สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ

AUTOMATIC PACKAGING SYSTEM

T119345

นางสาวนุชิตดา ปาระจูม

MS. NUCHITDA PARAJUM

นางสาวผกามาส น้อยพรหม

MS. PAKAMAS NOIPROM

นางสาวสาวิตรี นุชถาวร

MS. SAWITREE NUCHTHAWORN

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119345
วัน,เดือน,ปี - 7 ส.ค. 2554

b. 12 ก.ค. 2554
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC PACKAGING SYSTEM

MS. NUCHITDA PARAJUM

MS. PAKAMAS NOIPROM

MS. SAWITREE NUCHTHAWORN

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ

AUTOMATIC PACKAGING SYSTEM

นักศึกษา	นางสาวนุชิตดา ปาระจุม	รหัสประจำตัว	50010837
	นางสาวผกามาส น้อยพรหม	รหัสประจำตัว	50010989
	นางสาวสาวิตรี นุชถาวร	รหัสประจำตัว	50011668

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

_____

(ดร.อุดม จันทร์จรัสสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ
นักศึกษา	นางสาวนุชิตดา ปาระจูม
	นางสาวผกามาส น้อยพรหม
	นางสาวสาวิตรี นุชถาวร
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2553
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร. อุดม จันทร์จรัสสุข

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบและสร้างชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรม Auto CAD และ PLC ในการควบคุมการทำงาน โดยระบบบรรจุภัณฑ์นี้สามารถทำการหยิบจับกล่องสินค้าที่ถูกลำเลียงมาตามสายพานเพื่อนำไปวางในกล่องบรรจุภัณฑ์ได้อย่างอัตโนมัติ ระบบจะทำการบรรจุภัณฑ์กล่องสินค้าทั้งหมด 6 ชนิด โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในการขับเคลื่อนแขนกลทั้งแนวแกน X และแกน Y และใช้โฟโต้อิเล็กตริกเซนเซอร์ในการตรวจจับกล่องสินค้า กล่องสินค้าจะถูกลำเลียงไปยังตำแหน่งที่กำหนดไว้โดยใช้ลิมิตสวิตช์ในการตรวจสอบตำแหน่ง การทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดจะถูกควบคุมด้วยโปรแกรม PLC ซึ่งใช้ ladder diagram ในการออกแบบเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ตามลำดับขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Packaging system
Student	Ms. Nuchitda Parajum
	Ms. Pakamas Noiprom
	Ms. Sawitree Nuchthaworn
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2010
Thesis Advisor	Dr. Udom Janjarassuk

ABSTRACT

In this thesis, We present a design and construction of prototype of an Automatic Packaging Systems, which is designed by using Auto CAD and controlled by using PLC. The prototype is designed to pick up products from the conveyor belt, and place them into a packaging box automatically. The system is able to pack up to six different products by using mechanical arm, which is driven by DC motors in X and Y axes. The arrival of the product is detected by using photo-electric sensor. The product will be carried to the specified position where limit switches are installed. The indicator light shows the status of the system. The operation of all devices in this system are controlled by the program in the PLC, which is designed by using ladder diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง ระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ (Automatic Packaging System) สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี กลุ่มผู้จัดทำขอขอบพระคุณบุคคลทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ดร.อุดม จันทร์จรัสสุข อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ สำหรับการให้โอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือและความเอาใจใส่ในทุกๆด้านตลอดเวลาที่ผ่านมา

ขอขอบพระคุณ สาขาวิชาอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และเงินทุนสนับสนุนบางส่วนในการทำปริญญานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ คุณฐิติพันธุ์ โคตรรวงทอง และคุณศุภณัฐ สมพระไตร สำหรับความรู้ คำแนะนำ กำลังใจในการทำงาน ความเอาใจใส่ ความช่วยเหลือในทุกๆด้านด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ ครอบครัวและเพื่อนทุกคนสำหรับความช่วยเหลือจนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงและคอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

นางสาวนุชิตดา ปาระจูม
นางสาวผกามาส น้อยพรหม
นางสาวสาวิตรี นุชถาวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์ 3

2.1.1 ระบบสายพานลำเลียง 3

2.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Stepping Motor) 5

2.1.3 ลิมิตสวิตช์ หรือสวิตช์จำกัดระยะ (Limit Switch) 10

2.1.4 โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor) 12

2.1.5 โซลินอยด์ 24

2.1.6 รีเลย์ (Relay) 28

2.2 ส่วนซอฟแวร์ 31

2.2.1 PLC (Programmable logic controller) 31

2.2.2 หลักการส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมแบบมาตรฐาน RS-232C 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบและการสร้างอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์.....43

3.1.1 กล่องสินค้าและกล่องบรรจุภัณฑ์.....44

3.1.2 ระบบลำเลียงกล่องสินค้า.....45

3.1.3 การหนีบจับกล่องสินค้าและการเคลื่อนที่ของแขนกล.....47

3.1.4 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของระบบ.....50

3.1.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ.....54

3.2 การดำเนินงานในส่วนของ PLC.....55

3.2.1 การทำงานของระบบบรรจุภัณฑ์.....55

3.2.2 หน่วยอินพุตและเอาท์พุต.....56

3.2.3 ลำดับการทำงานของระบบ.....57

3.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆภายในระบบ.....58

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 การทำงานของ Ladder Diagram.....59

4.2 ชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ.....60

4.4 ผลการทดลองการบรรจุภัณฑ์ของชุดจำลอง.....60

บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....62

5.2 การบรรลุวัตถุประสงค์จากการทำโครงงาน.....62

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา.....62

5.3.1 ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบ.....63

5.3.2 ด้านการเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน.....63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

หนังสืออ้างอิง.....64

ภาคผนวก ก.....ผก1

ภาคผนวก ข.....ผข1

ภาคผนวก ค.....ผค1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การเลือกใช้สีของแหล่งกำเนิดแสง....18
ตารางที่ 2.2 ชนิดของแสง & แอมพลิฟายเออร์....18
ตารางที่ 2.3 ข้อดีและข้อเสียของ PLC ชนิดบล็อก....35
ตารางที่ 2.4 ข้อดีและข้อเสียของ PLC ชนิด....36
ตารางที่ 2.5 ลักษณะของคอนเน็กเตอร์แบบ D-Type....40
ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลจำเพาะของ PLC รุ่น FPX-C60R....51
ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลจำเพาะของเซนเซอร์....52
ตารางที่ 3.3 แสดงอินพุตและเอาท์พุต....56
ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดลอง....61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ระบบสายพานลำเลียง....3
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของมอเตอร์....5
รูปที่ 2.3 ขั้วแม่เหล็กยึดติดอยู่กับโครงมอเตอร์....6
รูปที่ 2.4 โครงสร้างและภาพจริงของอาเมเจอร์....6
รูปที่ 2.5 วงแหวนคอมมิวเตเตอร์ และแปรงถ่าน....7
รูปที่ 2.6 หลักการทำงานของ DC Motor....7
รูปที่ 2.7 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม....8
รูปที่ 2.8 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน....9
รูปที่ 2.9 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม....9
รูปที่ 2.10 ลักษณะการต่อขดลวดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมชนิด Short Shunt....10
รูปที่ 2.11 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมชนิด Long Shunt....10
รูปที่ 2.12 ลิมิตสวิตช์....11
รูปที่ 2.13 แสดงโครงสร้างและการทำงานของลิมิตสวิตช์....11
รูปที่ 2.14 Photoelectric Sensor....12
รูปที่ 2.15 ตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน....13
รูปที่ 2.16 แบบมีแผ่นสะท้อน....13
รูปที่ 2.17 ตรวจจับวัตถุโดยตรง....14
รูปที่ 2.18 จำกัดระยะการสะท้อน....14
รูปที่ 2.19 Light ON: เอาท์พุตจะ ON เมื่อเซนเซอร์ไม่ได้รับแสง แบบตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน/แบบมีแผ่นสะท้อน....15
รูปที่ 2.20 Light ON: เอาท์พุตจะ ON เมื่อเซนเซอร์ไม่ได้รับแสง แบบตรวจจับวัตถุโดยตรง....15
รูปที่ 2.21 Dark ON: เอาท์พุตจะ ON เมื่อเซนเซอร์ได้รับแสง แบบตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน/แบบมีแผ่นสะท้อน....15
รูปที่ 2.22 Dark ON: เอาท์พุตจะ ON เมื่อเซนเซอร์ได้รับแสง แบบตรวจจับวัตถุโดยตรง....16
รูปที่ 2.23 เอาท์พุตรีเลย์....16
รูปที่ 2.24 เอาท์พุต NPN ทรานซิสเตอร์....16
รูปที่ 2.25 เอาท์พุต PNP ทรานซิสเตอร์....17
รูปที่ 2.26 แบ่งตามชนิดของแหล่งกำเนิดแสง....17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.27 Single Core....19

รูปที่ 2.28 Bundle Type....19

รูปที่ 2.29 Multi-core....19

รูปที่ 2.30 ทำการยึดสายเข้ากับส่วนที่เคลื่อนไหว เพื่อให้แน่ใจว่าการเคลื่อนไหวไม่ทำอันตรายต่อสาย....20

รูปที่ 2.31 ชนิดตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน หรือชนิดมีแผ่นสะท้อน....20

รูปที่ 2.32 ชนิดตรวจจับวัตถุโดยตรง....21

รูปที่ 2.33 ผลกระทบของฉากด้านหลังของวัตถุตรวจจับ สำหรับรุ่นตรวจจับวัตถุโดยตรง....21

รูปที่ 2.34 การติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง....21

รูปที่ 2.35 พยายามหันทิศทางของตัวรับแสง....22

รูปที่ 2.36 ทำ Hood เป็นปล่องสวมเข้าที่ด้านหน้าของตัวรับแสง....22

รูปที่ 2.37 ติดตั้งลำแสงในบริเวณที่มีฝุ่นละอองลอยอยู่ในอากาศ....22

รูปที่ 2.38 โซลินอยด์รูปแบบต่างๆ และโครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์....24

รูปที่ 2.39 แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด....24

รูปที่ 2.40 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล....25

รูปที่ 2.41 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก....25

รูปที่ 2.42 แสดงการเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง....26

รูปที่ 2.43 ตัวอย่างการนำโซลินอยด์ที่แรงดึงไม่มากนักไปใช้งาน....27

รูปที่ 2.44 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะช่วงชักของโซลินอยด์ไฟตรง 12 โวลล์....27

รูปที่ 2.45 ตัวอย่างรีเลย์แบบต่างๆ....28

รูปที่ 2.46 ตัวอย่างคอนแทกเตอร์แบบต่างๆ....29

รูปที่ 2.47 สัญลักษณ์ของรีเลย์....29

รูปที่ 2.48 ตำแหน่งขาของรีเลย์แบบ 5 ขา....29

รูปที่ 2.49 การเปลี่ยนแปลงหน้าสัมผัสของตัวรีเลย์....30

รูปที่ 2.50 โครงสร้าง PLC....31

รูปที่ 2.51 PLC ชนิดบล็อก....34

รูปที่ 2.52 PLC ชนิดโมดูล....35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.53 คอนเน็กเตอร์ชนิด D-Type แบบ 9 ขา....40

รูปที่ 3.1 ออกแบบชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ....43

รูปที่ 3.2 ออกแบบกล่องสินค้า....44

รูปที่ 3.3 ออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์....44

รูปที่ 3.4 แสดงตำแหน่งกล่องบรรจุภัณฑ์....45

รูปที่ 3.5 ออกแบบสายพานลำเลียงสินค้า....45

รูปที่ 3.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขับสายพาน....46

รูปที่ 3.7 ออกแบบแขนกลหยิบจับกล่องสินค้า....47

รูปที่ 3.8 แสดงรูปแบบการติดตั้งของแขนกล....48

รูปที่ 3.9 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขับแขนกลในแนวแกน X....49

รูปที่ 3.10 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขับแขนกลในแนวแกน Y....50

รูปที่ 3.11 PLC....50

รูปที่ 3.12 โฟโตอิเล็กตริกเซ็นเซอร์....51

รูปที่ 3.13 ลิมิตสวิตช์....53

รูปที่ 3.14 ไฟแสดงสถานการณ์ทำงาน....53

รูปที่ 3.15 วงจรควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้รีเลย์....54

รูปที่ 3.16 มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา....54

รูปที่ 3.17 มอเตอร์ทวนเข็มนาฬิกา....55

รูปที่ 3.18 แสดงลำดับการทำงานของระบบ....57

รูปที่ 3.19 Wiring Diagram แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆภายในระบบ....58

รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่าง Sequent การนำสินค้าไปวางในกล่องบรรจุภัณฑ์ตำแหน่งที่ 1....59

รูปที่ 4.2 ชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมต่างๆ ได้ให้ความสำคัญกับการบรรจุภัณฑ์มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้นอกจากการบรรจุภัณฑ์จะเป็นการปกป้องรักษาสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังต้องออกแบบเพื่อแข่งขันกันในแวดวงอุตสาหกรรมด้วย โดยบรรจุภัณฑ์ในเชิงอุตสาหกรรมนั้นมักจะใช้ในรูปของการบรรจุภัณฑ์ระหว่างการผลิต (Intermediate Packages) ซึ่งแนวโน้มการบรรจุภัณฑ์แปรสภาพตามแนวโน้มของการดำรงชีพของผู้บริโภค ขณะเดียวกันกระบวนการผลิตที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ส่งผลให้ระบบบรรจุภัณฑ์ระหว่างการผลิตทวีความสำคัญมากยิ่งขึ้น ซึ่งหัวใจหลักของการพัฒนาการบรรจุภัณฑ์ คือ การลดจุดด้อยต่างๆของการบรรจุภัณฑ์ให้หมดไป ซึ่งรูปแบบการบรรจุภัณฑ์นั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ Primary Packaging, Secondary Packaging และ Tertiary Packaging โดยทางกลุ่มผู้จัดทำจะสร้างแบบจำลองการบรรจุภัณฑ์โดยใช้รูปแบบ Secondary Packaging เนื่องจากรูปแบบนี้สามารถจัดสินค้าเป็นชุดและยังสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าได้อีกด้วย ตัวอย่างเช่น ชุดยาอาหารเสริม ที่ประกอบไปด้วยสินค้าหลายชนิดบรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์อันเดียวกัน เป็นต้น

โดยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางวิศวกรรมสามารถพัฒนาระบบบรรจุภัณฑ์ให้ตรงตามความต้องการของผู้ผลิตได้ อุปกรณ์ PLC (Programmable Logic Control) เป็นอุปกรณ์ที่จะถูกนำมาพัฒนาการบรรจุภัณฑ์ เนื่องจาก PLC เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อควบคุมงานในด้านอุตสาหกรรมโดยตรง อีกทั้งเทคโนโลยี PLC มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว คือมีฟังก์ชั่นการทำงานมากขึ้น ส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์ก็มีความสามารถในการประมวลผลมากขึ้น ทำให้ความสามารถในการควบคุมระบบมากยิ่งขึ้นด้วย

ดังนั้นในโครงงานนี้จึงได้นำ PLC มาใช้ในระบบบรรจุภัณฑ์เพื่อให้มีความถูกต้องแม่นยำสูงขึ้น สามารถบรรจุภัณฑ์สินค้าแต่ละชนิดเข้าตำแหน่งตามที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ทดแทนการใช้มนุษย์ ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดเนื่องจากความเมื่อยล้าจากการทำงาน ทำให้การจัดเก็บสินค้าสะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้เราสามารถลดจุดด้อยต่างๆของการบรรจุภัณฑ์ให้น้อยลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ออกแบบและสร้างชุดจำลองของระบบบรรจุภัณฑ์แบบ Secondary Packaging
2. ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ PLC และนำไปประยุกต์ใช้ในระบบบรรจุภัณฑ์
3. ศึกษาและออกแบบโครงสร้างและชิ้นส่วนโดยใช้โปรแกรม Auto CAD

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. สร้างชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์แบบ Secondary Packaging จำลองเก็บสินค้าประเภทกล่องขนาด 8 x 8 เซนติเมตร จำนวน 6 ชิ้น
2. ควบคุมการทำงานของระบบบรรจุภัณฑ์ โดยใช้ PLC
3. ชุดจำลองสามารถนำกล่องสินค้าจากสายพานลำเลียงไปใส่ในตำแหน่งที่กำหนดไว้อย่างอัตโนมัติ
4. ชุดจำลองถูกออกแบบให้สามารถหยิบกล่องสินค้าใส่กล่องบรรจุภัณฑ์เท่านั้น ไม่สามารถหยิบออกได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดการทำงานของคนได้
2. ระบบบรรจุภัณฑ์ที่ได้ให้ความถูกต้องและแม่นยำสูง
3. สามารถนำไปประยุกต์และพัฒนาใช้กับระบบบรรจุภัณฑ์ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

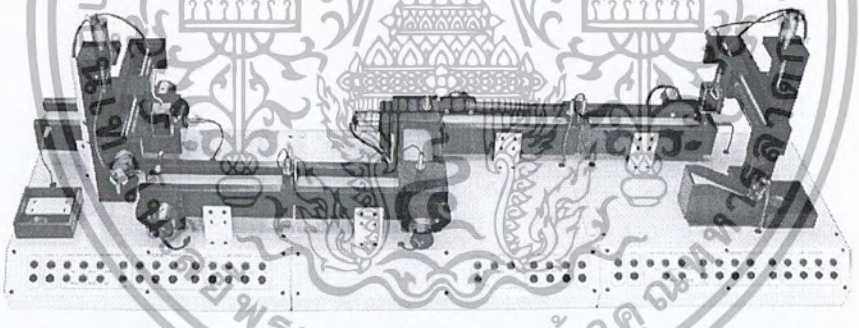
บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการออกแบบและสร้างชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัตินี้ จำเป็นต้องใช้ความรู้และทฤษฎีต่างๆ ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเป็นส่วนฮาร์ดแวร์และส่วนซอฟแวร์ ดังนี้

2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์

2.1.1 ระบบสายพานลำเลียง

สายพานลำเลียง เป็นสายพานที่เคลื่อนที่ต่อเนื่องตลอดเวลาใช้งาน โดยปลายทั้งสองข้างของสายพานจะต่อชนเข้าด้วยกัน ใช้สำหรับขนถ่ายวัสดุทั้งในแนวราบและแนวลาดเอียง (ขึ้น-ลง)



รูปที่ 2.1 ระบบสายพานลำเลียง

2.1.1.1 <u>ส่วนประกอบของสายพาน</u>

สายพานมีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน คือ

1. สายพาน (Belt) เป็นส่วนรองรับวัสดุขนถ่ายและทำให้วัสดุขนถ่ายที่อยู่บนสายพานนั้นเคลื่อนที่ตามสายพานไปด้วย

2. ลูกกลิ้ง (Idlers) เป็นตัวรองรับสายพานอีกทีหนึ่ง ลูกกลิ้งนี้จะมี 2 ชนิด คือ

- ลูกกลิ้งด้านลำเลียงวัสดุ (Carrying Idlers)
- ลูกกลิ้งด้านสายพานกลับ (Return Idlers)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ล้อสายพาน (Pulleys) เป็นตัวรองรับ และขับสายพาน และควบคุมแรงดึงในสายพาน

4. ชุดขับ (Drive) เป็นตัวส่งกำลังขับให้กับล้อสายพาน เพื่อขับสายพานและวัสดุขนถ่ายให้เคลื่อนที่

5. โครงสร้าง (Structure) เป็นส่วนรองรับและรักษาแนวของลูกกลิ้ง (Idlers) และล้อสายพาน (Pulleys) และรองรับเครื่องขับสายพาน นอกจากส่วนประกอบหลักๆของระบบสายพานลำเลียงดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังต้องมีอุปกรณ์ช่วย (Ancillary Equipment) อีกได้แก่

- อุปกรณ์ปรับความตึงสายพาน (Belt take-ups) ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบใช้คนปรับ
- อุปกรณ์ทำความสะอาด
- ชุดป้องกันสายพานเสียหายใต้รางป้อนวัสดุ (Tramp-Iron Protection)
- ตัวส่งวัสดุออก (Trippers) และเครื่องกวาด (Plows)
- ระบบป้องกันสภาพอากาศ (Weather Protection)

2.1.1.2 หลักการใช้งานและข้อจำกัด

สายพานลำเลียงจะมีประโยชน์ในการขนถ่ายวัสดุประเภทผง เมล็ด และวัดสุก้อน ก็ต่อเมื่อปริมาณวัสดุขนถ่ายมีมากพอถึงจุดคุ้มทุน และเส้นทางในการขนถ่ายอยู่ในแนวระนาบ หรือลาดเอียง (ขึ้น-ลง) ข้อจำกัดของสายพานลำเลียงได้แก่

- อุณหภูมิต้องไม่สูงมากนักจนทำให้สายพานไหม้
- ความลาดเอียงต้องไม่ชันเกินไป จนทำให้วัสดุเลื่อนไหลลง
- ระยะทางของจุดศูนย์กลาง (Center's Distance) จะต้องอยู่ภายในช่วงยืดตัวของสายพานที่ใช้

