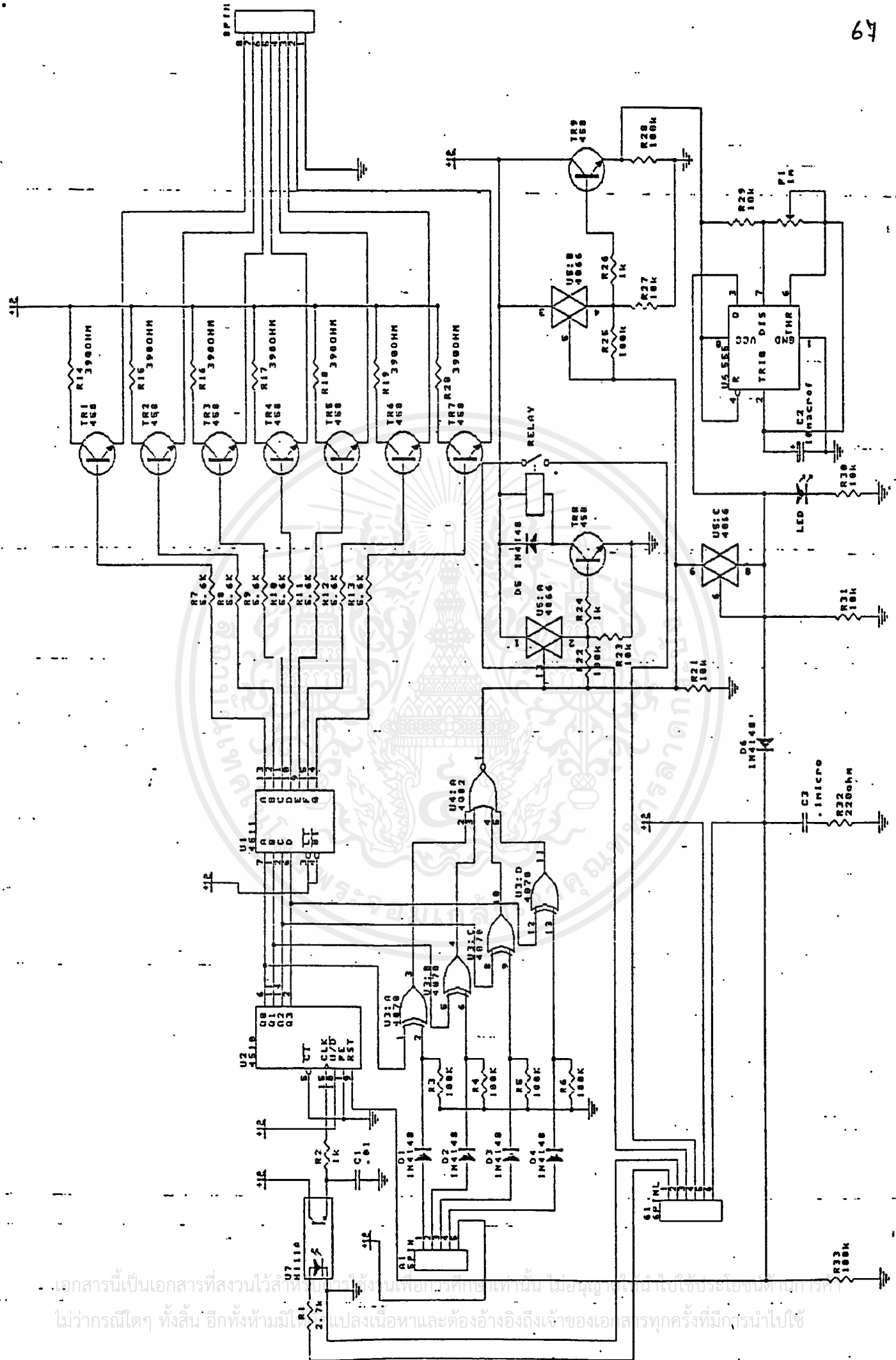
การทำงานของวงจร TR1 และ TR2 ถือเป็นวงจรกำเนิดประมาณ 120 KHz โดยความถี่นี้ขึ้นอยู่กับค่า L1 และ L1 ออสซิลเลท จะเหนี่ยวนำไฟฟ้ามาที่ขด L2 จึงทำให้ TR2 นำกระแสได้ที่ขาคอลเลคเตอร์ของ TR2 จะมีความถี่เท่ากับขาคอลเลคเตอร์ของ TR1 แต่ความถี่นี้จะถูกฟิลเตอร์ลงกราวด์ โดย C2 ความถี่นั้นหายไปหมดดังนั้นที่ขาคอลเลคเตอร์ของ TR2 จึงมีไฟต่ำมาก ดังนั้น TR3 จึงไม่สามารถทำงานได้ เมื่อ L1 อยู่ใกล้กับวัตถุที่เป็นโลหะ การเหนี่ยวนำจะเหนี่ยวนำจะเหนี่ยวนำไปที่โลหะด้วย แรงเหนี่ยวนำมาที่ขด L2 จึงน้อยลง TR2 จึงไม่สามารถทำงานได้ขาคอลเลคเตอร์ของ TR2 จึงมีไฟสูงขึ้น TR3 และ TR4 ก็จะนำกระแสขาคอลเลคเตอร์ของ TR4 จึงมีไฟสูงเท่ากับ VCC LED จะติด และ TR5 จะทำงาน กรณีจะสั่งงานไปยัง FUNCTION อื่น ก็นำ RELAY มาต่อระหว่างขาอิมิตเตอร์ของ TR5 เทียบกับกราวด์ แล้วนำเอาหน้า CONTACT ของ RELAY ไปใช้งานอีกที



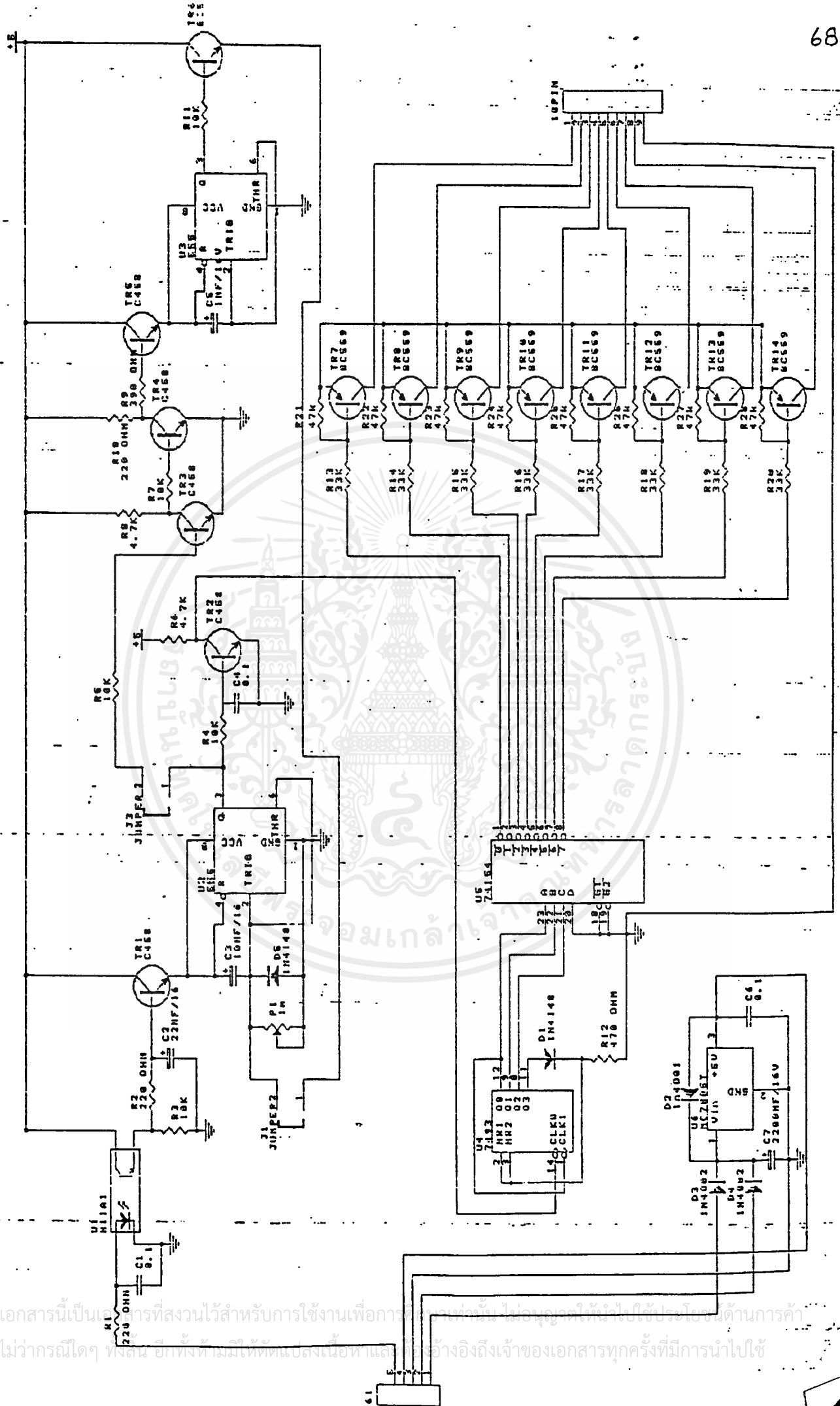
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้ผู้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ผู้ใช้แปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



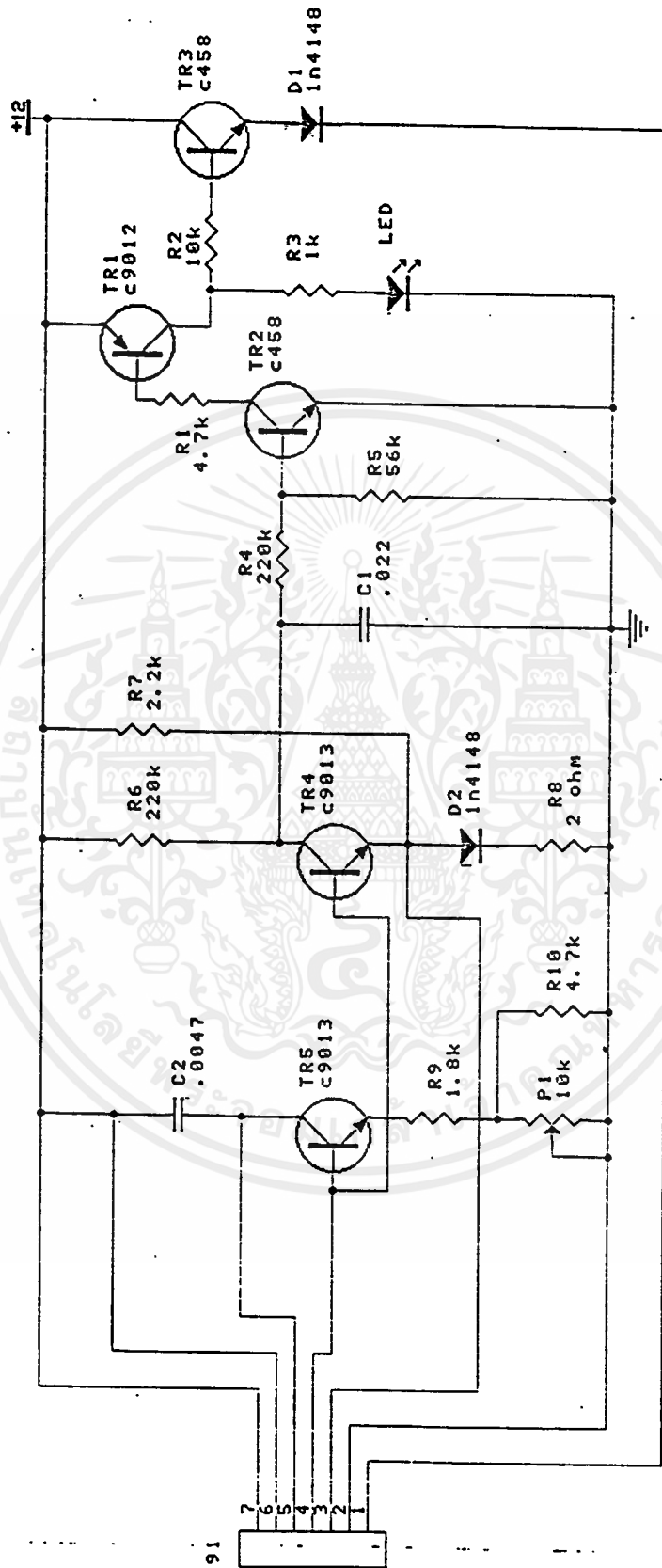
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในห้องเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เปลี่ยนแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้

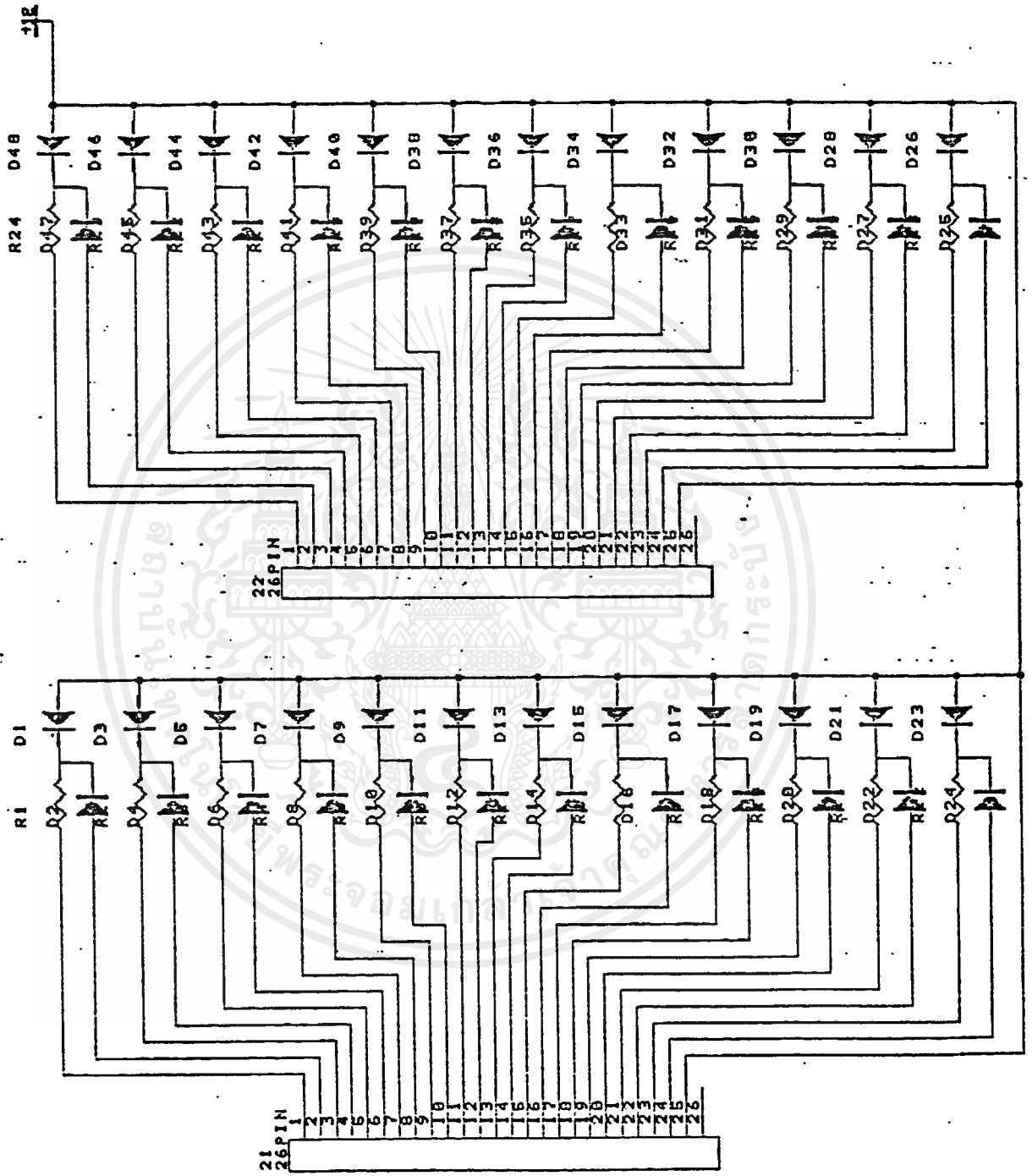


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นให้ทำซ้ำเพื่อเผยแพร่แก่ผู้อื่นโดยไม่คิดค่าลิขสิทธิ์

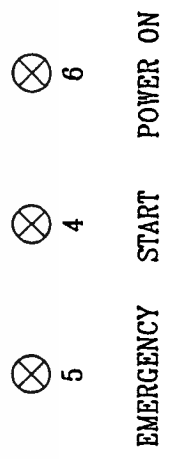
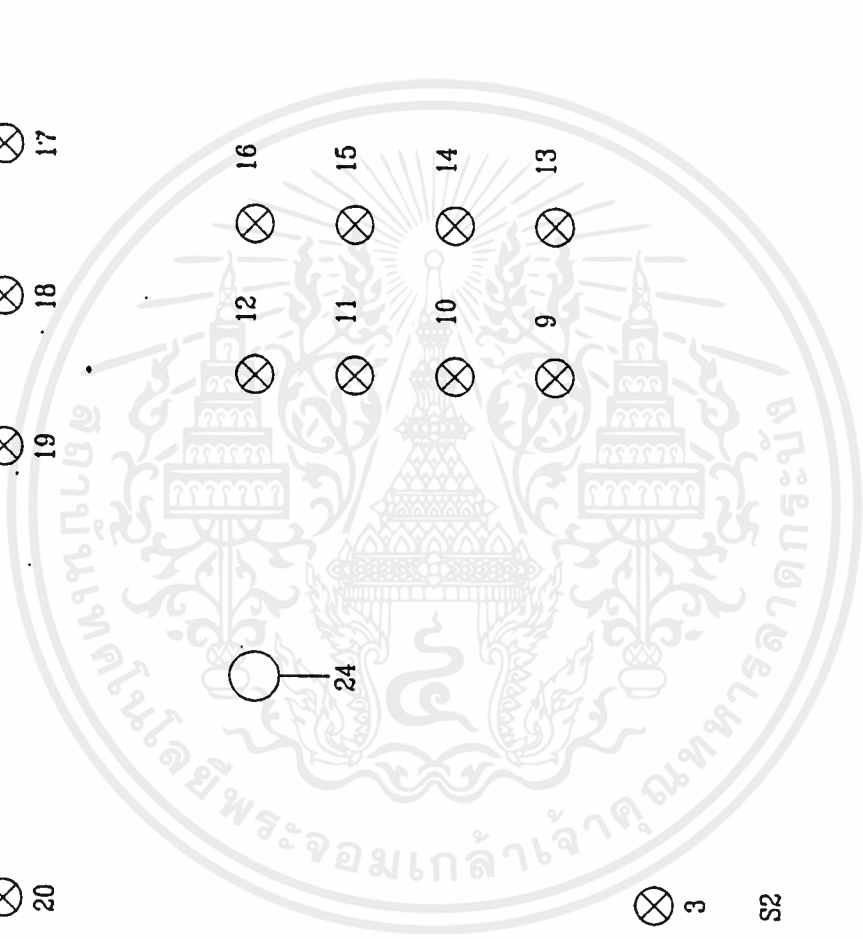
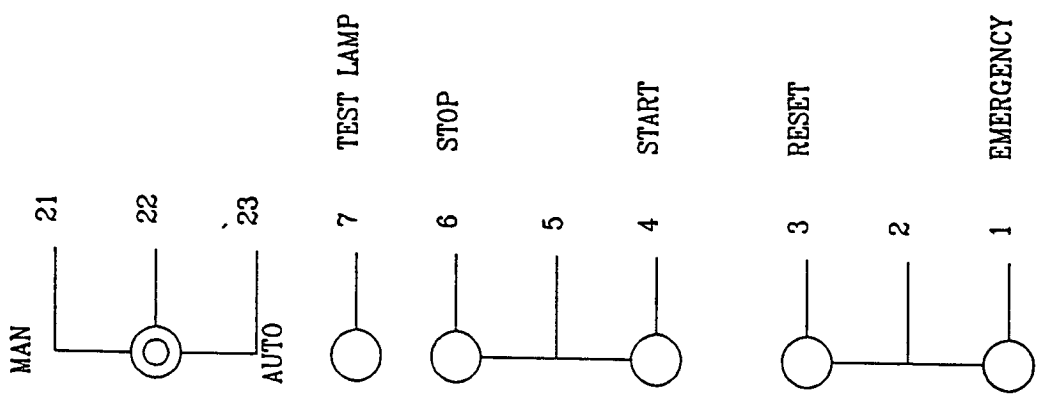
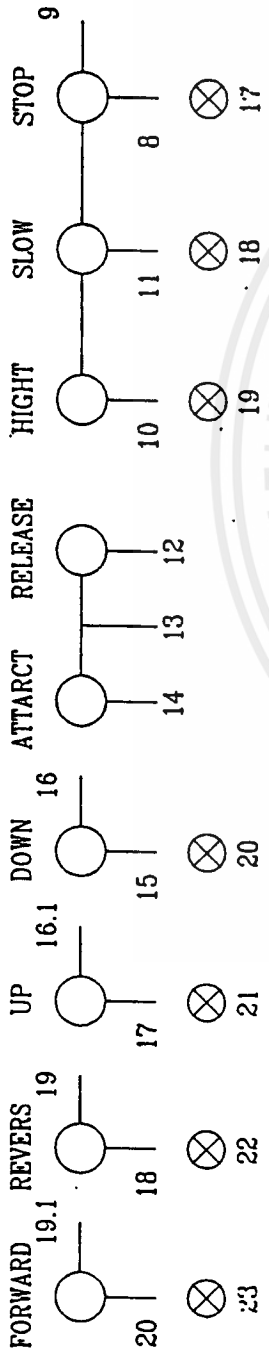


INDUCTIVE SWITCH CIRCUIT

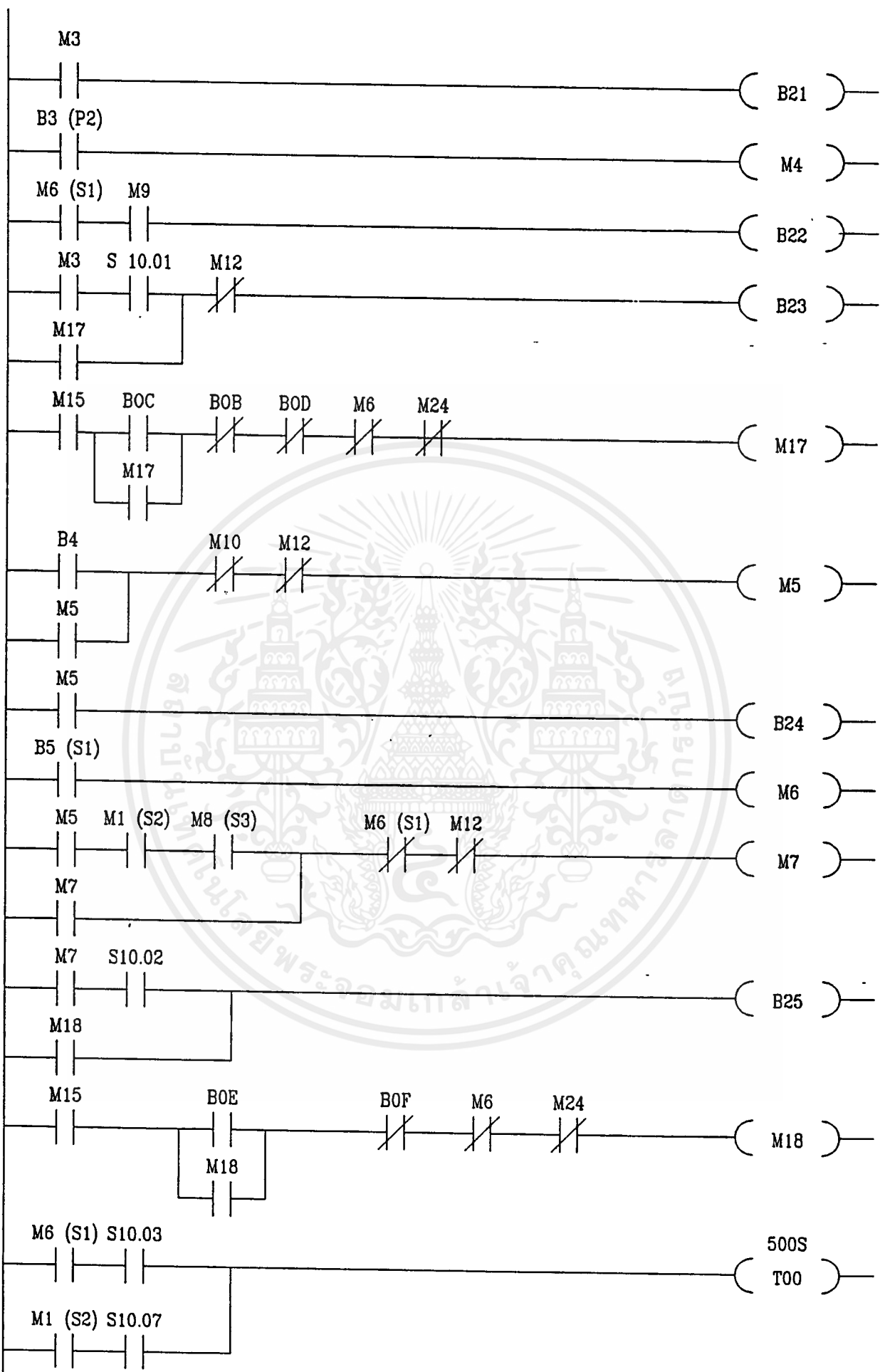
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



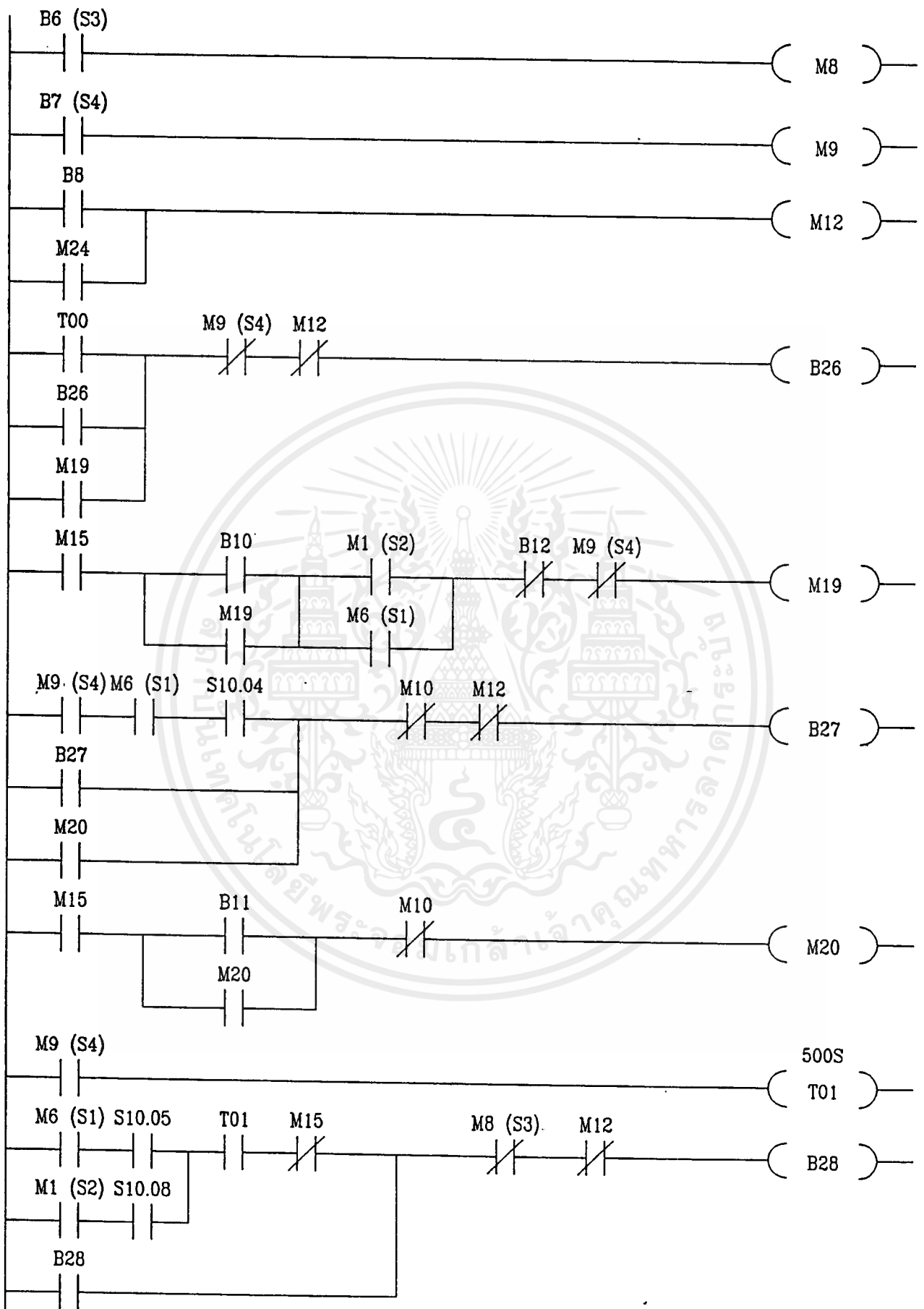
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



