การปรับปรุงสายการผลิตอัตโนมัติเพื่อการประกอบบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก

IMPROVED AUTOMATION PRODUCTION LINE FOR ASSEMBLE A PACKAGE OF EXTERNAL HARDDISK

สตรี พุ่มโพธิ์

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

การปรับปรุงสายการผลิตอัตโนมัติเพื่อการประกอบบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก

IMPROVED AUTOMATION PRODUCTION LINE FOR ASSEMBLE A PACKAGE OF EXTERNAL HARDDISK

เลขหมู่ 147136
เลขทะเบียน
วัน.เดือน.ปี - 3 ก.ค. 2560

b 12849753
i

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPROVED AUTOMATION PRODUCTION LINE FOR ASSEMBLE

A PACKAGE OF EXTERNAL HARDDISK

AN INTERNSHIP REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การปรับปรุงสายการผลิตอัตโนมัติเพื่อการประกอบบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก Improved automation production line for assemble a package of external harddisk
ชื่อนักศึกษา	นางสาวสตรี พุ่มโพธิ์
รหัสประจำตัว	55120035
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. อนรรฆพล แสนทน

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร. อนรรฆพล แสนทน	
ดร. ฉัตรพล ภคศิริ	
นายมนัส สังข์เปีย	มานัส สังข์เปีย
นายภาษิต ธาตุสุวรรณ	ภาษิต ธาตุสุวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การปรับปรุงสายการผลิตอัตโนมัติเพื่อการประกอบบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก
ชื่อนักศึกษา	สตรี พุ่มโพธิ์
รหัสประจำตัว	55120035
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. อนรรฆพล แสนทน
ผู้นิเทศงาน	นายมนัส สังข์เปีย
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

โครงการปรับปรุงสายการผลิตอัตโนมัติเพื่อการประกอบบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาระบบอัตโนมัติสำหรับสายการผลิตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในการประกอบอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก ของบริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) โดยพัฒนาเครื่องใส่แผ่นใช้คู่มือการใช้อัตโนมัติ (Auto insert user manual) และพัฒนาระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค้ดเพื่อตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องของบาร์โค้ดกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น (Auto scan barcord and comfirm carton number) โดยการนำ PLC มาควบคุมการทำงานของระบบอัตโนมัติร่วมกับโปรแกรม C# ซึ่งสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และมีความถูกต้องแม่นยำ และนอกจากนี้ยังสามารถลดความผิดพลาดในการประกอบบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอกได้อีกด้วย

คำสำคัญ : ระบบการอัตโนมัติ, อิเล็กทรอนิกส์, การตรวจสอบ, อุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Improved automation production line for assemble a package of external harddisk
Students	Satree Phumpho
Students ID	55120035
Degree	Bachelor of Engineering
Major Program	Manufacturing Systems Engineering
Academic Year	2015
Advisor	Dr. Anakkapon Saenthon
Mentor	Mr. Manus Sungpia
Company	Cal - Comp Electronics (Thailand) Co., Ltd. (Thailand).

ABSTRACT

Improvement on automation production lines to assembly packaging of external harddisk. The goal is to develop an automated system for the production of electronic industry to assemble the external harddisk of Cal-Comp Electronics (Thailand) Co., Ltd. (Thailand). Therefore, developing Insert the user manual automatically. (Auto insert user manual) and automatic inspection by scanning the bar code to check the database and verify the accuracy of bar code carton box for packing 4 pieces (Auto scan barcode and confirm carton. number). Use the PLC to control the system with a C # application which can work efficiently and with accuracy. And also can reduce errors in assembly packaging external harddisk too.

Keywords : Automation, Electronics, Checking, External harddisk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำคู่มือการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สามารสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากได้ รับความช่วยเหลือและสนับสนุนจากบุคคลหลายท่าน ดังนี้

1. คุณคงสิทธิ์ โจวกิจเจริญ (Managing Director) บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่เห็นความสำคัญของระบบศึกษาแบบสหกิจศึกษา และได้ให้โอกาสที่มีค่าอย่างยิ่งแก่ข้าพเจ้า

2. คุณมนัส สังข์เปีย (Electeonic engineering) ซึ่งเป็น Co-op Supervisor

3. คุณภาษิต ธาตุสุวรรณ (Electeonic engineering) ซึ่งเป็นพนักงานที่ปรึกษา

4. คุณนัยวัฒน์ เรือนก้อน (Electeonic engineering)

5. คุณจักรพงษ์ เจียรภัทรานนท์ (Programmer)

และบุคลากรท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือในการทำโครงการสหกิจศึกษานี้

ขอขอบคุณ ดร. อนรรฆพล แสนทน กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งเป็นผู้เสียสละเวลาในการแนะแนวทางพัฒนา ชี้ให้เห็นถึงปัญหาและคอยตรวจสอบความเรียบร้อยของงานมาตลอด อีกทั้ง ซึ่งเป็นผู้ให้คำแนะนำและชี้จุดบกพร่องที่ควรแก้ไข ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งในความกรุณาของท่านไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ ครอบครัว เพื่อนพี่น้องผู้ใกล้ชิด ที่คอยเตือนและให้กำลังใจข้าพเจ้าอยู่เสมอ พร้อมทั้งให้คำแนะนำและความอบอุ่นแก่ข้าพเจ้าเรื่อยมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ในวิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูงซึ่งได้ให้ความรู้ทางวิชาการ จนกระทั่งข้าพเจ้า มีความสามารถที่จะดำเนินปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงได้เช่นนี้ขอบพระคุณทุกท่านจากใจจริง

สตรี พุ่มโพธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย II

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ IV

สารบัญ V

สารบัญตาราง XI

สารบัญภาพ XIII

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ที่มา ปัญหา และความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานโครงการ 2

1.3 รายละเอียดเกี่ยวกับ บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ จำกัด 2

1.3.1 ประวัติของบริษัท 2

1.3.2 วิสัยทัศน์ 3

1.3.3 ลักษณะการประกอบการ 3

1.3.4 เป้าหมายของบริษัท 3

1.3.5 นโยบายคุณภาพ 3

1.3.6 นโยบายสิ่งแวดล้อม 4

1.3.7 นโยบายความรับผิดชอบต่อสังคม 4

1.3.8 สโลแกน 4

1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย 4

1.5 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา 5

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน 5

1.7 ขอบเขตของปัญหา 5

1.8 นิยามศัพท์ 5

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานที่เกี่ยวข้อง **6**

2.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติ 6

2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ 6

2.2.1 วงจรการควบคุมแบบรีเลย์ 7

2.1.2.1 รีเลย์ (Relay) 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.2 ทรานซิสเตอร์ (Transistor) 9
2.2.2.1 การทำงานของทรานซิสเตอร์ 11
2.2.3 สวิตช์ (Switch) 12
2.2.3.1 ประเภทของสวิตช์ 13
2.2.4 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) 15
2.2.4.1 หลักการทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 15
2.2.4.2 องค์ประกอบของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 16
2.2.5 มอเตอร์ (Motor) 21
2.2.5.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของมอเตอร์ 21
2.2.5.2 ชนิดของมอเตอร์ 21
2.2.5.3 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 22
2.2.5.4 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 25
2.2.6 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) 27
2.2.6.1 ระบบเปิดปิดโดยตรง (direct acting) 27
2.2.6.2 ระบบเปิดปิดทางอ้อม (pilot control) 27
2.2.6.3 ระบบลูกผสม (Combined Operation) 28
2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC (Programmable Logic Controller) 29
2.3.1 ลักษณะการทำงานของ PLC 29
2.3.2 โครงสร้างของ PLC 29
2.3.2.1 RAM (Random Access Memory) 30
2.3.2.2 EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) 30
2.3.2.3 EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) 30
2.3.3 ส่วนประกอบของ PLC 31
2.3.3.1 ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU) 31
2.3.3.2 ส่วนที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต (Input Output : I/O) 32
2.3.3.3 ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device) 33
2.3.4 คอมพิวเตอร์กับ PLC 33
2.3.5 ความสามารถของ PLC 34
2.3.5.1 งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control) 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.5.2 งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control) 34
2.3.5.3 การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control) 34
2.3.6 ขนาดของ PLC 35
2.3.7 การติดตั้ง PLC 35
2.3.7.1 ข้อควรพิจารณาก่อนติดตั้ง PLC 35
2.3.7.2 สภาพแวดล้อมหรือสถานที่ที่ไม่ควรติดตั้ง PLC 35
2.3.8 ตู้ควบคุมสำหรับ PLC 35
2.3.9 วงจรตรรก (Logic) 36
2.3.10 ภาษาที่ใช้สำหรับ PLC 36
2.3.10.1 ภาษาแลดเดอร์ (Ladder Language) 36
2.3.10.2 ภาษาบูลลีน (Boolean) 36
2.3.10.3 ภาษาสเตจ (Stage) 37
2.3.11 ภาษาที่ใช้กับหน่วยลอจิกอินพุต/เอาต์พุต 38
2.3.11.1 วงจรรีเลย์และปฏิบัติลอจิก 38
2.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเซนเซอร์ 41
2.4.1 โฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์ (Photoelectric Sensors) 41
2.4.2 ไฟเบอร์ออฟติกเซ็นเซอร์ (Fiber Optic Sensors) 43
2.4.3 เซนเซอร์วัดความดัน (Pressure Sensor) 45
2.5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิวเมติกส์ 46
2.5.1 อุปกรณ์ของระบบนิวเมติกส์ 47
2.5.1.1 เครื่องอัดลม (Air comporessor) 47
2.5.1.2 ถังพักลมอัด (Receiver) 47
2.5.1.3 เครื่องระบายความร้อนลมอัด (After Cooler) 47
2.5.1.4 เครื่องกรองลมหลัก (Main Air Filter) 47
2.5.1.5 เครื่องกำจัดความชื้น (Air Dryer) 48
2.5.1.6 ชุดปรับสภาพของลมอัด (Service Unit) 48
2.5.1.7 วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve) 48
2.5.1.8 วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Flow Control Valve) 48
2.5.1.9 กระบอกสูบ (Cylinder) 48
2.5.2 วิธีการควบคุมระบบนิวเมติกส์ 49
2.5.2.1 การควบคุมด้วยลมอัด (Pneumatic) 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.2.2 การควบคุมนิวเมติกส์ด้วยไฟฟ้า 49
2.5.2.3 การควบคุมนิวเมติกส์ด้วย PLC 49
2.6 พอร์ตอนุกรม RS232 (Serial Port RS232) 49
2.6.1 การทำงานของขาสัญญาณ DB9 51
2.6.2 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-232 51
2.6.2.1 ประเภทของการสื่อสารแบบอนุกรม 51
2.6.2.2 จังหวะการเวลาการสื่อสารข้อมูลอนุกรม 52
2.6 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการรับ-ส่งค่าผ่าน Serial Port ระหว่าง PLC กับ C# 53
2.6.1 รหัสมาตรฐานASCI 54

บทที่ 3 การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน **56**
3.1 เครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 (Auto insert user manual Version.1) 57
3.1.1 ลักษณะการทำงานของเครื่อง 57
3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ 64
3.1.3 การเขียนโปรแกรม PLC (Ladder Diagram) 65
3.1.3.1 การกำหนดอินพุต (Input) 65
3.1.3.2 การกำหนดเอ้าท์พุต (Output) 66
3.2 เครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 (Auto insert user manual Version.2) 66
3.2.1 ลักษณะการทำงานของเครื่อง 73
3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ 75
3.2.3 การเขียนโปรแกรม PLC (Ladder Diagram) 76
3.2.3.1 การกำหนดอินพุต (Input) 76
3.2.3.2 การกำหนดเอ้าท์พุต (Output) 77
3.3 ระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องของบาร์โค๊ดกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น (Auto scan barcord and confirm carton number) 78
3.3.1 ลักษณะการทำงานของเครื่อง 78
3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ 83
3.3.3 การเขียนโปรแกรม PLC (Ladder Diagram) 84
3.3.3.1 การกำหนดอินพุต (Input) 84
3.3.3.2 การกำหนดเอ้าท์พุต (Output) 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 การการเดินสายไฟฟ้าในกล่องคอนโทรล 86

3.5 การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร (Set Up) 86

3.5.1 การต่อมอเตอร์เข้ากับ Relay 86

3.5.2 การติดตั้งลีดสวิตซ์(Reed switch) เข้ากับกระบอกสูบคอมแพ็ค (Compact) .. 87

3.5.3 การต่อ Samema 87

3.5.4 การต่อ N-UB เพื่อสั่งกล้องสแกน 88

3.5.5 การตั้งค่ากล้องในการอ่านบาร์โค๊ด 88

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน **90**

4.1 เครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 (Auto insert user manual Version.1) 90

4.1.1 ผลการดำเนินงาน 90

4.1.2 ผลการส่งค่า-รับค่ากับโปรแกรม C# 94

4.2 เครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 (Auto insert user manual Version.2) 95

4.1.1 ผลการดำเนินงาน 95

4.1.2 ผลการส่งค่า-รับค่ากับโปรแกรม C# 100

4.3 ระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องของบาร์โค๊ดกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น (Auto scan barcord and confirm carton number) 100

4.3.1 ผลการดำเนินงาน 100

4.3.2 ผลการส่งค่า-รับค่ากับโปรแกรม C# 106

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักร (OEE–Overall Equipment Effectiveness) 111

4.4.1 ประสิทธิภาพของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 112

4.4.2 ประสิทธิภาพของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 112

4.4.3 ประสิทธิภาพระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องของบาร์โค๊ดกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น 113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน **114**
5.1 สรุปผลการทดสอบ 114
5.2 สรุปข้อดีและข้อที่ควรปรับปรุงของเครื่อง 116
5.2.1 เครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 116
5.2.2 เครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 116
5.2.3 ประสิทธิภาพระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องของบาร์โค๊ดกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น 117
5.3 ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรและระยะเวลาในการคืนทุน 117
5.3.1 ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องจักรอัตโนมัติ 118
5.4 ข้อเสนอแนะ 119
5.5 ปัญหาและอุปสรรค 119
5.6 การแก้ไขปัญหา 119

เอกสารอ้างอิง **120**
ภาคผนวก **122**
PLC Ladder of Auto insert user manual version.1 123
PLC Ladder of Auto insert user manual version.2 127
PLC Ladder of Auto scan barcode and confirm carton number 139

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงค่าความต้านทานของ R1 และ R2 ต่อค่าแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการ 9
2.2 สัญลักษณ์ของลอจิกและสมการบูลลีน 37
2.3 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง LOAD 38
2.4 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง AND 38
2.5 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง OR 39
2.6 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง NOT 39
2.7 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง OUT 40
2.8 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง END 40
2.9 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง AND LOAD 40
2.10 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง OR LOAD 41
2.11 ตารางคุณสมบัติของขาสัญญาณ 50
2.12 แสดงค่าของ A ในรูปแบบรหัส ASCII Code 54
2.13 แสดงตารางการแปลง ASCII Code เลขฐานสิบ เลขฐานสิบหก 55
3.1 แสดงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ใน Auto insert user manual Version.1 64
3.2 แสดงการกำหนดอินพุตของ Auto insert user manual Version.1 65
3.3 แสดงการกำหนดเอ้าท์พุต Auto insert user manual Version.1 66
3.4 แสดงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ใน Auto insert user manual Version.2 75
3.5 แสดงการกำหนดอินพุตของ Auto insert user manual Version.2 76
3.6 แสดงการกำหนดเอ้าท์พุตของ Auto insert user manual Version.2 77
3.7 แสดงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ใน Auto scan barcord and confirm carton number 83
3.8 แสดงการกำหนดอินพุตของ Auto scan barcord and confirm carton number 84
3.9 แสดงการกำหนดเอ้าท์พุตของ Auto scan barcord and confirm carton number 85
4.1 แสดงผลเอ้าท์พุตของการทำงานระหว่างพนักงานกับระบบอันโนมัตินี้ 100
5.1 แสดงผลของการพัฒนาระบบอัตโนมัติใช้งานในสายการผลิต 115
5.2 แสดงข้อดี-ข้อควรปรับปรุงของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 116
5.3 แสดงข้อดี-ข้อควรปรับปรุงของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 116
5.4 แสดงข้อดี-ข้อควรปรับปรุงของระบบอัตโนมัติเพื่อการตรวจสอบโดยการสแกน
บาร์โค๊ดเพื่อตรวจกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษ
ที่บรรจุผลิตภัณฑ์ External harddisk 4 ชิ้น 117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.5 แสดงราคาค่าใช้จ่าย 117
5.5 แสดงระยะเวลาในการคืนทุน 118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงลักษณะภายนอกของรีเลย์ 7
2.2 แสดงสภาวะปกติของรีเลย์ ขา C จะต่อกับ NC 8
2.3 แสดงสภาวะจ่ายไฟฟ้าของรีเลย์ ขา C จะต่อกับ NO 8
2.4 วงจรขับรีเลย์ (DC Relay Driver) 8
2.5 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ในรูป ก. และ PNP ในรูป ข. ส่วน ค. และ ง. แสดงการเปรียบเสมือน ไดโอด 2 ตัวชนกัน 10
2.6 สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ทั้ง 2 ชนิด ก. PNP และ ข. NPN 10
2.7 แสดงลักษณะของทรานซิสเตอร์รูปแบบต่างๆ 10
2.8 แสดงการทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิ NPN 11
2.9 แสดงการทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP 11
2.10 แสดงการเกิดกระแสเมื่อมีการป้องกันแรงดันที่ ขาต่าง ๆ 12
2.11 แสดงสัญลักษณ์ของสวิตช์ 12
2.12 แสดงลักษณะภายนอกของสวิตช์เลื่อน 13
2.13 แสดงลักษณะภายนอกของสวิตช์กระดก 13
2.14 แสดงลักษณะภายนอกของสวิตช์กด 14
2.15 แสดงลักษณะภายนอกของสวิตช์คันโยก 14
2.16 แสดงองค์ประกอบพื้นฐานของสวิตช์ซิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 15
2.17 แสดงวงจรพื้นฐานสำหรับการควบคุมในโหมดควบคุมจากแรงดัน 17
2.18 แสดงลักษณะความกว้างของพัลส์จาก PWM 17
2.19 แสดงวงจรพื้นฐานสำหรับการควบคุมในโหมดควบคุมจากกระแส 18
2.20 แสดงวงจรควบคุมเมื่อตัดตัวขยายความแตกต่างออก 19
2.21 แสดงลักษณะการทำงานที่จุดต่างๆของวงจร 20
2.22 แสดงการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 22
2.23 แสดงส่วนประกอบหลักของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 23
2.24 แสดงลักษณะวงแหวนคอมมิวเตเตอร์ และแปรงถ่าน 24
2.25 แสดงลักษณะภายนอกของมอเตอร์กระแสสลับ 24
2.26 แสดงลักษณะของโซลินอยด์ชนิดระบบเปิดปิดโดยตรง 27
2.27 แสดงลักษณะของโซลินอยด์ชนิดระบบเปิดปิดทางอ้อม 28
2.28 โครงสร้างของ PLC 30
2.29 ส่วนประกอบของ PLC 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.30 แสดงลักษณะของโฟโต้อิเล็กทริค 42
2.31 แสดงการวัดระยะทางโดยเซนเซอร์โฟโต้อิเล็กทริค 42
2.32 แสดงการวัดระดับและการรั่วโดยเซนเซอร์โฟโต้อิเล็กทริค 43
2.33 แสดงลักษณะของ Amplifier 43
2.34 แสดงลักษณะของสายไฟเบอร์ 44
2.35 แสดงลักษณะการติดตั้งไฟเบอร์ออฟติกในการใช้งาน 44
2.36 แสดงลักษณะของเซนเซอร์ความดัน 45
2.37 แสดงลักษณะการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ความดัน 46
2.38 แสดงลักษณะของถังพักลมอัด 47
2.39 แสดงลักษณะพอร์ตอนุกรมของ PC DB9 ตัวผู้ (Male) 49
2.40 แสดงลักษณะพอร์ตอนุกรมของ PC DB9 ตัวเมีย (Female) 50
2.41 แสดงคุณสมบัติของขาสัญญาณ 50
2.42 แสดงลักษณะการสื่อสารแบบซิงโครนัส 51
2.43 แสดงลักษณะการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส 52
2.44 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรมด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที 52
2.45 แสดงลักษณะของ RS232 to USB Converter 53
2.46 แสดงลักษณะเมื่อติดตั้ง RS-232 Converters 53
3.1 สัญลักษณ์โปรแกรม KV Studio version 7.0 56
3.2 แสดง Flow chart ลักษณะการทำงานของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 57
3.3 แสดงลักษณะการเติมแผ่นคู่มือการใช้ลงในกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้ 58
3.4 แสดงลักษณะภาพรวมโครงสร้างการทำงานของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 59
3.5 แสดงลักษณะการป้อนแผ่นออกจากช่องเพื่อนำไปสแกนบาร์โค๊ด 60
3.6 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ดของแผ่นคู่มือการใช้ 61
3.7 แสดงลักษณะกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 2 ทำงานยืดออกดันแผ่นคู่มือการใช้เข้ากล่อง 62
3.8 แสดงลักษณะเมื่อใส่แผ่นคู่มือเข้ากล่องแล้ว กล่องจะไหลไปตามสายพานลำเลียง 63
3.9 แสดง Flow chart ลักษณะการทำงานของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 67
3.10 แสดงลักษณะการเติมแผ่นคู่มือการใช้ลงในกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้ 68
3.11 แสดงลักษณะการทำงานของกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้ 69
3.12 แสดงลักษณะภาพรวมโครงสร้างการทำงานของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 70
3.13 แสดงลักษณะการนำแผ่นไปสแกนบาร์โค๊ดของแผ่นคู่มือการใช้ 71
3.14 แสดงลักษณะเมื่อแกนลมดูดลงมาดูดแผ่นคู่มือการใช้ 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.15 แสดงลักษณะเมื่อลมดูดแผ่นขึ้นแล้ว กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 4 จะเคลื่อนที่นำแผ่นไปวางในจุดที่สแกนบาร์โค๊ด 72

3.16 แสดงลักษณะกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 6 ทำงานยืดออกทำการดันแผ่นคู่มือการใช้เข้ากล่อง 73

3.17 แสดงลักษณะเมื่อใส่แผ่นคู่มือเข้ากล่องแล้ว กล่องจะไหลไปตามสายพานลำเลียง 74

3.18 แสดง Flow chart ลักษณะการทำงานของระบบ 78

3.19 แสดงลักษณะภาพรวมโครงสร้างการทำงานของเครื่องบรรจุ External harddisk อัตโนมัติ 79

3.20 แสดงลักษณะเมื่อสแกนบาร์โค๊ดผ่าน ลมดูดจะทำงานลงมาดูดของเพื่อนำไปวางใน Lift Box 80

3.21 แสดงลักษณะการนำของไปวางใน Lift Box 80

3.22 แสดงลักษณะเมื่อมีของ 2 ชิ้นใน Lift Box 81

3.23 แสดงลักษณะเมื่อมีของ 4 ชิ้นใน Lift Box 81

3.24 แสดงลักษณะเมื่อดันของเข้ากล่อง Carton แล้ว แกนที่เคลื่อนที่ออกไปจะเคลื่อนที่กลับมาอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น 82

3.25 แสดงลักษณะของกล่องคอนโทรลที่ทำการเดินสายไฟฟ้า 86

3.26 แสดงลักษณะการติดตั้งลิดสวิตท์บนกระบอกสูบคอมแพ็ค 87

3.27 แสดงลักษณะการติดตั้ง N-UB 88

3.28 สัญลักษณ์โปแกรม Auto ID Navigator 88

3.29 แสดงลักษณะของกล้องสแกนบาร์โค๊ดยี่ห้อ KEYENCE รุ่น SR-600 89

3.30 แสดงลักษณะการปรับตั้งกล้องในการอ่านบาร์โค๊ด 89

4.1 แสดงลักษณะของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 ทางด้านข้าง 90

4.2 แสดงลักษณะของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 ทางด้านหน้า 91

4.3 แสดงลักษณะของกล่องโหลดคู่มือการใช้ 91

4.4 แสดงลักษณะแผ่นคู่มือการใช้ถูกป้อนออกจากช่องของกล่องโหลดแผ่นมาตามสายพาน 92

4.5 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ด 92

4.6 แสดงลักษณะบาร์โค๊ดที่สแกน 93

4.7 แสดงลักษณะการไหลของกล่องมาตามสายพานลำเลียง 93

4.8 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ดผ่าน 94

4.9 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ดไม่ผ่าน 94

4.10 แสดงลักษณะการป้อนแผ่นออกมาไม่ดี 95

4.11 แสดงลักษณะของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 ทางด้านหน้า 96

4.12 แสดงลักษณะของเครื่องเมื่อทำการติดตั้งในสายการผลิต 96

4.13 แสดงลักษณะของกล่องโหลดคู่มือการใช้ 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.14 แสดงลักษณะการนำแผ่นจากกล่องโหลดแผ่นไปสแกนบาร์โค๊ด 97
4.15 แสดงลักษณะการไหลของกล่องมาตามสายพานลำเลียง 98
4.16 แสดงลักษณะการของกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์เมื่อใส่แผ่นคู่มือการใช้แล้ว 98
4.17 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ดผ่าน 99
4.18 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ดไม่ผ่าน 99
4.19 แสดงลักษณะของเครื่องทางด้านหน้า 101
4.20 แสดงลักษณะของเครื่องทางด้านข้าง 102
4.21 แสดงลักษณะการไหลของกล่องบรรจุ External harddisk มาตามสายพานลำเลียง 102
4.22 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ดของกล่องบรรจุ External harddisk 103
4.23 แสดงลักษณะบาร์โค๊ด UPC ของกล่อง External harddisk 103
4.24 แสดงลักษณะเมื่อสแกนบาร์โค๊ดผ่าน กล่องจะถูกดูดไปวางใน Lift Box 104
4.25 แสดงลักษณะเมื่อมีของครบ 4 กล่องใน Lift Box พร้อมที่จะดันเข้ากล่องกระดาษ Carton 104
4.26 แสดงลักษณะเมื่อทำการดันของ 4 กล่องเข้ากล่องกระดาษ Cartonharddisk 105
4.27 แสดงลักษณะของเครื่องพิมพ์เมื่อมีของครบ 4 กล่อง เมื่อพิมพ์แล้วจะสแกนบาร์โค๊ดกล่อง Carton 105
4.28 แสดงลักษณะบาร์โค๊ดของกล่อง Carton ที่สแกน 106
4.29 แสดงลักษณะเมื่อการสแกนบาร์โค๊ด UPC ของกล่อง External harddisk ผ่าน 107
4.30 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อกันของโปรแกรม C# กับ ระบบฐานข้อมูลของการสแกนบาร์โค๊ด UPC กล่อง External harddisk 107
4.31 แสดงลักษณะเมื่อการสแกนบาร์โค๊ด UPC ของกล่อง External harddisk ไม่ผ่าน 108
4.32 แสดงลักษณะเมื่อการสแกนบาร์โค๊ดของกล่อง Carton ผ่าน 109
4.33 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อกันของโปรแกรม C# กับ ระบบฐานข้อมูลของการสแกนบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษ Carton 109
4.34 แสดงลักษณะเมื่อการสแกนบาร์โค๊ดของกล่อง Carton ไม่ผ่าน 110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มา ปัญหา และความสำคัญ

ปัจจุบันระบบการผลิตอัตโนมัติ (Automation) มีบทบาทสำคัญอย่างมากสำหรับกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ รวมทั้งอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ด้วย เพราะระบบการผลิตอัตโนมัติ ช่วยให้กระบวนการผลิตมีความสะดวก รวดเร็ว ถูกต้องแม่นยำ และช่วยเพิ่มอัตราการผลิตของผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้นอีกด้วย

เมื่อพิจารณาอุตสาหกรรมการประกอบบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก (External harddisk) ที่ต้องการความเร็ว และความถูกต้องแม่นยำในการผลิต ดังนั้นการผลิตแบบอัตโนมัติจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ซึ่งการทำงานของระบบการผลิตแบบอัตโนมัติสามารถทำงานแทนมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความถูกต้องและแม่นยำ นอกจากนี้ยังช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากพนักงานอีกด้วย ซึ่งในสายการผลิตของการประกอบอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก ของบริษัท แคลคอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ในขั้นตอนของการบรรจุแผ่นคู่มือการใช้ (User Manual) ซึ่งอยู่ในขั้นตอน Pack 1 ของสายการผลิต ยังให้พนักงานทำการหยิบแผ่นคู่มือการใช้ จากนั้นก็นำ External harddisk มาใส่กล่องบรรจุภัณฑ์แล้วทำการปิดปากกล่อง ติด Label บาร์โค๊ด UPC ของผลิตภัณฑ์ และนอกจากนี้ในขั้นตอน Pack 2 ของสายการผลิต การเช็คบาร์โค๊ด UPC ของผลิตภัณฑ์แต่ละกล่องเพื่อตรวจสอบล็อต (lot) กับระบบฐานข้อมูล (Database) และการเช็คความถูกต้องในพิมพ์บาร์โค๊ดของกล่องกระดาษ(Carton) ที่ภายในจะบรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น ซึ่งต้องการความถูกต้องและรวดเร็ว โดยจากเดิมกล่อง External Harddisk จะไหลมาตามสายพานทีละ 4 กล่อง เมื่อถึงจุดที่สแกนบาร์โค๊ด กล้องสแกนบาร์โค๊ดจะเคลื่อนที่ไปสแกนบาร์โค๊ดทีละกล่องจนครบ 4 กล่อง เมื่อสแกนเสร็จพนักงานจะทำการหยิบ 4 กล่องนั้นไปบรรจุลงในกล่องกระดาษ Carton แล้วทำการติดบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษ Carton ที่ออกมาจากเครื่องพิมพ์โดยไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษ Carton ทำให้อาจเกิดความผิดพลาดในการบรรจุกล่อง External harddisk ได้ แต่ในกรณีที่กล้องสแกนบาร์โค๊ดครบ 4 ชิ้นแล้ว เครื่องพิมพ์ยังไม่พิมพ์บาร์โค๊ดออกมา พนักงานต้องทำการสแกนด้วยหัวสแกนมือทีละกล่องแทน ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการประกอบอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจการพัฒนาระบบอัตโนมัติสำหรับใส่แผ่นคู่มือการใช้ (Auto insert user manual) และระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องของบาร์โค๊ดกล่องกระดาษ (Carton) ที่บรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น (Auto scan barcode and confirm carton number) โดยการนำ PLC มาควบคุมการทำงานของระบบอัตโนมัติร่วมกับโปรแกรม C# เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวในการผลิต ซึ่งสามารถเพิ่มอัตราในการผลิตมากขึ้น เนื่องจากการตรวจสอบแบบอัตโนมัติใช้เวลาที่เร็วกว่าการตรวจสอบโดยมนุษย์ และสามารถลดต้นทุนในการผลิต และสร้างความน่าเชื่อถือในผลลัพธ์ของการตรวจสอบมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยแบ่งเบาภาระงาน และลดความผิดพลาดของพนักงานได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อทำการศึกษาพัฒนาระบบการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์การประกอบอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก

2. เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของสายการผลิตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์การประกอบอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก

3. เพื่อพัฒนาระบบอัตโนมัติใช้งานกับสายการผลิตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์การประกอบอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก

4. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบอัตโนมัติ

1.3 รายละเอียดเกี่ยวกับ บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ จำกัด

1.3.1 ประวัติของบริษัท

บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2532 จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเมื่อปี 2543 โดยใช้ชื่อหลักทรัพย์ในการซื้อขายว่า CCETในปี 2546 บริษัทได้จดทะเบียนซื้อขาย TDR (Taiwan Depositary Receipts) ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไต้หวัน โดยใช้ชื่อหลักทรัพย์ในการซื้อขายว่า 9105

บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิคส์ แห่งประเทศไต้หวัน เลือกประเทศไทยเป็นฐานการผลิตสินค้าเพื่อส่งออกและทำการเปิดโรงงานผลิตเครื่องคำนวณอิเล็คทรอนิกส์ขึ้นเมื่อปี 2532 จากการร่วมมือของวิศวกรกลุ่มหนึ่ง คำว่า แคล-คอมพ์ฯ ย่อมาจากแคลคูเลเตอร์ (เครื่องคำนวณ) ธุรกิจหลักของแคล-คอมพ์ฯ คือการผลิตเครื่องคิดเลข ปัจจุบันได้ขยายการผลิตโทรศัพท์ไร้สาย เครื่องพิมพ์เอกสารระบบพ่นหมึก เครื่องรับส่งเอกสาร เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมและอีกมากมาย ให้กับบริษัทฯชั้นนำทั่วโลกภายใต้เครื่องหมายการค้าของบริษัทฯเหล่านั้น เช่น ญี่ปุ่น อเมริกา และทวีปยุโรป บริษัทฯ เป็นผู้ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในรูปแบบของ OEM (Original Equipment Manufacturing) และ ODM (Original Design Manufacturing) ทั้งยังเป็นผู้นำด้านการบริการการผลิตสินค้าอิเล็คโทรนิกส์ Electronics Manufacturing Services (EMS) ทำให้บริษัทฯ สามารถผลิตสินค้าที่มีความหลากหลายเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าทั่วทุกมุมโลก มากกว่า 22 ปีที่บริษัทฯ มีประสบการณ์ทางด้านการผลิตในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์ของบริษัทได้รับการยอมรับจากลูกค้าชั้นนำทั่วโลก ทั้งความแม่นยำในแผนการผลิต, 6 ซิกม่า, TQM (Total Quality Control) ระบบโรงงานจำลอง ความก้าวล้ำทางด้านเทคโนโลยี, ขั้นตอนการตรวจสอบที่รัดกุมและมีคุณภาพ, วิเคราะห์อัตราความเสียหายชำรุดของผลิตภัณฑ์, ความระมัดระวังในการทำงานของพนักงาน ซึ่งทั้งหมดนี้ก่อให้เกิดสินค้าที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน จึงทำให้บริษัทฯได้รับการยอมรับในด้านการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพจากสถาบันในประเทศและต่างประเทศ โดยบริษัทเป็นผู้ผลิตรายแรกๆ ในประเทศไทยที่ได้รับใบรับรองมาตรฐาน ISO 9002, ISO 14001, QS 9000 และ IEC17025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 วิสัยทัศน์

สามารถก้าวขึ้นเป็นผู้นำในธุรกิจ Electronics Manufacturing Services (EMS) อีกทั้งขยายฐานธุรกิจเข้าสู่อุตสาหกรรมแบบ Original Design Manufacturing (ODM) เพื่อเพิ่มคุณภาพสินค้าและสร้างความยั่งยืนในอนาคตให้กับธุรกิจได้

1.3.3 ลักษณะการประกอบการ

บริษัทฯ ประกอบธุรกิจผลิต (Original Equipment Manufacturing-OEM) ผลิตภัณฑ์อิเล็คโทรนิกส์ให้กับเจ้าของผลิตภัณฑ์ชั้นนำของโลกหลายบริษัท เช่น Western Digital, Seagate, Hitachi, Advance Digital Broadcast, Technicolor, Pace, Hewlett Packard, Nikon และอื่นๆ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์อีเล็คโทรนิกส์ที่บริษัทฯ ผลิต สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

- อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ได้แก่ เครื่องพิมพ์ชนิดพ่นหมึก เครื่องพิมพ์ชนิดเลเซอร์ เครื่องพิมพ์ multi-function เครื่องพิมพ์กระดาษต่อเนื่อง เครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่ เมนบอร์ด External Hard Disk และแผงวงจร PC สำหรับ hard disk เป็นต้น
- อุปกรณ์โทรคมนาคม ได้แก่ รับส่งสัญญาณดาวเทียม เครื่องหูฟังโทรศัพท์มือถือระบบไร้สาย (Bluetooth) เป็นต้น

1.3.4 เป้าหมายของบริษัท

1) ผลิตสินค้าคุณภาพทัดเทียมกับต่างประเทศ
2) สนองความต้องการของตลาดในประเทศและการส่งออก
3) ใช้วัตถุดิบในประเทศ
4) ส่งเสริมให้คนไทยมีงานทำ
5) สร้างความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ

1.3.5 นโยบายคุณภาพ

1) คุณภาพที่ดีเลิศ และความพึงพอใจของลูกค้า ถือเป็นหัวใจสำคัญของการบริหารโรงงานแห่งนี้ และนี่ก็คือนโยบายด้านคุณภาพของเรา
2) การเสนอสินค้าและบริการที่มีคุณภาพอย่างที่ลูกค้าของเราได้คาดหวังไว้
3) ทำให้พนักงานทุกคนสามารถทำงานของตนเองได้อย่างถูกต้องตั้งแต่ครั้งแรก
4) ติดตามและปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องเพื่อก้าวเข้าสู่คุณภาพที่ดีเลิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.6 นโยบายสิ่งแวดล้อม

บริษัทแคล-คอมพ์ สัญญาว่าจะยึดถือนโยบายสิ่งแวดล้อมโลกว่าการรักษาสิ่งแวดล้อมเป็นหน้าที่ของมวลมนุษยชาติและทุกวันในแคล-คอมพ์เป็นวันสิ่งแวดล้อมโลก ในเวลาเดียวกันบริษัทแคล-คอมพ์มีนโยบายเพิ่มเติมดังนี้

1) ดำเนินการแก้ไข ป้องกันภาพวะมลพิษ ลดและบำบัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำการตรวจสอบตามระยะเวลาที่ระบุไว้ เพื่อให้ทำได้อย่างถูกต้องตามกฎหมายควบคุม

2) ประหยัดพลังงานโดยการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ลดปริมาณการใช้พลังงานเพื่อป้องกันภาวะมลพิษ

3) ดำเนินการอบรมเพิ่มความรู้ด้านรักษาสิ่งแวดล้อมแก่พนักงานเสริมสร้างความรับผิดชอบการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ

4) ติดตามและปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างจำกัดและเกิดประโยชน์มากที่สุด อย่างต่อเนื่องเพื่ออนุรักษ์ธรรมชาติเป็นการยืนยันการดำเนินกิจกรรมของบริษัทตลอดไป

5) ดำเนินการลดปริมาณและเลิกใช้สารที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ตามที่ลูกค้าของเราได้กำหนดไว้

1.3.7 นโยบายความรับผิดชอบต่อสังคม

1) บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) มีความมุ่งมั่นในการดำเนินงานด้วยความรับผิดชอบต่อผลกนะทบต่างๆที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการขององค์กรโดยยึดหลังดำเนินธุรกิจที่โปร่งใส ตรวจสอบได้ มีจริยธรรม เคารพต่อหลักสิทธิมนุษยชน และผลประโยชน์ของผู้มีส่วนได้เสีย

2) มุ่งมั่นในการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และคำนึงถึงผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม โดยการปฏิบัติตามข้อกำหนดกฎหมาย และข้อกำหนดอื่นๆ หรือแนวปฏิบัติสากลที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งมุ่งมั่นพัฒนา ปรับปรุงเพื่อสร้างรากฐานของความรับผิดชอบต่อสังคมอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

1.3.8 สโลแกน

ไม่ทำได้ไหม ทำง่ายทำจริง หยิบใกล้ ย้ายง่าย ทำงานสะดวก

1.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่ง	:	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Engineering)
ลักษณะงาน	:	Wiring กล่องควบคุมไฟฟ้า Set up อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

1) นายมนัส สังข์เปีย ตำแหน่ง หัวหน้าฝ่าย Electronic Engineer
2) นายภาษิต ธาตุสุวรรณ ตำแหน่ง Electronic Engineer
3) นายนัยวัฒน์ เรือนก้อน ตำแหน่ง Electronic Engineer
4) นายจักรพงศ์ เจียรภัทรานนท์ ตำแหน่ง Programmer

1.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ตั้งแต่วันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2558 ถึง 27 พฤศจิกายน พ.ศ.2558

1.7 ขอบเขตของปัญหา

ในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการศึกษาและพัฒนาระบบอัตโนมัติเพื่อปรับปรุงสายการผลิตในส่วนของการประกอบบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก โดยใช้ PLC ในการควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น ให้สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งสามารถใส่แผ่นคู่มือการใช้และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้น โดยการสแกนบาร์โค้ดเพื่อตรวจสอบกับฐานข้อมูลของระบบและยืนยันการพิมพ์บาร์โค้ดของกล่องกระกระดาษ (Carton) ที่บรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้นได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

1.8 นิยามศัพท์

ระบบการผลิตอัตโนมัติ อิเล็กทรอนิกส์ การตรวจสอบ อุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.9.1 สามารถพัฒนาระบบอัตโนมัติที่ใช้งานในสายการผลิตของการประกอบอุปกรณ์บันทึกข้อมูลได้จริง อย่างมีประสิทธิภาพ

1.9.2 สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบอัตโนมัติได้ต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและผลงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติ

ระบบอัตโนมัติ คือ เป็นการควบคุมด้วยอุปกรณ์สร้างขึ้นมาโดยมนุษย์ไม่ได้เข้าไปเกี่ยวข้องในการทำงานของมัน ดังเช่าการนำคอมพิวเตอร์, เครื่องใช้สำนักงานอิเล็กทรอนิกส์, เครื่องมือสื่อสาร และระบบเครือข่ายโทรคมนาคม มาทำงานร่วมกันอย่างเหมาะสม ซึ่งก่อให้เกิดความสามารถในการควบคุมปฏิบัติงานต่างๆ ด้วยตัวระบบเอง ทั้งนี้เพื่อใช้อำนวยความสะดวกในการทำงานตามคำสั่งและการจัดการที่ผู้ใช้กำหนด

2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์

อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics) คือการควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าเพื่อที่จะสามารถบังคับหรือควบคุมปริมาณ หรือทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า การทำงานต่าง ๆ จะต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้านั่นเอง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีมากมายหลายชนิด สำหรับอุปกรณ์พื้นฐานที่พบทั่วไป ได้แก่ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ ตัวเก็บประจุ

ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ กล่าวคือ ภายในเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นจะมีอุปกรณ์ต่าง ๆ เชื่อมต่อกันอยู่ และมีส่วนที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านครบวงจร เรียกว่า วงจรไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ทำหน้าที่ควบคุมระบบการไหลของกระแสไฟฟ้าเชื่อมต่อกันภายในวงจรไฟฟ้าด้วยวิธีที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดและหน้าที่ของอุปกรณ์นั้น ดังนั้นหากขาดพลังงานไฟฟ้าก็จะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่สามารถทำงานได้

อิเล็กทรอนิกส์เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็น active component (สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟกระตุ้นจากภายนอก) เช่น หลอดสุญญากาศ, ทรานซิสเตอร์, ไดโอด และ Integrated Circuit และ passive component (ทำงานได้โดยอาศัยแหล่งจ่ายไฟกระตุ้นจากภายนอก) เช่น ตัวนำไฟฟ้า, ตัวต้านทานไฟฟ้า, ตัวเก็บประจุ และคอยล์ พฤติกรรมไม่เชิงเส้นของ active component และความสามารถในการควบคุมการไหลของอิเล็กตรอนทำให้สามารถขยายสัญญาณอ่อนๆให้แรงขึ้นเพื่อการสื่อสารทางภาพและเสียง เช่นโทรเลข, โทรศัพท์, วิทยุ, โทรทัศน์ เป็นต้น อิเล็กทรอนิกส์ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในการสื่อสารข้อมูลโทรคมนาคม ความสามารถของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ปิดเปิดวงจรถูกนำไปใช้ในวงจร ลอจิกเกต ซึ่งเป็นส่วนสำคัญหลักในระบบคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้น วงจรอิเล็กทรอนิกส์ยังถูกนำไปใช้ผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน ในการส่งพลังงานไฟฟ้าเป็นระยะทางไกลๆ การผลิตพลังงานทดแทน และอุตสาหกรรมต่างๆอีกมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กทรอนิกส์แตกต่างจากวิทยาศาสตร์ไฟฟ้าและเทคโนโลยีเครื่องกลไฟฟ้า โดยจะเกี่ยวข้องกับการสร้าง, การกระจาย, การสวิทช์, การจัดเก็บและการแปลงพลังงานไฟฟ้าไปและมาจากพลังงานรูปแบบอื่น ๆ โดยใช้สายไฟ, มอเตอร์, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า, แบตเตอรี่, สวิตช์, รีเลย์, หม้อแปลงไฟฟ้า ตัวต้านทานและส่วนประกอบที่เป็นพาสซีพอื่นๆ

ปัจจุบัน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ ใช้ชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำเพื่อควบคุมการทำงานของอิเล็กตรอน การศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำและเทคโนโลยีโซลิดสเตต (Solid State) ในขณะที่การออกแบบและการสร้างวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการแก้ปัญหาในทางปฏิบัติอยู่ภายใต้สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

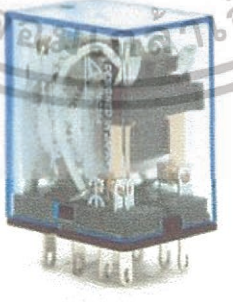
2.2.1 วงจรการควบคุมแบบรีเลย์

ระบบที่ใช้แผงวงจรรีเลย์ อาศัยรีเลย์เป็นสวิทช์ในการทำงาน โดยหลักการใช้อำนาจของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ช่วยในการตัดต่อวงจรที่ควบคุมการทำงานโดยการสร้างเงื่อนไขการควบคุมไว้ล่วงหน้า

2.2.1.1 รีเลย์ (Relay)

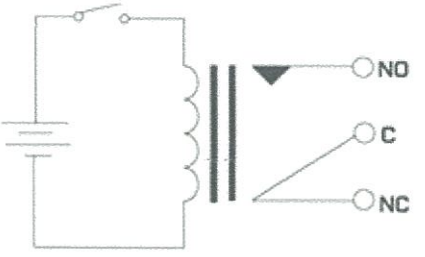
รีเลย์ คือ สวิทช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าในการตัด – ต่อวงจร ซึ่งการตัดต่อวงจรส่วนใหญ่เป็นวงจรกำลังขนาดเล็ก โดยขึ้นอยู่กับชนิดและการทนกระแสของรีเลย์ แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. **รีเลย์กำลัง (power relay)** หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magneticcontactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา
2. **รีเลย์ควบคุม (control Relay)** มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุมบางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

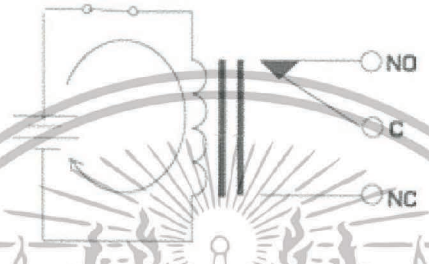


รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะภายนอกของรีเลย์

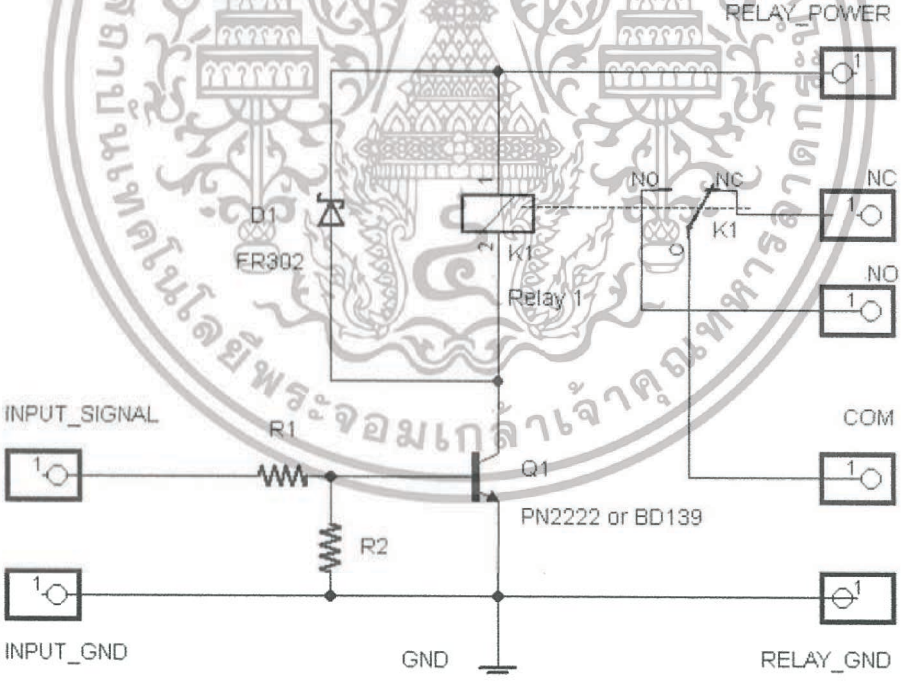
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงสภาวะปกติของรีเลย์ ขา C จะต่อกับ NC



รูปที่ 2.3 แสดงสภาวะจ่ายไฟฟ้าของรีเลย์ ขา C จะต่อกับ NO



รูปที่ 2.4 วงจรขับรีเลย์ (DC Relay Driver)

จากรูปที่ 2.4 แสดงถึงการทำงานของวงจรขับรีเลย์ขนาด 5V, 12V, 24V ซึ่งเป็นวงจรพื้นฐานที่ซึ่งสามารถรับสัญญาณการควบคุมจาก Micro Controller (5V) หรือ PLC (24V) หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์อื่นๆของรถยนต์ที่จ่ายไฟ (12V) ได้ จากวงจรข้างต้นแล้วเพียงปรับเปลี่ยนค่า R1 และ R2 ก็สามารถใช้รับสัญญาณขาเข้าในระดับต่างๆได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าความต้านทานของ R1 และ R2 ต่อค่าแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการ

ค่าแรงดันไฟฟ้า (V)	ค่าความต้านทาน (R1)	ค่าความต้านทาน (R2)
5 V	220 Ω	10 kΩ
12 V	1 kΩ	20 kΩ
24 V	2 kΩ	20 kΩ

ทรานซิสเตอร์ Q1 นั้นใช้เบอร์ PN2222 สำหรับ relay ขนาดเล็กหรือเบอร์ BD139 สำหรับ relay ขนาดใหญ่ โดยโวล์ตของ Relay นั้นให้เลือกตามระดับโวลต์ที่ต่อเข้าขา RELAY POWER

สำหรับการต่อใช้งานมีดังนี้

INPUT SIGNAL ต่อรับสัญญาณ ระดับต่างๆตามความต้านทานที่ต่อไว้ตามข้อมูลข้างต้น (5V,12V,24V)

INPUT GND ต่อกราวน์ของสัญญาณ input

POWER RELAY ต่อกับแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง relay

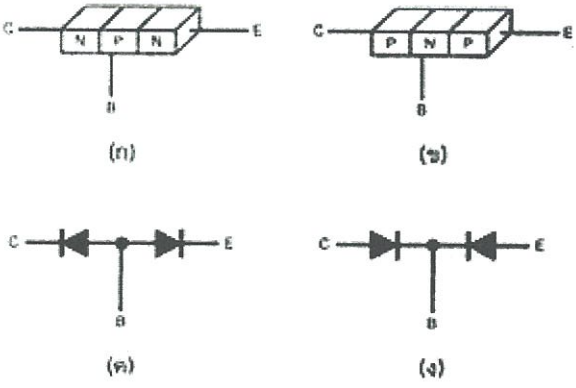
RELAY GND กราวน์ของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง relay

NO,COM,NC สำหรับต่อ contact ของ relay ไปใช้งาน

2.2.2 ทรานซิสเตอร์ (Transistor)

ทรานซิสเตอร์ (Transistor ตัวย่อ Tr หรือ Q) [1] เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่นำสาร P และสาร N จำนวน 3 ชิ้น นำมาต่อเรียงกัน ดังรูปที่ 2.5 โดยเรียงต่อกันได้ 2 แบบ ดังรูป ก และ ข ในรูป ก. ใช้สาร N จำนวน 2 ชิ้น และสาร P จำนวน 1 ชิ้น โดยมีสาร P อยู่ตรงกลาง จึง เรียกทรานซิสเตอร์ชนิดนี้ว่า NPN และต่อขาออกมา 3 ขา เป็นขา B (Base), C (Collector), E (Emitter) โดยที่ขา B ต่อออก มาจากสาร P ส่วนในรูปที่ 2.5 ข. ตรงกันข้ามกับรูปที่ 2.5 ก. และเรียกว่าชนิด PNP ส่วนขาที่ต่อออกมาเช่นเดียวกับรูปที่ 2.5 ก. ด้วย โครงสร้างดังกล่าวนี้ จะเหมือนกับไดโอด 2 ตัว ชนกันดังรูป 2.5 ค. และ 2.5 ง. โดยใช้สาร P หรือ N ตรงกลางเป็นตัวร่วมกัน พื้นฐานการทำงานของทรานซิสเตอร์ คือ ทรานซิสเตอร์จะทำงานได้ต่อเมื่อมีกระแสไหลเข้ามาที่ขา B เท่านั้น หากไม่มีกระแสไหลเข้ามา ทรานซิสเตอร์จะไม่ทำงาน

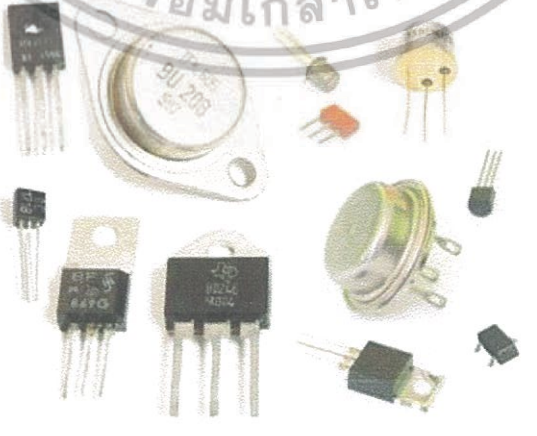
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ในรูป ก. และ PNP ในรูป ข. ส่วน ค. และ ง. แสดงการเปรียบเสมือน ไดโอด 2 ตัวชนกัน

จากรูปที่ 2.5 สามารถเป็นสัญลักษณ์เพื่อให้ดูง่าย ๆ ในรูป ค. เป็นของชนิด NNP สังเกตที่ลูกศรของเขา E จะชี้ ออกส่วนชนิด PNP แสดงในรูป ง. สัญลักษณ์ต่างกันที่ขา E คือ ลูกศรที่ขา E จะชี้เข้า

รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ทั้ง 2 ชนิด ก. NPN และ ข. PNP



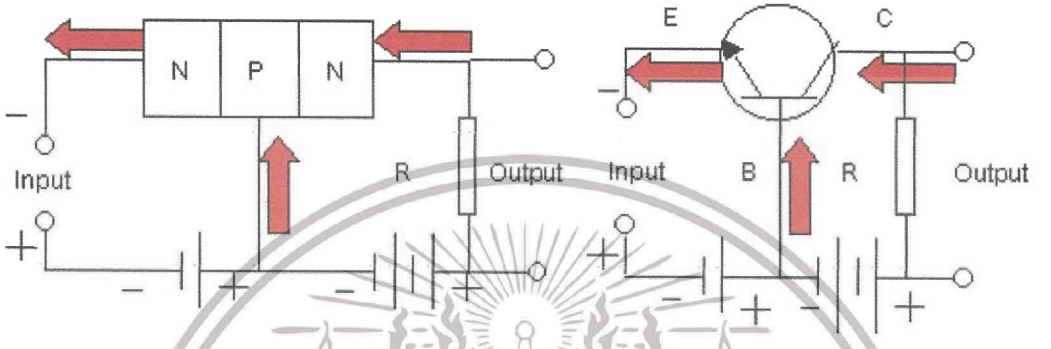
รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะของทรานซิสเตอร์รูปแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 การทำงานของทรานซิสเตอร์

1. การทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN

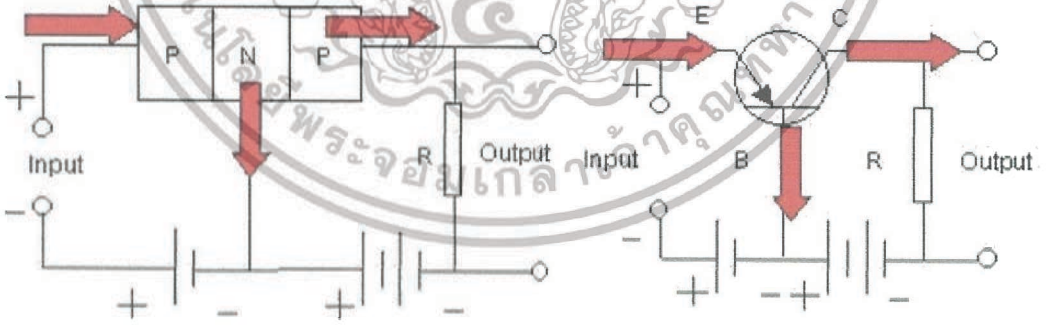
การป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับทรานซิสเตอร์ชนิด NPN คือ การจ่ายไฟลบให้ขา E เมื่อเทียบกับไฟที่จ่ายให้ขา B และจ่ายไฟบวกให้ขา C เมื่อเทียบกับที่จ่ายไฟลบให้ขา B มีทั้งไฟบวกและไฟลบ แต่การเทียบศักย์ Forward นั้นจะเทียบระหว่างขา B กับขา E เท่านั้น ทำให้ขา B ซึ่งเป็นสาร P ได้รับแรงไฟ Forward คือเป็นไฟบวกเมื่อเทียบขา E เท่านั้น