การคิดค้นดัดแปลงสายพานลำเลียงเพื่อใช้สำหรับวัตถุประสงค์พิเศษ และการนำสายพานลำเลียงเข้าใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น จะทำให้สายพานลำเลียงมีประโยชน์กว้างขวางขึ้น ซึ่งเห็นได้ชัดในงานอุตสาห กรรมก่อสร้าง และอุตสาหกรรมเหมือง หากการออกแบบถูกต้องเหมาะสมและพิจารณาข้อจำกัดแล้ว การวางตัวของวัสดุอย่างเหมาะสมบนสายพานลำเลียงจะแตกต่างกันน้อยมากไม่ว่าจะเป็นสายพานลำเลียงในแนวราบ แนวเอียงขึ้นหรือลาดลง หรือแบบผสม ที่จุดส่งวัสดุออก (Discharge Point) วัสดุจะต้องถูกส่งลงบนอุปกรณ์ลำเลียงชนิดอื่น ถูกส่งเข้าไปยังอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตบางประเภท หรือถูกส่งเข้าสถานที่เก็บรักษาอย่างเหมาะสม การออกแบบส่วนประกอบและการจัดวางของสายพานลำเลียง มีหลักการปฏิบัติที่ค่อนข้างแน่นอน อย่างไรก็ตามการออกแบบการป้อนวัสดุ การส่งวัสดุออกและการเปลี่ยนการทำงานที่จะประสบความสำเร็จได้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ความช่างสังเกต และความช่างคิดประดิษฐ์ของผู้ออกแบบ ถ้าจะให้สายพานลำเลียงทำงานอย่างมีประสิทธิภาพแล้วจะต้องให้ตำแหน่งรับน้ำหนักบรรทุกอยู่ที่กลางสายพานและในอัตราที่สม่ำเสมอ เพื่อให้การลำเลียงมีรูปแบบที่ถูกต้องจึงต้องมีเครื่องป้อนวัสดุและการจัดวางเครื่องป้อนวัสดุหลายๆชนิด โดยส่วนใหญ่แล้วระบบสายพานลำเลียงจะมีจุดรับวัสดุตายตัว ซึ่งจะรับวัสดุมาจากอุปกรณ์ขนถ่ายชนิดอื่นๆ เช่น รถบรรทุก (Trucks) หรือรถไฟ (Trains) อุปกรณ์เหล่านี้จะเป็นตัวตัวเชื่อมต่อการขนส่งระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

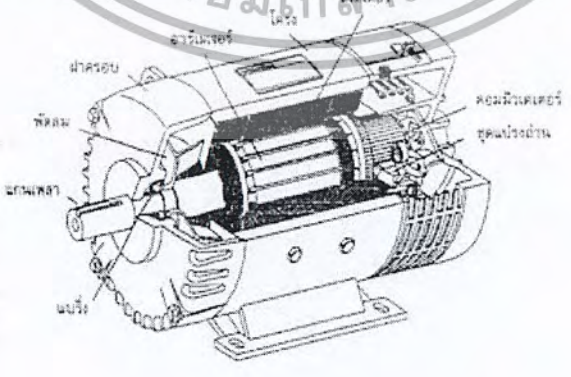
แหล่งวัสดุกับระบบสายพานลำเลียง เมื่อการส่งวัสดุไปยังสายพานลำเลียงเป็นแบบไม่ต่อเนื่องจึงจำเป็นที่จะต้องจัดหาถังเก็บ (Surge hopper) และเครื่องป้อนวัสดุบางชนิดไว้เพื่อให้การส่งวัสดุไปยังสายพานลำเลียงเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีอัตราความเร็วสม่ำเสมอ ปัญหาที่ยากที่สุดที่ผู้ออกแบบระบบสายพานลำเลียงประสบคือ การออกแบบจุดส่งถ่าย (Transfer Points) ที่เหมาะสม การออกแบบนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขมากมาย ได้แก่ คุณสมบัติของวัสดุ ความเร็วสายพาน ทิศทางของการขนส่ง และอัตราการขนถ่าย โดยทั่วไปจะมีชุดสายพานหลักอยู่ 1 ชุดส่งวัสดุไปยังสายพานลำเลียงชุดอื่นๆ ซึ่งจะมีผลต่อการกระจายตัวของวัสดุในระหว่างที่วัสดุตกลงบนสายพานชุดต่อๆไป ดังนั้นสายพานที่รับวัสดุต่อจากชุดสายพานหลักจะต้องมีขนาดที่สัมพันธ์กับวัสดุที่ส่งออกจากชุดสายพานหลักด้วย เมื่อวัสดุถูกส่งมาถึงจุดหมายปลายทางมันจะถูกส่งไปเก็บในคลังสินค้า หรือส่งไปยังอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตโดยตรง หรือส่งไปยังเรือขนสินค้าได้อย่างง่ายดาย นอกจากการส่งวัสดุออกโดยใช้ล้อสายพานส่ง (Head Pulley Discharge) ธรรมดาแล้ว ยังได้มีการประดิษฐ์คิดค้นระบบอื่นที่น่าสนใจขึ้นใช้อีกด้วย

2.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีคุณสมบัติที่ดีเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่นโรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะหรือให้ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า เป็นต้น ในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จักอุปกรณ์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ

2.1.2.1 <u>ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง</u>

ส่วนประกอบหลักๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

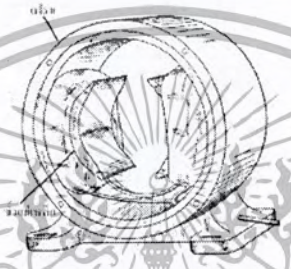


รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

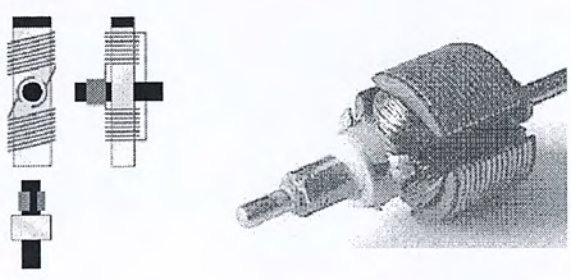
2. ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces) คือแกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านในขั้วแม่เหล็กทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน (Lamination Sheet Steel) เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวนที่จะทำให้ความเข้าของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่ให้กำเนิดขั้วสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงสุด แทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี



รูปที่ 2.3 ขั้วแม่เหล็กยึดติดอยู่กับโครงมอเตอร์

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 อาร์เมอเจอร์ผลักดันของสนาม แม่เหล็กทั้งสอง ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

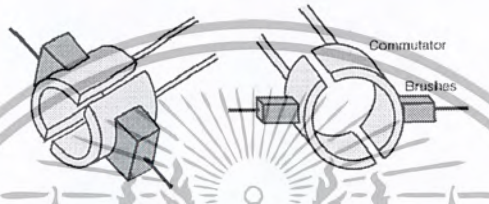


รูปที่ 2.4 โครงสร้างและภาพจริงของอาเมเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คือ ส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) อาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมอร์

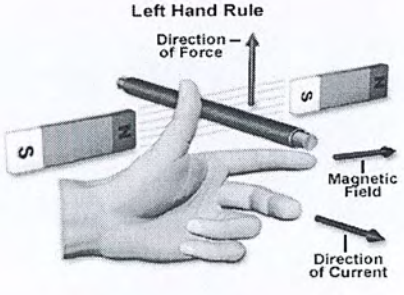
6. แปรงถ่าน (Brush) คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทอง แดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟตรงจกแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์



รูปที่ 2.5 วงแหวนคอมมิวเตเตอร์ และแปรงถ่าน

2.1.2.2 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง (Motor Action)

หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Action) เมื่อเป็นแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะแปรงถ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้น และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้นจะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรง แม่เหล็ก จะไม่ตัดกันทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกัน และทิศทางเดียวจะเสริมแรงกัน ทำให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ ซึ่งวางแกนเพลาและแกนเพลานี้ สวมอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ ทำให้อาร์มาเจอร์นี้หมุนได้ ขณะที่ตัวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าตัวหมุนการที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกิริยาต่อกัน ทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์ หรือโรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming'left hand rule)

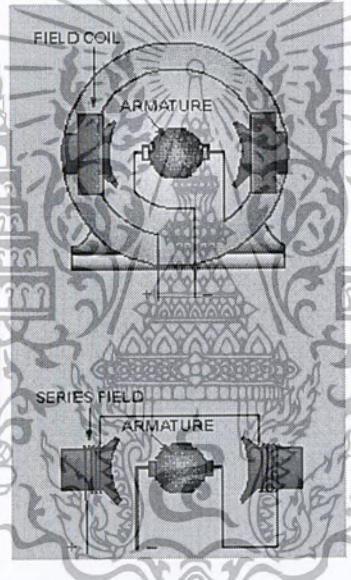


รูปที่ 2.6 หลักการทำงานของ DC Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

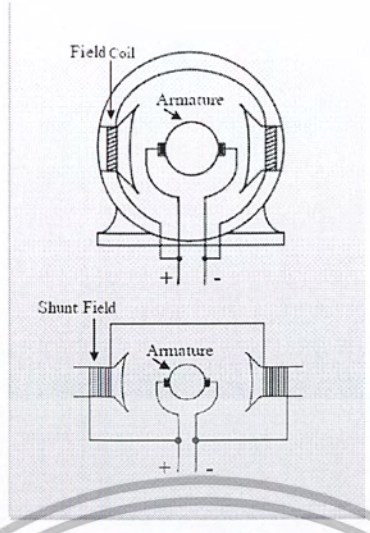
1. มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor) คือ มอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ว่า ซีรีสฟิลด์ (Series Field) มีคุณลักษณะที่ดีคือให้แรงบิดสูงนิยมใช้เป็นต้นกำลังของรถไฟฟ้ารถยกของเครนไฟฟ้า ความรี่วรอบของมอเตอร์อนุกรมแม้อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมาก่แต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็ว ก็จะลดลงตามโหลด โหลดมากหรือทำงานหนักความเร็วลดลง แต่ขดลวดของมอเตอร์ไม่เป็นอันตราย จากคุณสมบัตินี้จึงนิยมนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านหลายอย่าง เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า เครื่องเป่าผม เป็นต้น มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรมใช้งานหนักได้ดีเมื่อใช้งานหนักกระแสจะมากความเร็วรอบจะลดลง เมื่อไม่มีโหลดมาต่อความเร็วจะสูงมากอาจเกิดอันตรายได้ดังนั้นเมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่ออยู่เสมอ



รูปที่ 2.7 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

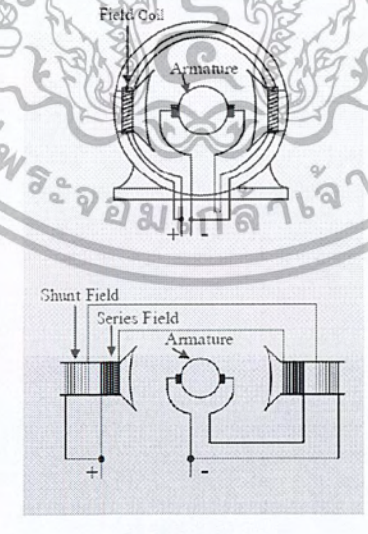
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor) หรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะต่อขนานกับขดลวด ชุดอาเมเจอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้มีคุณลักษณะ มีความเร็วคงที่แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ แต่ความเร็วรอบคงที่ ชันท์มอเตอร์ส่วนมากเหมาะกับงานดังนี้ พัดลมเพราะพัดลมต้องการความเร็วคงที่ และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor) หรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้ จะนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน มอเตอร์แบบผสมมีคุณลักษณะพิเศษคือมีแรงบิดสูง (High staring torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ ตั้งแต่ยังไม่มีโหลดจนกระทั่งมีโหลดเต็มที่

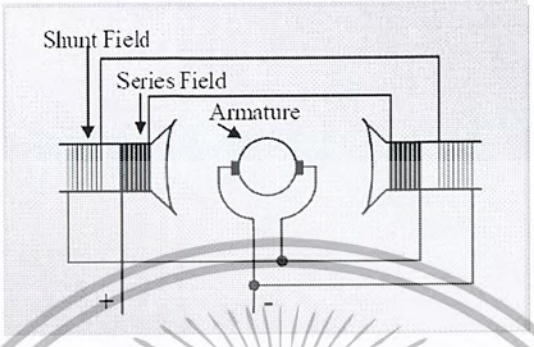


รูปที่ 2.9 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

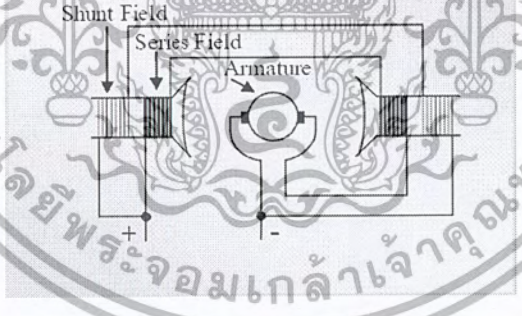
มอเตอร์แบบผสมมีวิธีการต่อนขดลวดขนานหรือขดลวดชันท์อยู่ 2วิธี

วิธีหนึ่งใช้ต่อขดลวดแบบชันท์ขนานกับอาเมเจอร์เรียกว่า ชอทชันท์ (Short Shunt Compound Motor) ดังรูป วงจร



รูปที่ 2.10 ลักษณะการต่อขดลวดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมชนิด Short Shunt

อีกวิธีสองคือต่อขดลวด ขนานกับขดลวดอนุกรมและขดลวดอาเมเจอร์เรียกว่า ลองชั้นท์คอมเปาวด์มอเตอร์ (Long Shunt Motor) ดังรูปวงจร



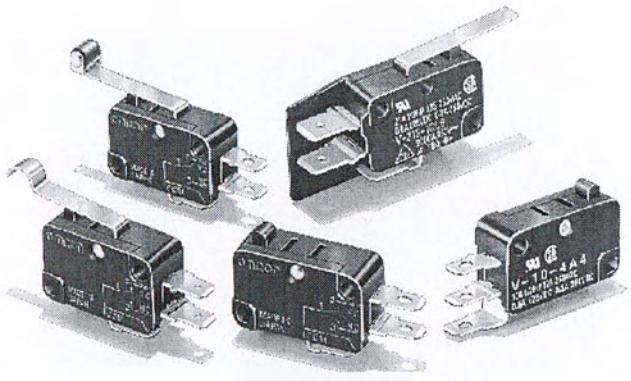
รูปที่ 2.11 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมชนิด Long Shunt

2.1.3 ลิมิตสวิตซ์ หรือสวิตซ์จำกัดระยะ (Limit Switch)

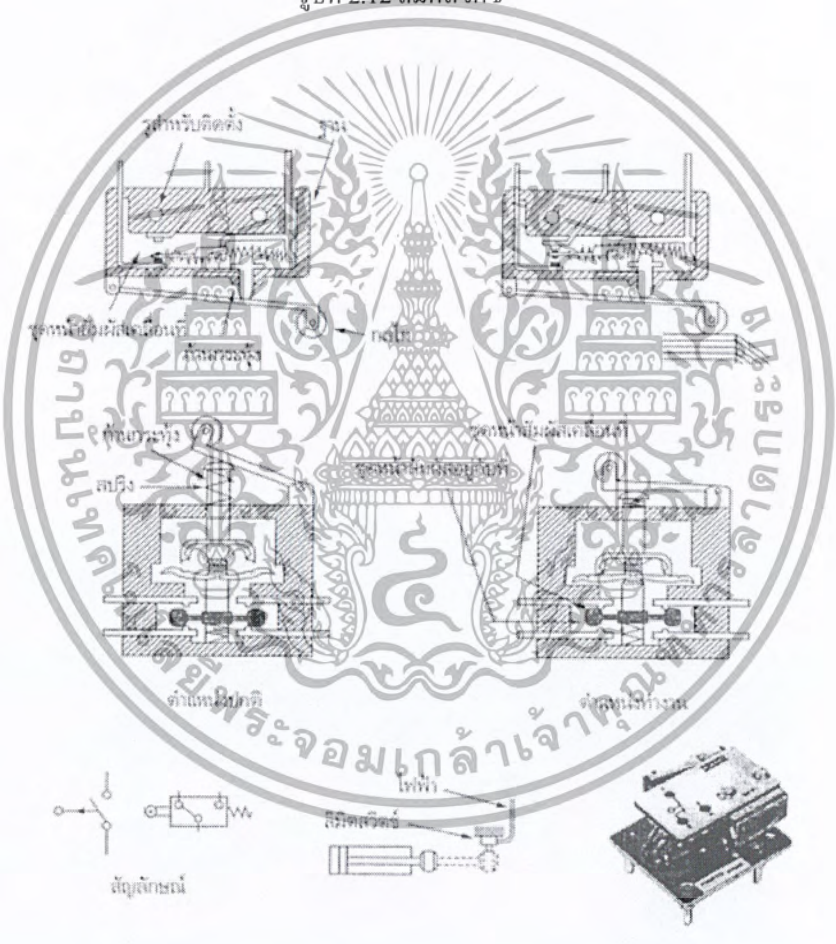
ลิมิตสวิตซ์เป็นสวิตซ์ที่ทำงานโดยการปิดเปิดวงจรควบคุม โดยการเปลี่ยนแปลงในทางกลมาทำให้สวิตซ์ทำงานเพื่อเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่เข้ามาควบคุมมอเตอร์

ลิมิตสวิตซ์ประกอบด้วยปุ่มหน้าสัมผัสเหมือนสวิตซ์ปุ่มกด ดูส่วนประกอบในรูปที่ 2.13 ต่างกันที่แรงที่ทำให้สวิตซ์ทำงาน คือ ใช้อุปกรณ์ทางกล เช่น ก้านสูบ ประตูปิด–เปิด เป็นต้น มีการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย เช่น ลิฟท์โดยสาร, ลิฟท์ขนของ, ประตูที่ทำงานด้วยไฟฟ้า, ระบบสายพานลำเลียง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ลิมิตสวิตช์

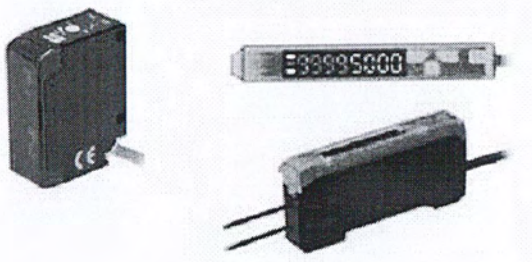


รูปที่ 2.13 แสดงโครงสร้างและการทำงานของลิมิตสวิตช์

จากรูปที่ 2.13 เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ เช่น ก้านสูบเคลื่อนที่มากด ทำให้ก้านกระทุ้งเลื่อน ปุ่มหน้า สัมผัสเลื่อน (ถ้าปกติเปิดจะเปลี่ยนเป็นปิด ถ้าปกติปิดจะเปลี่ยนเป็นเปิด) และค้างตำแหน่งจนกว่าก้านสูบจะเคลื่อนที่กลับ ก้านกระทุ้งจะเลื่อนกลับ ปุ่มหน้าสัมผัสกลับตำแหน่งปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 โฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor)



รูปที่ 2.14 Photoelectric Sensor

2.1.4.1 คุณสมบัติ (Features)

1. สามารถตรวจจับวัตถุแบบไม่ต้องสัมผัส
2. สามารถตรวจจับวัตถุมากกว่า 10 เมตร
3. สามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิด
4. สามารถตรวจจับ สี, ขนาด, ความลึก, ตำแหน่ง, พื้นที่, และอื่นๆ
5. แสดงการตอบสนองโดยการกระพริบของ LED
6. ความละเอียดสูง
7. มีเอาท์พุตทั้งแบบรีเลย์หรือโซลิดสเตท
8. ฝุ่นละอองจะมีผลต่อความแม่นยำในการตรวจจับ

2.1.4.2 ประเภทของ Photoelectric Sensor

แบ่งตามโครงสร้าง

1. ชนิดแยกแอมพลิฟายเออร์ - หัวเซนเซอร์มีขนาดเล็ก ใช้ควบคุมระยะไกลได้ ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย

2. ชนิดมีแอมพลิฟายเออร์ในตัว - ใช้กับไฟกระแสตรง DC ต้านทานสัญญาณรบกวนได้ดี ขนาดกะทัดรัด เวลาในการตอบสนองเร็ว

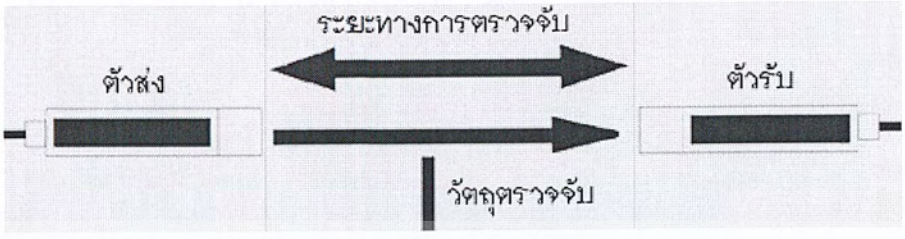
3. ชนิดมีแหล่งจ่ายในตัว - ง่ายต่อการใช้งาน ใช้ได้ทั้งไฟ AC และ DC ภายในตัวเดียวกัน

4. ชนิดไฟเบอร์ออฟติก - ประหยัดพื้นที่ และตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กมากๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งตามวิธีการตรวจจับ

1. ตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน (Through-beam)



รูปที่ 2.15 ตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน

ข้อดี

- ระยะทางการตรวจจับไกลที่สุด
- อัตราส่วน Dark on/Light on แยกกันชัดเจน
- สีและพื้นผิวของวัตถุไม่มีผลกระทบต่อการตรวจจับ

ข้อเสีย

- ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งมาก
- ต้องมีการปรับแต่งแนวแกนลำแสง
- ไม่สามารถตรวจจับวัตถุโปร่งใสได้

2. มีแผ่นสะท้อน (Retroreflective)

รูปที่ 2.16 แบบมีแผ่นสะท้อน

ข้อดี

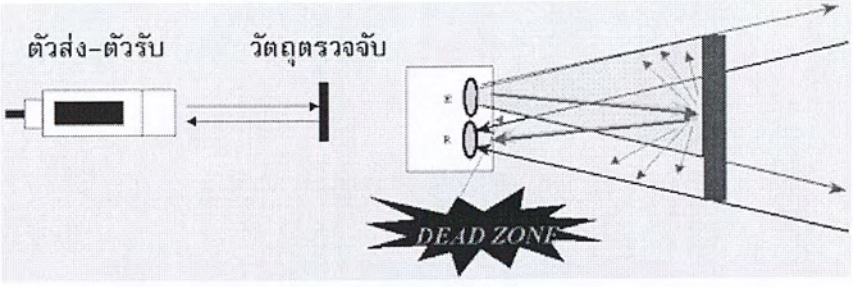
- ใช้เนื้อที่ติดตั้งน้อย
- อัตราส่วน Dark on/Light on แยกกันชัดเจน
- ง่ายในการปรับแต่งและการเดินสาย
- สามารถตรวจจับวัตถุโปร่งใสได้