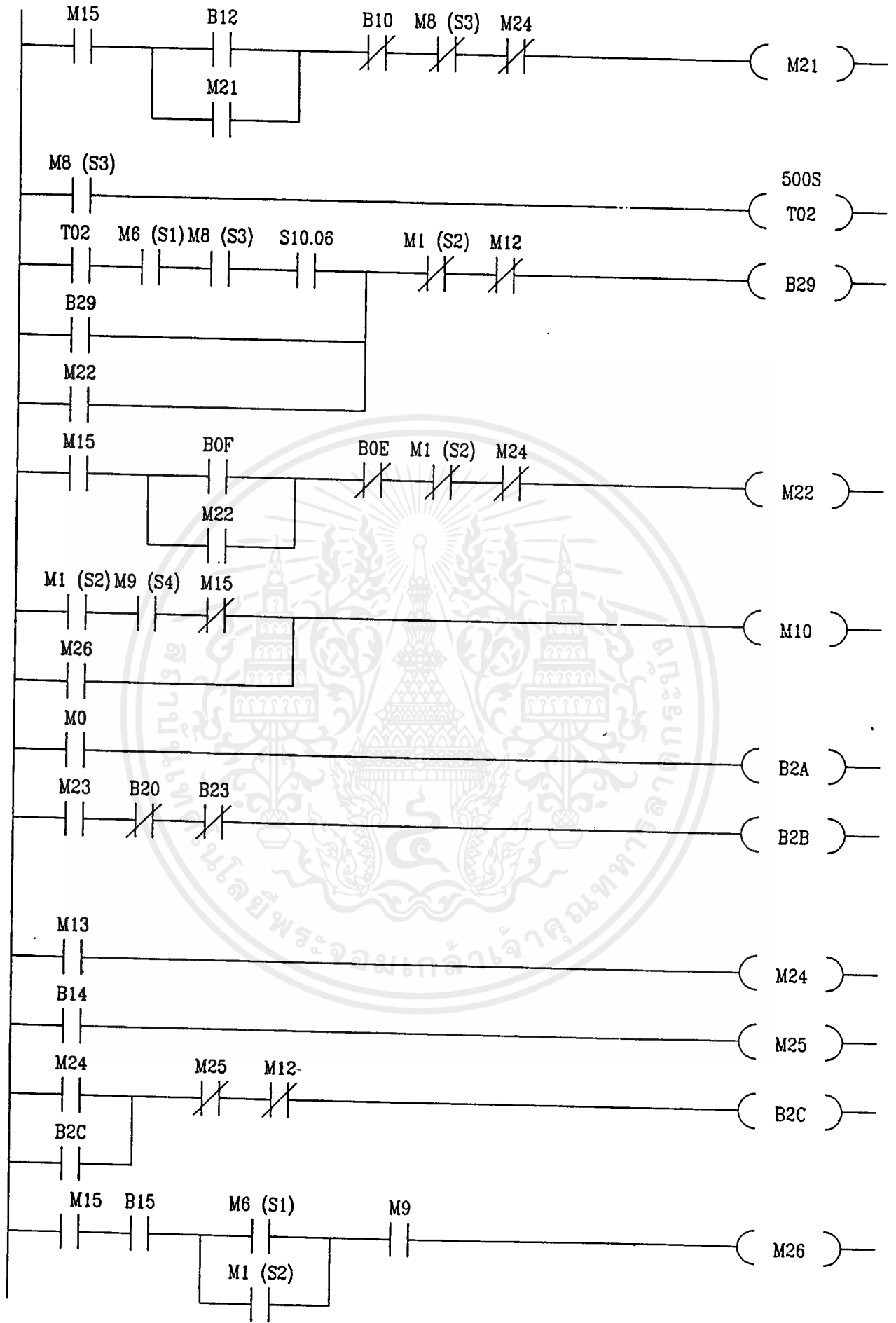
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



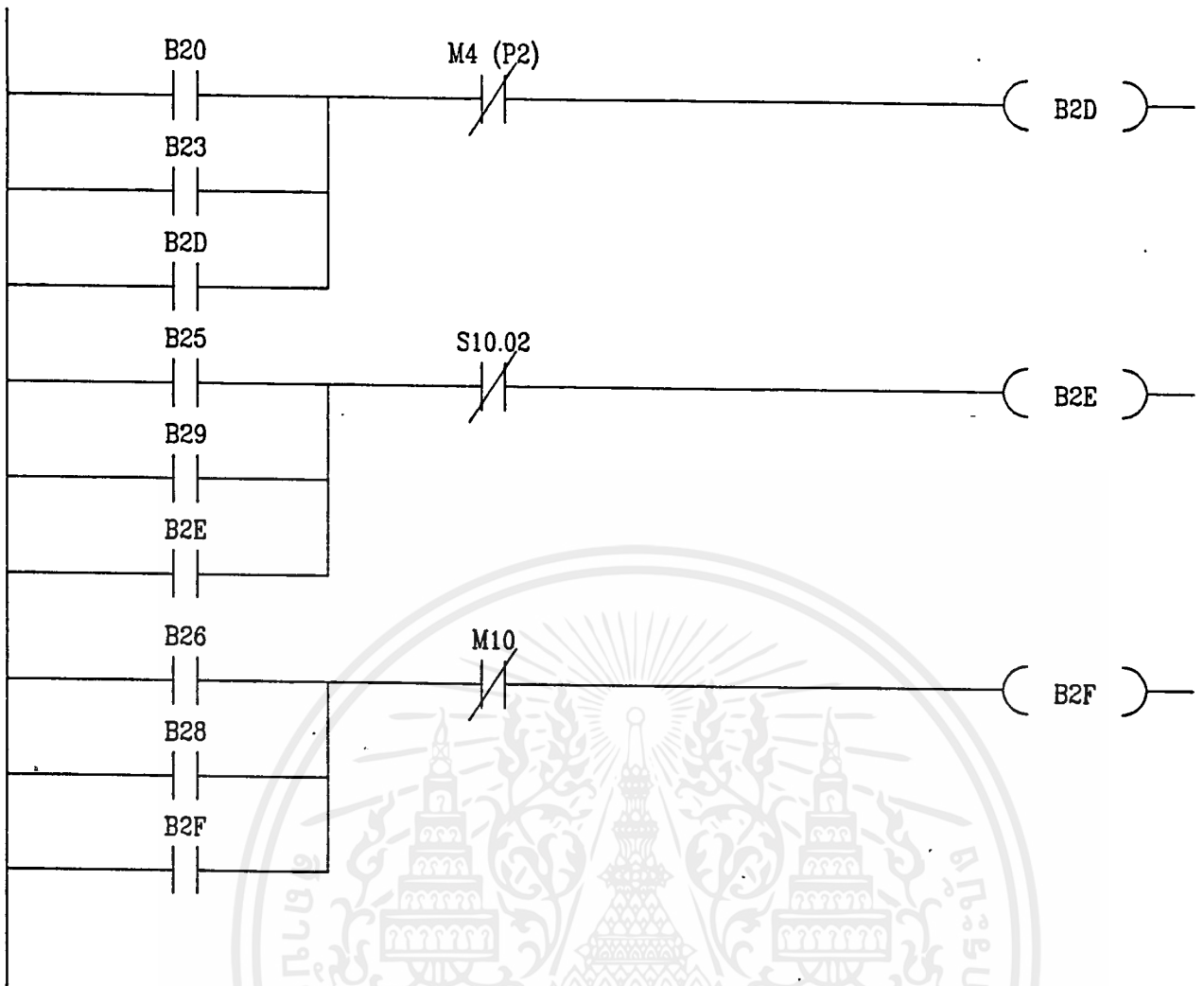
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



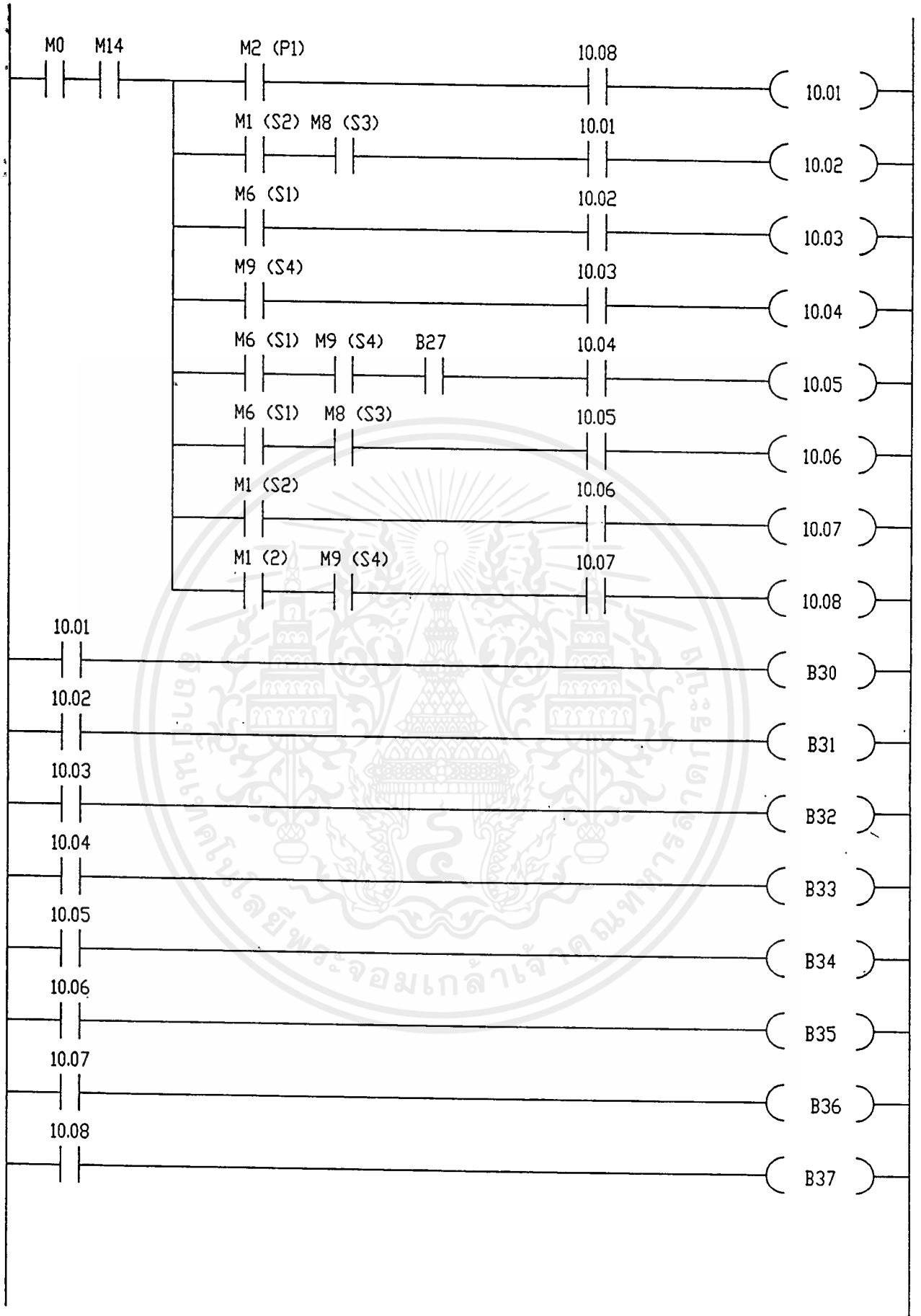
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



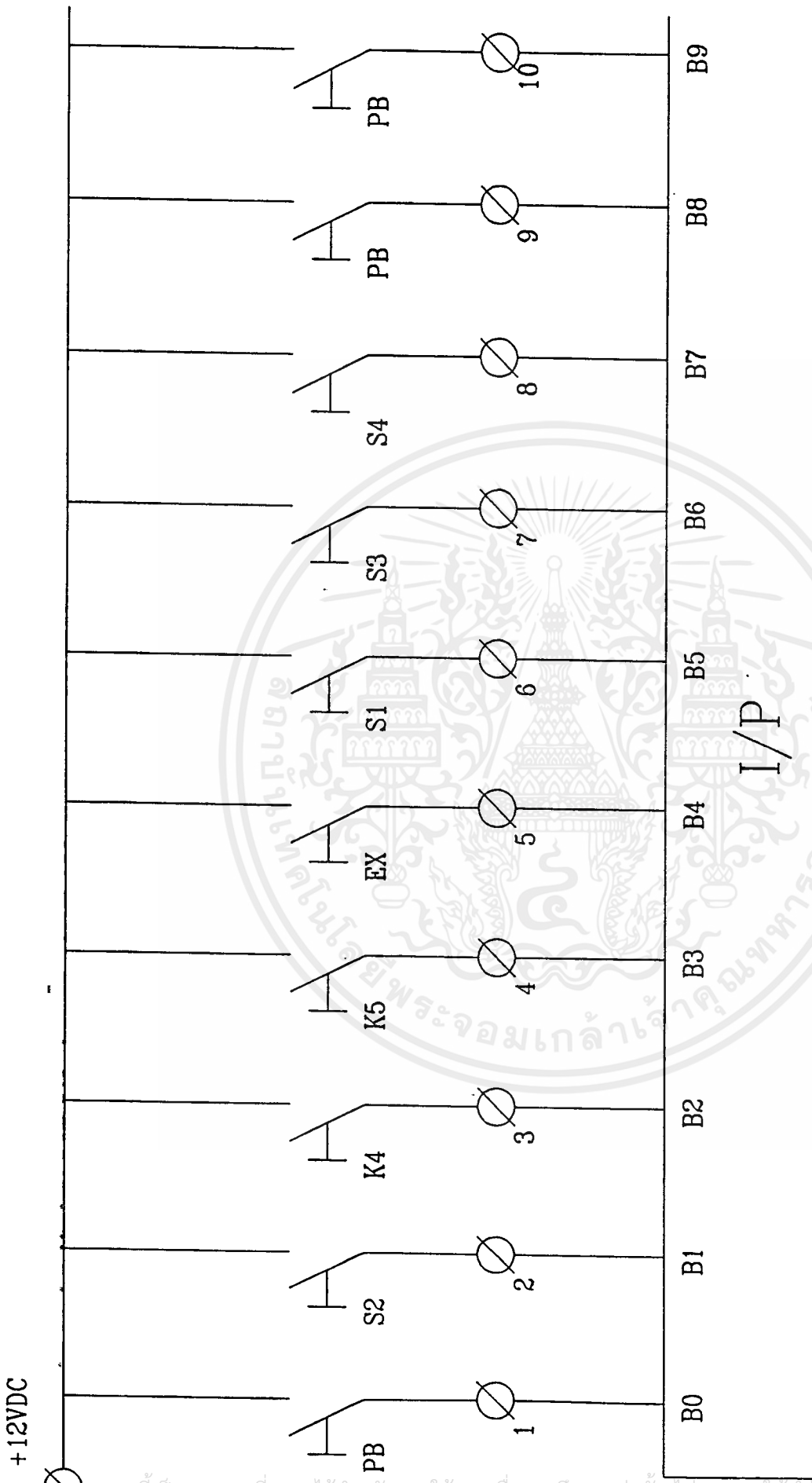
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



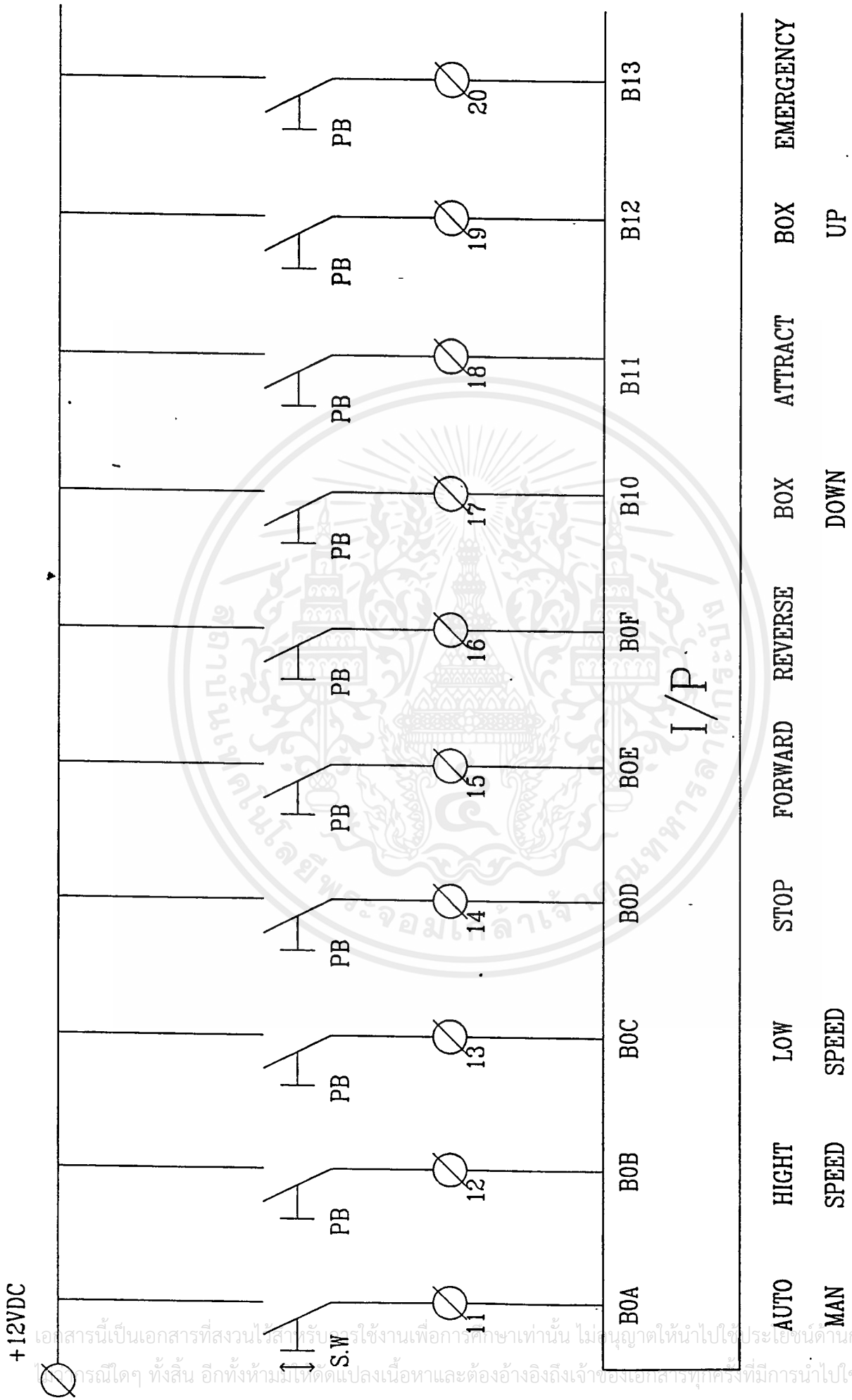
START END P1 P2 END END UP DOWN RESET STOP

REVERSE COUNTER FORWARD

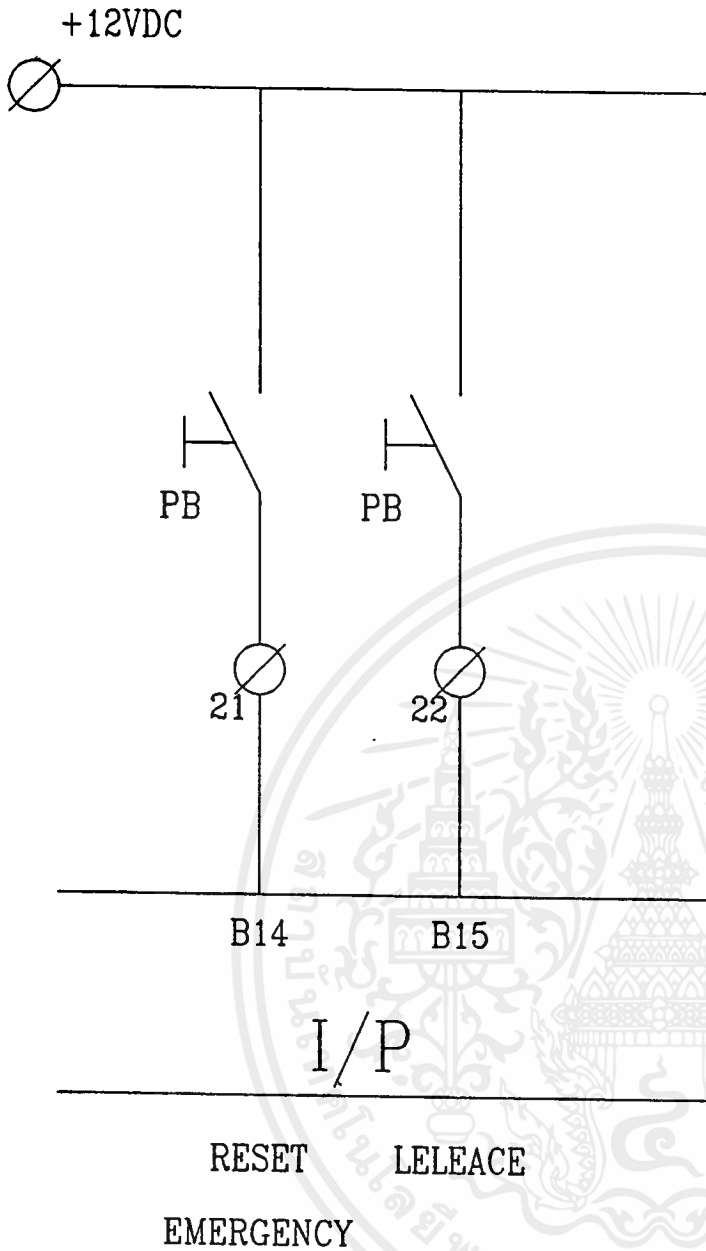
* PB:push bottom EX:external contact

+12VDC

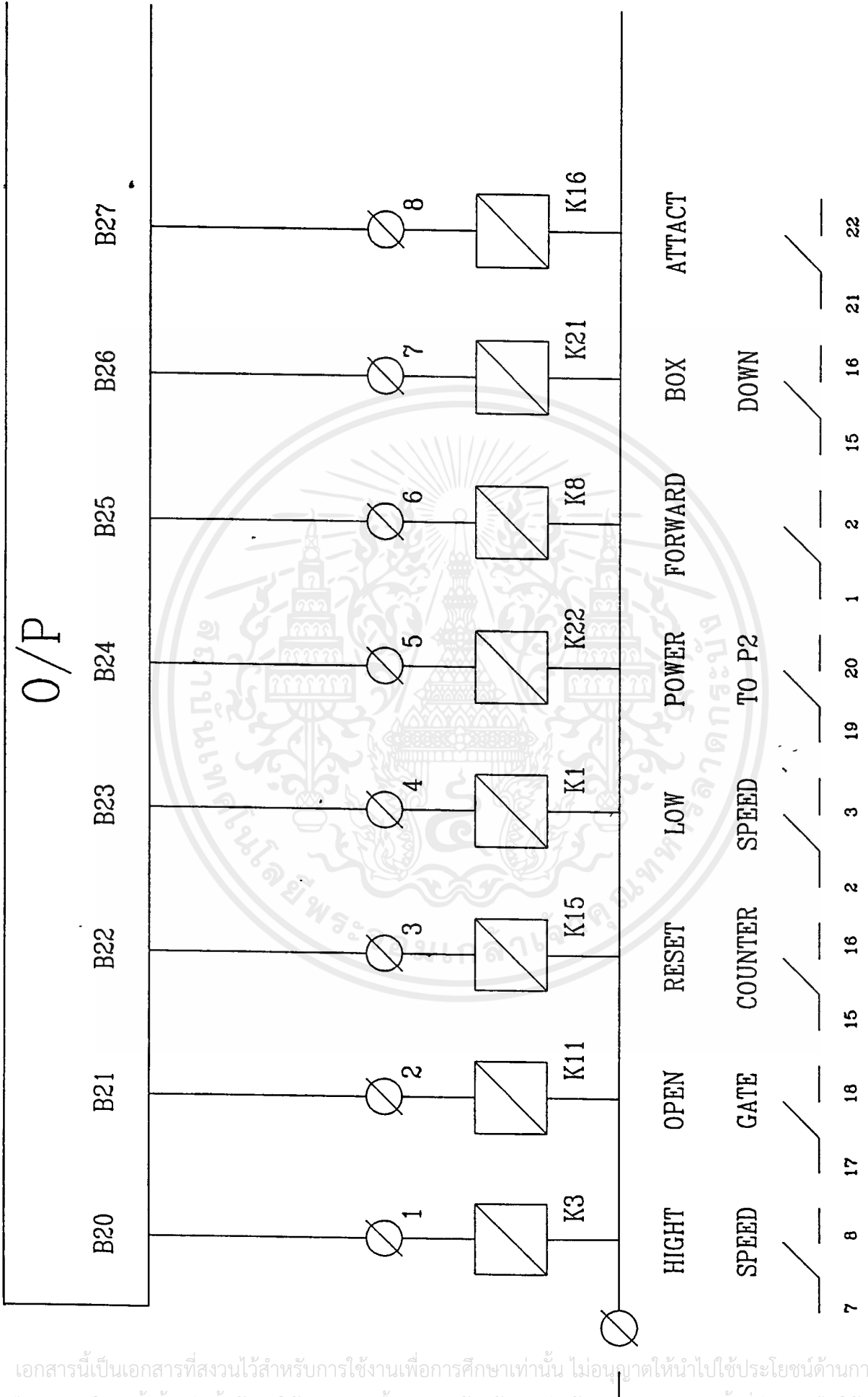
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



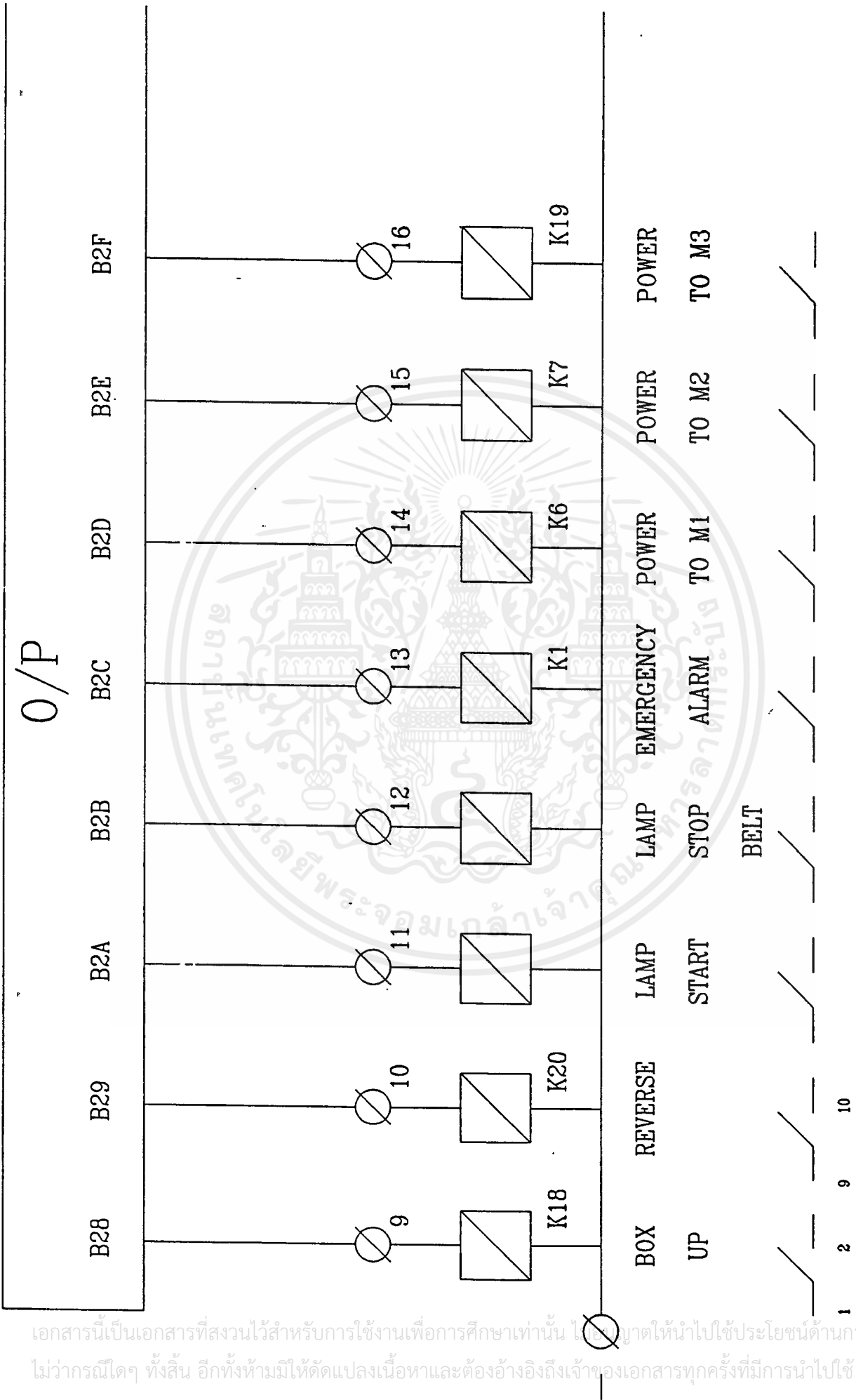
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 การอื่นใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