รูปที่ 2.8 แสดงการทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN

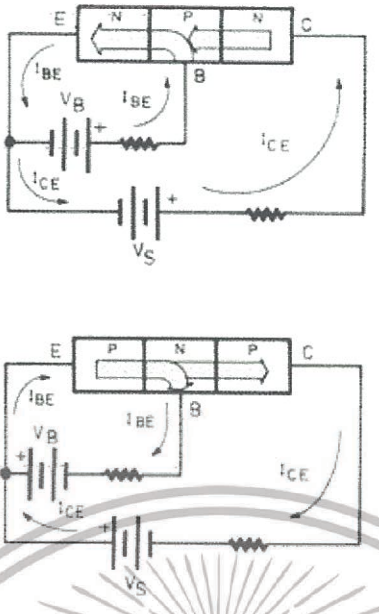
2. การทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

การป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับทรานซิสเตอร์ชนิด NPN คือ การจ่ายไฟบวกให้ขา E เมื่อเทียบกับไฟลบที่จ่ายให้ขา B และจ่ายไฟลบให้ขา C เมื่อเทียบกับที่จ่ายไฟบวกให้ขา B ทำให้ขา B ซึ่งเป็นสาร N ได้รับ Forward Bias คือเป็นไฟลบเมื่อเทียบขา E เท่านั้น



รูปที่ 2.9 แสดงการทำงานของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

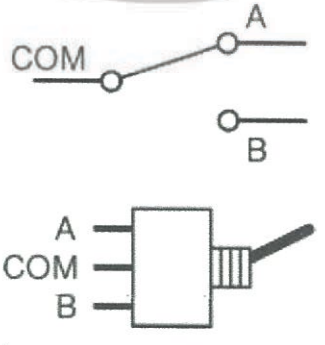


รูปที่ 2.10 แสดงการเกิดกระแสเมื่อมีการป้องกันแรงดันที่ ขาต่าง ๆ

จากรูปที่ 2.10 แสดงหลักการทำงานของทรานซิสเตอร์ที่พอจะอธิบายได้โดยการต่อวงจรด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน ในรูปที่ 2.10 ก. เป็นการต่อเข้ากับทรานซิสเตอร์ชนิด NPN พิจารณาทางด้านขา B และขา E จะเป็นการต่อในลักษณะไบแอสตรง ให้กับสาร P และ N ด้วย VB (เหมือนไดโอด) จึงมีกระแสส่วนหนึ่งไหลเรียกว่า IBE ซึ่งเป็นผลให้ทางด้านขา C เกิดกระแสไหลตามไปด้วย คือ มีกระแสวิ่งจากแบตเตอรี่ VS ไปสาร N ไปสาร P และไปสาร N ที่ E ครบวงจรอีก กระแสส่วนที่วิ่งตาม IBE นี้มีชื่อว่า ICE และกระแสที่วิ่งออกมาจากขา E มี 2 ส่วนคือ ส่วนขาของ IBE และICE ส่วนในรูปที่ 2.10 ข. ก็มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับของ ชนิด PNP เพียงแต่กลับขั้วแบตเตอรี่เท่านั้น และเมื่อหากว่า IBE หยุดไหลICE จะหยุดไหลตามไปด้วยเช่นกัน

2.2.3 สวิตช์ (Switch)

สวิตช์ [2] คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าภายในวงจร หรือกล่าวง่าย ๆ คือ อุปกรณ์เปิด ปิดกระแสไฟฟ้าภายในวงจรไฟฟ้า

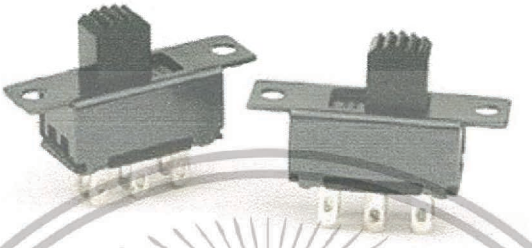


รูปที่ 2.11 แสดงสัญลักษณ์ของสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.1 ประเภทของสวิตช์

1. สวิตช์เลื่อน เป็นสวิตช์ชนิดหนึ่งที่ใช้เปิด ปิด การทำงานของอุปกรณ์ ใช้งานโดยการเลื่อน นิยมใช้เป็นอุปกรณ์เปิด ปิด สิ่งของประเภทของเล่นเด็ก และเครื่องใช้ต่างๆ เช่น นาฬิกาปลุก ไฟฉาย



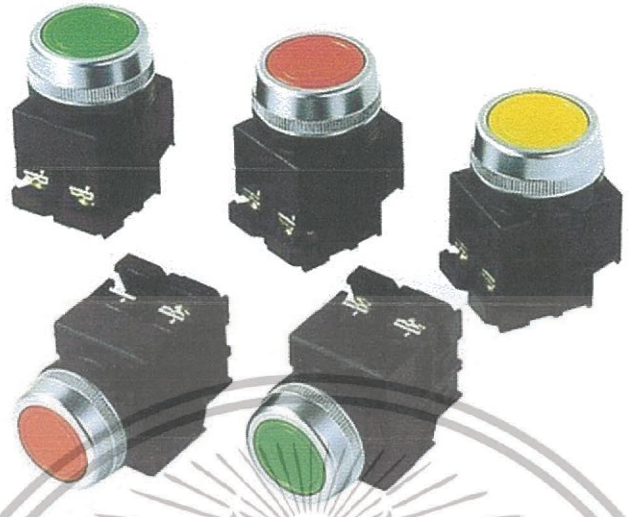
รูปที่ 2.12 แสดงลักษณะภายนอกของสวิตช์เลื่อน

2. สวิตช์กระดก เป็นสวิตช์ที่ใช้งานโดยการกด เมื่อต้องการเปิดสวิตช์ก็ให้กดด้านที่ระบุว่าเป็นการเปิดสวิตช์ลง ส่วนอีกด้านที่เหลือก็จะกระดกขึ้น โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีตัวอักษรระบุการทำงานบนตัวสวิตช์ เช่น เปิด ปิด ON-OFF เราจะพบเห็นการใช้สวิตช์กระดกนี้กับหลอดไฟ ปลั๊กราง หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ

รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะภายนอกของสวิตช์กระดก

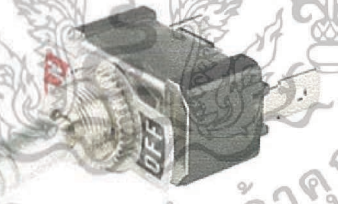
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สวิตช์กด ใช้งานโดยการกดเปิด ปิด ในปุ่มเดียวกัน คือ กด 1 ครั้ง จะเป็นการเปิดและกดซ้ำอีก 1 ครั้ง จะเป็นการปิด เช่น ปุ่มปิด เปิดโทรทัศน์ รีโมท คอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.14 แสดงลักษณะภายนอกของสวิตช์กด

4. สวิตช์คันโยก เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยการโยก และเกิดการล็อคหน้าสัมผัสทางกล ให้มีสถานการณ์ทำงานค้างไว้ และเมื่อต้องการเปลี่ยนสถานการณ์ทำงานก็ทำการโยกสวิตช์อีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 2.15 แสดงลักษณะภายนอกของสวิตช์คันโยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย [3] เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไปสลับโวลต์สูง ให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเลคทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น (Linear Power Supply) ถึงแม้เพาเวอร์ซัพพลายทั้งสองแบบจะต้องมีการใช้หม้อแปลงในการลดทอนแรงดันสูงให้เป็นแรงดันต่ำเช่นเดียวกัน แต่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะต้องการใช้หม้อแปลงที่มีขนาดเล็ก และน้ำหนักน้อย เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น อีกทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าอีกด้วย

ในปัจจุบันสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายได้เข้ามามีบทบาทกับชีวิตเราอย่างมาก เครื่องใช้อิเลคทรอนิกส์ขนาดเล็กซึ่งต้องการแหล่งจ่ายไฟที่มีกำลังสูงแต่มีขนาดเล็ก เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องโทรสาร และ โทรทัศน์ จำเป็นจะต้องใช้สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย แนวโน้มการนำสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายมาใช้ในเครื่องใช้อิเลคทรอนิกส์ทุกประเภทจึงเป็นไปได้สูง การศึกษาหลักการทำงานและการออกแบบสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานอิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภท

2.2.4.1 หลักการทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายโดยทั่วไปมีองค์ประกอบพื้นฐานที่คล้ายคลึงกัน และไม่ซับซ้อนมากนัก ดังแสดงในรูปที่ 2.16 หัวใจสำคัญของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะอยู่ที่คอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากทำหน้าที่ทั้งลดทอนแรงดันและคงค่าแรงดันเอาต์พุตด้วย องค์ประกอบต่างๆ ทำงานตามลำดับดังนี้

รูปที่ 2.16 แสดงองค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

จากรูปที่ 2.16 จะเห็นว่าแรงดันไฟสลับค่าสูงจะผ่านเข้ามาทางวงจร RFI ฟิลเตอร์เพื่อกรองสัญญาณรบกวนและแปลงเป็นไฟตรงค่าสูงด้วยวงจรเรกติไฟเออร์(Rectifier) เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะทำงานเป็นเพาเวอร์คอนเวอร์เตอร์โดยการตัดต่อแรงดันเป็นช่วงๆ ที่ความถี่ประมาณ 20-200 KHz จากนั้นจะผ่านไปยังหม้อแปลงสวิตชิ่งเพื่อลดแรงดันลง เอาต์พุตของหม้อแปลงจะต่อกับวงจรเรียงกระแส และกรองแรงดันให้เรียบ การคงค่าแรงดันจะทำได้โดยการป้อนกลับค่าแรงดันที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาต์พุตกลับมายังวงจรควบคุม เพื่อควบคุมให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นำกระแสมากขึ้นหรือน้อยลงตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่เอาต์พุต ซึ่งจะมีผลทำให้แรงดันเอาต์พุตคงที่ได้

2.2.4.2 องค์ประกอบของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

1. คอนเวอร์เตอร์ นับว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดในสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย มีหน้าที่ลดทอนแรงดันไฟตรงค่าสูงลงมาเป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ และสามารถคงค่าแรงดันได้ คอนเวอร์เตอร์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดวงจรภายใน โดยคอนเวอร์เตอร์แต่ละแบบจะมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป การจะเลือกใช้คอนเวอร์เตอร์แบบใดสำหรับสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายนั้นมีข้อควรพิจารณาจากลักษณะพื้นฐานของคอนเวอร์เตอร์แต่ละแบบดังนี้คือ

- ลักษณะการแยกกันทางไฟฟ้าระหว่างอินพุตกับเอาต์พุตของคอนเวอร์เตอร์
- ค่าแรงดันอินพุตที่จะนำมาใช้กับคอนเวอร์เตอร์
- ค่ากระแสสูงสุดที่ไหลผ่านเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในคอนเวอร์เตอร์ขณะทำงาน
- ค่าแรงดันสูงสุดที่ตกคร่อมเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในคอนเวอร์เตอร์ขณะทำงาน
- การรักษาระดับแรงดันในกรณีที่คอนเวอร์เตอร์มีเอาต์พุตหลายค่าแรงดัน
- การกำเนิดสัญญาณรบกวน RFI/EMI ของคอนเวอร์เตอร์

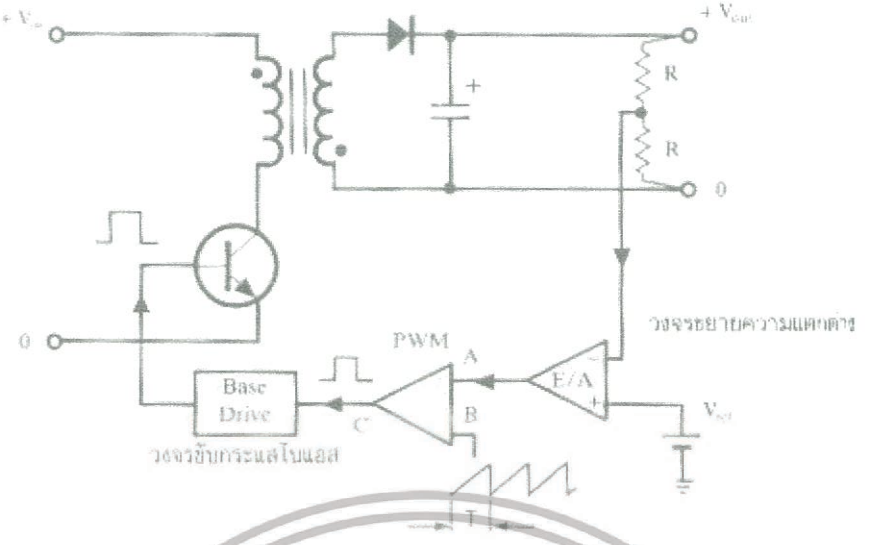
จากข้อพิจารณาดังกล่าว จะทำให้ผู้ออกแบบทราบขีดจำกัดของคอนเวอร์เตอร์และตัดสินใจเลือกใช้คอนเวอร์เตอร์แบบใดได้ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาคอนเวอร์เตอร์ในรูปแบบต่างๆ ขึ้นมามากมาย ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะคอนเวอร์เตอร์ที่นิยมใช้เป็นในอุตสาหกรรมของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย คือ

- ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ (Flyback converter)
- ฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ (Forward converter)
- พุช-พูลคอนเวอร์เตอร์ (Push-Pull converter)
- ฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Half-Bridge converter)
- ฟูลบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Full-Bridge converter)

2. วงจรควบคุม เนื่องจากคอนเวอร์เตอร์เกือบทุกแบบจะคงค่าแรงดันเอาต์พุตได้ด้วยการควบคุมช่วงเวลานำกระแส (t_{ON}) ของ เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ ดังนั้นวงจรควบคุมการทำงานของคอนเวอร์เตอร์โดยทั่วไปจึงมักนิยมใช้เทคนิคพัลส์วิดท์มอดูเลชั่น (Pulse Width Modulation - PWM) เป็นหลัก การใช้ PWM เพื่อควบคุมช่วงเวลานำกระแสของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในคอนเวอร์เตอร์สามารถทำได้สองลักษณะ คือ ควบคุมจากแรงดันและ ควบคุมจากกระแส

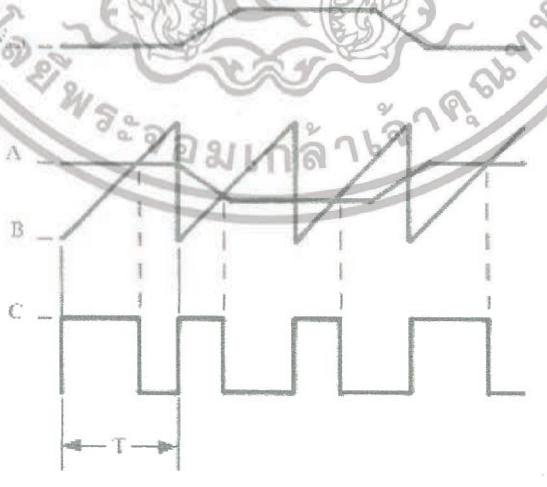
- **วงจรควบคุมจากแรงดัน** การทำงานของวงจรควบคุมในโหมดแรงดัน (Voltage Mode Control) จะอาศัยการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงค่าของแรงดันที่เอาต์พุตมาควบคุมช่วงเวลานำกระแสของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ เพื่อการคงค่าแรงดันเอาต์พุตเป็นหลัก วงจรพื้นฐานเป็นดังรูปที่ 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดงวงจรพื้นฐานสำหรับการควบคุมในโหมดควบคุมจากแรงดัน

จากรูปที่ 2.17 จากรูป วงจรควบคุมจะอาศัยการป้อนกลับค่าแรงดันที่เอาต์พุตและเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง (V_{ref}) ของวงจร เพื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่เอาต์พุต ค่าความแตกต่างที่ได้จะถูกขยายโดยวงจรขยายความแตกต่าง E/A ก่อนที่จะส่งต่อไปยังวงจร PWM โดยค่าแรงดันที่ได้จากวงจรขยายความแตกต่าง E/A ที่ตำแหน่ง A จะถูกเปรียบเทียบกับแรงดันรูปฟันเลื่อยที่ตำแหน่ง B ของ PWM อีกครั้งหนึ่ง เอาต์พุตที่ได้จากวงจร PWM จะมีลักษณะเป็นพัลส์สี่เหลี่ยม ซึ่งมีคาบเวลาคงที่เท่ากับคาบเวลาของแรงดันรูปฟันเลื่อยและมีความกว้างของพัลส์ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามผลมอดูเลชั่นของค่าแรงดันที่ตำแหน่ง A และ B ค่าความกว้างของพัลส์นี้เองที่จะเป็นตัวกำหนดช่วงเวลานำกระแสของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในคอนเวอร์เตอร์



รูปที่ 2.18 แสดงลักษณะความกว้างของพัลส์จาก PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

147136

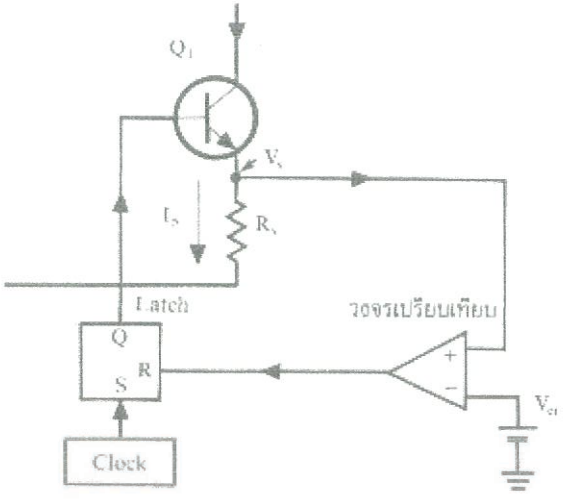
จากรูปที่ 2.18 จะเห็นว่าเนื่องจากค่าแรงดันป้อนกลับจะถูกส่งมายังวงจรขยายความแตกต่าง E/A ที่ขา Inverting ผลต่างของแรงดันเอาต์พุต และแรงดันอ้างอิงที่จุด A จึงมีลักษณะกลับเฟสอยู่ 180 องศา กล่าวคือ เมื่อแรงดันเอาต์พุตมีค่ามากขึ้น แรงดันที่จุด A จะมีค่าลดลง ความกว้างของพัลส์ที่เอาต์พุตของวงจร PWM จึงมีค่าลดลงด้วย และช่วงเวลานำกระแสของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ t_{ON} ก็จะมีค่าลดลง ถ้าแรงดันเอาต์พุตมีค่าลดลง แรงดันที่จุด A จะมีค่าเพิ่มขึ้น ความกว้างพัลส์ที่เอาต์พุตของวงจร PWM จึงมีค่าเพิ่มขึ้น t_{ON} ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้คอนเวอร์เตอร์สามารถคงค่าแรงดันเอาต์พุตไว้ได้

• **วงจรควบคุมจากแรงดัน** การคงค่าแรงดันเอาต์พุตของคอนเวอร์เตอร์ ด้วยวงจรควบคุมในโหมดควบคุมจากกระแส (Current Mode Control) มีข้อดีหลายประการที่เหนือกว่าโหมดควบคุมจากแรงดัน จึงเป็นวงจรควบคุมที่นิยมใช้กันมาก วงจรควบคุมในโหมดควบคุมจากกระแสนี้ยังคงใช้เทคนิคพัลส์วิดท์มอดูเลชั่นเช่นกัน วงจรพื้นฐานแสดงในรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.19 แสดงวงจรพื้นฐานสำหรับการควบคุมในโหมดควบคุมจากกระแส

เพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณา เราจะแยกคิดการทำงานของวงจรควบคุมด้วยการตัดวงจรขยายความแตกต่าง E/A ออกไปก่อน และกำหนดขา Inverting ของวงจรเปรียบเทียบให้ต่อเข้ากับแรงดันอ้างอิง V_{er} ดังรูปที่ 2.20 วงจร latch จะทำงานโดยขา Q ของวงจร latch จะมีสถานะเป็น high เมื่อมีการกระตุ้นที่ขา S และขา Q จะมีสถานะเป็น low เมื่อมีการกระตุ้นที่ขา R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



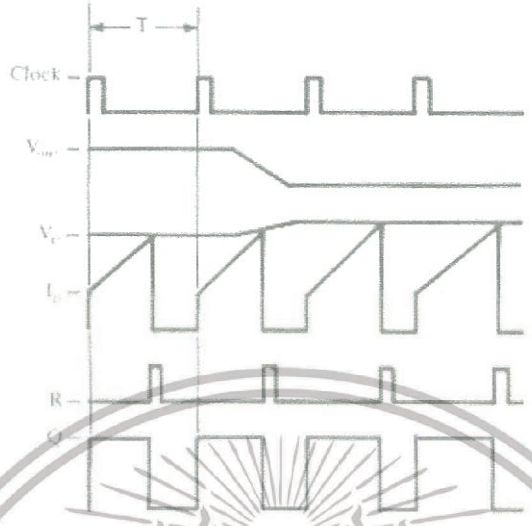
รูปที่ 2.20 แสดงวงจรควบคุมเมื่อตัดตัวขยายความแตกต่างออก

จากรูปที่ 2.20 เมื่อวงจรทำงาน วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา จะให้กำเนิดสัญญาณนาฬิกาที่มีคาบเวลาคงที่ไปกระตุ้นที่ขา S ของ latch ขา Q จึงมีสถานะเป็น high เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q1 จะเริ่มนำกระแส เมื่อ Q1 นำกระแสจะมีกระแสไหลผ่านขดไรมารี่และตัวต้านทาน R_S ที่ต่ออนุกรมไว้กับ Q1 ทำให้เกิดแรงดัน V_S ตกคร่อมที่ตัวต้านทาน R_S ด้วยแรงดันตกคร่อม R_S ที่เกิดขึ้นจะถูกเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง V_{er} โดยวงจรเปรียบเทียบ ดังนั้นเมื่อค่าของ V_S เพิ่มขึ้นจนมีค่ามากกว่าค่าของแรงดันอ้างอิง V_{er} เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบจะมีสถานะเป็น High และไปกระตุ้นที่ขา R ของวงจร latch ทำให้ขา Q มีสถานะเป็น low และเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q1 หยุดนำกระแส จนกว่าที่ขา S ของวงจร latch จะได้รับการกระตุ้นจากสัญญาณนาฬิกาอีกครั้ง จะเห็นได้ว่าความกว้างของเอาต์พุตพัลส์ที่ขา Q ของวงจร latch จะถูกควบคุมโดยค่าของแรงดัน V_S ที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_S ถ้าค่าแรงดันอินพุตของคอนเวอร์เตอร์มีค่าเพิ่มขึ้น แรงดัน V_S จะเพิ่มขึ้นจนมีค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิง V_{er} ได้เร็วขึ้นด้วย ทำให้ความกว้างของเอาต์พุตพัลส์ลดลง เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะมีช่วงเวลานำกระแสน้อยลง ในทางกลับกัน ถ้าแรงดันอินพุตของคอนเวอร์เตอร์มีค่าลดลง แรงดัน V_S จะเพิ่มขึ้นได้ช้า ความกว้างของเอาต์พุตพัลส์จึงเพิ่มขึ้น เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะมีช่วงเวลานำกระแสมากขึ้นด้วย จะเห็นได้ว่าเมื่อโหลดคงที่ คอนเวอร์เตอร์จะสามารถคงค่าแรงดันเอาต์พุตเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแรงดันอินพุตได้ โดยไม่ต้องอาศัยการป้อนกลับแรงดันที่เอาต์พุตเลย ทำให้คอนเวอร์เตอร์ตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของแรงดันอินพุตได้อย่างรวดเร็ว

พิจารณาวงจรควบคุมอีกครั้งตามวงจรในรูปที่ 2.19 เมื่อต่อวงจรขยายความแตกต่าง E/A เพิ่มเข้ามา วงจรในลักษณะนี้เมื่อแรงดันเอาต์พุตมีค่าลดลง เอาต์พุตของวงจรขยายความแตกต่าง E/A จะมีค่ามากขึ้น เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะใช้เวลานำกระแสมากขึ้นด้วย เพื่อให้ค่าแรงดัน V_S มากกว่าแรงดันที่เอาต์พุตของวงจรขยายความแตกต่าง E/A ในทางกลับกัน เมื่อแรงดันเอาต์พุตของคอนเวอร์เตอร์มีค่าเพิ่มขึ้น เอาต์พุตของวงจรขยายความแตกต่าง E/A จะมีค่าลดลง เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จึงใช้เวลานำกระแสลดลงด้วย ดังนั้นคอนเวอร์เตอร์จะสามารถคงค่าแรงดันที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาต์พุตเอาไว้ได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงที่โหลด ลักษณะรูปคลื่นและแรงดันขณะที่วงจรทำงานเป็นดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 แสดงลักษณะการทำงานที่จุดต่างๆของวงจร

จากลักษณะการทำงานดังกล่าว ทำให้วงจรควบคุมในโหมดควบคุมจากกระแสมีข้อดีมากกว่าวงจรควบคุมในโหมดควบคุมจากแรงดันดังนี้

- ตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของแรงดันอินพุตได้รวดเร็วกว่า ทำให้ลดปัญหาการคงค่าแรงดันที่เอาต์พุตเมื่อเกิดทรานเซียนส์และการกระเพื่อมของแรงดันสูงที่แรงดันอินพุต เพราะไม่ต้องรอสัญญาณป้อนกลับจากเอาต์พุต
- สามารถป้องกันกระแสโหลดเกินได้ ด้วยการจำกัดค่ากระแสสูงสุดที่ขดไพรมารี่ในลักษณะพัลส์ต่อพัลส์อย่างรวดเร็ว
- ให้ค่าเรกูเลชั่นที่ดีมาก
- โดยการจำกัดกระแสสูงสุดที่ขดไพรมารี่ ปัญหาการไม่สมมาตรฟลักซ์แม่เหล็กของพุช-พูลคอนเวอร์เตอร์จะไม่เกิดขึ้น
- สามารถต่อขนานคอนเวอร์เตอร์หลายชุดเข้าด้วยกันได้ เพื่อให้จ่ายกระแสได้มากขึ้นและกระแสเฉลี่ยที่คอนเวอร์เตอร์แต่ละชุดจะมีค่าเท่ากัน

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงกว่าและมีน้ำหนักเบากว่าเพาเวอร์ซัพพลายเชิงเส้น สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายทำงานโดยแปลงแรงดันไฟสลับความถี่ต่ำจากอินพุตให้เป็นไฟตรง จากนั้นจึงเปลี่ยนกลับไปเป็นไฟสลับ (พัลส์) ที่ความถี่สูง แล้วส่งผ่านหม้อแปลงเพื่อลดแรงดันลง และผ่านวงจรเรียงกระแสและกรองแรงดันเพื่อให้ได้ไฟตรงอีกครั้งหนึ่ง สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ คือ วงจรฟิลเตอร์และเรกติไฟเออร์ ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับเป็นไฟตรง คอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟตรงเป็นไฟสลับความถี่สูง และแปลงกลับเป็นไฟตรงโวลต์ต่ำ และวงจรควบคุมทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคอนเวอร์เตอร์ เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์ [4] คือเครื่องกลไฟฟ้า (Electormechanical Energy) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (Electric Energy) ให้เป็นพลังงานกล (Mechanical Energy) ในรูปของการหมุนเคลื่อนที่ มีประโยชน์ในการนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง

มอเตอร์ไฟฟ้ามีโครงสร้างเบื้องต้นที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนแม่เหล็กถาวร และส่วนของขดลวดตัวนำ ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าอาศัยสนามแม่เหล็ก 2 ชุดที่เกิดขึ้น ได้แก่ สนามแม่เหล็กถาวร และสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวดตัวนำ ส่งผลให้เกิดการผลักดันกันขึ้นของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้ขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ที่วางอยู่กลางแม่เหล็กถาวร เกิดการหมุนเคลื่อนที่ไปได้ การหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำและทิศทางการเคลื่อนที่

2.2.5.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของมอเตอร์

1. ขั้วแม่เหล็ก N และ S ซึ่งทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กในมอเตอร์ ขั้วแม่เหล็กอาจเป็นแม่เหล็กถาวรหรืออาจจะเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ ในมอเตอร์เรียกขั้วแม่เหล็ก N และ S นี้ว่า สเตเตอร์ (Stator)

2. ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) ซึ่งหมุนได้รอบตัว เมื่อมีกระไฟฟ้าผ่านเข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดแรงกระทำต่อขดลวด แล้วเกิดโมมดเมนต์คู่ควบหมุนขดลวดอาร์เมเจอร์

3. วงแหวนผ่าซีก (Commutator) เป็นส่วนประกอบสำคัญที่จะทำให้กระแสที่ไหลผ่านขดลวดอาร์เมเจอร์ไหลในทิศที่ทำให้เกิดโมเมนต์คู่ควบหมุนขดลวดอาร์เมเจอร์ในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา

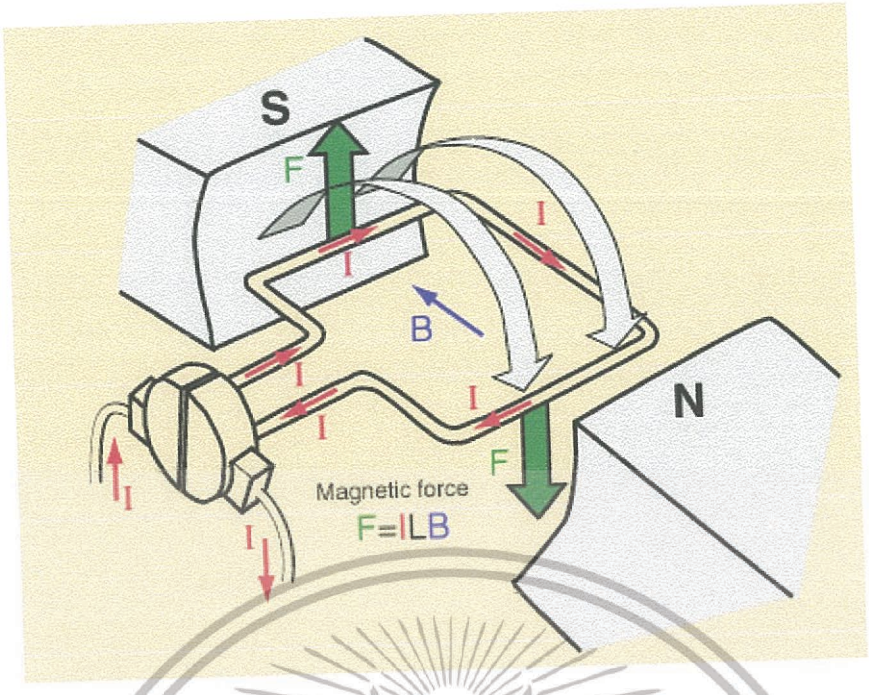
4. แปรงถ่านคาร์บอน ทำหน้าที่สัมผัสเบาๆ กับ Commutator โดยที่แปรงทั้งสองอยู่กับที่ และใช้สำหรับต่อกับวงจรไฟฟ้า

2.2.5.2 ชนิดของมอเตอร์ แบ่งได้ 2 ประเภท

คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Source) เป็นมอเตอร์แบบเบื้องต้นที่ถูกผลิตมาใช้งาน และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Source) มอเตอร์ชนิดนี้ถูกพัฒนามาจากมอเตอร์กระแสตรง เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วย แม่เหล็กถาวร 2 ขั้ววางอยู่ระหว่างขดลวดตัวนำ ขดลวดตำนำจะได้รับแรงดันไฟตรงป้อนให้ในการทำงาน ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก 2 ชุด มีขั้วแม่เหล็กเหมือนกันวางใกล้กัน เกิดแรงผลักดันทำให้ขดลวดตัวนำหมุนเคลื่อนที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



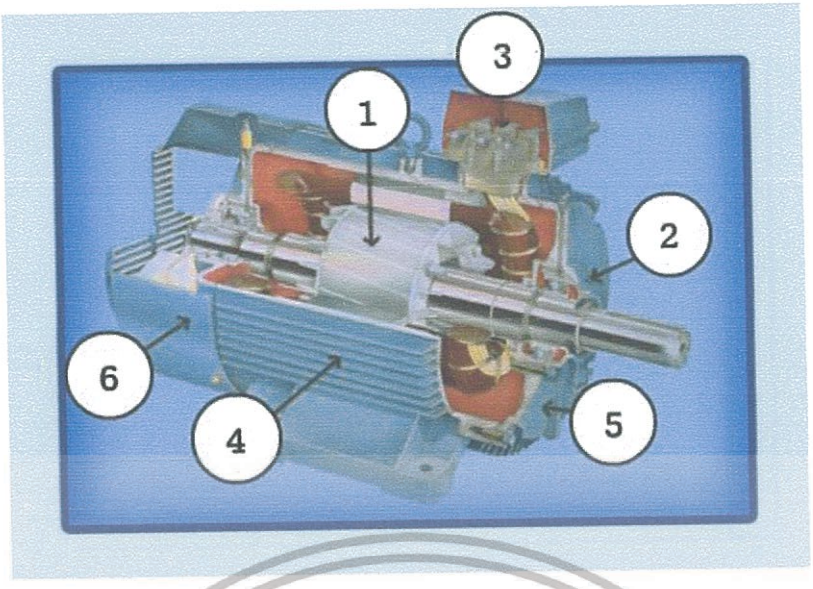
รูปที่ 2.22 แสดงการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จากรูปที่ 2.22 เป็นการทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันไฟตรงจ่ายผ่านแปรงถ่านไปคอมมิวเตเตอร์ ผ่านไปให้ขดลวดตัวนำที่อาร์เมเจอร์ ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา ทางด้านซ้ายมือเป็นขั้วเหนือ (N) และทางด้านขวาเป็นขั้วใต้ (S) เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ๆ เกิดอำนาจแม่เหล็กผลักดันกัน อาร์เมเจอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา พร้อมกับคอมมิวเตเตอร์หมุนตามไปด้วย แปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตเตอร์เปลี่ยนไปในอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่อาร์เมเจอร์เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ๆอีกครั้ง ทำให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตลอดเวลา เกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์คือมอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน

2.2.5.3 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตมาใช้งาน มีโครงสร้างและส่วนประกอบคล้ายกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง มีส่วนประกอบที่สำคัญเหมือนกัน มีรูปร่างลักษณะภายนอกคล้ายกัน แตกต่างกันตรงการนำไปใช้งาน โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง จะทำให้เกิดไฟฟ้าในรูปของแรงดันไฟตรงออกมา ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนเกิดพลังกลขึ้นมา ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แสดงดังรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แสดงส่วนประกอบหลักของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1) ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) คือขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวรขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน สนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์

2) ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces) คือแกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ขั้วแม่เหล็กทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน (Lamination Sheet Steel) เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวน (Eddy Current) ที่จะทำให้ความเข้าของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่ให้กำเนิดขั้วสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงสุด แทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี

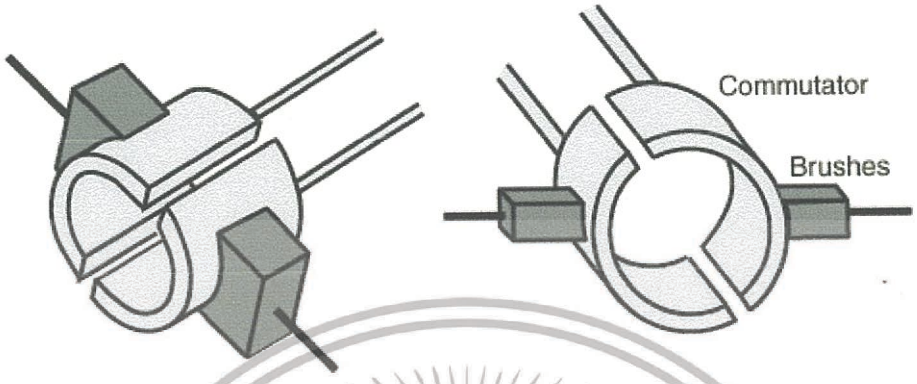
3) โครงมอเตอร์ (Motor Frame) คือส่วนเปลือกหุ้มภายนอกของมอเตอร์ และยึดส่วนอยู่กับที่ (Stator) ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ โครงมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

4) อาร์เมเจอร์ (Armature) คือส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ตัวอาร์เมเจอร์ทำจากเหล็กแผ่นบางๆ อัดซ้อนกัน ถูกเซาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน ร่องขดลวดอาร์เมเจอร์จะมีขดลวดพันอยู่และมีลิ่มไฟเบอร์อัดแน่นขึดขดลวดอาร์เมเจอร์ไว้ ปลายขดลวดอาร์เมเจอร์ต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์ อาร์เมอเจอร์ผลักดันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

5) คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คือส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) อาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมอร์

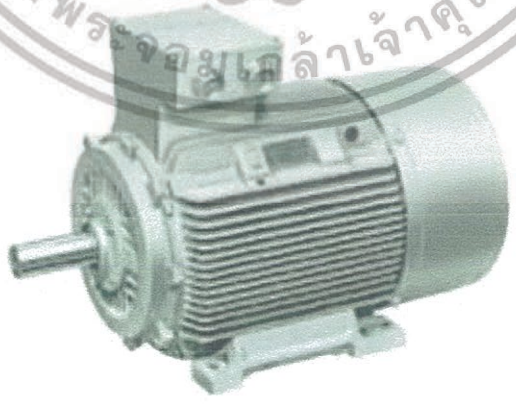
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) แปรงถ่าน (Brush) คือตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทองแดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟตรงจกแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์



รูปที่ 2.24 แสดงลักษณะวงแหวนคอมมิวเตเตอร์ และแปรงถ่าน

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าคือขดลวดในสเตเตอร์และส่วนที่ทำหน้าที่ให้พลังงานกล คือ ตัวหมุนหรือโรเตอร์ ซึ่งเมื่อขดลวดในสเตเตอร์ได้รับพลังงานไฟฟ้าก็จะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาในตัวที่อยู่กับที่หรือสเตเตอร์ ซึ่งสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้จะมีการเคลื่อนที่หรือหมุนไปรอบๆ สเตเตอร์ เนื่องจากการต่างเฟสของกระแสไฟฟ้าในขดลวดและการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า ในขณะที่สนามแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปสนามแม่เหล็กจากขั้วเหนือก็จะพุ่งเข้าหาขั้วใต้ ซึ่งจะไปตัดกับตัวนำที่เป็นวงจรปิดหรือขดลวดกรงกระรอกของตัวหมุนหรือโรเตอร์ ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวดของโรเตอร์ ซึ่งสนามแม่เหล็กของโรเตอร์นี้จะเคลื่อนที่ตามทิศทางการเคลื่อนที่จองสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ ก็จะทำให้โรเตอร์ของมอเตอร์เกิดจะพลังงานกลสามารถนำไปขับภาระที่ต้องการหมุนได้



รูปที่ 2.25 แสดงลักษณะภายนอกของมอเตอร์กระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ [4] แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ มอเตอร์อะซิงโครนัสและมอเตอร์ซิงโครนัส ซึ่งที่กล่าวในที่นี้จะเป็นมอเตอร์อะซิงโครนัส ที่เรียกว่ามอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำ ซึ่งจะมีขนาดตั้งแต่เล็ก ๆไปจนถึงขนาดหลายร้อยแรงม้า มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำมีทั้งที่เป็นมอเตอร์ชนิด 1 เฟสและชนิดที่เป็นมอเตอร์ 3 เฟส มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำนั้นส่วนมากแล้วจะหมุนด้วยความเร็วคงที่แต่ก็มีบางชนิดที่สามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วได้ เช่น มอเตอร์สลิปริง (Slip ring) หรือมอเตอร์ชนิดขดลวดพัน ซึ่งจะเป็นมอเตอร์ชนิด 3 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลนี้ โรเตอร์ไม่ได้รับพลังงานไฟฟ้าโดยตรงแต่จะได้จากการเหนี่ยวนำ ดังนั้นจึงเรียกว่ามอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. มอเตอร์ชนิดกรงกระรอก ซึ่งมีทั้งที่เป็นมอเตอร์ 1 เฟสและชนิดที่เป็น 3 เฟส
2. มอเตอร์ชนิดขดลวดพันหรือชนิดวาวนด์หรือมอเตอร์สลิปริง ซึ่งจะเป็นมอเตอร์ชนิด 3 เฟส

2.2.5.4 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

1. สเตเตอร์หรือตัวอยู่กับที่ (Stator) จะเป็นส่วนที่อยู่กับที่ซึ่งจะประกอบด้วยโครงของมอเตอร์ แกนเหล็กสเตเตอร์ และขดลวด

1.1) โครงมอเตอร์ (Frame or Yoke) จะทำด้วยเหล็กหล่อทรงกระบอกกลวง ฐานส่วนล่างจะเป็นขาตั้ง มีกล่องสำหรับต่อสายไฟอยู่ด้านบนหรือด้านข้าง โครงจะทำหน้าที่ยึดแกนเหล็กสเตเตอร์ให้แน่นอยู่กับที่ผิวด้านนอกของโครงมอเตอร์ จะออกแบบให้มีลักษณะเป็นครีบ เพื่อช่วยในการระบายความร้อน

ในกรณีที่เป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ๆ โครงจะทำด้วยเหล็กหล่อ แต่ถ้าเป็นมอเตอร์ขนาดใหญ่ โครงจะทำด้วยเหล็กหล่อเหนียว ซึ่งจะทำให้มอเตอร์มีขนาดเล็กกะทัดรัดมากขึ้น แต่ถ้าใช้เหล็กหล่อก็จะให้มีขาดใหญ่ น้ำหนักมาก

นอกจากนี้แล้วโครงของมอเตอร์ยังอาจทำด้วยเหล็กหล่อเหนียวม้วนเป็นแผ่นม้วนรูปทรงกระบอก แล้วเชื่อมติดกันให้มีความแข็งแรง เช่น มอเตอร์สปลิตเฟส เป็นต้น

1.2) แกนเหล็กสเตเตอร์ (Stator Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบาง ๆ มีลักษณะกลม เจาะตรงกลางและเซาะร่องภายในโดยรอบ แผ่นเหล็กชนิดนี้เรียกว่า ลามิเนท ซึ่งจะถูกเคลือบด้วย ซิลิกอน เหล็กแต่ละแผ่นจะมีความหนาประมาณ 0.025 นิ้ว หลังจากนั้นจึงนำไปอัดเข้าด้วยกันจนมีความหนาที่เหมาะสม เรียกว่าแกนเหล็กสเตเตอร์

1.3) ขดลวด (Stator Winding) จะมีลักษณะเป็นเส้นลวดทองแดงเคลือบฉนวนที่เรียกว่า อีนาเมล (Enamel) พันอยู่ในร่องของแกนเหล็กสเตเตอร์ตามรูปแบบต่าง ๆ ของการพันมอเตอร์

2. โรเตอร์หรือตัวหมุน (Rotor) มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำจะมีโรเตอร์ 2 ชนิด คือ โรเตอร์แบบกรงกระรอกและโรเตอร์แบบขดลวดพันหรือแบบวาวนด์ ซึ่งจะมีส่วนประกอบดังนี้คือ แกนเหล็ก โรเตอร์ ขดลวด ใบพัด และเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1) โรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel cage rotor) จะประกอบด้วยแผ่นเหล็กบาง ๆ ที่เรียกว่าแผ่นเหล็กลามิเนท ซึ่งจะเป็นแผ่นเหล็กชนิดเดียวกันกับ สเตเตอร์ มีลักษณะเป็นแผ่นกลม ๆ เซาะร่องผิวภายนอกเป็นร่องโดยรอบ ตรงกลางจะเจาะรูสำหรับสวมเพลา และจะเจาะรูรอบ ๆ รูตรงกลางที่สวมเพลาทั้งนี้เพื่อช่วยให้ในการระบายความร้อน และยังทำให้โรเตอร์มีน้ำหนักเบาลง เมื่อนำแผ่นเหล็กไปสวมเข้ากับแกนเพลาแล้วจะได้เป็นแกนเหล็กโรเตอร์ หลังจากนั้นก็จะใช้แท่งตัวทองแดงหรือแท่งอะลูมิเนียมหล่ออัดเข้าไปในร่องของแกนเหล็กสเตเตอร์เข้าไปวางทั้งสองด้านด้วย วงแหวนตัวนำทั้งนี้เพื่อให้ขดลวดครบวงจรไฟฟ้าหรืออาจนำแกนเหล็กสเตเตอร์เข้าไปในแบบพิมพ์แล้วฉีดอะลูมิเนียมเหลวเข้าไปในร่อง ก็จะได้อะลูมิเนียมอัดแน่นอยู่ในร่องจนเต็มและจะได้ขดลวดตัวนำแบบกรงกระรอกฝังอยู่ในแกนเหล็ก ขดลวดในโรเตอร์นั้นจะเป็นลักษณะของตัวนำที่เป็นแท่งซึ่งอาจใช้ทองแดง หรืออะลูมิเนียมประกอบเข้าด้วยกันเป็นลักษณะคล้ายกรงนกหรือกรงกระรอก

2.2) โรเตอร์แบบขดลวดพันหรือแบบวาวนด์ (Wound Rotor) โรเตอร์ชนิดนี้จะมีส่วนประกอบคล้าย ๆ กับโรเตอร์แบบกรงกระรอก คือ มีแกนเหล็กที่เป็นแผ่นลามิเนทอัดเข้าด้วยกันแล้วสวมเข้าที่เพลา แต่จะแตกต่างกันตรงที่ขดลวด จะเป็นเส้นลวดชนิดที่หุ้มด้วยน้ำยาฉนวนอีนาเมลพันลงไปในร่องสล็อตของโรเตอร์จำนวน 3 ชุด ซึ่งจะมีลักษณะเหมือนกับที่พันบนสเตเตอร์ของมอเตอร์ 3 เฟสแล้วต่อวงจรขดลวดเป็นแบบสตาร์ โดยนำปลายทั้ง 3 ที่เหลือต่อเข้ากับวงแหวนตัวนำ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถต่อวงจรของขดลวดของโรเตอร์เข้ากับตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ที่อยู่ภายนอกตัวมอเตอร์ เพื่อการปรับค่าความต้านทานของโรเตอร์ ซึ่งจะสามารถควบคุมความเร็วของโรเตอร์ได้

3 ฝาครอบ (End Plate) ส่วนมากจะทำด้วยเหล็กหล่อ เจาะรูตรงกลางและคว้านเป็นรูกลมใหญ่เพื่ออัดแบริ่งหรือตลับลูกปืนรองรับแกนเพลาของโรเตอร์

4. ฝาครอบใบพัด (Fan End Plate) จะมีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กเหนียวขึ้นรูปให้มีขนาดสวมฝาครอบได้พอดี มีรูเจาะเพื่อระบายอากาศ และยึดติดกับฝาครอบด้านที่มีใบพัด ส่วนใหญ่จะมีในมอเตอร์ 3 เฟสและมอเตอร์ 1 เฟสขนาดใหญ่

5. ใบพัด (Fan) จะทำด้วยเหล็กหล่อ มีลักษณะเท่ากันทุกครีบเท่ากันทุกครีบ จะสวมยึดอยู่บนเพลาด้านตรงข้ามกันกับเพลางาน ใบพัดนี้จะช่วยในการระบายอากาศและความร้อนได้มากทีเดียวใบพัดนี้ส่วนใหญ่จะมีในมอเตอร์3 เฟสและมอเตอร์ 1 เฟสขนาดย่อยถึงขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับฝาครอบใบพัด

6. สลักเกลียว (Bolt) จะทำด้วยเหล็กเหนียวจะมีลักษณะเป็นเกลียวตลอด ถ้าเป็นมอเตอร์ 3 เฟส จะประกอบด้วยสลักเกลียว 8 ตัว ทำหน้าที่ยึดฝาครอบให้ติดกับโครง ถ้าเป็นมอเตอร์ 1 เฟสขนาดเล็ก เช่น มอเตอร์สปลิตเฟส (Split phase) จะเป็นสลักเกลียวยาวตลอดความยาวของตัวมอเตอร์ ทำเกลียวเฉพาะด้านปลายและมีน็อตขันยึดไว้ ดังนั้นจึงมีเพียง 4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

โซลินอยด์วาล์ว [6] ซึ่งใช้หลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานร่วมกับกลไกโดยใช้การป้อนไฟเป็นตัวกำหนด การทำงานควบคุมให้ลิ้นกลไกปิดหรือเปิดได้ โดยประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับทำหน้าที่ปิดเปิดวาล์วเมื่อเปิดและปิดสวิทช์ เมื่อกระแสไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดูดเดือยวาล์วเพื่อเปิดวาล์ว และเมื่อปิดสวิทช์ตัดกระแสไฟฟ้าเดือยวาล์วจะกลับไปสู่ตำแหน่งเดิมโดยน้ำหนักของตัวเองเพื่อปิดวาล์ว แบ่งเป็น 3 ประเภท

2.2.6.1 ระบบเปิดปิดโดยตรง (Direct Acting) โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงาน แบบเปิดปิดโดยตรงนั้นมีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทาง ทุ่น (plunger) ซึ่งมีซีลอยู่ปลายด้านล่างทำหน้าที่เปิดและปิด รูทางผ่าน (orifice) ของของไหลเมื่อจ่ายไฟฟ้าเข้าหรือตัดออก จากคอยล์ข้อควรระวังในการใช้วาล์วที่ทำงานด้วยระบบนี้คือเมื่อ มีการเพิ่มความดัน (pressure) ของของไหลในระบบจะทำให้ ต้องใช้แรงมากขึ้นในการเปิดวาล์ว หากความดันของของไหล สูงกว่าที่กำลังของคอยล์จะเปิดวาล์วได้ วาล์วนั้นก็จะไม่ทำงานถึงแม้ว่า จะมีการจ่ายไฟฟ้าแล้วก็ตาม

ก. ข.

รูปที่ 2.26 แสดงลักษณะของโซลินอยด์ชนิดระบบเปิดปิดโดยตรง
ก. เมื่อยังไม่จ่ายไฟเข้าคอยล์ โซลินอยด์วาล์วจะปิด
ข. เมื่อจ่ายไฟเข้าคอยล์ โซลินอยด์วาล์วจะปิด

2.2.6.2 ระบบเปิดปิดทางอ้อม (Pilot Control) โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงาน แบบเปิดปิดทางอ้อมนั้นมีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทาง รูทางผ่านหลัก (main orifice) ซึ่งอยู่ในตัววาล์วนั้นเปิดได้ด้วยวิธีการทำให้ความดันที่กระทำต่อพื้นผิวด้านบนและด้านล่างของแผ่น ไดอะแฟรม (diaphragm) เกิดการเสียสมดุลย์ คือขณะเมื่อ ยังไม่มีไฟฟ้าจ่ายไปยังคอยล์ของไหลจะมีความดันส่งไปทั้งในช่องบนซึ่งมีพื้นที่ผิวเต็มพื้นที่ของแผ่นไดอะแฟรมและในขณะเดียวกันก็มีความดันส่งไปที่พื้นผิวด้านล่างแต่ส่งไปเฉพาะพื้นที่ผิวรอบๆ รูทางผ่านเท่านั้น ซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ที่น้อยกว่าด้านบน เมื่อต้องการให้ วาล์วเปิด โดยการป้อนไฟฟ้าเข้าที่คอยล์ ทุ่น (plunger) ของโซลินอยด์วาล์วตัวช่วยจะยกเปิดและระบายของไหลซึ่งอยู่ด้านบนของไดอะแฟรมทิ้งออกไปทางรู (orifice) ย่อยของโซลินอยด์วาล์วตัวช่วย ยังผลให้เกิดการเสียสมดุลย์ของแผ่นไดอะแฟรมเกิดการเคลื่อนที่เปิด รูทางผ่านหลักให้ของไหลไหลผ่านไปได้ ข้อควรระวังในการใช้วาล์ว ที่ทำงานด้วยระบบนี้ คือ ความดันของขาเข้าและขาออกจำต้องมีความ แตกต่างกันในค่าหนึ่งตามกำหนดของผู้ผลิต (มี minimum diferential presure) เพื่อทำให้วาล์วทำงานอย่างถูกต้อง จะเห็นได้ว่าวาล์วที่ ทำงานในระบบเปิดปิดทางอ้อมนี้ก็ต้องอาศัยตัวโซลินอยด์วาล์ว ที่ทำงานด้วยระบบเปิดปิดโดยตรงมาเป็นตัวช่วยเพื่อให้ทำงาน ดังนั้นเราจึงต้องคำนึงถึงความดันสูงสุดและกำลังของคอยล์ที่ใช้เปิด มิฉะนั้นวาล์วอาจไม่ทำงานถึงแม้ว่าจะมีการจ่ายไฟฟ้าแล้วก็ตาม และเพื่อให้วาล์วระบบนี้ทำงานได้อย่างถูกต้องและหลีกเลี่ยงการ สึกหรออย่างรวดเร็วของแผ่นไดอะแฟรม ขอแนะนำให้ออกแบบ การใช้งานโดยคำนึงถึงค่า Kv (อัตราการไหลผ่านวาล์วที่ความดัน ต่างศักย์ 1 bar) ของตอนที่วาล์วจะปิดว่ามีอัตราการไหลในขณะนั้น ไม่เกินค่า Kv ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากความดันของขาเข้าในขณะที่ วาล์วเปิดอยู่สูงกว่า 1 bar ต้องไม่ปล่อยให้ของไหลไหลออกทาง ขาออกโดยอิสระ (free outlet) จะต้องมีการจำกัดอัตราการไหล ของขาออกเพื่อรักษาให้ความต่างศักย์ของความดันขาเข้าและขาออก ไม่เกิน 1 bar มิฉะนั้นแผ่นไดอะแฟรมจะเกิดการกระแทกกับ ปากรูทางผ่านหลักอย่างรุนแรงเมื่อปิดวาล์ว ทำให้แผ่นไดอะแฟรม สึกหรอและเสียหายอย่างรวดเร็ว

ก. ข.