ข้อเสีย

- ต้องใช้แผ่นสะท้อนแสง
- ระยะทางการตรวจจับต่ำกว่าแบบตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตรวจจับวัตถุโดยตรง (Diffuse-reflective)



รูปที่ 2.17 ตรวจจับวัตถุโดยตรง

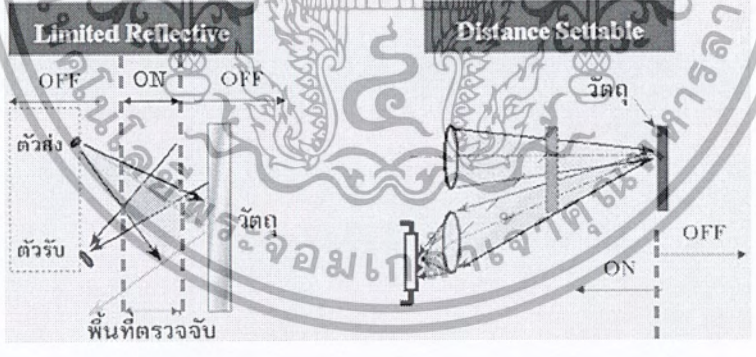
ข้อดี

- ติดตั้งง่ายเพราะมีตัวรับ-ตัวส่งในตัวเดียวกัน
- ไม่ต้องมีการปรับแต่งแนวแกนลำแสง

ข้อเสีย

- อัตราส่วน Dark on/Light on ไม่ชัดเจน
- ระยะทางการตรวจจับสั้น (ไม่เกิน 2 เมตร)
- ฉากหลังมีผลกระทบต่อการทำงาน

4. จำกัดระยะการสะท้อน (Limited Reflective / Distance Settable)



รูปที่ 2.18 จำกัดระยะการสะท้อน

ข้อดี

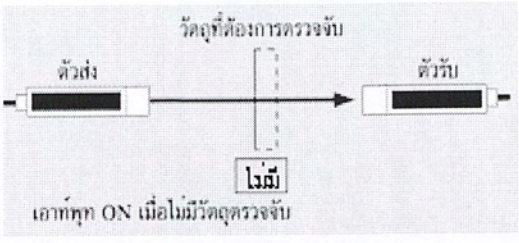
- ฉากหลังไม่มีผลกระทบต่อการทำงาน
- ไม่ต้องมีการปรับแต่งทิศทางลำแสง

ข้อเสีย

- ไม่สามารถตรวจจับความแตกต่างของสีชิ้นงานได้
- ระยะทางการตรวจจับสั้น (ไม่เกิน 2 เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายการตรวจจับแบบ Dark ON/Light ON

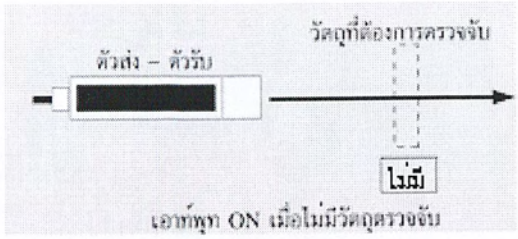


รูปที่ 2.19 Light ON: เอาท์พุตจะ ON เมื่อตัวรับแสงของเซนเซอร์ไม่ได้รับแสง แบบตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน/แบบมีแผ่นสะท้อน

รูปที่ 2.20 Light ON: เอาท์พุตจะ ON เมื่อตัวรับแสงของเซนเซอร์ไม่ได้รับแสง แบบตรวจจับวัตถุโดยตรง

รูปที่ 2.21 Dark ON: เอาท์พุตจะ ON เมื่อตัวรับแสงของเซนเซอร์ได้รับแสง แบบตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน/แบบมีแผ่นสะท้อน

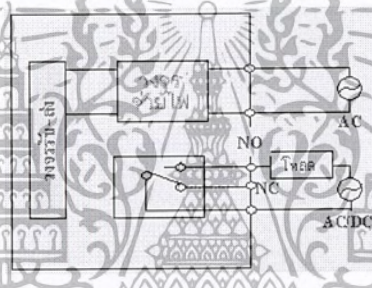
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 Dark ON: เอาท์พุตจะ ON เมื่อตัวรับแสงของเซนเซอร์ได้รับแสง แบบตรวจจับวัตถุโดยตรง

แบ่งตามชนิดของเอาท์พุต

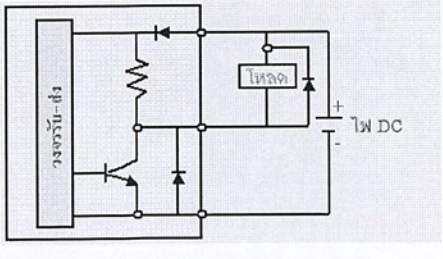
1. เอาท์พุตรีเลย์ (Relay contact output)



รูปที่ 2.23 เอาท์พุตรีเลย์

ข้อดี	ข้อเสีย
• ต่อเข้ากับ Load AC หรือ DC ได้	• อายุการใช้งานมีขีดจำกัด เนื่องจากเป็นหน้าสัมผัสทางกล
• ทนกระแสสูง	• เวลาตอบสนองช้า

2. เอาท์พุต NPN ทรานซิสเตอร์



รูปที่ 2.24 เอาท์พุต NPN ทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

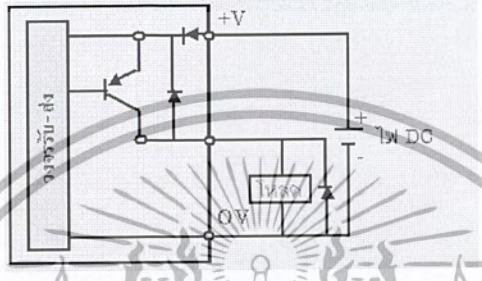
ข้อดี

- อายุการใช้งานยาวนาน
- ความเร็วตอบสนองสูง

ข้อเสีย

- ทนกระแสได้น้อย

3. เอาท์พุต PNP ทรานซิสเตอร์



รูปที่ 2.25 เอาท์พุต PNP ทรานซิสเตอร์

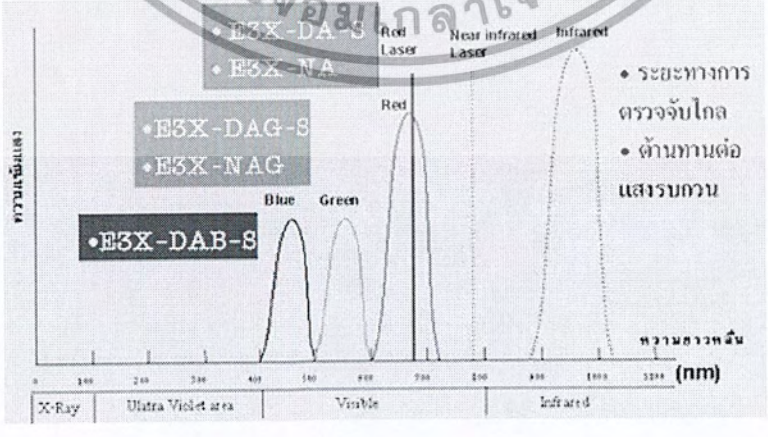
ข้อดี

- อายุการใช้งานยาวนาน
- ความเร็วสูงในการตอบสนอง
- ต่อเข้ากับวงจรที่อินพุทเป็นแรงดันได้

ข้อเสีย

- โหลดที่ต่อจะใช้แรงดันไฟเท่ากับไฟเลี้ยงวงจรภายใน

แบ่งตามชนิดของแหล่งกำเนิดแสง (Light Source)



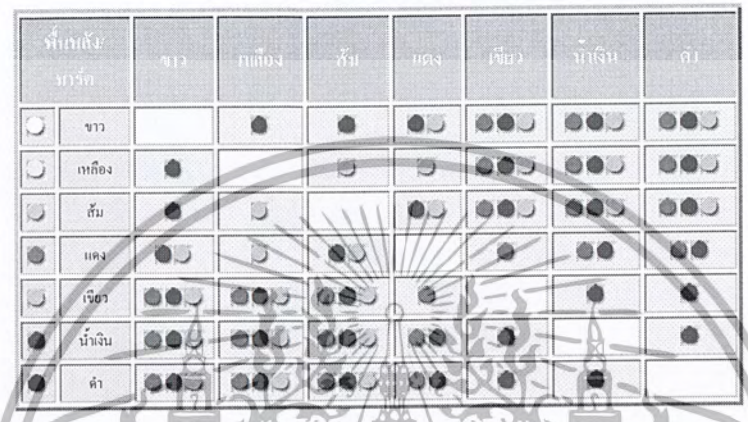
รูปที่ 2.26 แบ่งตามชนิดของแหล่งกำเนิดแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119345

การเลือกใช้แสงสีแดง เขียว หรือน้ำเงิน

เป็นการเลือกใช้สีของแหล่งกำเนิดแสงเพื่อตรวจจับความแตกต่างระหว่างสีของวัตถุที่ตรวจจับกับสีของพื้นหลัง เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้อง ควรต้องเลือกชนิดสีของแหล่งกำเนิดแสงให้เหมาะสม โดยดูได้จากตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 การเลือกใช้สีของแหล่งกำเนิดแสง



ตัวอย่าง ถ้าต้องการตรวจจับมาร์คสีเหลืองบนพื้นสีขาว หรือตรวจจับมาร์คสีขาวบนพื้นสีเหลือง ควรใช้เซนเซอร์ที่มีแหล่งกำเนิดแสงสีน้ำเงินจะเหมาะสมที่สุดในการตรวจจับ

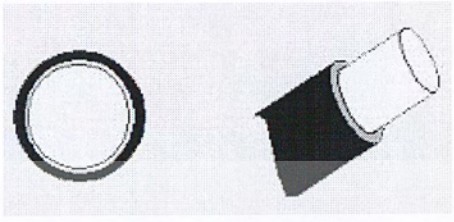
ตารางที่ 2.2 ชนิดของแสง และแอมพลิฟายเออร์

สีของแหล่งกำเนิดแสง	ประเภทเซนเซอร์
แหล่งกำเนิดแสงสีแดง	ไฟเบอร์ออฟติก
	แยกแอมพลิฟายเออร์
แหล่งกำเนิดแสงสีน้ำเงิน	ไฟเบอร์ออฟติก
แหล่งกำเนิดแสงสีเขียว	ไฟเบอร์ออฟติก
	แยกแอมพลิฟายเออร์
แหล่งกำเนิดแสง 3 สี	มีแอมพลิฟายเออร์ในตัว
	ชนิดใช้หัวตรวจจับแบบไฟเบอร์ออฟติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

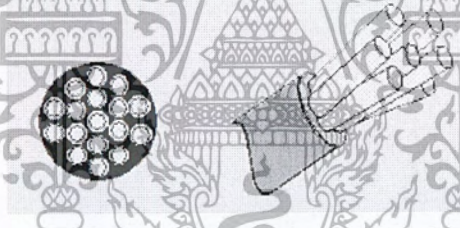
2.1.4.3 <u>โครงสร้างหัวไฟเบอร์ออฟติก</u>

1. Single Core จะมีแกนภายในเพียงแกนเดียว ระยะทางการตรวจจับไกล แต่มีรัศมีความโค้งงอของสายไม่ต่ำกว่า 25 มม. จึงทำให้ไม่เหมาะสมต่อการใช้งานที่ต้องมีการดัดหรือโค้งงอสาย



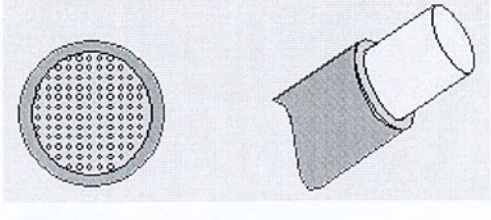
รูปที่ 2.27 Single Core

2. Bundle Type มีแกนไฟเบอร์ออฟติกภายในหลายแกน มีความทนต่อการโค้งงอซ้ำๆ โดยมีรัศมีความโค้งงอได้ถึง 4 มม. นิยมใช้กับงานประเภทแขนกล (Robot Arm)



รูปที่ 2.28 Bundle Type

3. Multi-core มีแกนไฟเบอร์ออฟติกภายในแยกเป็นแกนย่อยๆ จำนวนมาก รัศมีความโค้งงอถึง 1 มม. เหมาะกับการตรวจจับในบริเวณที่มีพื้นที่ติดตั้งน้อย แต่มีจำนวนครั้งการโค้งงอได้น้อยกว่าแบบ Bundle



รูปที่ 2.29 Multi-core

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

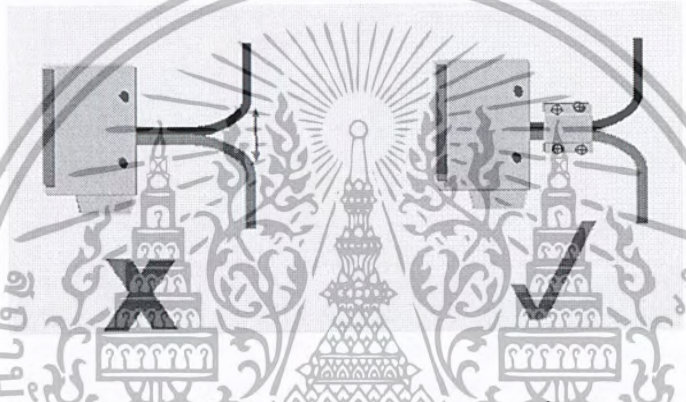
2.1.4.4 <u>การติดตั้ง Photoelectric Sensor</u>

1. ระยะห่างระหว่างเซนเซอร์

ลำแสงในรุ่นตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน ลำแสงที่ส่งจากตัวส่งไปยังตัวรับจะไม่เป็นลำแสงโดยตรง แต่จะกระจายเป็นมุมกว้าง

2. การติดตั้งเซนเซอร์บนชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว

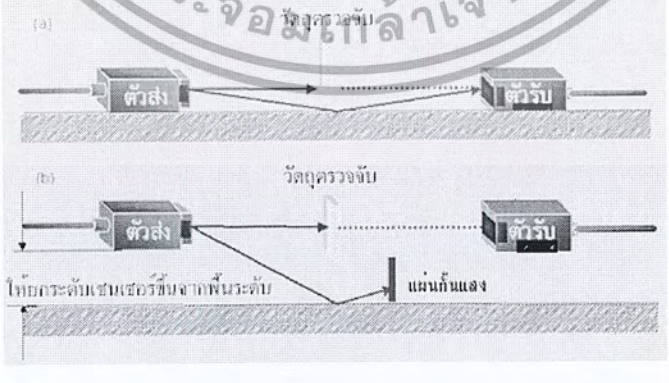
โดยปกติทั่วไปแล้วไม่นิยม เพราะจะทำให้เกิดอันตรายต่อโครงสร้าง หากจำเป็นต้องติดตั้ง ควรจะต้องพิจารณาให้แน่ใจว่าหากติดตั้งไปแล้วจะต้องไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อโครงสร้างและสายไฟที่ต่อกับเซนเซอร์ หรืออาจใช้สายไฟเบอร์ออฟติกชนิด Bundle ในกรณีใช้ไฟเบอร์ออฟติกเซนเซอร์ในการตรวจจับ



รูปที่ 2.30 ทำการยึดสายเข้ากับส่วนที่เคลื่อนไหวเพื่อให้แน่ใจว่าการเคลื่อนไหวไม่ทำอันตรายต่อสาย

3. ลำแสงจากตัวส่งมีการสะท้อนจากผนังหรือพื้นผิวไปยังตัวรับ

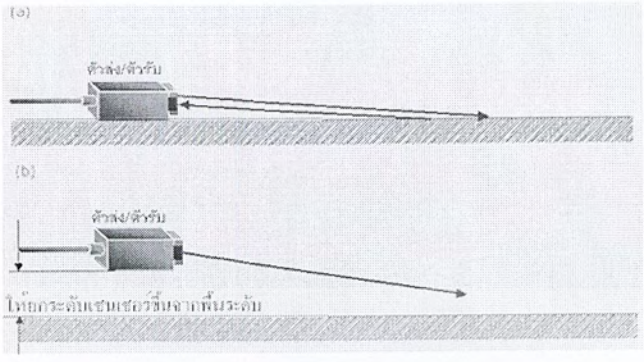
- ชนิดตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน หรือชนิดมีแผ่นสะท้อน



รูปที่ 2.31 ชนิดตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน หรือชนิดมีแผ่นสะท้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชนิดตรวจจับวัตถุโดยตรง

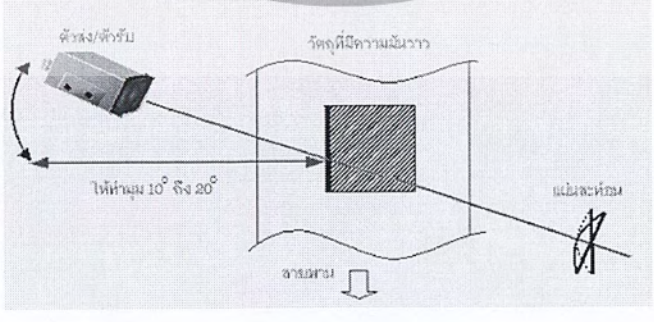


รูปที่ 2.32 ชนิดตรวจจับวัตถุโดยตรง

4. ผลกระทบของฉากด้านหลังของวัตถุตรวจจับ สำหรับรุ่นตรวจจับวัตถุโดยตรง

รูปที่ 2.33 ผลกระทบของฉากด้านหลังของวัตถุตรวจจับ สำหรับรุ่นตรวจจับวัตถุโดยตรง

5. การติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง



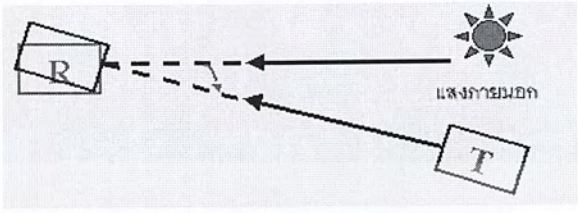
รูปที่ 2.34 การติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. มีแสงรบกวนจากภายนอกเข้ามารบกวนที่ตัวรับแสง

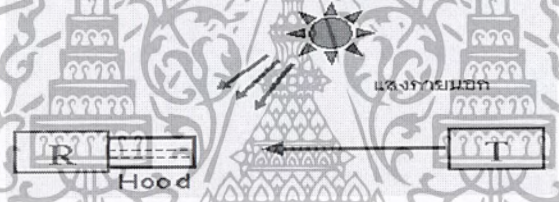
วิธีแก้ไข

- พยายามหันทิศทางของตัวรับแสง ให้แสงรบกวนส่องเข้ามายังด้านหน้าของตัวรับแสงให้น้อยที่สุด



รูปที่ 2.35 พยายามหันทิศทางของตัวรับแสง

- ทำ Hood เป็นปล่องสวมเข้าที่ด้านหน้าของตัวรับแสง โดยวัสดุที่ใช้ทำควรจะเป็นวัสดุที่ไม่มันวาว



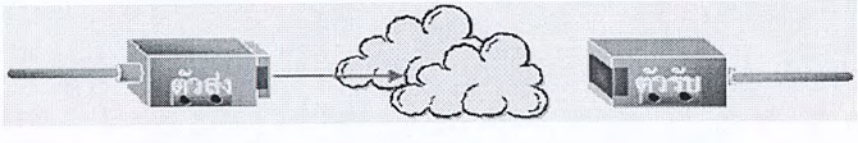
รูปที่ 2.36 ทำ Hood เป็นปล่องสวมเข้าที่ด้านหน้าของตัวรับแสง

- เลือกใช้สวิทช์ลำแสงที่ต้านทานต่อแสงรบกวนภายนอกได้ดี เช่น เซนเซอร์อินฟราเรด

- ปรับความไว (Sensitivity) ในการทำงานให้ลดลง แต่จะทำให้ระยะการตรวจจับสั้นลง

7. ติดตั้งลำแสงในบริเวณที่มีฝุ่นละอองลอยอยู่ในอากาศ

ละอองที่ลอยอยู่ในอากาศเช่น หมอก ฝุ่น ผงแป้ง ไอน้ำ ฯลฯ จะมีผลทำให้ความเข้มของลำแสงที่ส่งไปถึงตัวรับมีค่าลดลงซึ่งอาจส่งผลให้การทำงานผิดพลาดได้ ดังนั้น ในกรณีนี้ควรเลือกใช้เซนเซอร์ประเภทที่มีการปรับกำลังส่งของแหล่งกำเนิดแสงอัตโนมัติ เช่น รุ่น E3X-DA-S หรือใช้เซนเซอร์ประเภทพร็อคซิมิตี้เซนเซอร์แทน



รูปที่ 2.37 ติดตั้งลำแสงในบริเวณที่มีฝุ่นละอองลอยอยู่ในอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4.5 หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ Photoelectric Sensor

1. ขนาดของวัตถุตรวจจับ

ขนาดของวัตถุจะต้องเหมาะสมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำแสง โดยสามารถตรวจสอบได้จากกราฟ Operating Range ซึ่งถ้าต้องการใช้เซนเซอร์ในการตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดลำแสงแล้ว ควรใช้อุปกรณ์เสริม เช่น แผ่นจำกัดแสง (Slit) สำหรับรุ่นตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน หรือใส่เลนส์สำหรับรุ่นไฟเบอร์ออฟติกรุ่นตรวจจับวัตถุโดยตรงแต่จะทำให้ระยะทางการตรวจจับลดลง