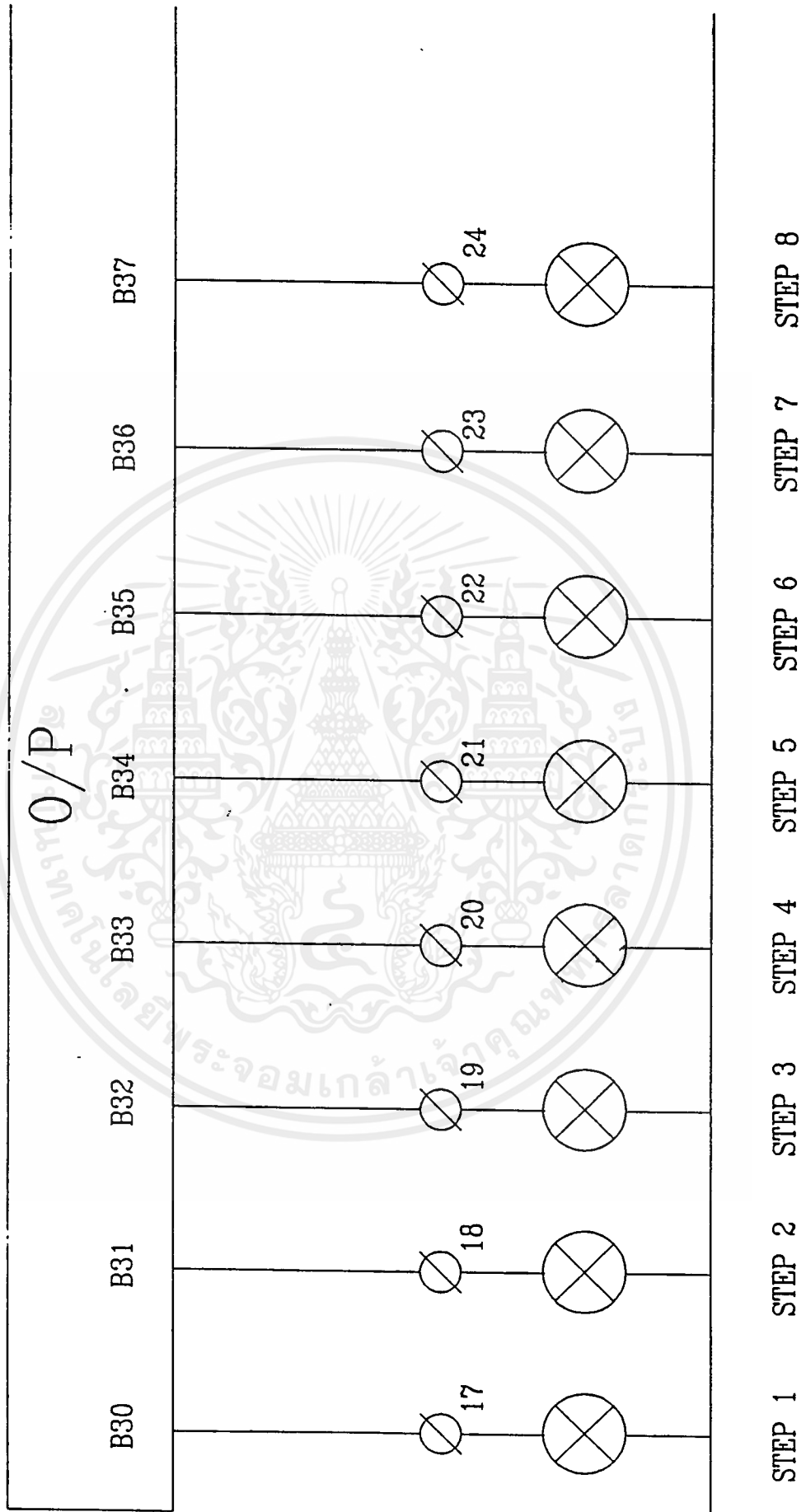
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น โปรดอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TERMENAL X1 (25 PIN)

F	NO	WIRE CODE
M3	1	ดำ ขาว → น้ำตาล → ชมพู → น้ำตาล
	2	แดง → แดง → ฟ้ำ → น้ำตาล
	3	น้ำตาล → ส้ม → ส้ม → แดง
	4	ส้ม → เหลือง → ฟ้ำ → แดง
	5	เหลือง → เขียว → เขียวอ่อน → ส้ม
S4	6	เหลือง → น้ำเงิน → น้ำเงิน → เหลือง
COM	7	เหลือง ขาว → ม่วง → ม่วง → เหลือง
S3	8	ขาว → เทา → เทา → ส้ม
COIL	9	ขาว → ขาว → น้ำเงิน → เขียว
ATTRACT	10	น้ำตาล → ดำ → เทา → เขียว
M2	11	ดำ ขาว → → ดำ → น้ำเงิน
	12	เขียว → → เขียว → น้ำเงิน
	13	เขียว ขาว → → เขียว → ม่วง
	14	แดง → → แดง → ม่วง
	15	แดง ขาว → → แดง → เทา
M1	16	แดง → → เหลือง → เทา
	17	น้ำตาล → → ส้ม → ขาว
	18	เขียว → → เขียว → ขาว
	19	ขาว → → ฟ้ำ → เขียวอ่อน
S1	20	ม่วงอ่อน → → เขียวอ่อน
S2	21	ขาว → ขาวแถบ (com) → ฟ้ำ
OPHTO	22	แดง (+) → → ฟ้ำ
	23	ดำ (-) → → ชมพู
	24	เหลือง (OUT) → → ชมพู
COM (M1)	25	ดำ → → ดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TERMINAL X2 (9 PIN)

F	NO	WIRE CODE
(H)	1	ฟ้า
(H)	2	ฟ้า
P1 (L)	3	น้ำตาล
(L)	4	น้ำตาล
(H)	5	เขียว
(H)	6	เขียว
P2 (L)	7	ชมพู
(L)	8	ชมพู
—	9	—

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	BO
0001	OR	MO
0002	AND	M 14
0003	AND NOT	M 13
0004	OUT	M 0
0005	LD	B 9
0006	OUT	M 12
0007	LD	BOA
0008	OUT	M 14
0009	LD NOT	BOA
0010	OUT	M 15
0011	LD	M 0
0012	AND	M 14
0013	AND	M 1
0014	AND	M 8
0015	OUT	M 11
0016	LD	B 1
0017	OUT	M 1
0018	LD	M 11
0019	AND NOT	M 2
0020	AND NOT	M 4
0021	OR	M 16
0022	LD	M 15
0023	AND	BOB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0024	OR	M 16
0025	AND NOT	BOC
0026	AND NOT	BOD
0027	AND NOT	M 6
0028	AND NOT	M 24
0029	OUT	M 16
0030	LD	BOD
0031	OR	M 23
0032	AND NOT	BOB
0033	AND NOT	BOC
0034	LD	B 2
0035	OR	M 2
0036	AND NOT	M 3
0037	AND NOT	M 12
0038	OUT	M 2
0039	LD	M 2
0040	OR	M 3
0041	AND	M 11
0042	AND NOT	M 4
0043	AND NOT	M 12
0044	OUT	M 3
0045	LD	M 3
0046	OUT	B 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0047	LD	B 3
0048	OUT	M 4
0049	LD	M 6
0050	AND	M 9
0051	OUT	B 22
0052	LD	M 3
0053	AND	S 10.01
0054	OR	M 17
0055	AND NOT	M 12
0056	OUT	B23
0057	LD	M 15
0058	AND	B0C
0059	OR	M 17
0060	AND NOT	BOB
0061	AND NOT	BOD
0062	AND NOT	M 6
0063	AND NOT	M 24
0064	OUT	M 17
0065	LD	B 4
0066	OR	M 5
0067	AND NOT	M 10
0068	AND NOT	M 12
0069	OUT	M 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0070	LD	M 5
0071	OUT	B 24
0072	LD	B 5
0073	OUT	M 6
0074	LD	M 5
0075	AND	M 1
0076	AND	M 8
0077	OR	M 7
0078	AND NOT	M 6
0079	AND NOT	M 12
0080	OUT	M 7
0081	LD	M 7
0082	AND	S 10.02
0083	OR	M 18
0084	OUT	B 25
0085	LD	M 15
0086	AND	BOF
0087	OR	M 18
0088	AND NOT	BOF
0089	AND NOT	M 16
0090	AND NOT	M 24
0091	OUT	M 18
0092	LD	M 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0093	AND	S 10.03
0094	LD	M 1
0095	AND	S 10.07
0096	OR LD	M 15
0097	OUT	700
0098	LD	B 6
0099	OUT	M 8
0100	LD	B 7
0101	OUT	M 9
0102	LD	B 8
0103	OR	M 24
0104	OUT	M 12
0105	LD	700
0106	OR	B 26
0107	OR	M 19
0108	AND NOT	M 9
0109	AND NOT	M 12
0110	OUT	B 26
0111	LD	M 15
0112	AND	B 10
0113	OR	M 19
0114	LD	M 1
0115	OR	M 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0116	AND LD	M 9
0117	AND NOT	B 12
0118	AND NOT	M 9
0119	OUT	M 19
0120	LD	M 9
0121	AND	M 6
0122	AND	S 10.04
0123	OR	B 27
0124	OR	M 20
0125	AND NOT	M 10
0126	AND NOT	M 12
0127	OUT	B 27
0128	LD	M 15
0129	AND	B 11
0130	OR	M 20
0131	AND NOT	M 10
0132	OUT	M 20
0133	LD	M 9
0134	OUT	T 01
0135	LD	M 6
0136	AND	S 10.05
0137	LD	M 1
0138	AND	S 10.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0139	OR LD	B 2
0140	AND	T 01
0141	AND NOT	M 15
0142	OR	B 28
0143	AND NOT	M 8
0144	AND	M 12
0145	OUT	B 28
0146	LD	M 15
0147	AND	B 12
0148	OR	M 12
0149	AND NOT	B 10
0150	AND	M 8
0151	AND	M 24
0152	OUT	M 21
0153	LD	M 8
0154	OUT	T 02
0155	LD	T 02
0156	AND	M 6
0157	AND	M 8
0158	AND	S 10.06
0159	OR	B 29
0160	OR	M 22
0161	AND NOT	M 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

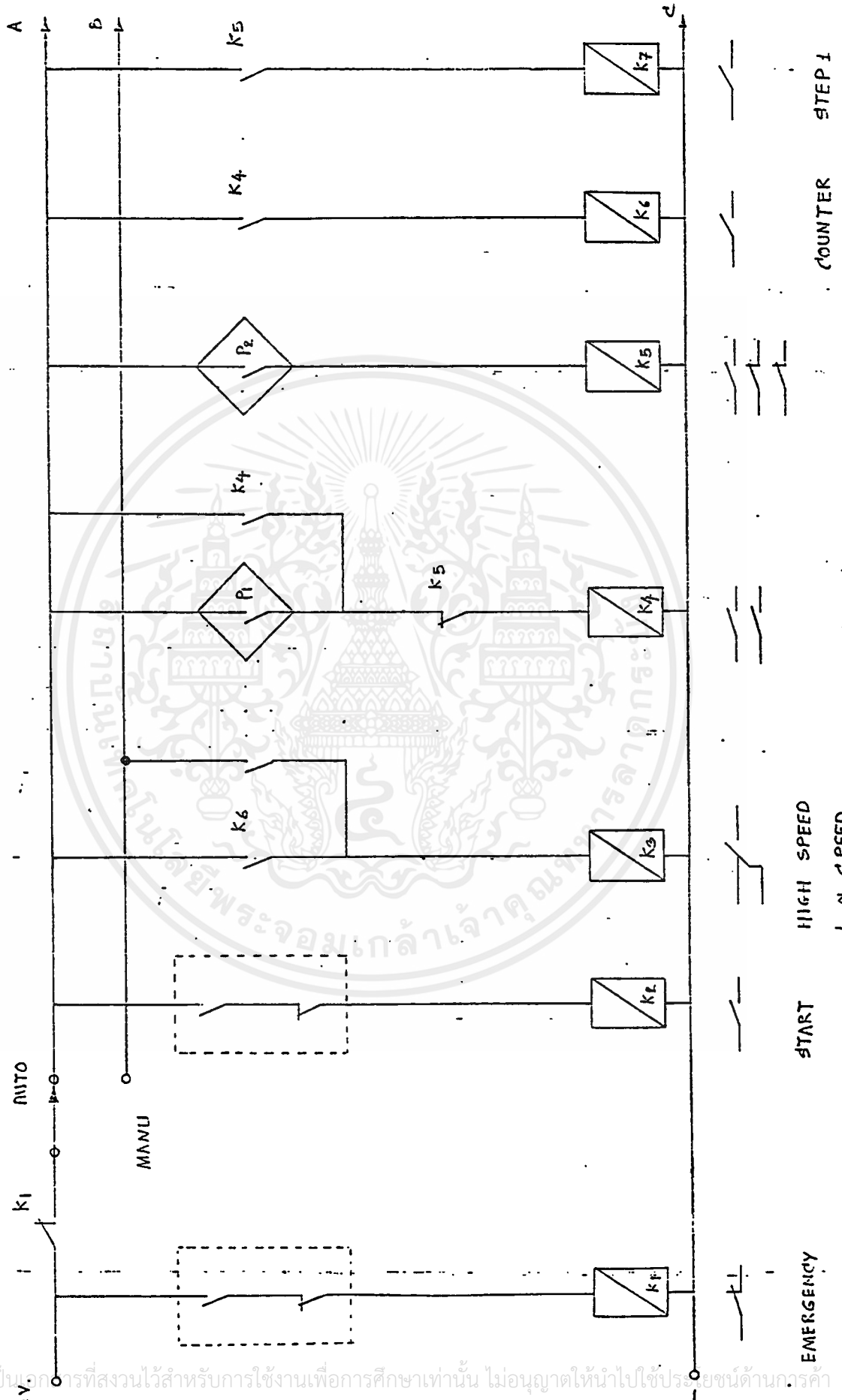
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0162	AND NOT	M 12
0163	OUT	B 29
0164	LD	M 15
0165	AND	BOF
0166	OR	M 22
0167	AND NOT	BOE
0168	AND NOT	M 1
0169	AND NOT	M 24
0170	OUT	M 22
0171	LD	M 1
0172	AND	M 9
0173	AND NOT	M 15
0174	OR	M 26
0175	OUT	M 10
0176	LD	M 0
0177	OUT	B2A
0178	LD	M 23
0179	AND NOT	B- 20
0180	AND NOT	B 23
0181	OUT	B2B
0182	LD	B 13
0183	OUT	M 24
0184	LD	B 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

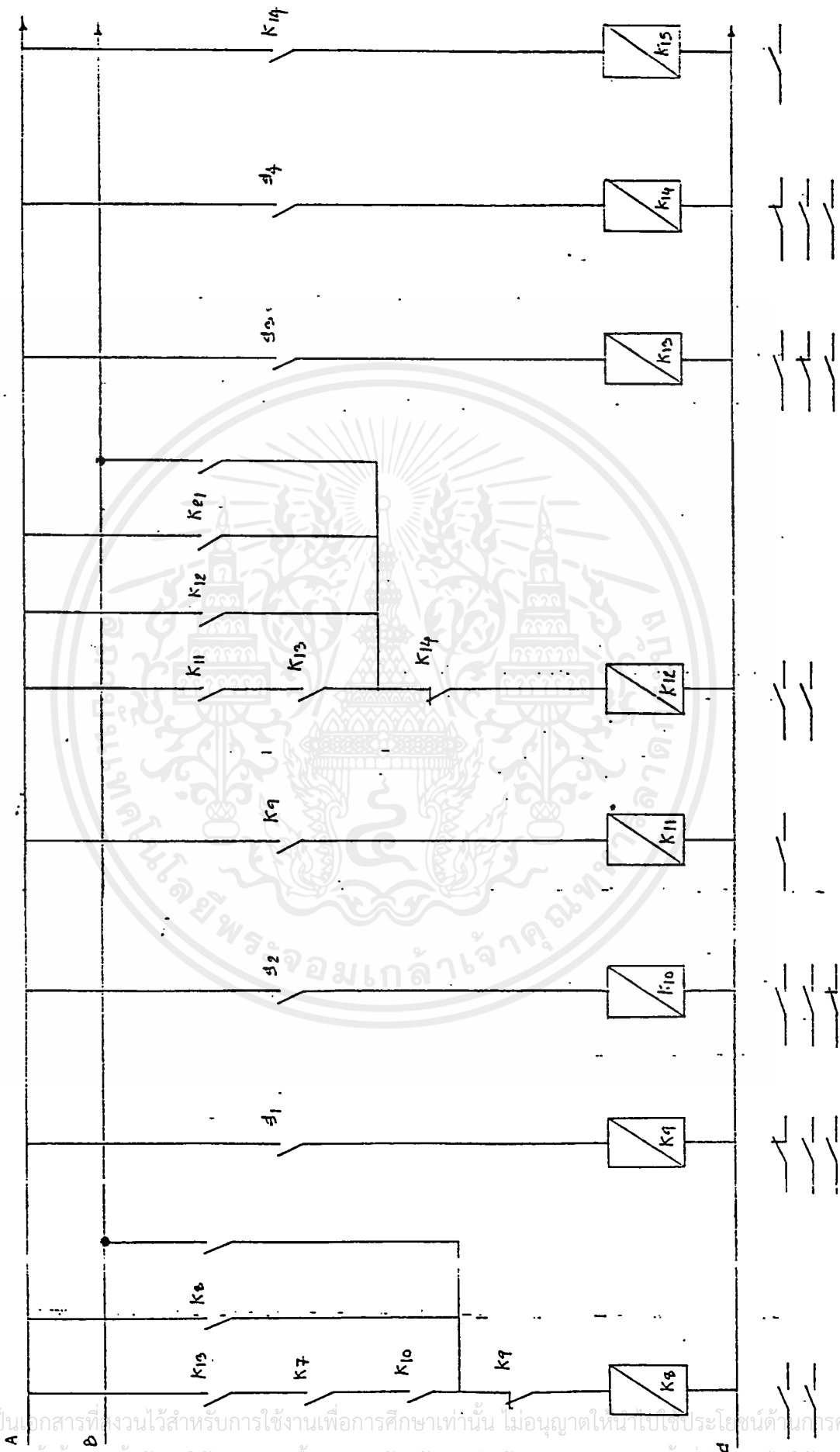
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0185	OUT	M 25
0186	LD	M 24
0187	OR	B2C
0188	AND NOT	M 25
0189	AND NOT	M 12
0190	OUT	B2C
0191	LD	M 15
0192	AND	B 15
0193	AND	M 6
0194	OR	M 1
0195	AND	M 9
0196	OUT	M 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WIRING DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านวิศวกรรม
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

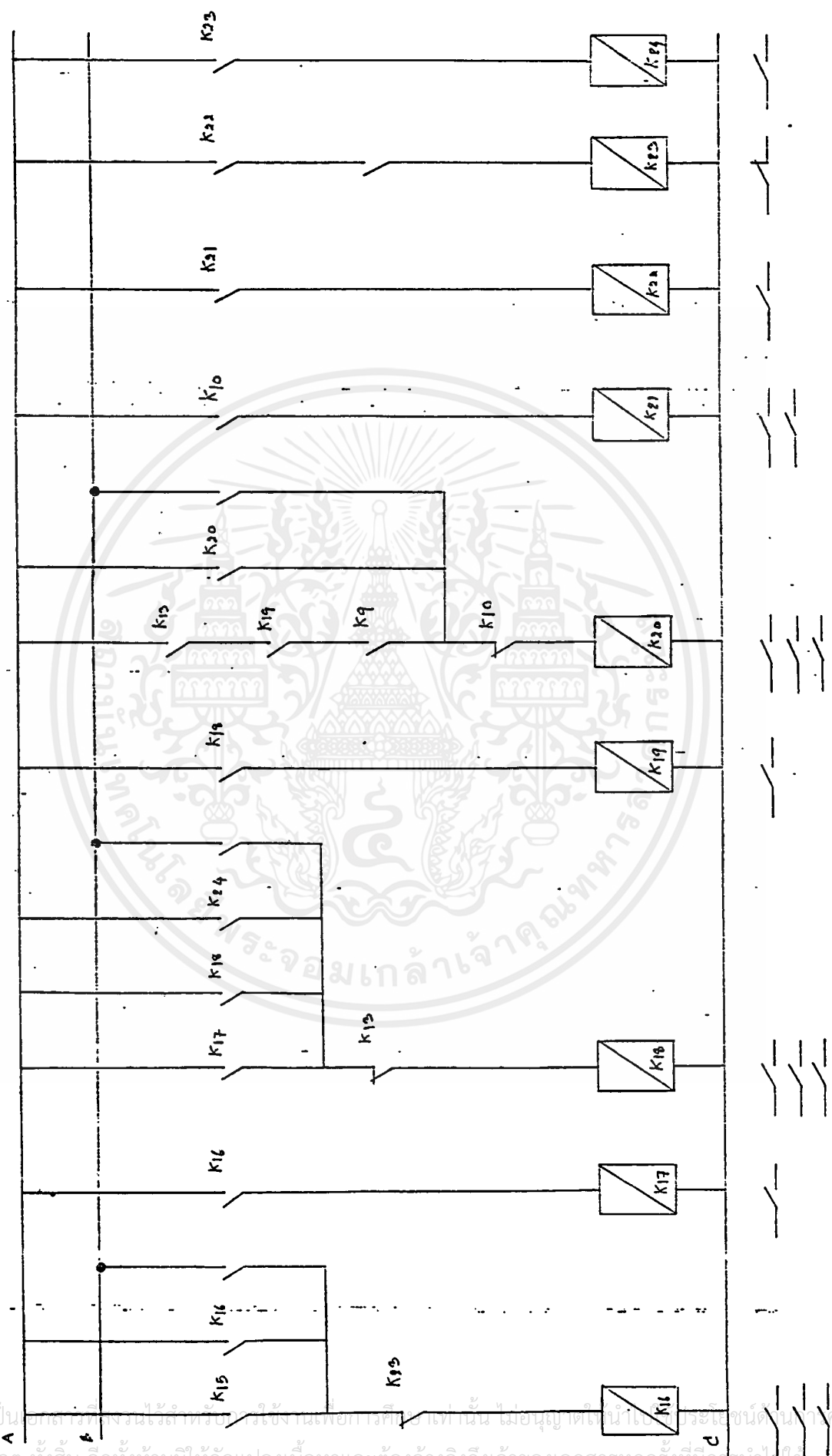


STEP 3

STEP 2

FORWARD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



STEP 8
LEASE
STEP 7
STEP 6
REVERSE
STEP 5
BOX UP
STEP 4
ATTACT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและวิจารณ์

วงจรควบคุมทั้งหมดของระบบ SEQUENTIAL นี้ ส่วนใหญ่จะเป็นวงจรทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มี STEP SEQUENCE แสดงการทำงานของระบบแต่ละขั้นตอน ทำให้สามารถวิเคราะห์อาการเสียของระบบได้สะดวก และรวดเร็วขึ้น ระบบนี้เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่มีการลงทุนต่ำ เพื่อเป็นแนวความคิดพื้นฐานในการนำไปออกแบบระบบ SEQUENTIAL ของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งมีระบบที่สลับซับซ้อนมีจำนวน INPUT และ OUTPUT จำนวนมากได้

วงจรควบคุมระบบนี้แสดงถึงหลักการทำงาน เพื่อให้เกิดแนวความคิดและความเข้าใจในระบบ SEQUENTIAL CONTROL ที่มีใช้เป็นส่วนมากในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับวงจรนี้การนำไปใช้งานกับไฟ 220 VAC จะต้องผ่านอุปกรณ์ INTERFRACE อื่น ๆ เช่น ออฟโวลต์, ไคแอก, เอสซีอาร์, ไตรแอก, โซลิสสเททรีเลย์ ฯลฯ วงจรควบคุมนี้แยกออกเป็นหลายส่วนด้วยกัน จึงเหมาะจะนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่น ๆ รวมทั้งการแก้ไขเปลี่ยนแปลงระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเฉพาะส่วนที่เป็น INPUT & OUTPUT ของวงจร ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มักใช้ระบบ PLC (PROMGRAMABLE LOGIC CONTROL) ซึ่งมีความสามารถสูงและสะดวก ในการใช้งานทางด้าน OUTPUT สามารถเลือกใช้ VOLTAGE ได้ตั้งแต่ 12 V.-220 V. ตามขนาดของเครื่อง PLC ที่ใช้โดยไม่ต้องยุ่งยากในการต่อ INTERFRACE ภายนอก

PROJECT นี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นวงจรควบคุม และ ส่วนที่เป็นตัวเครื่องจักร สำหรับวงจรควบคุมทั้งหมดของระบบมีการออกแบบตู้ควบคุมที่มีลักษณะใกล้เคียง กับหลักการทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรม คือ มีรูปและสัญลักษณ์บอกเงื่อนไขของการทำงาน เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน สำหรับ ส่วนที่เป็นตัวเครื่องจักรนั้น จะเป็นตัวเครื่องจักรที่จะนำมาต่อใช้งานร่วมกับส่วนที่เป็นวงจรควบคุม

ภาคผนวก

ขั้นตอนพื้นฐานการสร้างโปรแกรมจากแลคเคอร์โคอะแกรมอย่างง่าย

ปัจจุบัน PLC เป็นอุปกรณ์ในงานควบคุมรุ่นเล็กที่นิยมใช้งานกันอย่างกว้างขวาง มีให้เห็นกันอยู่มากมายหลายยี่ห้อ และหนึ่งใน PLC ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายนั้นคือ PLC ของ OMRON ตระกูล SYSMAC C-XX (XX หมายถึง หมายเลขของรุ่น เช่น C-20, C-40 เป็นต้น) ซึ่งในที่นี้จะแนะนำให้รู้จักกับ PLC OMRON SYSMAC C-20 ที่มีประสิทธิภาพสูงใช้งานง่าย และจะเป็นพื้นฐานในการใช้ PLC รุ่นที่สูงกว่า เช่น C-20, C-40 ได้ไม่ยากนัก จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นหรือผู้ที่สนใจเกี่ยวกับ PLC ในตระกูล C-SERIES นี้

เนื่องจาก C-20 เป็น PLC รุ่นเล็กจึงมีราคาไม่สูงนัก แต่ก็มีข้อดีอยู่หลายประการคือ สะดวกในการติดตั้งและมีความคล่องตัวในการใช้งานทางอุตสาหกรรม เพราะใช้งานง่ายบำรุงรักษาง่าย ที่นี้จะกล่าวถึงการใช้อุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรม (programm-ing console) กับเครื่อง PLC เป็นสำคัญ

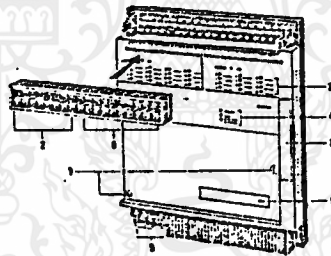
ลักษณะทั่วไปของ OMRON C-20

C-20 แบ่งอุปกรณ์ออกเป็น 2 ชุดใหญ่ ๆ คือ ชุดทำงานพื้นฐาน (basic unit) หรือ CPU และชุดขยายขีดความสามารถ (expandable unit) โดยชุดทำงานพื้นฐานประกอบด้วย จุดต่ออินพุต 16 จุด จุดต่อเอาต์พุต 12 จุด รีเลย์สนับสนุนการทำงานภายใน ซึ่งไม่มีจุดต่อเอาต์พุต (internal auxiliary relay) อีก 136 ตัว (136 หมายเลข) ความจุของโปรแกรมสูงสุดถึง 140 จุด ทั้งนี้ C-20 สามารถใช้หน่วยความจำ (memory) เป็น RAM หรือ EPROM ได้เช่นเดียวกับ PLC ทั่ว ๆ ไป ซึ่งลักษณะทั่วไปของ PLC OMRON C-20 กับอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม OMRON PRO-15 ได้แสดงดังรูปที่ 1 และ รูปที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งหมายเลขต่าง ๆ ในรูปมีหน้าที่ดังนี้

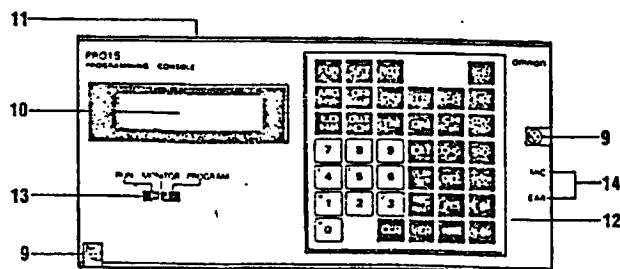
1. บิดฝาครอบกับตัวเครื่องสำหรับการเซตและบำรุงรักษาเครื่อง
2. จุดต่ออินพุต
3. ไฟแสดงสถานะการทำงานของรีเลย์อินพุต-เอาต์พุต
4. ไฟแสดงสถานะของไฟฟ้าแหล่งจ่ายกระแส โหมดการทำงาน ข้อผิดพลาดและการเตือน (power, run, error/alarm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ผลิตและการเตือน (power, run, error/alarm) ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จุดต่อไฟฟ้าสำหรับใช้ในการทำงานของเครื่อง
6. จุดต่อเอาต์พุต
7. ช่องสำหรับต่อชุดขยายขีดความสามารถ (expansion I/O units)
8. ช่องสำหรับการใช้อุปกรณ์ต่อร่วม เช่น อุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรม เป็นต้น
9. สำหรับยึดอุปกรณ์ป้อนโปรแกรมกับ CPU หรือชุดทำงานพื้นฐาน
10. จอแสดงการโปรแกรมและตรวจสอบการทำงานของเครื่อง
11. ที่ปรับความสว่างของจอแสดงผล
12. แป้นกด (key pad) แบ่งออกเป็นกลุ่มสี่ 4 สี ตามลักษณะหน้าที่
13. สวิตช์เลือกโหมดการทำงานของ CPU ซึ่งมีทั้งหมด 3 โหมด คือ run monitor และ program
14. ช่องเสียบแจ๊คสำหรับเครื่องบันทึกเทปคาสเซต



รูปที่ 1 ชุดทำงานพื้นฐานคือ CPU ของเครื่อง C-20



รูปที่ 2 เป็นอุปกรณ์สำหรับป้อนโปรแกรมที่ใช้ร่วมกับเครื่อง C-20
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขรีเลย์ของ C-20