รูปที่ 2.27 แสดงลักษณะของโซลินอยด์ชนิดระบบเปิดปิดทางอ้อม
ก. เมื่อยังไม่จ่ายไฟเข้าคอยล์ โซลินอยด์วาล์วจะปิด
ข. เมื่อจ่ายไฟเข้าคอยล์ โซลินอยด์วาล์วจะปิด

2.2.6.3 ระบบลูกผสม (Combined Operation) โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางชนิดปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงานแบบ ลูกผสมนั้นมีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทาง การเปิดรูผ่านหลัก (orifice) ซึ่งอยู่ภายในตัววาล์วนั้นเป็นการผสมผสานทั้งการ ทำให้ความดันของพื้นที่ด้านบนและด้านล่างของแผ่นไดอะแฟรม เสียสมดุลย์บวกกับแรงที่ทุ่น (plunger) ของโซลินอยด์ตัวช่วย ออกแรงยกแผ่นไดอะแฟรมโดยตรงด้วย การทำงานหลักๆของ แผ่นไดอะแฟรมก็เหมือนกับระบบเปิดปิดทางอ้อมจะต่างก็ตรงที่ว่า แม้จะมีความดันขาเข้าเพียงน้อยนิดวาล์วก็สามารถเปิดได้ด้วย แรงยกของทุ่น (plunger) ข้อควรระวังในการใช้วาล์ชนิดนี้นอกจาก ข้อยกเว้นที่วาล์วชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างศักย์ของความดัน ระหว่างขาเข้าและขาออกก็เปิดปิดได้แล้ว ข้อควรระวังอื่นๆก็เหมือนกับ วาล์วระบบเปิดปิดทางอ้อมทุกประการ

2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC (Programmable Logic Controller)

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ [7] (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

2.3.1 ลักษณะการทำงานของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด – สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด – สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.3.2 โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถ อะแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

2.3.2.1 RAM (Random Access Memory)

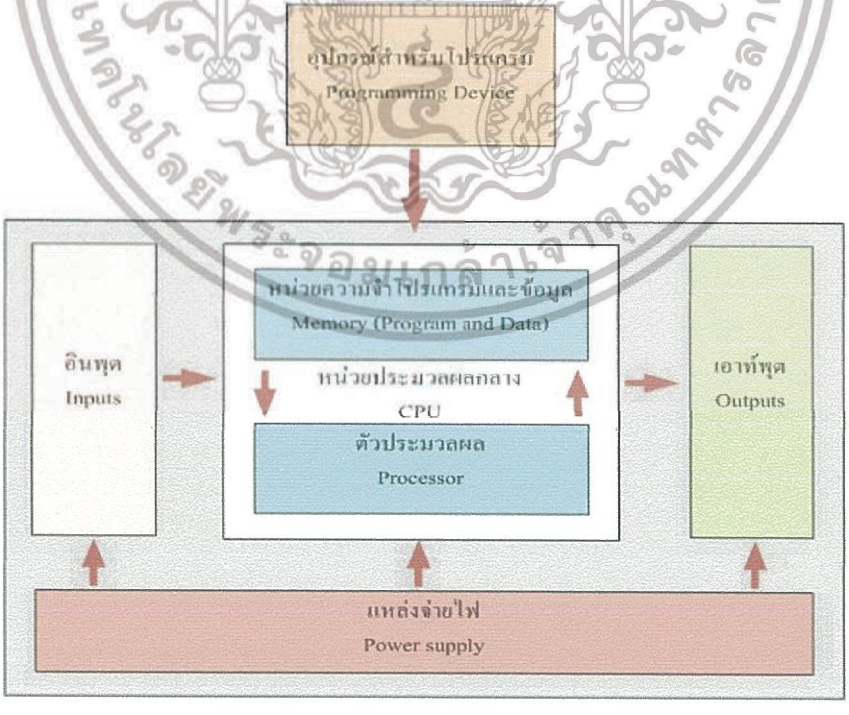
หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2.3.2.2 EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

2.3.2.3 EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)

หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน



รูปที่ 2.28 โครงสร้างของ PLC

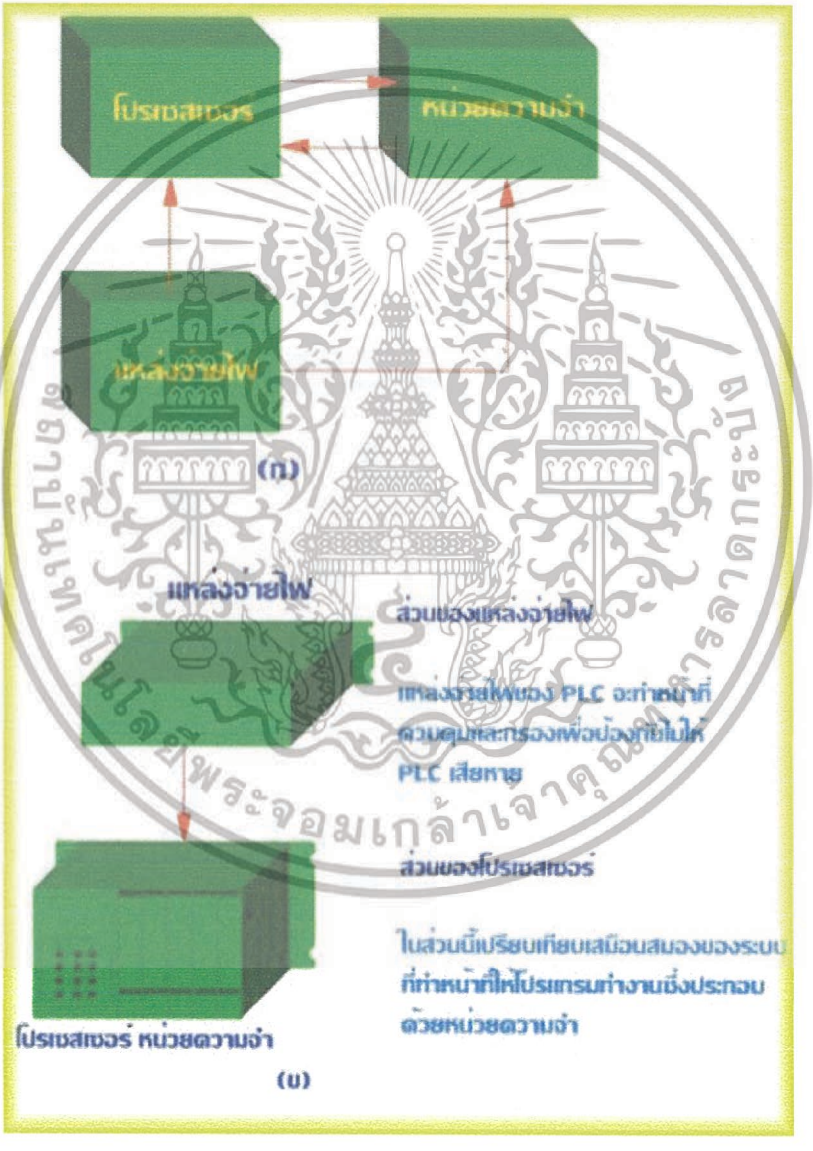
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ส่วนประกอบของ PLC

PLC แบ่งออกได้ 3 ส่วนด้วยกันคือ

2.3.3.1 ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)

CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ หลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์(Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้



รูปที่ 2.29 ส่วนประกอบของ PLC

CPU จะยอมรับ (Read) อินพุตเดต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอ โมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย

การประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุทและเอาท์พุท และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาท์พุท เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 msec. (0.001-0.1วินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุท/เอาท์พุทหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุทมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุด แล้วส่งไปที่หน่วยเอาท์พุท ซึ่งการสแกนของ PLC ประกอบด้วย

1. **I/O Scan** คือ การบันทึกสภาวะข้อมูลของอุปกรณ์ที่เป็นอินพุท และให้อุปกรณ์เอาท์พุททำงาน
2. **Program Scan** คือ การให้โปรแกรมทำงานตามลำดับก่อนหลัง

2.3.3.2 ส่วนที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต (Input Output : I/O)

ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้

สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

1. ทำให้สัญญาณเข้า ได้ระดับที่เหมาะสมกับ PLC
2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร
3. หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering)

ในส่วนของเอาต์พุต จะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลินอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์ เป็นต้น

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

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

2.3.3.3 ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device)

อุปกรณ์การป้อนโปรแกรม (Hand Held) ทำหน้าที่ ควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้ g เขียนขึ้นได้อีกด้วย อุปกรณ์ป้อนโปรแกรม (Hand Held) แต่ละยี่ห้อจะไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์ในการใช้งานที่เหมือนกัน

2.3.4 คอมพิวเตอร์กับ PLC

PLC เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะประเภทหนึ่ง จึงมีโครงสร้างเหมือนคอมพิวเตอร์ แต่มีข้อแตกต่างกันดังต่อไปนี้ คือ

1. PLC ถูกออกแบบให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ความร้อน ความหนาว ระบบไฟฟ้ารบกวน การสั่นสะเทือน การกระแทก

2. การใช้โปรแกรมของ PLC จะไม่ยุ่งยากเหมือนของคอมพิวเตอร์ PLC จะมีระบบตรวจสอบตัวเอง ทำให้ใช้งานได้ง่ายและการบำรุงรักษาง่าย

3. PLC ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้เพียงโปรแกรมเดียว ทำให้ไม่ยุ่งยาก ส่วนคอมพิวเตอร์จะทำงานที่โปรแกรมหลายๆ โปรแกรมพร้อมกัน จึงมีความยุ่งยากกว่า

4. PLC ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตทุกชนิด ทั้งแบบอนาล็อก และแบบลอจิก (ON-OFF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 ความสามารถของ PLC

PLC สามารถควบคุมงานได้ 3 ลักษณะคือ

2.3.5.1 งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control)

ตัวอย่างเช่น

1. การทำงานของระบบรีเลย์
2. การทำงานของไทเมอร์ เคาน์เตอร์
3. การทำงานของ P.C.B. Card
4. การทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติ หรืองานที่เป็นกระบวนการทำงานของเครื่องจักรกลต่างๆ

2.3.5.2 งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control)

ตัวอย่างเช่น

1. การทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร
2. การควบคุมแบบอนาล็อก (Analog Control) เช่น การควบคุมอุณหภูมิ (Temperature) การควบคุมความดัน (Pressure) เป็นต้น
3. การควบคุม P.I.D (Proportional-Intergral-Derivation)
4. การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Sevo-motor Control)
5. การควบคุม Stepper-motor
6. Information Handling

2.3.5.3 การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control)

ตัวอย่างเช่น

1. งานสัญญาณเตือน (Alarm) และ Process Monitoring
2. Fault Diagnostic and Monitoring
3. งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ (RS-232C/RS422)
4. Printer/ASCII Interfacing
5. งานควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม (Factory Automation Networking)
6. LAN (Local Area Network)
7. WAN (Wide Area Network)
8. FA. , FMS., CIM. เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 ขนาดของ PLC

1. ขนาดเล็ก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุต ไม่เกิน 128 จุด
2. ขนาดกลาง มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุต ไม่เกิน 1024 จุด
3. ขนาดใหญ่ มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุต ไม่เกิน 4096 จุด
4. ขนาดใหญ่มาก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุต ไม่เกิน 8192 จุด

2.3.7 การติดตั้ง PLC

2.3.7.1 ข้อควรพิจารณาก่อนติดตั้ง PLC

1. พื้นที่ในการติดตั้งมีเพียงพอหรือไม่
2. จะต้องเผื่อไว้ขยายในอนาคตหรือไม่
3. การซ่อมบำรุงต้องทำได้ง่าย
4. อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรมีผลกระทบกับ PLC หรือไม่
5. วิธีการป้องกัน PLC จากสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย

2.3.7.2 สภาพแวดล้อมหรือสถานที่ที่ไม่ควรติดตั้ง PLC

1. มีแสงแดดส่องโดยตรง
2. มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0° C หรือสูงกว่า 55° C
3. มีฝุ่น หรือไอเกลือ
4. มีความชื้นมาก
5. มีก๊าซที่มีคุณสมบัติกัดกร่อน หรือไวไฟ
6. สั่นสะเทือนมาก

2.3.8 ตู้ควบคุมสำหรับ PLC

1. ต้องป้องกันไม่ให้ PLC เสียหายจากการใช้งานหรือจากส่วนอื่นๆ เช่น จากสิ่งแวดล้อม หรือสิ่งปนเปื้อนในอากาศ เช่น ความชื้น น้ำมัน ฝุ่นผง ก๊าซที่มีฤทธิ์การกัดกร่อน
2. มีขนาดใหญ่เพียงพอ สะดวกในการเดินสายไฟต่างๆ
3. ควรติดตั้งตู้ PLC ห่างจากแผงควบคุมไฟฟ้าแรงสูงอย่างน้อย 8 นิ้ว
4. มีสายดิน
5. ควรแยกการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง
6. ควรแยกการติดตั้งกับอุปกรณ์ที่มีความร้อนสูง เช่น ฮีทเตอร์ หม้อแปลง หรือตัวต้านทานขนาดใหญ่
7. ไม่ควรให้ PLC ติดตั้งอยู่บนเพดาน หรืออยู่กับพื้น
8. ถ้ามีอุณหภูมิสูงกว่า 60° C ควรติดพัดลมเป่าระบายความร้อน
9. ควรต่อสายดินแยกออกจากอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวอื่น คือ สายดินควรมีขนาด 2 ตารางมิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า และค่าความต้านทานของสายดินไม่ควรเกิน 100 โอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.9 วงจรตรรก (Logic)

PLC ใช้วงจรตรรก เพื่อให้เกิดเอาท์พุทที่มีเงื่อนไข (สัญญาณอินพุท) ชนิดต่างๆ หลักการของวงจรตรรก มีดังต่อไปนี้

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

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

2.3.10 ภาษาที่ใช้สำหรับ PLC

2.3.10.1 ภาษาแลดเดอร์ (Ladder Language)

ภาษาแลดเดอร์ประกอบด้วยสัญลักษณ์หน้าสัมผัส ซึ่งรูปแบบจะมีลักษณะคล้ายวงจรของรีเลย์จึงทำให้ การเขียนโปแกรมด้วยภาษาแลดเดอร์จะมีความสะดวกในการเขียนและตรวจได้ง่าย จึงทำให้การเขียนแบบนี้เป็นที่นิยม ระดับงานที่ใช้ควบคุมจะมีทั้งจากวงจรแบบธรรมดาจนถึงแบบซีเควนซ(Sequence) ในลักษณะเปิด-ปิด ภาษาแลดเดอร์จะเป็นภาษาพื้นฐานที่ใช้งานตั้งแต่ PLC ขนาดเล็กเป็นต้นไป

2.3.10.2 ภาษาบูลลีน (Boolean)

ภาษาบูลลีนเป็นภาษาที่มีไว้สำหรับอธิบายความสัมพันธ์ทางลอจิก ทำให้เข้าใจง่าย โดยจะสัมพันธ์กับ AND, OR, และ NOT Gate สัญญาณอินพุทจะเขียนด้วยตัวอักษรA B C เป็นต้น ส่วนสัญญาณเอาท์พุทจะแทนด้วย Y และเครื่องหมายคูณหรือจุด หมายถึง AND เครื่องหมายบวก หมายถึง OR และขีดข้างบน หมายถึง NOT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ของลอจิกและสมการบูลลีน

สัญลักษณ์ลอจิก	คำอธิบายลอจิก	สมการบูลลีน
AND	Y เป็น “1” ถ้า A และ B เป็น “1”	Y = A.B หรือ Y = AB
OR	Y เป็น “1” ถ้า A หรือ B เป็น “1”	Y = A+B
NOT	Y เป็น “1” ถ้า A เป็น “0” Y เป็น “0” ถ้า A เป็น “1”	Y=1 ,A=0 Y=0,A=1
NOT AND	Y เป็น “1” ถ้า A และ B เป็น “0” หรือ A หรือ B เป็น “1” หรือ ทั้ง A และ B เป็น “1”	Y = A.B หรือ Y = AB และ Y = A+B
NOT OR	Y เป็น “1” ถ้า A และ B เป็น “0”	Y = A+B

2.3.10.3 ภาษาสเตจ (Stage)

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

1. ลดเวลาการออกแบบวงจรได้ 1 ใน 3 ถ้าเปรียบเทียบกับภาษาแลดเดอร์
2. ให้ความแม่นยำในการสั่งการทำงานสูง
3. แก้ไขโปรแกรมระหว่างขั้นตอนการทำงานได้ง่าย

ภาษาสเตจประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ

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

“ ON” เมื่อถูกเลือกให้ทำงานจากสเตจอื่น ๆ

“OFF” เมื่อมีเงื่อนไขการทำงาน หรือเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงสเตจ หรือที่เรียกว่า Jump Condition

2. Transaction เป็นการกำหนดรายละเอียดของการทำงาน หรือเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสเตจ หรือกระบวนการทำงานนั้น ๆ เอาต์พุตของสเตจหนึ่ง ๆ จะทำงานเมื่อสเตจนั้นมีสภาวะ "NO"

3. Jump Condition เป็นการกำหนดเงื่อนไขหรืออินพุตที่จะทำให้มีการเปลี่ยนสเตจจากสเตจที่ทำงานอออยู่ไปยังสเตจอื่น ๆ เมื่อเงื่อนไขหรืออินพุตเป็นจริง จะทำให้สเตจนั้นจะมีสถานะเป็น “OFF” และมีผลทำให้เอาต์พุตของสเตจนั้นหยุดการทำงาน

4. Jump Destination หมายถึง สเตจที่ถูกเลือกหรือถูกเปลี่ยน จะมีสถานะเป็น “NO”เมื่อเงื่อนไขหรืออินพุตเป็นจริง

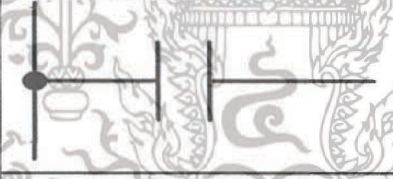
2.3.11 ภาษที่ใช้กับหน่วยลอจิกอินพุต/เอาต์พุต

ในปัจจุบันคำสั่งภาษาแลดเดอร์และภาษาบูลลีนจะเป็นคำสั่งที่นิยมใช้เขียนกันมากซึ่งประกอบด้วย 6 กลุ่มคำสั่งคือ วงจรรีเลย์และปฏิบัติลอจิก, การหน่วยเวลาและจำนวนนับ, การคำนวณทางคณิตศาสตร์,การจัดการข้อมูล และคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรมข้อสังเกตความแตกต่างระหว่างภาษาบูลลีนและภาษาแลดเดอร์ คือ ภาษาบูลลีนจะอยู่ในรูปของคำสั่ง ส่วนภาษาแลดเดอร์จะอยู่ในรูปของสัญลักษณ์

2.3.11.1 วงจรรีเลย์และปฏิบัติลอจิก

1.คำสั่ง LOAD

ตารางที่ 2.3 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง LOAD

คำสั่ง	LOAD
สัญลักษณ์	
ความหมาย	เป็นการนำค่าสภาวะของอินพุต เอาต์พุต ตัวตั้งเวลา ตัวนับ ซีพรีจิสเตอร์ หรือรีเลย์ภายใน ที่กำหนดเข้ามา
หมายเหตุ	คำสั่งนี้ PLC บางเครื่องอาจใช้เป็นคำสั่ง STORE หรือ ORIGIN

2.คำสั่ง AND

ตารางที่ 2.4 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง AND

คำสั่ง	AND
สัญลักษณ์	
ความหมาย	เป็นการนำค่าสภาวะของอินพุต เอาต์พุต ตัวตั้งเวลา ตัวนับ ซีพรีจิสเตอร์ หรือรีเลย์ภายใน ที่กำหนดมาทำลอจิก AND กับค่าสภาวะปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.คำสั่ง OR

ตารางที่ 2.5 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง OR

คำสั่ง	OR
สัญลักษณ์	
ความหมาย	เป็นการนำค่าสภาวะของอินพุต เอาต์พุต ตัวตั้งเวลา ตัวนับ ซีพรีจิสเตอร์ หรือรีเลย์ภายใน ที่กำหนดเข้ามาทำลอจิก OR กับค่าสภาวะปัจจุบัน

4.คำสั่ง NOT

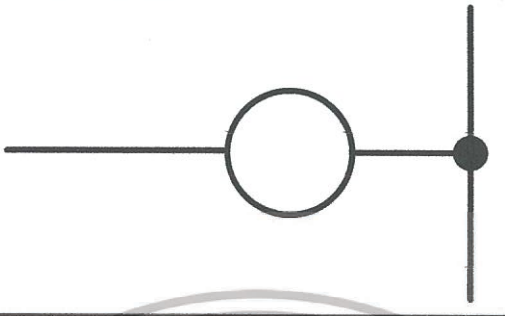
ตารางที่ 2.6 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง NOT

คำสั่ง	NOT
สัญลักษณ์	
ความหมาย	เป็นการกระทำลอจิก NOT กับค่าสภาวะปัจจุบัน โดยปกติแล้วคำสั่งนี้จะหมายถึงหน้าสัมผัสปกติปิดของอุปกรณ์ต่างๆของ PLC โดยจะใช้ร่วมกับ LOAD,AND และ OR
ความหมาย	เป็นการกระทำลอจิก NOT กับค่าสภาวะปัจจุบัน โดยปกติแล้วคำสั่งนี้จะหมายถึงหน้าสัมผัสปกติปิดของอุปกรณ์ต่างๆของ PLC โดยจะใช้ร่วมกับ LOAD, AND และ OR
หมายเหตุ	คำสั่งนี้ PLC บางเครื่องอาจใช้เป็นคำสั่ง INVERSE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.คำสั่ง OUT

ตารางที่ 2.7 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง OUT

คำสั่ง	OUT
สัญลักษณ์	
ความหมาย	เป็นการให้ค่าสภาวะแก่อุปกรณ์ทางเอาต์พุตต่างๆโดยทั่วไปจะได้แก่OUT PUT, INTERNAL RELAY, SPECIAL RELAY

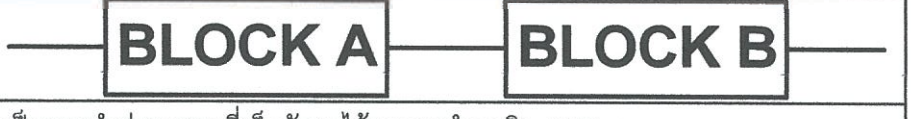
6.คำสั่ง END

ตารางที่ 2.8 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง END

คำสั่ง	END
สัญลักษณ์	
ความหมาย	คำสั่งนี้จะถูกใช้เมื่อสิ้นสุดการเขียนโปรแกรมหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นส่วนสุดท้ายของโปรแกรมนั่นเอง

7.คำสั่ง AND LOAD

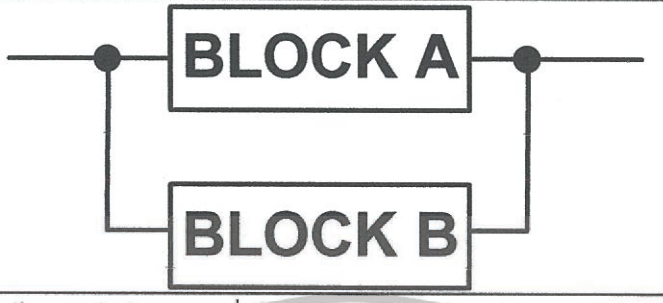
ตารางที่ 2.9 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง AND LOAD

คำสั่ง	AND LOAD
สัญลักษณ์	
ความหมาย	เป็นการนำค่าสภาวะที่เก็บรักษาไว้มากระทำลอจิก AND
หมายเหตุ	คำสั่งนี้ PLC บางเครื่องอาจใช้เป็นคำสั่ง AND BLOCK หรือ AND STORE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.คำสั่ง OR LOAD

ตารางที่ 2.10 แสดงรายละเอียดของคำสั่ง OR LOAD

คำสั่ง	OR LOAD
สัญลักษณ์	
ความหมาย	เป็นการนำค่าสภาวะที่เก็บรักษาไว้มากระทำลอจิก OR กับค่าสภาวะปัจจุบัน
หมายเหตุ	คำสั่งนี้ PLC บางเครื่องอาจใช้เป็นคำสั่ง OR BLOCK หรือ OR STORE

2.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเซนเซอร์

เซ็นเซอร์ ถูกนำไปใช้ในระบบอัตโนมัติในแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากขนาดกะทัดรัด อายุการใช้งานที่ยาวนาน และความเที่ยงตรงสูง ล้วนมีส่วนเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยในระบบอัตโนมัติ เซ็นเซอร์ถูกนำไปใช้สำหรับการวัดขนาด การนับ การคัดเลือก และการตรวจสอบ เซ็นเซอร์ช่วยแยกแยะขนาดของวัตถุ กำหนดตำแหน่ง การแยกสี แยกรูปร่างที่ต่างกันของชิ้นงาน เซ็นเซอร์มีส่วนอย่างมากในการตรวจและควบคุมการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนของเครื่องจักร

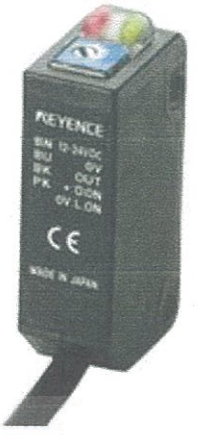
2.4.1 โฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์ (Photoelectric Sensors)

โฟโตอิเล็กทริคเซนเซอร์ [8] เป็นเซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้ลำแสงในการตรวจจับวัตถุ สามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิด มีระยะตรวจจับวัตถุไกล เวลาตอบสนองรวดเร็ว ใช้กับงานที่ต้องการความเร็วในการตรวจจับสูง และตรวจจับวัตถุได้โดยไม่ต้องสัมผัส

คุณลักษณะโดยทั่วไป

- สามารถตรวจจับวัตถุแบบไม่ต้องสัมผัส
- สามารถตรวจจับวัตถุมากกว่า 10 เมตร
- สามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิด
- สามารถตรวจจับ สี, ขนาด, ความลึก, ตำแหน่ง, พื้นที่, และ อื่นๆ
- แสดงการตอบสนองโดยการกระพริบของ LED
- ความละเอียดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 แสดงลักษณะของโฟโต้อิเล็กทริค

การประยุกต์ใช้งาน

1. การวัดระยะทางและวัดระยะการเคลื่อนที่

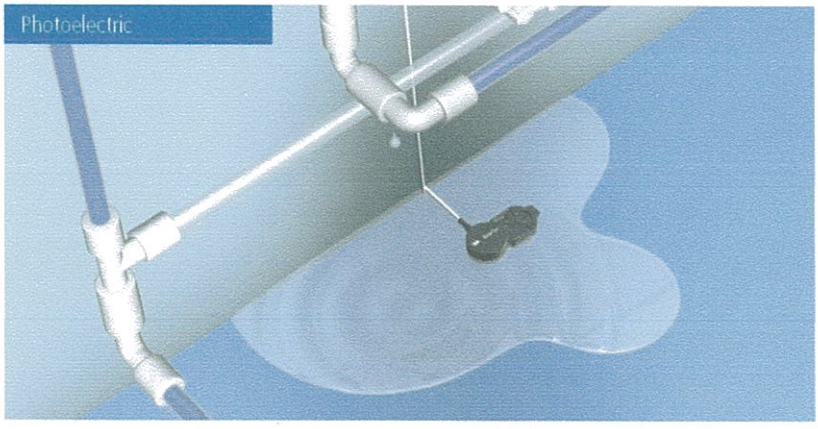
สำหรับวัดระยะวัดได้แม่นยำ สามารถวัดได้ ถึงระยะ 13 m มีความละเอียดในการวัดถึง 2 μm สามารถใช้ได้กับการวัดวัตถุชนิดใด และสีแบบไหนก็ได้

รูปที่ 2.31 แสดงการวัดระยะทางโดยเซนเซอร์โฟโต้อิเล็กทริค

2. การวัดระดับและการตรวจจับของเหลว

วัดระดับและการรั่ว ตรวจจับของเหลวได้ง่ายและเที่ยงตรง สามารถใช้งานได้หลากหลายสิ่งแวดล้อม ทนสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 แสดงการวัดระดับและการรั่วโดยเซนเซอร์โฟโต้อิเล็กทริค

2.4.2 ไฟเบอร์ออฟติกเซ็นเซอร์ (Fiber Optic Sensors)

ไฟเบอร์ออฟติกเซ็นเซอร์ [10] เป็นอุปกรณ์ตรวจจับหรือตรวจวัดชิ้นงานรูปแบบหนึ่ง โดยใช้หลักการทางด้านแสงในการตรวจจับ โดยมีอุปกรณ์หลักๆ สำคัญๆ 2 ส่วนด้วยกันคือ

1. เซ็นเซอร์ (Sensors) เป็นส่วนที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด, แอมปลิไฟเออร์ (Amplifier) เป็นอุปกรณ์สำหรับการขยายสัญญาณ และส่วนที่ใช้ยึดติดกับสายไฟเบอร์ บางโมเดลสามารถกันน้ำได้ มีซีล และ IP67 จะสามารถติดตั้งโดยตรงกับเครื่องจักรได้ทันที บางโมเดลจะติดตั้งบนราง DIN เพื่อรวบรวมและติดบริเวณชุดควบคุมของเครื่องจักรนั้นๆ

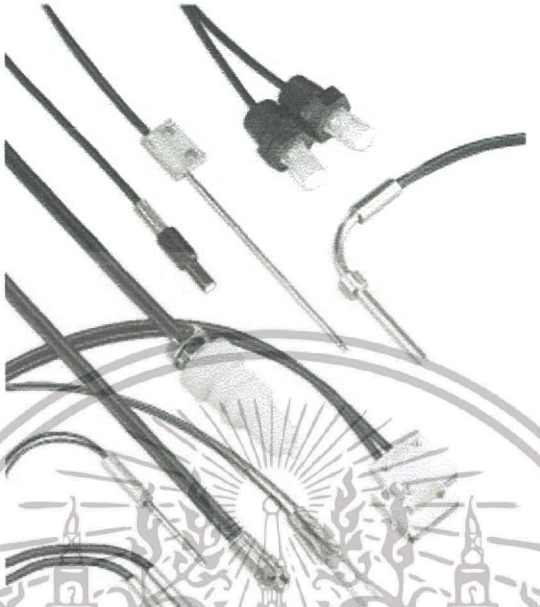
รูปที่ 2.33 แสดงลักษณะของ Amplifier

2. สายไฟเบอร์ (Fibers) เป็นส่วนที่ไม่มีส่วนประกอบของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เลย ใช้สำหรับส่งผ่านและรับแสงจาก LED ของเซ็นเซอร์ไปยังชิ้นงาน สายไฟเบอร์ปกติจะมี 2 รูปแบบคือ

1) สายไฟเบอร์แก้ว (Glass fiber) มีข้อดีคือการรับ-ส่งแสงจะมีคุณภาพสูง ส่งได้ระยะไกลและทนต่อสภาพแวดล้อมใช้งานได้ดี แต่ก็มีข้อเสียในเรื่องการดัด ตัดแต่ง สายไฟเบอร์นั้นทำได้ยากและราคาจะสูงกว่าสายไฟเบอร์พลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สายไฟเบอร์พลาสติก (Plastic fiber) มีข้อดีคือราคาไม่แพง การดัด ตัด แต่ง สายไฟเบอร์สามารถทำได้โดยง่าย สะดวกแก่การติดตั้ง แต่ก็มีข้อเสียในเรื่องไม่ทนต่อสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงหรือมีการสัมผัสสารเคมี



รูปที่ 2.34 แสดงลักษณะของสายไฟเบอร์

การติดตั้ง

การติดตั้งตัวเซ็นเซอร์จะติดตั้งบริเวณด้านนอกหรือบริเวณชุดควบคุม จะมีเพียงส่วนของสายไฟเบอร์และส่วนหัวเท่านั้นที่ติดตั้งในบริเวณพื้นที่ตรวจจับชิ้นงาน

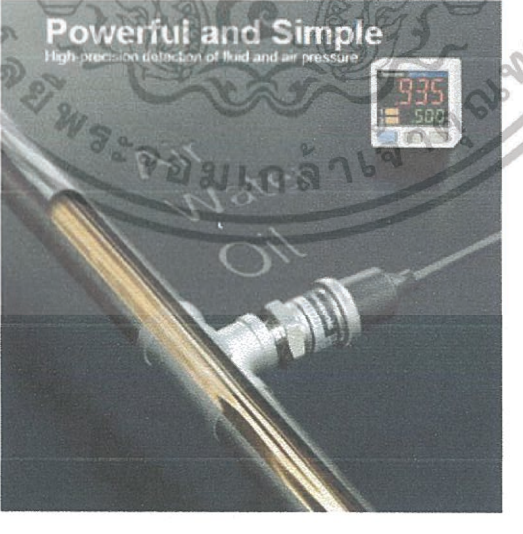
รูปที่ 2.35 แสดงลักษณะการติดตั้งไฟเบอร์ออฟติกในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟเบอร์ออฟติกเซ็นเซอร์กับเซ็นเซอร์ทางแสงทั่วไปเช่น โฟโต้อิเล็กทริคเซ็นเซอร์ นั้น ลักษณะการใช้งานต่างกันอย่างไร สภาวะแบบไหนที่เหมาะสมกับการใช้ไฟเบอร์ออฟติกเซ็นเซอร์

1. พื้นที่สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เล็กมาก หรือไม่สามารถนำโฟโต้อิเล็กทริคเซ็นเซอร์เข้าไปยึดติดได้ ไฟเบอร์ออฟติกเซ็นเซอร์จะแก้ปัญหานี้ได้อย่างง่ายดาย เพียงใช้แค่ส่วนหัวของสายไฟเบอร์เพื่อติดตั้งและตรวจจับชิ้นงาน
2. บริเวณที่มีอุณหภูมิสูง คงไม่เหมาะสมถ้าเราจะนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไปติดตั้งใช้งานในที่ที่มีอุณหภูมิสูง แต่ส่วนของสายไฟเบอร์นั้นไม่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ถึง 480 องศาเซลเซียส
3. บริเวณหรือพื้นที่ที่สั่นสะเทือน เนื่องจากตัวสายไฟเบอร์นั้นมีน้ำหนักที่เบามาก ฉะนั้นแรงสั่นสะเทือนจึงไม่ส่งผลกระทบต่อการตรวจจับชิ้นงานของไฟเบอร์ออฟติกเซ็นเซอร์
4. พื้นที่ที่มีสารกัดกร่อนหรือมีความชื้นสูงนั้นจะไม่สามารถใช้งานเซ็นเซอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้โดยตรง แต่การใช้เพียงแค่สายไฟเบอร์ในรูปแบบกันสารเคมีจะเหมาะสมและสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมดังกล่าวได้ดีกว่า
5. พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการระเบิด (Explosive area) เนื่องจากสายไฟเบอร์เป็นเพียงอุปกรณ์ที่ใช้นำแสงเท่านั้น ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในสายไฟเบอร์ จึงปลอดภัย
6. สภาพแวดล้อมที่มีสัญญาณรบกวน เนื่องจากส่วนของสายไฟเบอร์เป็นอุปกรณ์ทางด้านวัสดุนำแสง ซึ่งไม่มีส่วนของอิเล็กทรอนิกส์ไว้ต่อสัญญาณรบกวน ฉะนั้นในสภาพแวดล้อมที่มีสัญญาณจึงไม่มีผลกระทบต่อไฟเบอร์ออฟติกเซ็นเซอร์
7. รูปแบบส่วนหัวของสายไฟเบอร์ออฟติกมีกลายหลายรูปแบบ สามารถเลือกใช้งานได้หลากหลาย

2.4.3 เซนเซอร์วัดความดัน (Pressure Sensor)



รูปที่ 2.36 แสดงลักษณะของเซนเซอร์ความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์วัดความดัน [11] เป็นเซนเซอร์ที่ใช้วัดแรงดันจากลมหรือแรงดันที่เกิดจากของเหลว เพราะส่วนใหญ่ในขั้นตอนการผลิตนั้นจะต้องอาศัยแรงดันจากแหล่งต่าง ๆ ดังนั้น เซนเซอร์ (Sensor) ที่ใช้วัดจะต้องมีความแม่นยำพอสมควรและถ้าจะให้ดีต้องมีเอาต์พุต (Output) ที่จ่ายออกมาและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้

อุปกรณ์ตรวจวัดความดันของก๊าซหรือเหลว เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีความสัมพันธ์กับความดัน เซนเซอร์ถูกสร้างให้มีเยื่อบางที่สามารถโค้งงอตามความดัน ซึ่งระดับความโค้งงอสามารถวัดได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความต้านทาน หรือ การเปลี่ยนแปลงของการเก็บประจุในการพัฒนาเซ็นเซอร์แรกเริ่มทำด้วยวิธีการประดิษฐ์โครงสร้างจุลภาคบนพื้นผิว (Surface Micromachining) สำหรับใช้งานในช่วงความดันต่างๆ เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์และเซ็นเซอร์ตรวจวัดแรงดันในเส้นเลือด เป็นต้น

รูปที่ 2.37 แสดงลักษณะการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ความดัน

จากรูปที่ 2.37 จะเห็นว่าเซนเซอร์ความดันสามารถประยุกต์ใช้ในสายการผลิตของอุตสาหกรรมต่างๆได้ ดังเช่น ใช้ตรวจวัดความดันในการหยิบจับชิ้นงาน และสามารถใช้วัดความดันภายในภาชนะบรรจุของเหลวหรือก๊าซได้

2.5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบนิวเมติกส์

ระบบนิวเมติกส์ [12] หมายถึง ระบบการส่งถ่ายกำลังโดยอาศัยความดันลมเป็นตัวกลางในการส่งถ่ายกำลัง โดยมีอุปกรณ์ เช่น กระบอกสูบ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมให้เป็นพลังงานกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 อุปกรณ์ของระบบนิวเมติกส์

2.5.1.1 เครื่องอัดลม (Air comporessor)

ทำหน้าที่ผลิตลมอันให้ได้ความดันตามที่ต้องการ โดยจะดูดอากาศที่ความดันบรรยากาศแล้วอัดให้มีความดันเพิ่มสูงขึ้น ลมอันที่ผลิตได้จะถูกเก็บไว้ที่ถังพักลมอัดก่อนที่จะจ่ายให้ระบบ

2.5.1.2 ถังพักลมอัด (Receiver)

มีหน้าที่เก็บปริมาณลมอัดที่ผลิตได้จากเครื่องอัดลม ให้มีปริมาณลมอัดที่เพียงพอกับการจ่ายให้กับระบบและยังช่วยรักษาระดับความดันให้คงที่ และยังช่วยระบายความร้อนจากลมอัด ซึ่งจะทำให้ไอน้ำที่ผสมเข้ามากับลมอัดเกิดการควบแน่นเป็นน้ำอยู่ที่ถังพัก และสามารถระบายออกได้ที่วาล์วระบายด้านล่าง

รูปที่ 2.38 แสดงลักษณะของถังพักลมอัด

2.5.1.3 เครื่องระบายความร้อนลมอัด (After Cooler)

ทำหน้าที่ระบายความร้อนลมอัดให้มีอุณหภูมิลดลงทำให้ไอน้ำหรือความชื้นที่ผสมกับลมอัดกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ จึงเป็นตัวดึงเอาไอน้ำออกจากลมอัด มีทั้งแบบใช้ลมเป่าระบายความร้อน และใช้น้ำระบายความร้อน

2.5.1.4 เครื่องกรองลมหลัก (Main Air Filter)

มีหน้าที่กรองเศษฝุ่นละออง และไอน้ำที่ผสมมากับลมอัดให้สะอาดก่อนนำลมอัดไปใช้งาน ซึ่งลมอัดที่เข้ามาจะมีความดันและจะไหลลงไปที่ตัวกรองที่เป็นรูปกรวย ทำให้เกิดการหมุนเหวี่ยงเศษฝุ่นผงซึ่งจะไปติดค้างที่ไส้กรอง และน้ำจะตกลงด้านล่างซึ่งมีรูระบายออก จึงทำให้ลมอัดที่ไหลออกไปมีความแห้งและสะอาดยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.5 เครื่องกำจัดความชื้น (Air Dryer)

ทำหน้าที่กำจัดความชื้นออกจากลมอัด โดยปกติเครื่องระบายความร้อนไม่สามารถที่จะกำจัดความชื้นหรือไอน้ำออกได้หมดจึงจำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ที่ทำให้ลมอัดแห้งปราศจากความชื้น เพื่อไม่ให้เกิดสนิมภายในอุปกรณ์

2.5.1.6 ชุดปรับสภาพของลมอัด (Service Unit)

ในระบบนิวเมติกส์ก่อนนำลมอัดไปใช้งาน จะต้องมีอุปกรณ์ช่วยทำความสะอาดลมอัดอีกครั้งหนึ่ง รวมทั้งจะต้องรักษาแรงดันลมอัดให้ได้ตามต้องการ และบางครั้งต้องผสมละอองหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์ในวงจรนิวเมติกส์ด้วยประกอบด้วย

1. Filter **(ตัวกรองลมอัด)** มีหน้าที่กำจัดสิ่งสกปรกฝุ่นละอองและไอน้ำที่ผสมมากับลมอัด

2. Pressure Regulator **(ตัวควบคุมความดัน)** มีหน้าที่ควบคุมความดันลมอัดด้านใช้งานให้คงที่ และรักษาปริมาณลมอัดในการใช้งานให้คงที่

3. Lubricator **(ตัวผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น)** มีหน้าที่จ่ายสารหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์นิวเมติกส์ เพื่อช่วยลดการสึกหรอและป้องกันการเกิดสนิมในอุปกรณ์ต่างๆ

4. Pressure Gauge **(เกจวัดความดัน)** ใช้สำหรับวัดความดัน ปกติจะติดตั้งอยู่ทางออกของตัวควบคุมความดันลมอัด

2.5.1.7 วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve)

มีหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการไหลของลมอัดทำให้อุปกรณ์ทำงานของระบบนิวเมติกส์เคลื่อนที่ตามทิศทางที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน เช่น กระบอกสูบ มอเตอร์ลม สามารถทำงานและเคลื่อนที่ในทิศทางที่ถูกต้องตามความต้องการ โดยใช้หลักการเปิดปิดลมอัดจากรูลมอัดหนึ่งไปยังรูลมอักอีกรูหนึ่ง

2.5.1.8 วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Flow Control Valve)

มีหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงาน ให้ช้าหรือเร็ว โดยการปรับอัตราการไหลของลมอัด

2.5.1.9 กระบอกสูบ (Cylinder)

เป็นอุปกรณ์ทำงานชนิดหนึ่งในระบบนิวเมติกส์ที่มีการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดเป็นพลังงานกล แบ่งเป็น

1. **กระบอกสูบทางเดียว** (Single Acting Cylinder) เป็นกระบอกสูบทางเดียวใช้แรงดันลมกระทำก้านสูบให้เคลื่อนที่เพียงด้านเดียว ส่วนการเคลื่อนที่กลับจะอาศัยแรงสปริง กระบอกสูบแบบนี้จะใช้กับงานที่ต้องการแรงกระทำไม่มากนัก เนื่องจากแรงที่กระทำกับโหลดจะถูกต้านด้วยแรงสปริง ขนาดของกระบอกสูบประเภทนี้ที่นิยมผลิตกันจะมีขนาดไม่โตกว่า 10 เซนติเมตร และระยะชักไม่เกิน 10 เซนติเมตร

2. **กระบอกสูบสองทาง (Single Acting Cylinder)** เป็นกระบอกสูบสองทางใช้แรงดันลมกระทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่เข้า และออกทั้งสองทาง แรงกระทำที่ได้จากกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดนี้จะมากกว่ากระบอกสูบแบบทางเดียว เพราะไม่มีแรงสปริงเป็นตัวต้าน จึงเหมาะสำหรับงานแทบทุกประเภทที่ต้องการการเคลื่อนที่ในลักษณะที่เป็นแนวเส้นตรง

3. กระบอกสูบสองทางชนิดมีตัวกันกระแทก (Cushioned Cylinder) ในงานบางอย่างการเคลื่อนที่เข้าและออกของก้านสูบจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่งและความเร็วสูง ทำให้เกิดการกระแทกระหว่างลูกสูบกับฝาสูบ งานลักษณะนี้ถ้าไม่มีการป้องกันจะทำให้กระบอกสูบชำรุดหรือมีอายุการใช้งานสั้นลงได้ ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้มีเบาะลมคอยต้านการกระแทกของลูกสูบก่อนจะสุดช่วงชัก โดยการบังคับให้ลมไหลผ่านช่องแคบๆ ที่อาจจะปรับค่าได้

4. กระบอกสูบแบบไม่มีก้านสูบ (Rod less Cylinder) เหมาะกับงานที่ต้องการช่วงชักยาว พื้นที่ใช้งานจำกัด การทำงานจะใช้ลมอัดไปดันลูกสูบที่มีแม่เหล็กติดไว้กับลูกสูบให้เคลื่อนที่ เป็นผลทำให้ปลอกเลื่อนภายนอกซึ่งก็มีแม่เหล็กติดอยู่เคลื่อนที่ตามไปด้วย

2.5.2 วิธีการควบคุมระบบนิวเมติกส์

2.5.2.1 การควบคุมด้วยลมอัด (Pneumatic)

จะใช้ลมอัดเป็นต้นกำลังและเป็นสัญญาณให้การควบคุมอุปกรณ์นิวเมติกส์ให้ทำงานตามที่ต้องการ เหมาะกับลักษณะงานที่จะก่อให้เกิดอันตราย ไม่สามารถใช้สัญญาณไฟฟ้าในการควบคุมได้

2.5.2.2 การควบคุมนิวเมติกส์ด้วยไฟฟ้า (Electronic Pneumatic)

ใช้ลมอัดเป็นต้นกำลังและสัญญาณไฟฟ้าในการควบคุมอุปกรณ์นิวเมติกส์ให้ทำงานโดยอาศัยรีเลย์เป็นอุปกรณ์หลักในการควบคุม ข้อเสีย มีความยุ่งยากในการต่อวงจรควบคุม ไม่เหมาะกับงานที่มีการเปลี่ยนแปลงการทำงานอยู่บ่อยๆ

2.5.2.3 การควบคุมนิวเมติกส์ด้วย PLC

คล้ายกับการควบคุมนิวเมติกส์ไฟฟ้า แต่ใช้ PLC เป็นตัวควบคุมแทนระบบควบคุมด้วยรีเลย์ ข้อดี สามารถควบคุมการทำงานที่ยุ่งยาก ซับซ้อนได้ดี เหมาะกับงานที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขบ่อยๆ

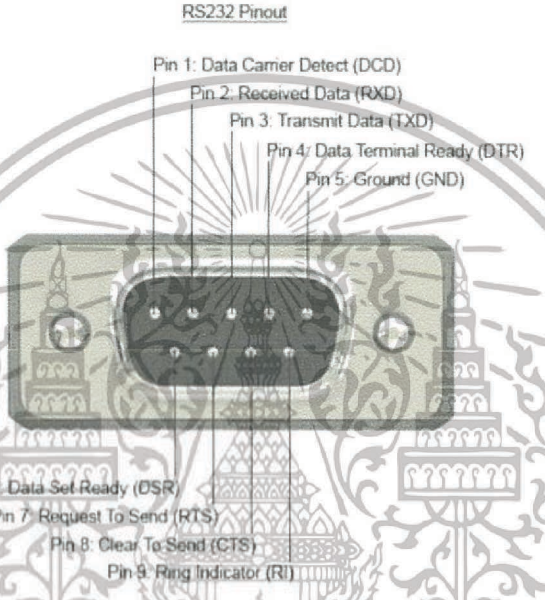
2.6 พอร์ตอนุกรม RS232 (Serial Port RS232)

Serial Port คือ พอร์ตอนุกรม [13] การเคลื่อนย้ายข้อมูลแบบอนุกรมนั้นเป็นการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต ข้อดีของ การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมคือ สามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกลและใช้สายสัญญาณที่น้อยกว่าการ สื่อสารข้อมูลโดยปกติพอร์ตอนุกรม RS-232C จะสามารถต่อสายได้ยาว 50 ฟุตโดยประมาณ ขึ้นอยู่กับ ชนิด ของ สายสัญญาณ, ระยะทาง, และ ปริมาณ สัญญาณ รบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.39 แสดงลักษณะพอร์ตอนุกรมของ PC DB9 ตัวผู้ (Male)

รูปที่ 2.40 แสดงลักษณะพอร์ตอนุกรมของ PC DB9 ตัวเมีย (Female)



รูปที่ 2.41 แสดงคุณสมบัติของขาสัญญาณ

ตารางที่ 2.11 ตารางคุณสมบัติของขาสัญญาณ

Pin	Description	Type		Vb6Control
1)	Data Carrier Detect (DCD)	Input	←	CDHolding = True/False
2)	Received Data (RXD)	Input	←	Input =8 bit
3)	Transmitted Data (TXD)	Output	→	Output =8 bit
4)	Data Terminal Ready (DTR)	Output	→	DTREnable =Enable/Disable
5)	Signal Ground (GND)	Ground		
6)	Data Set Ready (DSR)	Input	←	DSRHolding = True/False
7)	Request To Send (RTS)	Output	→	RTSEnable = Enable/Disable
8)	Clear to Send (CTS)	Input	←	DSRHolding = True/False
9)	Ring Indicator (RI)	Input	←	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 การทำงานของขาสัญญาณ DB9

TXD เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูล

RXD เป็นขาที่ใช้รับข้อมูล

DTR แสดงสภาวะพอร์ตว่าเปิดใช้งาน ,**DSR** ตรวจสอบว่าพอร์ต ที่ติดต่อด้วย เปิดอยู่หรือไม่ โดยเมื่อเปิดพอร์ตอนุกรม ขา DTR จะ ON เพื่อให้อุปกรณ์ได้รับทราบว่าต้องการติดต่อด้วยและในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา DSR ว่าอุปกรณ์พร้อมหรือไม่

RTS แสดงสภาวะพอร์ตว่าต้องการส่งข้อมูล ,**CTS** ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่ออยู่ต้องการส่งข้อมูลหรือไม่ โดยเมื่อต้องการส่งข้อมูลขา RTS จะ ON และจะส่งข้อมูลออกที่ขา TXD เมื่อส่งเสร็จก็จะ OFF และในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา CTS ว่าอุปกรณ์ต้องการที่จะส่งข้อมูลหรือไม่

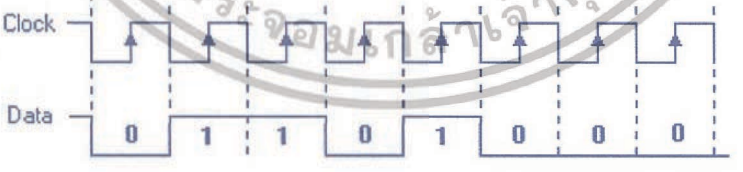
GND ขา ground

2.6.2 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-232

การกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม EIA RS-232 (x) เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรม โดยคณะกรรมการสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association) ออกแบบมา เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบ อะซิงโครนัส 2 ทิศทาง เพื่อให้มีการใช้งานในการเชื่อมต่อที่สอดคล้องกัน ระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ การรับส่งสัญญาณจะมีระดับสัญญาณตั้งแต่ 3 โวลท์ จนถึง 15 โวลท์ สำหรับลอจิก "0" และมีระดับแรงดันที่ -3 โวลท์ จนถึง -15 โวลท์ สำหรับลอจิก "1"

2.6.2.1 ประเภทของการสื่อสารแบบอนุกรม แบ่งตามลักษณะสัญญาณในการส่งแบ่งได้ 2 แบบ คือ

1.การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) เป็นการสื่อสารข้อมูลโดยใช้สัญญาณนาฬิกาในการควบคุมจังหวะของการรับส่งสัญญาณ

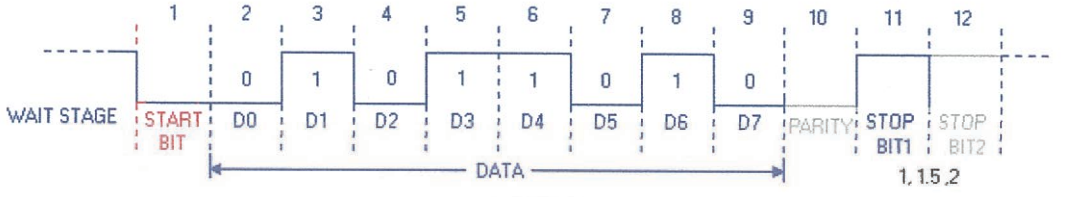


รูปที่ 2.42 แสดงลักษณะการสื่อสารแบบซิงโครนัส

2. การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) เป็นการสื่อสารที่ใช้สายข้อมูลเพียงตัวเดียวจะใช้รูปแบบของการส่งข้อมูล (Bit Pattern) เป็น ตัวกำหนดว่าส่วนไหนเป็นส่วนเริ่มต้นข้อมูล ส่วนไหนเป็นตัวข้อมูล ส่วนไหนจะเป็นตัวตรวจสอบความถูกต้อง ของข้อมูล และส่วนไหนเป็นส่วนปิดท้ายของข้อมูล โดยต้องกำหนดให้สัญญาณนาฬิกาเท่ากันทั้งภาคส่งและ ภาครับในการสื่อสาร โดยจะใช้สายเพียงเส้นเดียวในการส่งข้อมูล หรือรับข้อมูล (คำว่าเส้นเดียวหมายความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

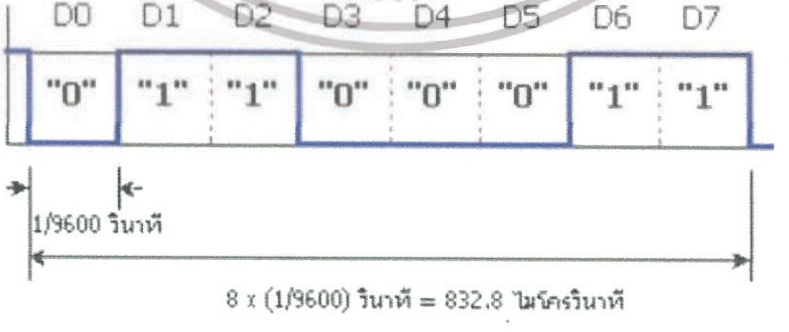
ว่าสายส่ง(TxD) 1 เส้น สายรับ(RxD) 1 เส้น และสายกราวด์ร่วม (Ground) 1 เส้น) นำมาใช้สื่อสารข้อมูลกับ อุปกรณ์ภายนอกในระยะทางที่ไกล ถ้าหากต้องการส่งข้อมูลขนาด 8 บิต ก็จะทำการส่งข้อมูลออกไปทีละบิต เป็นลำดับไป ในการรับสัญญาณที่ส่งมาทีละบิต จะทำการตรวจสอบระดับแรงดันของสัญญาณที่เข้ามาเพื่อ แปลงเป็นลอจิก "1" หรือ "0" เมื่อรับข้อมูลเข้ามาครบใน 1 ไบต์ที่กำหนดไว้ก็จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูล



รูปที่ 2.43 แสดงลักษณะการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส

จากรูปที่ 2.43 จะเห็นว่า เมื่อไม่มีการส่งข้อมูล ขา data จะมีสถานะเป็นโลจิก "1" หรือสถานะหยุดรอ (Waiting stage) และเมื่อเริ่มต้นส่งข้อมูลจะให้ขา data เป็นโลจิก "0" เป็นจำนวน 1 บิต เรียกว่าบิตเริ่มต้น (Star bit) จากนั้นก็จะเริ่มต้นส่งข้อมูล โดยส่งบิตต่ำไปก่อน (LSB) แล้วตามด้วยพาริตี้บิต (จะมีหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับการติดตั้งค่า ของทั้งสองฝ่าย) สุดท้ายตามด้วยโลจิก "1" อย่างน้อย 1 บิต (มีขนาด 1, 1.5, หรือ 2 บิต) เพื่อแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูล

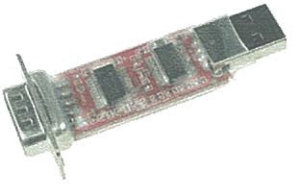
2.6.2.2 จังหวะเวลาของการสื่อสารข้อมูลอนุกรม ในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมเพื่อรับหรือส่งข้อมูล จะเป็นลักษณะของกลุ่มข้อมูล ดังนั้นอัตรา ความเร็วจะต้องมีค่าเท่ากันระหว่างการรับและการส่งโดยทั่วไปเราจะระบุความเร็วของจำนวนบิตในการรับ และส่งข้อมูล เป็นจำนวนของบิตที่จะส่งใน 1 วินาที โดยเรียกความเร็วในการส่งข้อมูลว่า อัตราบอด(Baud Rate) ซึ่งมีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที เช่น 300, 1,200, 2,400, 4,800 และ 9,600 บิตต่อวินาที ในรูป 12 ถ้าหาก มีการส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที จะใช้เวลาในการรับส่งข้อมูลหนึ่งบิตมีค่าเท่ากับ 1/9600 หรือ 104.1 ไมโครวินาที และเวลาในการรับส่งข้อมูลทั้ง 8 บิตจะมีค่าเท่ากับ 8 x 104.1 หรือ 832.8 ไมโครวินาที



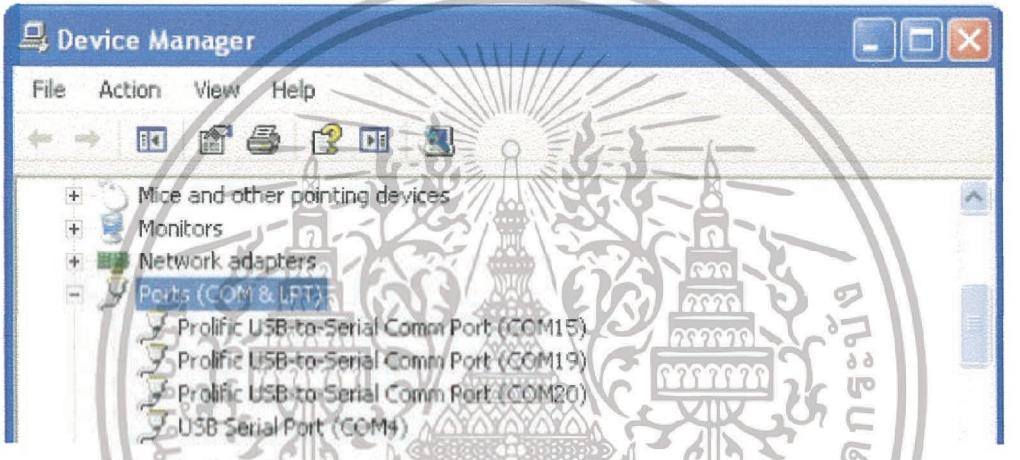
รูปที่ 2.44 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรมด้วยความเร็ว 9600 บิตต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันจะไม่มีการติดตั้งพอร์ตอนุกรมมาให้กับตัวเครื่องเราจึงต้องอาศัยอุปกรณ์ต่อพ่วง ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอนุกรมโดยต่อผ่านชองทางพอร์ทชนิด USB แทน อุปกรณ์ชนิดนี้เรียกว่า USB To



รูปที่ 2.45 แสดงลักษณะของ RS232 to USB Converter



รูปที่ 2.46 แสดงลักษณะเมื่อติดตั้ง RS-232 Converters

จากรูปที่ 2.46 จะเห็นว่าเมื่อติดตั้ง RS-232 Converters เรียบร้อยแล้วในส่วนของ Driver Manager จะพบหมายเลข คอมพอร์ทซึ่งจะนำไปใช้อ้างอิงในภายหลัง

2.7 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการรับ-ส่งค่าผ่าน Serial Port ระหว่าง PLC กับ C#

การรับ-ส่งค่าระหว่าง PLC กับ C# [14] จะสื่อสารกันด้วยรหัสแอสกี้ (Ascii) ในรูปเลขฐานสิบหก คือเมื่อ PLC ต้องการส่งค่าไปให้ C# ก็จะส่งเป็นเลขฐาน 16 บิตออกไป ซึ่งข้อความที่ส่งไปนั้นจำเป็นต้องใส่บิตเริ่มและบิตจบด้วย เพื่อให้ C# สามารถแยกข้อความแต่ละอันออกได้ และเมื่อ C# ได้รับก็เลขฐาน 16 บิตก็จะทำการกรองบิตเริ่มกับบิตจบออก ทำให้ได้ข้อความเพื่อนำไปใช้ตามที่ต้องการ ในขณะเดียวกันเมื่อ C# ต้องการส่งค่าไปให้ PLC ก็จะส่งเลขฐาน 16 บิตออกไป และเมื่อ PLC ได้รับข้อความ ก็สามารถนำไปใช้ตามที่ต้องการได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 รหัสมาตรฐาน ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

เดิมการแทนรหัสฐานสองด้วยพยัญชนะในภาษาต่างๆเป็นการกำหนดกันเอง ขึ้นอยู่กับว่าใครพัฒนาขึ้นมาทำให้การส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างชนิดไม่สามารถส่งผ่านกันได้เพราะใช้รหัสในเลขฐานสองไม่เหมือนกัน ดังนั้นเพื่อที่จะให้สื่อสารกันได้ จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานของรหัสขึ้น สำหรับภาษาอังกฤษ เรียกว่า รหัสแอสกี้