2. ชนิดของวัตถุตรวจจับ

วัตถุโปร่งใส: ไม่สามารถใช้แบบตัวรับ-ตัวส่งแยกกันได้ ควรใช้รุ่นเฉพาะงาน เช่น E3Z-B ที่เหมาะสำหรับตรวจจับวัตถุโปร่งใสหรือขวด PET และวัตถุมันวาว: ใช้รุ่นที่มีลำแสงเป็นแบบ Polarized light beam

3. สีและผิวของวัตถุตรวจจับ

แบบตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน จะไม่ได้รับผลกระทบจากสีและผิวของวัตถุตรวจจับ

แบบจำกัดระยะการสะท้อน ใช้การตรวจจับจากระยะ ไม่ใช่จากความเข้มแสงที่ได้รับ จึงไม่ได้รับผลกระทบจากสีและผิวของวัตถุตรวจจับ

4. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุตรวจจับ

5. การตรวจสอบว่า Perponse Time ของเซนเซอร์ไวกว่าความเร็วของวัตถุ

6. สภาพแวดล้อมในบริเวณที่จะใช้งาน

บริเวณที่มีละอองน้ำหรือความชื้น ควรเลือกใช้เซนเซอร์ที่มีมาตรฐานการป้องกัน ถ้าใช้เซนเซอร์แบบไฟเบอร์ออฟติกควรระมัดระวังไม่ให้น้ำมันหรือของเหลวมาเกาะที่หัวไฟเบอร์ออฟติกซึ่งอาจทำให้ระดับความเข้มของแสงลดลงได้

7. ระยะทางการตรวจจับ

ไกลที่สุด: แบบตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน (Through-beam), ปานกลาง: แบบมีแผ่นสะท้อน (Retroreflective) และใกล้ที่สุด: แบบตรวจจับวัตถุโดยตรง (Diffuse-reflective)

8. การติดตั้งบนชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว

ใช้สายไฟเบอร์แบบ Bundle หรือ Multi-Core ที่มีความยืดหยุ่นสูงกว่าไฟเบอร์แบบธรรมดา (Single Core)

9. แรงดันอินพุตที่ใช้

10. ค่าเอาท์พุตโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

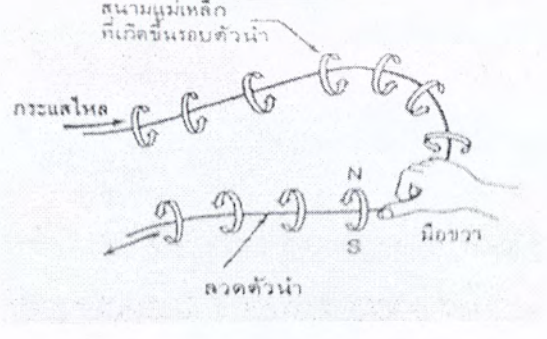
2.1.5 โซลินอยด์

รูปที่ 2.38 โซลินอยด์รูปแบบต่างๆ และโครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์

โซลินอยด์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ซึ่งมีโครงสร้างพื้นฐานดังรูปที่ 2.38 โดยสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามาทางขดลวด จะทำให้แกนสารแม่เหล็กของโซลินอยด์เกิดการเคลื่อนที่ขึ้นนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ขัดกลอนประตู ถีบกระเดื่องทำให้กลไกทำงานหรือหยุดทำงาน เป็นต้น โซลินอยด์จึงมีทั้งชนิดใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ และไฟฟ้ากระแสตรง

2.1.5.1 <u>หลักการทำงานของโซลินอยด์</u>

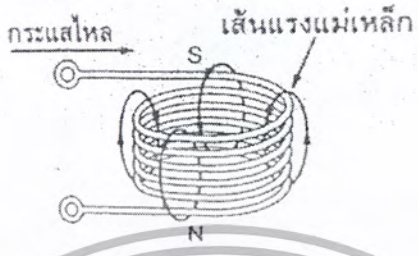
เออร์สเตด เป็นผู้ตั้งกฎ (ตามหลักความเป็นจริงที่ค้นพบ) "เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำใดๆก็ตาม จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆตัวนำนั้น" และออกกฎมือขวาดูทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กด้วย คือ ถ้าเอามือขวากำรอบเส้นลวด โดยนิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางกระแสไหล นิ้วที่เหลือทั้งหมดจะแสดงทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วใต้ไปขั้วเหนือ



รูปที่ 2.39 แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด

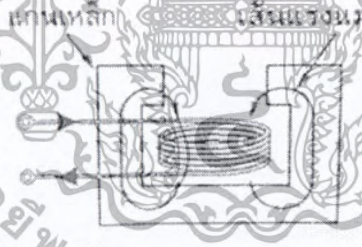
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเอาเส้นลวดยาวกว่าเล็กน้อยมาขดเป็นวงหลายๆวง ก็จะเกิดลักษณะของขดลวดขึ้น สนามแม่ เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละขดจะอยู่ในทิศทางเสริมกัน และก่อกำเนิดเป็นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กถาวรแท่งหนึ่ง ซึ่งพร้อมที่จะดูดสารแม่เหล็กทันที แต่เนื่องจากสภาพรอบๆขดลวดอาจเป็นอากาศเส้นแรงแม่เหล็กจึงไม่เข้มข้นมากนัก



รูปที่ 2.40 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

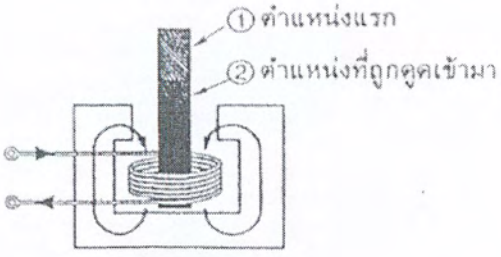
เพื่อที่จะไม่ให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย จึงใส่แกนเหล็กอ่อนรูปตัวซี (C) เข้ามารอบๆขดลวด เพื่อให้สนามแม่เหล็กมากขึ้น ถ้าเอาแกนกระทุ้ง (Plunger) มาใส่เข้าไปตรงกลางขดลวดในตำแหน่งที่ 1 แกนกระทุ้งจะถูกดูดให้ลึกเข้ามาจนสนิทในตำแหน่งที่ 2 ยิ่งระยะทางใกล้มากเท่าไร แรงดูดก็จะมากขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2.41 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก

ข้อแตกต่างอยู่ระหว่างโซลินอยด์กระแสตรงและโซลินอยด์กระแสสลับ คือ ในโซลินอยด์กระแสตรง กระแสที่ไหลในขดลวดจะค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าแกนกระทุ้งจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ตาม แต่โซลินอยด์กระแสสลับ กระแสในขณะที่แกนกระทุ้งอยู่นอกขดลวดจะมีค่าสูง และเมื่อแกนกระทุ้งถูกดูดเข้ามาจนสุดขดลวด กระแสจะลดต่ำลง ลักษณะแบบนี้ทำให้ต้องระวังอย่าให้เกิดการกระทุ้งในโซลินอยด์กระแสสลับ เพราะจะทำให้เกิดกระแสมากๆไหลค้างอยู่ ทำให้ขดลวดร้อนขึ้นและอาจจะไหม้เสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.42 แสดงการเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง

ในโครงสร้างของโซลินอยด์แบบไฟกระแสสลับนั้น จะต้องพันขดลวด Shaded Coil หรือ แหวน (Ring) ซึ่งเป็นลวดพันรอบแกนเหล็กเพียงรอบเดียว หรือไม่กี่รอบลัดวงจรไว้ จุดประสงค์ที่พันไว้เพราะในไฟกระแสสลับ กระแสจะลดลงมาเป็นศูนย์นี้เองทำให้แรงดูดแม่เหล็กลดลง และทำให้เกิดเสียงหึ่งๆขึ้น และการดูดก็ไม่แน่น ขดลวดแหวนที่เพิ่มเติมเข้าไปนี้จะทำให้วงจรแม่เหล็กเกิดเป็นสภาพ 2 เฟส คือ แม้ในขณะที่กระแสเป็นศูนย์ก็ตาม ขดลวดแหวนซึ่งมีกระแสที่เกิดจากการเหนี่ยวนำกับสนามแม่เหล็ก จะยังคงมีแรงแม่เหล็กมาเสริมการดูดในช่วงนี้ได้ แต่ก็จะทำให้เกิดการสูญเสียของความร้อนในขดลวดบ้างเป็นข้อแลกเปลี่ยน

2.1.5.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์

ข้อควรคำนึงถึงในการเลือกใช้โซลินอยด์ คือ

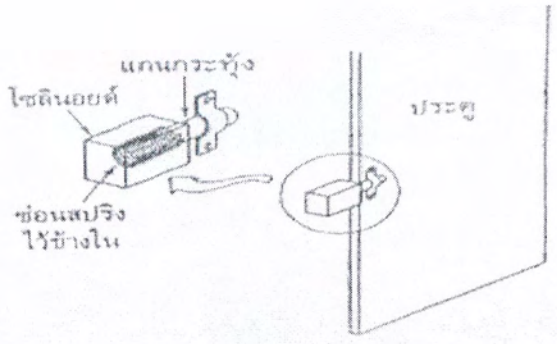
1. แรงดันใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นไฟกระแสตรงหรือไฟกระแสสลับ ถ้าเป็นไฟกระแสสลับก็ต้องดูความถี่ใช้งานให้ตรงตามต้องการด้วย

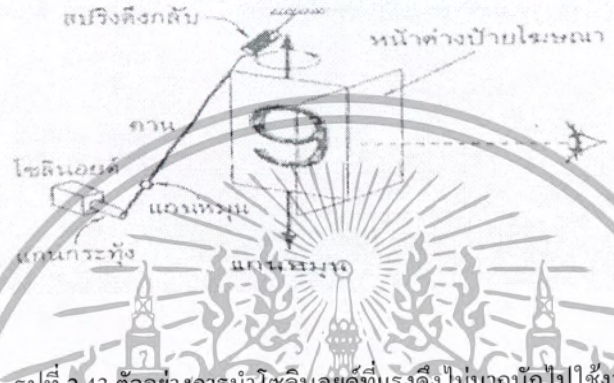
2. ช่วงชักใช้งาน (Operating Stroke) ของโซลินอยด์จะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใด (จะกำหนดเป็นมิลลิเมตร)

3. ขนาดของโหลด รู้ว่าต้องใช้แรงขนาดเท่าใด ซึ่งมักจะบอกเป็นกรัม

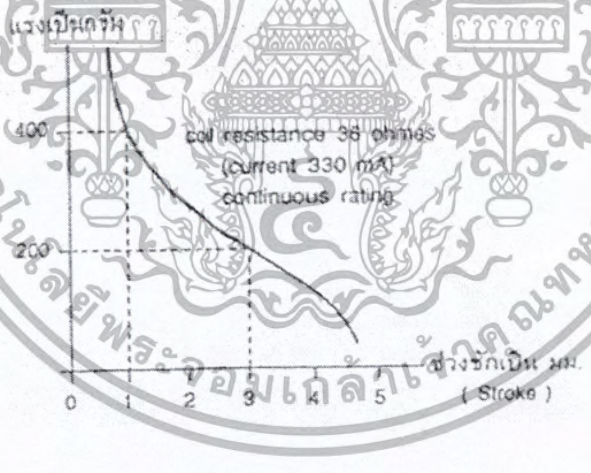
4. ใช้งานต่อเนื่องหรือไม่ การใช้งานต่อเนื่องหมายถึง เราอาจจะใส่แรงดันไฟเข้าขดลวดค้างไว้ได้เลย โดยขดลวดไม่ไหม้หรือเป็นแบบจังหวะๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.43 ตัวอย่างการนำโซลินอยด์ที่แรงดึงไม่มากนักไปใช้งาน



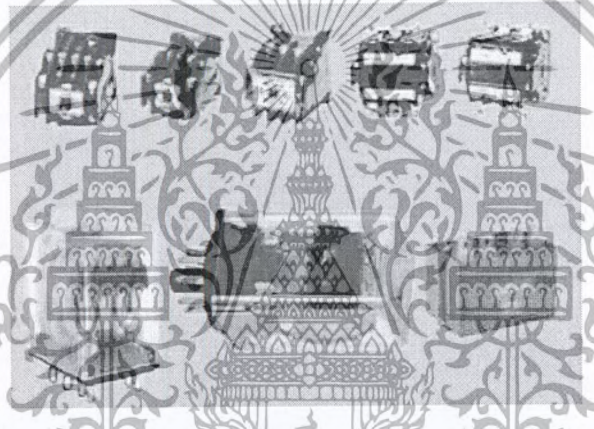
รูปที่ 2.44 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะช่วงชักของ
โซลินอยด์ไฟตรง 12 โวลล์ ยี่ห้อโคอิเกะรุ่น SB-102

ในรูปที่ 2.44 เป็นตัวอย่างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงกับระยะช่วงชักของโซลินอยด์ จะเห็นว่าช่วงชักไกลๆจะมีแรงน้อยมาก และที่ระยะใกล้เข้ามา แรงก็จะมากขึ้นเป็นทวีคูณ ในกรณีนี้โซลินอยด์จะให้แรงดูด 200 กรัม ที่ระยะช่วงชัก 3 มิลลิเมตร และจะให้แรงถึง 400 กรัมในช่วงชักสั้นๆ ขนาด 1 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทาหน้าที่ตัด-ต่อวงจร โดยอาศัยหลักการของอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงของหน้าสัมผัสรีเลย์มีความหมายในแบบของนักอิเล็กทรอนิกส์ว่า "ตัวถ่ายทอดกำลัง" เพราะการป้อนกำลังงานไฟฟ้าให้แก่รีเลย์เพียงเล็กน้อย ก็สามารถควบคุมวงจรกำลังงานสูงๆ ที่ต่ออยู่กับหน้าสัมผัส (ซึ่งช่างทั่วไปมักนิยมเรียกว่า คอนแทกต์) ของรีเลย์ได้ โดยเมื่อทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดรีเลย์ (Coil) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวด ซึ่งอำนาจแม่เหล็กชั่วคราวที่เกิดขึ้นมีค่าเพียงพอที่จะชนะแรงสปริง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่หน้าสัมผัส รีเลย์มีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.45 ในการเลือกใช้งานรีเลย์ จะต้องคำนึงถึงชนิดของรีเลย์ อัตรากำลังสูงสุดที่รีเลย์สามารถทนได้ ความถี่ใช้งานและอื่นๆ เพื่อให้สามารถใช้งานรีเลย์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม



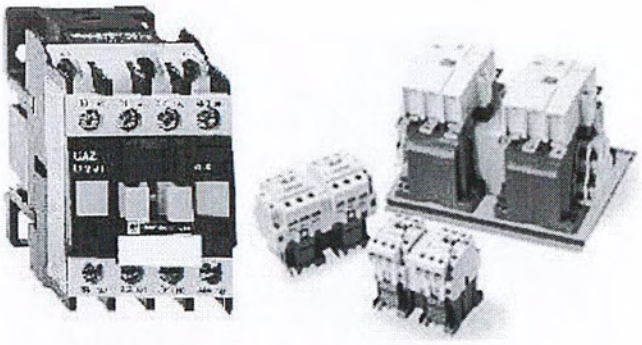
รูปที่ 2.45 ตัวอย่างรีเลย์แบบต่าง ๆ

การแบ่งชนิดของรีเลย์ตามชนิดของการควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. รีเลย์ควบคุม (Control Relay) จะเป็นรีเลย์ที่มีขนาดเล็ก ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุมนิยมเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

2. รีเลย์กำลัง (Power Relay) นิยมเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magnetic Contactor) ซึ่งเป็นรีเลย์ที่มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ควบคุม นิยมใช้งานกับกำลังไฟฟ้าสูงดังแสดงในรูปที่ 2.46 ส่วนใหญ่ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลังที่มีขนาดใหญ่ เช่นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส เป็นต้น

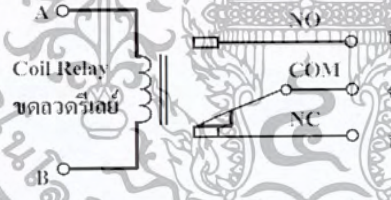
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



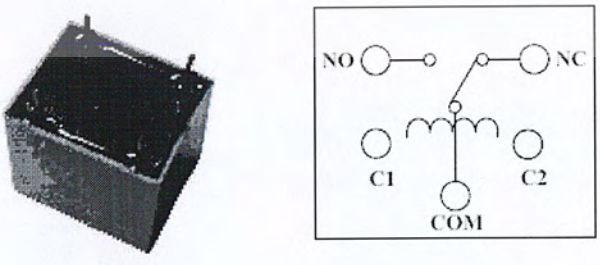
รูปที่ 2.46 ตัวอย่างคอนแทกเตอร์แบบต่าง ๆ

2.1.6.1 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของรีเลย์

โครงสร้างภายในของรีเลย์จะประกอบไปด้วยขดลวด 1 ชุด และหน้าสัมผัส ซึ่งในหน้าสัมผัส 1 ชุด ซึ่งจะประกอบด้วยหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (Normally Close หรือ NC) และหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open หรือ NO) ในสภาวะปกติขา NC นี้จะต่ออยู่กับขาร่วม (Common หรือ COM) และเมื่อมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าในปริมาณที่เพียงพอเข้าที่ขดลวดรีเลย์ หรือมี แรงดันตกคร่อมขดลวด จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่หน้าสัมผัสทำให้จุด COM ต่อกับหน้าสัมผัส NO ในรีเลย์ 1 ตัว อาจมีหน้าสัมผัสมากกว่า 1 ชุด ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ผลิต สัญลักษณ์ของรีเลย์ดังแสดงใน รูปที่ 2.47



รูปที่ 2.47 สัญลักษณ์ของรีเลย์

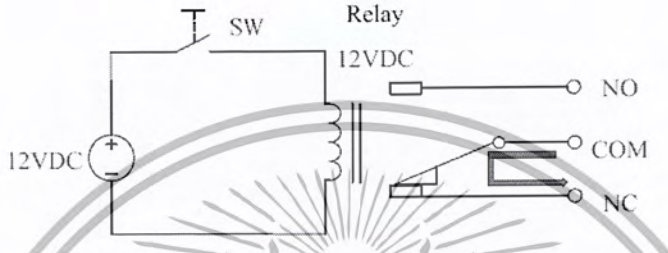


รูปที่ 2.48 ตำแหน่งขาของรีเลย์แบบ 5 ขา

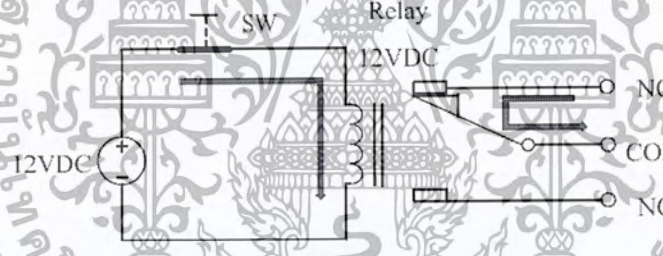
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.2 หลักการทำงานของรีเลย์ (Relay)

จากรูปที่ 2.49 (ก) เมื่อไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดรีเลย์ทำให้จุดร่วมต่ออยู่กับหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (NC) แต่เมื่อทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดรีเลย์ (Coil) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวดซึ่งอำนาจแม่เหล็กชั่วคราวที่เกิดขึ้นมีค่าเพียงพอที่จะชนะแรงสปริง เกิดการเปลี่ยนแปลงที่หน้าสัมผัสทำให้จุดร่วมต่ออยู่กับหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (NO) และเมื่อไม่ได้จ่ายกระแสไฟฟ้าสปริงจะดึงหน้าสัมผัสกลับมาต่อกับหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (NC) อีกครั้งหนึ่ง



(ก) ขณะที่ไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าแก่ขดลวดรีเลย์



(ข) ขณะจ่ายกระแสไฟฟ้าแก่ขดลวดรีเลย์

รูปที่ 2.49 การเปลี่ยนแปลงหน้าสัมผัสของตัวรีเลย์

จะเห็นว่ารีเลย์ทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก ดังนั้นการใช้งานรีเลย์จะเกิดผลกระทบจากอำนาจแม่เหล็กเสียงการสัมผัสของหน้าสัมผัส และอื่นๆ ในขณะที่ รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่มีความเร็วในการทำงานต่ำ เช่นรีเลย์ชนิดแรงดันต่ำที่กระตุ้นขดลวดไม่เกิน 24 V จะใช้เวลาในการทำงานประมาณ 10 - 50 วินาที และรีเลย์ขนาดใหญ่ที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ในโรงงานอุตาสหกรรมนั้นอาจใช้เวลาในการทำงานมากกว่า 100 วินาที ดังนั้นในการใช้งานเราควรแก้ไขปัญหาของรีเลย์ไม่ให้ไปรบกวนการทำงานของวงจรอื่นๆ เช่นการแยกกราวด์ของวงจรหรือการแบ่งส่วนของวงจรรีเลย์กับวงจรควบคุมหรือทาการชีลด์ (Shield) วงจรเพื่อป้องกันการรบกวนของรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ส่วนซอฟแวร์

2.2.1 PLC (Programmable logic controller)

2.2.1.1 ประวัติความเป็นมา

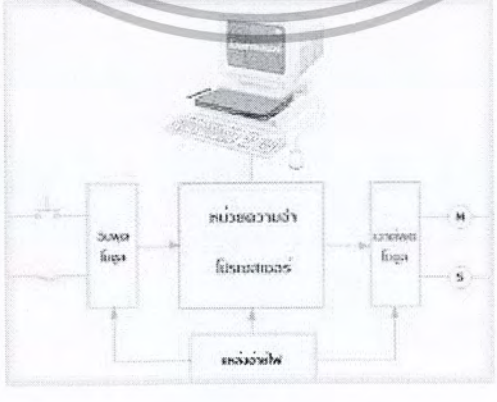
PLC (Programmable logic controller) หรือปัจจุบันใช้คำว่า PC (Programmable controller) ในที่นี้จะใช้คำว่า PLC แทน PC เพื่อป้องกันความสับสนกับคำว่า PC (Personal Computer)