PC/PLC นั้นมีการอ้างถึงรีเลย์ต่าง ๆ ด้วยหมายเลขประจำรีเลย์ (relay number) ซึ่งผู้เขียนโปรแกรมสามารถเรียกใช้หน้าสัมผัส (contact) ของรีเลย์แต่ละหมายเลขได้ไม่จำกัดจำนวนตั้งนั้น ก่อนที่จะเริ่มเขียนโปรแกรมผู้เขียนโปรแกรมควรศึกษาการกำหนดหมายเลขรีเลย์ของ PLC แต่ละรุ่นให้ดีเสียก่อน สำหรับ OMRON C-20 ได้กำหนดหมายเลขสำหรับรีเลย์และตัวตั้งเวลา/ตัวนับดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ตามลำดับ

รายละเอียดของอุปกรณ์

อินพุตรีเลย์ (input relay)

ปกติ PLC ที่ไม่มีการต่อชุดขยายขีดความสามารถจะมีอินพุตรีเลย์ 16 จุด คือ หมายเลข 0000-0015 หรือ 1 ช่อง (channel) หมายถึง รีเลย์ที่มีหมายเลขสองหลักแรกเหมือนกัน ซึ่งการอ้างถึงรีเลย์ 1 ช่องในที่นี้จะหมายถึงรีเลย์ทั้ง 16 หมายเลขที่มีหมายเลข 2 หลักแรกเหมือนกันนั่นเอง จุดต่ออินพุตสามารถต่อขยายเพิ่มได้ถึง 80 จุดคือ 0000-0415 หรือ 5 ช่อง ตั้งแต่ช่องที่ 00 (00CH) ถึงช่องที่ 04 (04CH)

เอาต์พุตรีเลย์ (output relay)

เอาต์พุตรีเลย์มีลักษณะการจัตรีเลย์ออกเป็นช่อง ๆ เช่นเดียวกันอินพุตรีเลย์ แต่ใน 1 ช่องของเอาต์พุตรีเลย์จะสามารถเรียกใช้รีเลย์ได้เพียง 12 หมายเลขเท่านั้นคือ 0500-0511 เพราะรีเลย์อีก 4 หมายเลข (0512-0515) จะถูกใช้เป็นที่รีเลย์ช่วยสนับสนุนการทำงานของ CPU ดังนั้น C-20 ที่ไม่มีการชุดขยายขีดความสามารถจึงมีจุดต่อเอาต์พุตปกติ 12 จุด อย่างไรก็ตาม จุดต่อเอาต์พุตก็สามารถต่อขยายจำนวนจุดต่อได้เช่นกัน โดยสามารถเพิ่มจำนวนจุดต่อได้ทั้งหมดเป็น 60 จุด

รีเลย์สนับสนุนการทำงานภายใน (internal auxiliary relay)

เป็นที่รีเลย์สำหรับเรียกใช้ในวงจรควบคุม โดยไม่มีจุดต่อเอาต์พุตออกมาภายนอก มีทั้งหมด 136 หมายเลขคือ 1000-1807 (ช่องที่ 10-ช่องที่ 18) ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงการกำหนดหมายเลขรีเลย์สำหรับรีเลย์ชนิดต่าง ๆ

Name	No. of points	Relay number													
		RCH to 6413						RCH to 6415							
Input relay	00	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH			
		00	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09			
		01	09	01	09	01	09	01	09	01	09	01	09		
		07	10	07	10	07	10	07	10	07	10	07	10		
		03	11	03	11	03	11	03	11	03	11	03	11		
		04	12	04	12	04	12	04	12	04	12	04	12		
		05	13	05	13	05	13	05	13	05	13	05	13		
		06	14	06	14	06	14	06	14	06	14	06	14		
07	15	07	15	07	15	07	15	07	15	07	15				
Output relay	00	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH			
		00	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09			
		01	09	01	09	01	09	01	09	01	09	01	09		
		05	11	05	11	05	11	05	11	05	11	05	11		
		04	12	04	12	04	12	04	12	04	12	04	12		
		05	13	05	13	05	13	05	13	05	13	05	13		
		06	14	06	14	06	14	06	14	06	14	06	14		
		07	15	07	15	07	15	07	15	07	15	07	15		
Internal auxiliary relay	120	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH			
		00	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09			
		01	09	01	09	01	09	01	09	01	09	01	09		
		02	10	02	10	02	10	02	10	02	10	02	10		
		03	11	03	11	03	11	03	11	03	11	03	11		
		04	12	04	12	04	12	04	12	04	12	04	12		
		05	13	05	13	05	13	05	13	05	13	05	13		
		06	14	06	14	06	14	06	14	06	14	06	14		
		07	15	07	15	07	15	07	15	07	15	07	15		
		Holding relay (pulsating relay)	100	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	RCH	
				00	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	
				01	09	01	09	01	09	01	09	01	09	01	09
				02	10	02	10	02	10	02	10	02	10	02	10
				03	11	03	11	03	11	03	11	03	11	03	11
				04	12	04	12	04	12	04	12	04	12	04	12
				05	13	05	13	05	13	05	13	05	13	05	13
06	14			06	14	06	14	06	14	06	14	06	14		
07	15			07	15	07	15	07	15	07	15	07	15		

ตารางที่ 2 แสดงการกำหนดหมายเลขรีเลย์ตั้งเวลาหรือตัวนับ

Name	No. of points	Timer/counter number					
		TIM/CNT00 to 47					
Timer/counter	48	00	08	16	24	32	40
		01	09	17	25	33	41
		02	10	18	26	34	42
		03	11	19	27	35	43
		04	12	20	28	36	44
		05	13	21	29	37	45
		06	14	22	30	38	46
		07	15	23	31	39	47

รีเลย์รักษาสถานะ (holding/retentive relay)

เป็นรีเลย์เก็บสถานะข้อมูล (data) ของรีเลย์ในช่องที่ 00-ช่องที่ 09 และยังคงรักษาสถานภาพของข้อมูลไว้ ถึงแม้ไฟฟ้จะดับหรือขัดข้องก็ตามมีจำนวนทั้งหมด 160 หมายเลข คือ HR000-HR0915

ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ (timer/counter)

มีทั้งหมด 47 หมายเลข ซึ่งแต่ละหมายเลขอาจใช้เป็นตัวตั้งเวลาหรือตัวนับก็ได้ ต้องเรียกใช้เป็นหน้าที่ใดหน้าที่หนึ่ง ห้ามเรียกใช้เป็นตัวตั้งเวลาและตัวนับพร้อมกัน การอ้างถึงตัวตั้งเวลาจะอ้างเป็น TIM 00, TIM 01 เป็นต้น

และเมื่ออ้างถึงตัวนับจะอ้างเป็น CNT 00, CNT 01 เป็นต้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งพื้นฐานของ C-20

โดยปกติแล้วการโปรแกรมให้กับเครื่อง PLC มักจะโปรแกรมจากแลดเดอร์ไคอะแกรม (ladder diagram) ซึ่งลักษณะของโปรแกรมจะประกอบด้วยคำสั่งหลาย ๆ คำสั่ง บางครั้งเรียกคำสั่งว่าเป็นรหัสนึมอนิก (mnemonic code) สำหรับในแลดเดอร์ไคอะแกรมนั้น หน้าสัมผัสที่ใช้ในแต่ละเส้นทางวงจรลอจิก (logic line) อาจเป็นไปได้ 4 ลักษณะ ดังตารางที่ 3

คำสั่งที่ใช้ใน C-20 มี 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ด้วยกันคือคำสั่งพื้นฐาน (basic instruction) กับคำสั่งประยุกต์ (applied instruction) ซึ่งคำสั่งในกลุ่มที่ 2 นี้จะอ้างโดยใช้หมายเลขฟังก์ชัน (function number) สำหรับตารางที่ 4 เป็นคำสั่งพื้นฐานในการโปรแกรมของ C-20 ที่พบและใช้งานบ่อย

ตารางที่ 3 ตารางแสดงลักษณะหน้าสัมผัสที่ใช้ในแลดเดอร์ไคอะแกรม

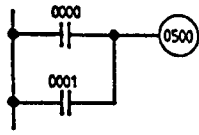
อุปกรณ์ที่ใช้	หน้าสัมผัสปกติเปิด	หน้าสัมผัสปกติปิด
รีเลย์		
ตัวตั้งเวลา		

ตารางที่ 4 คำสั่งพื้นฐานของ OMRON C-20

คำสั่ง (Instruction)	รูปแบบหรือสัญลักษณ์	หน้าที่ (Function)
LOAD (LD)		เป็นคำสั่งที่นำหน้าของอินพุตที่มีขั้วเปิด ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของระดับพลังงานวงจรลอจิก หรือคือคำสั่งเริ่ม
OUTPUT (OUT)		ส่งผลการคำนวณไปยังเอาต์พุตโอเอช
AND		เป็นคำสั่งที่นำสถานะของอินพุตที่มีขั้วเปิด ที่กำหนดตามค่าลอจิก AND กับหน้าสัมผัสอื่นในแลดเดอร์ไคอะแกรมที่อนุกรมกัน
OR		เป็นคำสั่งที่นำสถานะของอินพุตที่มีขั้วเปิด ที่กำหนดตามค่าลอจิก OR กับหน้าสัมผัสอื่นในแลดเดอร์ไคอะแกรมที่ขนานกัน
LOAD-NOT (LD-NOT)		ทำงานเหมือนคำสั่ง LOAD แต่หน้าสัมผัสที่ใช้เป็นหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (NC)
AND-NOT		ทำงานเหมือนคำสั่ง AND แต่หน้าสัมผัสที่ใช้เป็นหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (NC)
OR-NOT		ทำงานเหมือนคำสั่ง OR แต่หน้าสัมผัสที่ใช้เป็นหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (NC)
AND-LOAD (AND-LD)		เงื่อนไข 2 เงื่อนไข (เงื่อนไข A กับ B) ในลักษณะอนุกรมกัน
OR-LOAD (OR-LD)		เงื่อนไข 2 เงื่อนไข (เงื่อนไข A กับ B) ในลักษณะขนานกัน
TIMER (TIM)		ทำงานเหมือนตัวนับเวลา มีความละเอียด 0.1 วินาที
COUNTER (CNT)		ทำงานเหมือนตัวนับรอบ
LATCHING RELAY (SETP (FN 11))		ใช้สำหรับงานเชิงตรรกะ SET และจะเลิกทำงานเมื่อมี RESET ด้วยขั้วลบหรือกับ RS Rsp-App
HIGH SPEED TIMER (FSM 11)		ทำงานเหมือน TIMER แต่มีความละเอียดเป็น 0.1 วินาที
END (FN 01)		เป็นคำสั่งสำหรับการสิ้นสุดของโปรแกรมทุกครั้งที่มี การนำไปใช้โปรแกรมจะจบลงที่คำสั่ง END เสมอ

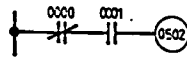
วิธีการโปรแกรมด้วยคำสั่งต่าง ๆ

ปกติแล้วการเขียนโปรแกรมจะเริ่มจากแอดเดรส 0000 เสมอ และเมื่อนำคำสั่งมาเขียนเรียงกันเป็นลำดับเป็นตารางจะเรียกตารางนี้ว่า ตารางรหัส (coding chart)



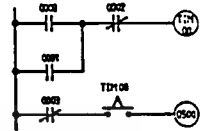
CODING CHART คำสั่ง OR

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	OR	0001
0002	OUT	0500



CODING CHART คำสั่ง LD - NOT

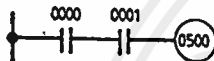
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD NOT	0000
0001	AND	0001
0002	OUT	0502



CODING CHART คำสั่ง TIM

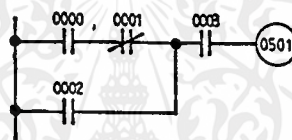
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	OR	0001
0002	AND NOT	0002
0003	TIM	00
-	-	#0100
0004	AND	0003
0005	TIM	00
0006	OUT	0500

(TIMER NUMBER 00) (ตั้งเวลา 010.0 วินาที)
ข้อสังเกต หน้าสัมผัสสำหรับตัวตั้งเวลา(TIMER)จะไว้สัญลักษณ์ที่แตกต่างกันจากหน้าสัมผัสของรีเลย์(RELAY)



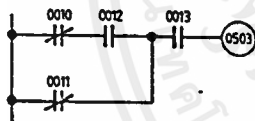
CODING CHART คำสั่ง AND

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	AND	0001
0002	OUT	0500



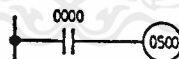
CODING CHART คำสั่ง AND - NOT

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	AND NOT	0001
0002	OR	0002
0003	AND	0003
0004	OUT	0501



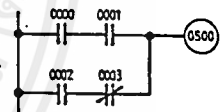
CODING CHART คำสั่ง OR - NOT

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD NOT	0010
0001	AND	0012
0002	OR	0011
0003	AND	0013
0004	OUT	0503



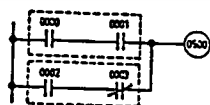
CODING CHART คำสั่ง LD

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	OUT	0500



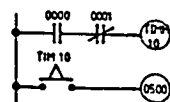
CODING CHART คำสั่ง AND - LD

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	OR	0002
0002	LD	0001
0003	OR NOT	0003
0004	AND LD	-
0005	OUT	0500



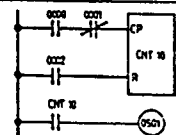
CODING CHART คำสั่ง OR - LD

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	AND	0001
0002	LD	0002
0003	AND NOT	0003
0004	OR LD	-
0005	OUT	0500



CODING CHART คำสั่ง TIMH : (FUN 15)

ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000 0001	LD	0000
0002	AND NOT	0001
-	TIMH (15)	10
0003 0004	-	#0115
-	LD	TIM 10
-	OUT	0500

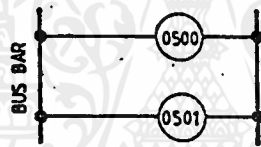


CODING CHART คำสั่ง CNT

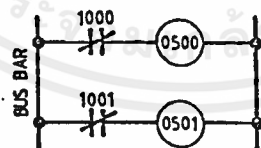
ADDRESS	INSTRUCTION	DATA
0000	LD	0000
0001	AND NOT	0001
0002	LD	0002
0003	CNT	10
-	-	#0150
0004	LD	CNT 16
0005	OUT	0501

ข้อกำหนด เกี่ยวกับการ เขียนโปรแกรม

- จำนวนหน้าสัมผัสของรีเลย์ต่าง ๆ รวมทั้งตัวตั้งเวลาหรือตัวนับ ใช้ได้ไม่จำกัดจำนวน อย่างไรก็ตามการเขียนโปรแกรมที่ดี ควรใช้จำนวนหน้าสัมผัส น้อยที่สุด เพื่อให้การสแกนของโปรแกรมใช้เวลา น้อยที่สุดด้วย
- การตรวจสอบการทำงานในแต่ละเส้นทางวงจรลอจิก จะเริ่มจากซ้าย ไปขวา
- จำนวนหน้าสัมผัสในวงจรอนุกรม(AND)และวงจรขนาน (OR) สามารถ ใช้ได้ไม่จำกัดจำนวน และความยาว
- ในวงจรไม่ควรต่อเอาต์พุตรีเลย์เข้ากับบัสบาร์ (bus bar) หรือแหล่ง จ่ายไฟโดยตรง (ดูรูปที่ 3) แต่ถ้าจำเป็นก็ให้ใช้หน้าสัมผัสปกติปิด (NC) ของ รีเลย์สนับสนุนภายในที่ไม่ได้ใช้งานต่อไว้ด้วย ดังรูปที่ 4



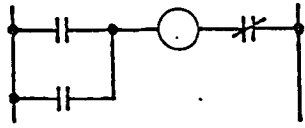
รูปที่ 3 แสดงการต่อเอาต์พุตรีเลย์เข้ากับบัสบาร์โดยตรง ซึ่งไม่ต้องการสมควร



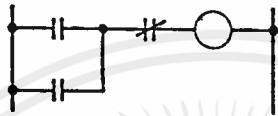
รูปที่ 4 การต่อเอาต์พุตรีเลย์เข้ากับบัสบาร์ผ่านหน้าสัมผัสปกติปิดของรีเลย์สนับสนุนภายในที่ไม่ได้ใช้งาน

- ในวงจรห้ามมีหน้าสัมผัสอยู่หลังเอาต์พุตรีเลย์อย่างรูปที่ 5 ควรย้าย หน้าสัมผัสมาอยู่หน้าเอาต์พุตรีเลย์ ดังรูปที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากสถาบันฯ
- การต่อเอาต์พุตรีเลย์สามารถต่อขนานกันได้ ดังรูปที่ 7
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

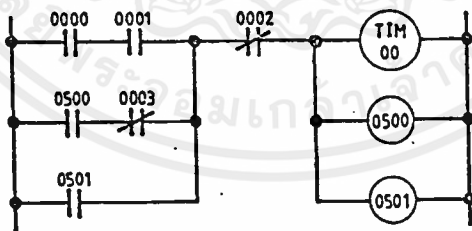


รูปที่ 5 วงจรที่มีหน้าสัมผัสสอยุ่หลังเอาต์พุตรีเลย์ (วิธีที่ผิด)

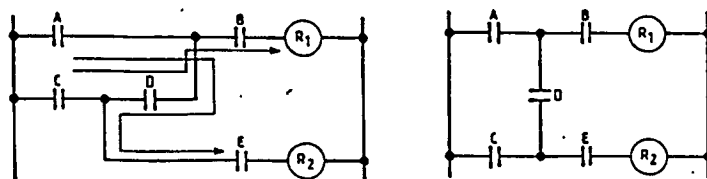


รูปที่ 6 วงจรซึ่งย้ายหน้าสัมผัสมาไว้หน้าเอาต์พุตรีเลย์ (วิธีที่ถูกต้อง)

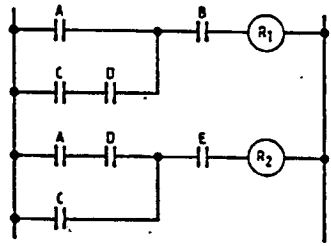
- เอาต์พุตรีเลย์ตัวนับ ตัวตั้งเวลา และ เลดเชิงรีเลย์ ห้ามใช้ซ้ำกันในวงจรหนึ่ง ๆ
- สำหรับวงจรที่มีการทำงานที่ซับซ้อน และไม่สามารถเขียนโปรแกรมโดยตรงได้ ให้เขียนวงจรใหม่โดยจัดรูปให้สามารถโปรแกรมได้ เช่น การจัดรูปวงจรที่ 8 ใหม่ เป็นวงจรดังรูปที่ 9



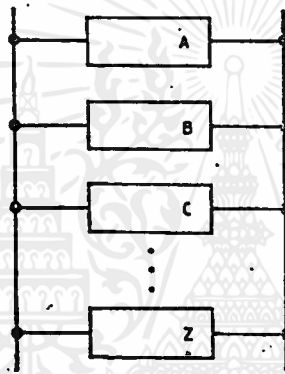
รูปที่ 7 แสดงวงจรที่มีการต่อเอาต์พุตรีเลย์ขนานกัน



รูปที่ 8 เป็นวงจรที่ไม่สามารถทำการโปรแกรมโดยตรงได้ ก่อนญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 วงจรที่ได้จากการจัดรูปวงจรในรูปที่ 8 ใหม่



รูปที่ 10 แสดงโปรแกรมที่ประกอบด้วยบล็อกหลาย ๆ บล็อก

- ในแต่ละเส้นทางวงจรลวงจิก ถ้าประกอบกันขึ้นเป็นบล็อก ๆ ที่ประกอบด้วยหน้าสัมผัสต่อจากบัสบาร์ไปจนถึงเอาต์พุตรีเลย์ ดังรูปที่ 10 ในการเขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมเริ่มจากบล็อกใดก่อนก็ได้ แต่ก็ควรพิจารณาถึงผลของเวลาที่ใช้ในการทำงานด้วย เช่น

- สำหรับบางคำสั่งต้องมีการบ่อนโปรแกรมตามลำดับ เช่น CNT, TIMH, KEEP เป็นต้น ต้องเขียนโปรแกรมเรียงตามลำดับของสัญญาณแต่ละคำสั่ง (ดูตัวอย่างวิธีการบ่อนโปรแกรมด้วยคำสั่งต่าง ๆ จากที่ผ่านมา)

ที่กล่าวมานี้เป็นเพียงไม่กี่คำสั่งที่ OMRON C-20 กำหนดไว้ ซึ่งในที่นี้เป็นเพียงตัวอย่างการใช้คำสั่งพื้นฐานเท่านั้น สำหรับคำสั่งทั้งหมดที่ C-20 รู้จักแสดงในตารางข้างล่างนี้ ทรัพยากรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ตารางสรุปคำสั่งพื้นฐานและคำสั่งประยุกต์ของ OMRON C-20

Instruction	Symbol	Mnemonic	Operand	Function	Data
LOAD			Relay No.	Logical start operation	Relay No. Input/output relays 0000 to 0015 Internal auxiliary relays 1000 to 1007 Holding relays M000 to 015
LOAD NOT			Relay No.	Logical NOT start operation	Timers T000 to 47 Counters C000 to 47 Temporary memory relays TR0 to 7 (Temporary memory relays can only be used with the LD instruction.)
AND			Relay No.	Logical AND operation	
AND NOT			Relay No.	Logical AND NOT operation	
OR			Relay No.	Logical OR operation	
OR NOT			Relay No.	Logical OR NOT operation	
AND LOAD				Logical AND operation with the previous condition	
OR LOAD				Logical OR operation with the previous condition	
OUT			Relay No.	Outputs the result of a logical operation to the specified output relay, internal auxiliary relay, holding relay, or shift register.	Output relay 0000-0015 Internal auxiliary relays 1000 to 1007 Holding relays M000 to 015 Temporary memory TR0 to TR7
TIMER			Timer No. Set value	On-delay timer operation Set time: 0 to 999.9 sec	Timers/counters 00 to 47 Set value
COUNTER			Counter No. Set count value	Down counter operation Set value: 0 to 9999	Counters 0000 to 9999

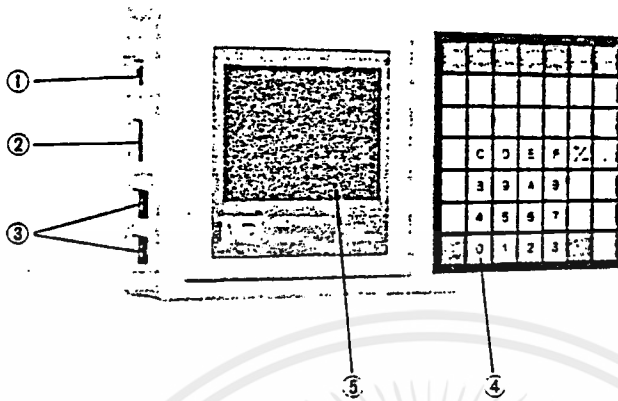
PLW No.	Instruction	Symbol	Mnemonic	Operand	Function	Data
00	NO FUNCTION				Use this instruction when an instruction is added in the ladder. This instruction is also used for manual adjustment of scan time.	
01	END				End of a program	
02	INTER-LOCK				Causes all the relay coils between this instruction and the ILC instruction to be reset or not reset according to the result immediately before the instruction.	
03	INTER-LOCK CLEAR				Clears the IL instruction.	
10	SHIFT REGISTER			Start CH-No. CH-No. End	Shift register operation	Channel Number Output relay: 06 to 06CH Internal auxiliary relay: 110 to 11CH Holding relay: 10 to 10CH Start CH ≤ END CH Start and end channel can be same channel.

PLW No.	Instruction	Symbol	Mnemonic	Operand	Function	Data
11	LATCHING RELAY			Relay No.	Latching relay operation	Relay No. Input/output relay 0000 to 0015 Internal auxiliary relays 1000 to 1007 Holding relays M000 to 015
13	DIFFERENTIATION UP			Relay No.	Causes a specified relay to operate for one scan time at the leading edge of the result of a logical arithmetic operation.	Timers/counters 00 to 47 Set value
14	DIFFERENTIATION DOWN			Relay No.	Causes a specified relay to operate for one scan time at the trailing edge of the result of a logical arithmetic operation.	Constant 0000 to 9999
15	HIGH-SPEED TIMER			Timer No. Set value	Performs a high-speed on-delay (micro timer) timer operation. Set time: 00.00 to 99.99 sec	Constant 0000 to 9999
20	COMPARE			S1 S2 D	Compares a channel data or a 4-digit constant against another channel data. $S_1 \leq S_2$	Input/output relays 00CH to 06CH Internal auxiliary relays 10CH to 10CH Holding relays M00 to 00 Timers T000 to 47 Counters C000 to 47 Constant 0000 to 9999
21	MOVE			S D	Transfers a channel data or a 4-digit constant 116 bit to a specified channel. $S = D$	Output relay 06 to 06CH Internal auxiliary relay 10 to 10CH Holding relays M00 to 00CH
22	MOVE NOT			S D	Inserts a channel data or a 4-digit constant and transfers it to a specified channel. $\bar{S} = D$	
30	ADD			S1 S2 D	Performs BCD addition of a channel data or a 4-digit constant to a specified channel data. $S_1 + S_2 + CV = D, CV$	Input/output relay 06 to 06CH Holding relays M00 to 00CH Timers/Counters 00 to 47 Constant 0000 to 9999
31	SUBTRACT			S1 S2 D	Performs BCD subtraction of a channel data or a 4-digit constant from a specified channel data. $S_1 - S_2 - CV = D, CV$	Output relay 06 to 06CH Internal auxiliary relay 10 to 10CH Holding relays M00 to 00CH
40	SET CARRY (STC)			1 CV	Sets the carry (CV) to "1". $1 = CV$	
41	CLEAR CARRY (CLC)			0 CV	Clears the carry (CV) to "0". $0 = CV$	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของ OMRON กรุณาไม่ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

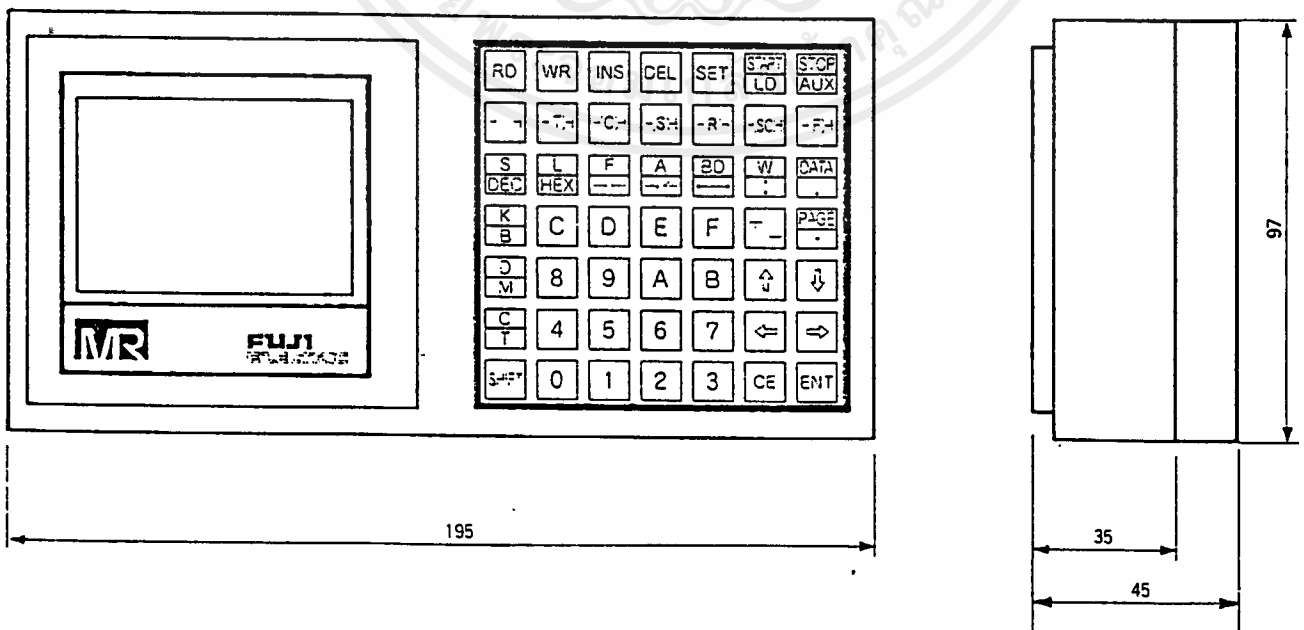
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2-3 Program loader (D05)



- ① LIGHT ON-OFF switch
Turns ON or OFF the back light of display unit.
- ② CONTRAST volume dial
Used to adjust screen brightness of the display unit.
- ③ CMT connector
Connected to the data recorder by using CMT cable. Used during storing or reproducing programs.
- ④ Sheet keys
Various keys used for command input.
- ⑤ LCD display unit
Displays ladder diagrams, messages, and others.

External dimensions



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Specifications

3-1 General specifications of basic unit/expansion unit

Item	Specification			
	FPB40□	FPB56□	FTB56□	FTB32□
Type	FPB40□	FPB56□	FTB56□	FTB32□
Power supply	100/110/120V AC, 200/220/240V AC (Separate type codes are assigned to the units for 100V and those for 200V.)		—	—
Dropout tolerance	10ms		—	—
Power consumption	110VA		—	—
Inrush current	40A or less, 10ms or less		—	—
Leakage current	1mA or less			
External power-supply capacity	* 24V DC (fluctuations of 23 to 28V, ripple less than 0.5Vp-p). other than for input/output of F50 system (total 168 points), 0.1A can be supplied to exterior.			
Ambient temperature	0 to 55°C			
Ambient humidity	20 to 90%RH (non-condensing)			
Storage temperature	-20 to 70°C			
Atmosphere	Free of corrosive gases			
Noise immunity	1,000Vpp by noise simulator, rise 1ns, pulse width 1μs (test conditions)			
Dielectric strength	1,500V AC, for 1 minute (test conditions)			
Insulation resistance	Over 10MΩ with a 500V DC megger (test conditions)			
Grounding	Third grade grounding			
Vibration	JIS C0911 crossover frequency : 57Hz, 1g (test conditions)			
Shock	JIS C0912 Test Method 1-No. 3 (test conditions)			
Construction	Panel mounted type			
Cooling system	Self-cooling type			
Weight	Approx. 2.2kg	Approx. 2.3kg	Approx. 1.6kg	Approx. 1.0kg

* DC 24V power supply

1) Externally suppliable current

DC 24V power source, possessing the current capacity of 1.4A, is used for input of DC 24V into the basic unit and expansion unit, as well as for relay driving of relay output. Therefore, the current capacity allottable to external devices is the value obtained by subtracting the above-mentioned current consumption values.