American Standard Code For Information Interchange (ASCII) [14] เป็นรหัสที่พัฒนาขึ้นโดยสถาบันมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (American National Standard Institute: ANSI) เรียกว่า ASCII Code ซึ่งเป็นที่นิยมในกลุ่มผู้สร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป รหัสนี้ได้มาจากรหัสขององค์กรมาตรฐานระหว่างประเทศ (International Standardization Organization: ISO) ขนาด 7 บิท ซึ่งสามารถสร้างรหัสที่แตกต่างกันได้ถึง 128 รหัส (ตั้งแต่ 000 0000 ถึง 111 1111) โดยกำหนดให้ 32 รหัสแรกเป็น 000 0000 ถึง 001 1111 ทำหน้าที่เป็นสั่งควบคุม เช่น รหัส 000 1010 แทนการเลื่อนบรรทัด (Line Feed)ในเครื่องพิมพ์ เป็นต้น และอีก 96 รหัสถัดไป (32-95) ใช้แทนอักษรและสัญลักษณ์พิเศษอื่น รหัส ASCII ใช้วิธีการกำหนดการแทนรหัสเป็นเลขฐานสิบ ทำให้ง่ายต่อการจำและใช้งาน นอกจากนั้นยังสามารถเขียนบนรูปของเลขฐานสิบหกได้ด้วย ดังนั้น ASCII Code จึงเป็นรหัสที่เขียนได้ 3 แบบ เช่นอักษร A สามารถแทนเป็นรหัสได้ดังนี้

ตารางที่ 2.12 แสดงค่าของ A ในรูปแบบรหัส ASCII Code

สัญลักษณ์	เลขฐานสิบ	เลขฐานสอง	เลขฐานสิบหก
A	65	100 0001	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 แสดงตารางการแปลง ASCII Code เลขฐานสิบ เลขฐานสิบหก

Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char
0	00	Null	32	20	Space	64	40	@	96	60	`
1	01	Start of heading	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	02	Start of text	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	03	End of text	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	04	End of transmit	36	24	$	68	44	D	100	64	d
5	05	Enquiry	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	06	Acknowledge	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	07	Audible bell	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	08	Backspace	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	09	Horizontal tab	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	0A	Line feed	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	0B	Vertical tab	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	0C	Form feed	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	0D	Carriage return	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	0E	Shift out	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	0F	Shift in	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	Data link escape	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	Device control 1	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	Device control 2	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	Device control 3	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	Device control 4	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	Neg. acknowledge	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	Synchronous idle	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	End trans. block	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	Cancel	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	End of medium	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	Substitution	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	Escape	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	File separator	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	Group separator	61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	Record separator	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	Unit separator	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	□

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน

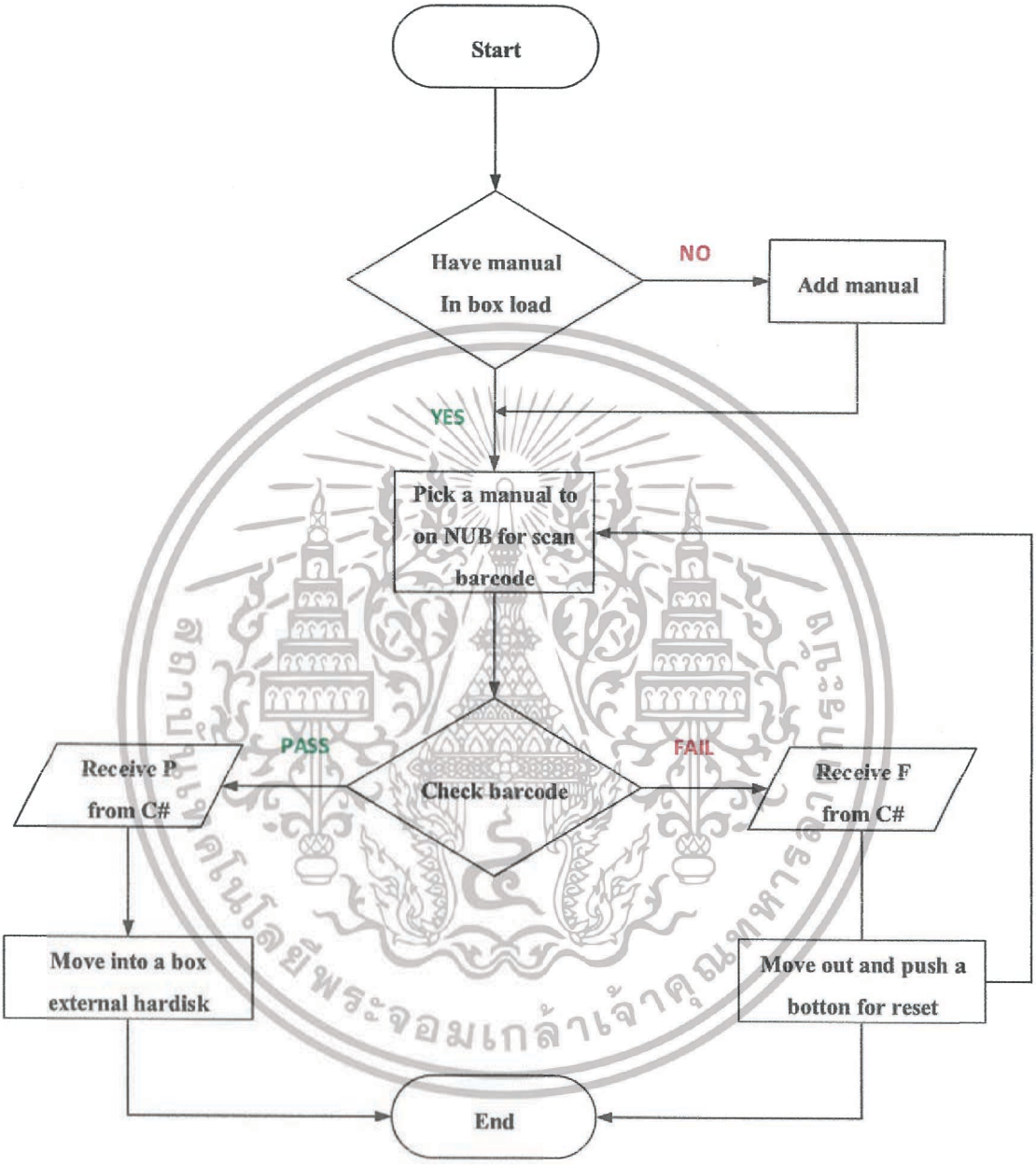
การดำเนินงานโครงการนี้ เริ่มจากทำการศึกษาลักษณะการทำงานของสายการผลิตในการประกอบบรรจุภัณฑ์ที่มีอยู่เดิม แล้วจึงทำการออกแบบฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติทางด้านโครงสร้างทางกลและระบบควบคุม เพื่อสร้างเครื่องจักรอัตโนมัติในลักษณะที่ต้องการ จากนั้นก็ทำการออกแบบการทำงานของโปรแกรม C# เพื่อรับส่ง-ส่งค่ากับ PLC ในการอ่านบาร์โค๊ด และออกแบบกล่องควบคุมไฟฟ้า (Control) เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับ PLC ซึ่งเมื่อเดินสายไฟฟ้าในกล่องควบคุมไฟฟ้าเสร็จแล้ว ก็จะทำการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร(Set Up) แล้วทำการกำหนด Input/Output ของอุปกรณ์ จากนั้นทำการเขียนโปรแกรม PLC โดยใช้โปรแกรม KV Studio versiom 7.0 ของบริษัท KEYENCE ในการเขียน PLC เพื่อควบคุมให้เครื่องทำงานตามลักษณะที่ต้องการ

รูปที่ 3.1 สัญลักษณ์โปรแกรม KV Studio version 7.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 เครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 (Auto insert user manual Version.1)

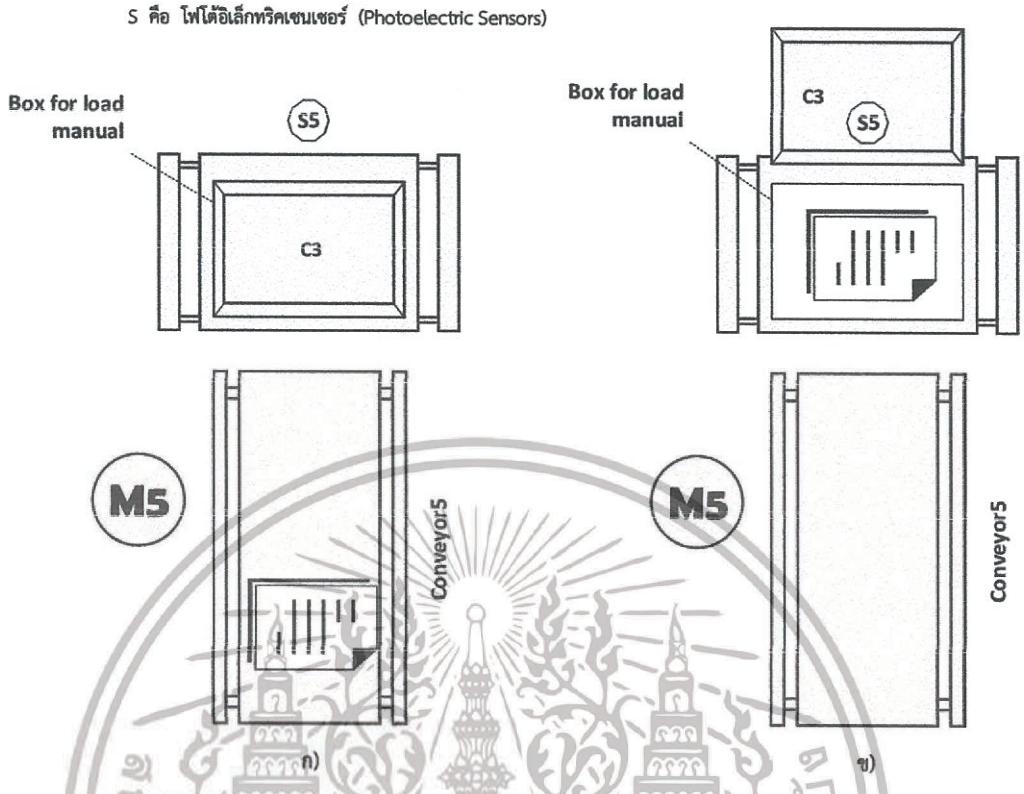
3.1.1 ลักษณะการทำงานของเครื่อง



รูปที่ 3.2 แสดง Flow chart ลักษณะการทำงานของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

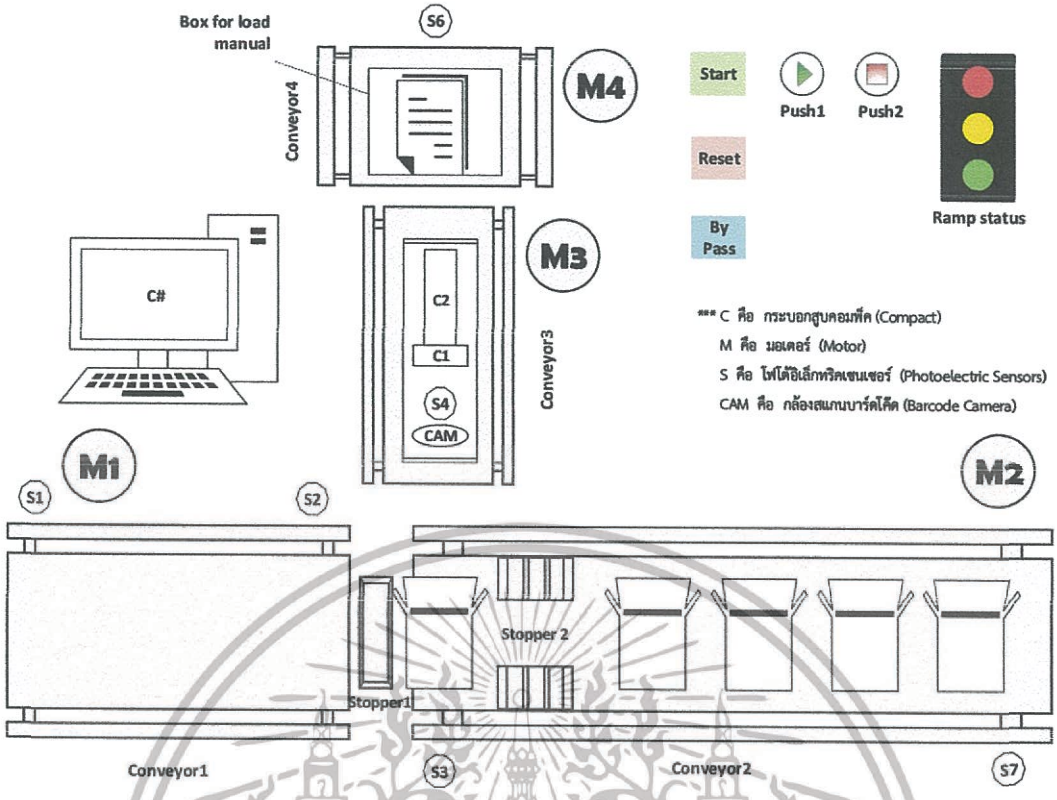
*** C คือ กระบอกสูบคอมพ็ค (Compact)
M คือ มอเตอร์ (Motor)
S คือ โฟโต้อิเล็กทริคเซนเซอร์ (Photoelectric Sensors)



รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะการเติมแผ่นคู่มือการใช้ลงในกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้
ก) แสดงลักษณะการวางแผ่นคู่มือการใช้ทีละ 1 มัด (50 แผ่น) ให้ไหลบนสายพานลำเลียงที่ 5
ข) เมื่อแผ่นไหลไปถึงเซนเซอร์ที่ 5 สั่งกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 3 ทำงานเปิดออกทำให้แผ่นตกลงไปในกล่องโหลดแผ่น

จากรูปที่ 3.3 การเติมแผ่นคู่มือการใช้ลงในกล่องโหลดแผ่น เมื่อแผ่นคู่มือการใช้ยังไม่เต็มกล่องโหลดทำให้ Sensor 5 ไม่ทำงาน สั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 3 ทำงาน โดยการยืดออก จากนั้นพนักงานจะวางแผ่นคู่มือการใช้ทีละปึกลงบนสายพานลำเลียงที่ 5 ทำให้แผ่นไหลไปตามสายพานจนถึง Sensor 5 จะสั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 3 หดเข้า ทำให้ปึกแผ่นคู่มือการใช้ร่วงลงไปในกล่องโหลดแผ่น เมื่อแผ่นหล่นไปแล้ว Sensor 5 ไม่ทำงาน กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 3 ก็จะยืดออกตามเดิม ซึ่งถ้าของแผ่นคู่มือการใช้เต็มแล้ว Sensor 5 ทำงาน กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 3 ก็จะหดเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะภาพรวมโครงสร้างการทำงานของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 1

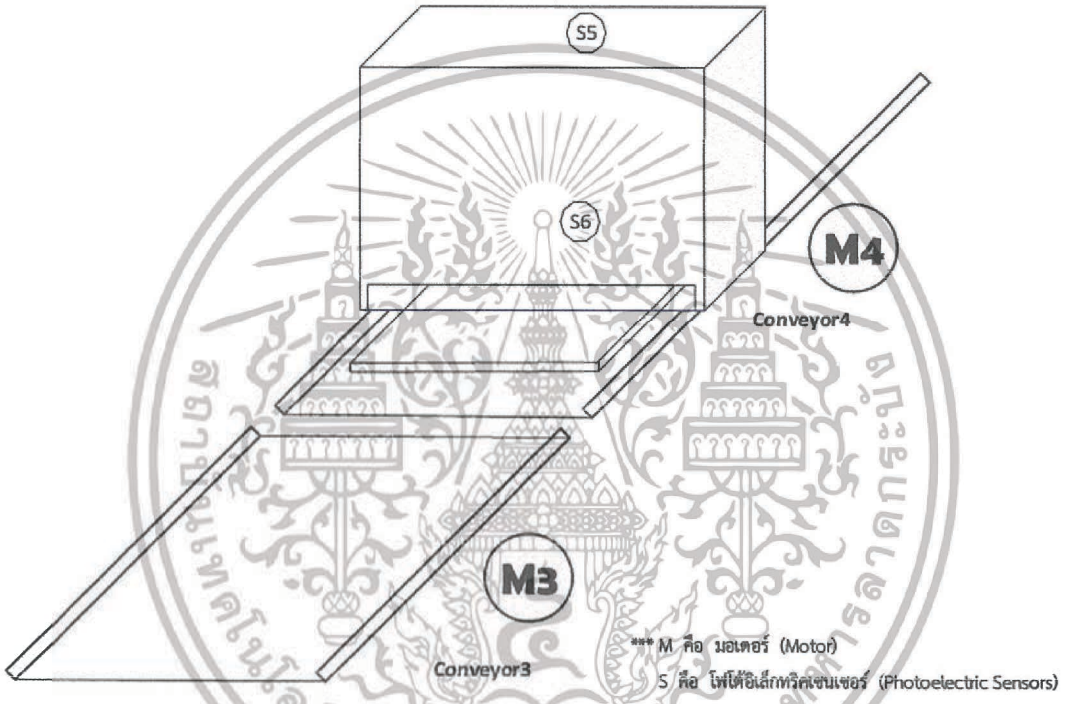
จากรูปที่ 3.4 เมื่อกดปุ่มสตาร์ท Stopper 1 ซึ่งเป็นกระบอกลมนิวเมติกส์ ชนิดคอมแพ็ค จะทำงานโดยการยืดออก สายพานลำเลียงที่ 1 และ 2 ทำงาน ซึ่งกล่องบรรจุภัณฑ์จะไหลมาตามสายพาน จากนั้นกล่องบรรจุภัณฑ์จะมาหยุดที่ Stopper 1 และเมื่อมีกล่องที่ sensor 3 จะทำให้สายพานลำเลียงที่ 2 หยุด และ Stopper 2 ซึ่งเป็นกระบอกลมนิวเมติกส์ ชนิดคอมแพ็ค จะทำงานโดยการยืดออกมาหนีบกล่องถัดมาเพื่อรอให้ใส่แผ่นคู่มือในกล่องข้างหน้าเสร็จก่อน

ซึ่งถ้ามีแผ่นคู่มือการใช้บรรจุอยู่ในกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้ เมื่อกดปุ่มสตาร์ท สายพานลำเลียงที่ 3 จะทำงาน ทำให้แผ่นคู่มือการใช้ไหลมาตามสายพานเมื่อถึง Sensor 4 สายพานลำเลียงที่ 3 จะหยุด และส่งสัญญาณ ON N-UB เพื่อให้กล้องสแกนบาร์โค้ดทำงาน จากนั้นกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 1 จะยืดออกยกขึ้น โดยเมื่อสแกนผ่านโปรแกรม C# จะส่งค่าเป็นตัว P มาให้ PLC เมื่อได้รับ P จะทำให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 2 ทำงาน โดยจะยืดออกดันแผ่นคู่มือการใช้เข้ากล่องบรรจุภัณฑ์ จากนั้นกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 2 จะหดเข้า และเมื่อกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 2 หดเข้าสุดแล้ว กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 1 ก็จะหดเข้า เมื่อแผ่นคู่มือการใช้เข้าไปในกล่องแล้ว Stopper 1 จะหดเข้า และสายพายลำเลียงที่ 2 ทำงาน ทำให้กล่องไหลไปบนสายพานลำเลียงที่ 1 เมื่อกล่องผ่าน Sensor 3 จะทำการโหลดศูนย์ให้กับตัวแปรที่ใช้เก็บค่า P เพื่อเป็นการเคลียร์ค่าที่ค้างอยู่ในโปรแกรม ทำให้สแกนบาร์โค้ดแผ่นต่อไปได้ และเมื่อสแกนไม่ผ่าน โปรแกรม C# จะส่งค่าเป็นตัว F มาให้ PLC เมื่อได้รับ F จะทำให้ไฟสัญญาณสถานะสีแดงติดและมีเสียงเตือนออกมา ให้ทำการเอาแผ่นคู่มือการใช้ออก และกดปุ่ม Reset เพื่อทำการเคลียร์ค่าที่ค้างอยู่ในโปรแกรม ทำให้สามารถสแกนบาร์โค้ดแผ่นต่อไปได้ และยังทำให้ Stopper 1 หดเข้า ทำให้แผ่นต่อไปสามารถไหลมายังจุดที่สแกนบาร์โค้ดได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่กล่องบนสายพานลำเลียง 1 เต็ม เซนเซอร์ที่ 1 และ 2 ทำงานพร้อมกันเป็นเวลา 10 วินาที จะสั่งให้สายพานลำเรียง 1 หยุด และในกรณีกล่องบนสายพานลำเลียง 2 เต็ม เซนเซอร์ที่ 3 และ 7 ทำงานพร้อมกันเป็นเวลา 10 วินาที จะสั่งให้สายพานลำเรียง 2 หยุด

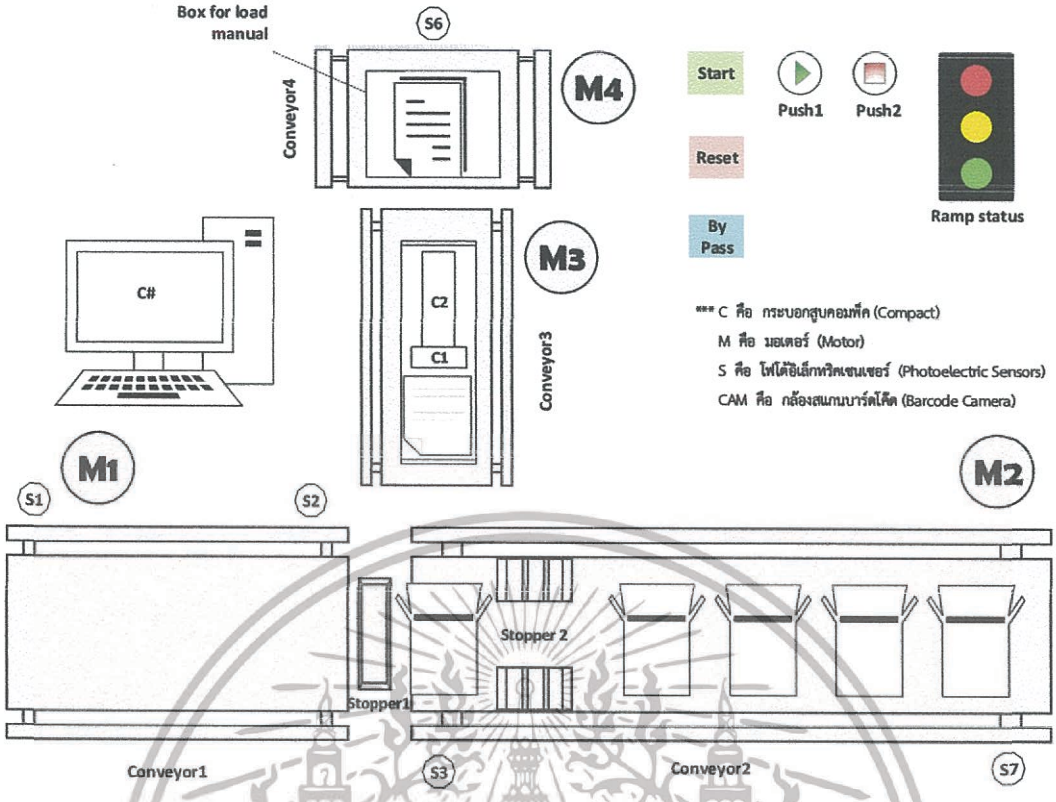
นอกจากนี้ในกรณีที่เครื่องมีปัญหาไม่สามารถทำงานได้ปกติ ให้ทำการกดสวิตช์ By Pass จะทำให้กล่องไหลไปตามสายพานลำเลียงที่ 1 และ 2 โดยที่การทำงานอื่นที่กล่าวไปข้างต้นจะไม่ทำงานเลย เพื่อให้พนักงานทำการใส่แผ่นคู่มือเองได้ และเมื่อกดปุ่ม Stop จะเป็นการหยุดการทำงานทั้งหมดของเครื่อง



รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะการป้อนแผ่นออกจากช่องเพื่อนำไปสแกนบาร์โค๊ด

จากรูปที่ 3.5 จะเห็นว่า เมื่อมีแผ่นคู่มือการใช้อยู่ภายในกล่องโหลดแผ่น ทำให้ Sensor 6 ทำงาน มอเตอร์ 5 จะทำงานขับสายพานลำเลียงทำให้แผ่นคู่มือการใช้จะค่อยๆไหลออกมาจากช่องทีละแผ่นมายังสายพานลำเลียงที่ 3 เพื่อนำแผ่นไปสู่กระบวนการสแกนบาร์โค๊ด

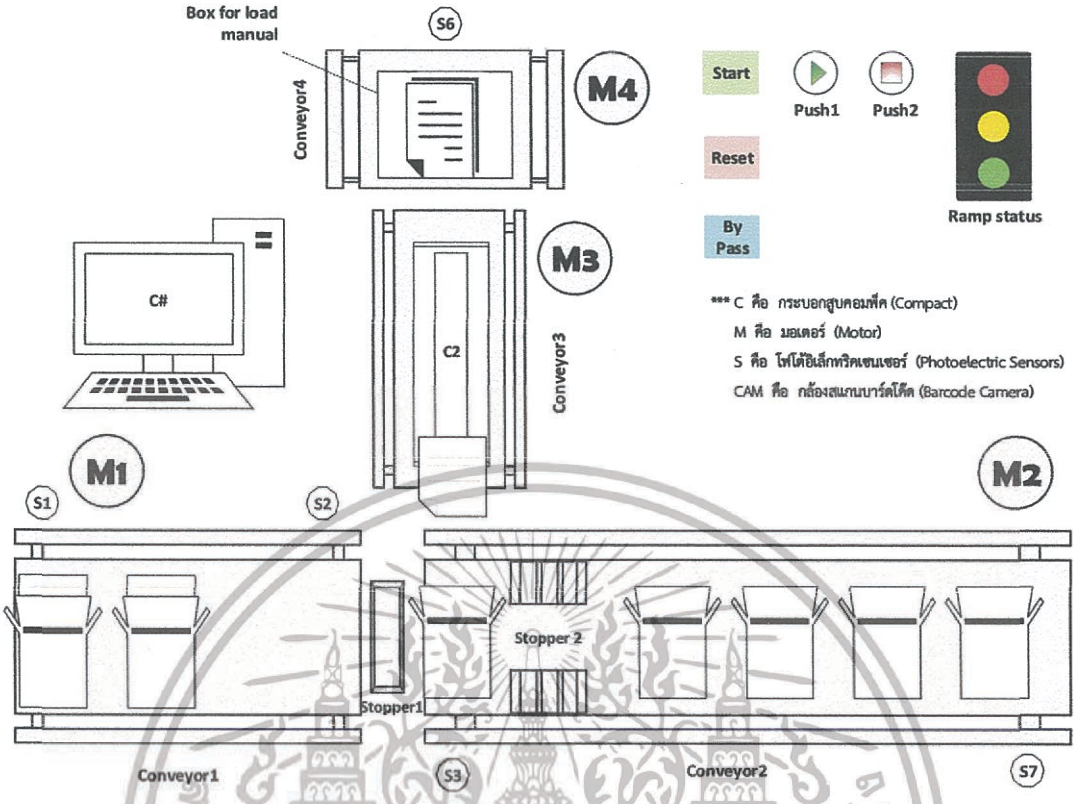
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค้ดของแผ่นคู่มือการใช้

จากรูปที่ 3.6 จะเห็นว่า เมื่อมีแผ่นคู่มือการใช้ไหลมาโดน Sensor 4 สายพานลำเลียง 3 จะหยุด จากนั้นจะส่งสัญญาณไป ON N-UB เพื่อให้กล้องสแกนบาร์โค้ดทำงาน เมื่อสแกนผ่าน โปรแกรม C# จะส่ง P มาให้ เมื่อ PLC ได้รับ P คอมแพค 1 จะทำงานโดยการยืดออก ยกขึ้นจากระดับสายพาน และคอมแพค 2 ก็จะทำงานยืดออกดันแผ่นคู่มือการใช้เข้ากล่อง ดังรูปที่ 3.6 ในกรณีที่สแกนไม่ผ่าน โปรแกรม C # จะส่ง F มาให้ เมื่อ PLC ได้รับ F ไฟแสดงสถานะสีแดงจะติด พร้อมส่งเสียงแจ้งเตือน ให้ทำการเอาแผ่นคู่มือการใช้ออก และกดปุ่ม Reset เพื่อทำการเคลียร์ค่าที่ค้างอยู่ในโปรแกรม ทำให้สามารถสแกนบาร์โค้ดแผ่นต่อไปได้

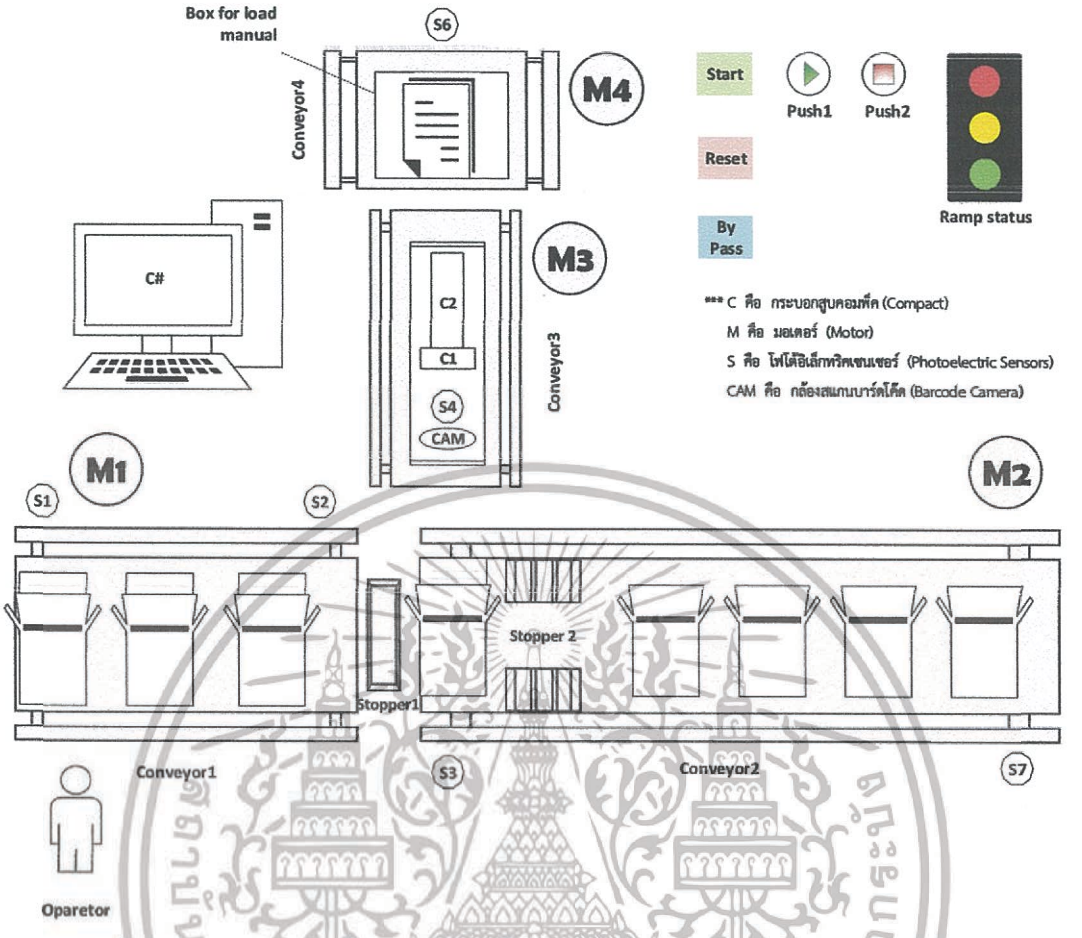
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 2 ทำงานยืดออกดันแผ่นคู่มือการใช้เข้ากล่อง

จากรูปที่ 3.8 เมื่อสแกนบาร์โค้ดของแผ่นคู่มือการใช้ผ่าน PLC จะได้รับ P จากโปรแกรม C# จากนั้นจึงสั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 2 ยืดออกเพื่อดันแผ่นเข้ากล่องที่ไหลมาตามสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงลักษณะเมื่อใส่แผ่นคู่มือเข้ากล่องแล้ว กล่องจะไหลไปตามสายพานลำเลียง

จากรูปที่ 3.8 กล่องที่ใส่แผ่นคู่มือการใช้แล้ว พนักงานก็จะนำไปใส่ External Harddisk และทำการปิดปากกล่องติด Label บาร์โค้ด เพื่อส่งไปยังขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ใน Auto insert user manual Version.1

No.	Description	Specification	Used
1	PLC	VISUAL PLC KV-24DR	1
2	PLC I/O EXTENSION	KV-E8R	1
3	MOTOR SUNTECH	2IK 6RGN-C+2GN 5K +AUS22-6W	2
4	MOTOR SUNTECH	GEAR 1:25K 5GN25K&SPEED CONTROL 60W 220V	3
5	DC POWER SUPPLY	UN-150-24NES,6.5A	1
6	PHOTOELECTRIC SENSOR	PZ-M11:PZ-B01	6
7	NEWORK CONTROLLER/FOR BL	SERIES N-UB	1
8	2D CODE READER	SR-710	1
9	SOLENOID VALVE	SYJ5120-5LZ-M5 SMC	5
10	AUTO SWITCH	D-A93L	7
11	TPWL-243 24V	TPWL-243 24V	1
12	RELAY	MY4N (OMRON) / 24 V	5
13	SOCKET PYF	14A-E(14 PIN)	5
14	PUSH BOTTON	PUSH BOTTON SW 22MM 24VDC GREEN	1
15	PUSH BOTTON	PUSH BOTTON SW 22MM 24VDC RED	1
16	TOGGLE SWITCH	MS-500R 12 LEG	1
17	TERMINAL	Y1.5-3S	100
18	TERMINAL	TERMINAL BLOCK TBC10-10	1
19	FITTING	FITTING KQ2S06-01S SMC	1
20	FITTING	KQ2S06-M5A SMC	10
21	MANIFOLD BASE	MANIFOLD BASE#SS5YJ5-20-06	1
22	PLUG #PT1/8-PTC16	PLUG #PT1/8-PTC16	2
23	SILENCER	AN10-01 SMC	2
24	BLANKING PLATE ASSY	SYJ5000-21-5A SMC	1
25	AIR HOSE	AIR HOSE 6 MM 100 M	1
26	PLUG +SWITCH +FUSE	250V	1
27	FUSES	3AMP 20MM	1
28	POWER CORD	SVT 18AWG X3C L1.8 METRE	1
29	APPLIANCE WIRING	AWG 22 WIRE - BLACK L:100 FT	1
30	APPLIANCE WIRING	AWG 22 WIRE-RED L :100 FT	1
31	CABLE	CABLE TIE 150 MM	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การเขียนโปรแกรม PLC (Ladder Diagram)

ในการเขียนโปรแกรม PLC เครื่องนี้ต้องการใช้ 16 อินพุต และ 13 เอ้าท์พุต จึงใช้ PLC ยี่ห้อ KEYENCE ตัวแม่ รุ่น KV-24DR มี 16 อินพุต 8 เอ้าท์พุต และตัวลูกรุ่น KV-E8R มี 8 เอ้าท์พุต

3.1.3.1 การกำหนดอินพุต (Input)

ตารางที่ 3.2 แสดงการกำหนดอินพุตของ Auto insert user manual Version.1

Device No.	Comment
R000	Switch_Start
R001	Sensor5_Check_add_user manual
R002	Sensor4_On_N-UB
R003	Sensor6_Check_Full_user manual
R004	Sensor3_Check_have_box
R005	Switch_Reset
R006	Limit_compact3_out
R007	Limit_compact3_in
R008	Limit_push_user manual_out
R009	Switch_By_Pass
R010	Limit_compact1_down
R011	Limit_compact1_up
R012	Sensor2
R013	Limit_Stopper_down
R014	Sensor1
R015	Sensor7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2 การกำหนดเอ้าท์พุต (Output)

ตารางที่ 3.3 แสดงการกำหนดเอ้าท์พุต Auto insert user manual Version.1

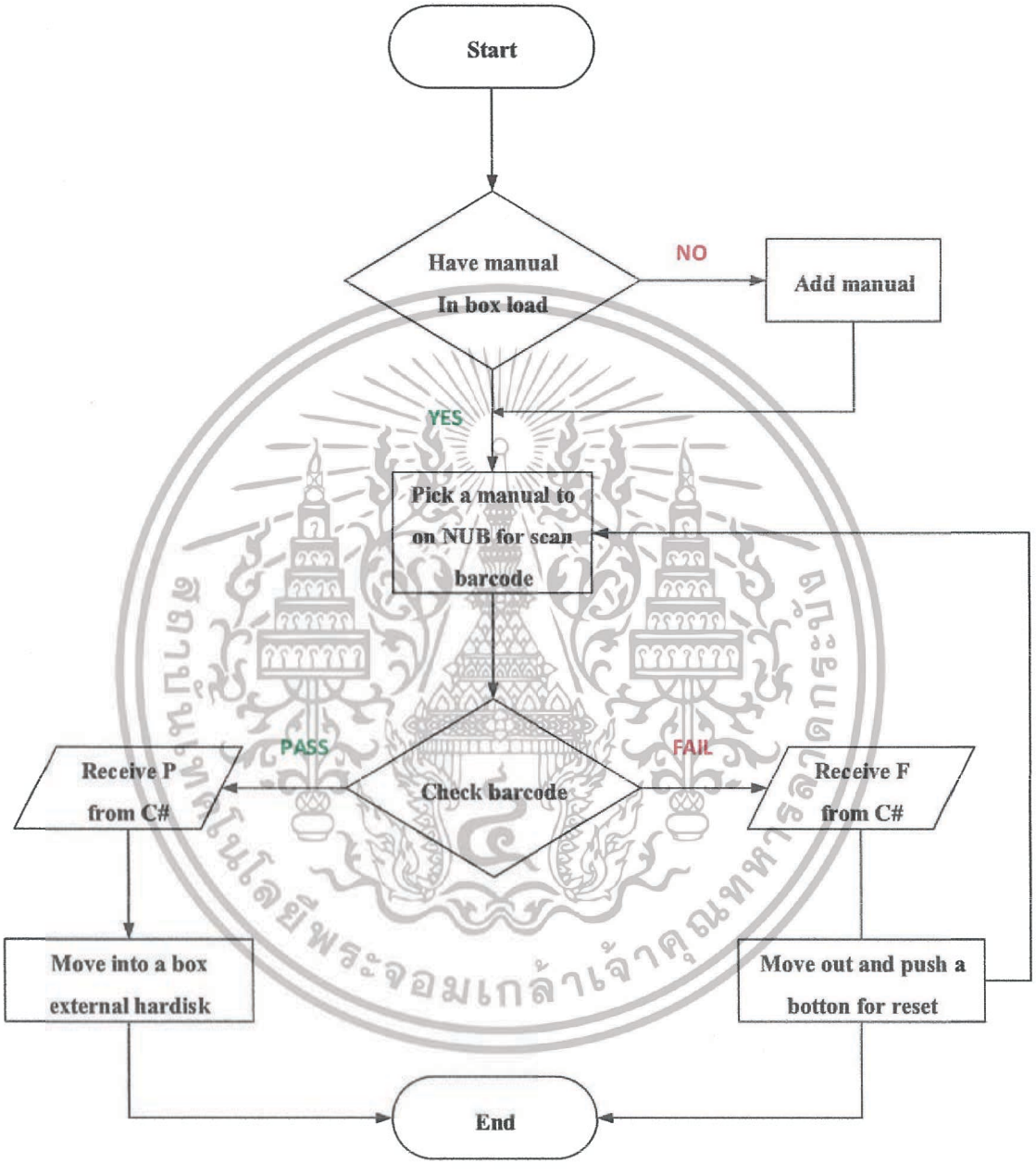
Device No.	Comment
R500	Compact2_slide_out
R501	Compact1_Up
R502	Stopper1_Up
R503	Converyor3_On_load_to_scan
R504	Ramp_Start
R505	Converyor5_On_add_user manual
R506	Converyor2_On
R507	Converyor1_On
R600	Compact3_slide_out
R601	Stopper2_Down
R602	Converyor4_On
R603	Ramp_Green
R604	ON_NUB
R605	Red_Alarm

3.2 เครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 (Auto insert user manual Version.2)

เนื่องจากการโหลดแผ่นคู่มือการใช้ไปสแกนบาร์โค๊ดในเวอร์ชั่นแรก ยังไม่ดีเพราะเกิดการพับย่นที่ขอบมุมของแผ่นที่ออกมาจากช่องป้อนแผ่นบ้าง ทำให้แผ่นเสีย จึงคิดวิธีการโหลดแผ่นไปสแกนใหม่ ดังนั้นจึงได้ออกแบบเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 ขึ้นมา

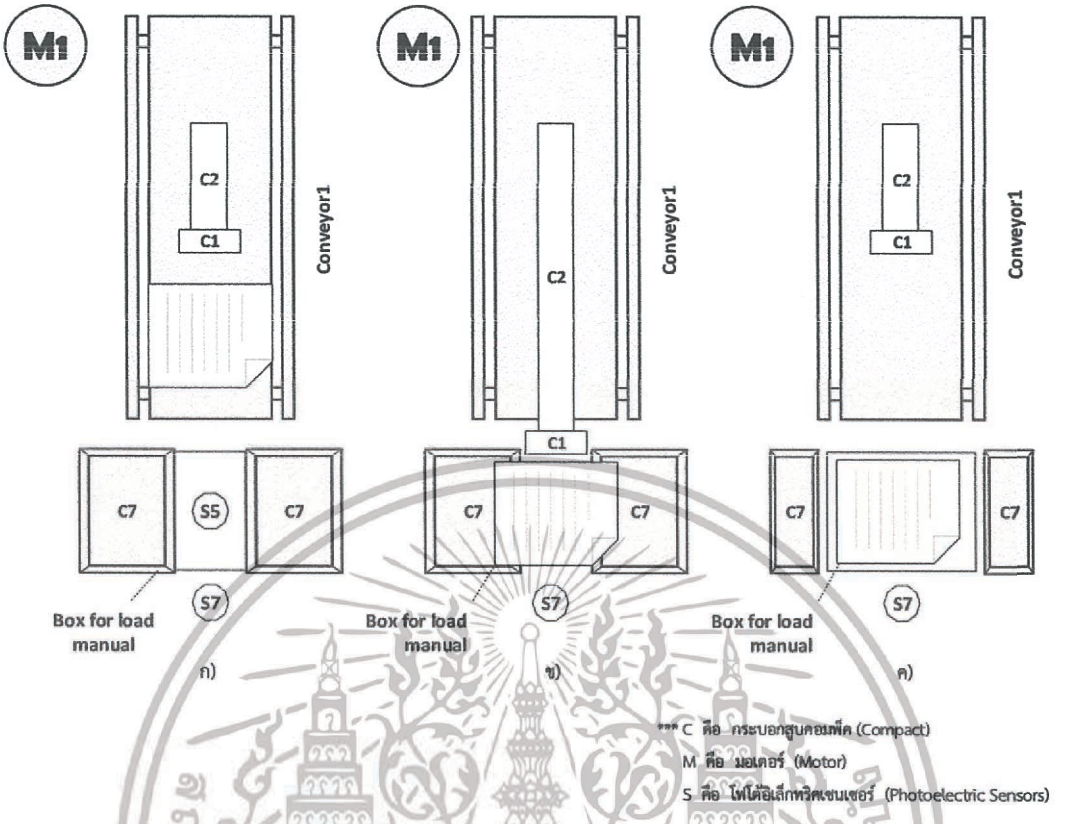
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ลักษณะการทำงานของเครื่อง



รูปที่ 3.9 แสดง Flow chart ลักษณะการทำงานของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะการเติมแผ่นคู่มือการใช้ลงในกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้

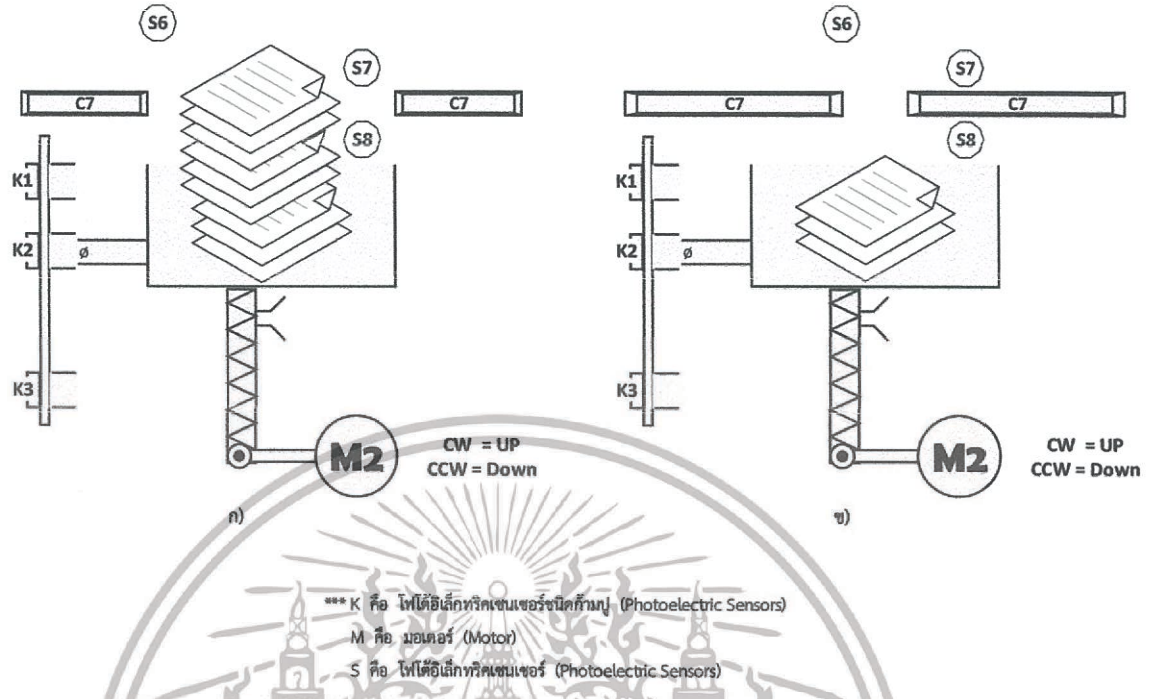
ก) แสดงการวางแผ่นคู่มือการใช้ทีละ 1 มัด (50 แผ่น) ให้ไหลบนสายพานลำเลียงที่ 1 และเมื่อไม่มีแผ่นในกล่องโหลดแผ่น จะสั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 7 ทำงานยืดออกเพื่อรองรับแผ่นที่ไหลมาตามสายพานลำเลียง

ข) เมื่อแผ่นไหลไปถึงเซนเซอร์ 7 กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 1 ทำงานโดยการยืดออกยกขึ้นเหนือสายพานลำเลียง เมื่อกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 1 ทำงานยืดสุด จะสั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 2 ทำงานยืดออกดันกองคู่มือการใช้ให้เรียบชิดกล่องโหลดแผ่น

ค) เมื่อแผ่นถูกดันให้ชิดขอบกล่องแล้ว เซนเซอร์ 7 ทำงานเป็นเวลา 2 วินาที จะสั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 7 หดเข้า ทำให้มัดแผ่นคู่มือการใช้ตกลงไปในกล่องโหลดแผ่น

จากรูปที่ 3.10 จะเห็นว่าการเติมแผ่นคู่มือการใช้ลงในกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้เมื่อแผ่นหมด เซนเซอร์ 5 จะไม่ทำงาน ทำให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 7 ทำงานยืดออกเพื่อรองรับแผ่นที่ไหลมาบนสายพานลำเลียงที่1 ซึ่งสายพานลำเรียงที่ 1 จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 7 ทำงานยืดออก จากนั้นพนักงานจะวางแผ่นคู่มือการใช้ทีละปึกลงบนสายพานลำเลียงที่ 1 เมื่อไหลไปถึงเซนเซอร์ 7 กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 1 ทำงานยืดออกยกขึ้น เมื่อกระบอกสูบคอมแพคที่ 1 ทำงานยืดสุด จะสั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 2 ทำงานยืดออกดันกองคู่มือการใช้ให้เรียบชิดกล่องโหลดแผ่น เมื่อแผ่นถูกดันให้ชิดขอบกล่องโหลดแผ่นแล้ว เซนเซอร์ 7 ทำงานเป็นเวลา 2 วินาที จะสั่งกระบอกสูบคอมแพ็ค 7 หดเข้า ทำให้มัดแผ่นคู่มือการใช้ตกลงไปในกล่องโหลดแผ่น ซึ่งกล่องโหลดแผ่นคู่มือ สามารถเติมแผ่นได้เป็นจำนวน 6 มัด (300 แผ่น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

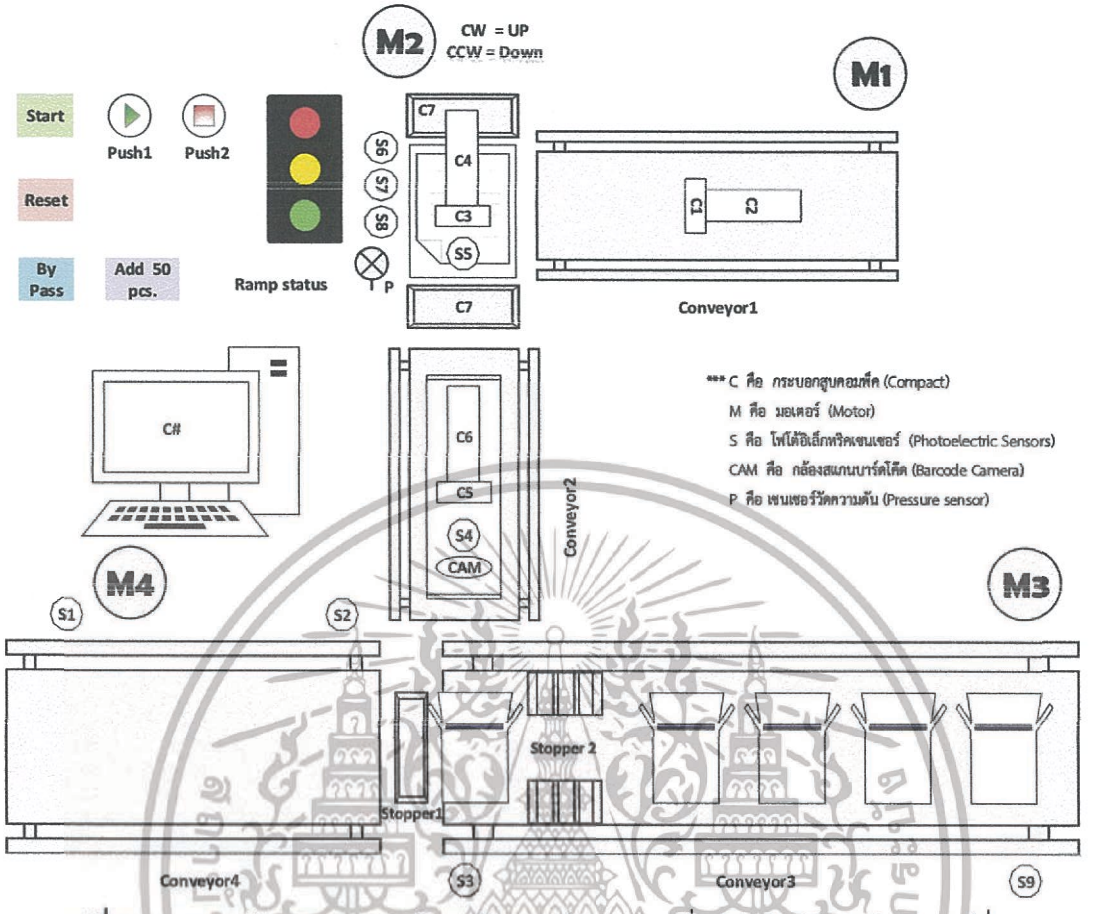


รูปที่ 3.11 แสดงลักษณะการทำงานของกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้

จากรูปที่ 3.11 จะเห็นว่ากล่องโหลดแผ่นทำงานโดยการขับเคลื่อนบอลสกรูด้วยมอเตอร์แบบมีเบรก ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ มีการทำงานคือ เมื่อแผ่นหมดมอเตอร์ทำงานเคลื่อนที่ลงจนถึงเซนเซอร์ก้ามปูที่ 2 จะสั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 7 ทำงานยืดออกเพื่อรองรับแผ่นที่ไหลมาตามสายพานลำเลียง ดังรูปที่ 3.10 ก) เมื่อมีแผ่นจนเซนเซอร์ 7 ทำงานเป็นเวลา 2 วินาทีจะสั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็ค 7 หดเข้า เพื่อให้แผ่นคู่มือการใช้ตกลงไปในกล่องโหลดแผ่น จากนั้นเมื่อมีแผ่นค้างอยู่ที่เซนเซอร์ที่ 8 จะสั่งให้มอเตอร์เคลื่อนที่ลงไปจนกว่าเซนเซอร์ที่ 8 ไม่ทำงาน โดยถ้าเซนเซอร์ที่ 7 และ 8 ทำงานอยู่ คือมีแผ่นอยู่ที่เซนเซอร์ดังกล่าว กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 7 จะไม่ทำงาน ทำให้ไม่มีกรณีหนีบแผ่นคู่มือการใช้ให้เกิดความเสียหาย ซึ่งจะทำการเติมลักษณะดังกล่าวจนกว่ามอเตอร์จะลงไปถึงเซนเซอร์ก้ามปูที่ 4 จะทำงาน
และมีแผ่นค้างอยู่ที่เซนเซอร์ที่ 7 เป็นเวลา 20 วินาที ให้ทำการกดปุ่ม Reset มอเตอร์ก็จะขึ้นมาจนถึงเซนเซอร์ 6 มอเตอร์ก็จะหยุดขึ้นเพื่อให้เครื่องทำการใช้ลมดูดแผ่นเพื่อนำไปสแกนบาร์โค๊ดต่อไป ซึ่งเมื่อเซนเซอร์ 6 ไม่ติด มอเตอร์ก็จะค่อยขึ้นๆไปเรื่อยจนกว่าจะติดเพื่อให้สามารถดูดแผ่นได้

กรณีที่ต้องการเติมแผ่นคู่มือการใช้เพียงมัดเดียว (50 แผ่น) เมื่อต้องการปิดยอดของผลิตภัณฑ์เมื่อใกล้จะครบยอดแล้ว สามารถกดปุ่ม Add 50 pcs. ก็จะทำให้มอเตอร์เคลื่อนลงถึงเซนเซอร์ก้ามปูที่ 2 และมีมีแผ่นค้างอยู่ที่เซนเซอร์ที่ 7 เป็นเวลา 20 วินาที ให้ทำการกดปุ่ม Reset มอเตอร์ก็จะขึ้นมาทำงานตามที่ได้กล่าวไปแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงลักษณะภาพรวมโครงสร้างการทำงานของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2

จากรูปที่ 3.12 เมื่อกดปุ่มสตาร์ท Stopper 1 ซึ่งเป็นกระบอกลมนิวเมติกส์ ชนิดคอมแพค จะทำงานโดยการยืดออกยกขึ้น สายพานลำเลียงที่ 3 และ 4 ทำงาน ซึ่งกล่องบรรจุภัณฑ์จะไหลมาตามสายพายลำเลียง จากนั้นกล่องบรรจุภัณฑ์จะมาหยุดที่ Stopper 1 และเมื่อมีกล่องที่ sensor 3 จะทำให้สายพานลำเลียงที่ 3 หยุด และ Stopper 2 ซึ่งเป็นกระบอกลมนิวเมติกส์ ชนิดคอมแพค จะทำงานโดยการยืดออกมาหนีบกล่องถัดไป เพื่อรอให้ใส่แผ่นคู่มือในกล่องข้างหน้าเสร็จก่อน