PLC เป็นอุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้นมาเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบต่างๆ แทนวงจรแรีเลย์แบบเก่า ซึ่งวงจรรีเลย์มีข้อเสียคือ การเดินสายและการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการควบคุมมีความยุ่ง ยาก และเมื่อใช้งานไปนานๆหน้าสัมผัสของรีเลย์จะเสื่อม ทำให้ขาดเสถียรภาพในการควบคุม ดังนั้นปัจจุบัน PLC จึงเข้ามาทดแทนวงจรรีเลย์ เพราะ PLC ใช้งานได้ง่ายกว่าสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตได้โดยตรง นอกากนั้นเพียงแค่เขียนโปรแกรมควบคุมก็สามารถใช้งานได้ทันที ถ้าต้องการจะเปลี่ยนเงื่อนไขใหม่สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้ PLC ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด, เครื่องพิมพ์(Printer) และระบบ RFID เป็นต้น

ในปัจจุบันนอกจาก PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลาย ๆตัวเข้าด้วยกันเป็นเครือข่าย (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอีกด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากกว่าการใช้งานวงจรรีเลย์แบบเก่า ดังนั้นในปัจจุบันโรงงานอุสาหกรรมต่างๆจึงใช้ PLC เป็นหัวใจหลักในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

2.2.1.2 โครงสร้างของ PLC

โครงสร้างของ PLC แต่ละส่วนจะประกอบกันทำงานเป็นระบบควบคุมที่เราเรียกว่า PLC ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญดังรูป (ไดอะแกรมภายใน PLC)



รูปที่ 2.50 โครงสร้าง PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากไดอะแกรมจะมีส่วนประกอบด้วยกันทั้งหมด 5 ส่วนซึ่งมีหน้าที่และคุณสมบัติดังนี้

1. ซีพียู (CPU; Central Process Unit)

ซีพียูทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตามคำสั่งองส่วนต่างๆตามที่ได้รับมา ผลจากการประมวลจะถูกส่งออกไปยังส่วนต่างๆตามที่ระบุไว้ด้วยคำสั่งนั่นเอง ซีพียูจะใช้เวลาในการประมวลผลช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับการเลือกขนาดของซีพียู และความยาวของโปรแกรมที่เขียนด้วย

ปกติแล้วซีพียูจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาดตั้งแต่ 4 บิต, 8 บิต, 16 บิต, 32 บิต, 64บิต, sหรือ 128 บิต มาทำงาน โดยที่ซีพียูแต่ละขนาดจะมีความสามารถจำกัดไม่เท่ากันจึงทำให้ PLC ในแต่ละรุ่นมีความสามารถต่างกันนั่นเอง หรือแม้กระทั่งว่าภายในPLC บางรุ่นจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ถึง 2 ตัวช่วยกันทำงาน เวลาในการประมวลผลก็จะเร็วกว่า PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เพียงตัวเดียว

โดยปกติแล้วการเลือกใช้งาน PLC จะเลือกจากการประยุกต์ใช้งานจึงทำให้ผู้ใช้งาน (User) ไม่รู้ว่าผู้ผลิตใช้ไมโครโปรเซสเซอร์รุ่นหรือเบอร์อะไรในการสร้างเครื่อง PLC ซึ่งไม่มีการระบุรุ่นหรือเบอร์ของไมโครโปรเซสเซอร์ ผู้ใช้งานสามารถเลือกจากคุณสมบัติอื่น เช่น จำนวนอินพุต/เอาต์พุต, ความเร็วในการประมวลผลของคำสั่ง, ขนาดความจุโปรแกรมและข้อมูล เป็นต้น

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลต่างๆของ PLC กรณีที่สั่งให้ PLC ทำงาน (Run) มันจะนำเอาโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผลการทำงาน สำหรับหน่วยความจำที่ใช้งานมีด้วยกัน 2 ชนิดคือ

(1) หน่วยความจำชั่วคราว (RAM: Random Access Memory)

โปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยผู้ใช้จะถูกจัดเก็บในส่วนนี้ คุณสมบัติของ RAM เมื่อไม่มีไฟ เลี้ยงจะทำให้โปรแกรมและข้อมูลหายไปทันที ดังนั้นภายใน PLC จะพบว่ามีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล (Backup Battery) เอาไว้สำรองข้อมูล (Backup Data) กรณีที่ไฟหลัก (Main Power Supply) ไม่จ่ายไฟให้กับ PLC ข้อควรระวังคือ ไม่ควรที่จะถอดแบตเตอรี่สำรอง (Backup Battery) กรณีที่ไม่มีไฟจ่ายให้กับ PLC

(2) หน่วยความจำถาวร (ROM: Read Only Memory)

เป็นหน่วยความจำอีกชนิด โดยที่ข้อมูลใน ROM ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล แต่ก็มีปัญหาเรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูล (Time Access) ช้ากว่า RAM จึงปรากฏให้ผู้ใช้เห็นว่า PLC จะมีหน่วย ความจำใช้งานทั้ง RAM และ ROM ร่วมกันอยู่ ROM แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

- PROM (Programmable ROM)
- EPROM (Erasable Programmable ROM)
- EEPROM (Electrical Erasable programmable ROM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROM จัดเป็น ROM รุ่นแรก เขียนข้อมูลลงชิปได้เพียงครั้งเดียว ถ้าเขียนข้อมูลไม่สมบูรณ์ชิปก็จะเสียทันที ไม่สามารถนำกลับมาเขียนใหม่ได้อีก จึงทำให้มีการพัฒนามาเป็นรุ่น EPROM ซึ่งสามารถเขียนข้อมูลลงชิปได้หลายครั้ง เพียงแค่นำชิปไปฉายแสงอุลตร้าไวโอเลตก็จะเป็นการลบข้อมูลในชิปด้วยสัญญานทางไฟฟ้าได้เลย จึงทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้นแต่เรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูลก็ยังช้ากว่า RAM อยู่

การใช้งานหน่วยความจำใน PLC

RAM จะใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ทำงานจากการสั่ง Run/Stop PLC

ROM จะใช้จัดเก็บซอฟต์แวร์ระบบ (System Software) และเป็นชุดสำรองโปรแกรมและข้อมูล (Backup Program and Data) เพื่อป้องกันกรณีที่โปรแกรมและข้อมูลใน RAM หายไป ผู้ใช้สามารถที่จะถ่ายโปรแกรมและข้อมูลเข้าไปที่ RAM ใหม่ได้

3. ภาคอินพุต (Input Unit)

ภาคอินพุตของ PLC ทำหน้าที่รับสัญญานอินพุตเข้ามาแปลงสัญญาน ส่งเข้าไปภายใน PLC อุปกรณ์ที่สามารถนำมาต่อกับภาคอินพุต PLC ได้จัดออกเป็นกลุ่มๆ โดยกลุ่มอุปกรณ์แต่ละกลุ่มจะมีวิธีต่อวงจรเข้าภาคอินพุต PLC แตกต่างกันออกไป เวลาใช้งานอุปกรณ์แต่ละกลุ่ม จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมของอุปกรณ์แต่ละชนิดก่อน เพื่อความเข้าใจขั้นตอนการทำงาน และสามารถต่อวงจรได้ถูกต้อง

อุปกรณ์ที่นำมาต่อกับภาคอินพุตของ PLC อุปกรณ์บางกลุ่มจะมีสัญญานทั้งภาคอินพุตและเอาต์พุต เช่น Inverter, Digital Signal, Controller, ตัวควบคุมอุณหภูมิ, เซนเซอร์รุ่นพิเศษ เป็นต้น จำเป็นต้องต่อใช้งานให้ถูกต้อง

วงจรภาคอินพุต (Input Circuit PLC) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- ดิจิตอลอินพุต (Digital Input)
- อะนาลอกอินพุต (Analog Input)

4. ภาคเอาต์พุต (Output Unit)

ภาคเอาต์พุตของ PLC ทำหน้าที่ส่งสัญญานออกไปขับโหลดชนิดต่างๆตามเงื่อนไขที่ได้โปรแกรมเอาไว้ ชนิดของโหลดที่สามารถนำมาต่อกับภาคเอาต์พุต สามารถแยกออกเป็นกลุ่มๆ กลุ่มอุปกรณ์ต่างๆที่ต่อกับภาคเอาต์พุต PLC นั้น ในแต่ละกลุ่มก็จะควบคุมลักษณะของงานแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ การต่อวงจรเข้าภาคเอาต์พุต PLC จะมีมาตรฐานทางอุตสาหกรรมกำกับอยู่เช่นกัน จึงทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมมาก เพียงแต่ดูรายละเอียดการต่อให้เข้าใจก็เพียงพอแล้ว

ชนิดของเอาต์พุตของ PLC จะมีให้เลือกใช้อยู่ 2 ลักษณะเช่นเดียวกับภาคอินพุตคือ

- ดิจิตอลเอาต์พุต (Digital Output)
- อะนาลอกเอาต์พุต (Analog Output)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)

แหล่งจ่ายพลังงาน จะทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายใน PLC ได้แก่ อุปกรณ์ไอซี, ไฟเลี้ยง วงจรกำหนดการทำงานแบบต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังจ่ายพลังงานเลี้ยงวงจรที่จะนำมาต่อกับ PLC ทั้งภาคอินพุต/เอาต์พุต

แหล่งจ่ายพลังงานของ PLC จะแบ่งออกเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งสำหรับอุปกรณ์และวงจรภายในแต่ละโมดูลต่างๆ ของ PLC อีกชุดหนึ่งเป็นตัวจ่ายพลังงาน (Service Unit 24VDC) สำหรับการต่อวงจรภาคอินพุตหรือเอาต์พุตก็ได้ โดยปกติแล้วชุดบริการ 24VDC ชุดนี้จะจ่ายกระแสได้ค่อนข้างต่ำ ไม่เหมาะสำหรับนำไปจ่ายโหลดที่ดึงกระแสสูง ส่วนมากจะนำไปต่อใช้งานเฉพาะวงจรภาคอินพุต PLC เท่านั้น แต่ถ้าจะนำไปต่อสำหรับทดสอบเครื่อง PLC หรือชุดฝึกทดลองก็ไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายภายนอกเพิ่ม ยกตัวอย่าง ชุดฝึกทดลอง PLC ของโอมรอน เป็นต้น

สำหรับการใช้งานจริง แหล่งจ่ายจะถูกออกแบบมา 2 ลักษณะ ตามโครงสร้างภายนอก PLC คือ แหล่งจ่ายชนิดที่รวมอยู่ในตัว PLC เลย เช่น CP1L จะมีชุดจ่ายพลังงานในตัวเพียงแค่ป้อนไฟให้กับ CP1L มันจะจัดสรรพลังงานให้กับอุปกรณ์ต่างๆ บนตัว PLC อีกชนิดหนึ่งจะแยกมาเป็นโมดูล (Module)

โดยปกติแล้วแหล่งจ่ายพลังงานที่ผลิตออกมาสำหรับขายทั่วโลก จะออกแบบให้ใช้ระบบไฟได้หลาย เพื่อที่จะทำให้ PLC ใช้ควบคุมระบบไฟฟ้าได้หลายแบบนั่นเอง คุณสมบัติของแหล่งจ่ายไฟของ PLC จะมีคุณสมบัติดังนี้

แหล่งจ่ายไฟ : 100-240 VAC 50/60 Hz หรือ 24 VDC

ชุดบริการ 24 VDC : 24 V (0.5A)

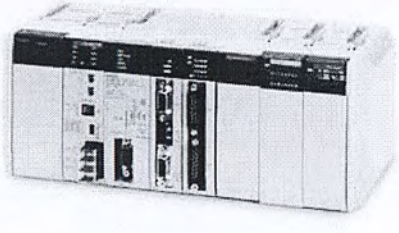
ส่วนการเลือกขนาดวัตต์จะคำนวณจากโมดูลต่างๆของ PLC ที่ใช้งานซึ่งผู้ผลิตได้ออกแบบเผื่อไว้เรียบร้อยแล้ว

2.2.1.3 ชนิดของ PLC

เราสามารถแยกประเภทของ PLC ตามลักษณะภายนอกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)

PLC ประเภทนี้จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC อยู่ในบล็อกเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นตัวประมวลผล หน่วยความจำ ภาคอินพุต/เอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟ สามารถแสดงตัวอย่าง PLC แบบ Block Type ได้เห็นดังรูป



รูปที่ 2.51 PLC ชนิดบล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ข้อดีและข้อเสียของ PLC ชนิดบล็อก

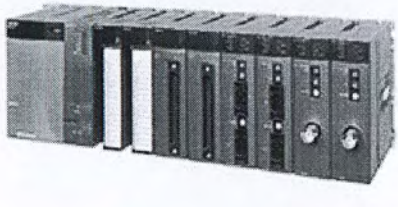
ข้อดี	ข้อเสีย
• มีขนาดเล็กสามารถติดตั้งได้ง่าย จึงเหมาะกับงานควบคุมขนาดเล็กๆ • สามารถใช้งานแทนวงจรรีเลย์ได้ • มีฟังก์ชันพิเศษ เช่น ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และฟังก์ชันอื่นๆ • มีราคาถูกกว่าแบบแร็คหรือโมดูลในจำนวนอินพุท/เอาต์พุตเท่ากัน	• การเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุตสามารถเพิ่มได้น้อย PLC กว่าชนิดโมดูล • เมื่ออินพุต/เอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่ง ต้องนำ PLC ออกไปทั้งชุดทำให้ระบบต้องหยุดทำงานชั่วระยะเวลาหนึ่ง • มีฟังก์ชันให้เลือกใช้งานน้อยกว่า PLC ชนิดโมดูล

2. PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือแร็ค (Rack Type PLCs)

PLC ชนิดนี้ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็น โมดูล (Modules) เช่นภาคอินพุต/เอาต์พุตจะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุต/เอาต์พุต (Input /Output Units) ซึ่งสามารถเลือกงานได้ว่าจะใช้โมดูลขนาดกี่อินพุต/เอาต์พุต ซึ่งมีให้เลือกใช้งานหลายรูปแบบอาจจะใช้เป็นอินพุทอย่างเดียวขนาด 8/16 จุด หรือเป็นเอาต์พุตอย่างเดียวขนาด 4/8/12/16 จุด ขึ้นอยู่กับรุ่นของ PLC ด้วย

ในส่วนของตัวประมวลผลและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล(CPU Unit) เราสามารถเปลี่ยนขนาดของ CPU Unit ให้เหมาะสมตามการใช้งาน เช่น PLC รุ่นCS1 จะมี CPU ให้เลือกหลายรุ่น เช่น CS1G-CPU42H จะมีความแตกต่างกับ PLC รุ่น CS1H-CPU65H (ทั้งสองรุ่นเป็น PLC ตระกูล CS1 เหมือนกัน) ตรงขนาดความจุของโปแกรมและการรองรับจำนวนอินพุตเอาต์พุต เป็นต้น

ส่วนประกอบต่างๆของ PLC ชนิดโมดูลที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น เมื่อต้องการใช้งานจะถูกนำมาต่อร่วมกัน บางรุ่นใช้เป็นคอนเน็กเตอร์ในการเชื่อมต่อกันระหว่างยูนิต เช่น รุ่น CQM1/CQM1H หรือ CJ1M/H/G แต่บางรุ่นใช้ Backplane ในการรวมยูนิตต่างๆเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ สามารถแสดงตัวอย่าง PLC ชนิดโมดูลได้ดังรูป



รูปที่ 2.52 PLC ชนิดโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ข้อดีและข้อเสียของ PLC ชนิด

ข้อดี	ข้อเสีย
• เพิ่มขยายระบบได้ง่ายเพียงแค่ติดตั้งโมดูลต่างๆที่ต้องการใช้งานลงไปบน Backplane • สามารขยายจำนวนอินพุต/เอาต์พุตได้มากกว่าแบบ Block Type • อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่งสามารถถอดเฉพาะโมดูลนั้นไปซ่อม ทำให้ระบบสามารถทำงานต่อได้ • มียูนิตและรูปแบบการติดต่อสื่อสารให้เลือกใช้งานมากกว่าแบบ Block Type	• ราคาแพงเมื่อเทียบกับ PLC แบบ Block Type ที่มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตเท่ากัน

2.2.1.4 ภาษาสำหรับเขียนโปรแกรม PLC

สำหรับภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน IEC 1131-3 กำหนดไว้ 5 ภาษา คือ

(1) IL (Instruction List) เป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความและมีลักษณะคล้ายกับภาษา แอสเซมบลี (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งควบคุมจะประกอบด้วยส่วนปฏิบัติการ (Operation) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand)

(2) LD (Ladder Diagrams) ภาษาซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์และวงจรไฟฟ้า

(3) FBD (Function Block Diagrams) ภาษาที่แสดงฟังก์ชันและเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมจะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม

(4) SFC (Sequential Function Chart) ภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างแบบซีเควนซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วยคำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน (Step) และเงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละ Step (Transition)

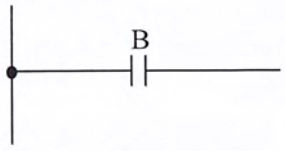
(5) ST (Structured Text) เป็นภาษาในระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งคำสั่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงาน เช่น IF....THEN....ELSE เป็นต้น

2.2.1.5 คำสั่งพื้นฐานของ PLC

เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนลงในโปรแกรม เพื่อสั่งงานแบบง่ายๆ ทั้งในรูปของแลดเดอร์ (Ladder) และนีมอนิก (mnemonic)

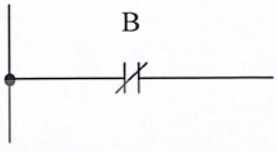
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) คำสั่ง LOAD – LD



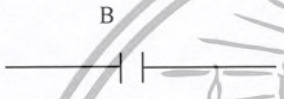
B : Bit
IR, SR, AR, HR, TC, LR, TR

(2) คำสั่ง LOAD NOT – LD NOT



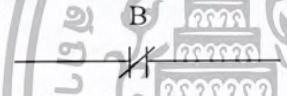
B : Bit
IR, SR, AR, HR, TC, LR

(3) คำสั่ง AND - AND



B : Bit
IR, SR, AR, HR, TC, LR

(4) คำสั่ง AND NOT – AND NOT

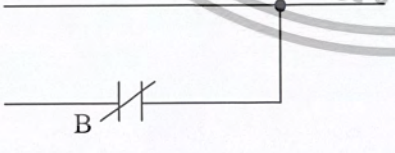


B : Bit
IR, SR, AR, HR, TC, LR

(5) คำสั่ง OR – OR

B : Bit
IR, SR, AR, HR, TC, LR

(6) คำสั่ง OR NOT – OR NOT



B : Bit
IR, SR, AR, HR, TC, LR

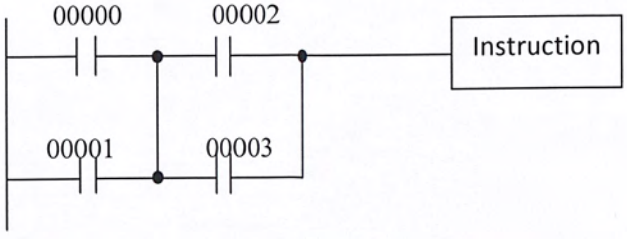
(7) คำสั่ง AND LOAD - AND LD

(8) คำสั่ง OR LOAD - OR LOAD

เป็นคำสั่งที่ใช้รวมบล็อกเข้าด้วยกัน ซึ่งการใช้คำสั่งเพียง AND หรือ OR นั้น ไม่สามารถทำงานตามต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

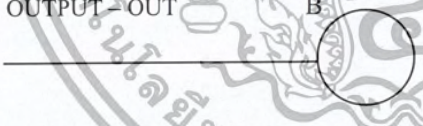
ตัวอย่างการป้อนคำสั่งในรูปของ AND LD และการเขียนแลดเดอร์



Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	OR	00001
00002	LD	00002
00003	OR NOT	00003
00004	AND LD	--------

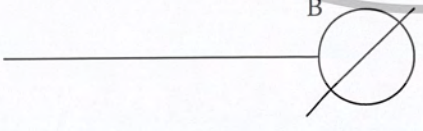
(9) คำสั่ง OUTPUT และ OUTPUT - NOT

เป็นคำสั่งที่สั่งให้เอาต์พุตภายนอกทำงานหรือไม่ทำงาน ถ้า B: ถูกกำหนดเป็น IR แต่ถ้า B ถูกกำหนดเป็นอย่างอื่นจะเป็นเอาต์พุตของรีเลย์ภายใน



B : Bit
IR, SR, AR, HR, LR, TR

(10) คำสั่ง OUTPUT NOT – OUT NOT

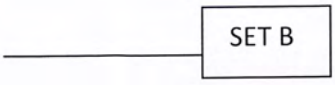


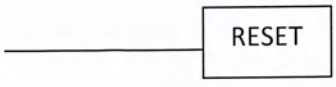
(11) คำสั่ง SET และ RESET – SET – RESET

เมื่อคำสั่งเมื่อมีสภาวะ "ON" แล้วจะยังคงค้างสภาวะ "ON" อยู่จนกว่าคำสั่ง RESET ที่ Bit เดียวกันมีสภาวะ "ON" ถึงแม้ว่าอินพุตเลิกทำงานไปแล้วก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบคำสั่ง :





(B : Bit)