• Calculation equation for externally suppliable current of I_{24V}

Current specifications for each section

The basic unit is provided with the following standard current :

DC 24V power source current capacity : 1.4 (A)

DC 24V input current consumption : 7 (mA)/1 point

Relay drive current : 8 (mA)/1 point

From the above specifications, the following equation can be established for calculation of externally suppliable current.

$$I_{24V} = 1.4 (A) - 7 (mA) \times \sum N_1 - 8 (mA) \times \sum N_2$$

*

N₁ : No. of max. simultaneous ON points for DC 24V input
N₂ : No. of max. simultaneous ON points for relay output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

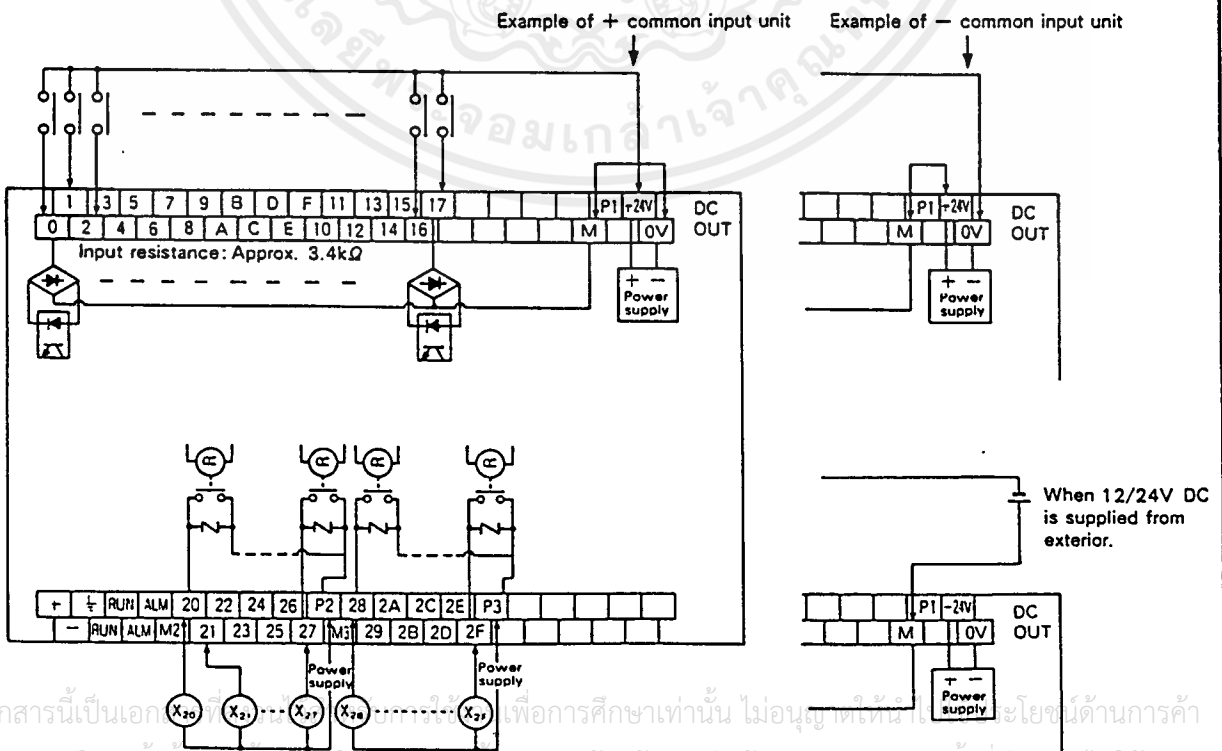
3-3 PIO specifications

1) Type FPB40R

Basic unit (I: 24V DC 24 points + O: Ry 16 points)

Item	Input unit	Output unit	Remarks
No. of points	24 points (One-side common)	16 points (8 points one-side common)	
Rated voltage	12V DC to 24V DC	220V AC (Max. 242V), 24V DC (Max. 30V)	
Input operating voltage	ON level	Below 10.2V	—
	OFF level	Above 3.0V	
Input current	3.5mA/12V DC, 7mA/24V DC	—	
Output current	—	2A/point, 6A/8 points	
		8mA/point	
Min. load current	—	12V DC, 3mA	
Polarity	Non-polarity	—	
Switching element and line-closing voltage drop	—	Relay contact point	
OFF-state leakage current	—	Below 1mA (200V AC, 60Hz)	
Response time	OFF to ON	3ms	Below 10ms
	ON to OFF	3ms	Below 10ms
I/O signal indicator	LED display	LED display	
External wire connecting method	Terminal block. Terminal screw M3.5 with tortoise-shell washer.		
Insulating method	Photocoupler insulation	Photocoupler insulation	
Dielectric strength	1,500V AC for 1 minute		
Insulation resistance	Over 10MΩ (500V DC megger)		
Noise	1,000V 1μs (with noise simulator)		

External connection



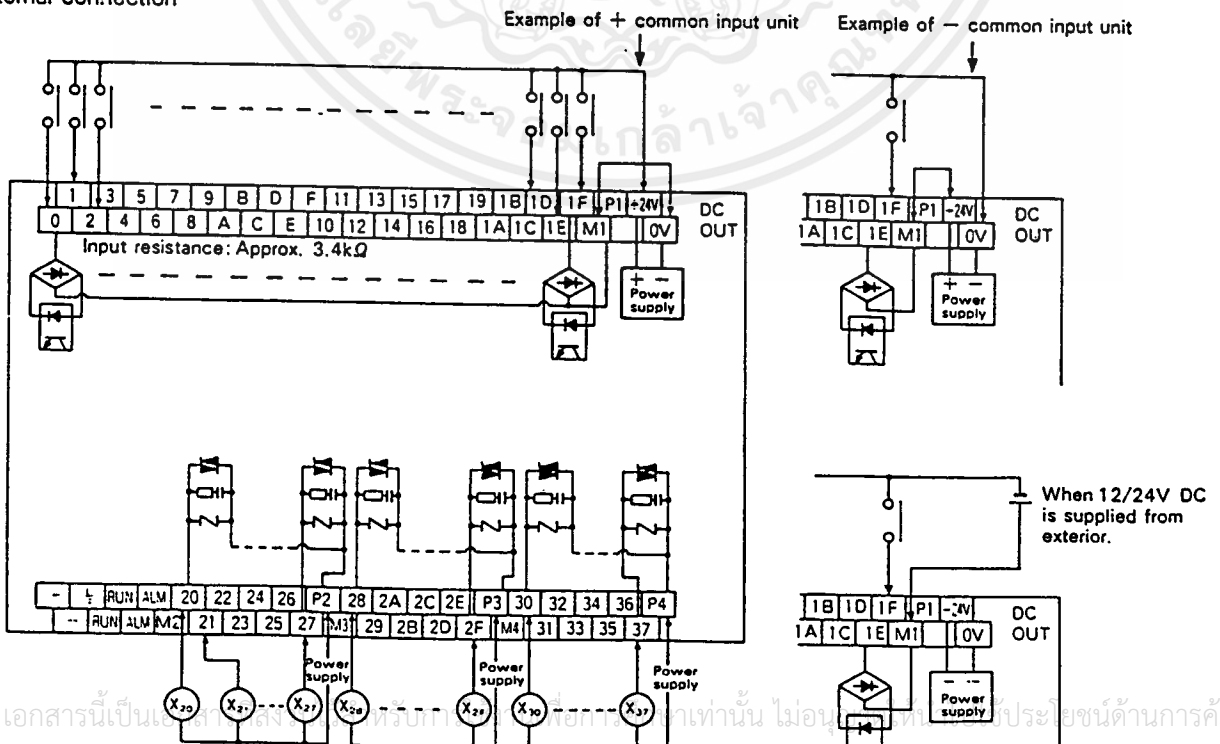
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ บริษัท ไมคริ จำกัด (มหาชน) เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ขออนุญาต การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) Type FPB56S

Basic unit (I: 24V DC 32 points + O: SSR 24 points)

Item	Input unit	Output unit	Remarks
No. of points	24 points (One-side common)	16 points (8 points one-side common)	
Rated voltage	12V DC to 24V DC	100/110/220V AC(85 to 242V)	
Input operating voltage	ON level	Below 10.2V	—
	OFF level	Above 3.0V	
Input current	3.5mA/12V DC, 7mA/24V DC	—	
Output current	—	1A/point, 4A/8 points	Temperature derating function provided.
Plarity	Non-polarity	—	
Switching element and line-closing voltage drop	—	Triac, 1.5V or less	
OFF-state leakage current	—	Below 1mA (200V AC, 60Hz)	
Response time	OFF to ON	3ms	Below 1ms
	ON to OFF	3ms	Below 10ms
I/O signal indicator	LED display	LED display	
External wire connecting method	Terminal block. Terminal screw M3.5 with tortoise-shell washer.		
Insulating method	Photocoupler insulation	Photocoupler insulation	
Dielectric strength	1,500V AC for 1 minute		
Insulation resistance	Over 10MΩ (500V DC megger)		
Noise	1,000V 1μs (with noise simulator)		

External connection



เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของบริษัท... ไม่ควรแก้ไข... ไม่ควรนำออกไปใช้

27) Type FTB610A analog timer

1. Outline

This is a type of F50 expansion units that incorporates CR-type 8 analog-timer points. By connecting this to the F50 basic unit, controls of timer starting, time-up signals, and others become possible.

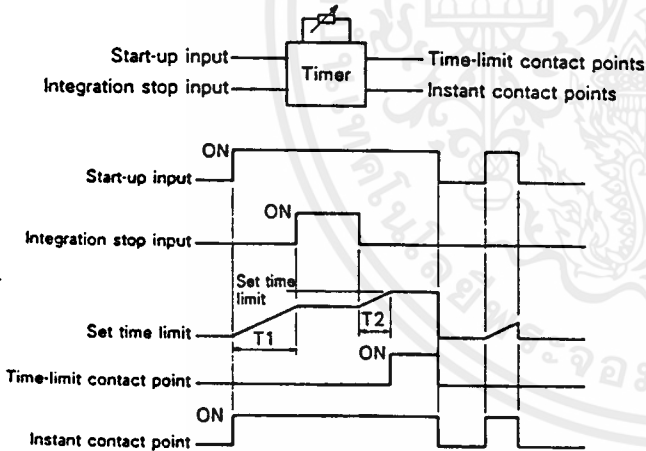
2. Specifications

Item	Specifications	Remarks
Type	C-R analog timer	ON-delay operation
Settable time-limit range	0.1 to 600sec.	Switching among 4-step setting ranges
Setting method	By adjusting front panel variable resistor	
Reset time	Less than 0.1sec.	
Repetition accuracy	Less than $\pm 2\%$	
No. of contained points	8 points	
No. of exclusively occupied words	2 words	
Operation display	Time-limit contact points display ...8 points	Bit No. position INPUT 0 to 7
	Instant contact points display8 points	Bit No. position INPUT 8 to F
	Start-up input display8 points	Bit No. position OUTPUT 0 to 7
	Integration input display8 points	Bit No. position OUTPUT 8 to F
External dimensions	130W x 182H x 97D (mm)	

3. Configuration

- ① The timer is assigned with a total of 4 I/O points consisting per point of 2 input points (start-up input and integration input) and 2 output points (time-limit contact points and instant contact points).
- ② The signal transmission/reception status with the basic unit can be comprehended by reading corresponding addresses for time-up after starting the internal timer through outputting (coils) signals to mounted addresses.

3-1 Timer operation



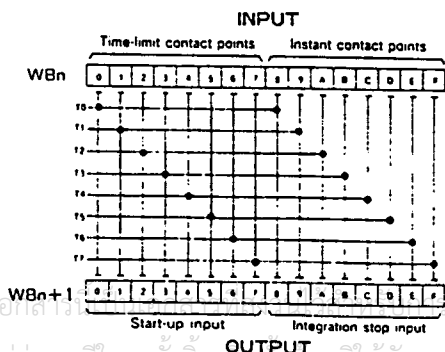
3-3 Setting of time limit ranges

Two time limit setting switches are provided for each 1 timer point. By selecting combinations of these switches, 4-step ranges can be set.

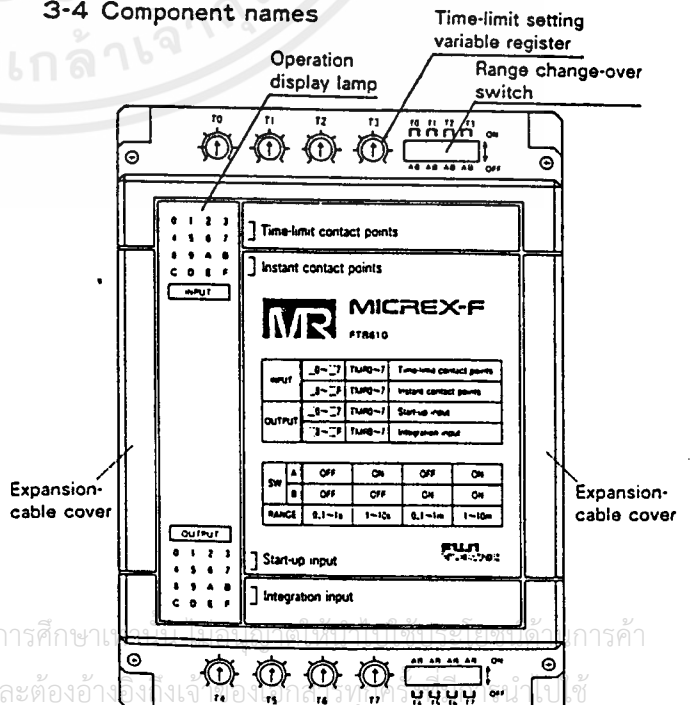
Time-limit range	A	B
0.1 to 1sec.	OFF	OFF
1 to 10sec.	ON	OFF
0.1 to 1min.	OFF	ON
1 to 10min.	ON	ON

- Time-limit contact points are turned ON under $T1 + T2 \leq \text{Set time limit}$.
- During integration stop input ON, time counting operation is suspended.

3-2 Address allotment of timer signals



3-4 Component names

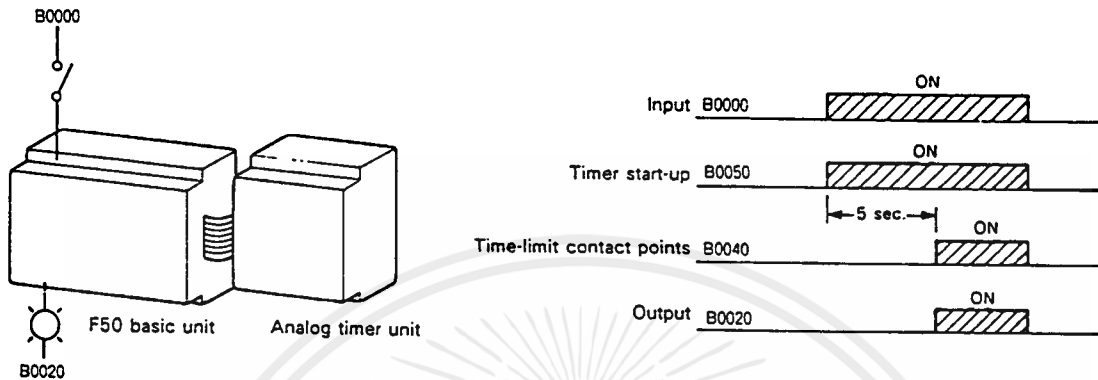


เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของ บริษัท ไมคริ จำกัด (มหาชน) ใช้งานเพื่อการศึกษา ห้ามจำหน่าย การค้า ไม่ควรแก้ไข ทั้งสิ้น ยกเว้น ให้มีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างถึงแหล่งที่มา

3. Specifications

Example of analog timer operation

Explained below is the method of starting timer T0 (B0050) by input of B0000 under the following system and by output of B0020 after a lapse of 5sec.



1. Storing of users' programs

The following program is stored into the basic unit.

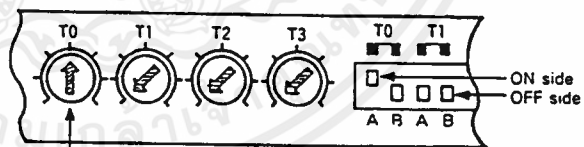


2. Setting of analog timer unit

2-1 Setting of time-limit range

Time-limit range of timer T0 is set within the range of 1 to 10S (A : ON side, B : OFF side) with the setting switch provided on the unit.

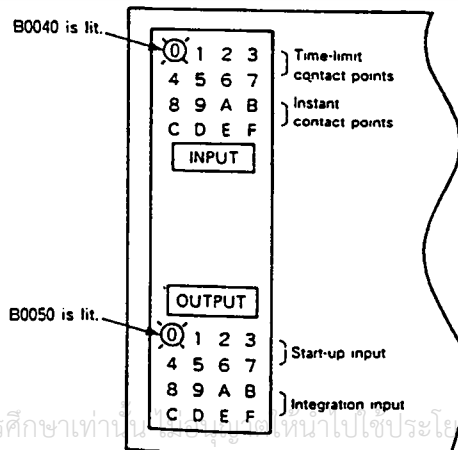
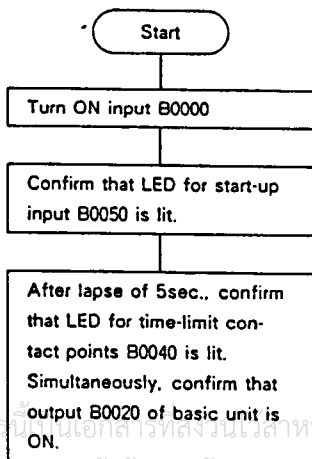
2-2 Set the time on timer T0 by adjusting the variable resistor.



Adjust the arrow mark at the center position.

3. Operation

Set the operation (RUN) mode on the basic unit and conduct the following steps.



Analog timer unit

28) Type FTB510A counter unit

1. Outline

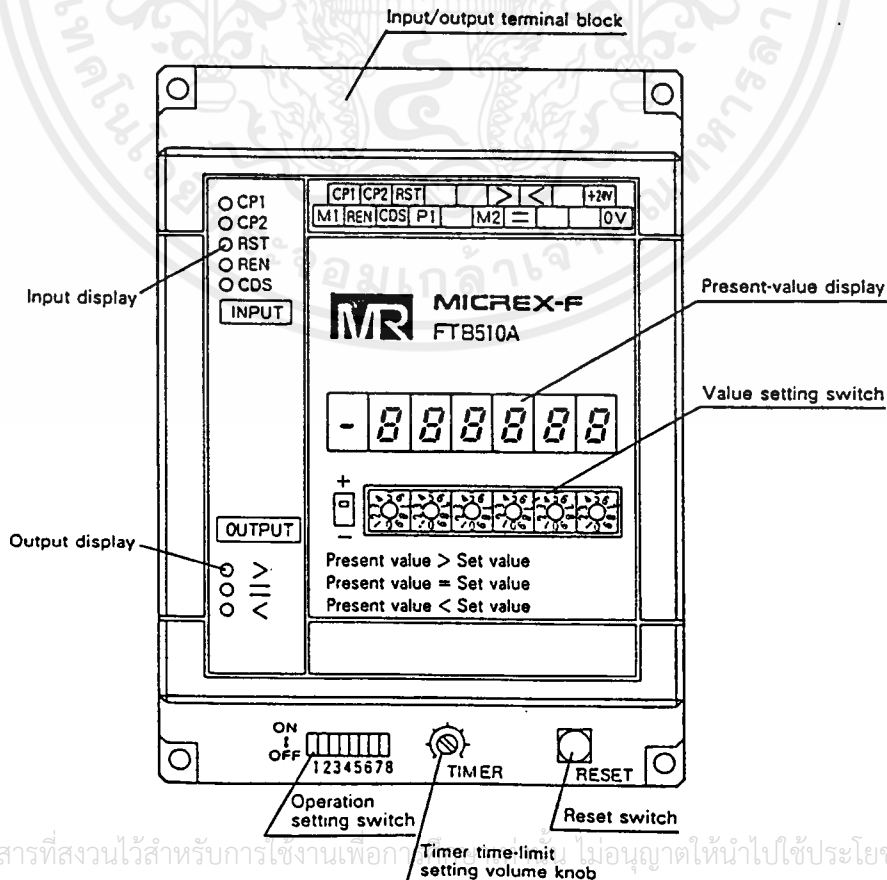
This is a type of F50 expansion units that enables addition/subtraction counting up to the maximum of 50kHz. This counter unit not only enables controls of reading, changing, and other status of present count values through connection with the F50 basic unit, but also permits direct output of comparison results with comparison set values controllable from the front panel.

Regarding details of specifications and operating methods, refer to the separate Instruction Manual.

2. Specifications

Count input signal	Phase	2-phase signal with 90° phase difference. 1 phase + direction indicating signal. 1-phase addition (subtraction) signal
	Level	0/5V or 0/12V signal, below 10mA
Counter	No. of points	1 channel
	Counting speed	30pps or 50Kpps
	Count range	Coded BCD 6 digits (-999,999 to 999,999)
	Type	Up-down counter (presettable)
	Reset input (preset)	External reset, soft reset, soft preset
Comparison (See NOTE below)	No. of points	1 point (Setter on panel front side)
	Comparison range	Same as count range
	Comparison contents	>, <, = 3 types
	Comparison output	Direct output, status register
No. of exclusively occupied words		4 words
Insulation method		Photocoupler
Display		7Seg LED
External dimensions		130W × 182H × 97D (mm)
Weight		

3. Front-side layout



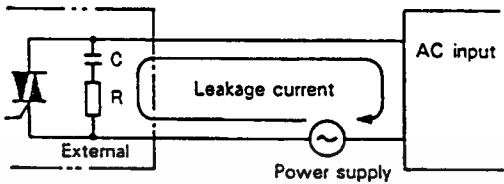
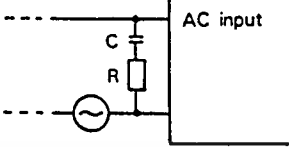
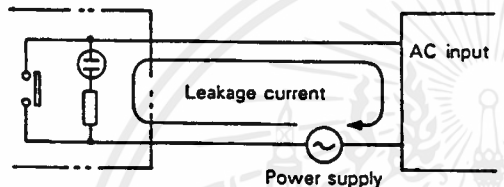
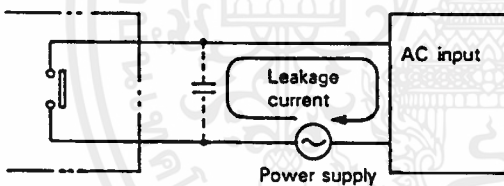
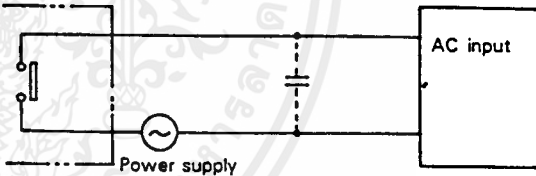
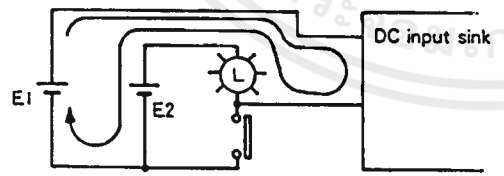
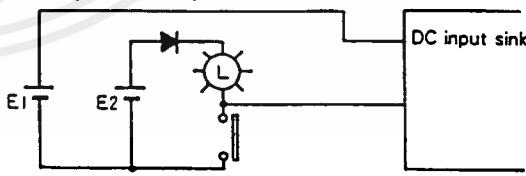
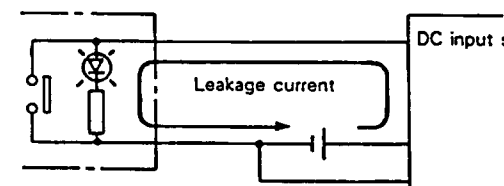
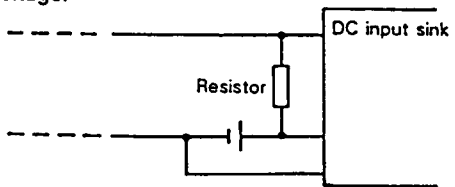
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Note. Comparison at a plural number of points is possible by using FPL command of F50 basic unit.

3-4 Precautions regarding use of digital I/O

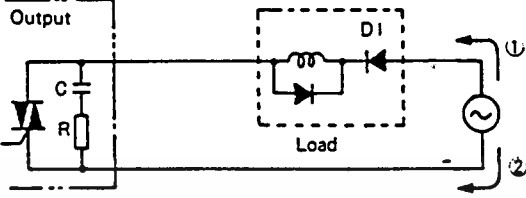
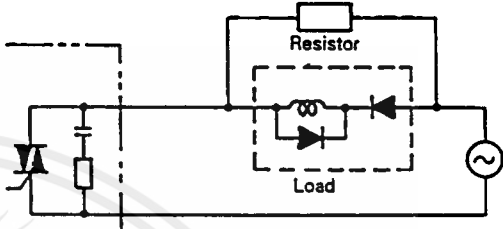
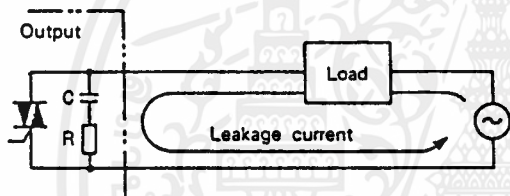
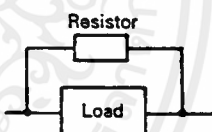
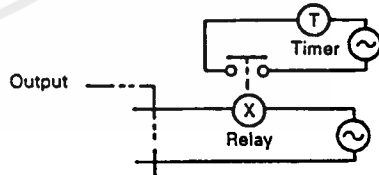
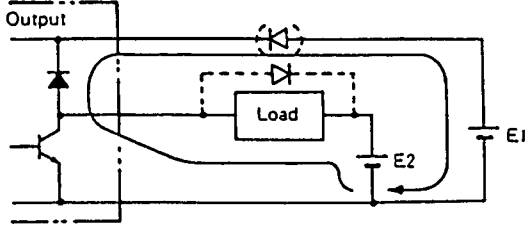
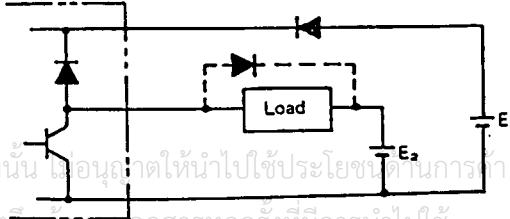
Caution circuits for I/O circuits and countermeasures

(a) Caution circuits for input and countermeasures

Status	Causes	Countermeasures
<p>Example 1</p> <p>Input signal cannot be turned OFF.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Leakage current from external devices (Drive by a proximity switch or others) 	<ul style="list-style-type: none"> Connect an appropriate resistance that causes terminal-to-terminal voltage of input card to become lower than reset voltage values.  <ul style="list-style-type: none"> CR values are determined by values of leakage current. Recommended value C: 0.1~0.47μF R: 47~120Ω (1/2W)
<p>Example 2</p> <p>Input signal cannot be turned OFF.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Driving by a limit switch with neon lamp  <ul style="list-style-type: none"> Neon lamp sometimes remains lit. 	<ul style="list-style-type: none"> Same as example 1 Or provide a separate display circuit by making the circuit independent.
<p>Example 3</p> <p>Input signal cannot be turned OFF.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Leakage current caused by line-to-line capacity of wiring cables 	<ul style="list-style-type: none"> Same as example 1 However, leakage current does not occur when power supply is provided on the input device side as shown in the figure below. 
<p>Exmple 4</p> <p>Input signal cannot be turned OFF.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Detour caused by using two power sources  <ul style="list-style-type: none"> Detour occurs when $E_1 > E_2$ exists. 	<ul style="list-style-type: none"> Change two power sources to one. Connect a detour-preventive diode (as shown in the figure below). 
<p>Exmple 5</p> <p>Input signal cannot be turned OFF.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Driving by a switch with LED display 	<ul style="list-style-type: none"> As shown in the figure below, connect an appropriate resistor so that voltage between the input card terminal and "-" common exceeds OFF voltage. 