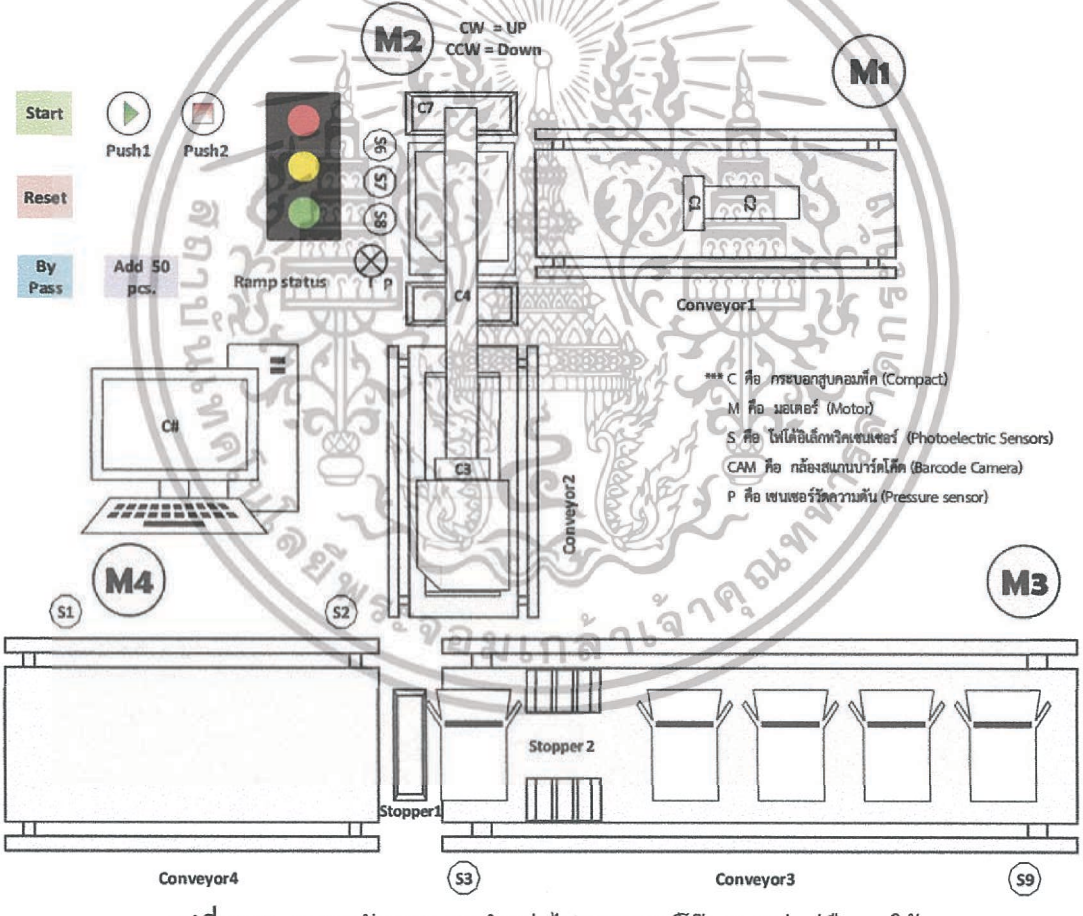
ซึ่งถ้ามีแผ่นคู่มือการใช้บรรจุอยู่ในกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้ เมื่อกดปุ่มสตาร์ท กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 3 ทำงานโดยการยืดออกลงไป จากนั้นสั่งลมดูดทำงาน ดูดแผ่นจนกว่าเซนเซอร์ความดันจะทำงาน เมื่อเซนเซอร์ความดันทำงาน สั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 3 ไม่ทำงานโดยจะหดเข้ายกขึ้น และเมื่อหดเข้าสุด ทำการสั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 4 ทำงานยืดออก เมื่อยืดออกสุดก็ทำการหยุดการทำงานของลมดูด โดยเมื่อยืดสุดและทำการปล่อยแผ่นแล้วก็จะหดเข้าเพื่อไปดูดแผ่นต่อไปได้ แผ่นก็จะร่วงไปบนรางสายพานลำเลียงที่ 2 ตรงเซนเซอร์ที่ 4 เมื่อมีแผ่นที่เซนเซอร์ 4 PLC จะส่งสัญญาณไป ON N-UB เพื่อให้กล้องสแกนบาร์โค้ดทำงาน โดยเมื่อสแกนผ่าน โปรแกรม C# จะส่งค่าเป็นตัว P มาให้ PLC เมื่อได้รับ P จะทำให้ กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 5 จะยืดออกยกขึ้น เมื่อกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 5 จะยืดออกสุด ทำให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 6 ทำงาน โดยจะยืดออกดันแผ่นคู่มือการใช้เข้ากล่องบรรจุภัณฑ์ จากนั้นกระบอกสูบคอมแพ็ค 6 จะหดเข้า และเมื่อกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 6 หดเข้าสุด กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 1 ก็จะหดเข้า ซึ่งเมื่อแผ่นคู่มือการใช้เข้าไปในกล่องแล้ว Stopper 1 ก็จะหดเข้าลง เมื่อ Stopper 1 หดเข้าสุด สายพานลำเลียงที่ 3 จะทำงาน ทำให้กล่องไหลไปบนสายพานลำเลียง 4 เมื่อกล่องผ่าน Sensor 3 จะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การโหลดศูนย์ให้กับตัวแปรที่ใช้เก็บค่า P เพื่อเป็นการเคลียร์ค่าที่ค้างอยู่ในโปรแกรม ทำให้สแกนบาร์โค๊ดแผ่นต่อไปได้ และเมื่อสแกนไม่ผ่าน โปรแกรม C# จะส่งค่าเป็นตัว F มาให้ PLC เมื่อได้รับ F จะทำให้ไฟสัญญาณสถานะสีแดงติดและมีเสียงเตือนออกมา ให้ทำการเอาแผ่นคู่มือการใช้ออก และกดปุ่ม Reset เพื่อทำการเคลียร์ค่าที่ค้างอยู่ในโปรแกรม ก็จะทำให้สามารถสแกนบาร์โค๊ดแผ่นต่อไปได้

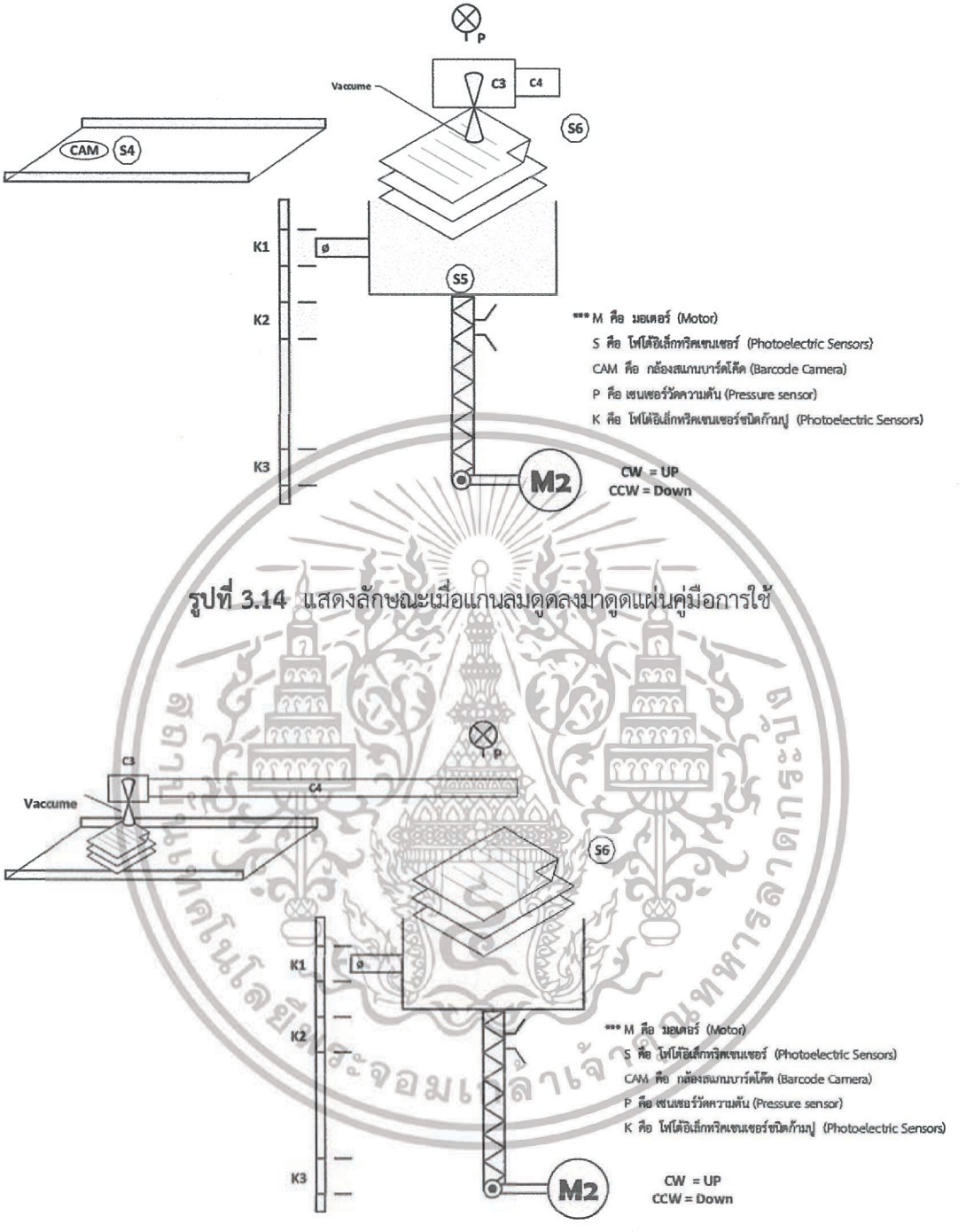
กรณีที่กล่องบนสายพานลำเลียงที่ 4 เต็ม เซนเซอร์ที่ 1 และ 2 ทำงานพร้อมกันเป็นเวลา 20 วินาที จะสั่งให้สายพานลำเลียงที่ 4 หยุด และในกรณีกล่องบนสายพานลำเลียงที่ 3 เต็ม เซนเซอร์ที่ 3 และ 9 ทำงานพร้อมกันเป็นเวลา 20 วินาที จะสั่งให้สายพานลำเลียงที่ 2 หยุด

นอกจากนี้ในกรณีที่เครื่องมีปัญหาไม่สามารถทำงานได้ปกติ ให้ทำการกดสวิชต์ By Pass จะทำให้กล่องไหลไปตามสายพานลำเลียงที่ 3 และ 4 โดยที่การทำงานอื่นที่กล่าวไปข้างต้นจะไม่ทำงานเลย เพื่อให้พนักงานทำการใส่แผ่นคู่มือเองได้ และเมื่อกดปุ่ม Stop จะเป็นการหยุดการทำงานทั้งหมดของเครื่อง



รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะการนำแผ่นไปสแกนบาร์โค๊ดของแผ่นคู่มือการใช้

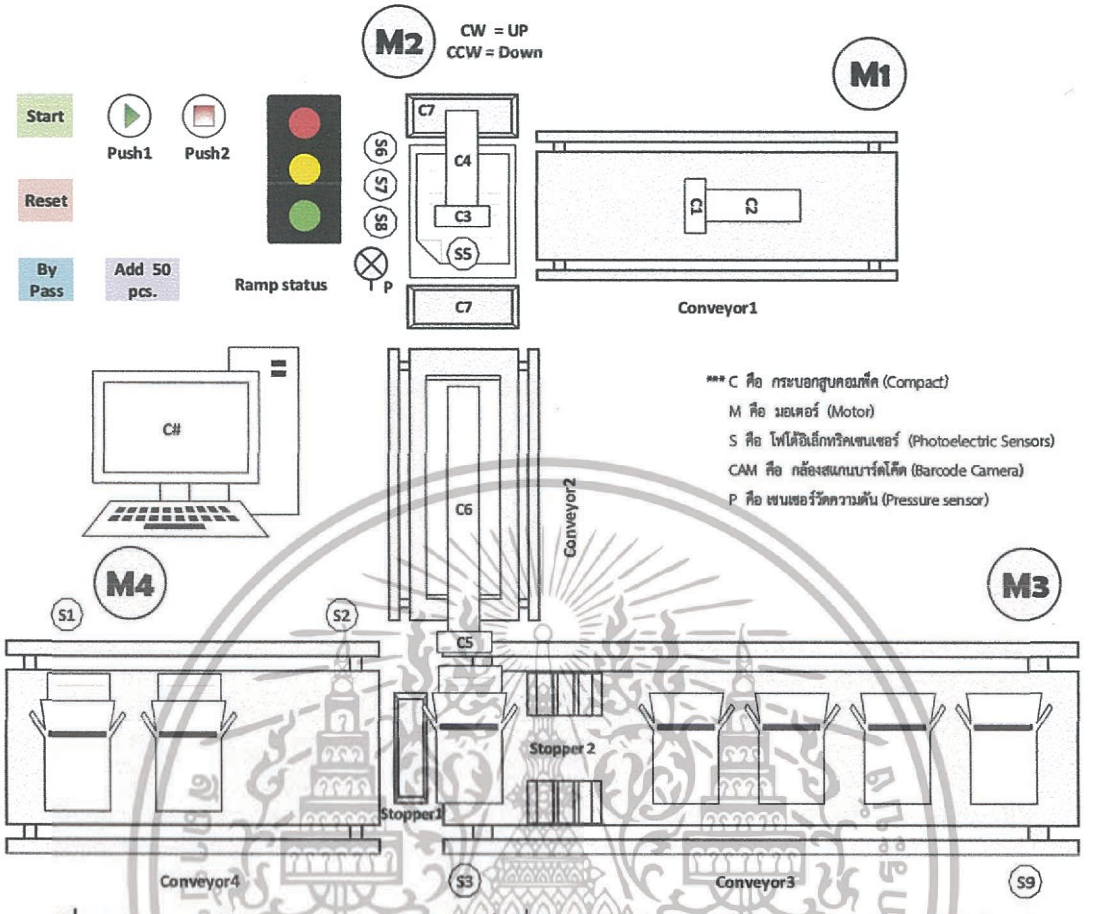
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงลักษณะเมื่อแกนลมดูดลงมาดูดแผ่นคู่มือการใช้

รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะเมื่อลมดูดแผ่นขึ้นแล้ว กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 4 จะเคลื่อนที่นำแผ่นไปวางในจุดที่สแกนบาร์โค๊ด

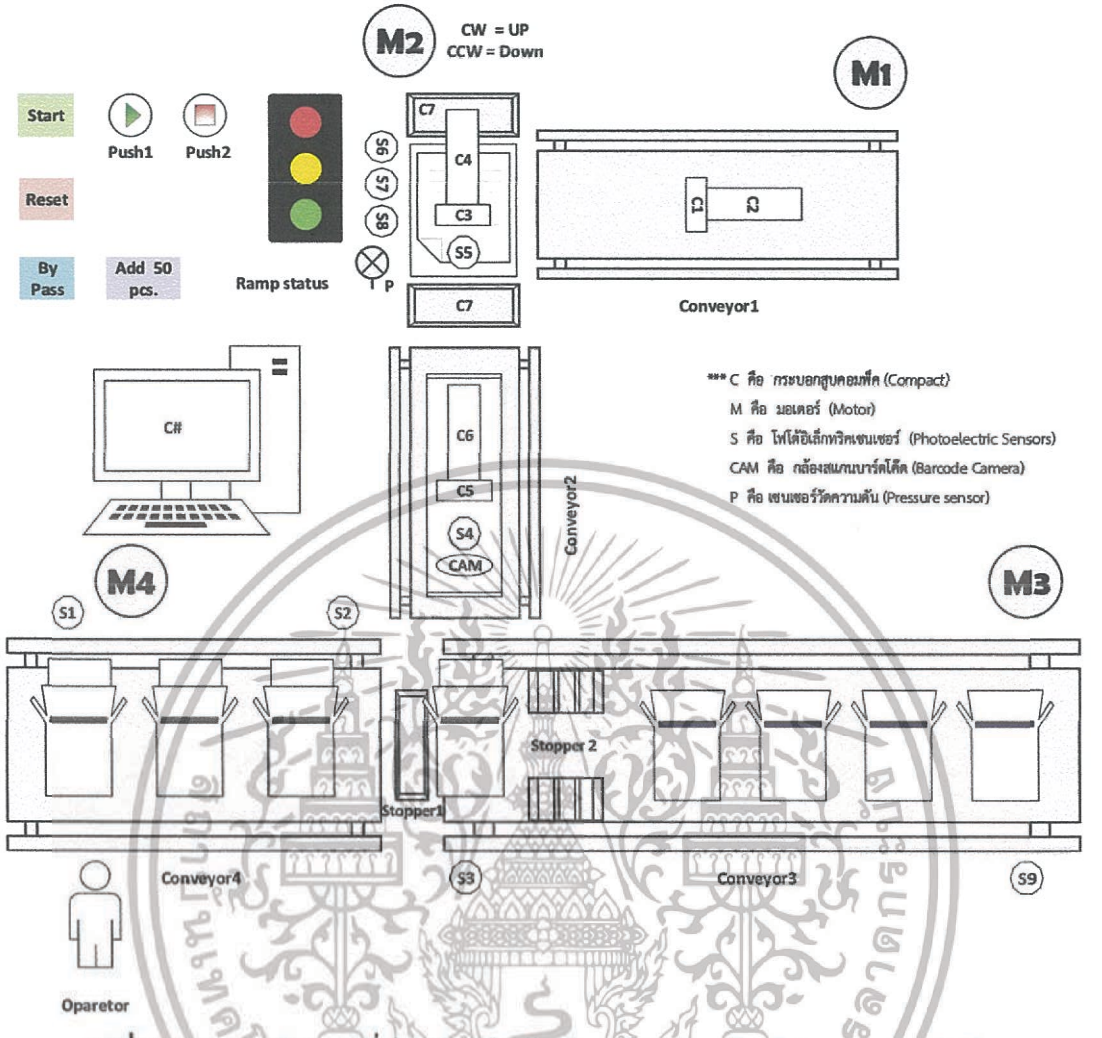
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แสดงลักษณะกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 6 ทำงานยืดออกทำการดันแผ่นคู่มือการใช้เข้ากล่อง

จากรูปที่ 3.16 เมื่อสแกนบาร์โค้ดของแผ่นคู่มือการใช้ผ่าน PLC จะได้รับ P จากโปรแกรม C# จากนั้นจึงสั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 6 ยืดออกเพื่อดันแผ่นเข้ากล่องที่ไหลมาตามสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงลักษณะเมื่อใส่แผ่นคู่มือเข้ากล่องแล้ว กล่องจะไหลไปตามสายพานลำเลียง

จากรูปที่ 3.17 กล่องที่ใส่แผ่นคู่มือการใช้แล้ว พนักงานก็จะนำไปใส่ External Harddisk และทำการปิดปากกล่องติด Label บาร์โค้ด เพื่อส่งไปยังขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้

ตารางที่ 3.4 แสดงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ใน Auto insert user manual Version.2

No.	Description	Specification	Used
1	PLC	VISUAL PLC KV-24DR	1
2	PLC	KV-E16X	1
3	PLC	KV-E16R	1
4	MOTOR SUNTECH	4IK25RGN-C+4GN25K+AUS22-25W	2
5	MOTOR SUNTECH	GEAR 1:25K 5GN25K&SPEED CONTROL 60W 220V	2
6	SOLENOID VALVE	SYJ5120-5LZ-M5 SMC	1
7	PHOTOELECTRIC SENSOR	PZ-M11:PZ-B01	8
8	AUTO SWITCH	D-A93L	15
9	NEWORK CONTROLLER/FOR BL	SERIES N-UB	1
10	2D CODE READER	SR-710	1
11	DC POWER SUPPLY	UN-150-24NES,6.5A	1
12	TPWL-243 24V	TPWL-243 24V	1
13	RELAY	MY4N (OMRON) / 24 V	6
14	SOCKET PYF	14A-E(14 PIN)	1
15	PUSH BOTTON	PUSH BOTTON SW 22MM 24VDC GREEN	1
16	PUSH BOTTON	PUSH BOTTON SW 22MM 24VDC RED	1
17	TOGGLE SWITCH	MS-500R 12 LEG	1
18	TERMINAL	Y1.5-3S	1
19	TERMINAL	TERMINAL BLOCK TBC10-10	1
20	FITTING	FITTING KQ2S06-01S SMC	1
21	FITTING	KQ2S06-M5A SMC	20
22	MANIFOLD BASE	MANIFOLD BASE#SS5YJ5-20-06	1
23	PLUG #PT1/8-PTC16	PLUG #PT1/8-PTC16	4
24	SILENCER	AN10-01 SMC	4
25	BLANKING PLATE ASSY	SYJ5000-21-5A SMC	1
26	AIR HOSE	AIR HOSE 6 MM 100 M	1
27	FUSE	L=30MM,2A,250V	1
28	PLUG +SWITCH +FUSE	250V	1
29	POWER CORD	SVT 18AWG X3C L1.8 METRE	1
30	APPLIANCE WIRING	AWG 22 WIRE - BLACK L:100 FT	1
31	APPLIANCE WIRING	AWG 22 WIRE-RED L :100 FT	1
32	CABLE	CABLE TIE 150 MM	1
33	SENSOR SWITCH	OMRON EESX671	1
34	CONNECTOR	OMRON EE1006	4
35	FIBER PHOTOELECTRIC	SENSORS/HEAD FU-35FZ	1
36	VACLTLIM PAD WITH FITTING	ZPRL-30F6MM.	1
37	VACUUM PUMP	THREE PHASE VSM-06 COMPLETE SET	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	Description	Specification	Used
38	PRESSURE SWITCH	PRESSURE SWITCH ISE30A-C6L-A-LD SMC	1
39	SOLENOID VALVE	SOLENOID VALVE VQ21A1 -5Y-C6-F	1
40	PHOTOELETRIC SENSOR	FS-N11N	1

3.2.3 การเขียนโปรแกรม PLC (Ladder Diagram)

ในการเขียนโปรแกรม PLC เครื่องนี้ต้องการใช้ 32 อินพุต และ 21 เอ้าท์พุต จึงใช้ PLC ยี่ห้อ KEYENCE ตัวแม่ รุ่น KV-24DR มี 16 อินพุต 8 เอ้าท์พุต , ตัวลูกรุ่น KV-E16X มี 16 อินพุต และ ตัวลูกรุ่น KV-E16R มี 16 เอ้าท์พุต

3.2.3.1 การกำหนดอินพุต (Input)

ตารางที่ 3.5 แสดงการกำหนดอินพุตของ Auto insert user manual Version.2

Device No.	Comment
R000	Switch_Start
R001	Switch_By_Pass
R002	Limit_Compact1_Up
R003	Limit_Compact1_Down
R004	Limit_Compact2_Out
R005	Limit_Compact2_In
R006	Limit_Compact7_In
R007	Limit_Compact7_Out
R008	Limit_Compact4_In
R009	Limit_Compact4_Out
R010	Limit_Compact3_Up
R011	Limit_Compact3_Down
R012	Limit_Compact6_In
R013	Limit_Compact6_Out
R014	Limit_Compact5_Up
R015	Limit_Compact5_Down
R100	Sensor5_Check_user manual_in_box_load
R101	Sensor6_Check_pause_ball_screw
R102	Sensor7_Check_full_user manual
R103	Sensor4_On_N-UB_for_scan_barcode
R104	Sensor3_Check_have_box
R105	Sensor1
R106	Sensor2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Device No.	Comment
R107	Sensor8_Control_motor2_Up
R108	Sensor_Kampu_K1_Up1
R109	Sensor_Kampu_K3_Down
R110	Gage_Pressure_sensor
R111	Switch_add_50_PCS.
R112	Limit_Stopper1_Down
R113	Switch_Reset
R114	Sensor_Kampu_K2_Up2
R115	Sensor9

3..2.3.2 การกำหนดเอ้าส์พุต

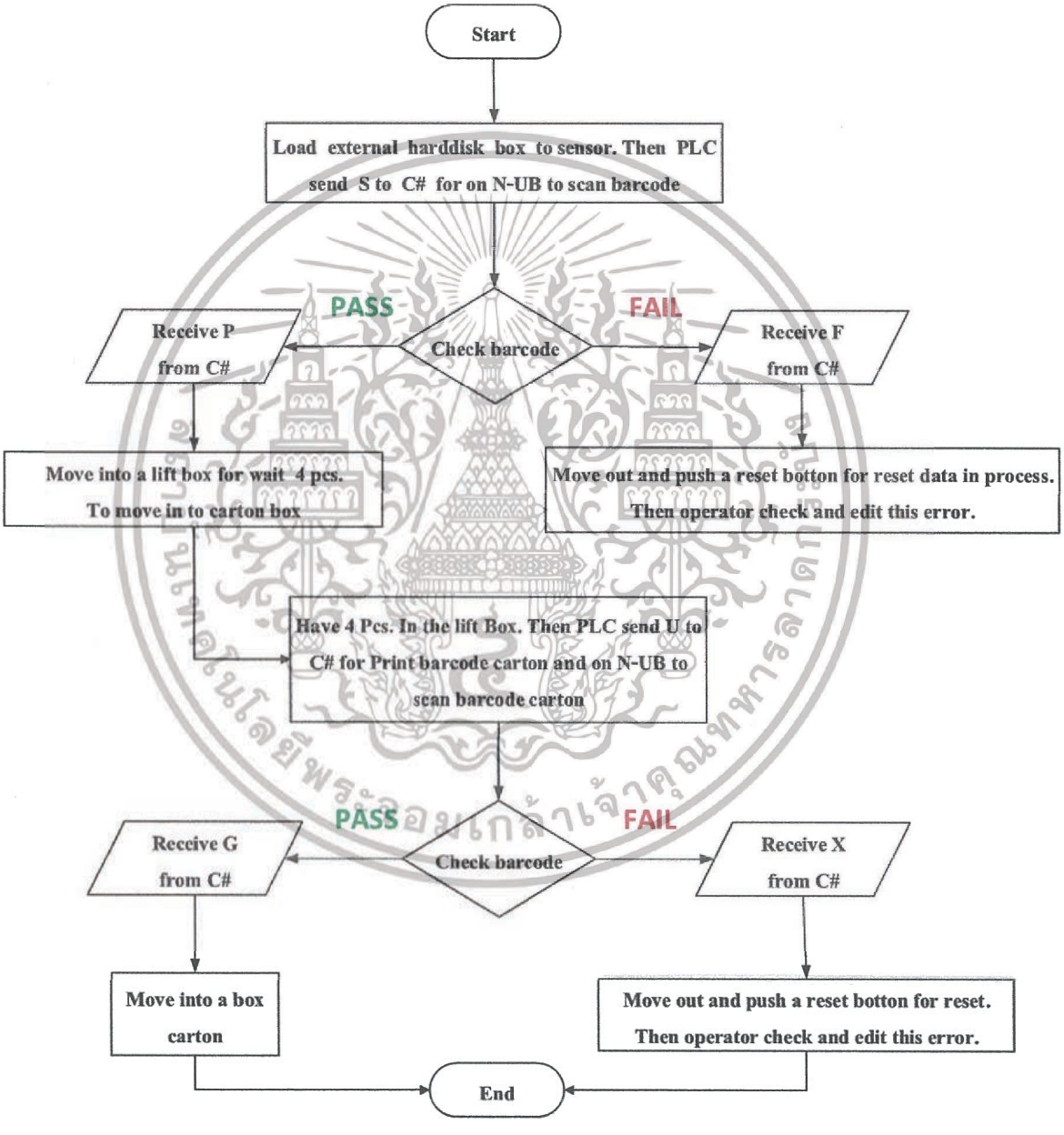
ตารางที่ 3.6 แสดงการกำหนดเอ้าท์พุตของ Auto insert user manual Version.2

Device No.	Comment
R500	Ramp_Start
R501	Stopper1_Up
R502	Stopper2_Down_Stamp
R503	Compact2_Slide_Out
R504	Compact1_Slide_Up
R505	Compact7_Slide_Out_To_Close_Box_user manual
R506	Compact4_Slide_Out
R507	Compact3_Slide_Down
R600	Compact6_slide_Out
R601	Compact5_slide_Up
R602	Motor2_ON_220V
R603	Motor1_conveyor1_ON_for_add_user manual
R604	Motor2_Cw_Down
R605	Motor2_Ccw_Up
R606	Motor3_conveyor3_On
R607	Motor4_conveyor4_On
R608	Ramp_Green_status
R609	Red_Alarm_status
R610	Vaccume
R611	ON_N-UB
R612	Flow_Presure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

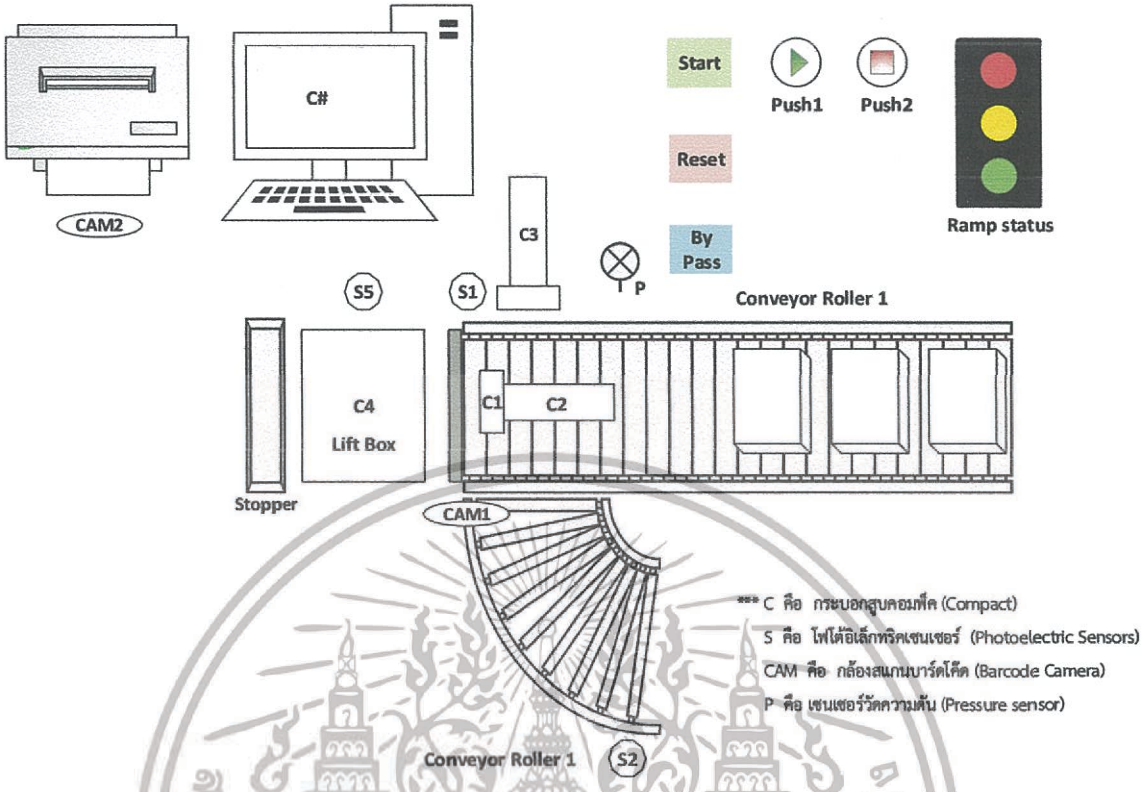
3.3 ระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค้ดเพื่อตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องของบาร์โค้ดกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น (Auto scan barcord and confirm carton number)

3.3.1 ลักษณะการทำงานของเครื่อง



รูปที่ 3.18 แสดง Flow chart ลักษณะการทำงานของระบบ

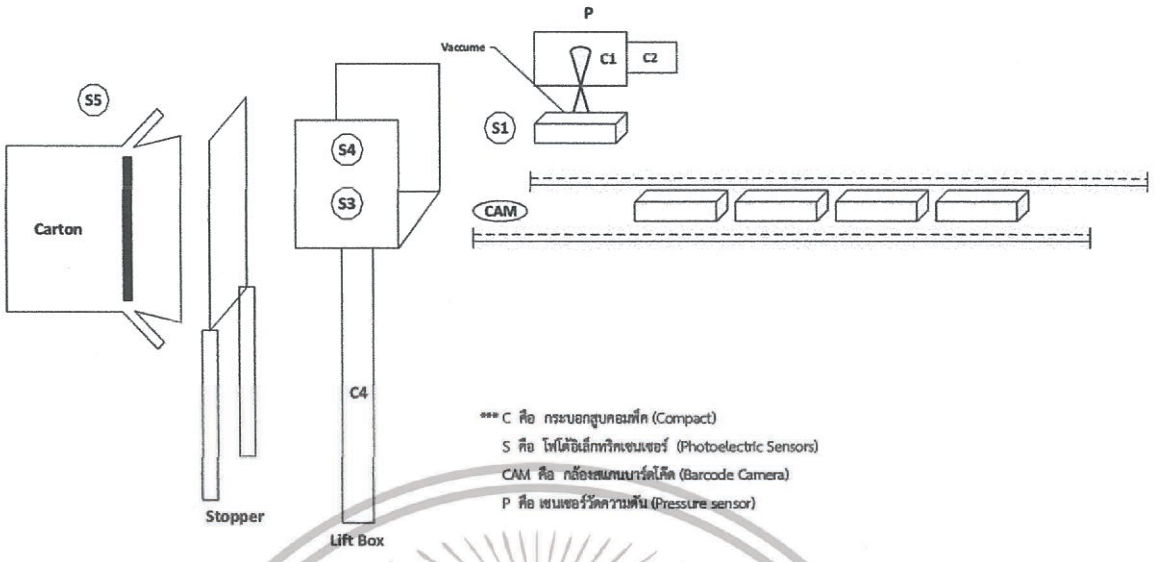
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 แสดงลักษณะภาพรวมโครงสร้างการทำงานของเครื่องแพ็ค External harddisk อัตโนมัติ

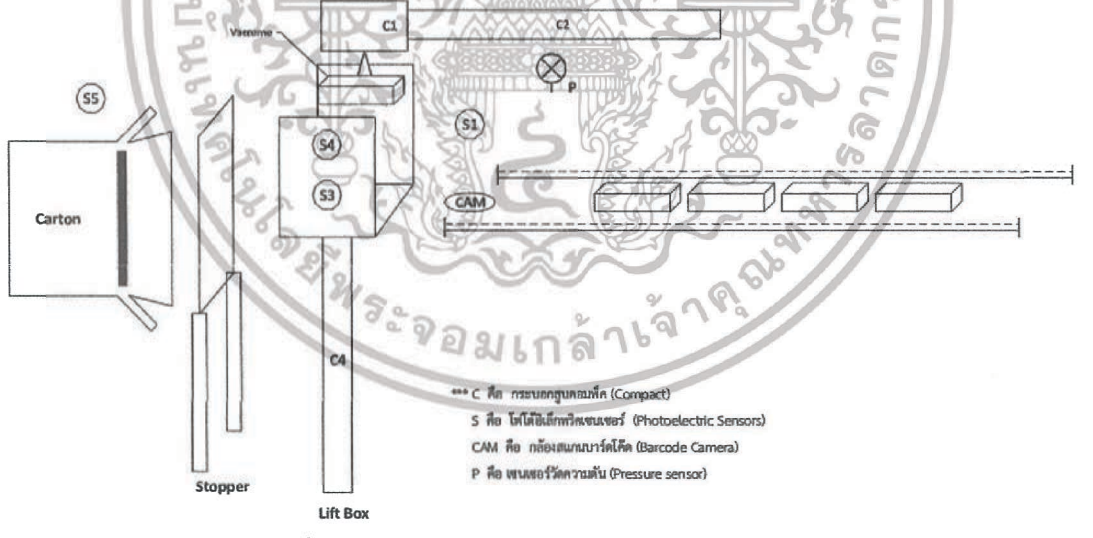
จากรูปที่ 3.19 จะเห็นว่าเมื่อกดปุ่มสตาร์ท Stopper 1 จะทำงานยืดขึ้น ของจะไหลมาตามสายพานลำเลียงซึ่งเป็นโรเลอร์เมื่อถึงเซนเซอร์ที่ 1 PLC จะส่ง S ไปให้ C# เมื่อ C# ได้รับ S จะไปสั่งให้กล้องที่ 1 ทำงานสแกนบาร์โค้ด เมื่อสแกนผ่าน C# จะส่ง P มาให้ PLC เมื่อ PLC ได้รับ P จะสั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 1 ทำงานยืดออกลงมา เมื่อยืดลงมาสุดจะสั่งให้ลมดูดทำงานจนกว่าเซนเซอร์ความดันจะทำงาน เมื่อดูดของติดแล้วกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 1 จะหดขึ้น จากนั้นจะสั่งให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 2 ทำงานยืดออก เมื่อยืดออกสุดแล้ว ก็ทำให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 1 ยืดลงอีกครั้ง และหยุดการทำงานของลมดูด เพื่อวางผลิตภัณฑ์ลงในLift Boxซึ่งควบคุมโดยกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 4 เมื่อวางของลงแล้วกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 1 ก็จะหดขึ้น และไปสั่งให้กระบอกสูบคอมพ็คที่ 2 หดเข้า เพื่อไปหยิบกล่องต่อไป แต่เมื่อสแกนไม่ผ่าน C# จะส่ง F มาให้ PLC เมื่อ PLC ได้รับ F จะสั่งให้ไฟสถานะสีแดงติดและส่งสัญญาณเสียงเตือนออกมา ให้กดปุ่ม Reset เพื่อทำการเคลียร์ค่าที่ค้างอยู่ในโปรแกรม เพื่อให้สามารถสแกนตัวต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 แสดงลักษณะเมื่อสแกนบาร์โค้ดผ่าน ลมดูดจะทำงานลงมาดูดของเพื่อนำไปวางใน Lift Box

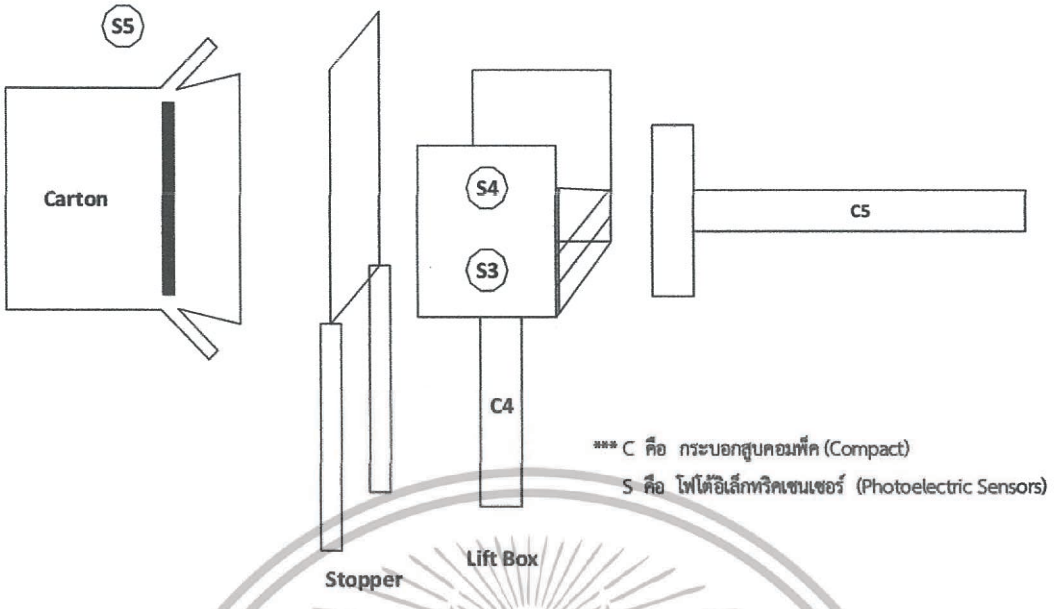
จากรูปที่ 3.20 จะเห็นว่าเมื่อทำการสแกนบาร์โค้ด UPC ของ External Harddisk ผ่านโปรแกรม C# จะส่ง P มาให้ PLC จากนั้น PLC จะทำการสั่งกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 1 ทำงานพร้อมลมดูด เพื่อนำของไปวางในLift Box



รูปที่ 3.21 แสดงลักษณะการนำของไปวางใน Lift Box

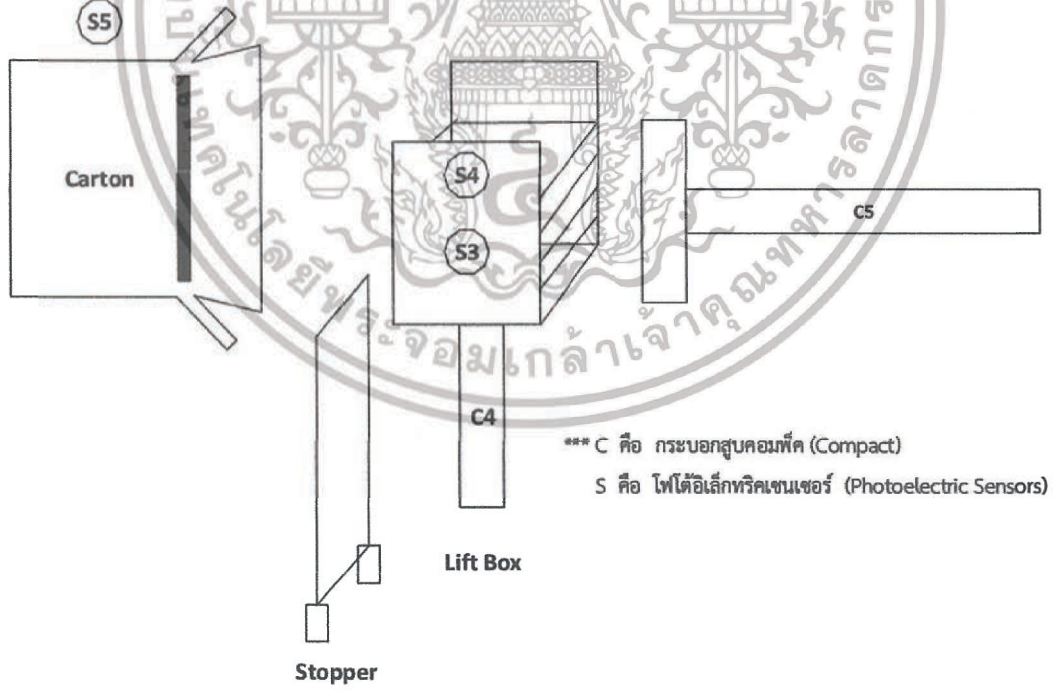
จากรูปที่ 3.21 จะเห็นว่าเมื่อสามารถดูดของได้แล้ว กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 2 จะทำงานยืดออกสุด เพื่อนำของไปวางใน Lift Box

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 แสดงลักษณะเมื่อมีของ 2 ชิ้นใน Lift Box

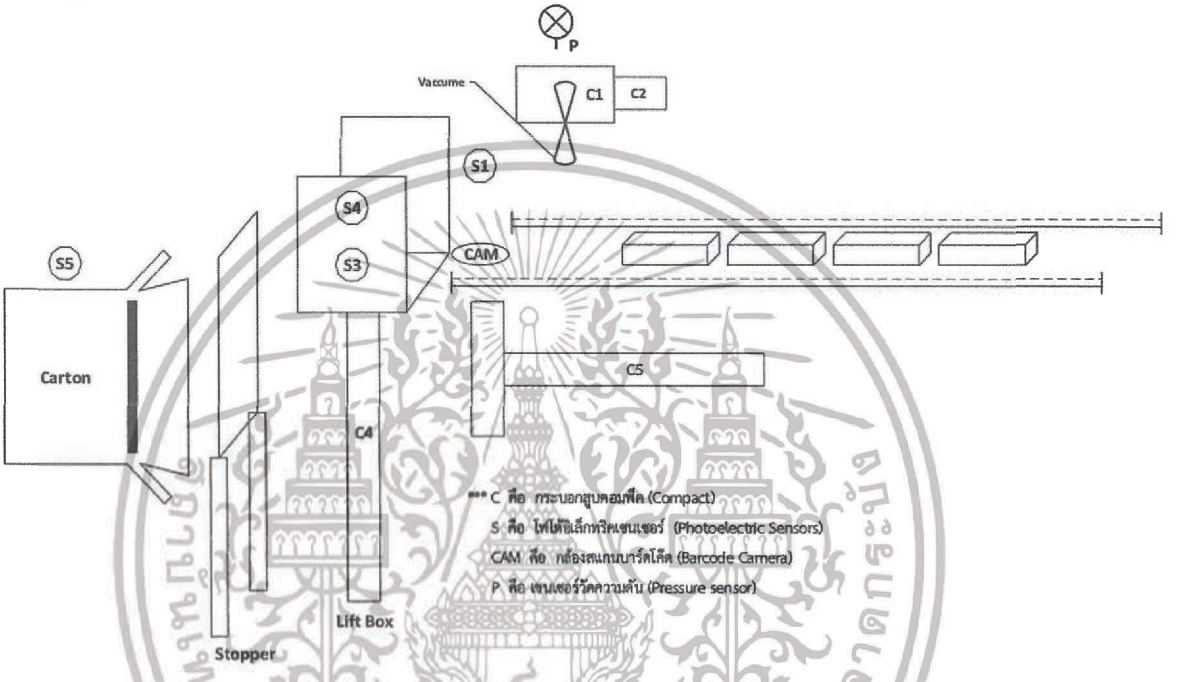
จากรูปที่ 3.22 จะเห็นว่าเมื่อมีของ 2 ชิ้นใน Lift Box จะทำให้เซนเซอร์ที่ 3 ทำงาน ไปสั่งให้ Lift Box ทำงาน โดยการหดเข้า เพื่อรองรับของอีก 2 ชิ้นที่จะเข้ามาให้ตกลงมาพอดี



รูปที่ 3.23 แสดงลักษณะเมื่อมีของ 4 ชิ้นใน Lift Box

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.23 จะเห็นว่าเมื่อมีการสแกนบาร์โค๊ดครบทุกๆ 4 กล่อง ระบบฐานข้อมูลจะทำการสั่งพิมพ์บาร์โค๊ดของกล่อง Carton ที่ใช้บรรจุของ 4 ชิ้นนั้นที่สแกน โดยเมื่อมีของ 4 ชิ้นใน Lift Box จะทำให้เซนเซอร์ที่ 3 และ 4 ทำงาน เพื่อสั่งให้ Stopper 1 หดเข้าลง จากนั้น PLC จะส่ง U ไปให้ C# เพื่อให้ C# เพื่อทำการสั่งกล้องที่ 2 ให้ทำงานสแกนบาร์โค๊ดของกล่อง Carton ที่พิมพ์ออกมา เมื่อสแกนผ่าน C# จะส่ง G มาให้ PLC เมื่อ PLC ได้รับ G และมีกล่อง Carton อยู่ที่เซนเซอร์ 5 และได้รับ Samema จากเครื่องก่อนหน้า (เครื่องพับกล่อง) กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 5 จะทำงานยืดออกดันของเข้ากล่อง Carton



รูปที่ 3.24 แสดงลักษณะเมื่อดันของเข้ากล่อง Carton แล้ว แกนที่เคลื่อนที่ออกไปจะเคลื่อนที่กลับมาอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น

จากรูปที่ 3.24 จะเห็นว่าเมื่อดันของเข้ากล่อง Carton แล้ว กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 5 จะหดเข้า เมื่อกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 5 หดเข้าสุดแล้ว Stopper จะทำงานยืดออกตามเดิม และLift Boxก็จะยืดออก เพื่อทำการรอรับกล่องที่มาตามสายพานลำเลียงโรเลอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้

ตารางที่ 3.7 แสดงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ใน Auto scan barcord and confirm carton number.

No.	Description	Specification	Used
1	PLC	KV-E4XR DC24V	1
2	PLC	VISUAL PLC KV-24DR	1
3	DC POWER SUPPLY	UN-150-24NES,6.5A	1
4	TPWL-243 24V	TPWL-243 24V	1
5	PUSH BOTTON	PUSH BOTTON SW 22MM 24VDC GREEN	1
6	PUSH BOTTON	PUSH BOTTON SW 22MM 24VDC RED	1
7	TERMINAL	Y1.5-3S	100
8	TERMINAL	TERMINAL BLOCK TBC10-10	1
9	FITTING	FITTING KQ2S06-01S SMC	1
10	SOLENOID VALVE	SYJ5120-5LZ-M5 SMC	6
11	PHOTOELECTRIC SENSOR	PZ-M11:PZ-B01	6
12	2D CODE READER	SR-710	1
13	NEWORK CONTROLLER/FOR BL	SERIES N-UB	1
14	AUTO SWITCH	D-A93L	9
15	FITTING	KQ2S06-M5A SMC	12
16	MANIFOLD BASE	MANIFOLD BASE#SS5YJ5-20-06	1
17	FUSE	L=30MM,2A,250V	1
18	PLUG +SWITCH +FUSE	250V	1
19	POWER CORD	SVT 18AWG X3C L1.8 METRE	1
20	APPLIANCE WIRING	AWG 22 WIRE - BLACK L:100 FT	1
21	APPLIANCE WIRING	AWG 22 WIRE-RED L :100 FT	1
22	CABLE	CABLE TIE 150 MM	1
23	VACUUM PAD	MODEL: VPBF-40-F18	1
24	VACUUM PUMP	THREE PHASE VSM-06 COMPLETE SET	1
25	PRESSURE SWITCH	PRESSURE SWITCH ISE30A-C6L-A-LD SMC	1
26	SOLENOID VALVE	SOLENOID VALVE VQ21A1 -5Y-C6-F	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การเขียนโปรแกรม PLC (Ladder Diagram)

ในการเขียนโปรแกรม PLC เครื่องนี้ต้องการใช้ 19 อินพุต และ 10 เอ้าท์พุต จึงใช้ PLC ยี่ห้อ KEYENCE ตัวแม่ รุ่น KV-24DR มี 16 อินพุต 8 เอ้าท์พุต และตัวลูกรุ่น KV-E4XR มี 4 อินพุต 4 เอ้าท์พุต

3.3.3.1 การกำหนดอินพุต

ตารางที่ 3.8 แสดงการกำหนดอินพุตของ Auto scan barcord and confirm carton number.

Device No.	Comment
R000	Switch_Start
R001	Switch_By_Pass
R002	Limit_Lift_Up
R003	Limit_Lift_Down
R004	Sensor2_Check_Full_NG
R005	Sensor1_On_N-UB
R006	Sensor4_Check_have_4_box
R007	Sensor3_Check_have_2_box
R008	Sensor5_Check_have_carton_box
R009	Limit_Out_push
R010	Limit_in_push
R011	Limit_Stopper_Down
R012	Samema_Up_Stream (call)
R013	Switch_Reset
R015	Gage_Pressure_sensor
R100	Limit_Slide_in
R101	Limit_Slide_out
R102	Limit_Slide_up
R103	Limit_Slide_Down

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3..3.5.2 การกำหนดเอ้าส์พุต

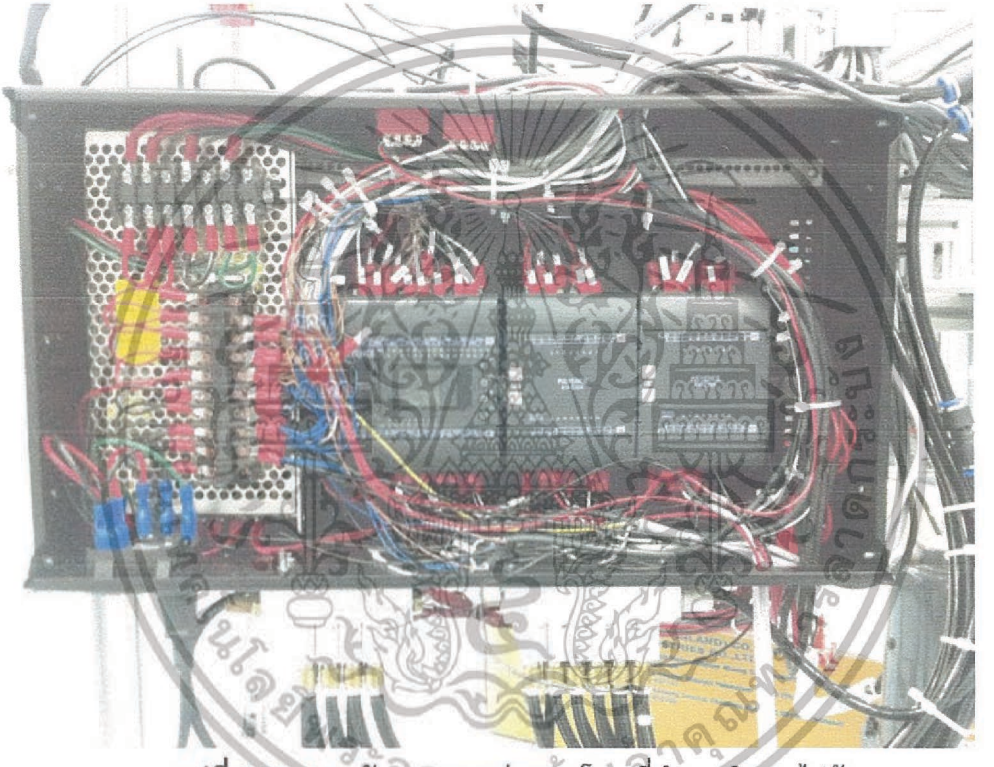
ตารางที่ 3.9 แสดงการกำหนดเอ้าท์พุตของ Auto scan barcord and confirm carton number.