(12) คำสั่ง END

คำสั่ง END เป็นคำสั่งหยุดการทำงานของโปรแกรม ณ บรรทัดนั้นๆ ในการใช้งานคำสั่ง END ปกติจะใส่ไว้ในบรรทัดสุดท้ายของโปรแกรม

2.2.1.6 การตรวจสอบและรักษา PLC

ผู้ใช้งานและผู้ควบคุมจำเป็นต้องทราบถึงพื้นฐานในการดูแลและตรวจสอบ PLC ดังนี้

1. การตรวจสอบการจ่ายไฟ โดยสังเกตหลอดไฟแสดงสถานะ Power Supply
2. การตรวจสอบโหมดการทำงานของ PLC (Run Mode)
3. การตรวจสอบโหมดแสดงการทำงานผิดพลาด PLC (Error Mode)
4. การตรวจสอบหาความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับ PLC โดยใช้โปรแกรม GX Developer)
5. การตรวจสอบแรงดันไฟสำรองแบตเตอรี่ (Battery)
6. การตรวจสอบการทำงานขั้วอินพุต/เอาต์พุต (Input / Output : I/O)
7. การตรวจสอบไฟแสดงสถานะต่างๆ (LED Display)

2.2.2 หลักการส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมแบบมาตรฐาน RS-232C

มาตรฐาน RS-232C เป็นมาตรฐานที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์ต่อพ่วงจากผู้ผลิตต่างกันสามารถทำงานร่วมกันได้ มาตรฐานหลายชนิดได้รับการออกแบบขึ้นมา แต่มาตรฐานที่ได้รับความนิยมและใช้กันกว้างขวางที่สุดคือมาตรฐาน RS-232C

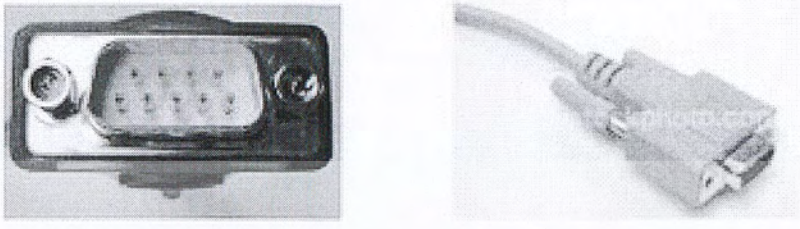
มาตรฐาน RS-232C ได้แบ่งอุปกรณ์เป็น 2 ประเภท คือ

(1) อุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) เป็นอุปกรณ์สำหรับส่งข้อมูล (Output)

(2) อุปกรณ์ DCE (Data Communication Equipment) เป็นอุปกรณ์สำหรับรับข้อมูล (Input)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามมาตรฐาน RS-232C แล้วคอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวผู้ ส่วนคอนเน็กเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งคอนเน็กเตอร์ที่นิยมใช้กันอยู่จะเป็นชนิด D-Type แบบ 9 ขา โดยจะติดตั้งอยู่หหลังเครื่องคอมพิวเตอร์ ระดับแรงดันจะมีค่าระหว่าง 3V ถึง -15V



รูปที่ 2.53 คอนเน็กเตอร์ชนิด D-Type แบบ 9 ขา

ตารางที่ 2.5 ลักษณะของคอนเน็กเตอร์แบบ D-Type

D-Type 9 Pin	สัญลักษณ์	ชื่อสัญญาณ
Pin3	TD	Transmit Data
Pin2	RD	Receive Data
Pin7	RTS	Request To
Pin8	CTS	Clear To Sent
Pin6	DSR	Data Set Ready
Pin5	SG	Signal Ground
Pin1	CD	Carrier Detect
Pin4	DTR	Data Terminal Ready
Pin9	RI	Ring Indicator

2.2.2.1 <u>รายละเอียดของสายสัญญาณ</u>

1. Transmit Data : TD ใช้สำหรับส่งข้อมูลอนุกรมออกจากคอมพิวเตอร์
2. Receive Data : RD ใช้สำหรับรับข้อมูลอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์
3. Requests To Sent : RTS ใช้สำหรับส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ปลายทาง เพื่อร้องขอให้อุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Clear To Sent : CTS	ใช้สำหรับตรวจสอบว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อด้วยพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่ โดยจะคอยรับสัญญาณ RTS เมื่อทุกอย่างพร้อมก็จะทำการส่งข้อมูลออกทางขา TD
5. Data Set Ready : DSR	ใช้สำหรับตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง จะใช้คู่กับขา DTR
6. Signal Ground : SG	เป็นกราวน์ของระบบ
7. Carrier Detect : CD	ขานี้จะ Active เมื่อมีการส่งสัญญาน Carrier จากโมเด็ม
8. Data Terminal Ready : DTR	ใช้สำหรับบอกให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อ โดยขา DTR นี้ต้องต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง
9. Ring Indicator : RI	ขานี้จะ Active เมื่อโมเด็มได้รับสัญญานเรียกเข้าจากสายโทรศัพท์

2.2.2.2 <u>องค์ประกอบของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม</u>

การสื่อสารแบบอนุกรมที่นิยมใช้กับคอมพิวเตอร์นั้น เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส นั่นคือ ต้องใช้สายสัญญานเส้นเดียวทั้งส่งส่วนที่เป็นข้อมูล และส่วนที่ใช้ควบคุมการส่งข้อมูล ดังนั้นข้อมูลที่อ่านได้แต่ละบิตจากการส่งแบบอนุกรม จึงต้องถูกแยกแยะว่าใช้สำหรับวัตถุประสงค์ใด โดยเราสามารถแบ่งได้ 4 ส่วน คือ

1. Start Bit	ขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูล (Data character)	ขนาด 7 หรือ 8 บิต
3. Parity Bit	ขนาด 1 บิต
4. Stop Bit	ขนาด 1 หรือ 2 บิต

แต่ละตัวอักษรที่ส่งออกไปเป็นกลุ่มจะประกอบไปด้วยบิตเริ่มต้น บิตข้อมูล บิตพาริตี้ (จะมีหรือไม่ก็ได้) และบิตจบ โดยจะสรุปหน้าที่ของแต่ละส่วนได้ดังนี้

1. Start Bit จะใส่ที่จุดเริ่มต้นเสมอ เพื่อเตือนอุปกรณ์ฝ่ายรับข้อมูลกำลังจะมาถึง

2. Data character การส่งบิตข้อมูลจะส่งเป็นกลุ่มๆ โดยทั่วไปจะส่งเป็น7 หรือ 8 บิต ซึ่งเพียงพอสำหรับการส่ง Ascii Word

3. Parity Bit ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ส่ง จะใส่บิตพาริตี้เข้าไป แต่ทั้งตัวรับและตัวส่งจะต้องรู้ว่าใช้บิตพาริตี้แบบไหนในการส่งข้อมูล ซึ่งหลักการในการกำหนดบิตพาริตี้มีหลักการในการกำหนดหลายแบบดังนี้

- พาริตี้คู่ ค่าของบิตพาริตี้นี้เมื่อรวมกับทุกๆบิตแล้ว จะต้องมีจำนวนบิตที่เป็นที่เป็นเลข 1 เป็นเลขคู่ ตัวอย่างเช่น ข้อมูล 1000101 มีเลข 1 ทั้งหมด 3 ตัว ดังนั้น บิตพาริตี้จะเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พาริตี้คี่ ค่าของบิตพาริตี้นี้เมื่อรวมกับทุกๆบิตแล้ว จะต้องมีจำนวนบิตที่เป็นเลข 1 เป็นเลขคี่ ตัวอย่างเช่น ข้อมูล 1000101 มีเลข 1 ทั้งหมด 3 ตัวดังนั้นบิตพาริตี้จะเป็น 1

- ไม่มีพาริตี้ ถ้าตั้งบิตพาริตี้ เป็น None ทั้งภาครับและภาคส่งจะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้

4. Stop Bit เป็นบิตที่ส่งมาปิดท้ายข้อมูล

2.2.2.3 <u>อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม</u>

การที่อุปกรณ์ 2 อย่างจะติดต่อกันได้นั้น จะต้องทำด้วยอัตราเร็วเท่ากัน ซึ่งอัตราเร็วในการสื่อสารแบบอนุกรมสำหรับมาตรฐาน RS-232 นั้นมีใช้ดังนี้ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ 19200 บิตต่อวินาที และ Parity Bit มีค่าเพิ่มมากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ ซึ่งการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม โดยไม่ผ่านโมเด็มอาจจะสามารถกำหนดค่าบอดเรตได้สูงถึง 115200 บิตต่อวินาที เนื่องจากบอดเรต คือจำนวนบิตของข้อมูลที่สามารถถ่ายทอดได้ภายใน 1 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

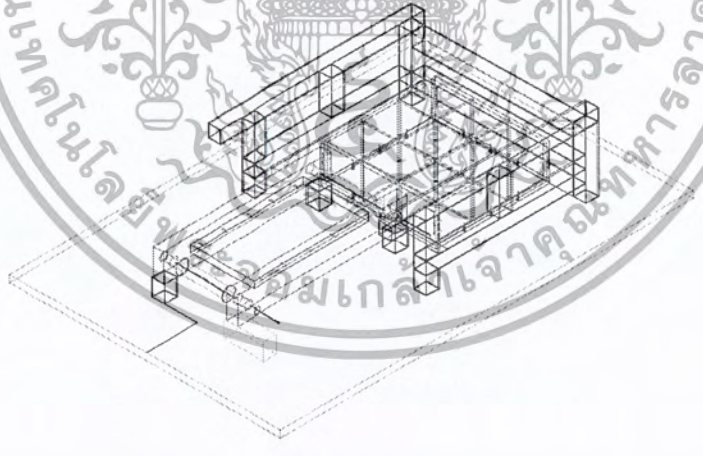
บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ ได้นำ PLC มาควบคุมการทำงานของชุดจำลอง เป็นชุดจำลองที่ใช้จำลองสายการผลิตเล็กๆ ที่ประกอบด้วยสายพานลำเลียงกล่องสินค้าและใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจจับกล่องสินค้าที่ลำเลียงมาตามสายพาน โดยใช้แขนกลในการหยิบกล่องสินค้า ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งแนวแกน X และ แกน Y เพื่อนำสินค้าไปบรรจุลงกล่องบรรจุภัณฑ์ตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยใช้ลิมิตสวิตซ์เป็นตัวกำหนดระยะ และมีไฟบอกสถานะการทำงาน การดำเนินการออกแบบและสร้างชุดจำลองนี้ประกอบด้วย

3.1 การออกแบบและการสร้างอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

การออกแบบชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ



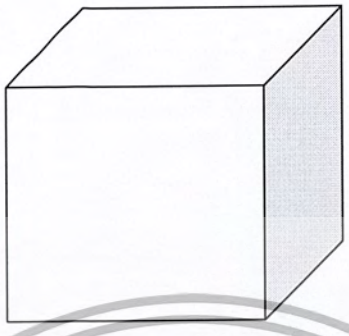
รูปที่ 3.1 ออกแบบชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ

ชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติสามารถทำการจัดเก็บกล่องสินค้าได้ตามคำสั่งของผู้ใช้งานแบบอัตโนมัติ เมื่อใช้งานร่วมกับเครื่องควบคุม PLC ซึ่งสั่งแขนกลหยิบจับกล่องสินค้าทั้งหมด 6 ชนิดไปวางในกล่องบรรจุภัณฑ์ โดยชุดจำลองประกอบไปด้วยส่วนการทำงานต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 กล่องสินค้าและกล่องบรรจุภัณฑ์

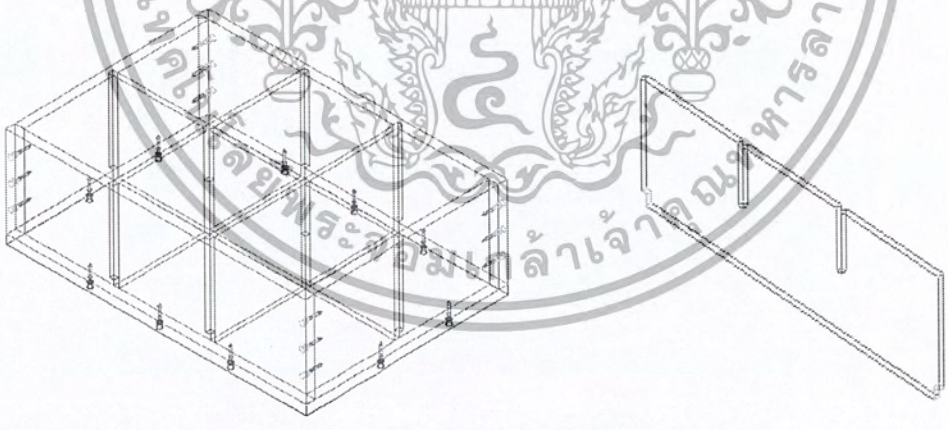
3.1.1.1 <u>กล่องสินค้า</u>



รูปที่ 3.2 ออกแบบกล่องสินค้า

มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 8 x 8 เซนติเมตร น้ำหนัก 20 กรัม โดยกำหนดให้กล่องสินค้ามี 6 ชนิด คือ สีแดง สีเขียว สีเหลือง สีน้ำเงิน สีฟ้า และสีชมพู

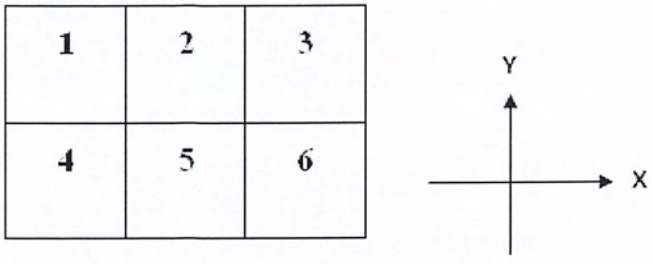
3.1.1.2 <u>กล่องบรรจุภัณฑ์</u>



รูปที่ 3.3 ออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์

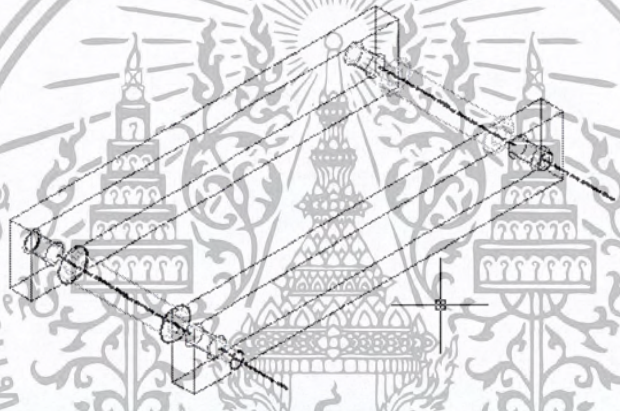
กำหนดให้กล่องบรรจุภัณฑ์มีขนาด 30 x 20 เซนติเมตร แบ่งเป็น 6 ช่อง ช่องละ 10 x 10 เซนติเมตร ซึ่งจะบรรจุกล่องสินค้าตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงตำแหน่งกล่องบรรจุภัณฑ์

3.1.2 ระบบลำเลียงกล่องสินค้า



รูปที่ 3.5 ออกแบบสายพานลำเลียงสินค้า

สายพาน (Conveyer belt) มีความยาว 42 เซนติเมตร กว้าง 9 เซนติเมตร วางสูงจากพื้น 12 เซนติเมตร โดยใช้เพลาเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 31.5 เซนติเมตร กำหนดให้สายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 2 เมตรต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

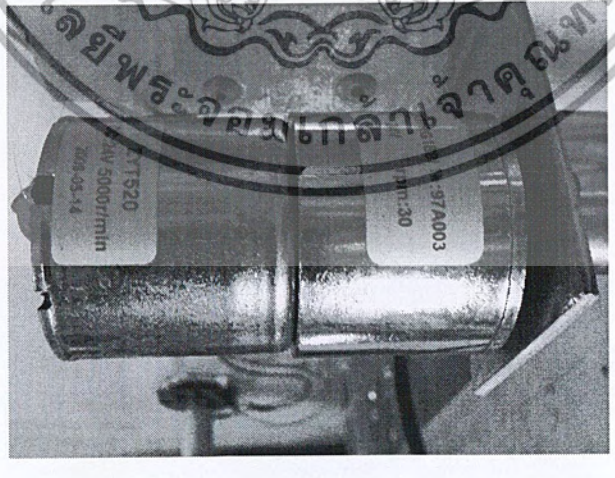
การคำนวณหาความเร็วของมอเตอร์ :

กำหนดให้	สายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว		2	เมตรต่อนาที
	เพลาขับเคลื่อนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง		3.2	เซนติเมตร
	ดังนั้น การหมุนของเพลา 1 รอบ ได้ระยะทาง	=	π x เส้นผ่านศูนย์กลางเพลา	
		=	π x 0.032	เมตรต่อรอบ
		=	0.100	เมตรต่อรอบ
	จากความเร็วของสายพานจะต้องมีความเร็วรอบ	=	2/0.100	รอบต่อนาที
		=	20	รอบต่อนาที

การคำนวณหาแรงบิดของมอเตอร์ :

น้ำหนักสายพานรวมน้ำหนักเพลา, F	=	μ x g x $(m_1+m_2+m_B)$	
	=	0.5x9.81x (0.6+0+0.2)	
	=	3.924	นิวตัน
แรงบิด (T)	=	แรงกด (F) x รัศมีของเพลา (r)	
	=	3.924 x 0.016	นิวตันเมตร
	=	0.063	นิวตันเมตร

ดังนั้นจึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 12 V ที่มีความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที แรงบิด 0.441 นิวตันเมตร ซึ่งเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้เป็นตัวขับสายพาน ทำหน้าที่ในการลำเลียงกล่องสินค้า

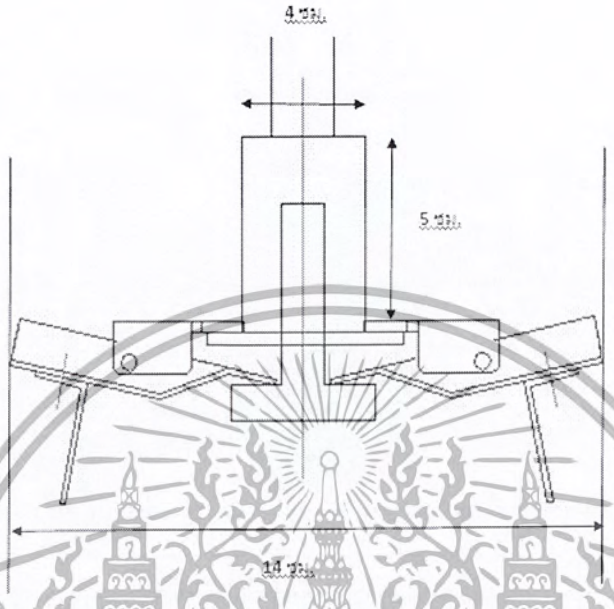


รูปที่ 3.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขับสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การหนีบจับกล่องสินค้าและการเคลื่อนที่ของแขนกล

3.1.3.1 <u>ส่วนการหนีบจับของแขนกล</u>



รูปที่ 3.7 ออกแบบแขนกลหยิบจับกล่องสินค้า

แขนกลมีกริปเปอร์เป็นตัวหยิบกล่องสินค้า ซึ่งมีระยะหนีบ 8-10 เซนติเมตร และแขนกลมีน้ำหนักโดยรวมประมาณ 1 กิโลกรัม ซึ่งมีกริปเปอร์ยึดติดกับเฟรมของแขนกลด้วยน็อต เพื่อสร้างจุดหมุนในลักษณะคานกระดกดังรูป โดยในการหยิบจับกล่องสินค้าจะใช้หลักการของโซลินอยด์ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับ เป็นพลังงานทางกลโดยสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามาทางขดลวด จะทำให้แกนแม่เหล็กของโซลินอยด์เกิดการเคลื่อนที่ขึ้นนำไปใช้ควบคุมกริปเปอร์หนีบจับ (โซลินอยด์ที่มีแรงดันไฟฟ้า 220 V) และแขนกลทำหน้าที่ในการหยิบกล่องสินค้าไปวางในกล่องบรรจุภัณฑ์ตามตำแหน่งที่กำหนด ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวแกน X และแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2 <u>ส่วนการเคลื่อนที่ของแขนกล</u>

รูปที่ 3.8 แสดงรูปแบบการติดตั้งของแขนกล

แขนกลติดตั้งบนอะคริลิค ขนาด 10x20 เซนติเมตร เพื่อเป็นฐานรองรับติดกับรางเลื่อนด้านล่าง และมีแป้นในแนวดิ่งยึดติดกับด้านหลังของแขนกล เพื่อคานน้ำหนักแขนกลไม่ให้เทไปด้านใดด้านหนึ่ง จากนั้นต่อสายพานยึดกับฐานอะคริลิคเพื่อต่อมอเตอร์ เคลื่อนที่ในแนวแกน X ส่วนในแนวแกน Y นั้นคือ นำทั้งชุดที่กล่าวมาข้างต้นมาติดตั้งบนอะคริลิคขนาด 10x60 เซนติเมตร เพื่อเป็นฐานติดกับรางเลื่อน โดยต่อสายพานและมอเตอร์ขับในแนวแกน Y แสดงดังรูป

<u>การเคลื่อน</u>ที่ของแขนกลในแนวแกน X

การคำนวณหาความเร็วของมอเตอร์ :

กำหนดให้	แขนกลเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว	3	เมตรต่อนาที	
	พู่เล่ขับเคลื่อนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	3.6	เซนติเมตร	
	การหมุนของพู่เล่ 1 รอบ ได้ระยะทาง	=	π x เส้นผ่านศูนย์กลางเพลา	
		=	π x 0.036	เมตรต่อรอบ
		=	0.113	เมตรต่อรอบ
	จากความเร็วของสายพานจะต้องมีความเร็วรอบ	=	3/0.113	รอบต่อนาที
		=	26.55	รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาแรงบิดของมอเตอร์ :