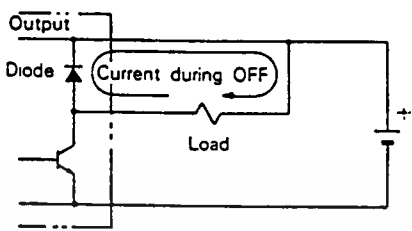
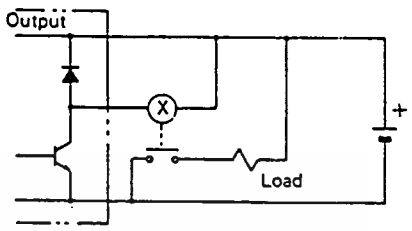
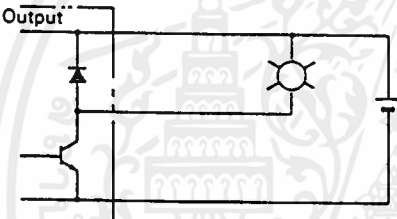
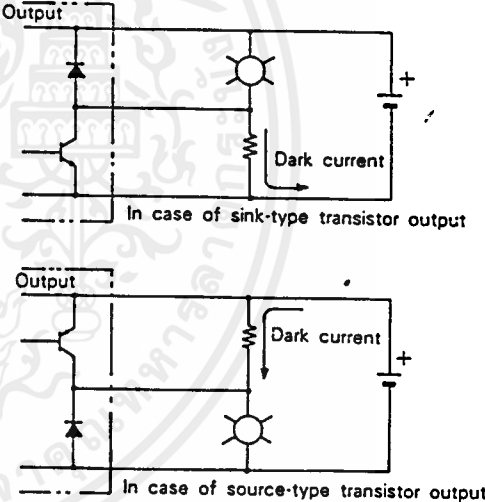
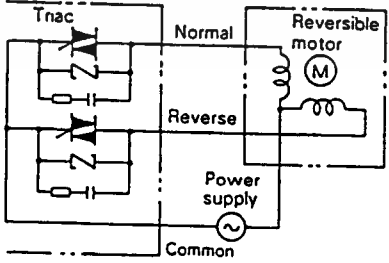
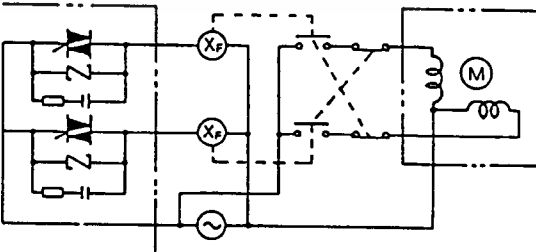
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(b) Caution circuits for output and countermeasures

Status	Causes	Countermeasures
<p>Example 1</p> <p>During output OFF, excessive voltage is imprinted on load.</p>	<ul style="list-style-type: none"> When load is subjected to half-wave rectification on its interior (in case of solenoid).  <ul style="list-style-type: none"> When power-supply polarity is ①, "C" is charged. When the polarity is ②, voltage charged to "C" plus power-supply voltage is imprinted on both ends of D1. Maximum value of this voltage is approximately $2\sqrt{2}E$. 	<ul style="list-style-type: none"> Connect resistance of several ten to several hundred kilo-ohms to both ends of load. <p>NOTE: Although no problem is caused on output elements, operation in this manner may cause degradation, burn damage, or other troubles on diode (D1) built in the load.</p> 
<p>Example 2</p> <p>Load cannot be turned OFF.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Leakage current caused by surge killer connected in parallel to output elements 	<ul style="list-style-type: none"> Connect resistance of several ten kilo-ohms to both ends of load. <p>NOTE: When wiring distance from output card to load is long, exercise care because current leakage may also be caused by line-to-line capacity.</p> <p>When Fuji's minicontrol relay is used, apply the following measures: 100V AC: Parallel resistance is not required. 200V AC: Parallel resistance of 22 kilo-ohms, 6W, must be added.</p> 
<p>Example 3</p> <p>Time limit irregularity occurs when timer of C-R type is used as load.</p>	<p>Same as example 2 above</p>	<p>Drive the relay once and operate the timer of C-R type at the relay's contacts. Use timer other than C-R type.</p> <p>NOTE: The caution mentioned under example 1 is essential, because certain types of timers use internal circuits of half-wave rectification.</p> 
<p>Example 4</p> <p>Load cannot be turned OFF. (For DC)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Detour caused by using two power sources  <ul style="list-style-type: none"> Detour occurs when $E_1 < E_2$ exists. Detour is also caused when E_1 is turned OFF (E_2 is ON). 	<ul style="list-style-type: none"> Change two power sources to one. Connect a detour-preventive diode. <p>NOTE: When relay is used as load, diode for absorbing reverse starting voltage must be connected to the load (as shown by hyphenated line in the figure below).</p> 

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ Fuji Electric Co., Ltd. ห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต. การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้. ขอสงวนสิทธิ์ในข้อมูลและข้อกำหนดการใช้งาน. ข้อมูลและข้อกำหนดการใช้งานอาจมีการเปลี่ยนแปลงโดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า. กรุณาตรวจสอบเอกสารฉบับล่าสุดก่อนการใช้งาน.

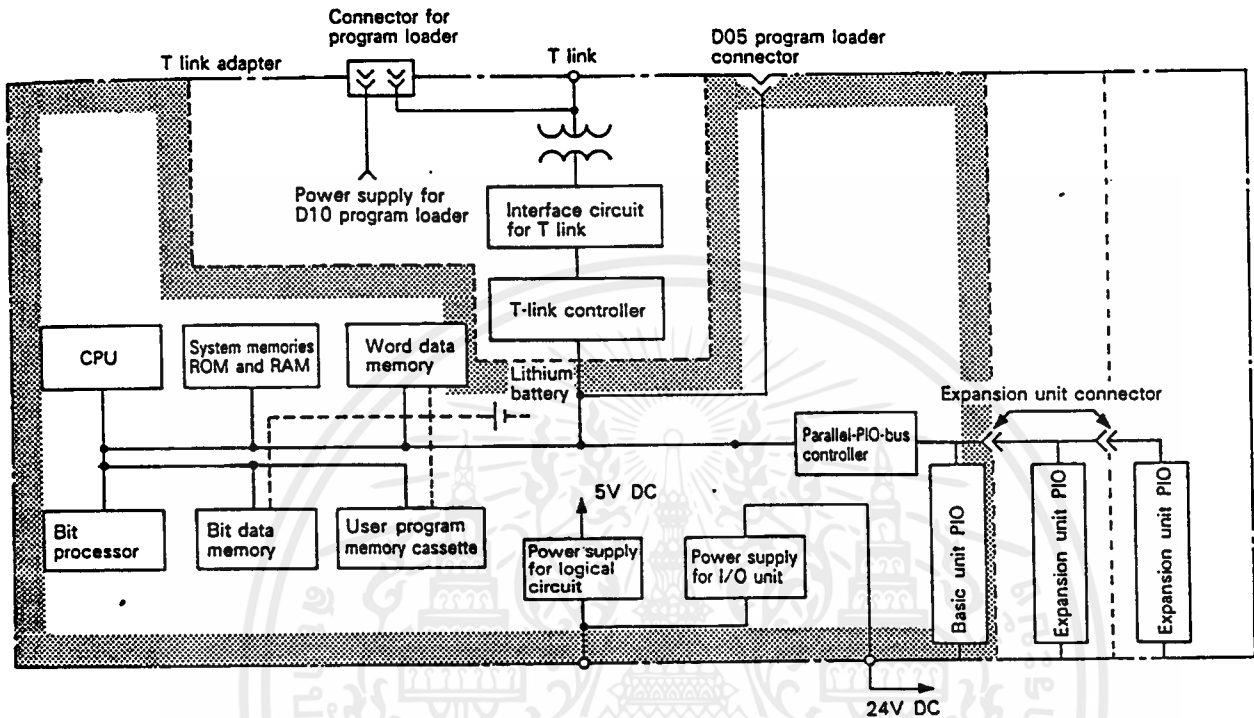
3. Specifications

Status	Causes	Countermeasures
<p>Example 5</p> <p>OFF response time of load is excessively long.</p>	<ul style="list-style-type: none"> This phenomenon is caused by using transistor output to directly drive large-current-inductive load such as solenoid (load with large time constant L/R).  <ul style="list-style-type: none"> Load cannot be promptly turned OFF because current flows through diode at the instant of transistor output OFF. Load may be turned OFF after a lapse of more than 1 sec. 	<ul style="list-style-type: none"> As shown in the figure below, insert miniature relay or magnet contactor with small time constant and use its contacts to drive load. 
<p>Example 6</p> <p>Output transistor is destroyed (transistor output).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Rush current of incandescent lamp  <ul style="list-style-type: none"> Rush current over 10 times the rated current sometimes flows at the instant of lighting. 	<ul style="list-style-type: none"> To suppress flow of rush current, cause dark current to flow at the level of about 1/3 to 1/5 of rated current of incandescent lamp.  <p>In case of sink-type transistor output</p> <p>In case of source-type transistor output</p>
<p>Example 7</p> <p>Output triac is destroyed (SSR output).</p>	<ul style="list-style-type: none"> Excessively intense voltage is imprinted on output elements.  <ul style="list-style-type: none"> During normal-coil-side output ON, voltage is induced on reverse coil, and excessive voltage (induction voltage+power-supply voltage) is imprinted on reverse-coil-side output that remains OFF. A case opposite to this phenomenon also occasionally occurs. Sometimes voltage nearly two times the power-supply voltage is also imprinted. Before destruction of triac, surge absorber may be burnt. 	<ul style="list-style-type: none"> Use magnet contactor or similar item to relay output and employ its contacts to drive load.  <ul style="list-style-type: none"> It is desirable to achieve interlocking at the exterior.

4. Internal Configuration

4-1 Internal block configuration and functions

Following are internal block configuration and functions of FPB40 and FPB56.



Section	Description	
CPU	<p>The CPU is a microprocessor which controls the whole system, and performs the following processes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Initializing • Execution of numerical operation and filing • I/O processing • Program-loader interface • Self-diagnostics and collecting trouble information • PIO control 	
System memories ROM and RAM	System memory comprises system program (ROM) for CPU operation and work area (RAM).	
Bit processor	Processor to execute ladder program.	
Bit data memory	Data area for auxiliary relay, retentive relay, etc. using IC-RAM with battery backup.	
Word data memory	Data area for timer, counter and file memory using IC-RAM with battery backup.	
User program memory	<p>Memory area for system definition and user program.</p> <p>IC-RAM is a standard item. As for EP-ROM operation, EPROM (separately purchasable) must be additionally mounted.</p>	
T-link adapter	Controller	Controller to transmit and receive data through T-link
	Interface circuit	Interface circuit for processor unit and T-link
Parallel-PIO-bus controller	Controller for PIO module.	

4-2 Memory map

● Bit data memory

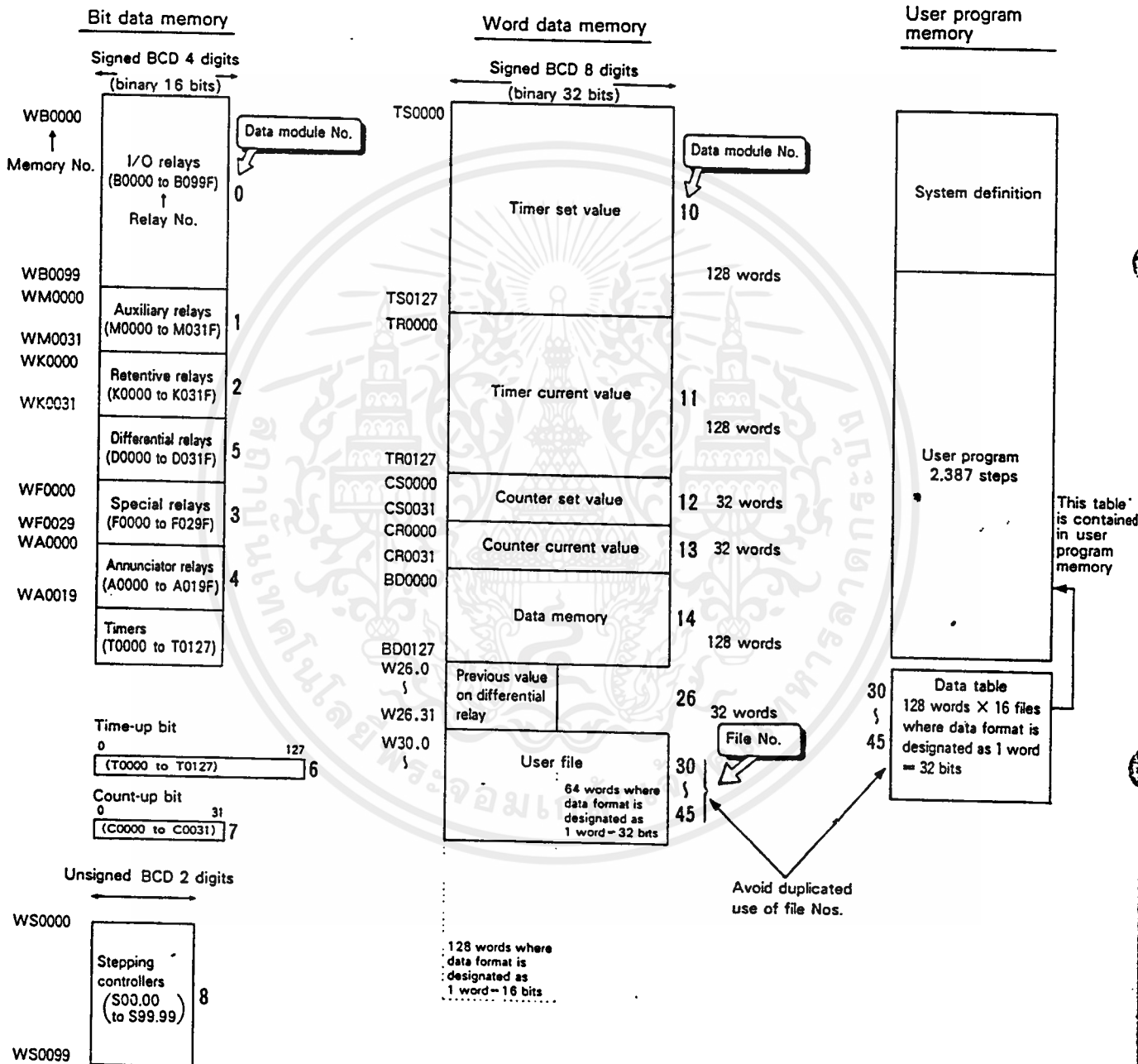
The bit data memory comprises various areas which can be designated bit by bit. I/O relays, auxiliary relays, retentive relays, special relays and annunciator relays can be designated as 'signed BCD 4-digit' or 'binary 16-bit' data. In the stepping control relay area the present step is stored in the memory areas as 'unsigned BCD 2-digit' data.

● Word data memory

Either signed BCD 8-digit or binary 32-bit data are stored in the word data memory. In the file memory area the data format for each file can be designated by the user program.

● User program memory

Memory cassette includes user program memory areas for system definition (regarding contents of definition, refer to page 133) and user program.



NOTES:

- 1) I/O relays not being used on programs can be used as auxiliary relays.
- 2) Word data memories (TS, TR, CS, and CR) not being used on programs can be used as BCD 8-digit data area.
- 3) The above-mentioned data module Nos. are allotted to I/O relay area (B area), auxiliary relay area (M area), or other areas as file Nos. inherent to systems. By using SEL or DSEL instruction to designate these data module Nos., they can be employed similarly to user files.

4-3 Relay No. and memory No.

For designating memories by using a user program, relay Nos. or memory Nos. are used. The relay Nos. are used for designating contacts or coils bit by bit, and the memory Nos. are used for designating either 16-bit or 32-bit words. The examples of relay Nos. and memory Nos. are as shown on the right. The following areas are used in common for relay and data memories.

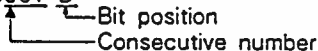
- I/O relays, auxiliary relays, retentive relays, special relays, and annunciator relays.

These areas are specified as follows. (In case of I/O relay area)

(1) Relay No.: One bit (contact, coil)

Relay No. comprises identifier "B", consecutive number (decimal), and bit position (hexadecimal 0 to F).

(Example): B001 D



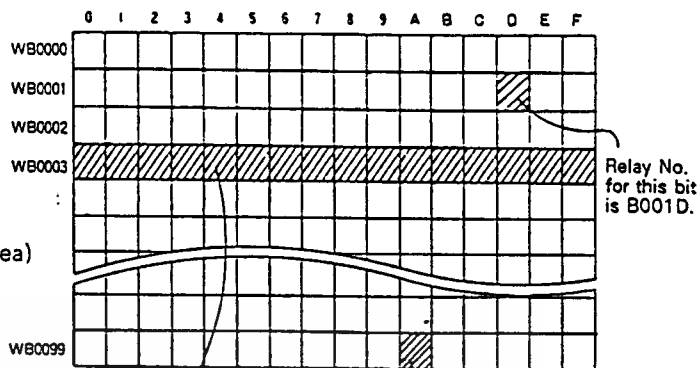
(2) Memory No.: One word (data)

Memory No. comprises identifiers "WB" and consecutive number (decimal).

(Example): WB0003



(High-order bit) ← Bit position → (Low-order bit)



Memory No. for this word is WB0003.

Relay No. for this bit is B0099A.

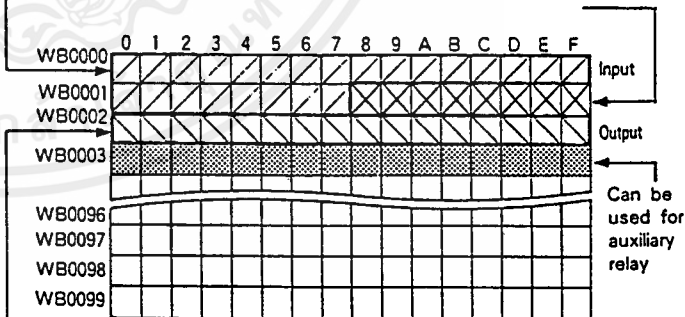
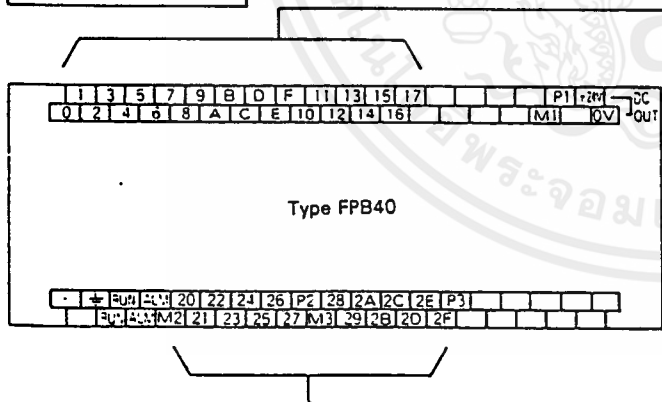
Relations with basic unit/expansion unit terminal blocks

As for I/O addresses of F50 series basic unit, the area for 64 points (4 words) is assigned. Addresses are allotted starting from B0000 for input and from B0020 for output. Addresses not allotted can be used as those for an auxiliary relay.

When an expansion unit is connected, the first unit connected to the basic unit is allotted from B0040. Subsequently added expansion units are advanced forward in units of words.

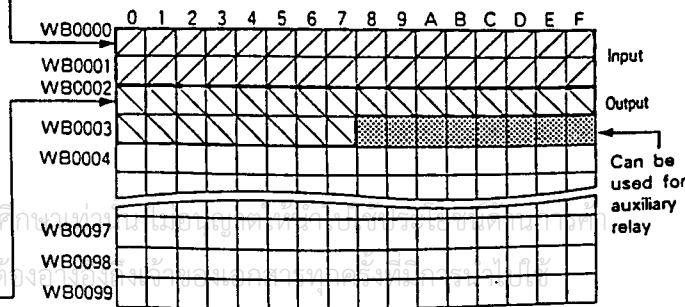
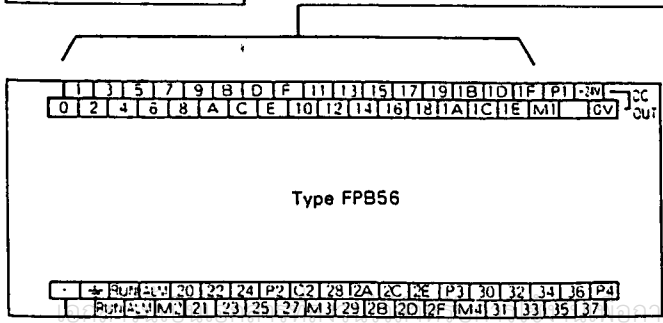
1) Example of using basic unit only

FPB40R-A10 1 unit

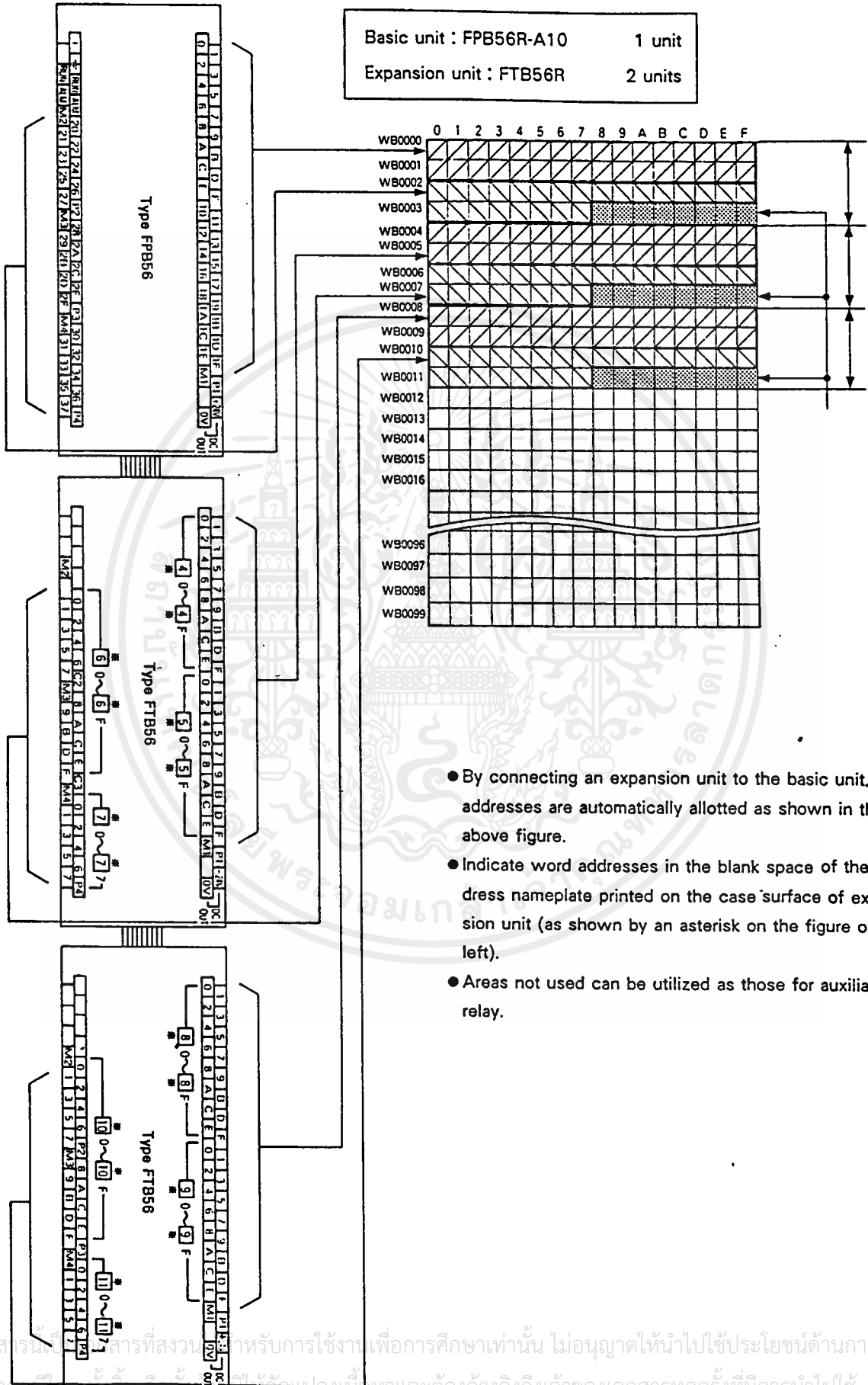


• Vacant bits in the input area cannot be used as auxiliary relays.
• Vacant bits in the output area can be used as auxiliary relays.

FPB56R-A10 1 unit



2) Combination examples of basic unit and expansion unit



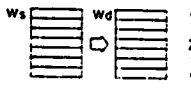


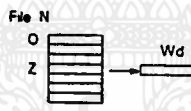
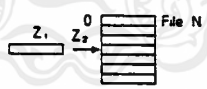
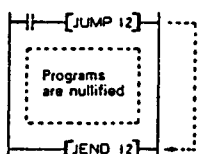
- By connecting an expansion unit to the basic unit, I/O addresses are automatically allotted as shown in the above figure.
- Indicate word addresses in the blank space of the address nameplate printed on the case surface of expansion unit (as shown by an asterisk on the figure on the left).
- Areas not used can be utilized as those for auxiliary relay.

5. List of F50 Series Instruction Words

The table below lists the instruction words usable on F50 Series processors (FPB40 and FPB56) as well as their No. of steps and execution time.

Reference	Instruction	Instruction symbol	Function	(F) No. of D05	No. of steps	Execution time (μ s)	Explanation page
Sequence	NO contact		Max. No. of instruction symbols for a circuit • 1 line : 10 contacts + 1 coil • 1 column : 8 lines Circuit returning is possible.	—	1	1	43
	NC contact			—	1	1	43
	Coil			—	1	1.25	43
	Set			—	1	1.5	44
	Reset			—	1	1.5	44
	Rising edge differential			F1	1	1.75	45
	Falling edge differential			F2	1	1.75	45
	Inverse			—	1	1	46
Shift register		Shifting can be carried out until 511 bits have been reached in both directions (right or left).	F5	5	1-word register Clock	48	
			Step controller		—	1	1.25
Timer	ON-delay timer		Input signal Output signal	—	1	During operation/ during stop 12.25/5.25	51
Counter	Counter		Reset signal Count pulse Set value Output signal	—	2	During counting/ not counting 13.75/6.5	53
	Up and down counter		Reset signal Up count pulse Down count pulse Set value Output signal	F4	2		54
Arithmetic operation	Add		Z_2 is added to Z_1 , and the result is loaded into Wd .	In case the result exceeds the data range of Wd (7999 or ± 79999999), the overflow relay is set and the maximum or minimum value is loaded into Wd .	F10	4	58
	Subtract		Z_2 is subtracted from Z_1 , and the result is loaded into Wd .		F11	4	59
	Multiply		Z_1 is multiplied by Z_2 , and the result is loaded into Wd .		F12	4	60
	Divide		Z_1 is divided by Z_2 , and the quotient is loaded into Wd . (Digits to the right of the decimal points are truncated.)		F13	4	61
	Increment		The result of $Wd+1$ is loaded into Wd .		F18	2	63
	Decrement		The result of $Wd-1$ is loaded into Wd .		F19	2	64
Comparison	>		The comparison between Z_1 and Z_2 is carried out, and the result is output to the relay as follows: Condition is satisfied ... Output relay is turned ON Condition is not satisfied ... Output relay is turned OFF	F30	4	65	
	\geq			F31	4	65	

5. List of F50 Series Instruction Words

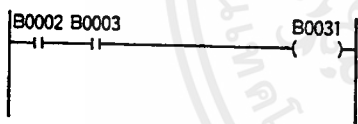
Reference	Instruction	Instruction symbol	Function	(F) No. of D05	No. of steps	Execution time (μ s)	Explanation page
File	Data move	$\text{---} \left[\text{Z MOV Wd} \right] \text{---}$	Z is transferred to Wd.	F170	3		83
	Logical move	$\text{---} \left[\text{Z LMOV Wd} \right] \text{---}$	Z is transferred to Wd.	F180	3		83
	Data block move	$\text{---} \left[\text{Ws BT Wd : N} \right] \text{---}$ N : Number of words to be transferred	Data block of N words is transferred.	F171	4		85
	Logical block move	$\text{---} \left[\text{Ws LBT Wd : N} \right] \text{---}$ N : Number of words to be transferred		F181	4		85
	Digit transfer	$\text{---} \left[\text{Ws DT Wd : N}_1 \text{ : N}_2 \text{ : N}_3 \right] \text{---}$ N ₁ (0 to 31) : First bit data position of source N ₂ (1 to 32) : Number of bits to be transferred N ₃ (0 to 31) : First bit data position of destination	Data designated by N ₁ and N ₂ are transferred to the area designated by N ₃ as follows. 	F172	5		86
	Define file	$\text{---} \left[\text{FILE N}_1 \text{ : N}_2 \text{ : N}_3 \text{ : X} \right] \text{---}$ N ₁ : File No. (30 to 45) N ₂ : X size (X must be "1" when using F50 Series processors.) N ₃ : Y size (1 to 128) X : Data format (signed BCD 8 digits)	User file area is defined within file data area. It is always necessary to define prior to utilizing file operation instruction.	F193	4		87
	File clear	$\text{---} \left[\text{FLCL N} \right] \text{---}$ N : File No. (0 to 45)	File N, FIFO, and FILO files are cleared to zero. 	F194	1		88
	Select	$\text{---} \left[\text{N : Z SEL Wd} \right] \text{---}$ N : File No. (0 to 45)	Data designated by Z in File N are transferred to Wd. 	F195	3		89
	Deselect	$\text{---} \left[\text{Z, DSEL N : Z}_2 \right] \text{---}$ N : File No. (0 to 45)	Z ₁ is transferred to Z ₂ in the file N. 	F196	3		90
	Data table definition	$\text{---} \left[\text{TABL N}_1 \text{ : N}_2 \text{ : N}_3 \text{ : X} \right] \text{---}$ N ₁ : File No. (30 to 45) N ₂ : X size (X must be "1" when using F50 Series processors.) N ₃ : Y size (1 to 128) X : Data format (signed BCD 8 digits)	Once user file area is defined and initial data are set, it is only possible to read data from data table.	F201			92
Data set	$\text{---} \left[\text{N} \right] \text{---}$ N : Decimal 8 digits	Data are set.	F235			92	
Data end	$\text{---} \left[\text{DEND} \right] \text{---}$	This instruction declares end of program.	F202			92	
Program	Program end	$\text{---} \left[\text{PEND} \right] \text{---}$	This instruction declares PEND as the end of program.	F231	1		93
Jump	Jump	$\text{---} \left[\text{JMP N} \right] \text{---}$ N : Jump target No. (0 to 99)	When a jump instruction is executed, programs between JMP N and JEND N are nullified. 	F253	1		94
	Jump end	$\text{---} \left[\text{JEND N} \right] \text{---}$ N : Jump target No. (0 to 99)		F254	1		94
1		$\text{---} \left[\text{PAGE} \right] \text{---}$		F325	1	4	94

6-3 FPL sequence instruction

Instruction	NO contact, NC contact, coil	Description	Example																																				
	 a contact (NO) b contact (NC) Coil																																						
Function	Max. No. of instruction symbols for a circuit • 1 line : 10 contacts + coil • 1 column : 8 lines Circuit returning is possible.																																						
	Effective identifier	B0000 M0002 K0003 																																					
	<table border="1"> <tr> <td>B</td><td>M</td><td>K</td><td>D</td><td>F</td><td>A</td><td>S</td><td>T</td><td>C</td> <td>B</td><td>M</td><td>K</td><td>D</td><td>F</td><td>A</td><td>S</td><td>T</td><td>C</td> </tr> <tr> <td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td> <td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>-</td><td>-</td><td>○</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td> </tr> </table>	B	M	K	D	F	A	S	T	C	B	M	K	D	F	A	S	T	C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	-	-	-		
B	M	K	D	F	A	S	T	C	B	M	K	D	F	A	S	T	C																						
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	-	-	-																						

Program writing examples

Series circuit is written into page 1.