Device No.	Comment
R500	Samema_Down_Stream (send)
R501	Red_alarm
R502	Compact1_down
R503	Compact2_Slide_out
R504	Compact3_NG-axis_out
R505	Compact4_Lift_down
R506	Compact5_Slide_out
R507	Stopper
R600	Vaccume
R601	Ramp_Start

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การการเดินสายไฟฟ้าในกล่องคอนโทรล

การเดินสายไฟฟ้าในกล่องคอนโทรลเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องจักรอัตโนมัติในที่นี้ ใช้การต่อแบบ NPN โดยมีสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับ PLC และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ซึ่งจะแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 V เพื่อนำไปใช้ โดยจะจ่ายไฟเลี้ยงเป็นไฟบวก 24 V เข้าขา Common ฝั่ง Input ซึ่งจะทำงานก็ต่อเมื่ออุปกรณ์ที่เป็นอินพุตทำงาน เช่น เซนเซอร์ ทั้งนี้เนื่องจากเราจ่ายไฟเลี้ยงให้กับอุปกรณ์ด้านอินพุตเป็นไฟลบ 24 V และจ่ายไฟลบ 24 V เข้าขา Common ฝั่ง Output ซึ่งจะทำงานก็ต่อเมื่ออุปกรณ์ที่เป็นเอ้าท์พุตทำงาน เช่น โซลินอยด์ , รีเลย์ ทั้งนี้เนื่องจากเราจ่ายไฟเลี้ยงให้กับอุปกรณ์ด้านเอ้าท์พุตเป็นไฟบวก 24 V



รูปที่ 3.25 แสดงลักษณะของกล่องคอนโทรลที่ทำการเดินสายไฟฟ้า

3.5 การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร (Set Up)

เมื่อทำการการเดินสายไฟฟ้า (Electric wiring) เพื่อเชื่อมต่อ Input / Output เข้ากับ PLC ในกล่องคอนโทรลเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการติดตั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งด้านอินพุต และเอ้าท์พุตเข้ากับเครื่อง

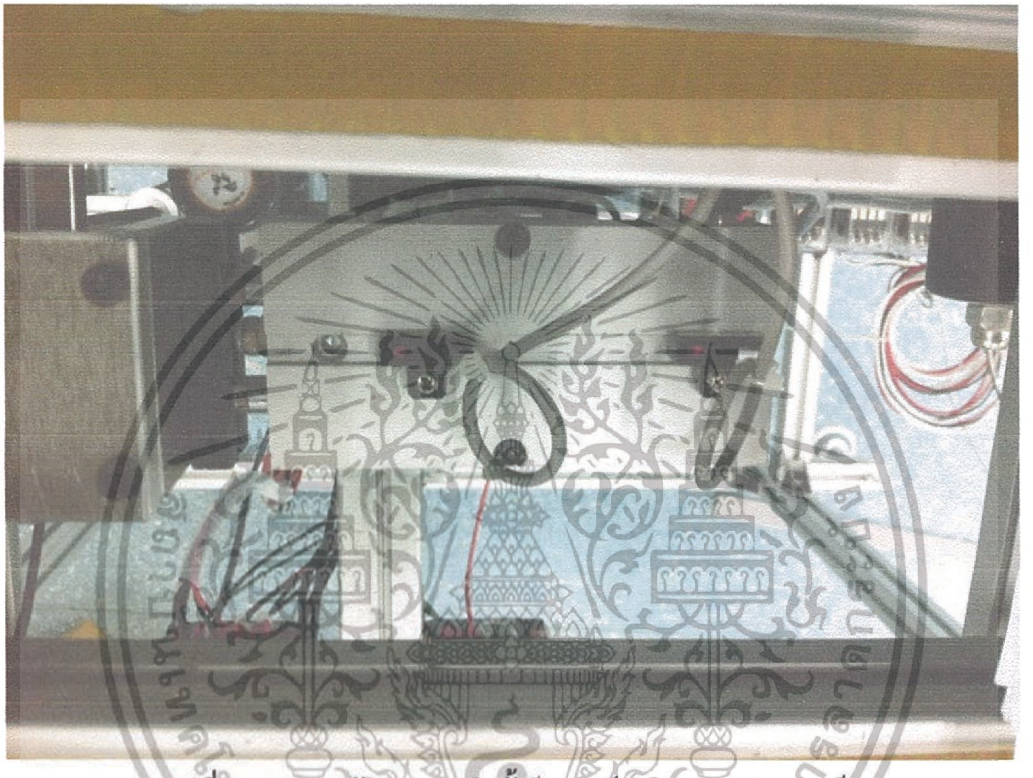
3.5.1 การต่อมอเตอร์เข้ากับ Relay

การสั่งงานมอเตอร์ 220 V จะสั่งงานผ่านหน้าคอนแทคของรีเลย์ โดยจะจ่ายไฟ 220 V เป็น L หรือ N ผ่านหน้า NO ของรีเลย์ไปยังตัวควบคุมสปีดของมอเตอร์ และจ่ายไฟเลี้ยงเป็นไฟบวกเข้าขา 14 และต่อขาเอ้าท์พุตออกทางขา 13 ของรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การติดตั้งลีดสวิตช์ (Reed switch) เข้ากับกระบอกสูบคอมแพ็ค (Compact)

การติดตั้งลีดสวิตช์ จะติดตั้งในร่องของกระบอกสูบคอมแพ็คซึ่งภายในมีแม่เหล็กติดอยู่ โดยลีดสวิตช์จะทำงานก็ต่อเมื่อมีแรงเหนี่ยวนำจากแม่เหล็กของกระบอกสูบคอมแพ็คมากระทำ เมื่อกระบอกสูบคอมแพ็คยืดออกสุด หรือหดเข้าสุด ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าเราจะเลือกติดเพื่อเช็คตำแหน่งสถานะการทำงานไหนของกระบอกสูบคอมแพ็ค



รูปที่ 3.26 แสดงลักษณะการติดตั้งลีดสวิตช์บนกระบอกสูบคอมแพ็ค

3.5.3 การต่อ Samema

เป็นการต่อ Up Stream และ Down Stream เพื่อสื่อสารกันระหว่างเครื่องก่อนหน้าและเครื่องถัดไปของกระบวนการทำงานในสายการผลิต ซึ่งการต่อ Samema ต้องทำการต่อเอ้าท์พุตของ PLC หมายเลข R500 กับขา Common C3 หรือหมายเลข 501 กับ C4 ออกจากเครื่องของเรา โดย R500 หรือ 501 จะไปต่อกับอินพุต และ C3 หรือ C4 จะไปต่อกับขา Common ของเครื่องถัดไป

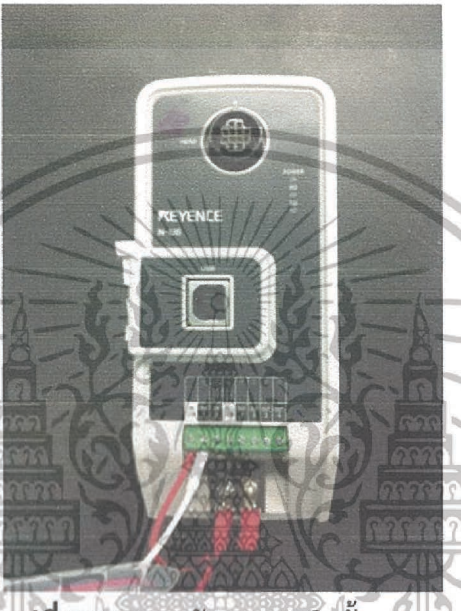
Up Stream คือ เครื่องก่อนหน้าเราทำเสร็จแล้ว ต้องการส่งสัญญาณให้เครื่องเราทำงานต่อ

Down Stream คือ เครื่องเราทำเสร็จแล้ว ต้องการส่งสัญญาณให้เครื่องถัดไปทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 การต่อ N-UB เพื่อสั่งกล้องสแกน

N-UB เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อควบคุมการสแกนบาร์โค๊ด เพื่อติดต่อสื่อสารกับ PLC ซึ่งเราจะจ่ายไฟเลี้ยงบวกและลบ 24 V และจ่ายให้ไฟบวก 24 V ให้กับขา Common ฝั่งอินพุต ส่วนขาอินพุต 1 จะต่อกับ เอ้าท์พุตของ PLC ซึ่งจะครบวงจรได้ก็ต่อเมื่อเอ้าพุตดังกล่าว ON ทำให้ N-UB ไปสั่งให้กล้องสแกนได้ โดยผลของการสแกนบาร์โค๊ดสามารถกำหนดค่าให้ส่งออกมาได้ทาง Output ของ N-UB ได้อีกด้วย



รูปที่ 3.27 แสดงลักษณะการติดตั้ง N-UB

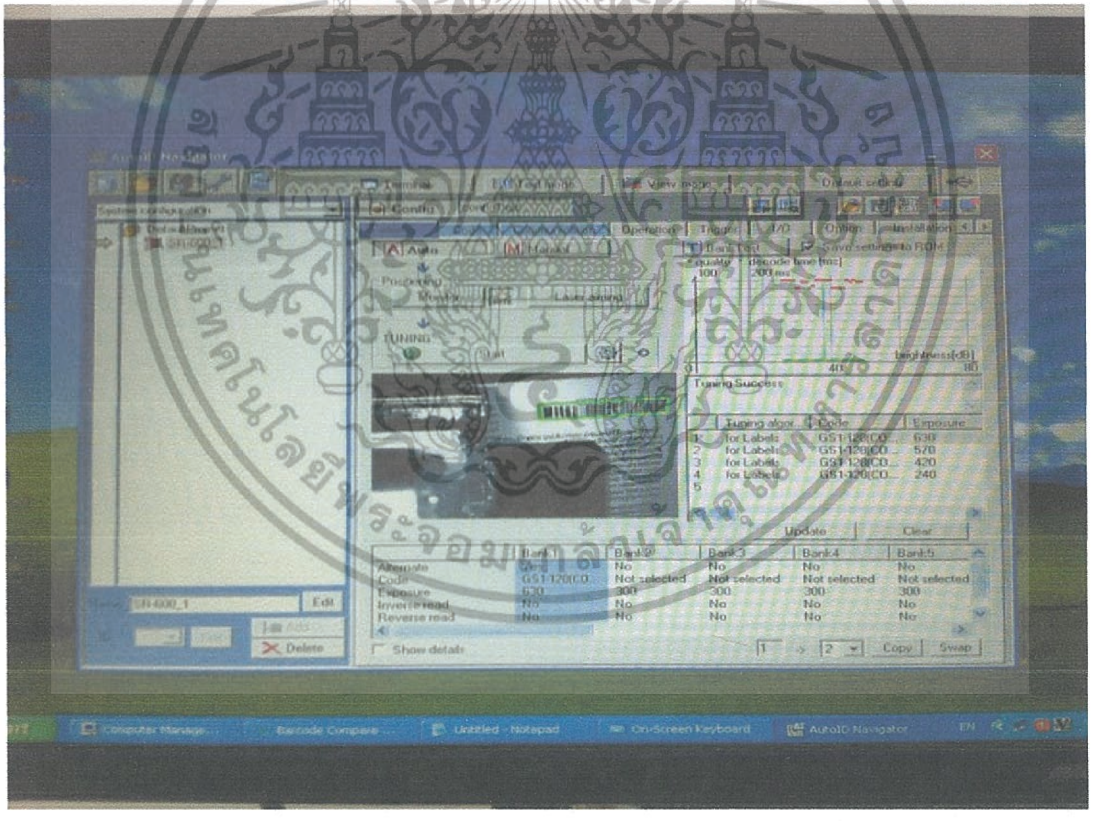
3.5.5 การตั้งค่ากล้องในการอ่านบาร์โค๊ด

การตั้งค่ากล้องในการอ่านบาร์โค๊ด ทำได้โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่มากับกล้องอ่านบาร์โค๊ดของ KEYENCE คือ โปรแกรม Auto ID Navigator ในการปรับตั้งกล้องให้สามารถอ่านบาร์โค๊ดแต่ละชนิดได้ตามต้องการ เมื่อตั้งเสร็จแล้วก็ทำการอัพโหลดข้อมูลเข้ากล้องเพื่อบันทึกค่าที่ตั้งไว้

รูปที่ 3.28 สัญลักษณ์โปแกรม Auto ID Navigator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.29 แสดงลักษณะของกล้องสแกนบาร์โค๊ดยี่ห้อ KEYENCE รุ่น SR-600



รูปที่ 3.30 แสดงลักษณะการปรับตั้งกล้องในการอ่านบาร์โค๊ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

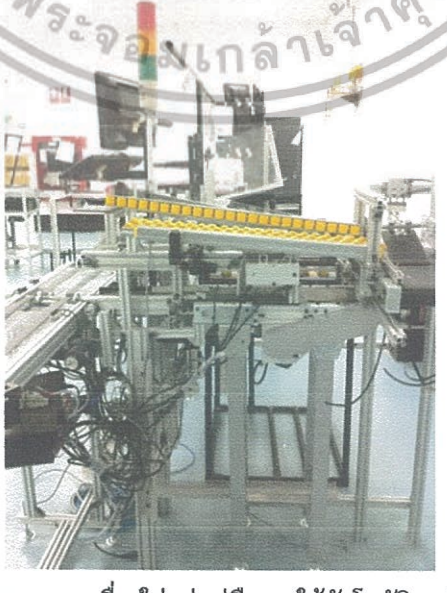
ในบทนี้จะกล่าวถึง เมื่อทำการเดินสายไฟฟ้า (Electric wiring) เพื่อเชื่อมต่อ Input / Output เข้ากับ PLC และ Set Up อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับเครื่องเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการเขียนโปรแกรม PLC เพื่อให้เครื่องทำงานตามต้องการ จากนั้นทำการติดตั้งเครื่องในสายการผลิตและทำการทดสอบประสิทธิภาพของการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติ

4.1 เครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 (Auto insert user manual Version.1)

4.1.1 ผลการดำเนินงาน

จากการทดสอบการทำงานของเครื่อง พบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยสามารถใส่แผ่นคู่มือการใช้ลงในกล่องได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำ ซึ่งจากเดิมพนักงานทำการหยิบแผ่นคู่มือใส่กล้องพร้อมกับ External harddisk จากนั้นทำการปิดปากกล่องและติดบาร์โค๊ด UPC ของกล่อง ใช้เวลาประมาณ 5 วินาทีต่อ 1 ชิ้น แต่เมื่อมีเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเข้าไปในสายการผลิต พนักงานใช้เวลาเหลือประมาน 4 วินาทีต่อ 1 ชิ้น

ทำการทดสอบความเสถียรของเครื่อง โดยปล่อยให้เครื่องทำงานโดยใส่แผ่นจำนวน 300 แผ่น พบว่าสามารถสแกนบาร์โค๊ดและดันแผ่นใส่เข้ากล่องได้ 287 แผ่น ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นความแม่นยำได้ 95.67% และคิดเป็นเปอร์เซ็นความผิดพลาดได้ 4.33 % ซึ่งแผ่นที่ไม่สามารถดันเข้ากล่องได้เกิดมาจากการสแกนบาร์โค๊ดไม่ผ่าน อันเนื่องจากการป้อนแผ่นออกจากช่องของกล่องโหลดไม่ดี ทำให้เกิดรอยพับย่นที่ขอบมุมของกระดาษทำให้แผ่นเสีย และการไหลมาหยุดเลยจุดที่กำหนดไว้สำหรับหยุดสแกนบาร์โค๊ดทำให้กล้องไม่สามารถอ่านบาร์โค๊ดได้

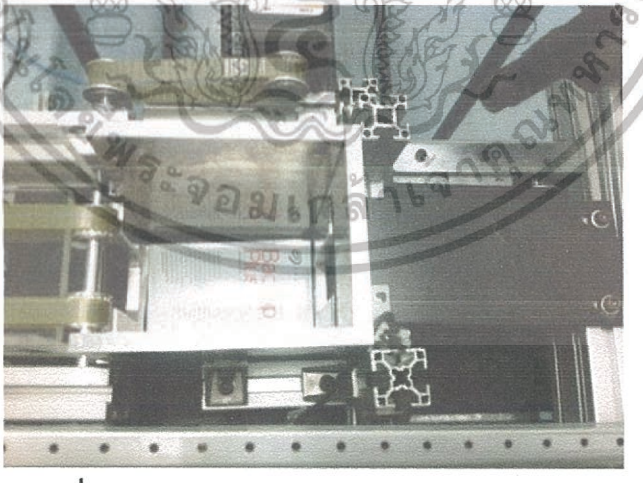


รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 ทางด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 ทางด้านหน้า

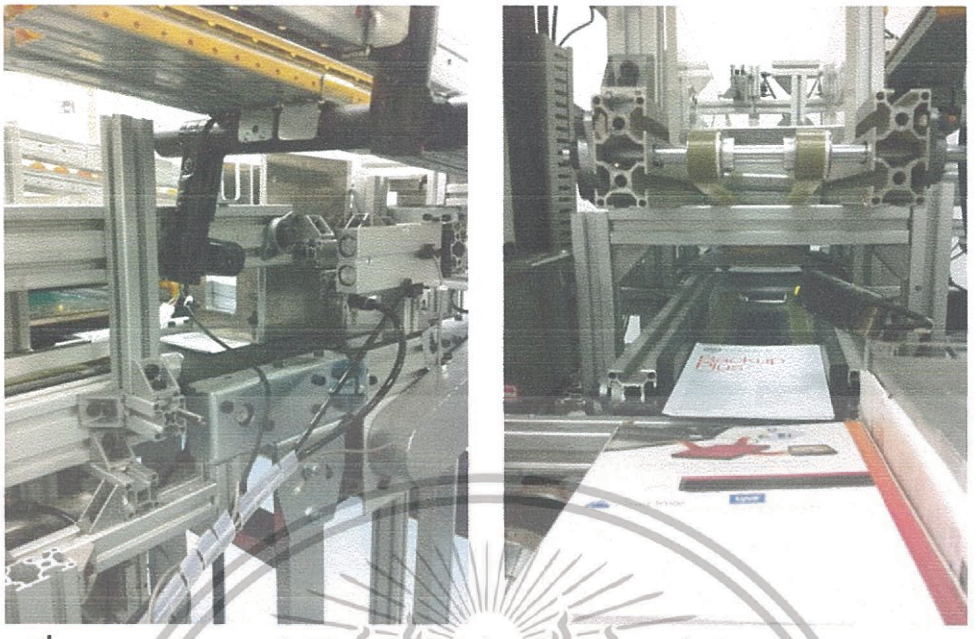
จากรูปที่ 4.1 และ 4.2 แสดงให้เห็นถึงลักษณะภายนอกของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่นที่ 1 ทางด้านหน้าและด้านข้างตามลำดับ ที่ทำการการเดินสายไฟฟ้า (Electric wiring) เพื่อเชื่อมต่อ Input / Output เข้ากับ PLC ในกล่องคอนโทรล และทำการSet Up อุปกรณ์ที่ต้องใช้เข้ากับเครื่องจักรที่ติดตั้งภายในสายการผลิตแล้ว



รูปที่ 4.3 แสดงลักษณะของกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้

จากรูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้ ซึ่งการเติมแผ่นคู่มือการใช้จะปล่อยแผ่นคู่มือการใช้ทีละปึก (50 แผ่น) ไหลมาตามสายพานลำเลียงที่ 5 จนถึงเซ็นเซอร์ที่ 5 กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 3 จะทำงานยืดออก แผ่นก็จะตกลงไปในกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้ แต่เมื่อแผ่นเต็มแล้ว กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 3 จะหดเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะแผ่นคู่มือการใช้ถูกป้อนออกจากช่องของกล่องโหลดแผ่นมาตามสายพาน

จากรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นถึงลักษณะการป้อนแผ่นคู่มือการใช้ออกจากช่องของกล่องโหลดแผ่นมาตามสายพานลำเลียง เพื่อนำพาแผ่นคู่มือการใช้ไปยังจุดที่สแกนบาร์โค๊ด

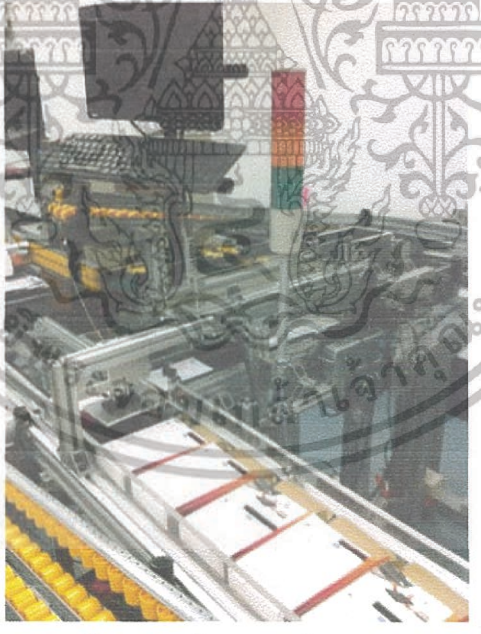
รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ด

จากรูปที่ 4.5 แสดงถึงลักษณะของการสแกนบาร์โค๊ด ซึ่งแผ่นคู่มือการใช้จะไหลมาตามสายพานลำเลียงที่ 3 เมื่อถึงเซ็นเซอร์ที่ 4 สายพานลำเลียงที่ 3 จะหยุดทำงาน เพื่อให้กล้องทำการอ่านบาร์โค๊ด ซึ่งกล้องจะทำการอ่านบาร์โค๊ดได้ก็ต่อเมื่อ PLC ส่งสัญญาณ Output ออกไปเข้า input ของ N-UB เพื่อสั่งให้กล้องทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 แสดงลักษณะบาร์โค๊ดที่สแกน

จากรูปที่ 4.6 แสดงถึงลักษณะบาร์โค๊ดของแผ่นคู่มือการใช้ที่ทำการสแกน เพื่อเช็คความถูกต้องของแผ่นแต่ละรุ่น และยังป้องกันปัญหาการใส่แผ่นคู่มือการใช้กลับหัวอีกด้วย



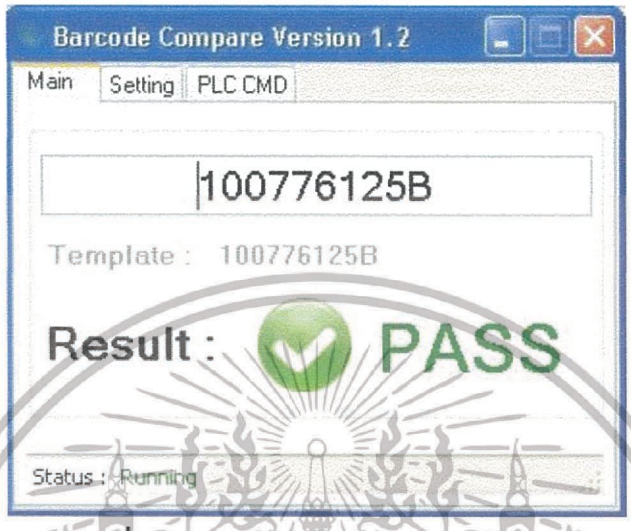
รูปที่ 4.7 แสดงลักษณะการไหลของกล่องมาตามสายพานลำเลียง

จากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า กล่องจะไหลมาตามสายพานลำเลียงที่ 2 เพื่อทำการใส่แผ่นคู่มือการใช้ทีละกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

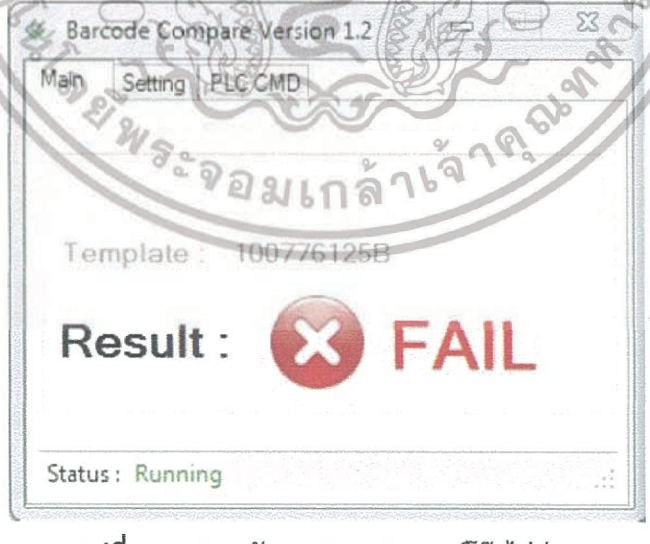
4.1.2 ผลการส่งค่า-รับค่ากับโปรแกรม C#

เครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 สามารถส่งค่า-รับค่ากับโปรแกรม C# ได้ โดยส่งผ่าน Serial Port Rs-232 เพื่อตรวจสอบการสแกนบาร์โค๊ดของแผ่นคู่มือการใช้ก่อนที่จะดันเข้ากล่อง



รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ดผ่าน

จากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่าเมื่อ PLC สั่ง ON N-UB ให้กล้องสแกน เมื่อกล้องสแกนบาร์โค๊ดผ่าน ค่าของบาร์โค๊ดที่อ่านได้จะแสดงใน TextBox ในโปรแกรม C# ทำการเปรียบเทียบกับ Template ว่าตรงกันไหม ถ้าตรงกัน C# จะส่ง P ไปให้ PLC เมื่อ PLC ได้รับ P ก็จะทำการดันแผ่นคู่มือเข้ากล่องที่ไหลมาตามสายพานลำเลียง



รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ดไม่ผ่าน

จากรูปที่ 4.9 จะเห็นว่าในกรณีที่ไม่สามารถอ่านบาร์โค๊ดได้ โปรแกรม C# จะแสดงสถานะ FAIL ให้หยิบแผ่นออก และทำการกดปุ่ม Reset เพื่อให้เครื่องทำงานต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 แสดงลักษณะการป้อนแผ่นออกมาไม่ดี

จากรูปที่ 4.10 จะเห็นว่าในการป้อนแผ่นออกจากช่องของกล่องโหลดแผ่น พบว่าในการป้อนแผ่นออกไปสแกนบ้างครั้ง ยังป้อนออกมาไม่ดี มีรอยพับย่นที่ขอบมุมทำให้แผ่นเสีย ดังนั้นจึงได้คิดวิธีการโหลดแผ่นไปสแกนใหม่ซึ่งกลายมาเป็นเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2

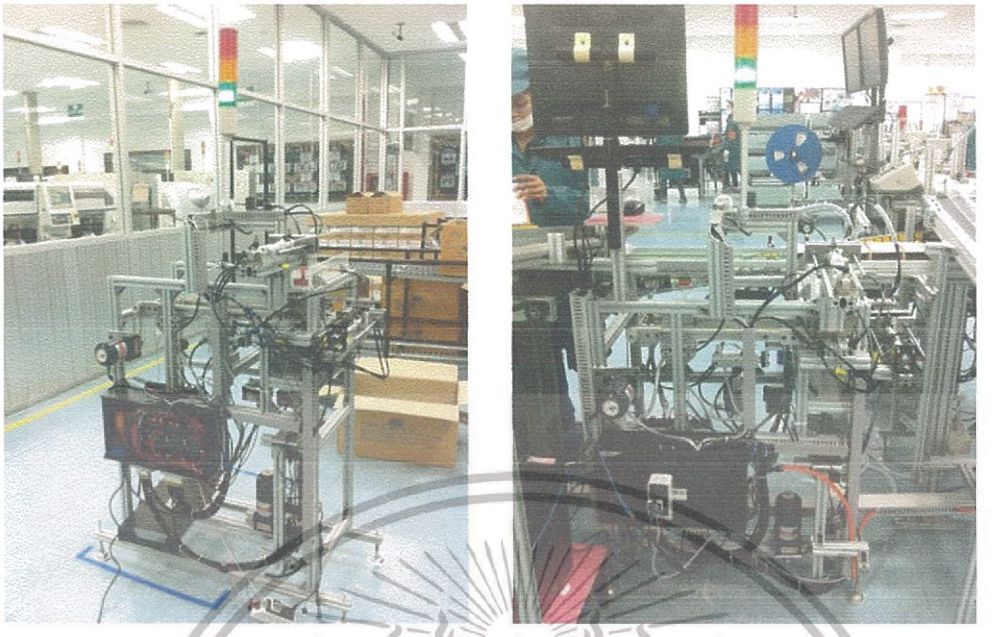
4.2 เครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 (Auto insert user manual Version.2)

4.2.1 ผลการดำเนินงาน

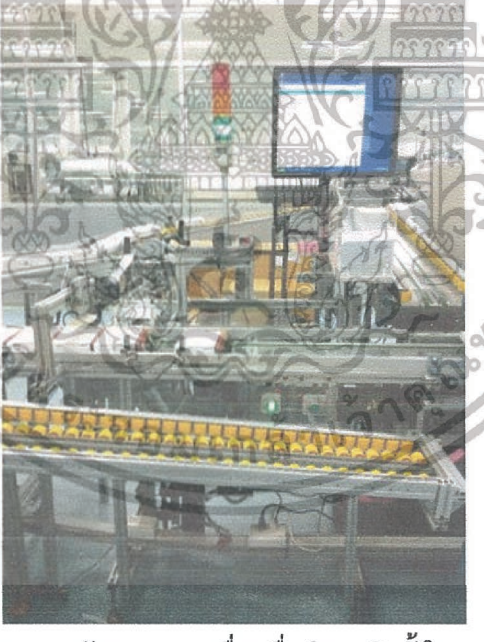
จากการทดสอบการทำงานของเครื่อง พบว่าพบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยสามารถใส่แผ่นคู่มือการใช้ลงในกล่องได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำ ซึ่งจากเดิมพนักงานทำการหยิบแผ่นคู่มือใส่กล้องพร้อมกับ External harddisk จากนั้นทำการปิดปากกล่องและติดบาร์โค๊ด UPC ของกล่อง ใช้เวลาประมาณ 5 วินาทีต่อ 1 ชิ้น แต่เมื่อมีเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเข้าไปในสายการผลิต พนักงานใช้เวลาเหลือประมาน 4 วินาทีต่อ 1 ชิ้น นอกจากนี้ยังแก้ปัญหาการป้อนแผ่นออกมาเสียของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 ได้

ทำการทดสอบความเสถียรของเครื่องโดยการใส่แผ่นจำนวน 300 แผ่น พบว่าสามารถสแกนบาร์โค๊ดและดันแผ่นใส่เข้ากล่องได้ 291 แผ่น ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นความแม่นยำได้ 97 % และคิดเป็นเปอร์เซ็นความผิดพลาดได้ 3 % ซึ่งแผ่นที่ไม่สามารถดันเข้ากล่องได้เกิดมาจากการสแกนบาร์โค๊ดไม่ผ่าน อันเนื่องจากการนำแผ่นมาสแกนเลยจุดที่กำหนดไว้สำหรับหยุดสแกนบาร์โค๊ด ทำให้กล้องไม่สามารถอ่านบาร์โค๊ดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 ทางด้านหน้า



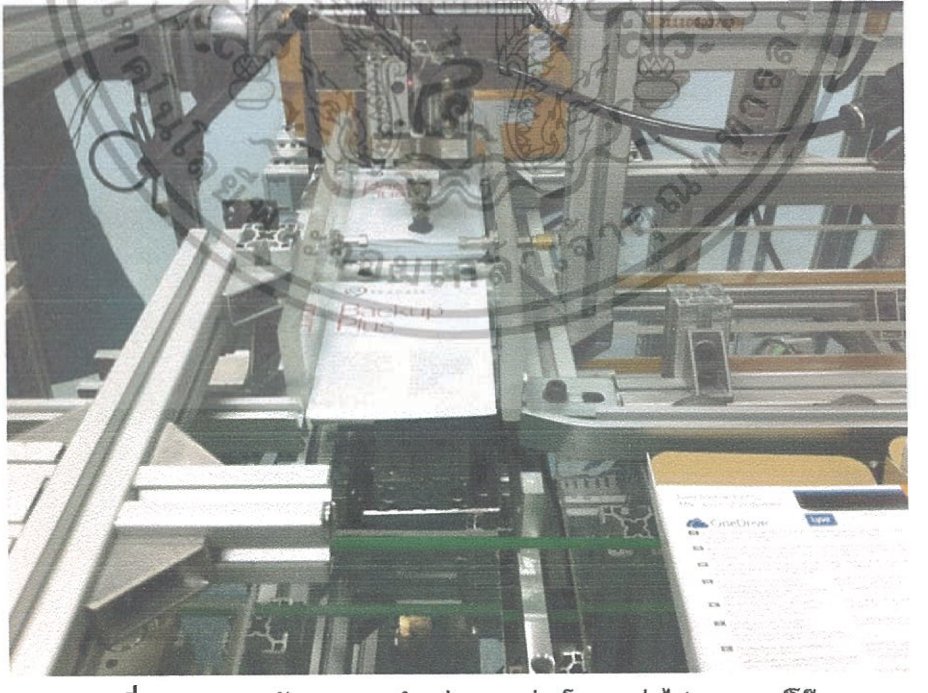
รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะของเครื่องเมื่อทำการติดตั้งในสายการผลิต

จากรูปที่ 4.11 และ 4.12 แสดงให้เห็นถึงลักษณะภายนอกของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่นที่ 2 ทางด้านหน้าและด้านข้างตามลำดับ ที่ทำการการเดินสายไฟฟ้า (Electric wiring) เพื่อเชื่อมต่อ Input / Output เข้ากับ PLC ในกล่องคอนโทรล และทำการSet Up อุปกรณ์ที่ต้องใช้เข้ากับเครื่องจักรที่ติดตั้งภายในสายการผลิตแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะของกล่องโหลดคู่มือการใช้

จากรูปที่ 4.13 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้ โดยเมื่อแผ่นหมดและมอเตอร์ที่ 2 ซึ่งควบคุมการทำงานของกล่องโหลดแผ่น เคลื่อนที่ลงจนถึงเซ็นเซอร์ก้ามปูที่ 2 ทำให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 7 จะทำงานยืดออก ซึ่งการเติมแผ่นคู่มือการใช้จะปล่อยแผ่นคู่มือการใช้ทีละปึก (50 แผ่น) ไหลมาตามสายพานลำเลียงที่ 1 จนถึงเซ็นเซอร์ที่ 7 กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 7 จะทำงานหดเข้า แผ่นก็จะตกลงไปในกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้ แต่เมื่อแผ่นเต็มแล้วกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 7 จะหดเข้า



รูปที่ 4.14 แสดงลักษณะการนำแผ่นจากกล่องโหลดแผ่นไปสแกนบาร์โค๊ด

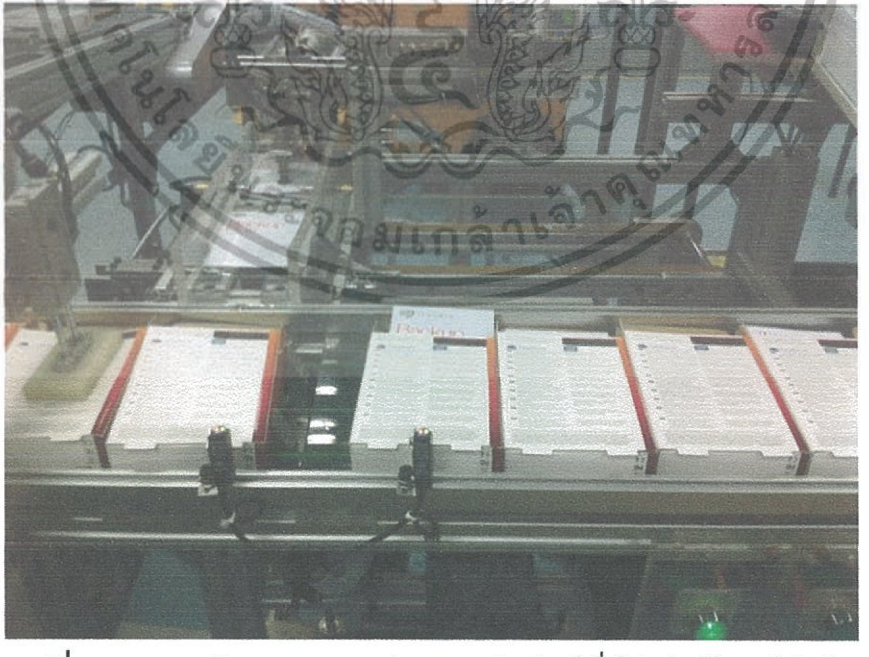
จากรูปที่ 4.14 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของการนำแผ่นจากกล่องโหลดแผ่นไปสแกนบาร์โค๊ด โดยการใช้ลมดูดแผ่นขึ้นมา แล้วให้กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 4 เคลื่อนที่ไปวางในจุดที่สแกนบาร์โค๊ด ซึ่งกล้องจะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ่านบาร์โค๊ดได้ก็ต่อเมื่อ PLC ส่งสัญญาณ Output ออกไปเข้า input ของ N-UB เพื่อสั่งให้กล้องทำงาน

รูปที่ 4.15 แสดงลักษณะการไหลของกล่องมาตามสายพานลำเลียง

จากรูปที่ 4.15 แสดงให้ถึงลักษณะของกล่องจะไหลมาตามสายพานลำเลียงที่ 2 เพื่อทำการใส่แผ่นคู่มือการใช้ทีละกล่อง



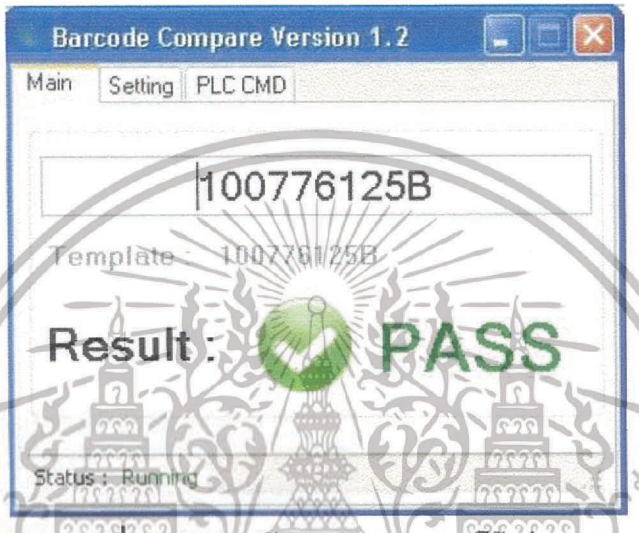
รูปที่ 4.16 แสดงลักษณะการของกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์เมื่อใส่แผ่นคู่มือการใช้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.16 แสดงถึงลักษณะของกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์ ที่ทำการใส่แผ่นคู่มือการใช้แล้ว เพื่อรอให้พนักงานนำไปใส่ External harddisk ต่อไป

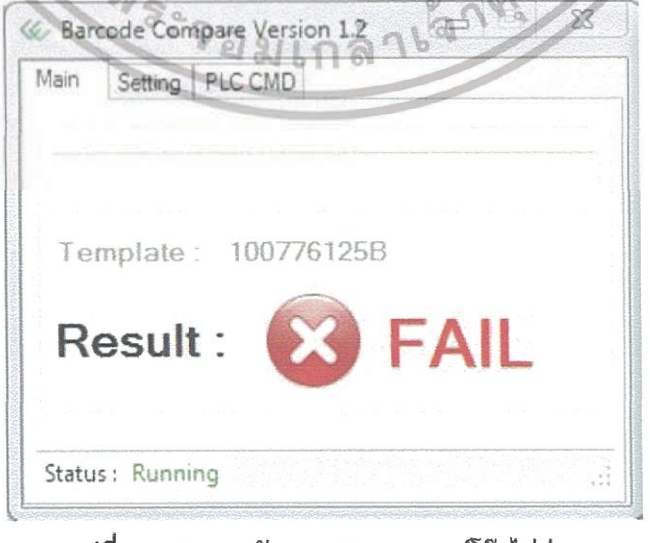
4.2.2 ผลการส่งค่า-รับค่ากับ C#

เครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 สามารถส่งค่า-รับค่ากับโปรแกรม C# ได้โดยส่งผ่าน Serial Port Rs-232 เพื่อตรวจสอบการสแกนบาร์โค๊ดของแผ่นคู่มือการใช้ก่อนที่จะดันเข้ากล่อง



รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ดผ่าน

จากรูปที่ 4.17 จะเห็นว่าเมื่อ PLC สั่ง ON N-UB ให้กล้องสแกน เมื่อกล้องสแกนบาร์โค๊ดผ่าน ค่าของบาร์โค๊ดที่อ่านได้จะแสดงใน TextBox ในโปรแกรม C# ทำการเปรียบเทียบกับ Template ว่าตรงกันไหม ถ้าตรงกัน C# จะส่ง P ไปให้ PLC เมื่อ PLC ได้รับ P ก็จะทำการดันแผ่นคู่มือเข้ากล่องที่ไหลมาตามสายพานลำเลียง



รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ดไม่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.18 จะเห็นว่าในกรณีที่ไม่สามารถอ่านบาร์โค๊ดได้ โปรแกรม C# จะแสดงสถานะ FAIL ให้หยิบแผ่นออก และทำการกดปุ่ม Reset เพื่อให้เครื่องทำงานต่อไปได้

4.3 ระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องของบาร์โค๊ดกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น (Auto scan barcord and comfirm carton number)

4.3.1 ผลการดำเนินงาน

จากการทดสอบการทำงานของเครื่อง พบว่าพบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยสามารถสแกนบาร์โค๊ด UPC ของกล่อง External harddisk แล้วนำไปบรรจุลงในกล่อง Carton ได้โดยไม่ต้องใช้คน นอกจากนี้ยังสามารถสแกนบาร์โค๊ดของกล่อง Carton ได้อย่างถูกต้อง และแม่นยำ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการบรรจุ External harddisk ลงในกล่อง Carton ก่อนที่จะไปถึงมือลูกค้า ซึ่งจากเดิมกล่อง External harddisk จะไหลมาตามสายพานทีละ 4 กล่อง เมื่อถึงจุดที่สแกนบาร์โค๊ด กล้องสแกนบาร์โค๊ดจะเคลื่อนที่ไปสแกนบาร์โค๊ดทีละกล่องจนครบ 4 กล่อง เมื่อสแกนเสร็จพนักงานจะทำการหยิบ 4 กล่องนั้นไปบรรจุลงในกล่องกระดาษ Carton แล้วทำการติดบาร์โค๊ดของ Carton ที่ออกมาจากเครื่องพิมพ์โดยไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของบาร์โค๊ด Carton ทำให้อาจเกิดความผิดพลาดในการบรรจุกล่อง External harddisk ได้ แต่ในกรณีที่กล้องสแกนบาร์โค๊ดครบ 4 ชิ้นแล้ว เครื่องพิมพ์ยังไม่พิมพ์บาร์โค๊ดออกมา พนักงานต้องทำการสแกนด้วยหัวสแกนมือแทน ซึ่งในขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 22วินาที แต่เมื่อมีระบบอัตโนมัตินี้เข้าไป ทำให้ขั้นตอนนี้ใช้เวลาเหลือประมาณ 17 วินาที

ทำการทดสอบความเสถียรของเครื่อง โดยการให้ระบบทำงานเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งทางโรงงานต้องการเอ้าท์พุต 1200 ชิ้นต่อ 1 Break (2 ชั่วโมง) ซึ่งต้องบรรจุ External harddisk ลงในกล่อง Carton จำนวน 300 กล่อง จากนั้นทำการเปรียบเทียบเอ้าท์พุตการทำงานพนักงานและระบบอัตโนมัตินี้เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ได้ดังนี้ ของการทำงานแบบเก่าและการทำงานของระบบอัตโนมัติแบบใหม่เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลเอ้าท์พุตของการทำงานระหว่างพนักงานกับระบบอัตโนมัตินี้

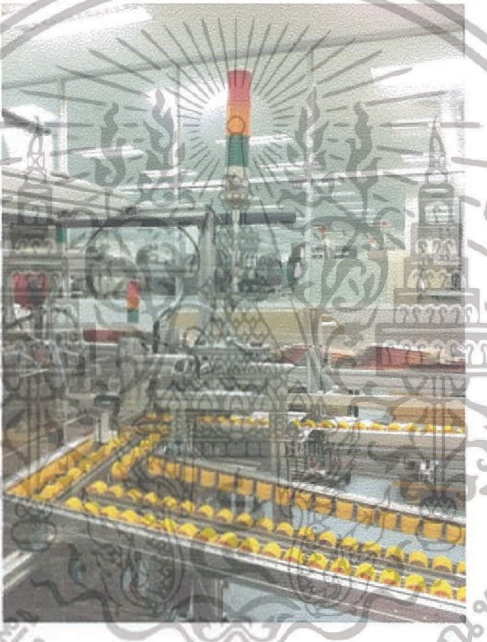
Process by	Target (Carton)	Output (Carton)	> Target (Carton)	% output เพิ่ม
Operator (before)	300	322	22	7%
Automation (After)	300	417	117	39%

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าพนักงานสามารถทำการบรรจุ External harddisk ลงในกล่อง Carton ได้ 332 กล่อง มากกว่า Target 32 กล่อง แต่ระบบอัตโนมัตินี้ทำได้ 417 กล่อง มากกว่า Target 117 กล่อง ในเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งพบว่าจากเดิมพนักงานสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นเอ้าท์พุตได้ 7 % แต่ระบบอัตโนมัตินี้สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นเอ้าพุตได้ถึง 39%

การทำงานของระบบอัตโนมัตินี้ สามารถการบรรจุ External harddisk ลงในกล่อง Carton 1 กล่อง ใช้เวลาประมาณ 17 วินาที ถ้าคิดเป็นเวลาการทำงานแต่ละครั้งต่อ 2 ชั่วโมง จะสามารถทำได้ 423

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่อง แต่ในการทดสอบนี้สามารถทำได้ 417 กล่อง ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำได้ 98.58% และคิดเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนได้ 1.42 % โดยค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการที่สแกนบาร์โค๊ด UPC ของ External harddisk ไม่ผ่านอันเนื่องของชิ้นนั้นไม่ผ่านกระบวนการก่อนหน้ามา และการสแกนบาร์โค๊ดของ Carton ไม่ผ่านเนื่องมาจากกล้องไม่สามารถอ่านบาร์โค๊ดได้ เพราะอาจจะเกิดการเลื่อนของแผ่นกระดาษบาร์โค๊ดที่พิมพ์ออกมา และในอีกกรณีหนึ่งทีทำให้เกิดความผิดพลาดก็คือ ในLift Boxมีของแล้ว 4 กล่อง แต่บาร์โค๊ด Carton ไม่สามารถพิมพ์ออกมาได้เนื่องจากในระบบฐานข้อมูลสแกนเข้าไปแค่ 3 กล่อง มี 1 กล่องในลิฟต์ที่สแกนไม่เข้าระบบ ซึ่งอาจเกิดจากข้อมูลบาร์โค๊ดที่ส่งไปตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูล บางทีเกิดการผิดพลาดและล่าช้าในการตรวจสอบ ทำให้สัญญาณที่ส่งไปใหม่เกิดการสูญหายเนื่องจากการชนกันของข้อมูลที่ส่งผ่าน Serial Port เพียง Port เดียว

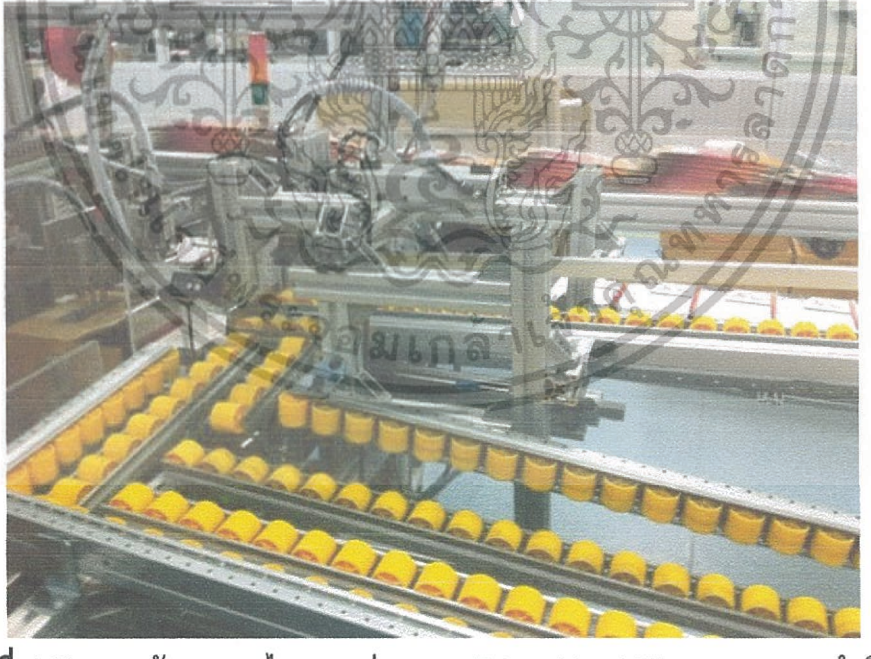


รูปที่ 4.19 แสดงลักษณะของเครื่องทางด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะของเครื่องทางด้านข้าง

จากรูปที่ 4.19 และ 4.20 แสดงให้เห็นถึงลักษณะภายนอกของเครื่องทางด้านหน้าและด้านข้าง ตามลำดับ ที่ทำการการเดินสายไฟฟ้า (Electric wiring) เพื่อเชื่อมต่อ Input / Output เข้ากับ PLC ในกล่องคอนโทรล และทำการSet Up อุปกรณ์ที่ต้องใช้เข้ากับเครื่องจักรที่ติดตั้งภายในสายการผลิตแล้ว



รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะการไหลของกล่องบรรจุ External harddisk มาตามสายพานลำเลียง

จากรูปที่ 4.21 แสดงถึงกล่องที่บรรจุ External harddisk แล้วจะไหลมาตามสายพานลำเลียง เพื่อรอการสแกนบาร์โค๊ด UPC ของ External harddisk แล้วทำการบรรจุลงในกล่อง Carton

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ดของกล่องบรรจุ External harddisk

จากรูปที่ 4.22 แสดงถึงลักษณะการสแกนบาร์โค๊ดของกล่องบรรจุ External harddisk โดยกล่องจะไหลมาตามสายพานลำเลียงที่เป็นโรเลอร์ มาหยุดที่จุดสแกนบาร์โค๊ด เมื่อสแกนบาร์โค๊ดผ่าน กระบอกสูบคอมแพ็คที่ 1 และ 2 จะทำงาน โดยใช้ลมดูดกล่องขึ้นแล้วนำไปวางใน Lift Box เพื่อรอการบรรจุลงในกล่อง Carton เมื่อมีของครบ 4 ชิ้น ใน Lift Box

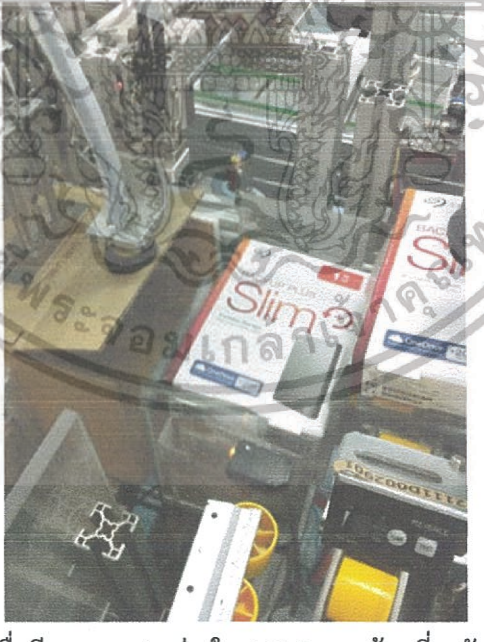
รูปที่ 4.23 แสดงลักษณะบาร์โค๊ด UPC ของกล่อง External harddisk

จากรูปที่ 4.23 แสดงถึงลักษณะบาร์โค๊ด UPC ของกล่อง External harddisk ที่ทำการสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.24 แสดงลักษณะเมื่อสแกนบาร์โค๊ดผ่าน กล่องของ External harddisk จะถูกนำไปวางใน Lift Box

จากรูปที่ 4.24 แสดงถึงลักษณะของกล่อง External harddisk เมื่อสแกนบาร์โค๊ดผ่านแล้ว PLC จะได้รับค่า P จากโปรแกรม C# จึงนำไปวางใน Lift Box เพื่อรอการบรรจุเข้ากล่องกระดาษ Carton



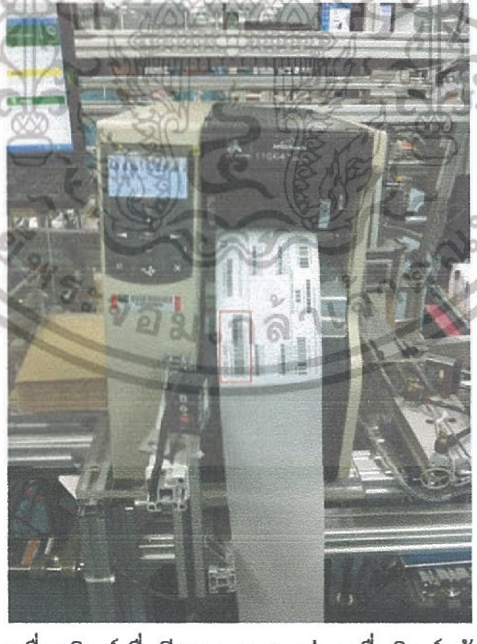
รูปที่ 4.25 แสดงลักษณะเมื่อมีของครบ 4 กล่องใน Lift Box พร้อมที่จะดันเข้ากล่องกระดาษ Carton

จากรูปที่ 4.25 แสดงถึงลักษณะของ Lift Box เมื่อมีของครบ 4 กล่อง จะรอการสแกนบาร์โค๊ดของกล่อง C arton ที่เครื่องพิมพ์ออกมา เมื่อทำการสแกนผ่าน ของทั้ง 4 ชิ้นนั้นจะถูกดันเข้ากล่องโดยกระบอกสูบคอมแพ็คที่ 5 ยืดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะเมื่อทำการดันของ 4 กล่องเข้ากล่องกระดาษ Carton

จากรูปที่ 4.25 แสดงถึงลักษณะเมื่อสแกนบาร์โค๊ด Carton ผ่านแล้ว PLC จะได้รับ G จึงทำการดันกล่อง External harddisk ทั้ง 4 กล่องที่อยู่ใน Lift Box เข้ากล่อง Carton



รูปที่ 4.27 แสดงลักษณะของเครื่องพิมพ์เมื่อมีของครบ 4 กล่อง เมื่อพิมพ์แล้วจะสแกนบาร์โค๊ดกล่อง Carton

จากรูปที่ 4.27 แสดงถึงลักษณะของการสแกนบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษ Carton ที่พิมพ์ออกมาจากเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.28 แสดงลักษณะบาร์โค๊ดของกล่อง Carton ที่สแกน

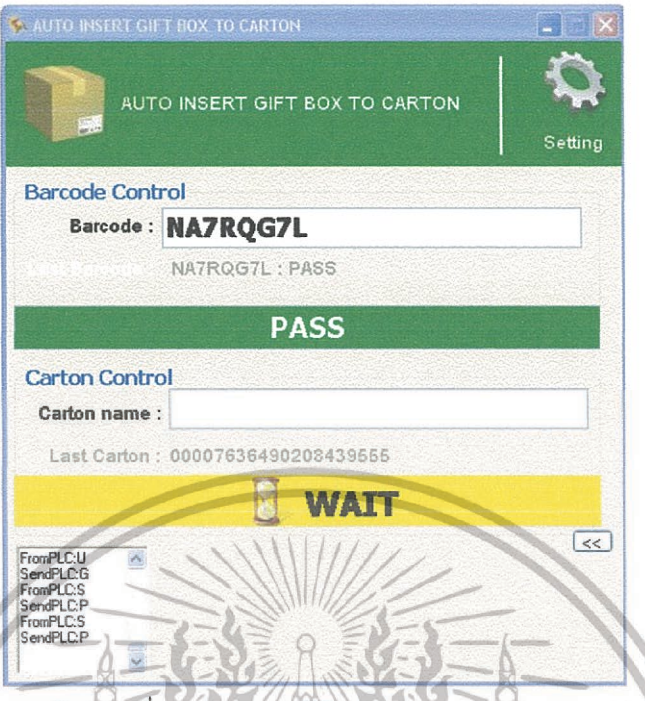
จากรูปที่ 4.28 แสดงถึงลักษณะของบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษ Carton ที่ทำการสแกนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการบรรจุ External harddisk

4.3.2 ผลการส่งค่า-รับค่ากับ C#

ระบบสามารถส่งค่า-รับค่ากับโปรแกรม C# ได้โดยส่งผ่าน Serial Port Rs-232 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องกับฐานข้อมูลของระบบ โดยการสแกนบาร์โค๊ด UPC ของกล่อง External harddisk และยืนยันการปริ๊นบาร์โค๊ดของ Carton พร้อมทั้งตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดของ Carton

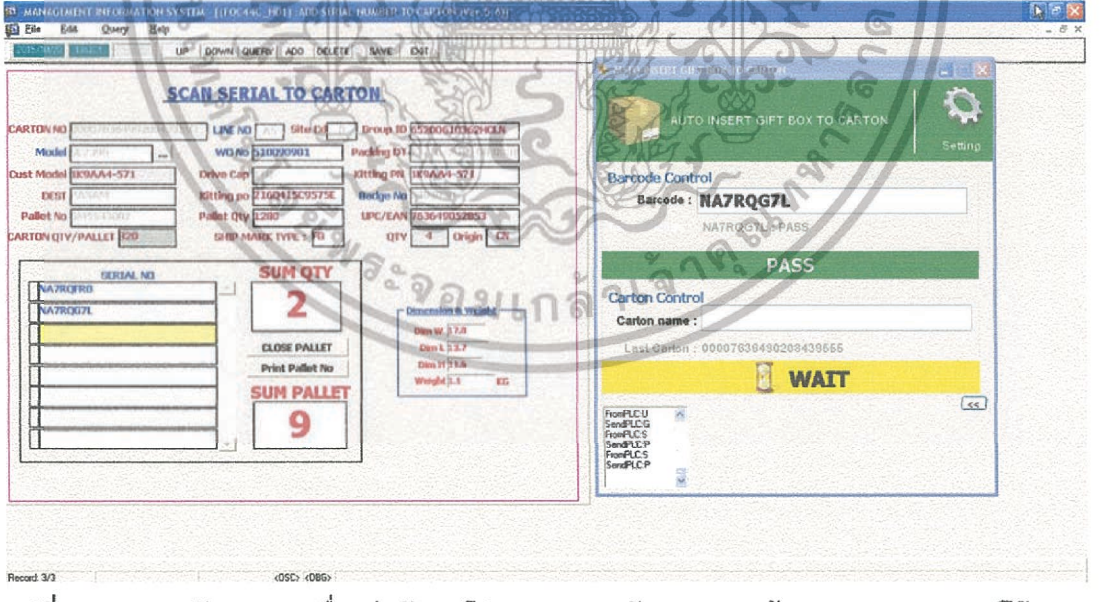
โดยเมื่อ PLC ส่ง S ให้กับ C# เมื่อ C# ได้รับ S จะสั่งให้กล้องสแกน เมื่อกล้องสแกนบาร์โค๊ดทำงาน ค่าของบาร์โค๊ดที่อ่านได้จะแสดงใน TextBox Barcode ซึ่งค่าบาร์โค๊ดที่อ่านได้จะเช็คกับฐานข้อมูลของระบบว่าถูกต้องไหม โดยถ้าถูกต้อง C# จะส่ง P มาให้ PLC เมื่อ PLC ได้รับ P ก็จะทำการหยิบกล่อง External harddisk นั้นไปวางใน Lift Box และถ้าไม่ถูกต้องจะโชว์ MessageBox ขึ้นมาว่าที่สแกนบาร์โค๊ดไม่ผ่านเพราะของชิ้นนั้นไม่ผ่านกระบวนการไหนมา และโปรแกรม C# จะส่ง F มาให้ PLC เมื่อ PLC ได้รับ F ทำการดันของออกแยกไปอีกทาง เพื่อให้พนักงานฝ่าย QC ทำการตรวจสอบแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 แสดงลักษณะเมื่อการสแกนบาร์โค๊ด UPC ของกล่อง External harddisk ผ่าน

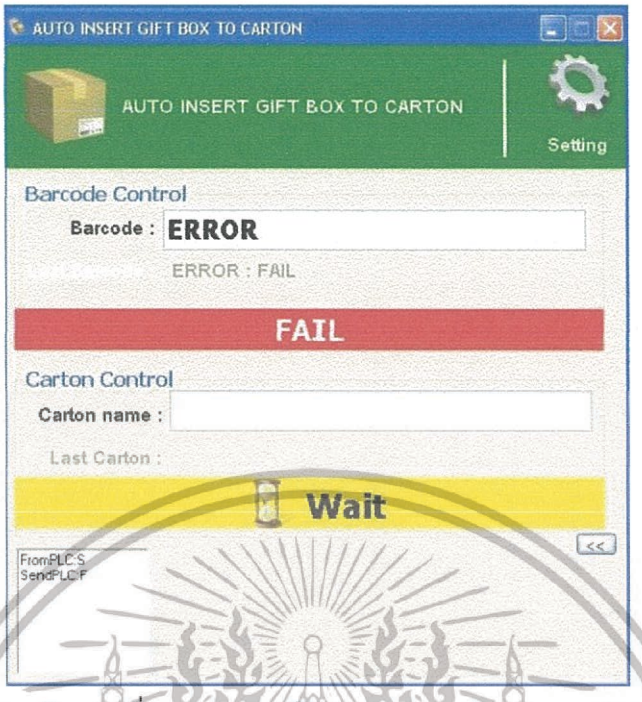
จากรูปที่ 4.29 เมื่อกล้องสแกนบาร์โค๊ดผ่าน ค่าของบาร์โค๊ดที่อ่านได้จะแสดงใน TextBox Barcode และโปรแกรม C# จะแสดงสถานะผลของการสแกนบาร์โค๊ดว่า PASS



รูปที่ 4.30 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อกันของโปรแกรม C# กับ ระบบฐานข้อมูลของการสแกนบาร์โค๊ด UPC กล่อง External harddisk

จากรูปที่ 4.3.0 เมื่อการสแกนบาร์โค๊ด UPC ของกล่อง External harddisk ผ่าน ค่าของบาร์โค๊ดที่อ่านได้จะถูกบันทึกลงใน SERIAL NO ของระบบฐานข้อมูลเพื่อทำการสั่งพิมพ์บาร์โค๊ดเมื่อครบ 4 กล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

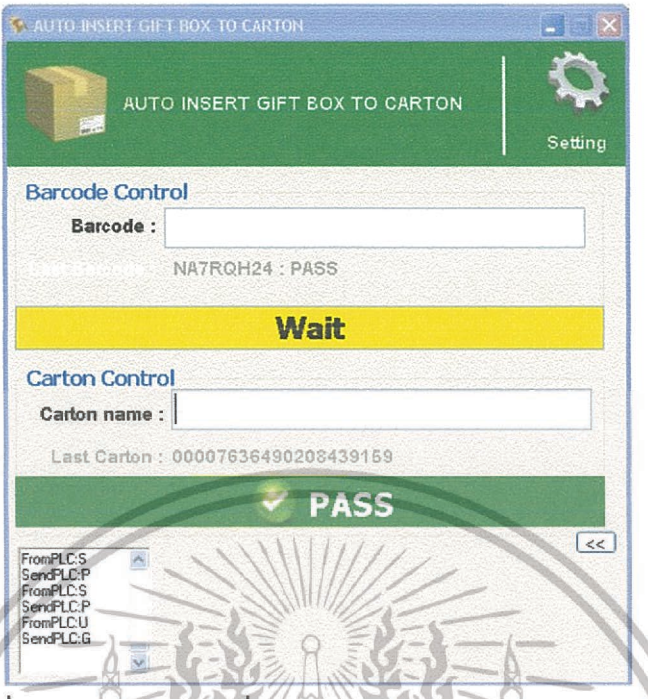


รูปที่ 4.31 แสดงลักษณะเมื่อการสแกนบาร์โค๊ด UPC ของกล่อง External harddisk ไม่ผ่าน