น้ำหนักแขนกลรวมน้ำหนักแป้นรองรับ, F = μ x g x (m_1 +m_2+ m_B)

= 0.5x9.81x (1+0+0.2)

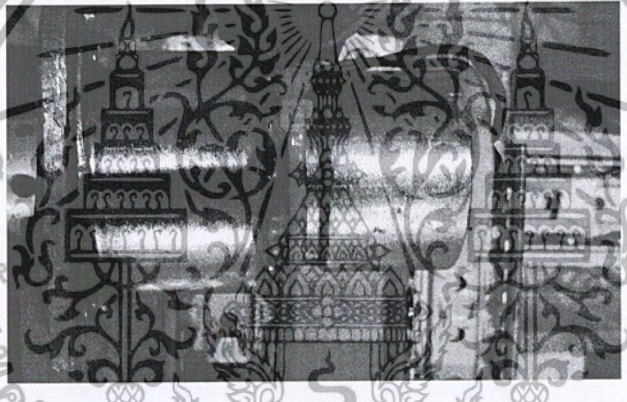
= 5.886 นิวตัน

จาก แรงบิด (T) = แรงกด (F) x รัศมีของเพลา (r)

= 5.886 x 0.018 นิวตันเมตร

= 0.106 นิวตันเมตร

ดังนั้นจึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 12 V ที่มีความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที แรงบิด 0.441 นิวตันเมตรซึ่งเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้เป็นตัวขับสายพาน ซึ่งทำหน้าที่ในการลำเลียงกล่องสินค้า



รูปที่ 3.9 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขับแขนกลในแนวแกน X

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<u>การเคลื่อนที่ของแขนกลในแนวแกน Y</u>

การคำนวณหาความเร็วของมอเตอร์ :

กำหนดให้ แขนกลเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 3 เมตรต่อนาที

พู่เล่ขับเคลื่อนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.6 เซนติเมตร

การหมุนของพู่เล่ 1 รอบ ได้ระยะทาง = π x เส้นผ่านศูนย์กลางเพลา

= π x 0.036 เมตรต่อรอบ

= 0.113 เมตรต่อรอบ

จากความเร็วของสายพานจะต้องมีความเร็วรอบ = 3/0.113 รอบต่อนาที

= 26.55 รอบต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาแรงบิดของมอเตอร์ :

น้ำหนักแขนกลรวมน้ำหนักแป้นรองรับ, F = μ x g x (m_1 +m_2+ m_B)

= 0.5x9.81x (2+0+0.5)

= 12.262 นิวตัน

จาก แรงบิด (T) = แรงกด (F) x รัศมีของเพลา (r)

= 12.262x 0.018 นิวตันเมตร

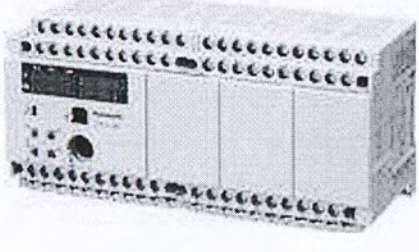
= 0.221 นิวตันเมตร

ดังนั้นจึงเลือกใช้มอเตอร์ขนาด 12 V ที่มีความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที แรงบิด 0.441 นิวตันเมตร ซึ่งเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้เป็นตัวขับสายพาน ซึ่งทำหน้าที่ในการลำเลียงกล่องสินค้า

รูปที่ 3.10 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขับแขนกลในแนวแกน Y

3.1.4 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของระบบ

3.1.4.1 PLC



รูปที่ 3.11 PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติใช้ PLCของบริษัท Panasonics รุ่น FPX-C60R ซึ่งมีจำนวนหน่วยอินพุต 16 หน่วย และเอาต์พุต 16 หน่วย

ตารางที่ 3.1 แสดงข้อมูลจำเพาะของ PLC รุ่น FPX-C60R

Item			Description	
			Relay output type	Transistor output type
Power supply and I/O Specifications	Power supply		100 to 240 V AC (AC power), 24 V DC (DC power)	
	Input		24V DC °C common	
	Output		2 A	0.5 A
	Service power supply (AC power type only)		0.15 A (C14) / 0.4 A (C30/ C60)	
Performance Specifications	Number of I/O points	C14	Input: 8 points, Output: 6 points	
		C30	Input: 16 points, Output: 14 points	
		C60	Input: 32 points, Output: 28 points	
	I/O points when expanded	C14	Max. 328 points (When using FP0 expansion units and add-on cassette)	
		C30	Max. 352 points (When using FP0 expansion units and add-on cassette)	
		C60	Max. 382 points (When using FP0 expansion units and add-on cassette)	
	Operation speed		0.32μs/step	
	Program memory		Flash ROM built-in (no battery backup required)	
	Program capcity		16 ksteps (C14), 32 ksteps (C30, C60)	

3.1.4.2 <u>โฟโตอิเล็กตริกเซ็นเซอร์</u>

รูปที่ 3.12 โฟโตอิเล็กตริกเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟโตอิเล็กตริกเซ็นเซอร์จะติดตั้งด้านข้างสายพานลำเลียงเพื่อกำหนดให้สินค้าที่ถูกลำเลียงมาตามสายพานหยุดตำแหน่งเดิมทุกครั้ง(จุดเริ่มต้น) เมื่อโฟโตอิเล็กตริกเซ็นเซอร์ตรวจพบสินค้าแล้ว PLC จะสั่งงานให้สายพานหยุดหมุนตามที่ออกแบบระบบไว้

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลจำเพาะของเซนเซอร์

รุ่น	FS-M1H
รูปร่าง	
แหล่งกำเนิดแสง	LED สีแดง
การปรับค่าความไว/ การเลือกโหมด	ทริมเมอร์หมุนได้ 8 รอบ (พร้อมไฟแสดงสถานะ), FINE/TURBO (เลือกโดยใช้สวิตช์)
เวลาตอบสนอง	20 µs (FINE)/ 50 µs (TURBO)
โหมดการทำงาน	LIGHT-ON/DARK-ON (เลือกโดยใช้สวิตช์)
ไฟแสดงสถานะ	ไฟแสดงเอาต์พุต: LED สีแดง, ไฟแสดงสถานะการรับแสงที่เสถียรภาพ: LED สีเขียว
ฟังก์ชันไทม์เมอร์	ON-delay: 40 ms/ OFF-delay: 40 ms/ Timer OFF (เลือกโดยใช้สวิตช์)
เอาต์พุตควบคุม	NPN open-collector: สูงสุด 100 mA (สูงสุด 40 VDC) แรงดันตกคร่อม: สูงสุด 1 V
เอาต์พุตเสถียรภาพ	NPN open-collector: สูงสุด 50 mA (สูงสุด 40 VDC) แรงดันตกคร่อม: สูงสุด 1 V
วงจรป้องกัน	การป้องกันขั้วกลับขั้ว, การป้องกันกระแสไฟเกิน, อุปกรณ์ป้องกันกระชาก
แหล่งจ่ายไฟ	12 ถึง 24 VDC ±10%, ระลอกเกลี้ยง (P-P): สูงสุด 10%
การสิ้นเปลืองกระแสไฟ	สูงสุด 35 mA
แสงรอบข้าง	หลอดไส้: สูงสุด 10,000 ลักซ์, แสงแดด: สูงสุด 20,000 ลักซ์
อุณหภูมิแวดล้อม	-10 ถึง +55°C (14 ถึง 131°F), ไม่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ*
ความชื้นสัมพัทธ์	35 ถึง 85%, ไม่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
การสั่นสะเทือน	10 ถึง 55 Hz แอมพลิจูด 2 เท่า: 1.5 มม. 0.06", 2 ชั่วโมงในแต่ละแกน X, Y และ Z
แรงกระแทก	500 m/s² ในทิศทาง X, Y และ Z, 3 ครั้งตามลำดับ
โครงสร้าง	Polycarbonate
น้ำหนัก (รวมสายเคเบิล 2 ม. 6.6')	ประมาณ 75 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4.3 ลิมิตสวิตซ์

รูปที่ 3.13 ลิมิตสวิตซ์

ลิมิตสวิตซ์ที่นำมาใช้งานมีลักษณะหน้าสัมผัสยื่นออกมาเหมือนก้านสูบ เมื่อถูกแขนกลเคลื่อนที่ผ่านจะเป็นการกดสวิตซ์ เพื่อนำค่าป้อนกลับมาควบคุมตำแหน่งตามโปรแกรม PLC โดยลิมิตสวิตซ์จะเป็นตัวระบุตำแหน่งการบรรจุสินค้าตามโปรแกรม ซึ่งติดตั้งในแนวแกน X และแกน Y ทั้งหมด 6 ตัว ในแนวแกน Y จะติด 3 ตัว ได้แก่ X1: ตำแหน่งเริ่มต้น, X2:ตำแหน่ง 10 เซนติเมตร และ X3:ตำแหน่ง 20 เซนติเมตร ส่วนแนวแกน X จะติด 3 ตัว ได้แก่ X4: ตำแหน่งเริ่มต้น, X5:ตำแหน่ง 10 เซนติเมตร และ X6:ตำแหน่ง 20 เซนติเมตรตามลำดับ

3.1.4.4 ไฟแสดงสถานะการทำงาน

รูปที่ 3.14 ไฟแสดงสถานการณ์ทำงาน

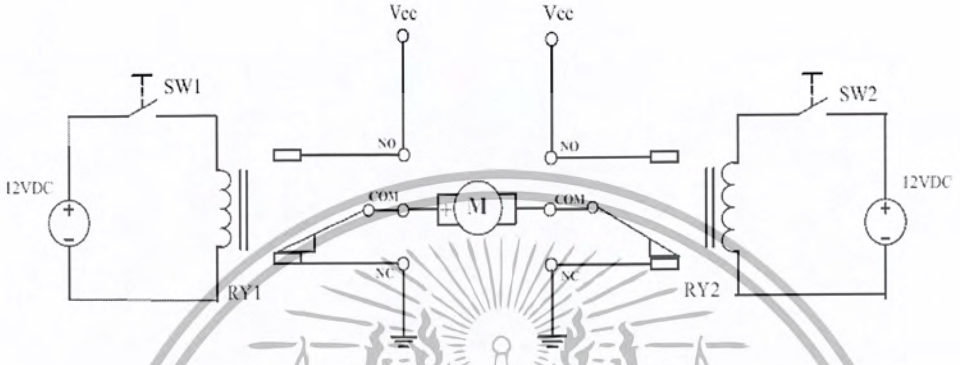
ไฟบอกสถานะการทำงานมี 3 สี คือ สีเขียว สีส้ม และสีแดง ซึ่งทำหน้าที่บอกว่าระบบในขณะนั้นพร้อมที่จะทำงานหรือไม่ โดยมีหลักการทำงานคือ เชื่อมต่อกับ PLC เพื่อสั่งการทำงานว่าถ้าพร้อมที่จะทำงานจะแสดงไฟสีเขียว และเมื่อกำลังทำงาน คือระบบ run program จะแสดงไฟสีแดง โดยแสดงการเชื่อมต่อในรูปที่ 3.19 Wiring Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ

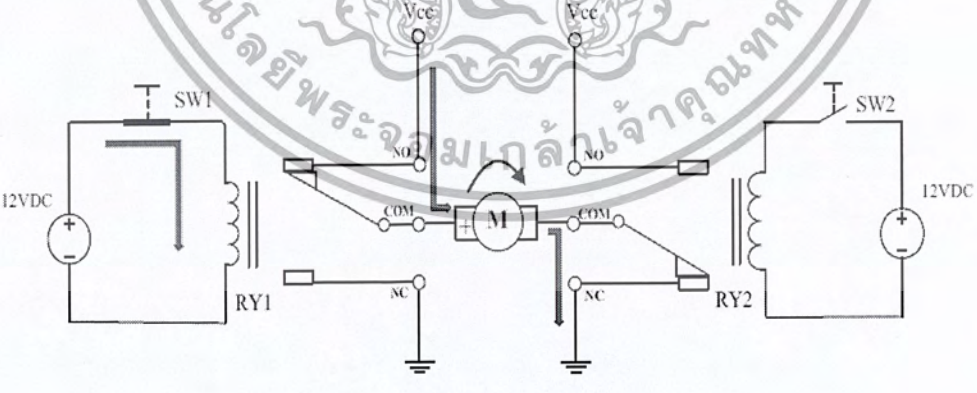
3.1.5.1 <u>วงจรการควบคุมมอเตอร์</u>

จากวงจรเมื่อไม่มีการกดสวิตช์ (SW) ทั้งสองตัว รีเลย์ทั้งสองตัวจะไม่ทำงาน ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งต่ออยู่กับหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (NC) ของรีเลย์ทั้งสองตัวต่อลงกราวด์มอเตอร์จะหยุดหมุน



รูปที่ 3.15 วงจรควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้รีเลย์

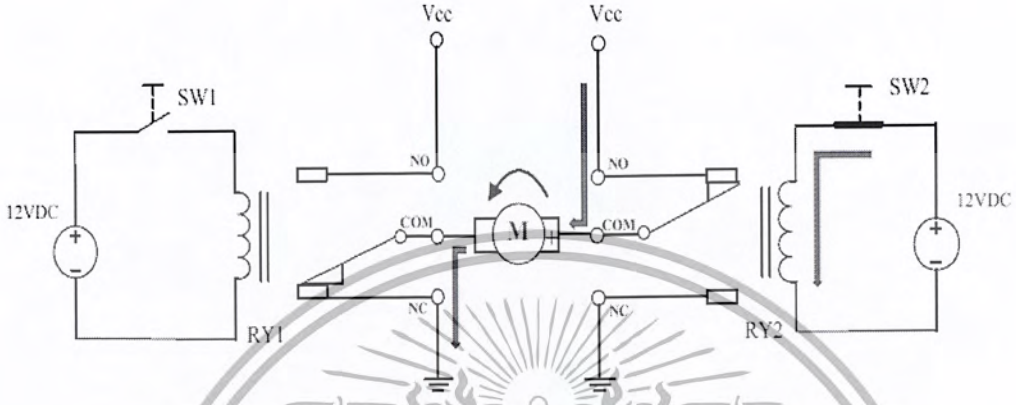
เมื่อทำการกดสวิตช์ตัวที่ 1 (SW1) จะทำให้รีเลย์ตัวที่ 1 (RY1) ทำงานจึงทำให้จุดร่วม (COM) ต่อกับหน้าสัมผัสแบบปกติเปิดรีเลย์ตัวที่ 1 ทำให้กระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย (VCC) สามารถไหลผ่านมอเตอร์ (M) ไปยังหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (NC) รีเลย์ตัวที่ 2 ลงกราวด์มอเตอร์จะหมุนแบบตามเข็มนาฬิกา ดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการกดสวิตช์ตัวที่ 2 (SW2) จะทำให้รีเลย์ตัวที่ 2 (RY2) ทำงานจึงทำให้จุดร่วม (COM) ต่อกับหน้าสัมผัสแบบปกติเปิดรีเลย์ตัวที่ 2 ทำให้กระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย (VCC) สามารถไหลผ่านมอเตอร์ (M) ไปยังหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (NC) รีเลย์ตัวที่ 1 ลงกราวด์มอเตอร์หมุนแบบทวนเข็มนาฬิกา ดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 มอเตอร์ทวนเข็มนาฬิกา

3.2 การดำเนินงานในส่วนของ PLC

3.2.1 การทำงานของระบบบรรจุภัณฑ์

เงื่อนไขการทำงานของระบบบรรจุภัณฑ์กำหนดดังนี้

1. กดปุ่มสั่งเริ่มการทำงาน
2. กล่องสินค้าถูกลำเลียงมาตามสายพาน
3. โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์จตรวจจับกล่องสินค้าและสายพานลำเลียงจะหยุดหมุน
4. มือแขนกลจะหุบจับกล่องสินค้า

6. แขนกลจะเคลื่อนที่ไปตามรางสไลด์เพื่อนำกล่องสินค้าไปวางให้ตรงตำแหน่งทั้ง 6 ตำแหน่งตามลำดับ โดยแขนกลจะเคลื่อนที่ในแนวแกน Y ให้ได้ระยะที่ถูกต้อง จากนั้น แขนกลจะเคลื่อนที่ในแนวแกน X ให้ได้ระยะที่ถูกต้อง

7. เมื่อแขนกลเคลื่อนที่ไปถึงตำแหน่งที่ถูกต้องแล้ว จะหน่วงเวลา 1 วินาที แล้วแขนกลจะปล่อยวางกล่องสินค้าลงในกล่องบรรจุภัณฑ์

8. หลังจากปล่อยวางกล่องสินค้าจะหน่วงเวลา 1 วินาที แล้วแขนกลจะเคลื่อนที่กลับตำแหน่งเริ่มต้นเพื่อไปหยิบกล่องสินค้ากล่องถัดไปตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 หน่วยอินพุตและเอาท์พุต

หน่วยอินพุตและเอาท์พุตของ PLC มีอย่างละ 16 หน่วย ซึ่งประเภทของเอาต์พุตเป็นแบบรีเลย์ โดยหน่วยอินพุต และเอาต์พุตที่ใช้ควบคุมชุดจำลองของระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติแสดงได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงอินพุตและเอาท์พุต

อินพุต(X)/เอาต์พุต(Y)	หน้าที่การใช้งาน
X0	เซ็นเซอร์ตรวจจับกล่องสินค้า
X1	ลิมิตสวิตช์แกน Y ระยะ 0 มิลลิเมตร
X2	ลิมิตสวิตช์แกน Y ระยะ 10 มิลลิเมตร
X3	ลิมิตสวิตช์แกน Y ระยะ 20 มิลลิเมตร
X4	ลิมิตสวิตช์แกน X ระยะ 0 มิลลิเมตร
X5	ลิมิตสวิตช์แกน X ระยะ 10 มิลลิเมตร
X6	ลิมิตสวิตช์แกน X ระยะ 20 มิลลิเมตร
X7	สวิตช์สั่งเริ่มการทำงาน
X8	สวิตช์สั่งให้แขนกลเคลื่อนที่ไปในแนวแกน X และ Y
Y0	มอเตอร์ตัวที่ 1 สั่งงานให้สายพานหมุน
Y1	โซลินอยด์สั่งงานให้แขนกลจับหรือปล่อยกล่องสินค้า
Y2	มอเตอร์ตัวที่ 2 สั่งงานให้แขนกลเคลื่อนที่ไปในแนวแกน Y
Y3	มอเตอร์ตัวที่ 2 สั่งงานให้แขนกลเคลื่อนที่กลับในแนวแกน Y
Y4	มอเตอร์ตัวที่ 3 สั่งงานให้แขนกลเคลื่อนที่ไปในแนวแกน X
Y5	มอเตอร์ตัวที่ 3 สั่งงานให้แขนกลเคลื่อนที่ไปในแนวแกน X
Y6	หลอดไฟสีแดงแสดงสถานะระบบกำลังทำงาน
Y7	หลอดไฟสีเขียวแสดงสถานะระบบว่าง (ไม่ได้ทำงาน)
TIMER1	อุปกรณ์หน่วงเวลาก่อนแขนกลจะวางสินค้า 1 วินาที
TIMER2	อุปกรณ์หน่วงเวลาหลังจากที่แขนกลวางสินค้า 1 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ลำดับการทำงานของระบบ

ลำดับการทำงานของชุดจำลองระบบนี้สามารถอธิบายได้ด้วย Sequent Chart ดังนี้

Start	Y6	Y5 Y3 Y0 Y1 / Y2 Y4 TIMER1 Y1 TIMER2/
		Y5 Y3 Y0 Y1 / Y2 Y4 TIMER1 Y1 TIMER2/
		Y5 Y3 Y0 Y1 / Y2 TIMER1 Y1 TIMER2/
		Y5 Y3 Y0 Y1 / Y2 Y4 TIMER1 Y1 TIMER2/
		Y5 Y3 Y0 Y1 / Y2 Y4 TIMER1 Y1 TIMER2/
		Y5 Y3 Y0 Y1 / Y2 TIMER1 Y1 TIMER2 Y3 Y7 /