Explanations on the program on the left

- When both input B0002 and B0003 are ON, output B0031 becomes ON.
- When either input is OFF, output B0031 becomes OFF.

Key operation	LCD display	Remarks	Key operation	LCD display	Remarks
RD PAGE .1 ENT	 READ P 0001			 WRITE - B 3	
WR ↓	 WRITE	By pressing the WR key, change to WRITE mode is made.		 WRITE - B 31	
	 WRITE - B 2		START LO ENT ENT	 READ P 0001	*When CPU is operated, press the key two times. Monitoring is re-started.

appearing in the above table denotes pressing relevant keys while pressing **ENT** key.

Instruction	Set, reset	Description	Example																		
Instruction symbol	 Set Reset																				
Function	<ul style="list-style-type: none"> • Set instruction turns designated coil ON. This state is continued until the reset instruction is given. • Reset instruction turns designated coil OFF. This state is continued until the set instruction is given. 		<p>Priority circuit for reset</p> <p>Priority circuit for set</p>																		
Effective identifier	K0000 K0000 																				
	<table border="1"> <tr> <td>B</td><td>M</td><td>K</td><td>D</td><td>F</td><td>A</td><td>S</td><td>T</td><td>C</td> </tr> <tr> <td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>-</td><td>-</td><td>○</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td> </tr> </table>	B	M	K	D	F	A	S	T	C	○	○	○	-	-	○	-	-	-		
B	M	K	D	F	A	S	T	C													
○	○	○	-	-	○	-	-	-													

Program writing examples

Set/reset circuits are written subsequent to final circuit.



Explanations on the program on the left

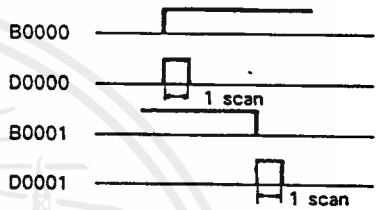
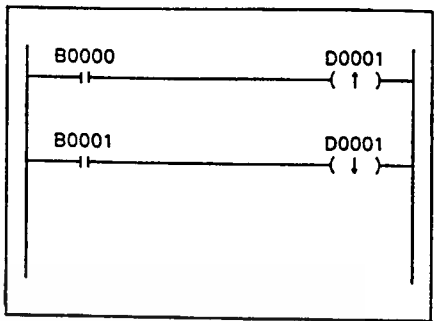
- When input B0004 is turned ON, B0034 becomes ON.
- B0034 that became ON remains in ON status even after input is turned OFF.
- When input B0005 is turned ON, B0034 becomes OFF.

Key operation	LCD display	Remarks
RD E ENT WR ↓	 WRITE	
F K B 4	 WRITE 	
→ -S- K B 3 4	 WRITE 	
START LD ENT ENT *	 READ P0001.0002 	*When CPU is operated, press the key two times.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ หากทั้งห้าฉบับให้ตัดแปลงเนื้อหาและตัดอย่างถึงใจ

6. FPL Sequence Instruction

Instruction	Rising edge differential, falling edge differential	F1, F2	Description	Example					
Instruction symbol									
Function	<ul style="list-style-type: none"> When input signal rises, rising edge differential output is ON during a scan When input signal falls, falling edge differential output is ON during a scan time of program. 								
Effective identifier									
	B	M	K	D	F	A	S	T	C
	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Program writing examples


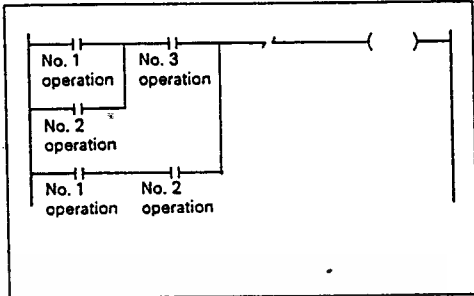
Following rising/falling edge differential circuits are written.



Explanations on the program on the left

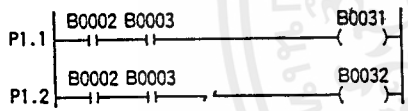
- When input B0006 becomes ON, D0000 remains ON only for 1-scan time after input rises.
- When input B0007 becomes OFF, D0001 remains ON only for 1-scan time after input falls.

Key operation	LCD display	Remarks	Key operation	LCD display	Remarks
RD E ENT WR ↓	Last circuit WRITE		→ F K ← B 7	Last circuit WRITE → B 7	
F K ← B 6	Last circuit WRITE → B 6		→ <F> 2 → 1	Last circuit WRITE → D 1	
→ <F> 1 ↓ 0	Last circuit WRITE → D 0		START LO ENT ENT *	Last circuit READ P 0001. 0004 → B 0005	*When CPU is operated, press the key two times.

Instruction	Inverse		Description	Example
Instruction symbol				
Function	This instruction reverses the result of logical operation.			Output is ON when a single unit is operated.

Program writing examples




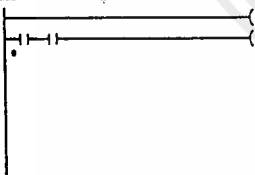



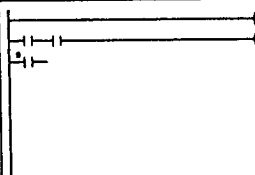



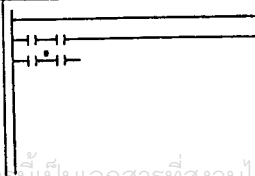
Series circuit and inverse circuit are written into page 1.





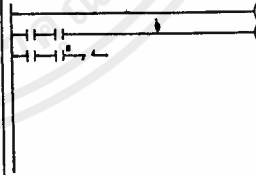



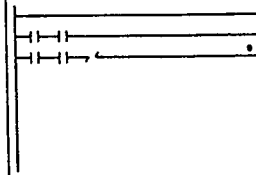





Explanations on the program on the left

- Only when both input B0002 and B0003 are ON, output B0031 becomes ON.
- Only when both input B0002 and B0003 are ON, output B0032 becomes OFF.

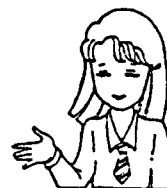
P1.1 denotes that program is already completed and indicates steps for writing P1.2.

Key operation	LCD display	Remarks
RD  1 ENT WR  		
  2 		
   3		

Key operation	LCD display	Remarks
   		By pressing the  key two times, inverse diagram is displayed.
  3 2		
START LD ENT ENT		After memory writing, confirm that status on output 0031 and status on 0032 are constantly opposite each other.

 appearing in the above table denotes pressing relevant keys while pressing  key.

May we have your attention ?



Next, introduced are examples using the reversing symbols of $\rightarrow \leftarrow$.

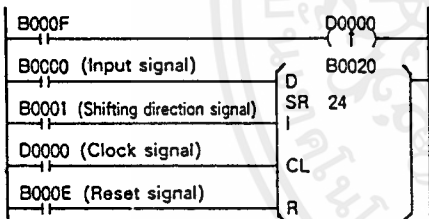
Instruction	$\rightarrow \leftarrow$	
Operation	By setting the reversing symbols before output, the series contact points indicated on the left-hand side beyond the point are equalized with parallel contact points. Also, the circuit with NO contact is equalized with the circuit with NC contact.	
Program	<p style="text-align: center;">Circuit not using reversing symbols</p> <p style="text-align: center;">Max. 8 contact points</p>	<p style="text-align: center;">Circuit using reversing symbols</p> <p style="text-align: center;">Turned into series connection</p> <p style="text-align: center;">Maximum?</p> <p style="text-align: center;">Max. 72 contact points</p>
	<p style="text-align: center;">From series to parallel ! From NO contact to NC contact !</p> <p style="text-align: center;">Max. 8 pairs</p>	<p style="text-align: center;">Max. 36 pairs</p>
<p style="text-align: center;">Max. 4 pairs</p>	<p style="text-align: center;">From parallel to series ! From series to parallel !</p> <p style="text-align: center;">Max. 16 pairs</p>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instruction	Shift register	F5	Description	Example																																				
Instruction symbol			<p>① When the reset signal is ON, contents of shift register are OFF.</p> <p>② The shift register instruction is restricted to the B, K, and M areas.</p> <p>③ Clock must be differential signal (identifier "D").</p>																																					
Function	<p>Shifting can be carried out until 511 bits have been reached in both directions (right or left).</p> <p>Input signal → ← Input signal</p> <p>NOTE:</p> <p>Shifting direction signal:</p> <p>ON : Shift to the right</p> <p>OFF : Shift to the left</p> <p>Clock signal:</p> <p>ON : Shifting is carried out.</p> <p>OFF : Shifting is not carried out.</p>																																							
Effective identifier																																								
	<table border="1"> <tr> <td>B</td><td>M</td><td>K</td><td>D</td><td>F</td><td>A</td><td>S</td><td>T</td><td>C</td><td>B</td><td>M</td><td>K</td><td>D</td><td>F</td><td>A</td><td>S</td><td>T</td><td>C</td> </tr> <tr> <td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td> </tr> </table>	B	M	K	D	F	A	S	T	C	B	M	K	D	F	A	S	T	C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
B	M	K	D	F	A	S	T	C	B	M	K	D	F	A	S	T	C																							
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○																							

Program writing examples

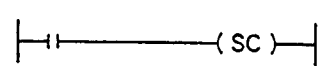
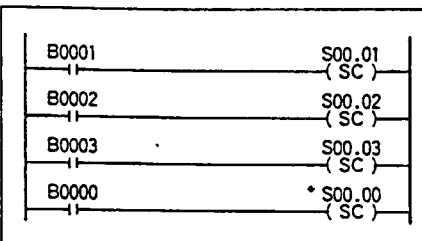
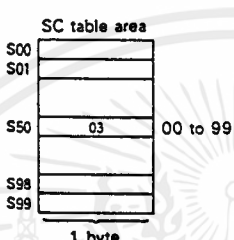



Explanations on the program on the left

- During rise of input B000F, ON or OFF information of B0000 is shifted between B0020 and B0037.
- When input B000E becomes ON, all data is turned OFF.

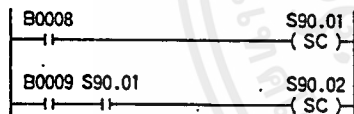
Key operation	LCD display	Remarks	Key operation	LCD display	Remarks
WR 	 WRITE (F) D0		 *	 WRITE ↓ SR	※ Press 8 times.
 	 WRITE (SR)		 *	 WRITE C SR	※ Press 8 times
 	 WRITE (SR) B0020 24	First address of shift register is set. No. of bits to be shifted is set.	 *	 WRITE R SR	※ Press 8 times.

appearing in the above table denotes pressing relevant keys while pressing key.

<p>Instruction</p> <p>Step controller</p>	<p>Description</p>	<p>Example</p>																																													
<p>Instruction symbol</p> 	<p>① Step controller has following address numbers. S00.00 to S99.99</p> <p>Step No. Sequence block No.</p>	 <p>(Step) S00.01 S00.02 S00.03 S00 clear (S00.00 step)</p>																																													
<p>Function</p> <p>Each of 100 step controls can be executed to 100 steps.</p>	<p>② Current step No. for each of 100 sequence blocks is stored in the SC table area (S00 to S99).</p> 	<p>※ "0" step shown in the above diagram is equivalent to "CLEAR" instruction of sequence control. No other specific "CLEAR" instruction is provided.</p> <p>This step control circuit is designated so that the coil last turned on operates.</p> <table border="1" data-bbox="786 698 1354 851"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>B0001</th> <th>B0002</th> <th>B0003</th> <th>B0000</th> <th>S00.01</th> <th>S00.02</th> <th>S00.03</th> <th>S00.00</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>○ : Indicates the step position.</p>	No.	B0001	B0002	B0003	B0000	S00.01	S00.02	S00.03	S00.00	1	ON	OFF	OFF	OFF	○				2	ON	ON	OFF	OFF					3	ON	ON	ON	OFF					4	OFF	OFF	OFF	ON				
No.	B0001	B0002	B0003	B0000	S00.01	S00.02	S00.03	S00.00																																							
1	ON	OFF	OFF	OFF	○																																										
2	ON	ON	OFF	OFF																																											
3	ON	ON	ON	OFF																																											
4	OFF	OFF	OFF	ON																																											
<p>Effective identifier</p>  <table border="1" data-bbox="43 939 422 1004"> <tr> <td>B</td><td>M</td><td>K</td><td>D</td><td>F</td><td>A</td><td>S</td><td>T</td><td>C</td> </tr> <tr> <td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td> </tr> </table>	B	M	K	D	F	A	S	T	C	○	○	○	○	○	○	○	○	○																													
B	M	K	D	F	A	S	T	C																																							
○	○	○	○	○	○	○	○	○																																							

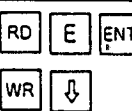
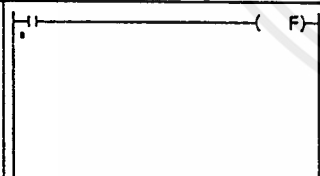
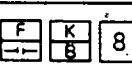
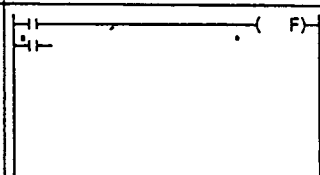
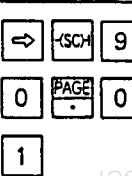
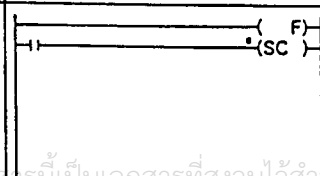
Program writing examples


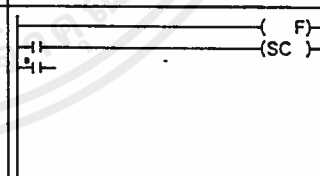
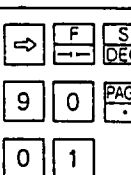
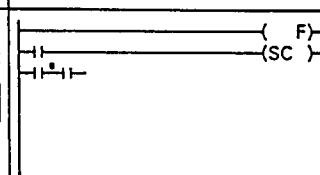
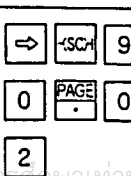

Following step sequences are written.



Explanations on the program on the left

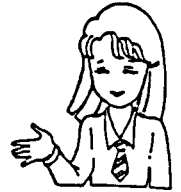
- By turning input B0008 ON, S90.01 becomes ON. Even when B0008 is turned OFF subsequently, S90.01 remains ON.
- Next, by turning input B0009 ON, S90.01 becomes OFF and instead 90.02 becomes ON.

Key operation	LCD display	Remarks
	 <p>WRITE</p>	
	 <p>WRITE B 8</p>	
	 <p>WRITE (SC) S90.01</p>	

Key operation	LCD display	Remarks
 <p>9</p>	 <p>WRITE B 9</p>	
 <p>0 1</p>	 <p>WRITE S 90.01</p>	
 <p>2</p>	 <p>WRITE (SC) S90.02</p>	

□ appearing in the above table denotes pressing relevant keys while pressing  key

May we have your attention ?



Introduced next is an example employing BCNT.

Instruction	BCNT
Operation	While 16 motors are used, the number of motors in actual operation is monitored.
System diagram	
Program	<p>• Number of bits where station- No. "2" is ON is loaded into WM1.</p>

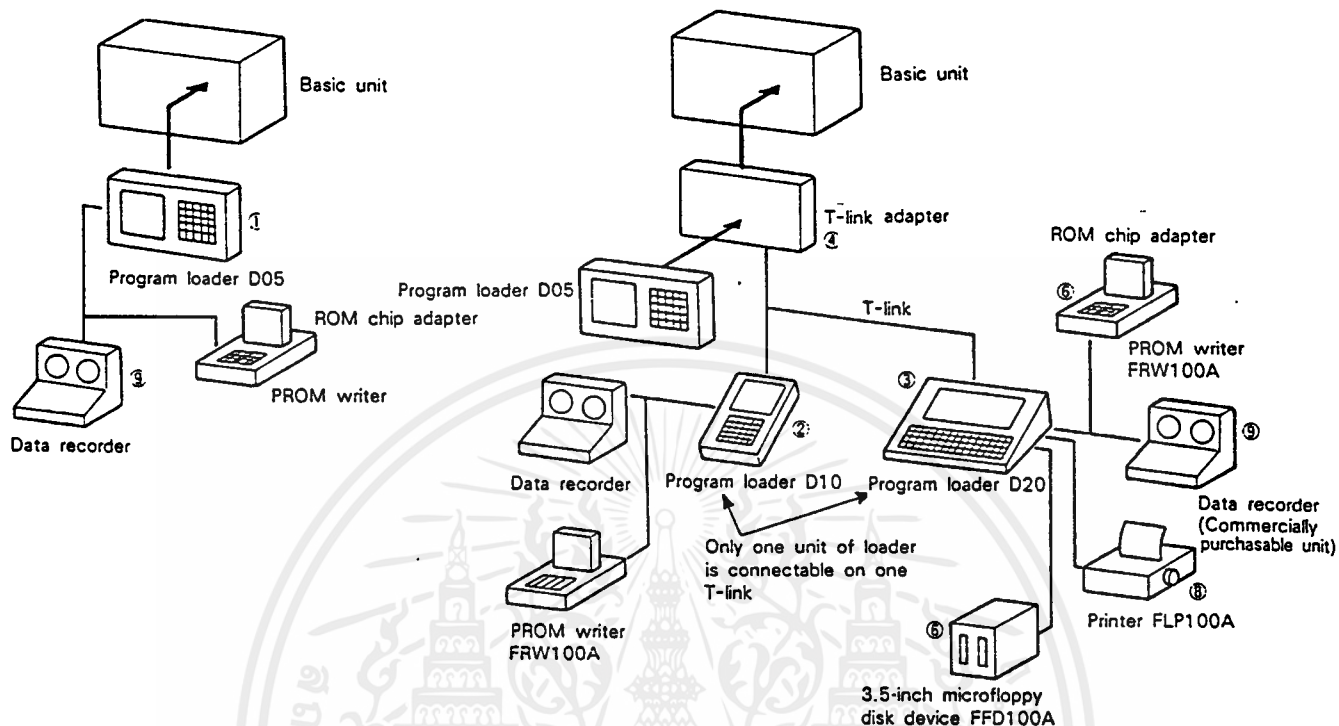
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำป้เซ

3. Programming Tools

8-1 System configuration

1) When operating as independent system

2) When operating as T-link system



No.	Name	Type	Approximate function	Remarks
①	Program loader	FLD005A-A10	For programming/monitoring, exclusive for F50 series (Japanese-letter specifications)	Described in Japanese-version User's Manual
		FLD505A-A10	For programming/monitoring, exclusive for F50 series (English-letter specifications)	Described in this User's Manual
②	Program loader	FLD010A-A10	For programming/monitoring, Portable type (Japanese-letter specifications)	Manual No. FH106
		FLD510A-A10	For programming/monitoring, Portable type (English-letter specifications)	Manual No. FH106E
③	Program loader	FLD020A-A10	For programming/monitoring, interfaces for CMT/printer/floppy disk are provided (Japanese-letter specifications)	Manual No. FH107
		FLD520A-A10	For programming/monitoring, interfaces for CMT/printer/floppy disk are provided (English-letter specifications)	Manual No. FH107E
④	T-link adapter	FTM050A	Operated as T-link system(remote I/O function)	Refer to page 129
⑤	PROM writer	FRW100A	For program writing into PROM memory, read-out/collation also is possible.	
⑥	ROM chip adapter	FRW110A	Used when writing program into ROM chip	Standard item for ⑤
⑦	3.5-inch microfloppy disk device	FFD100A	Writing/read-out of program/comment to or from floppy disk	
⑧	Printer	FLP100A	Print-out of program lists, comment lists, or data memory use status—or others	Manual No. FH107
⑨	Data recorder	Commercially purchasable unit	Stores program in CMT	Refer to page 121
	Microfloppy disk	FFD010A	FFD100A disket(for floppy disk device)	Optional item
	Cable	FLC010A	For connection between T-link adapter and loader Length: 3 m	Standard item for ③
	Cable	FLC011A	For connection between T-link adapter and loader Length: 5 m	Optional item
	Cable	FLC012A	For connection between T-link adapter and loader Length: 1 m	Standard item for ②
	Cable	FLC014A	For connection between loader and data recorder/PROM writer	Standard item for ②, ③
	Cable	FLC020A	For connection between D20 loader and FLP100A(printer)	Standard item for ⑧
	Cable	FLC030A	For connection between D20 loader and FFD100A(floppy disk device)	Standard item for ⑦

In subsequent Section 9, explanations will be made centered around handling methods of program loader Type FLD505-A10. As for programming tools other than above, refer to manuals with respective numbers as shown in the above table.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Program Loader D05

9-1 Warning

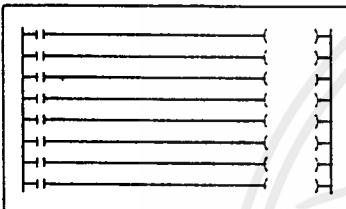
- On certain types of instruction, only predetermined identifiers are accepted. In such a case, operate the Program Loader by referring to Sections 6-3 and 7-3 of Chapter 1.

For example, timer contact points cannot be set or reset.

B0000
—(R)| ← Good example

T000
—(R)| ← Bad example

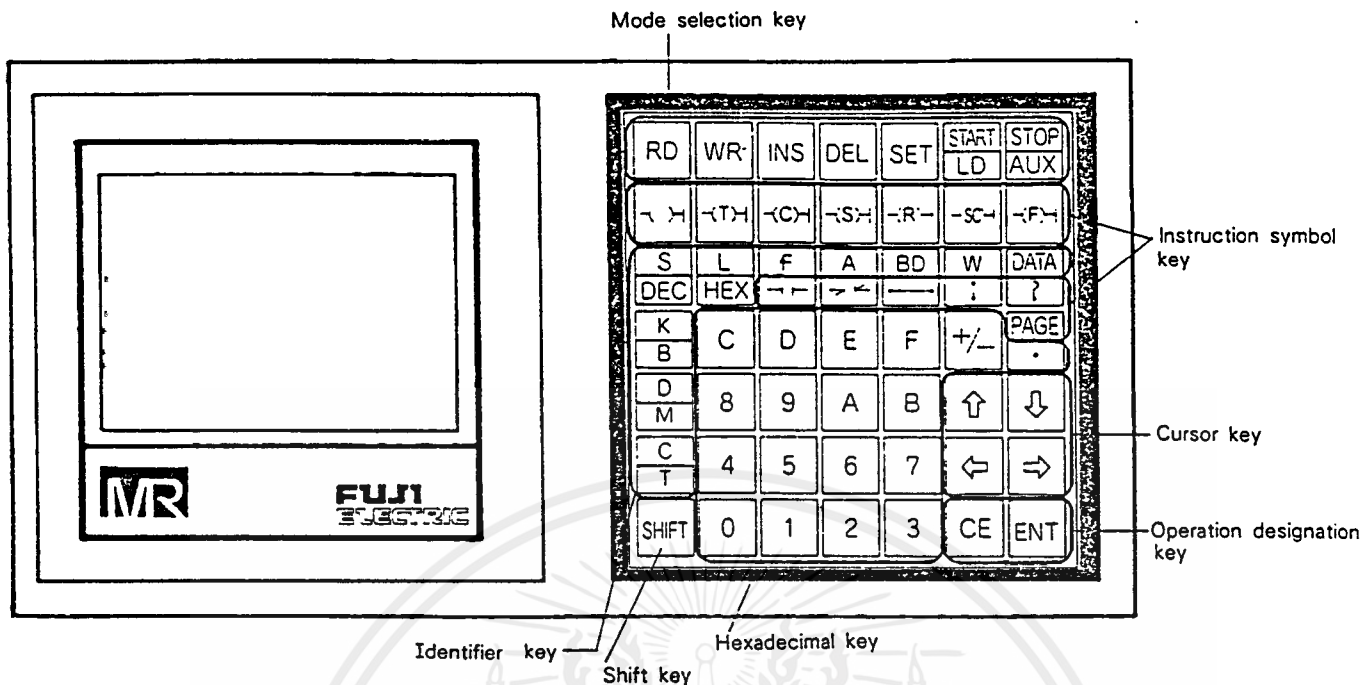
- When "INVALID INSTRUCT" appears while writing a program, programming is not achieved under designated conditions. Therefore, operate the keys by referring to the symbol key/identifier combination list or other reference documents.



During program writing, 8 lines of screen display can be scrolled up to 38 lines. When 38 lines are scrolled, load the program into the processor memory. During program reading, no limit exists for the number of lines that can be scrolled up.

- When ALARM is lit upon closing of the power source, eliminate the causes of abnormality by referring to the special relay areas or annunciator relay areas.
- When a program is written while the CPU is in operation, the processor operation is temporarily caused to pause (about 3 sec. max.). Or, in such a case, a programming error may occur. Therefore, unless under the status where erroneous control poses no problem, do not write nor change programs during operation. On Fuji's Type D05 Program Loader, a message for confirmation purpose is displayed when writing is attempted during operation. Loading into the memory is effected when the key is pressed again.
- Type D05, a program loader exclusively for ON-line (direct loading into PC memory) applications, is not provided with OFF-line (loading into loader memory) functions.
Type D05 cannot read or write block diagrams. When a block diagrams is detected, display of "BLK UNACCEPTABLE" appears together with its page No. and circuit No. Under this condition, scrolling, setting, writing, insertion, and deletion all are impossible. However, the circuits presently being displayed are continuously monitored.
- Type D05 employs the hexadecimal system for monitoring of data memories of single-accuracy-integer type(SI) and double-accuracy-integer type(DI), as well as setting of data memory.

9-3 Key layout and key function list



D05 key function

Key function	Designation	Description
Shift key	SHIFT	Functions indicated in the upper part of a function key are selected by pressing
Processing designation	RD (Read)	Programs and data are displayed.
	WR (Write)	Program diagrams are drawn on the screen.
	INS (Insert)	Program diagrams are inserted on the screen.
	DEL (Delete)	Program diagrams are deleted on the screen.
	LD (Load)	Program diagrams drawn or modified on the screen are loaded into program memories of P capsules.
	SET	Changes in set values for timer/counter and data memories or forced ON/OFF for I/O relays are carried out.
	START	P capsule is started.
	STOP	P capsule is stopped.
Aux (Auxiliary mode)	Auxiliary modes is selected. System definition, editing, memory erase, or memory transfer can be carried out.	
Instruction symbol	— —	NO contact. Each pressing results in as follows and the sequence is repeated. NO contact (— —) → Inverse (— —) → NO contact (— —)
	— <—	NC contact
	—•—	Horizontal line connection
	•	Vertical line connection
	?	Cross line
	()	Coil
	(T)	Timer
	(C)	Counter
	(S)	Set
	(R)	Reset
	(SCH)	Step sequence
	(F)	Application instruction

Key function	Designation	Description	
Identifier	PAGE	Page Nos. are designated on readout. Page instructions are prepared on programming.	
	DATA	Data memories are designated on readout.	
	Decimal	Decimal constant	
	Hexadecimal	Hexadecimal constant	
	W	Module is designated. After inputting this key, module No. is input.	
	B	Bit I/O's or word I/O's are designated.	
	M	Bit memories are designated.	
	T	Each pressing results in as follows and the sequence is repeated: T → TS → TR → T T : Timer up areas are designated. TS : Timer set value areas are designated. TR : Timer current value areas are designated.	
	C	Each pressing results in as follows and the sequence is repeated: C → CS → CR → C C : Counter up areas are designated. CS : Counter set value areas are designated. CR : Counter current value areas are designated.	
	K	Retentive relay areas are designated.	
	F	Flag relay areas are designated.	
	Hexadecimal key	A	Arrunciator relay areas are designated.
D		Differential relay areas are designated.	
S		Step sequences are designated.	
BD		BCD areas are designated.	
0 to 9, A to F		I/O Nos., data memory.Nos., page Nos., or circuit Nos are designated.	
+ / -		Each pressing results in as follows and the sequence is repeated: + → - → - → +	
.		Breakpoint for data.	
Cursor move		↑	Cursor is moved upward.
		↓	Cursor is moved downward.
		←	Cursor is moved to the left.
		→	Cursor is moved to the right.
Operation designation		CE	Contents input with a key are canceled.
	ENT (Enter)	Execution of instruction is carried out.	