จากรูปที่ 4.31 เมื่อกล้องสแกนบาร์โค๊ดไม่ผ่าน ค่าของบาร์โค๊ดที่อ่านได้จะแสดงใน TextBox Barcode จะขึ้นว่า ERROR และโปรแกรม C# จะแสดงสถานะผลของการสแกนบาร์โค๊ดว่า FAIL

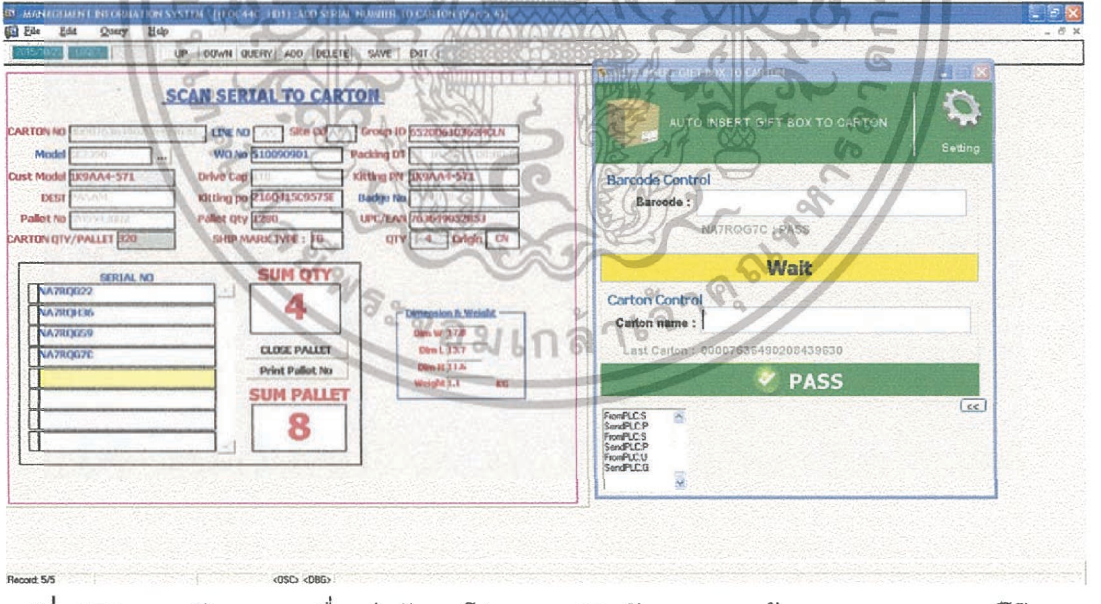
เมื่อมีของใน Lift Box ครบ 4 ชิ้น โปรแกรมฐานข้อมูลของระบบจะสั่งให้เครื่องพิมพ์ทำการพิมพ์บาร์โค๊ดของ Carton ออกมา และPLC จะส่ง U ไปให้ C# เมื่อ C# ได้รับ U จะทำการสั่งกล้องสแกนบาร์โค๊ดของ Carton ทำงาน ค่าของบาร์โค๊ดที่อ่านได้จะแสดงใน TextBox Carton name ซึ่งค่าบาร์โค๊ดที่อ่านได้จะเช็คกับฐานข้อมูลของระบบว่าถูกต้องไหม โดยถ้าถูกต้อง C# จะส่ง G มาให้ PLC เมื่อ PLC ได้รับ G ก็จะทำดันของ 4 กล่องนั้นใน Lift Box เข้าไปในกล่อง Carton ที่มาจากเครื่องพับกล่อง Carton และถ้าไม่ถูกต้อง โปรแกรม C# จะส่ง X มาให้ PLC เมื่อ PLC ได้รับ X จะสั่งให้ไฟแสดงสถานะการทำงานสีแดงติด และส่งเสียงเตือนออกมา ให้พนักงานนำกล่อง 4 กล่องนั้นออกลิฟต์เพื่อทำการตรวจสอบแก้ไข แล้วทำการกดปุ่ม Reset เพื่อให้ระบบสามารถทำงานต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 แสดงลักษณะเมื่อการสแกนบาร์โค้ดของกล่อง Carton ผ่าน

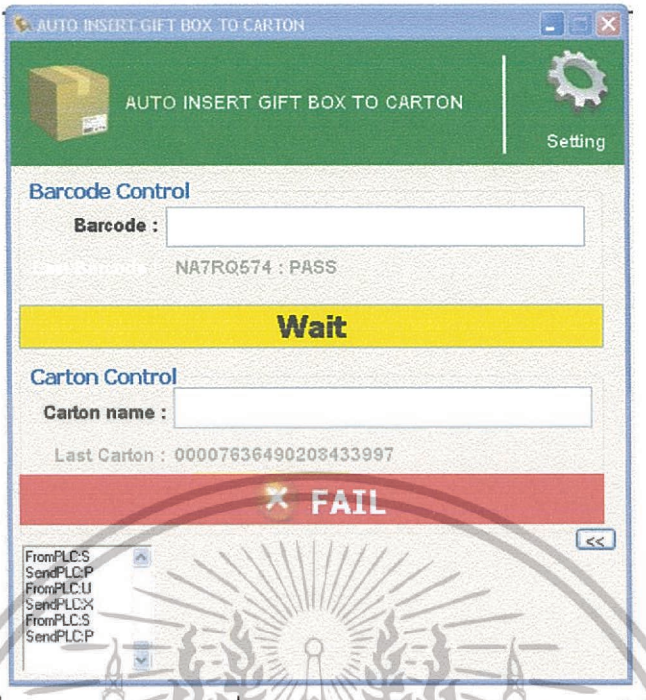
จากรูปที่ 4.32 เมื่อกล้องสแกนบาร์โค้ดผ่าน ค่าของบาร์โค้ดที่อ่านได้จะแสดงใน TextBox Carton Name และโปรแกรม C# จะแสดงสถานะผลของการสแกนบาร์โค้ดว่า PASS



รูปที่ 4.33 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อกันของโปรแกรม C# กับ ระบบฐานข้อมูลของการสแกนบาร์โค้ดของกล่องกระดาษ Carton

จากรูปที่ 4.3.3 เมื่อการสแกนบาร์โค้ดของกล่อง Carton ผ่าน ซึ่งเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของบาร์โค้ด Carton ที่พิมพ์ออกมาต้องตรงกับระบบฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.34 แสดงลักษณะเมื่อการสแกนบาร์โค๊ดของกล่อง Carton ไม่ผ่าน

จากรูปที่ 4.34 เมื่อกล้องสแกนบาร์โค๊ดไม่ผ่าน ค่าของบาร์โค๊ดที่อ่านได้จะแสดงใน TextBox Carton Name จะขึ้นว่า ERROR และโปรแกรม C# จะแสดงสถานะผลของการสแกนบาร์โค๊ดว่า FAIL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักร (OEE – Overall Equipment Effectiveness)

การคำนวณ OEE ประกอบด้วยผลคูณของ 3 Factor ดังนี้

OEE = อัตราเดินเครื่อง (Availability) x ประสิทธิภาพเดินเครื่อง (Performance Efficiency) x อัตราคุณภาพ (Quality Rate)

$$\text{อัตราเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง}}{\text{เวลาปฏิบัติงานสุทธิ}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพเดินเครื่อง} = \frac{\text{ผลผลิตจริง}}{\text{ผลผลิตเป้าหมาย}}$$

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{ผลผลิตที่เป็นของดี}}{\text{ผลผลิตจริง}}$$

ซึ่งเมื่อนำปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อระบบการผลิต อันได้แก่ พนักงาน, เครื่องจักร และชิ้นงานที่ผลิต มาวิเคราะห์แล้ว จะทำให้ทราบได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับระบบการผลิตของเราบ้าง ซึ่ง OEE จะเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นสภาพโดยรวมในระบบการผลิตนั่นเอง

เกณฑ์มาตรฐานของ OEE

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์(Overall Equipment Effectiveness : OEE) ที่ตั้งเป็นมาตรฐานโดยทั่วไป

อัตราการเดินเครื่อง(Availability) = 90%
ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง(Performance Efficiency) = 95%
อัตราคุณภาพ(Quality Rate) = 99%

ดังนั้น ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์
(Overall Equipment Effectiveness : OEE) = 0.90 x 0.95x 0.99 x100 = 85%

ซึ่งค่าดังกล่าวมิใช่ค่าเป้าหมายที่บังคับใช้ (สามารถกำหนดค่าเป้าหมายได้ความเหมาะสมของแต่ละโรงงาน) แต่บริษัทต่างๆ ที่ได้รับรางวัล PM ล้วนมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE) สูงกว่า 85% ทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 ประสิทธิภาพของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 1

เวลาในการปฏิบัติงานสุทธิ 480 นาที

ผลผลิตเป้าหมาย 5000 ชิ้น

ชิ้นงานที่ผลิตได้ 4750 ชิ้น

ชิ้นงานที่เสีย 80 ชิ้น

เวลาในการเดินหยุดเครื่องจากปัญหาทางด้านแมคคานิค 40 นาที

เวลาในการเดินหยุดเครื่องจากปัญหาทางด้านโปรแกรม 30 นาที

$$\text{อัตราเดินเครื่อง} = \frac{410}{480} = 0.87$$

$$\text{ประสิทธิภาพเดินเครื่อง} = \frac{4750}{5000} = 0.95$$

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{4670}{4750} = 0.98$$

ดังนั้น ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่อง = 0.85 *0.95*0.98*100 = 79.1 %

4.4.2 ประสิทธิภาพของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่น 2

เวลาในการปฏิบัติงานสุทธิ 480 นาที

ผลผลิตเป้าหมาย 5500 ชิ้น

ชิ้นงานที่ผลิตได้ 5300 ชิ้น

ชิ้นงานที่เสีย 60 ชิ้น

เวลาในการเดินหยุดเครื่องจากปัญหาทางด้านแมคคานิค 30 นาที

เวลาในการเดินหยุดเครื่องจากปัญหาทางด้านโปรแกรม 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{อัตราเดินเครื่อง} = \frac{430}{480} = 0.90$$

$$\text{ประสิทธิภาพเดินเครื่อง} = \frac{5300}{5500} = 0.96$$

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{5240}{5300} = 0.99$$

ดังนั้น ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่อง = 0.90 *0.96*0.99*100 = 85.5 %

4.4.3 ประสิทธิภาพของระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อ ตรวจสอบระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องของบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น

เวลาในการปฏิบัติงานสุทธิ 480 นาที

ผลผลิตเป้าหมาย 5500 ชิ้น

ชิ้นงานที่ผลิตได้ 5250 ชิ้น

ชิ้นงานที่เสีย 18 ชิ้น

เวลาในการเดินหยุดเครื่องจากปัญหาทางด้านแมคคานิค 0 นาที

เวลาในการเดินหยุดเครื่องจากปัญหาทางด้านโปรแกรม 40 นาที

$$\text{อัตราเดินเครื่อง} = \frac{440}{480} = 0.92$$

$$\text{ประสิทธิภาพเดินเครื่อง} = \frac{5250}{5500} = 0.95$$

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{5232}{5250} = 0.99$$

ดังนั้น ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่อง = 0.92 *0.95*0.99*100 = 86.5 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

การดำเนินงานครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและพัฒนาการปรับปรุงสายการผลิตอัตโนมัติเพื่อการประกอบบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอก โดยสามารถสร้างเครื่องและระบบอัตโนมัติที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้จริง และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไปในอนาคต

5.1 สรุปผลการทดสอบ

การปรับปรุงสายการผลิตอัตโนมัติเพื่อการประกอบบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอกที่พัฒนาขึ้นโดยมีการใช้ PLC ในการควบคุม และมีการรับค่าส่ง-ส่งค่ากับ โปรแกรม C# เพื่อตรวจสอบบาร์โค๊ด ซึ่งจากการดำเนินการสามารถพัฒนาเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติ และระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ External harddisk 4 ชิ้น สามารถใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยลดเวลาในการผลิต ทำให้ได้อัตราการผลิตเพิ่มมากขึ้น และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นได้อย่างแม่นยำโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจสอบกับฐานข้อมูลของระบบ ทำให้สามารถลดความผิดพลาดที่เกิดจากพนักงานได้นอกจากนี้ยังสามารถลดภาระงานของพนักงาน ทำให้พนักงานทำงานง่ายขึ้น

โดยจากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่นที่ 1 นั้นมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องเท่ากับ 79.1% ซึ่งยังมีความผิดพลาดบ้าง เนื่องจากกล้องไม่สามารถอ่านบาร์โค๊ดได้ เพราะการนำแผ่นคู่มือการใช้มาสแกนเลยจุดที่กำหนดไว้ เนื่องจากแผ่นมีลักษณะค่อนข้างบางมาก ทำให้การนำพาแผ่นคู่มือมาที่จุดสแกนมีผิดตำแหน่งไปบ้าง นอกจากนี้ยังเกิดจากการป้อนแผ่นออกจากช่องของกล่องโหลดแผ่นคู่มือการใช้ในบางครั้งเกิดการพับย่นที่ขอบมุมของกระดาษ ทำให้แผ่นเสีย ดังนั้นจึงปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนการโหลดแผ่นคู่มือการใช้ไปสแกนบาร์โค๊ดใหม่ ซึ่งกลายมาเป็นเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่นที่ 2 ขึ้นมา และจากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติเวอร์ชั่นที่ 2 นั้นมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องเท่ากับ 85.5% ซึ่งยังมีความผิดพลาดบ้าง เนื่องจากกล้องไม่สามารถอ่านบาร์โค๊ดได้ เพราะการนำแผ่นคู่มือการใช้มาสแกนเลยจุดที่กำหนดไว้ เนื่องจากแผ่นมีลักษณะค่อนข้างบางมาก ทำให้การนำพาแผ่นคู่มือมาที่จุดสแกนมีผิดตำแหน่งไปบ้าง นอกจากนี้ยังมีข้อด้อยตรงที่สามารถเติมแผ่นคู่มือการใช้ได้น้อย (300 แผ่น) ทำให้เสียเวลาในการเติมบ่อย

จากผลของการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจสอบกับฐานข้อมูลของระบบและยืนยันการพิมพ์บาร์โค๊ดของกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น นั้นมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องเท่ากับ 86.5% ซึ่งยังมีความผิดพลาดเกิดขึ้นบ้าง เนื่องจากการสแกนบาร์โค๊ด UPC ของ External harddisk นั้นสแกนไม่เข้าระบบฐานข้อมูล เพราะเกิดจากข้อมูลบาร์โค๊ดที่ส่งไปตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูล บางทีเกิดการผิดพลาดและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล่าช้าในการตรวจสอบ ทำให้สัญญาณที่ส่งไปใหม่เกิดการสูญหาย เนื่องจากการชนกันของข้อมูลที่ส่งผ่าน Serial Port เพียง Port เดียว

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจากผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่นที่ 2 และระบบระบบอัตโนมัติในการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจสอบกับฐานข้อมูลของระบบและยืนยันการพิมพ์บาร์โค๊ดของกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ 4 ชิ้น นั้นมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องมากกว่า 85 % ของเกณฑ์มาตรฐาน จึงสามารถยอมรับได้ว่าเครื่องที่พัฒนาขึ้นมามีประสิทธิภาพมากพอที่สามารถใช้งานจริงในระบบสายการผลิตเพื่อการประกอบบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์บันทึกข้อมูลภายนอกได้

ตารางที่ 5.1 แสดงผลของการพัฒนาระบบอัตโนมัติใช้งานในสายการผลิต

Automation System	Cycle time Before (s)	Cycle time After (s)	Unit /Hour Before (Pcs.)	Unit /Hour After (Pcs.)	Increase Output
Auto insert user manual version 1	5	4	720	900	25%
Auto insert user manual version 2	5	4	720	900	25%
Auto scan barcode and confirm carton number	21	17	171	211	23%

จากตารางที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าระบบอัตโนมัติที่ได้ทำการพัฒนานี้ สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นเอ้าท์พุตของการผลิตได้ ทำให้อัตราการผลิตเพิ่มมากขึ้นเนื่องจาก Cycle time ในกระบวนการผลิตลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 สรุปข้อดีและข้อที่ควรปรับปรุงของเครื่อง

เครื่องจักรอัตโนมัติสามารถใช้ได้จริงในสายการผลิต แต่ก็ยังมีข้อที่ควรปรับปรุงอยู่บ้าง เพื่อที่จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนี้

5.2.1 เครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 1

ตารางที่ 5.2 แสดงข้อดี-ข้อควรปรับปรุงของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 1

ข้อดี	ข้อควรปรับปรุง
1. สามารถลดพนักงานได้ 1 คน	1. การป้อนแผ่นออกมาสแกนบาร์โค๊ดยังทำได้ไม่ดี เกิดรอยพับย่นที่ขอบมุมกระดาษ
2. สามารถลดเวลาในการผลิตได้	2. ค่า OEE ต่ำกว่ามาตรฐาน
3. อัตราการผลิตเพิ่มมากขึ้น	
4. สามารถลดความผิดพลาดในการบรรจุภัณฑ์ของ EXTERNAL HARDDISK	

5.2.2 เครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 2

ตารางที่ 5.3 แสดงข้อดี-ข้อควรปรับปรุงของเครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 2

ข้อดี	ข้อควรปรับปรุง
1. สามารถลดพนักงานได้ 1 คน	1. ความแม่นยำของการนำแผ่นมาสแกนบาร์โค๊ด
2. สามารถลดเวลาในการผลิตได้	
3. ค่า OEE สูงกว่ามาตรฐาน	
4. อัตราการผลิตเพิ่มมากขึ้น	
5. สามารถลดความผิดพลาดในการบรรจุภัณฑ์ของ EXTERNAL HARDDISK	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 ระบบอัตโนมัติเพื่อการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ External harddisk 4 ชิ้น

ตารางที่ 5.4 แสดงข้อดี-ข้อควรปรับปรุงของระบบอัตโนมัติเพื่อการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ External harddisk 4 ชิ้น

ข้อดี	ข้อควรปรับปรุง
1. สามารถลดพนักงานได้ 1/2 คน 2. สามารถลดเวลาในการผลิตได้ 3. ค่า OEE สูงกว่ามาตรฐาน 4. อัตราการผลิตเพิ่มมากขึ้น 5. สามารถลดความผิดพลาดในการบรรจุภัณฑ์ของ EXTERNAL HARDDISK	1. ความแม่นยำในการสแกนบาร์โค๊ด

ซึ่งข้อควรปรับปรุงที่กล่าวมาในตารางที่ 5.1 , 5.2 และ 5.3 นั้น สามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาต่อได้ในอนาคต เพื่อให้สายการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด

5.3 ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรและระยะเวลาการคืนทุน

ตารางที่ 5.5 แสดงราคาค่าใช้จ่าย

ชื่อเครื่องจักรอัตโนมัติ	ราคาของเครื่องที่เกี่ยวกับแผนก ELECTRONIC
1. เครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 1	87,193.50 บาท
2. เครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 2	103,074.10 บาท
3. ระบบอัตโนมัติเพื่อการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ EXTERNAL HARDDISK 4 ชิ้น	66,453.90 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.1 ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องจักรอัตโนมัติ

ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period) เป็นระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดเข้าเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน โดยไม่คำนึงถึงเรื่องมูลค่าของเงินตามระยะเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนจึงมองที่กระแสเงินสดรับ ไม่ใช่ตัวกำไรหรือขาดทุนของกิจการ โดย ณ จุดได้ที่ผลสะสมของกระแสเงินสดรับเท่ากับเงินลงทุนในครั้งแรกก็จะได้ระยะเวลาคืนทุนนั้นเอง

ตารางที่ 5.6 แสดงระยะเวลาในการคืนทุน

ชื่อเครื่องจักรอัตโนมัติ	ราคาของพนักงานต่อปี	ระยะเวลาการคืนทุน
1. เครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 1	93,600 บาท	11 เดือน
2. เครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 2	93,600 บาท	1 ปี 2 เดือน
3. ระบบอัตโนมัติเพื่อการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกต้องบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ EXTERNAL HARDDISK 4 ชิ้น	46,800 บาท	1 ปี 4 เดือน

* หมายเหตุ : สามารถลดคนออกได้แค่ครึ่งคนเท่านั้น

จากตารางที่ 5.6 จะสามารถสรุปได้ว่า เครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 1 สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 11 เดือน, เครื่องใส่แผ่นคู่มือการใช้อัตโนมัติเวอร์ชั่น 2 สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1ปี 2 เดือน และระบบอัตโนมัติเพื่อการตรวจสอบโดยการสแกนบาร์โค๊ดเพื่อตรวจสอบกับระบบฐานข้อมูลและยืนยันความถูกบาร์โค๊ดของกล่องกระดาษที่บรรจุผลิตภัณฑ์ External Harddisk สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1 ปี 4 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะ

สาหรับการพัฒนาระบบต่อไปในอนาคต

5.4.1 ปรับปรุงความแม่นยำของการสแกนบาร์โค๊ด โดยมีการกำจัดปัจจัยที่ก่อให้เกิดความผิดพลาด ไม่ว่าจะเป็นทางด้านแมคคานิคในการนำพาแผ่นหรือกล่องไปจุดที่สแกนบาร์โค๊ดให้แม่นยำมากขึ้น

5.4.2 พัฒนาโปรแกรมในส่วนของ PLC ให้การรับค่า-ส่งค่ากับ C# .มีความเสถียรมากขึ้น โดยอาจเพิ่ม Serial Port ในการรับค่า-ส่งค่า ให้เพิ่มขึ้นในกรณีที่ต้องรับส่งค่ามากกว่า 1 ค่า เพื่อป้องกันการชนกันของข้อมูล

5.5 ปัญหาและอุปสรรค

5.5.1 ปัญหาที่ผู้พัฒนาโครงการไม่มีความชำนาญในการเขียนโปรแกรม PLC และไม่มีประสบการณ์ในการวายริ่งกล่องคอนโทรลและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จึงทำให้ใช้เวลาในการศึกษาเป็นระยะเวลานานพอสมควรจึงจะพัฒนาโครงการนี้ได้

5.5.2 ปัญหาทางด้านแมคคานิคของเครื่องที่สร้างขึ้นเมื่อทำการเขียนโปรแกรม PLC ให้ทำงานจริงแล้วไม่สามารถทำงานได้ดี เนื่องจากแมคคานิคไม่พอดี จึงต้องมีการปรับแก้แมคคานิคและปรับโปรแกรม PLC ให้เหมาะสมกับแมคคานิคที่แก้มาใหม่ด้วย

5.5.3 ปัญหาเกี่ยวกับการโหลดแผ่นมาสแกนบาร์โค๊ดของเครื่องใส่แผ่นคู่มืออัตโนมัติ ทำได้ยากเนื่องจากแผ่นมีลักษณะบางมาก จึงทำให้ใช้เวลานานในการปรับแก้เครื่องให้สามารถโหลดแผ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.6 การแก้ไขปัญหา

จากปัญหาที่ผู้พัฒนาพบสามารถวิเคราะห์และแก้ไขได้ดังต่อไปนี้

5.6.1 เนื่องจากมีระยะเวลาในการพัฒนาที่จำกัด ทำให้ต้องศึกษาไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาโปรแกรมจริง และเลือก PLC ซึ่งมีความสามารถสูง ทำให้ง่ายต่อการพัฒนาระบบ และเนื่องจาก PLC สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือและอินเทอร์เน็ต ดังนั้นจึงช่วยให้ผู้พัฒนาหาสาเหตุและวิธีแก้ไขปัญหาข้อผิดพลาดต่างๆ ได้สะดวกขึ้น

5.6.2 ผู้พัฒนาควรออกแบบการทำงานของเครื่องให้เหมาะสมกับความต้องการของโรงงาน และควรบอกรายละเอียดการทำงานของเครื่องให้ทางฝ่ายแมคคานิคทราบอย่างละเอียดครบถ้วน เพื่อป้องกันปัญหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ม.ป.ป., "ทรานซิสเตอร์", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก : http://www.atom.rmutphysics.com//oldnews/Transistor/chap3-2.html
(วันที่สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2558)

[2] ม.ป.ป., "อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก : http://www.krukaewta.net/web1/unit6/basic_knowledgeelctric.html
(วันที่สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2558)

[3] ม.ป.ป., "สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก :https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/switching_regulator.html
(วันที่สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2558)

[4] 2558, "มอเตอร์ไฟฟ้า", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก :_https:// www.psptech.co.th/มอเตอร์-19171.page
(วันที่สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2558)

[5] 2553, "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก : http://www.coe.or.th/e_engineers/knc_detail.php?id=132.html
(วันที่สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2558)

[6] ม.ป.ป., "Solinoid Valve", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก : http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_2.html
(วันที่สืบค้น 30 พฤศจิกายน 2558)

[7] ม.ป.ป., "ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก : http://www.engineerfriend.com/2012/articles/solenoid-valves.html
(วันที่สืบค้น 16 พฤศจิกายน 2558)

[8] ม.ป.ป., "โฟโตอิเล็กทริคเซนเซอร์", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก : http://www.eeeasyshop.com/category/8/โฟโตอิเล็กทริคเซนเซอร์
(วันที่สืบค้น 16 พฤศจิกายน 2558)

[9] ม.ป.ป., "การประยุกต์ใช้โฟโตอิเล็กทริคเซนเซอร์", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก : http://www.isensor.co.th/th/แนะนำการใช้งาน/การประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์.html
(วันที่สืบค้น 16 พฤศจิกายน 2558)

[10] 2555, "การใช้งานไฟเบอร์ออฟติกเซ็นเซอร์", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก : http://www.engineerfriend.com/2012/articles/sensor.html
(วันที่สืบค้น 16 พฤศจิกายน 2558)

[11] 2556, "ทำความรูจัก Pressure sensor อเนกประสงค์สำหรับทุกอุตสาหกรรม", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก : http://www.thailandindustry.com/guru/view.php
(วันที่สืบค้น 16 พฤศจิกายน 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] ม.ป.ป., "ทฤษฎีเกี่ยวกับนิวเมติกส์", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก : http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_1.html
(วันที่สืบค้น 30 พฤศจิกายน 2558)

[13] 2552, "การรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับ PLC ผ่านทาง Serial Port", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก : http://visual-studio-express-project.blogspot.comc-serialport- class.html
(วันที่สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2558)

[14] ม.ป.ป., "รหัสมาตรฐาน ASCII", [ออนไลน์],
สืบค้นจาก : https://www.gotoknow.org/posts/58886.html
(วันที่สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2558)

[15] เจน สงสมพันธุ์ "เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ 3 วงจรอิเล็กทรอนิกส์", สถาบันอิเล็กทรอนิกส์ กรุงเทพรังสิต หน้า 153-182.

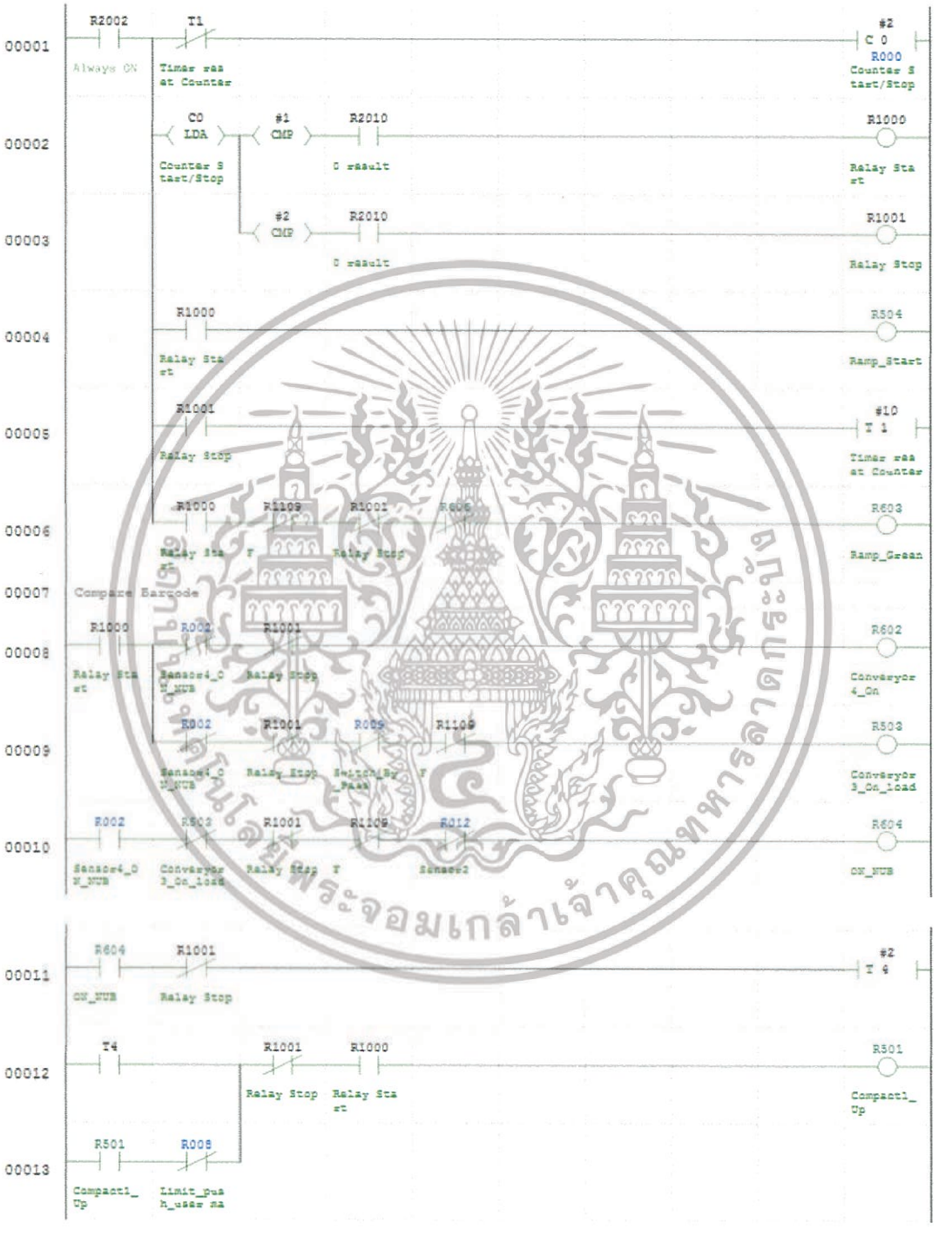
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

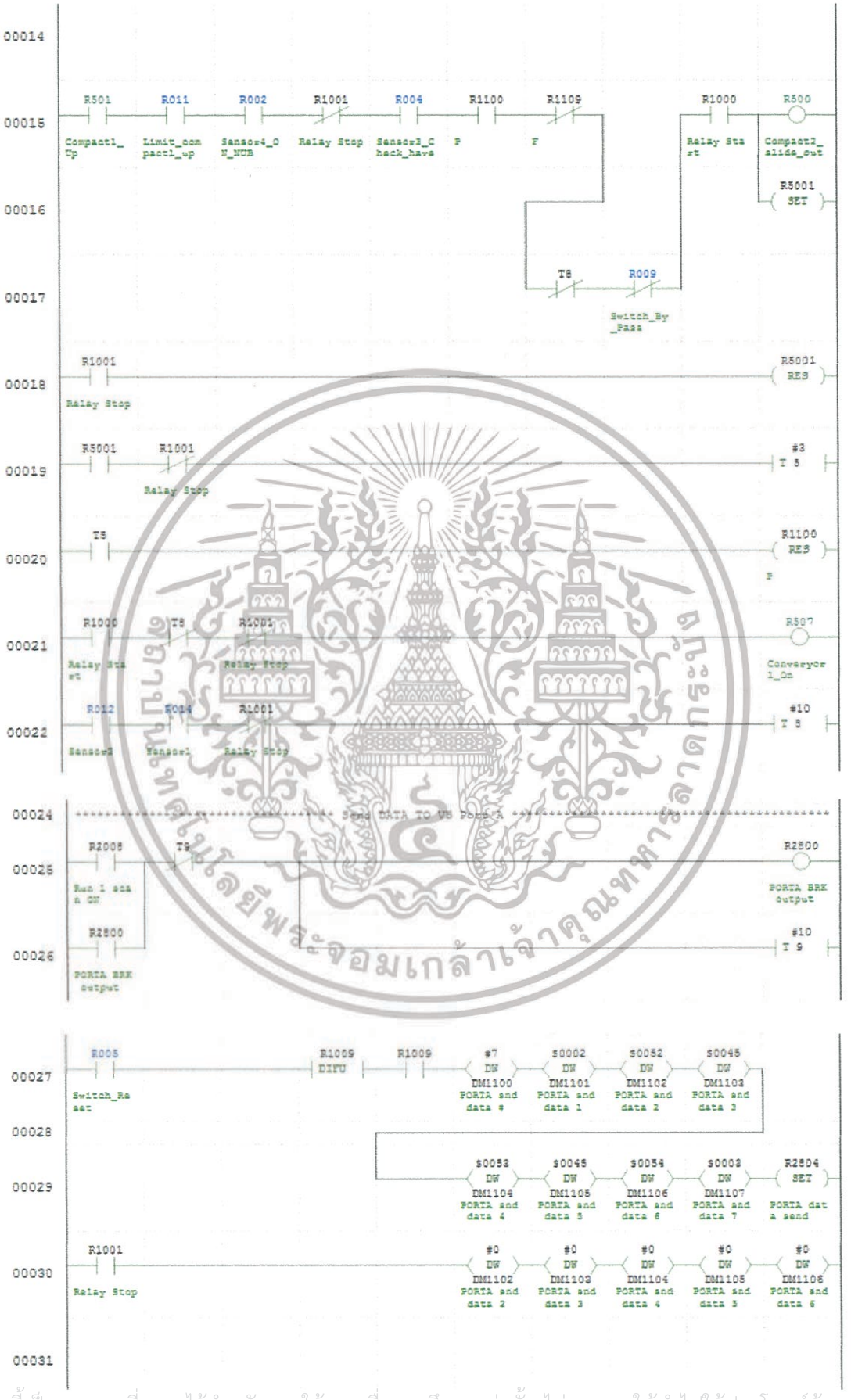
Ladder diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

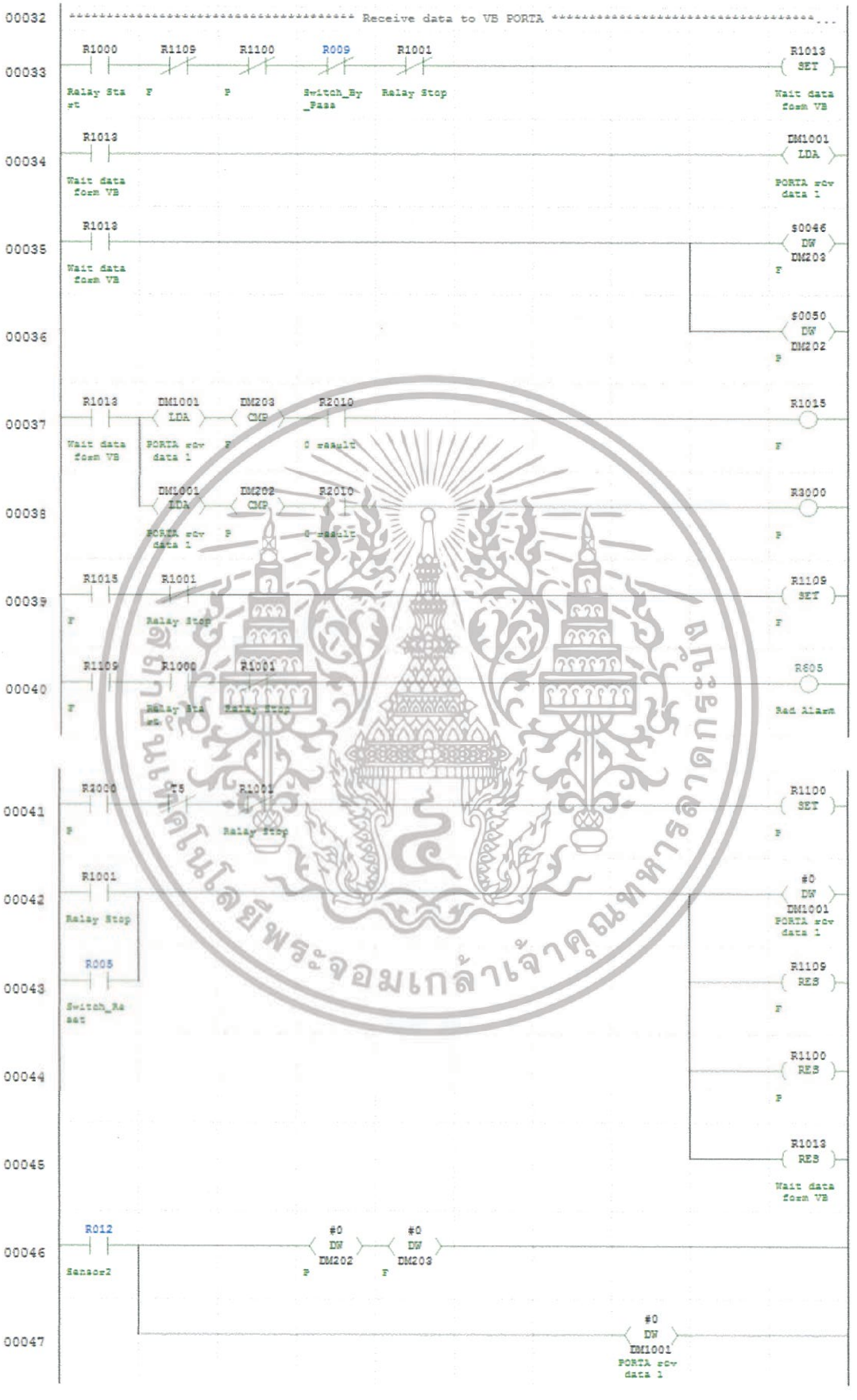
PLC Ladder of Auto insert user manual Version.1



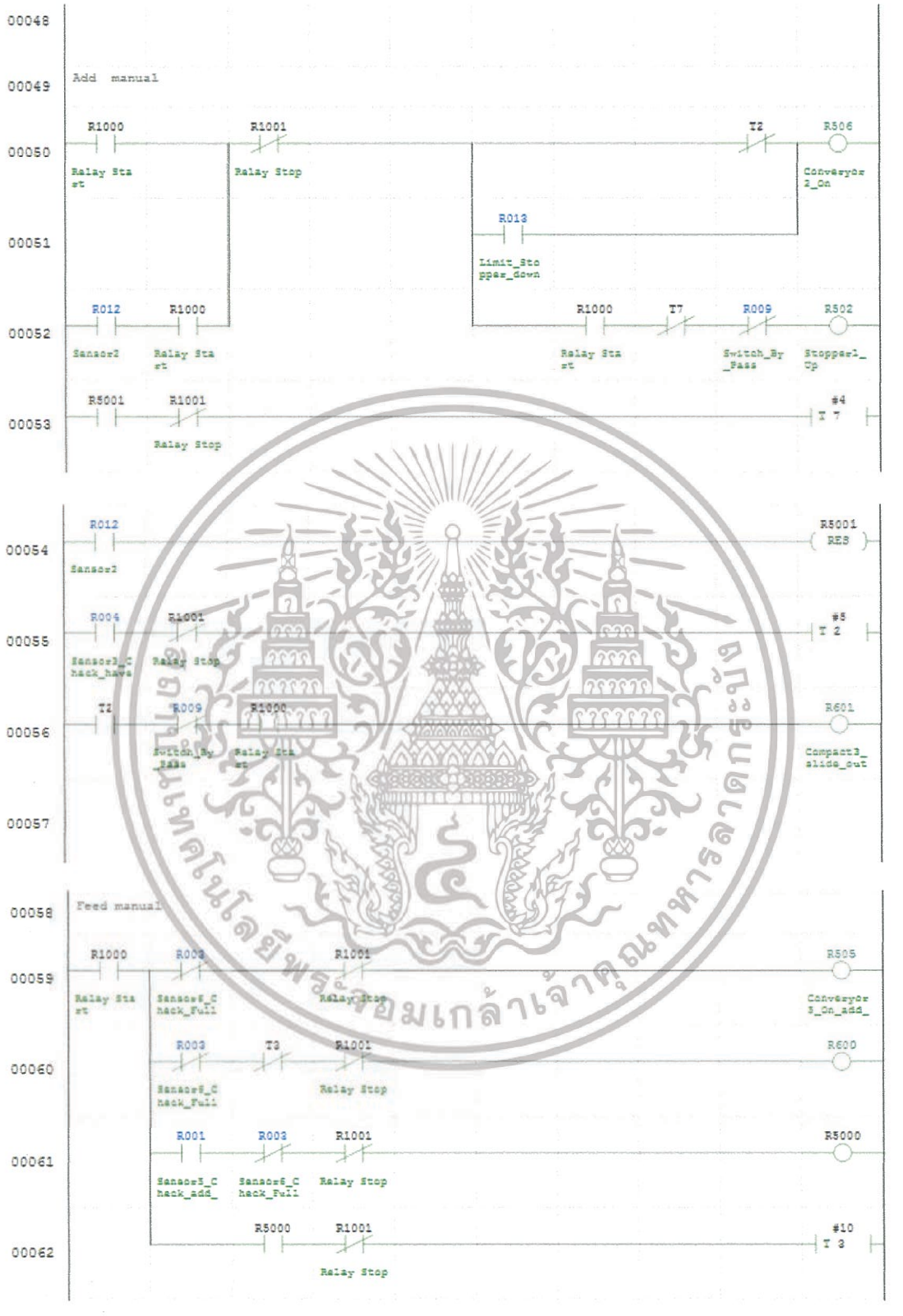
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

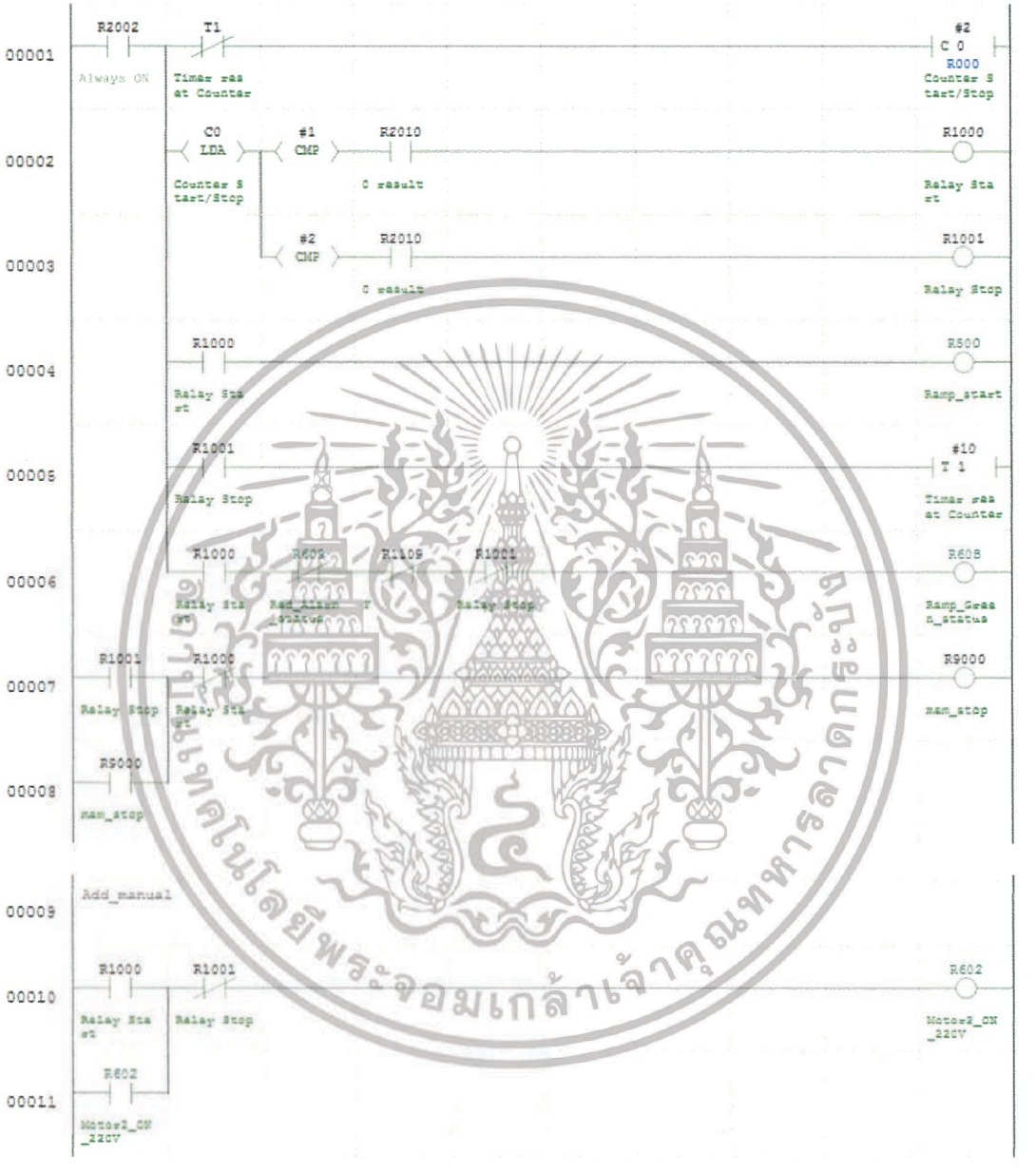


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

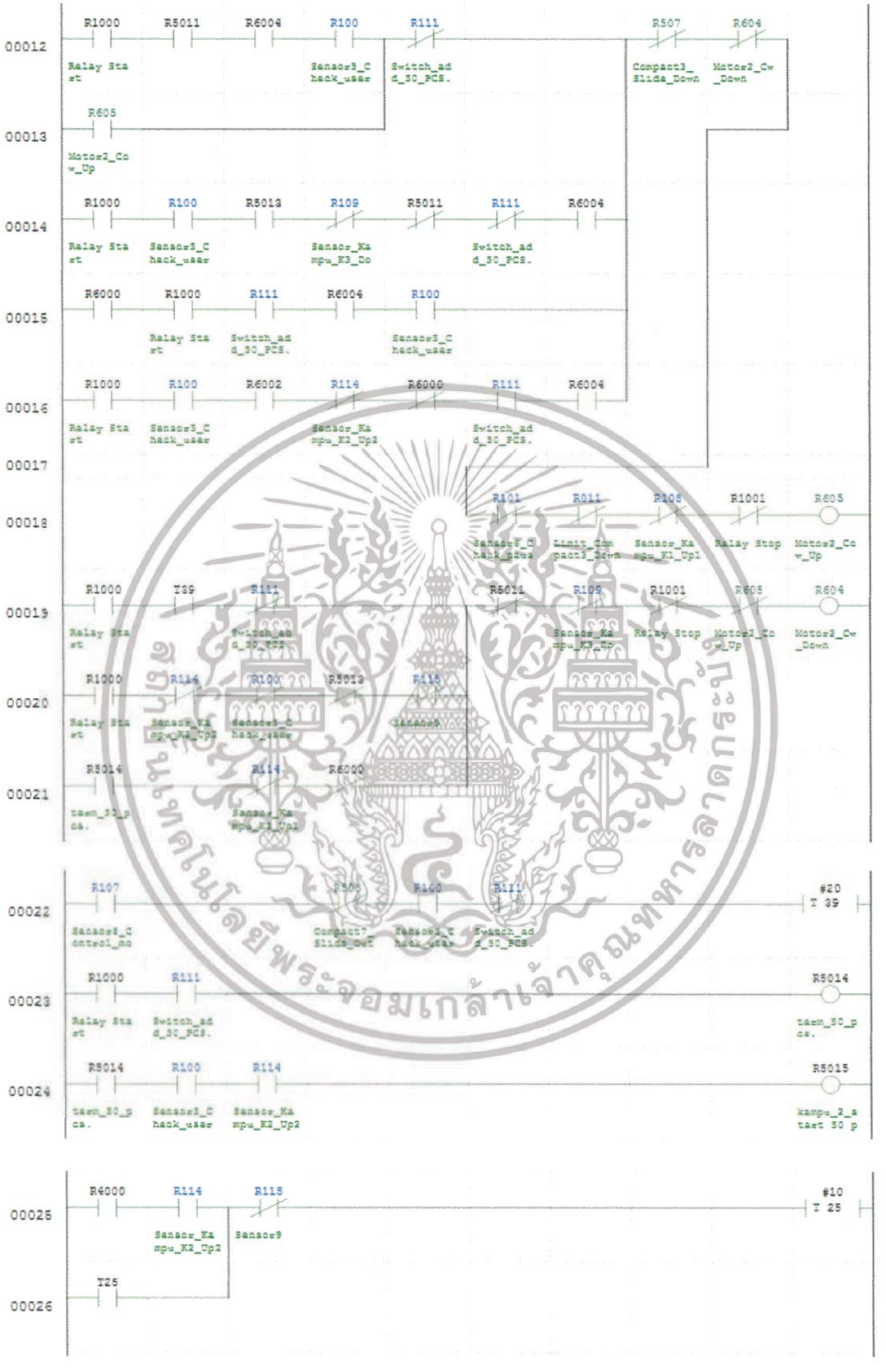


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

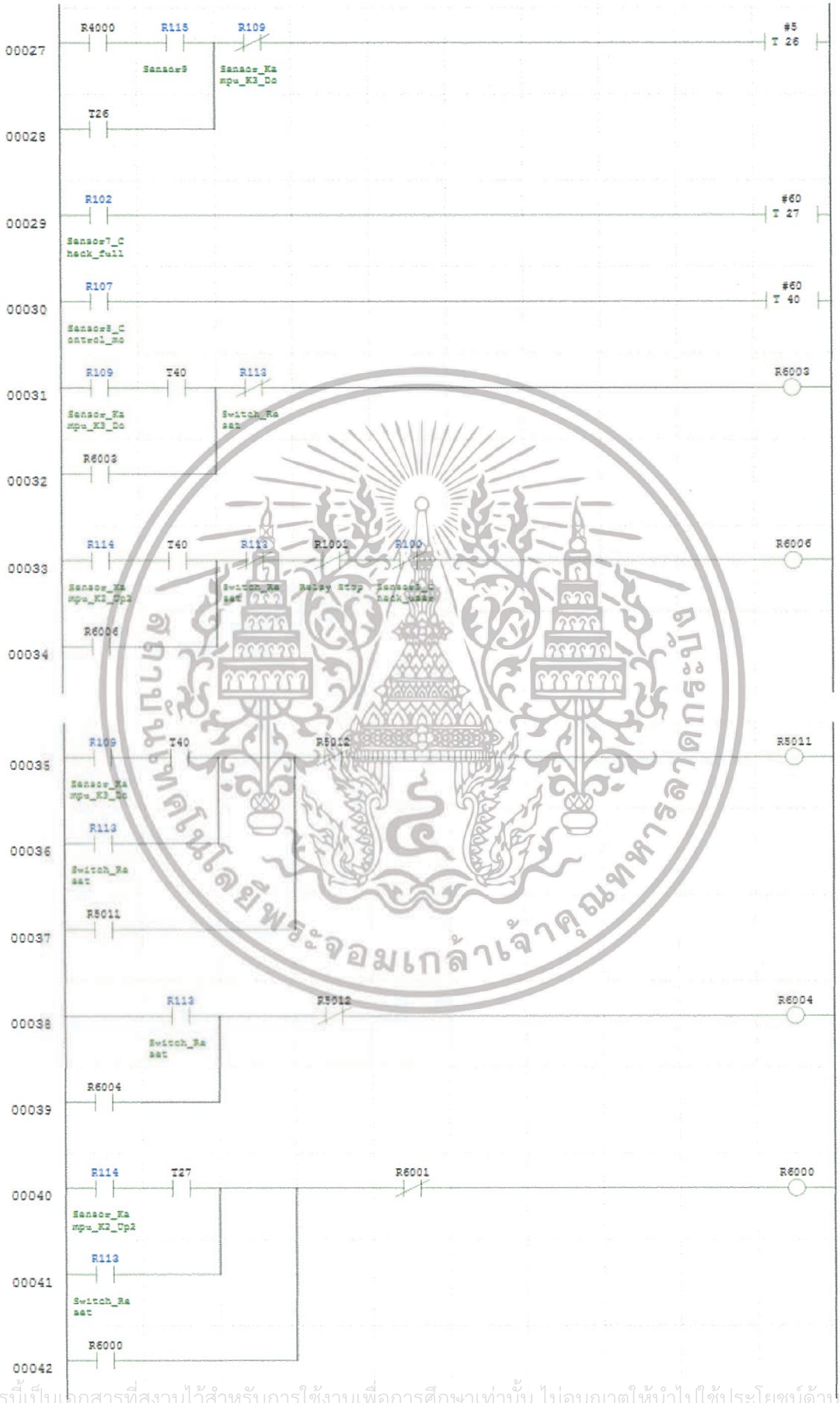
PLC Ladder of Auto insert user manual Version.2



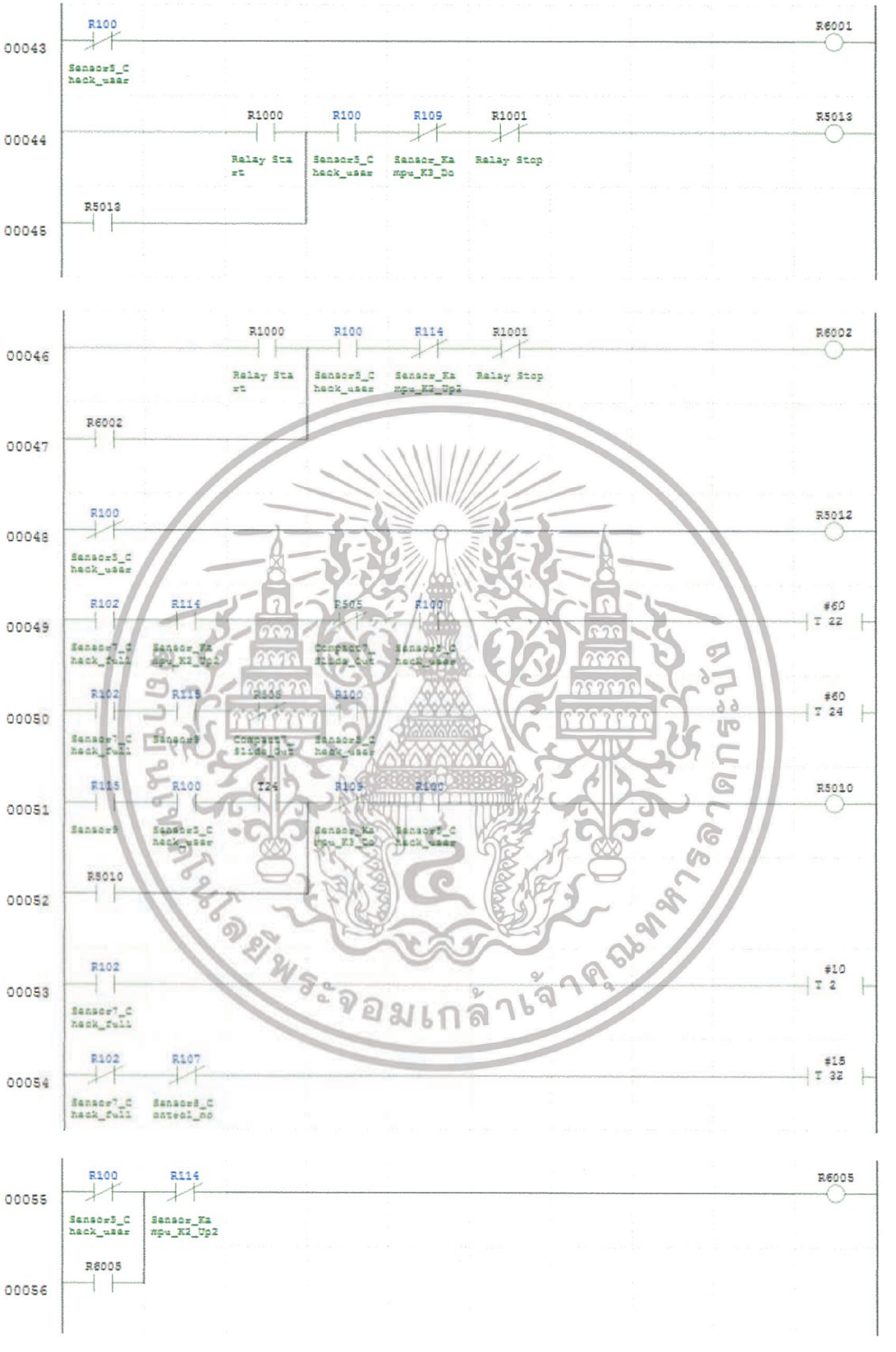
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