NOTE : While pressing the [SHIFT] key, conduct writing/reading of operand of application instruction.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงบริษัทฟูจิ

9-4 Operating method list

Item	Operation		Page where detailed or related explanations are available	
Read	First page	RD → PAGE . ENT	108	
	Page	PAGE . (Page No.) ENT	108	
	Circuit	PAGE . (Page No.) PAGE . (Circuit No.) ENT		
	Address (Search from first page)	- (Identifier) (Address) ENT	119	
	Symbol + address (Search from first page)	- (Instruction symbol) (Identifier) (Address) ENT		
	Last circuit	E ENT		
	Address (Search in subsequent direction from cursor position)	Read completed → (Identifier) (Address) ENT ※1	※1 When "NOT FOUND" appears, start rsearching from first page by pressing ENT again.	119
	Symbol + address (Search in subsequent direction from cursor position)	- (Instruction symbol) (Identifier) (Address) ENT ※1		
	Scroll in previous-screen direction	- [At uppermost line] ↑		
	Scroll in subsequent-screen direction	- [At lowest line] ↓		
Drawing	Cursor move	Read completed → ↑ ↓ ← → (Cursor moved to symbol drawing position)		
	Writing	WR → ↑ ↓ ← → (Symbol) (Identifier) (Address) → (Cursor moved to drawing position)	108	
	Write stop	RD → RD Stop writing		
	Write continue	WR Continue writing		
	Symbol insert	↑ ↓ ← → INS (Symbol) (Identifier) (Address) (Cursor moved to insert position)	115	
	Line insert	↑ ↓ ← → INS PAGE . (Cursor moved to insert position)	116	
	Delete	↑ ↓ ← → DEL ↓ → CE ENT (Cursor moved to delete position) (Cursor move of delete range)	116	
	Circuit delete	↑ ↓ ← → DEL PAGE . ENT (Cursor moved to delete position)	116	
	Load	Drawing completed → START LD ENT ENT ※	※ When CPU is in operation, press ENT key twice.	108
Editing	Page delete	STOP/AUX ↓ ENT ENT (Page No.) ENT	122	
	Circuit delete	ENT (Page No.) PAGE . (Circuit No.) ENT	122	
	Page renumber	↓ ENT	123	
	All IO add. change (1 point)	↓ ↓ ENT B (Current IO add.) PAGE . B (New IO add.) ENT	123	
	All IO add. change (16 points)	↓ ↓ ENT W . B (Current IO add.) PAGE . W . B (New IO add.) ENT	123	
	Remaining memory space display	↓ ↓ ↓ ENT	124	

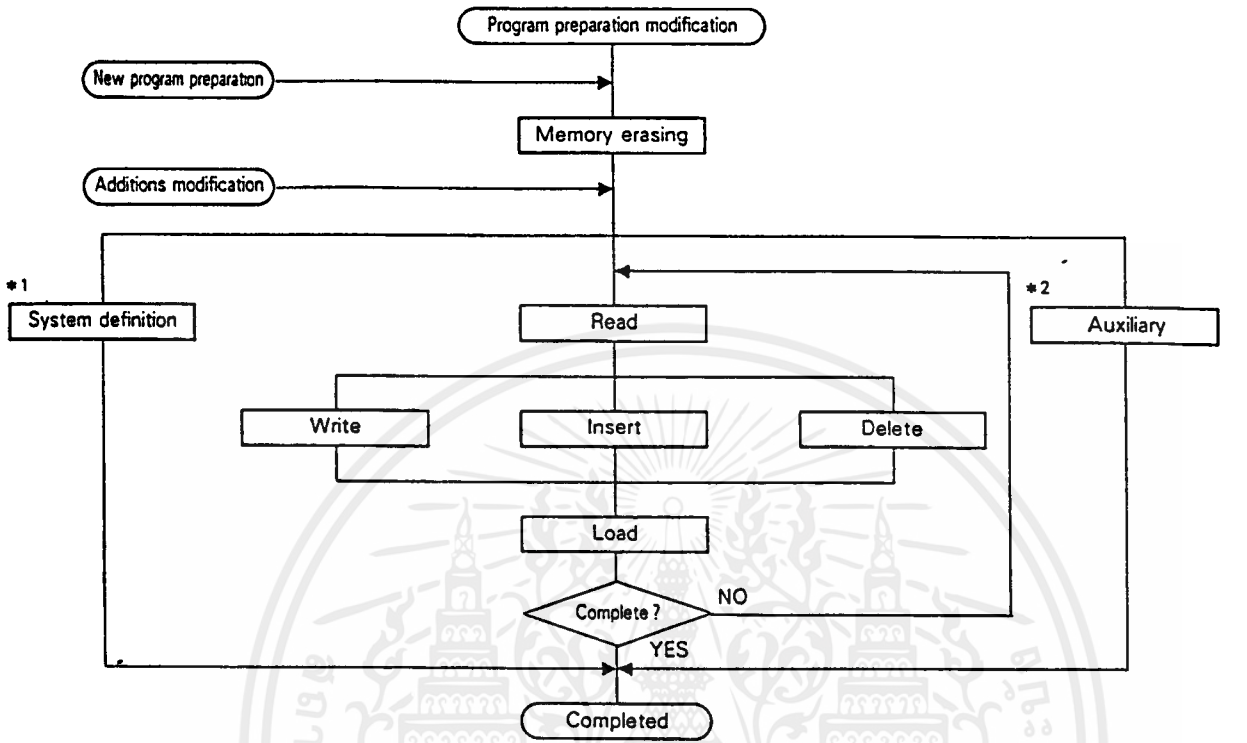
* □ appearing in the above table denotes pressing relevant keys while pressing  key.

9. Program Loader D05

Item		Operation		Page where detailed or related explanations are available	
Programming	System definition	Read	(Address)		
		Scroll			
		Modify	(Set value)	144 ~ 149	
		Load			
		System, T link, message module registration	(Various setting)		
Monitoring	Contact point/coil/timer/counter/word instruction	Identical with program reading method		118	
	Data memory	(Identifier) (Address)	Displayed on character display area.	118	
Test	Debug	Start		Starts by pressing twice.	117
		Stop		Stops by pressing twice.	117
	Internal data memory set value change	(Data)		117	
	Forced ON/OFF set	(Cursor moved to applicable position)		119	
	Forced ON/OFF reset			119	
	Forced ON/OFF release (1 point)			119	
	Forced ON/OFF all release			119	
	Forced ON/OFF status display			119	
	Executing speed check			122	
Memory erase	System definition area	*	※When CPU is in operation, Press key twice.	107	
	Programming area	*	※When CPU is in operation, press key twice.	107	
	Data area	*	※When CPU is in operation, press key twice.	107	
Program saving	CMT	Recording	(Block No.) (1 or 2)	Discontinued by pressing key	120
		Loading			121
		Verification		Discontinued by pressing key	121
Buzzer ON/OFF			ON/OFF repeated each time key is pressed.	124	

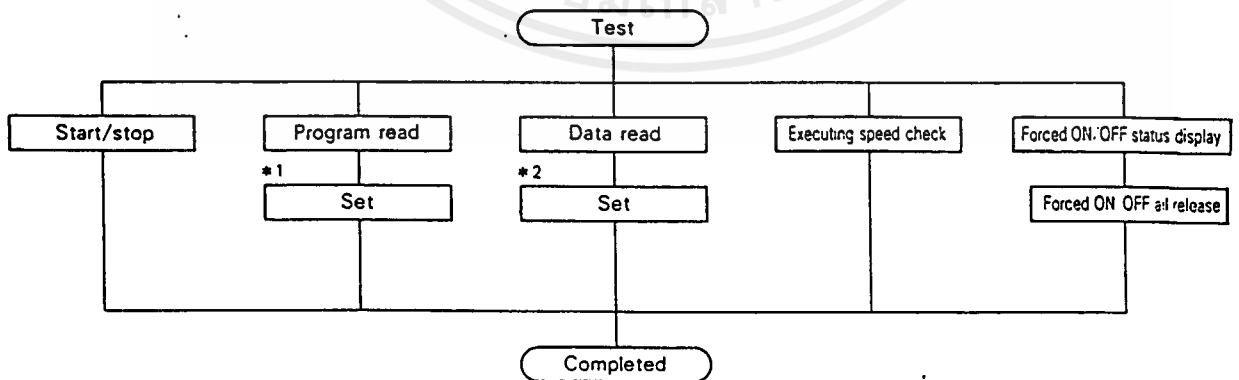
9-5 Programming

Operation flows for program preparation, modification, and tests are illustrated below.



*1) For the details of system definition, please refer to Chapter 2.

*2) All IO address change
 Page delete
 Circuit delete
 Page renumber
 Remaining memory space display



*1) Forced ON, OFF
 *2) Memory change

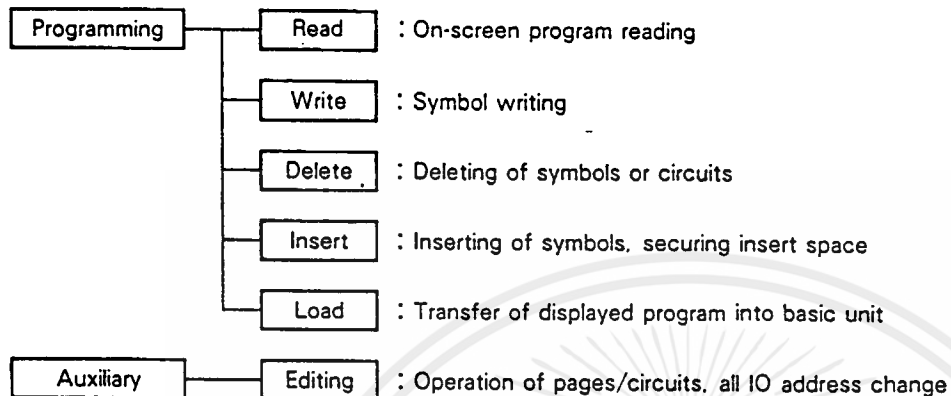
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Program Loader D05

9-5-1 Outline of programming

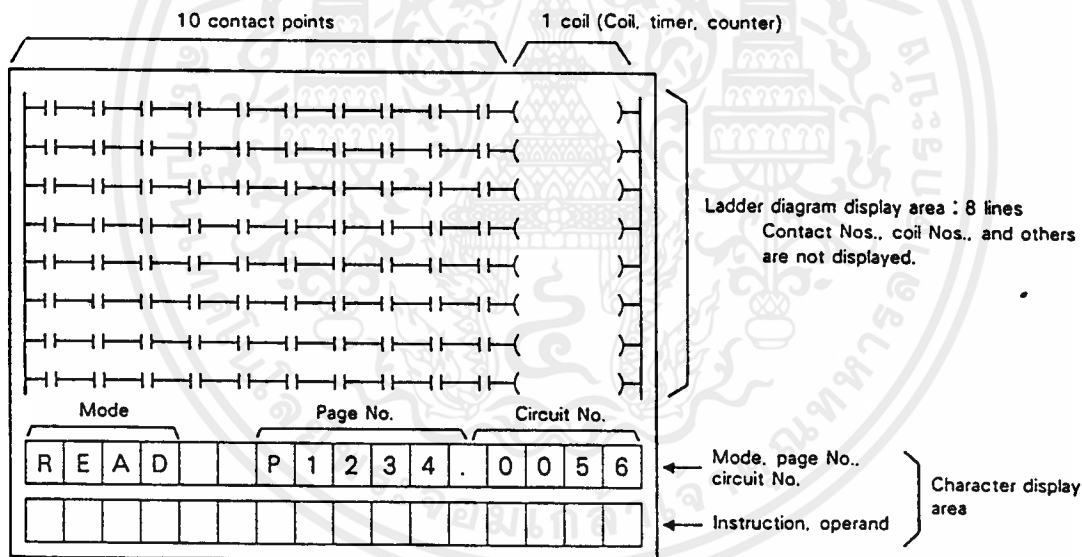
1) System

Programming with Type D05 Program Loader is achieved by ladder diagram programming. Programming system is as shown below.



2) Screen structure

As shown in the figure below, the screen is composed of the ladder diagram display area and the character display area.



Ladder diagram display area :

Circuit display of (10 contacts + 1 coil) × 8 lines

Contact Nos. and coil Nos. are not displayed.

Character display area :





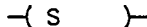










Display of 16 characters × 2 lines

Contact Nos., coil Nos., messages, and others are displayed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Symbols

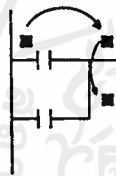
Symbols displayed by D05 are as follows.

Contact "NO" 	Coil 	Application instruction 
Contact "NC" 	Set 	Coil excite 
Inverse 	Reset 	Return origin 
Contact flow 	Timer 	
Previous condition 	Counter 	
Return end 	Step 	

4) Cursor

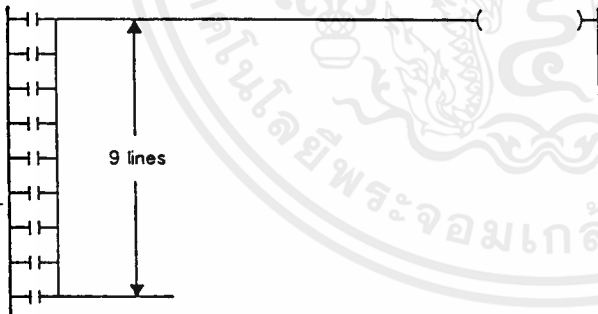
Cursor moves among symbols by pressing the cursor key.

(Example) Operation :  → 

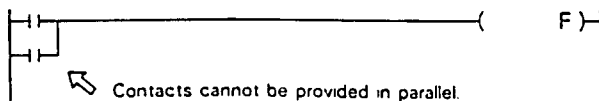
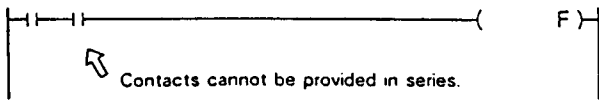


5) Circuits not possible to draw

a) Circuits whose parallel contacts exceed 8 lines

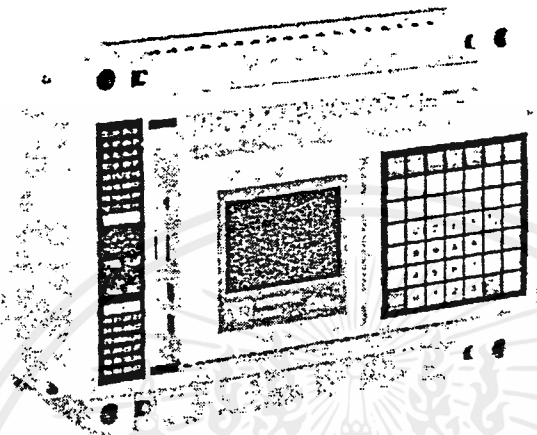


b) Circuits whose word instruction execution conditions exceed 2 contacts



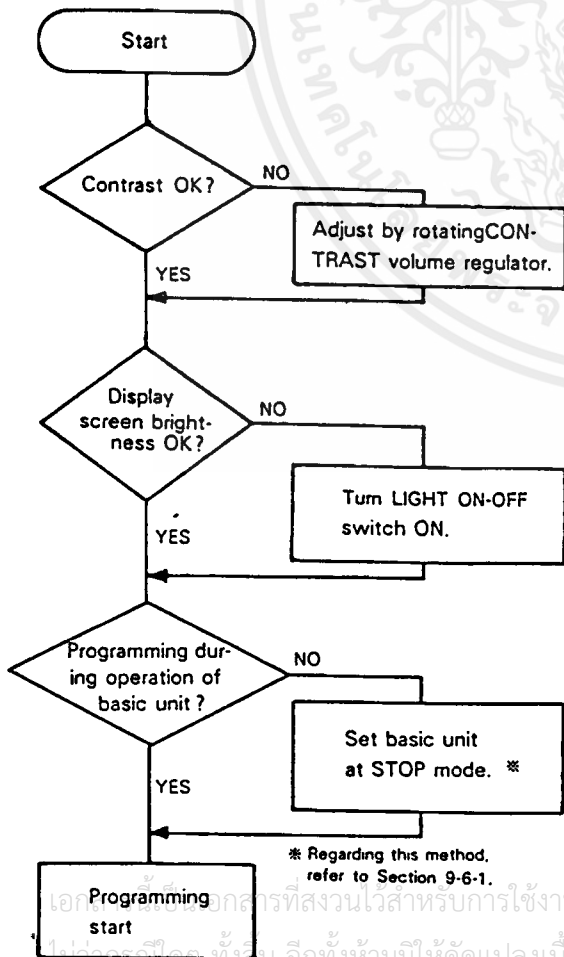
9-5-2 Program loader start-up

Before programming is initiated, the program loader is started. Mount the program loader onto the basic unit. (Refer to the photo below.)

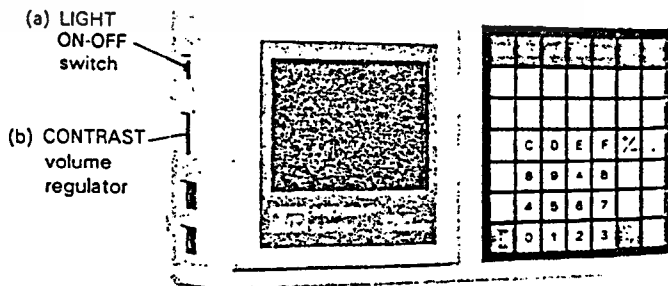


Programming preparation is conducted as follows.

- (1) Volume regulator (**CONT** +, -) for adjusting contrast of the display unit is provided on the loader side. Adjust this regulator and obtain contrast status optimum for the operator.
- (2) Lighting switch (**LIGHT** ON-OFF) to illuminate the display screen from its rear side is provided on the loader side. Turn ON this switch when programming at a relatively dark place (field work site or others).



* Regarding this method, refer to Section 9-6-1.



เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่มีการรับประกันใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9-5-4 Program reading/writing

When new programs are loaded into the user's memory in basic unit or existing programs are changed, addresses where writing is to be made must be read once.

Operation flow	Key operation	LCD display	Remarks
Selection of read mode	RD	READ	
Designation of page to be read	PAGE 1	READ P 1	

Operation flow	Key operation	LCD display	Remarks
Execution of reading	ENT	READ P0001.0001	

Writing

Explained below is the method of writing the following sequence circuit after programs are read once.



Operation flow	Key operation	LCD display	Remarks
Setting of program write mode	WR ↓	WRITE	

Operation flow	Key operation	LCD display	Remarks
Setting of input	F K 0 ← B	WRITE ← B 0	
Setting of output	→ ← K B 3 0		
Writing into memory	START LD ENT ENT *2	READ P0001 FNSH	

- ※ 1. Key operation is continued for the number of programs to be written. Writing through same key operation is possible up to "8 lines." When continuing over "9 lines," writing is made while effecting scroll-up by pressing the \uparrow key. This scroll-up is possible up to "38 lines." For operation beyond this "38 lines," storing once into processor memory must be made.
- ※ 2. When writing is completed, be sure to write this completion into memory. When CPU is in operation, press the ENT key twice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Program write operation list

Item	Name	Symbol	Setting page read + write mode	Symbol (program) write operation flow
Sequence	Contact "NO"		RD	
	Contact "NC"		PAGE	
	Coil		n	
	Set		PAGE	
	Reset		n	
	Rising edge differential		ENT	
	Falling edge differential		WR	
	Inverse			
Shift register				
Step sequence				
Timer	ON delay timer			
Counter	Counter			<p style="text-align: center;">* Decimal numerals</p>
	Up and down counter			<p style="text-align: center;">* (1-subtraction pulse and reset signal setting) -> (Connection)</p>

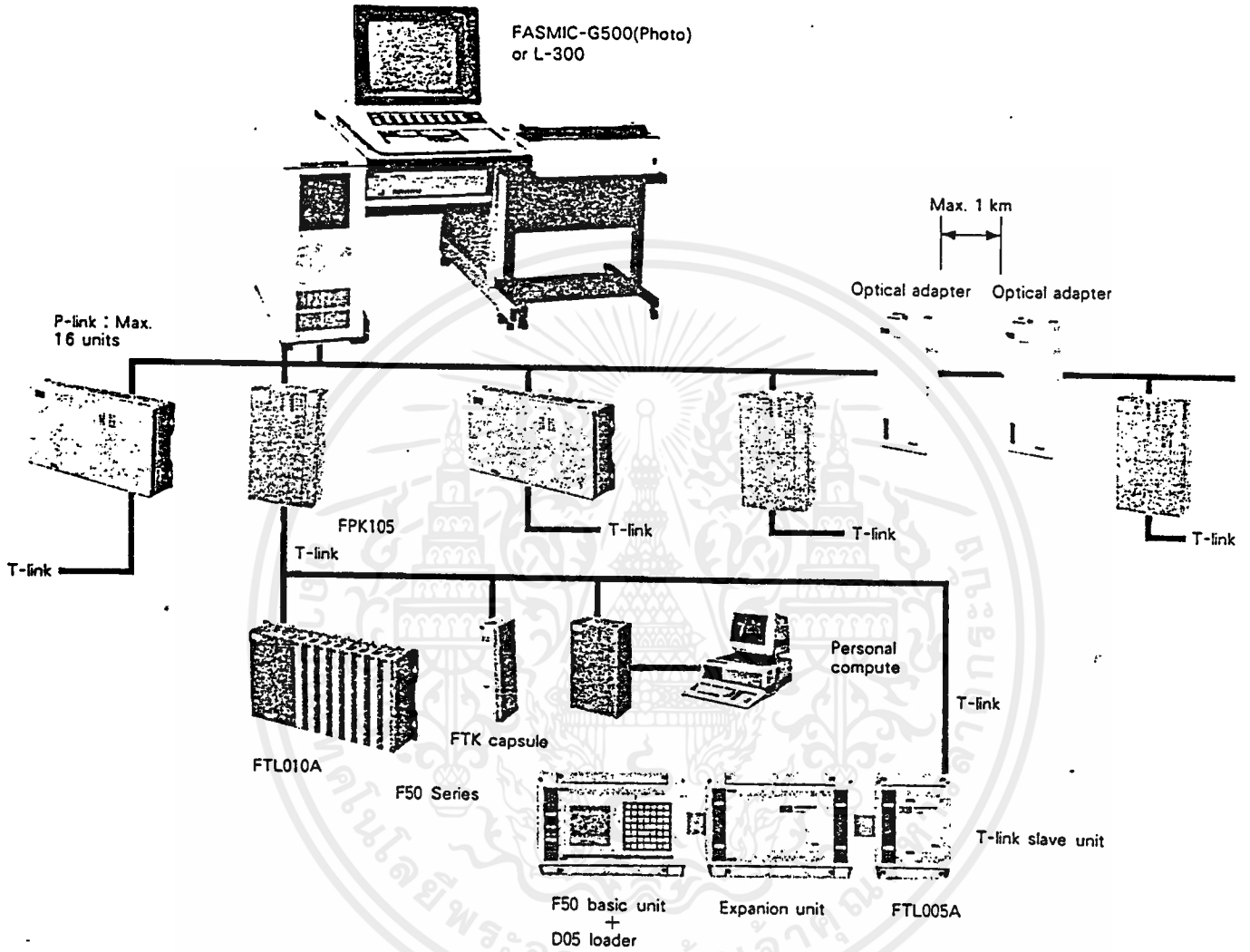
เอกสารนี้เป็นส่วนหนึ่งของทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ ใช้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปเผยแพร่หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นได้

Chapter 2 Introduction of T Link System

1. Outline of T link System

1-1 Example of using F50 as a slave unit

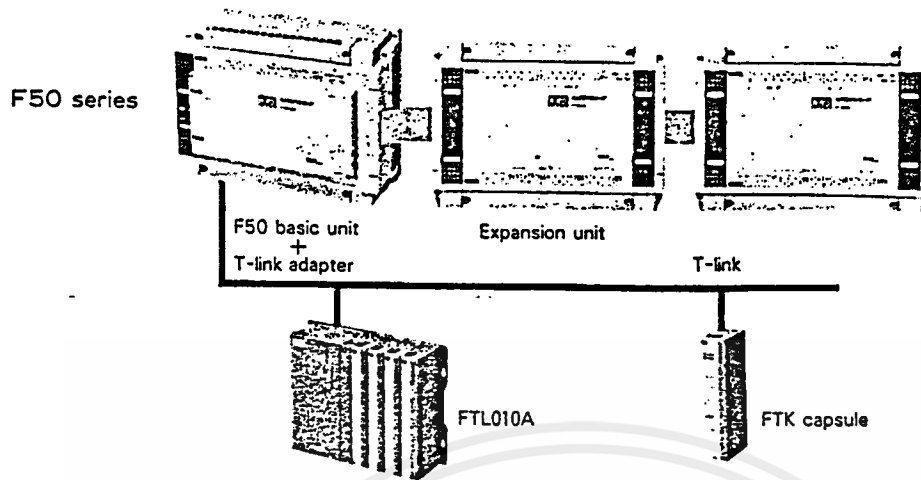
On F50 Series MICREX-F, the system as shown in the figure below can be structured by using T-link adapter or F50 as a slave unit. thus enabling wide-scoped system controls.



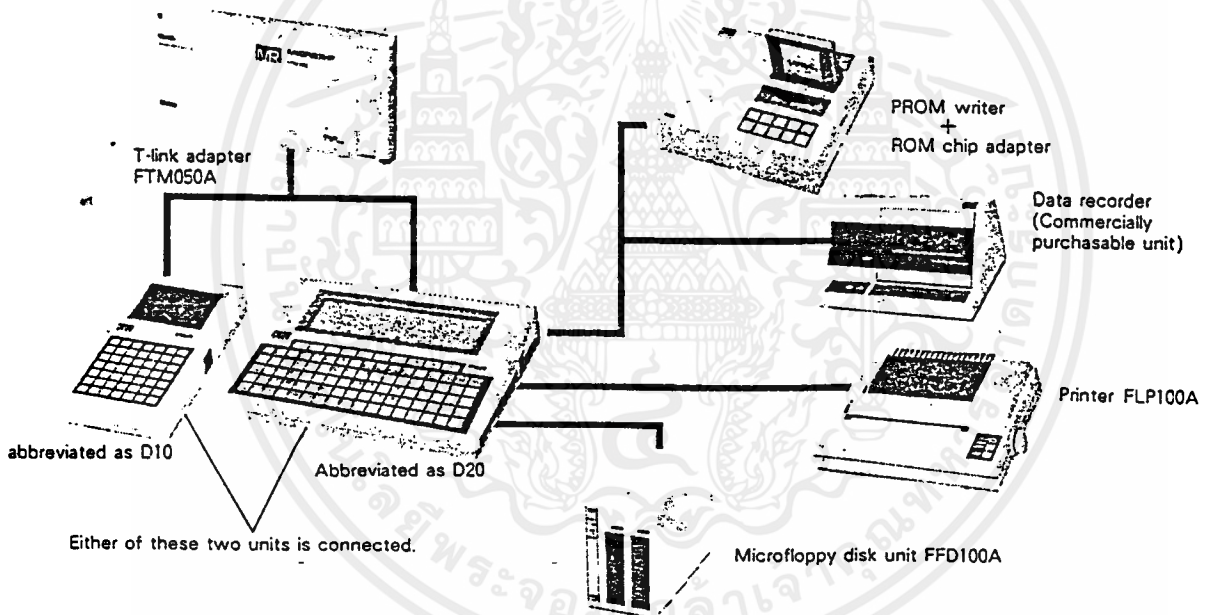
Method not using T-link slave unit	Method using T-link slave unit	Remarks
		<ul style="list-style-type: none"> • 2 units of FTK capsule can be omitted. • I/O connecting cables and wiring work can be omitted.

Namely, when viewed either from F100 series side or F50 series side, T-link slave unit is provided with I/O = 16/16.

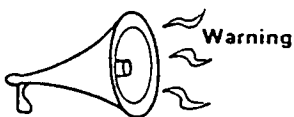
1-2 Example of using F50 as a master unit



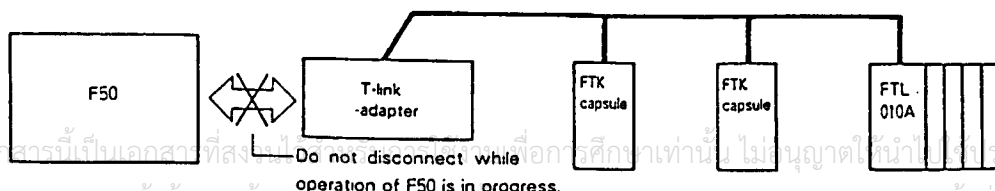
By using T-link adapter as shown in the figure above, it becomes possible to structure individual systems that incorporate more than 168 maximum I/O points. Theoretically, up to max. 1,600 points are possible with use of digital I/O; however, we suggest systems be planned by carefully considering user-program capacity of 2.3K steps.



By using this connector, D10, D20 or other peripheral devices can be connected, permitting the use as an adapter for D10 or D20 loader. In this case, the adapter can be connected or disconnected while operation of the PC is in progress.



During operation with the FTK capsule or other item connected to T link as shown in the figure below, disconnection of the T-link adapter will not only result in interrupting PC operation, but also will cause fear of destroying users' programs. Be sure to avoid such a handling method.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุเปลี่ยนแปลงสิ่งเหล่านี้และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. สว่าง ประกายรุ่งทอง, "4066B อิเล็กทรอนิกส์สวิตช์", เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, (หน้า 153-161, ฉบับที่ 59), มกราคม 2526.
2. ปิ่น ภู่วรรณ, "นับ/หาร ด้วย CMOS", เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, (หน้า 200-206, ฉบับที่ 69), พฤษภาคม 2528.
3. เกรียงไกร จันทรา, "สแต็ปปีงมอเตอร์", เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, (หน้า 201-206, ฉบับที่ 92), พฤษภาคม-มิถุนายน 2532.
4. ประทีป บัญญัติสินพรีตน์, "ทฤษฎีและการใช้งานวงจรดิจิทัล เล่ม 2", (หน้า 321-339), ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าลาดกระบัง
5. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), "DIGITAL ELECTRONIC FOR DIGITAL INSTRUMENTS", กันยายน 2532.
6. TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED, "THE TTL DATA BOOK"
7. PHILIPS DATA HANDBOOK "HE 400B LOGIC FAMILY CMOS" 1986.