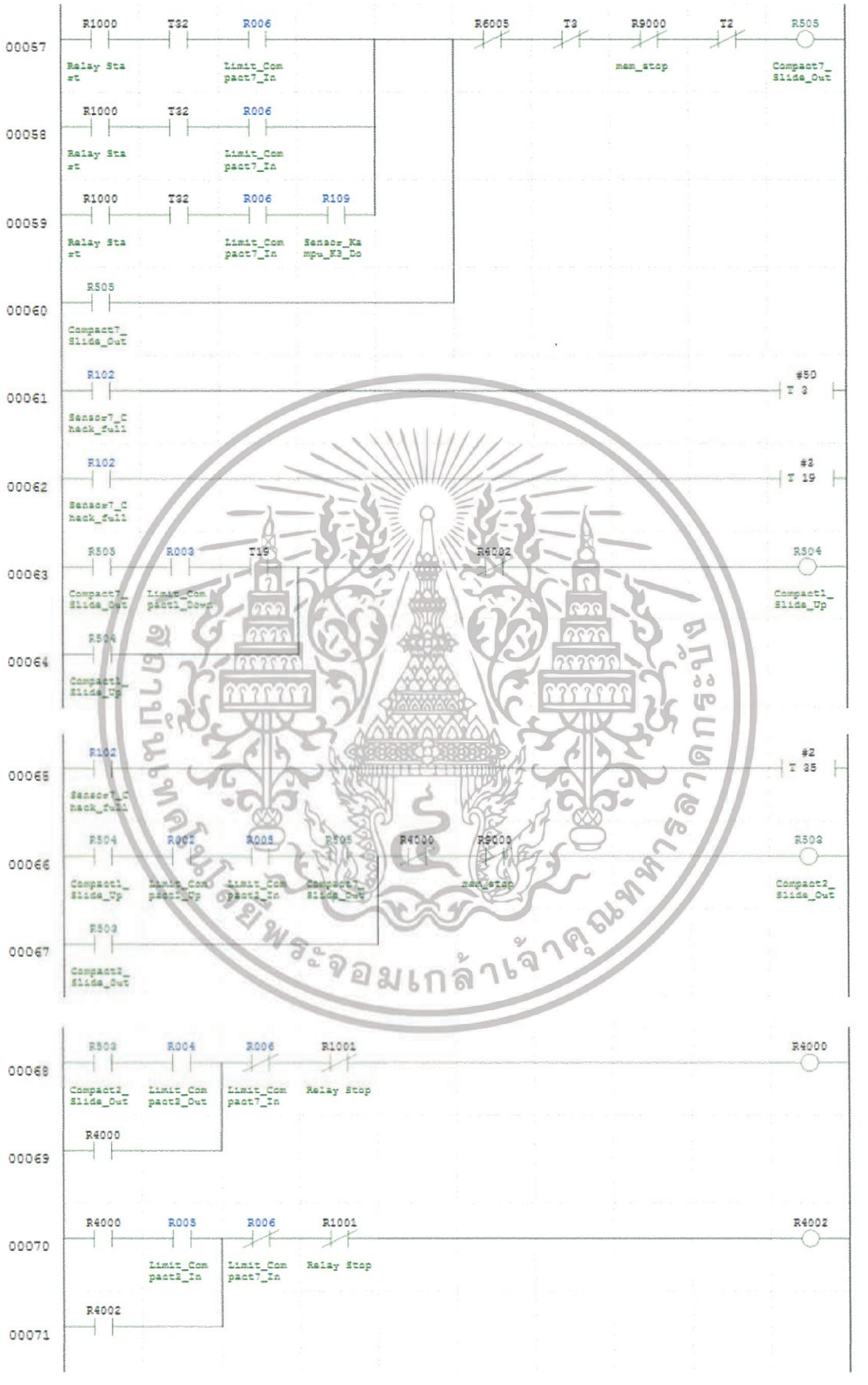
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



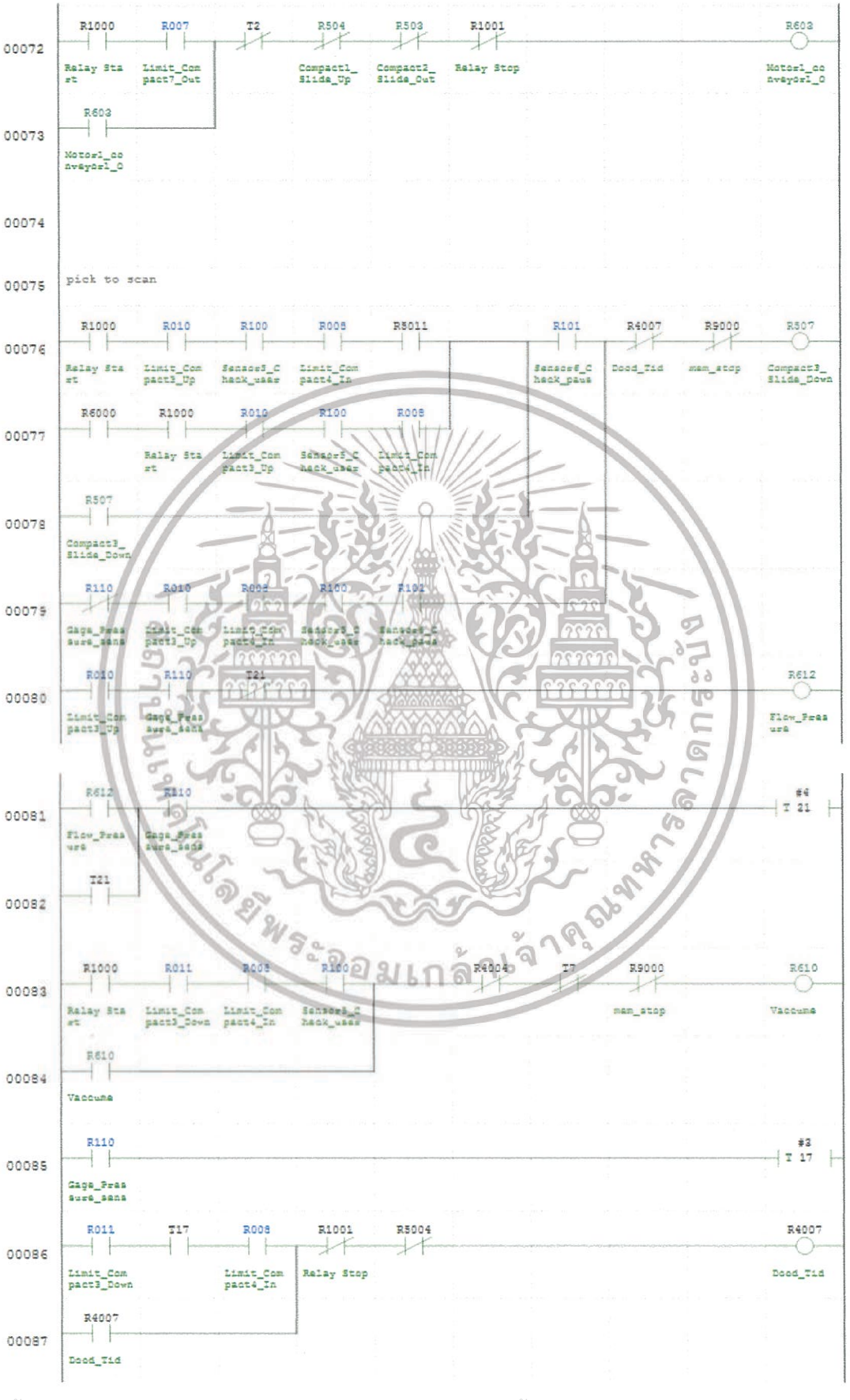
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



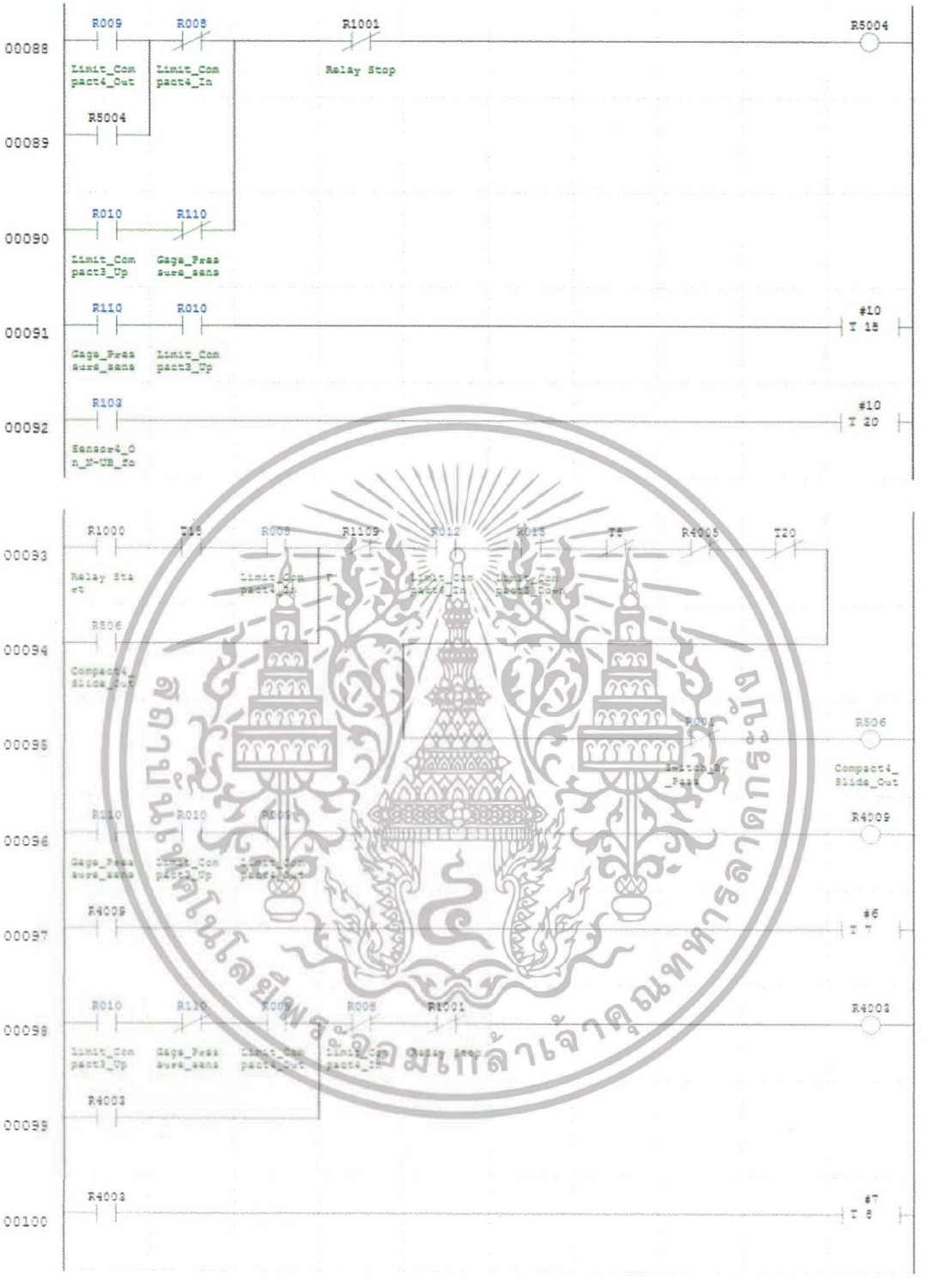
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



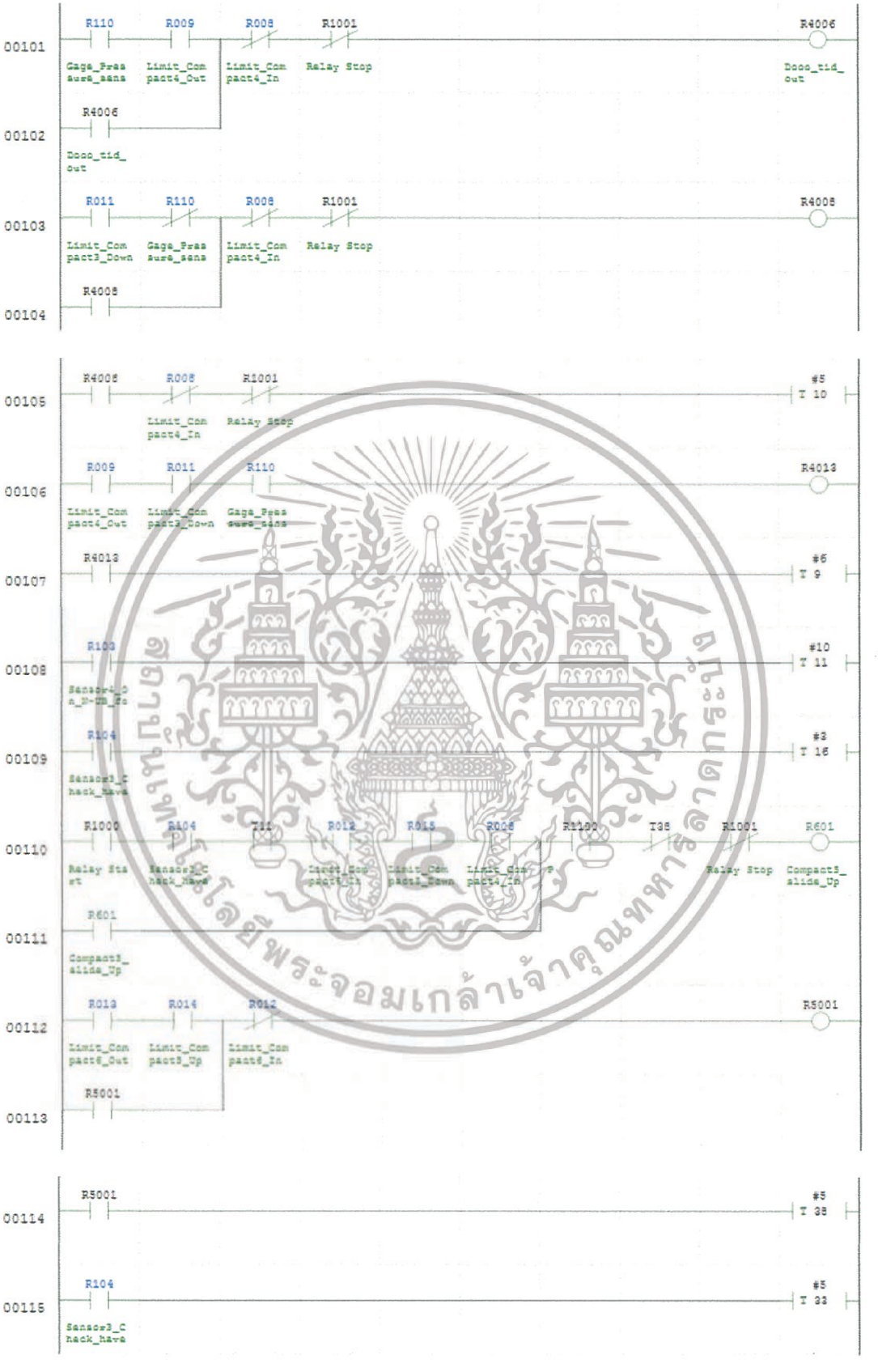
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



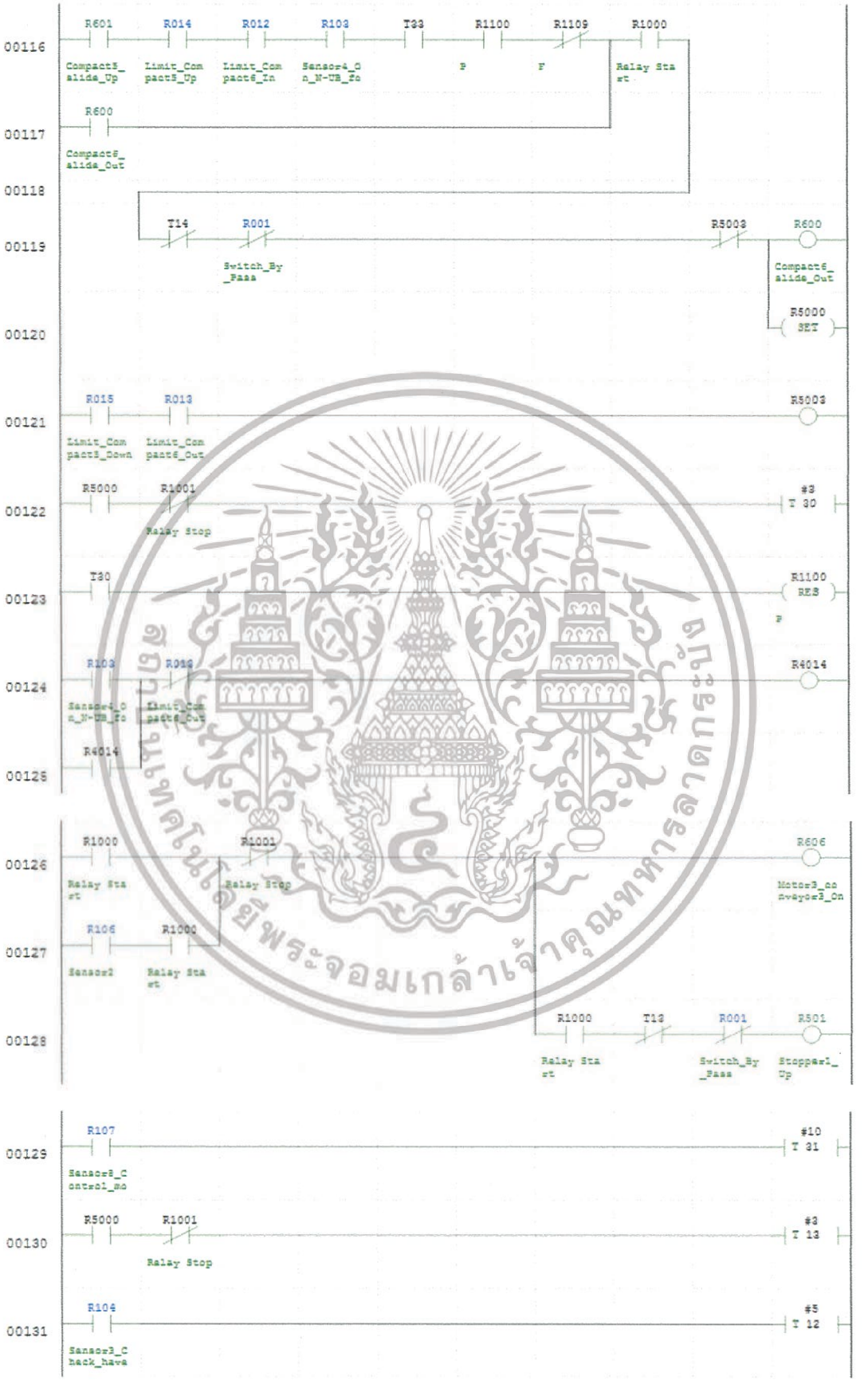
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



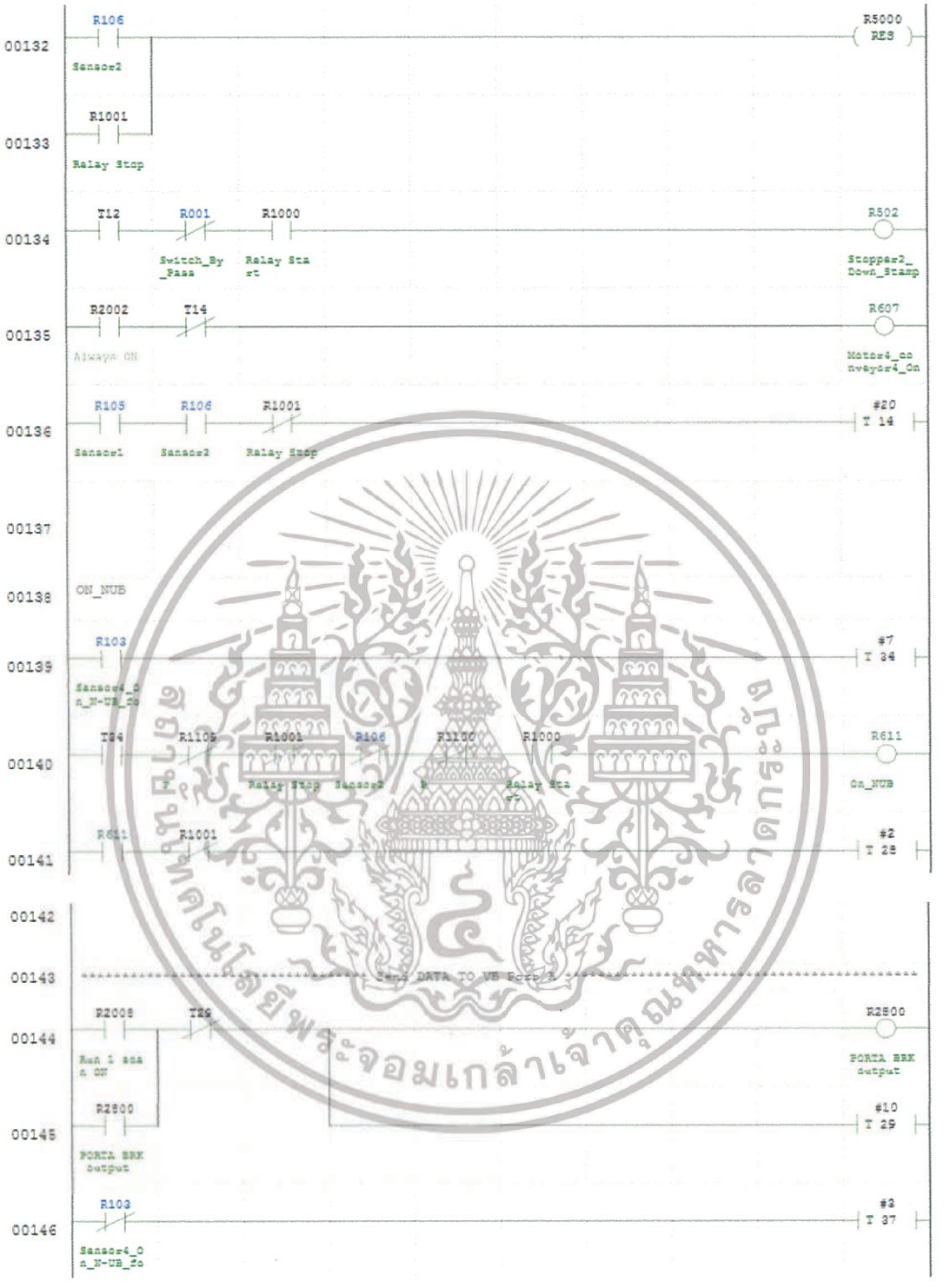
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



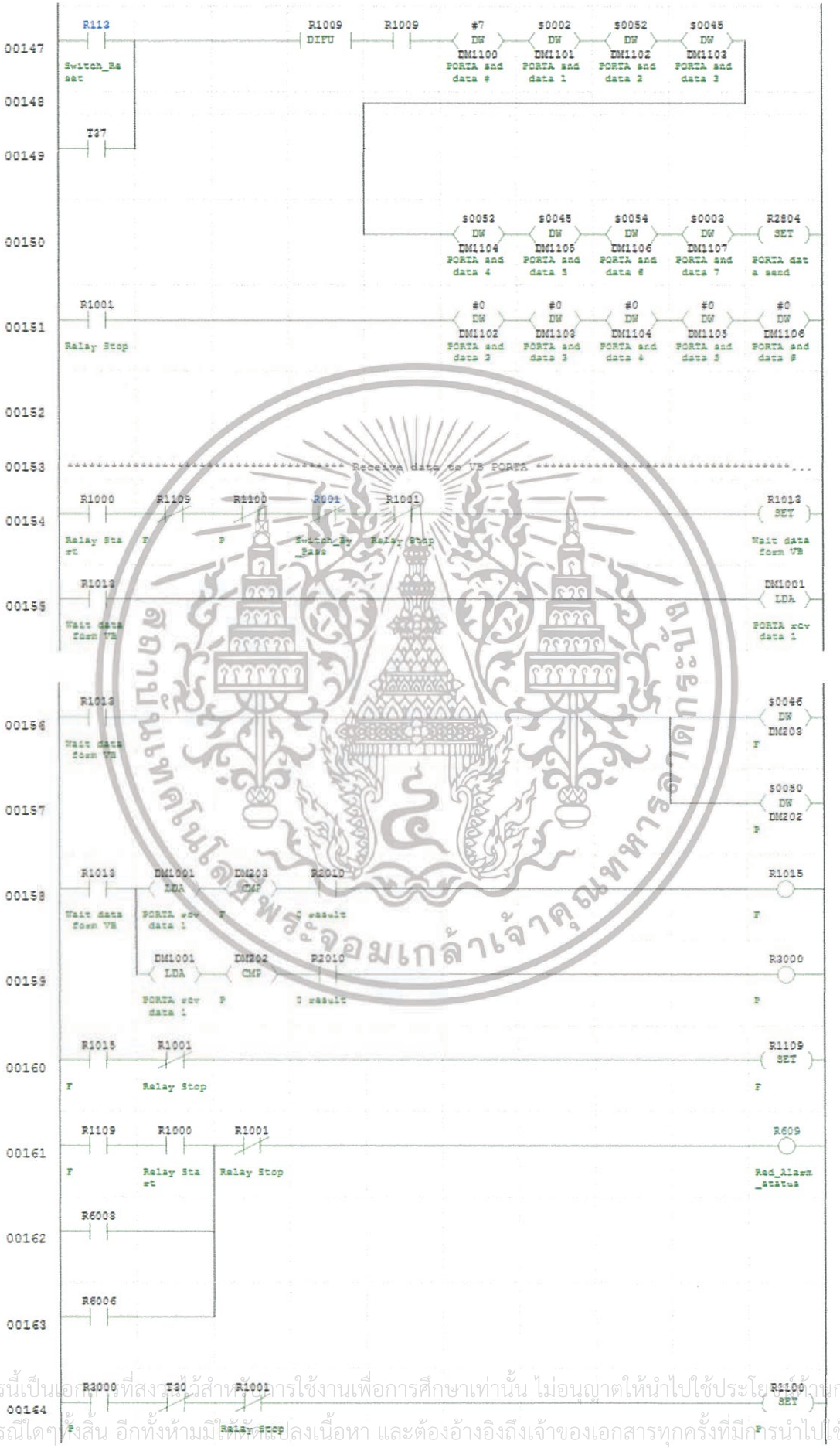
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



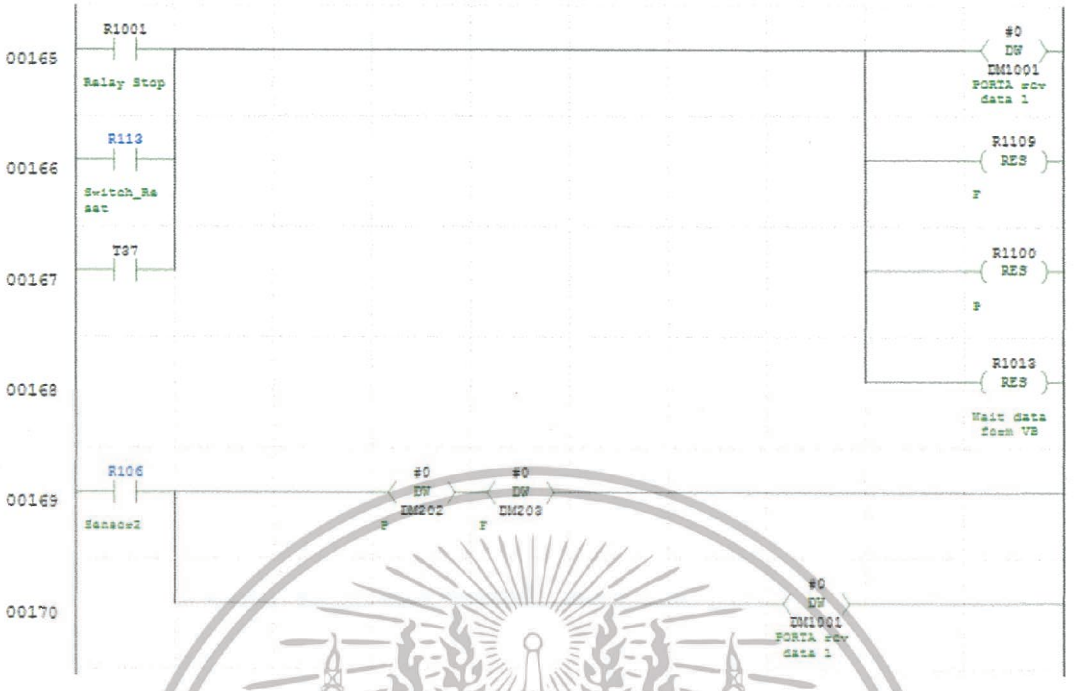
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

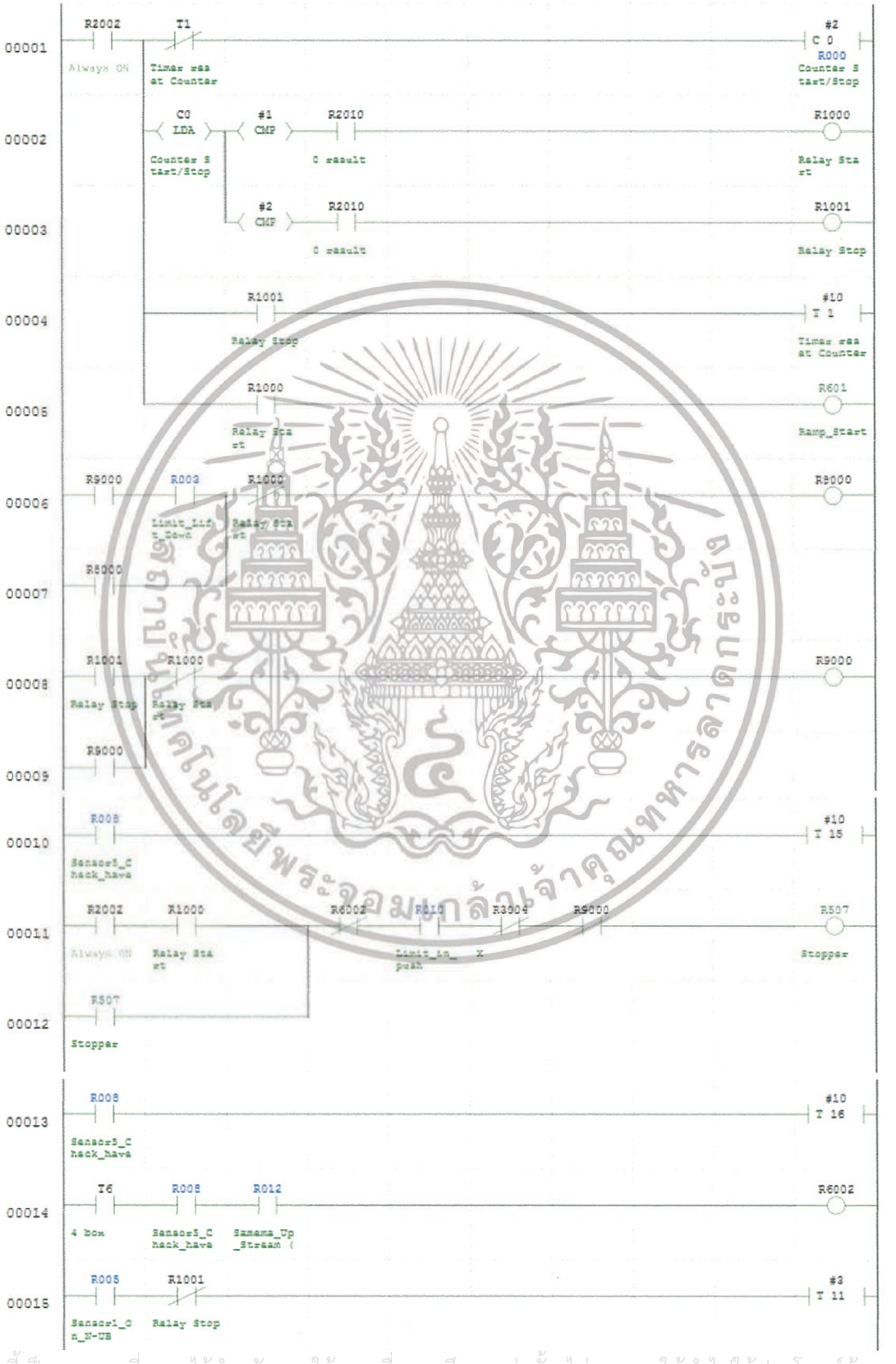


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

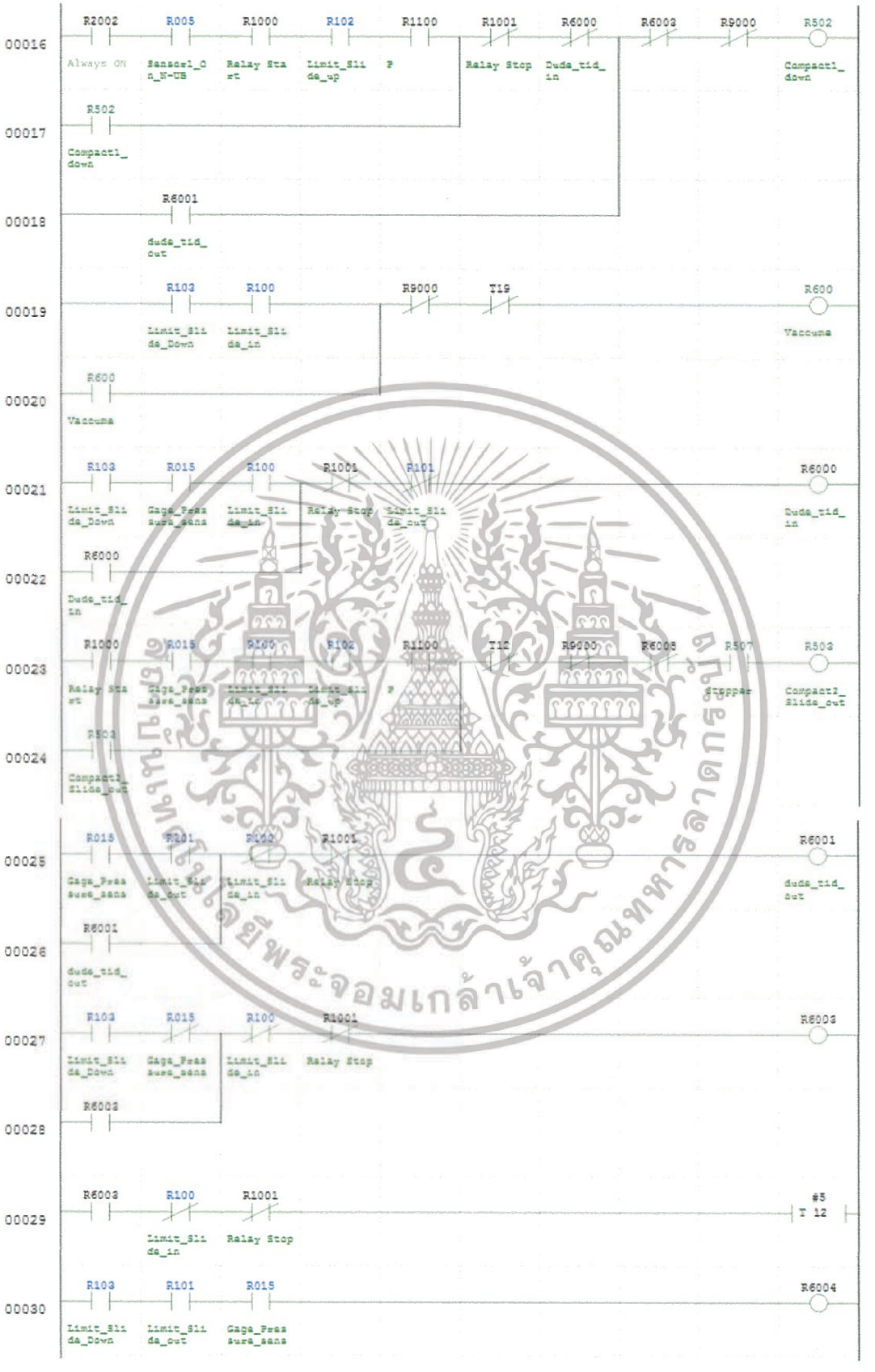


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

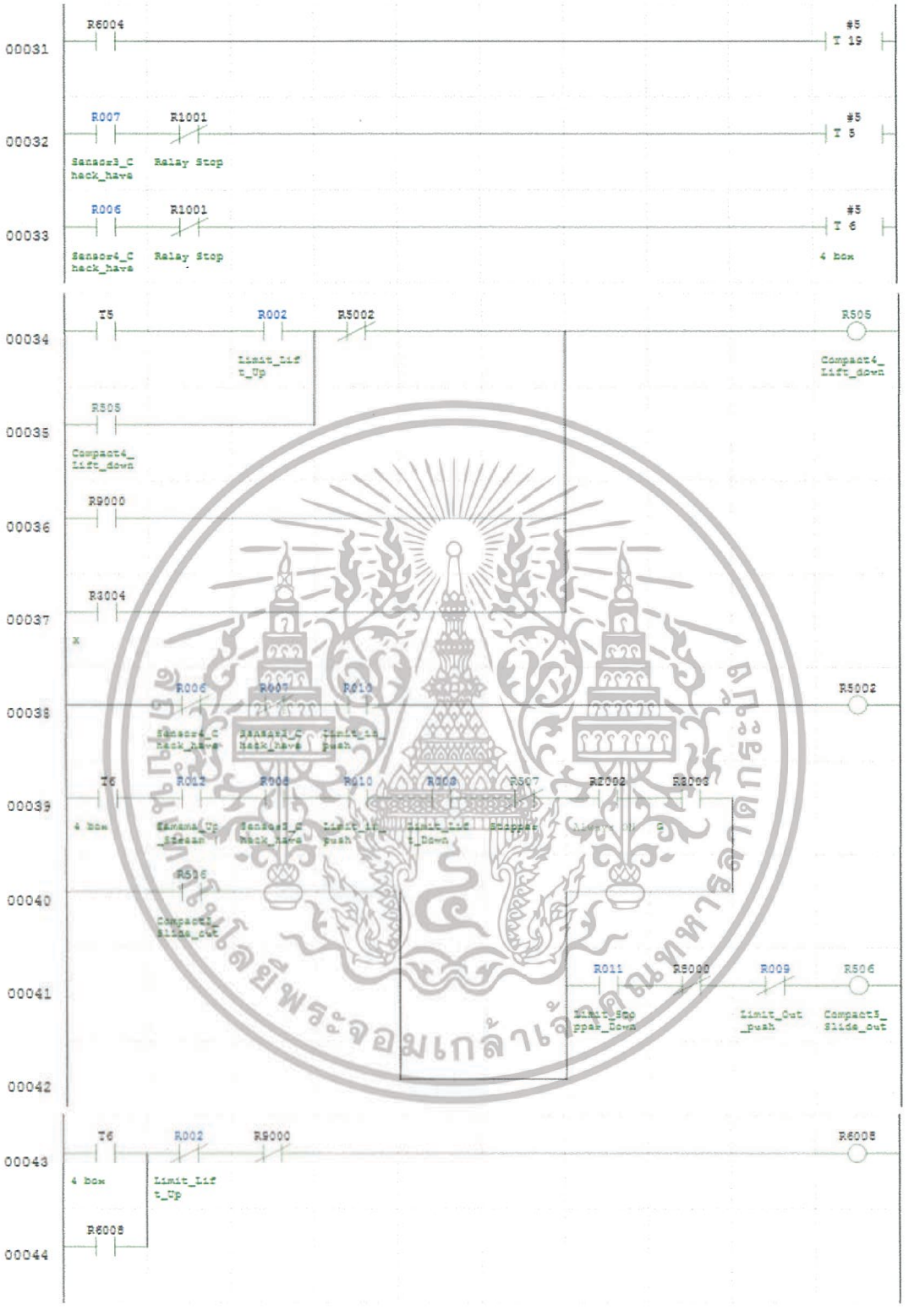
PLC Ladder of Auto scan barcode and confirm carton number



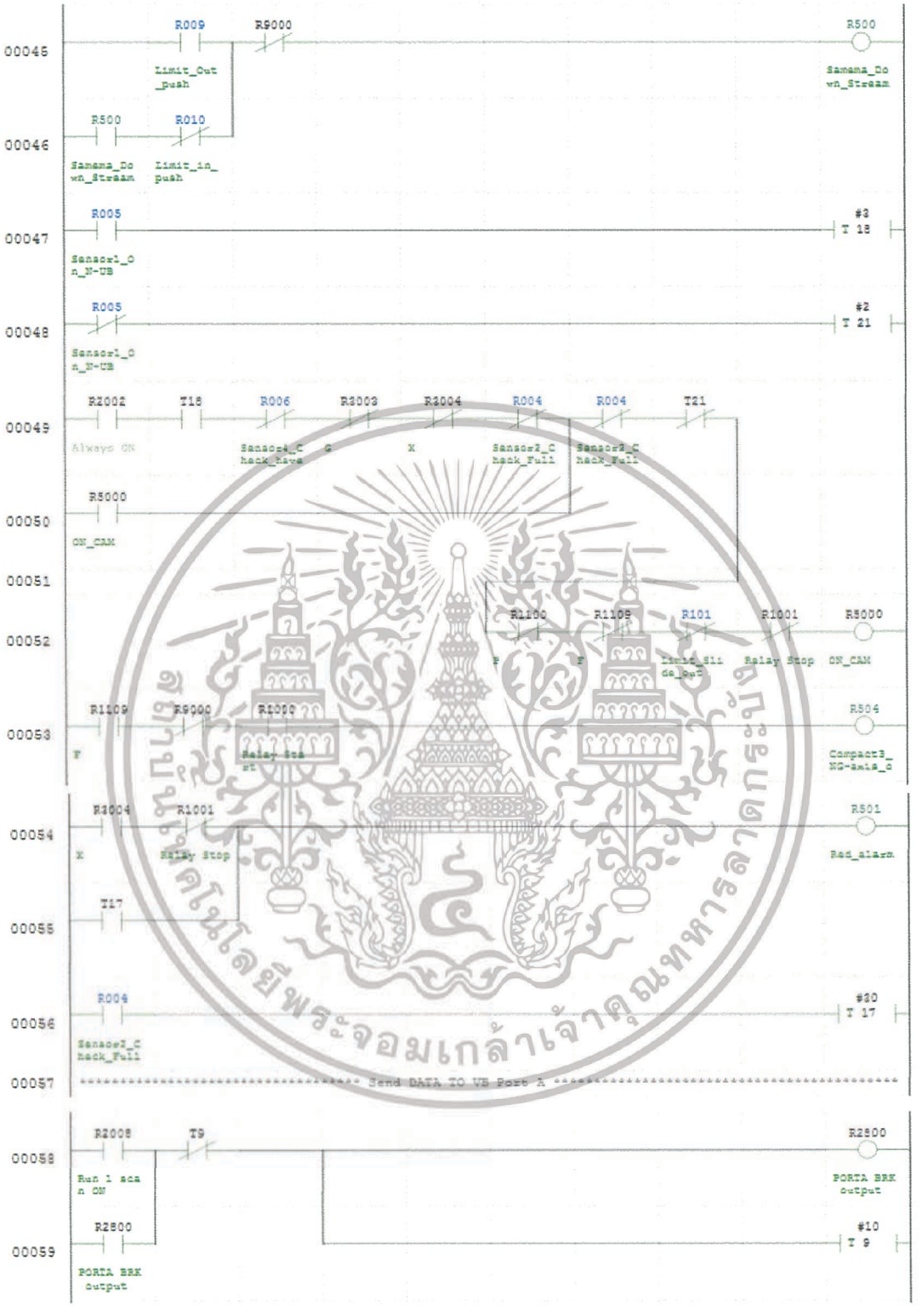
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



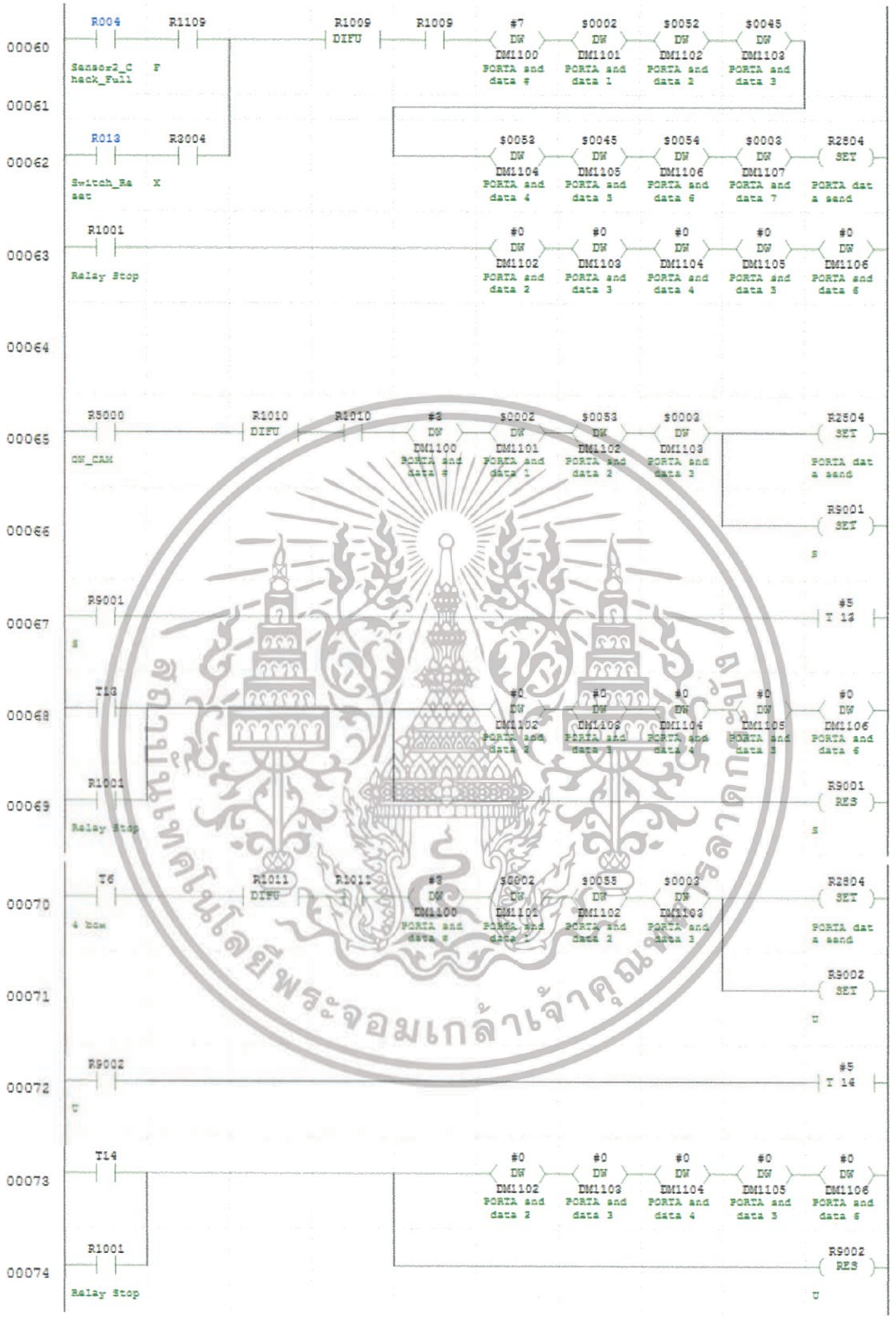
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



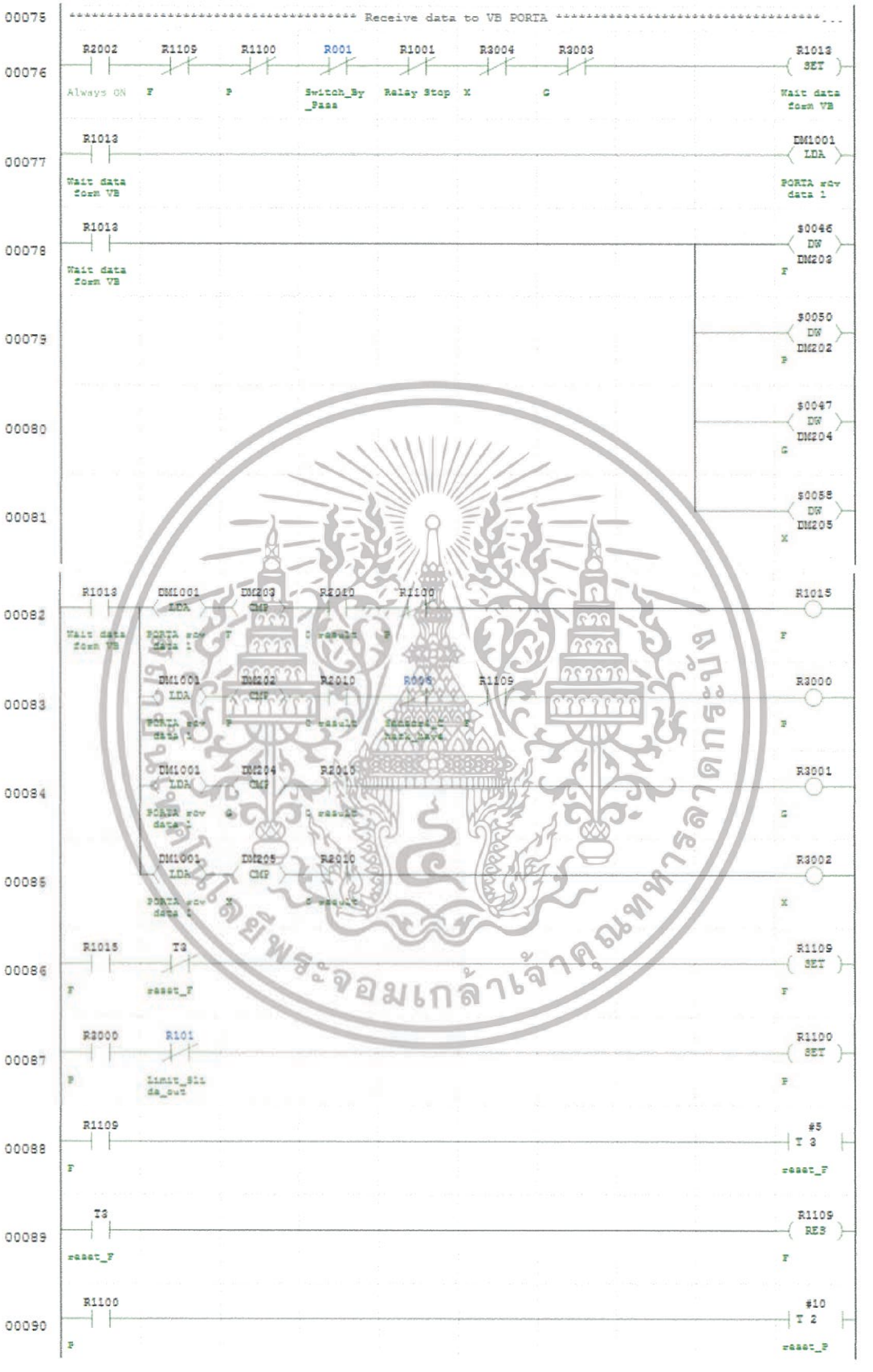
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



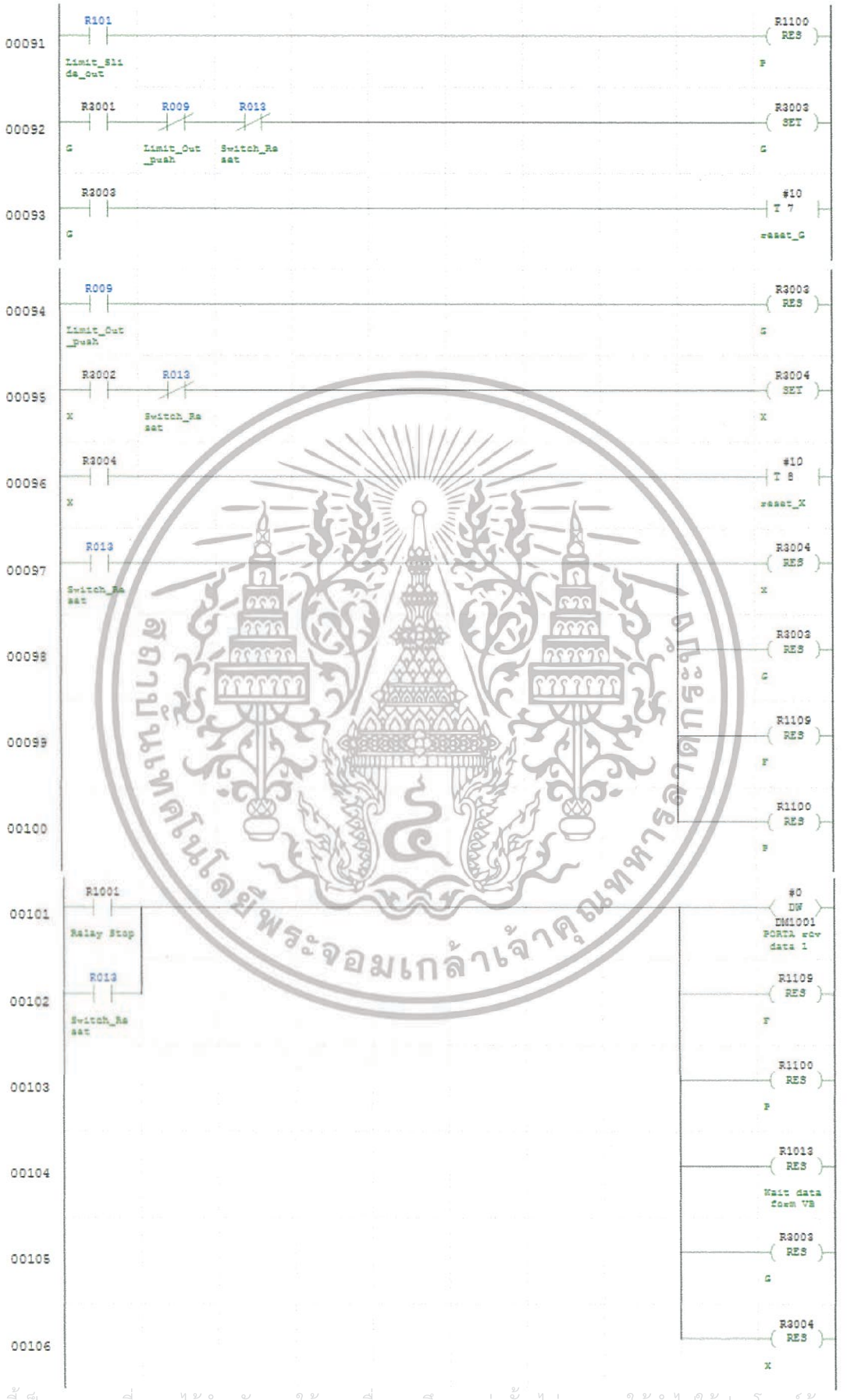
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



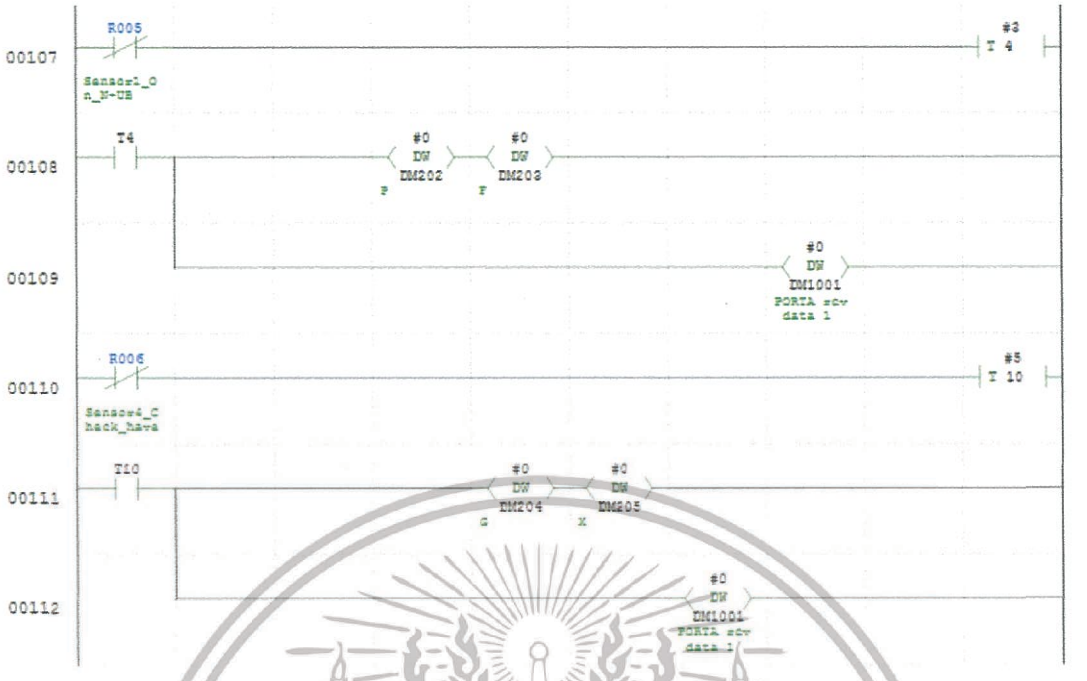
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวสตรี พุ่มโพธิ์

วัน เดือน ปีเกิด 9 กรกฎาคม พ.ศ.2532

ที่อยู่ 33/32 ม. 22 หมู่บ้านโนวาวิลล่า ถ.บางพลี-ตำหรุ ต.บางพลีใหญ่

อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540

E-mail : Areejit05@gmail.com Tell : 089-694-4356

ประวัติการศึกษา 2555-2558 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงานและผลงานวิจัย

2558 นักศึกษาฝึกงานภาคฤดูร้อน/สหกิจศึกษา

แผนก Machine shops

บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้