รูปที่ 3.18 แสดงลำดับการทำงานของระบบ

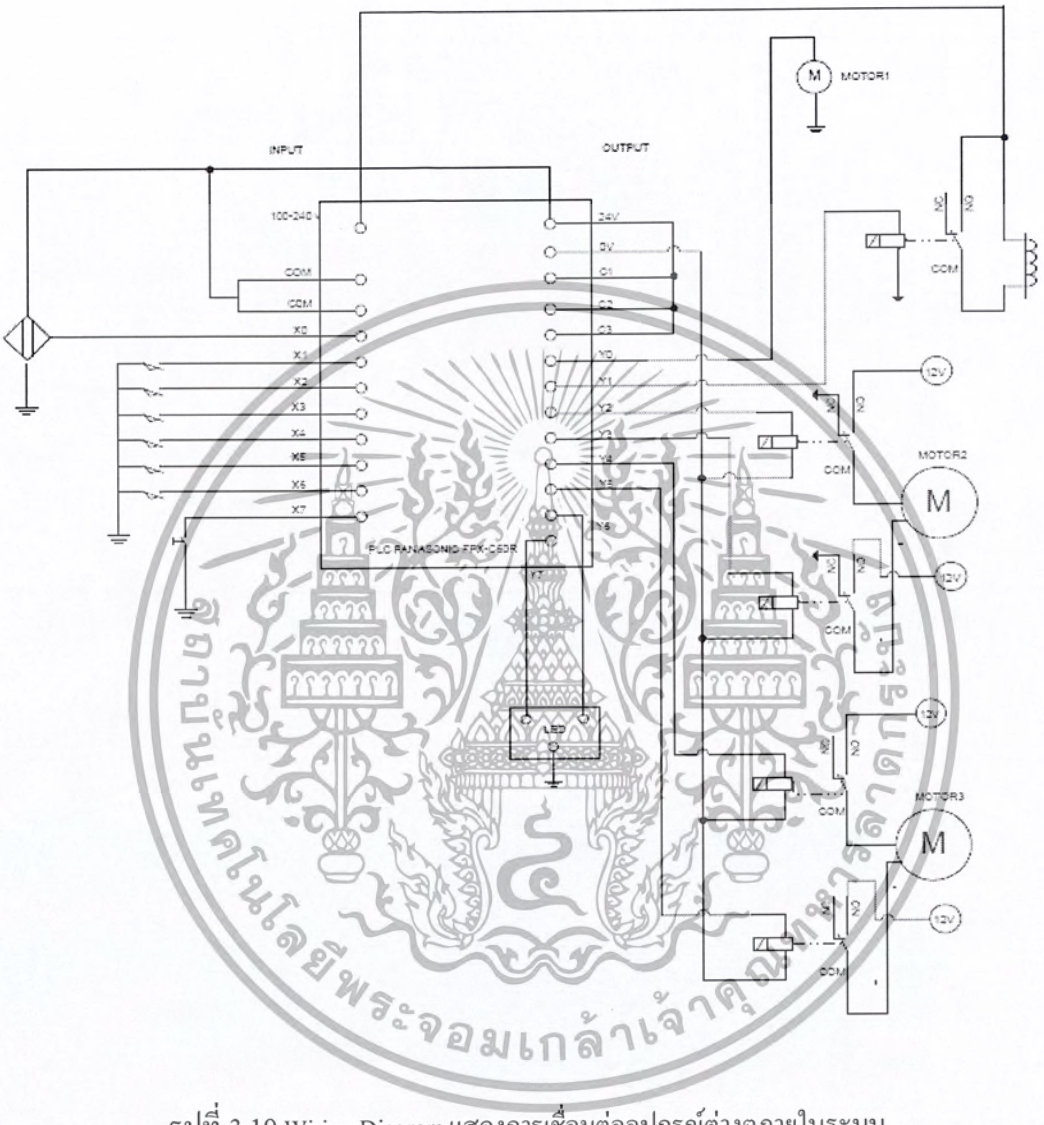
Sequent Chart นี้แสดงลำดับการทำงานในหนึ่งรอบของการบรรจุภัณฑ์ เมื่อจะเริ่มการบรรจุภัณฑ์ในรอบถัดไป สามารถสั่งงานได้โดยการกดปุ่มสตาร์ทบนแผงควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆภายในระบบ

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆภายในระบบแสดงได้ใน Wiring Diagram ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 Wiring Diagram แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆภายในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 การทำงานของ Ladder Diagram

Ladder Diagram ที่ควบคุมลำดับการทำงานของระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัตินี้ จะใช้วิธี Cascade ในการออกแบบ โดยแบ่งช่วงการทำงานออกเป็น 12 ช่วง เพื่อนำสินค้าทั้ง 6 ชนิดไปวางในกล่องบรรจุภัณฑ์จนครบ ซึ่งขั้นตอนในการนำสินค้าแต่ละกล่องไปวางในกล่องบรรจุภัณฑ์นั้นมีลักษณะที่คล้ายกัน แสดงตัวอย่าง Sequent การนำสินค้าไปวางในกล่องบรรจุภัณฑ์ตำแหน่งที่ 1 ได้ดังนี้

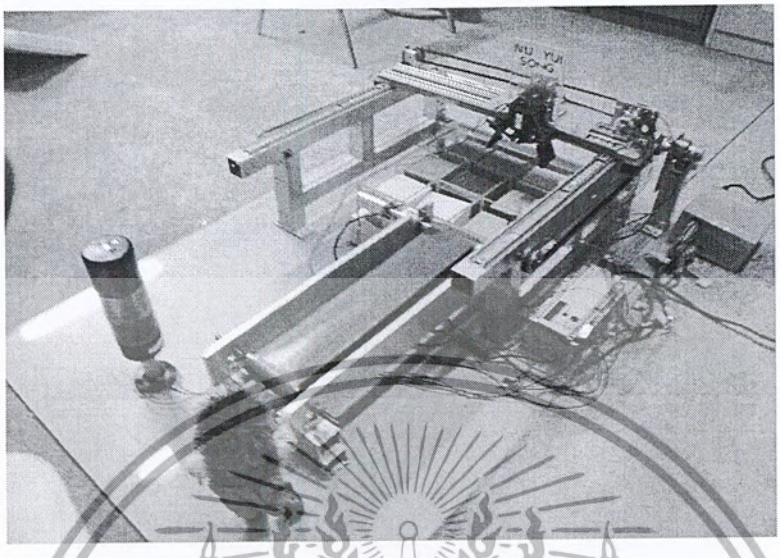
รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่าง Sequent การนำสินค้าไปวางในกล่องบรรจุภัณฑ์ตำแหน่งที่ 1

ช่วงการทำงาน R1 เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่ม Start R1 จะ Set ค่าให้ Y6 ทำงานสั่งให้ไฟแสดงสถานะสีแดงจะติด จากนั้น Y5 ทำงานสั่งให้แขนกลเคลื่อนที่กลับตำแหน่งเริ่มต้นในแนวแกน Y จนชนลิมิตสวิตซ์ X4 แล้ว Y3 ทำงานสั่งให้แขนกลจะเคลื่อนที่กลับตำแหน่งเริ่มต้นในแนวแกน X จนชนลิมิตสวิตซ์ X1 เมื่อแขนกลเคลื่อนที่ถึงจุดเริ่มต้นY3 จะทำงานสั่งให้สายพานหมุน สินค้าจะถูกลำเลียงมาตามสาย พาน และจะหยุดเมื่อ Y0 ทำงาน นั่นคือเมื่อโฟโตอิเล็กตริกเซ็นเซอร์ตรวจพบกล่องสินค้า จากนั้น Y1 ใน Sequent R1 ทำงานสั่งให้แขนกลหนีบจับกล่องสินค้า

ช่วงการทำงาน R2 เมื่อระบบทำงานในช่วง R1 จนจบ Sequent R1 จะถูก Reset และ R2 จะถูก Set ค่าให้ Y2 ทำงานสั่งให้แขนกลเคลื่อนที่ไปในแนวแกน X จนชนลิมิตสวิตซ์ X3 แล้ว Y4 ทำงานสั่งให้แขนกลจะเคลื่อนที่ไปในแนวแกน Y จนชนลิมิตสวิตซ์ X6 เมื่อแขนกลเคลื่อนที่ไปถึงตำแหน่งที่ถูก ต้องแล้ว TIMER1 ทำงานสั่งให้ระบบหน่วงเวลา 5 วินาที จากนั้นแขนกลจะปล่อยวางสินค้าลงในกล่องบรรจุภัณฑ์ และ TIMER2 สั่งให้ระบบหน่วงเวลา 5 วินาที ก่อนที่จะเคลื่อนที่กลับไปยังจุดเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ



รูปที่ 4.2 ชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ

ชุดจำลองสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อผู้ใช้งานสั่งเริ่มการทำงานที่ปุ่มสตาร์ท

โดยแขนกลมีระยะหนีบ 8-10 เซนติเมตร โฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์ สามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกสี ยกเว้นสีดำ และมีระยะตรวจจับ 0-5 เซนติเมตร

4.3 ผลการทดลองการบรรจุภัณฑ์ของชุดจำลอง

การทดลองการบรรจุกล่องสินค้าใส่กล่องบรรจุภัณฑ์ จะทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง โดยการทดลอง 1 ครั้ง คือการที่ระบบทำการบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติจนครบ 6 ตำแหน่ง โดยจะใช้มือคนในการวางกล่องสินค้าบนสายพานลำเลียงในแต่ละครั้ง เพื่อหาว่าในแต่ละครั้งของการทดลองระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องหรือไม่ และหาเวลาเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของแขนกลทั้งในแนวแกน X และแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดลอง

ครั้งที่ / ผลทดสอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
เวลาต่อรอบ (นาที)	3.59	3.55	3.53	3.57	3.51	3.49	3.53	3.54	3.49	3.57	3.54
สินค้าตรงตำแหน่ง (0= ไม่ตรง,1=ตรง)											
ตำแหน่งที่ 1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	
ตำแหน่งที่ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ตำแหน่งที่ 3	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	
ตำแหน่งที่ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ตำแหน่งที่ 5	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
ตำแหน่งที่ 6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
%สินค้าตรงตำแหน่ง	100	100	100	83.33	83.33	100	100	83.33	100	100	95
%ความผิดพลาด	0	0	0	16.67	16.67	0	0	16.67	0	0	5

จากการทดลองบรรจุสินค้าใส่กล่องบรรจุภัณฑ์ทั้ง 10 ครั้ง สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สายพานเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1.6 เมตรต่อนาที
2. แขนกลเคลื่อนที่ในแนวแกน X ด้วยความเร็ว 3.35 เมตรต่อนาที
3. แขนกลเคลื่อนที่ในแนวแกน Y ด้วยความเร็ว 1.92 เมตรต่อนาที
4. การวางกล่องสินค้าไม่ลงกล่องบรรจุภัณฑ์เกิดขึ้น 3 ครั้ง (จาก 60 ครั้ง)
5. ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นคิดเป็น 5%

จากการวิเคราะห์การทดลองความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมีสาเหตุดังนี้

1. Timing Belt เคลื่อนแขนกลในแนวแกน Y ทั้งสองข้างมีความตึงไม่เท่ากัน ทำให้แขนกลเคลื่อนที่ไม่ขนานกัน ซึ่งส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้
2. รางสไลด์ไม่ขนานกันตลอดทั้งแนวการเคลื่อนที่ ส่งผลให้การเคลื่อนที่ของแขนกลฝืด
3. การวางกล่องบนสายพานแต่ละครั้งไม่ตรงตำแหน่งเดิม ทำให้หยุดสินค้าไม่ตรงตำแหน่งเดิมทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานนั้นสามารถสร้างชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติเพื่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ PLC ได้ การทดลองการควบคุมชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติโดยใช้เครื่องควบคุม PLC ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ออกแบบระบบไว้ โดยลำดับการทำงานจะถูกกำหนดด้วย Ladder Diagram เพื่อไปสั่งให้อุปกรณ์ภายในระบบทำงานตามลำดับขั้นตอน คือเมื่อสั่งเริ่มการทำงาน กล่องสินค้าจะถูกลำเลียงมาตามสายพานและจะหยุดเมื่อโฟโตอิเล็กตริกเซนเซอร์ตรวจพบสินค้า และแขนกลจะเคลื่อนที่มาหยิบจับกล่องสินค้าไปวางในกล่องบรรจุภัณฑ์ให้ถูกต้องตามตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้จนครบ 6 ตำแหน่ง การทดลองเกิดความผิดพลาด 5% เนื่องจากโฟโตอิเล็กตริกเซ็นเซอร์ไม่สามารถตรวจพบกล่องสินค้าได้ในตำแหน่งเดิมทุกครั้ง ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนและไม่สามารถวางกล่องสินค้าให้ลงในช่องกล่องบรรจุภัณฑ์ได้ถูกต้องทั้งหมด

5.2 การบรรลุวัตถุประสงค์จากการทำโครงงาน

1. ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ PLC เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระบบบรรจุภัณฑ์ ซึ่งในระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัตินี้ได้ใช้ PLC ของ Panasonic รุ่น FPX C60R และใช้โปรแกรม FP WINPRO ในการควบคุม

2. ศึกษาและออกแบบโครงสร้างและชิ้นส่วนโดยใช้โปรแกรม Auto CAD ซึ่งได้ทำการออกแบบและสร้างชุดจำลองเป็นที่เรียบร้อย ซึ่งเครื่องบรรจุภัณฑ์อัตโนมัตินี้สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ อีกทั้งยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานได้อีกด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

ชุดจำลองระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัตินี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบการทำงานแบบอื่นได้ เนื่องจากชุดจำลองที่สร้างมีระยะเวลาจำกัด ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบจำกัดไปด้วย ซึ่งสามารถเพิ่มความสามารถให้กับชุดจำลองให้มีความหลากหลาย และยืดหยุ่นในรูปแบบการทำงานได้อีกมาก โดยสามารถออกแบบตัวควบคุมให้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังสามารถควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.1 ด้านการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบ

- สามารถออกแบชุดจำลองให้มีพื้นที่สำหรับคัดแยกสินค้าที่ไม่ผ่านมาตรฐานออกจากกระบวนการได้

- สามารถออกแบบชุดจำลองให้แขนกลสามารถเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ได้เพื่อให้สามารถยกกล่องสินค้าเหนือสายพานและหยิบสินค้าออกจากกล่องบรรจุภัณฑ์ได้

- สามารถนำบาร์โค้ดมาใช้ในการจำแนกชนิดสินค้า เพื่อให้สามารถควบคุมสินค้าชนิดนั้นๆ ลงตำแหน่งกล่องที่เฉพาะเจาะจงได้

5.3.2 ด้านการเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน

- สามารถใช้โปรแกรมอื่นๆ เช่น Visual basic ร่วมกับอุปกรณ์ PLC เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบและควบคุมการทำงานจากระยะไกล ได้โดยอุปกรณ์ PLC ที่ใช้จะต้องมีฟังก์ชันรองรับการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายได้

- การเพิ่ม Visual control อื่นๆนอกจากไฟแสดงสถานะการทำงาน เช่น เสียงเตือน เมื่อเกิดความผิดพลาดใส่สินค้าไม่ลงกล่อง หรือเมื่อเกิดความผิดพลาดให้ระบบตัดการทำงานทันที เป็นต้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

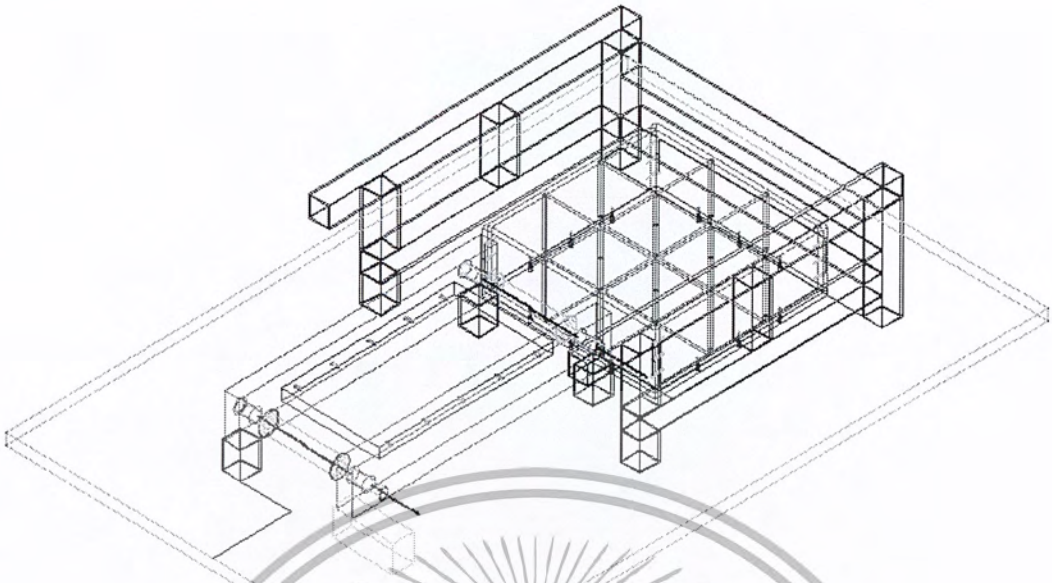
หนังสืออ้างอิง

- เฉลิมชัย ตุลยเดชาภา, ธีรพงษ์ คนล้ำ และวิวัฒน์ ทรพจน์รัตนะกุล, 2543. การจำลองระบบจัดเก็บวัสดุอัตโนมัติ. ปริญญานิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นภดล คำเกลี้ยง, บุญส่ง ด่านลำมะจาก และวิษณุ โยธิน รินทะรักษ์, 2550. การจำลองกระบวนการจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติโดยใช้ PLC. ปริญญานิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ไชยชาญ หินเกิด, 2546, เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย -ญี่ปุ่น).
- ณรงค์ ชอนตะวัน, 2530. ไฟฟ้าเทคโนโลยีและงานไฟฟ้าเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: เอราวัณการพิมพ์.
- ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2541, ระบบ PLC. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์, 2548. เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ : ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในระบบการวัดและระบบควบคุม. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย -ญี่ปุ่น).
- สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2533. เทคโนโลยีการขนถ่ายวัสดุภาค : วิเคราะห์การขนถ่ายวัสดุอย่างมีระบบ. กรุงเทพฯ: บริษัท ซี เอ็ดยูเคชั่น จำกัด.
- robotguide.site50.net/index.php?option=com
- www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar/a0671031.ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.pdf
- www.premier-ac.co.th/index.php?lay=boardshow&ac=webboard_show&Category=premier-accoth&thispage=&No=1195843&WBntype=1
- www.rmutphysics.com/charud/scibook/electric4/topweek9.htm

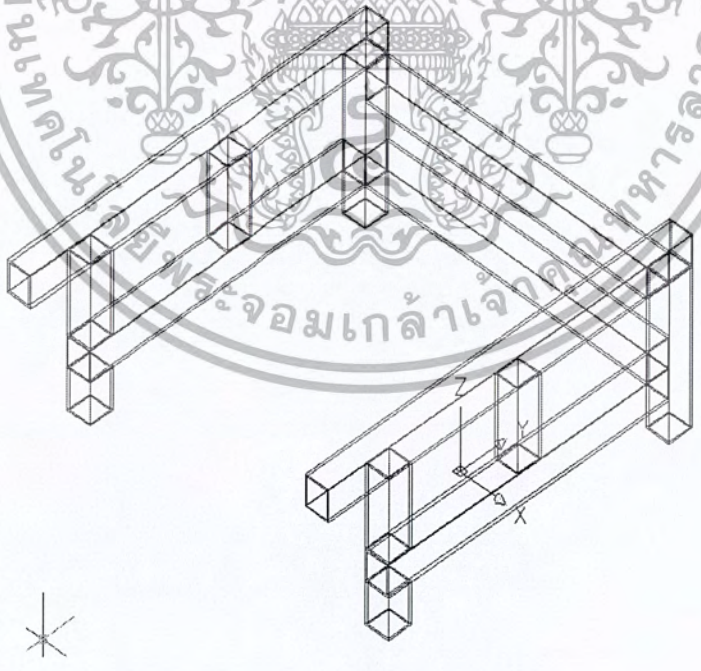
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ออกแบบฮาร์ดแวร์ โดยใช้โปรแกรม Auto CAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

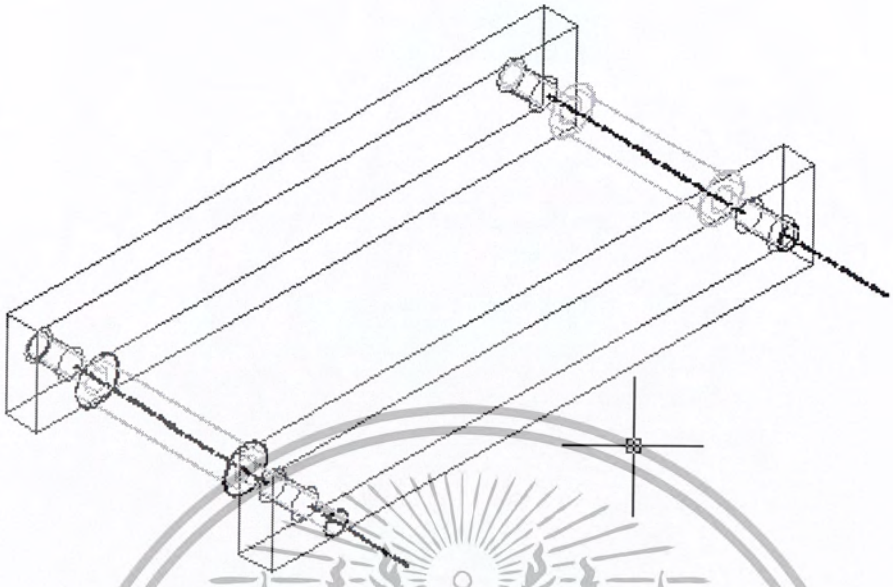


รูปที่ ก-1 แสดงแบบจำลองของระบบบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ

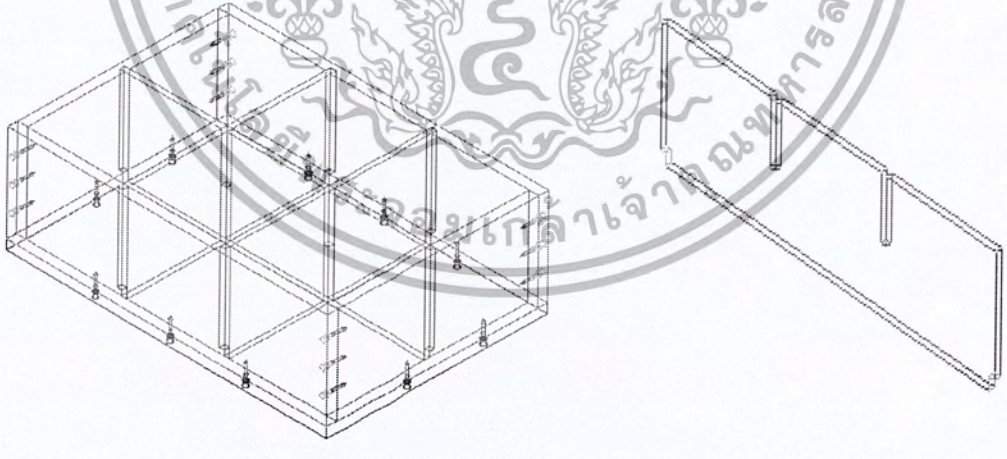


รูปที่ ก-2 แสดงแบบโครงอะลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

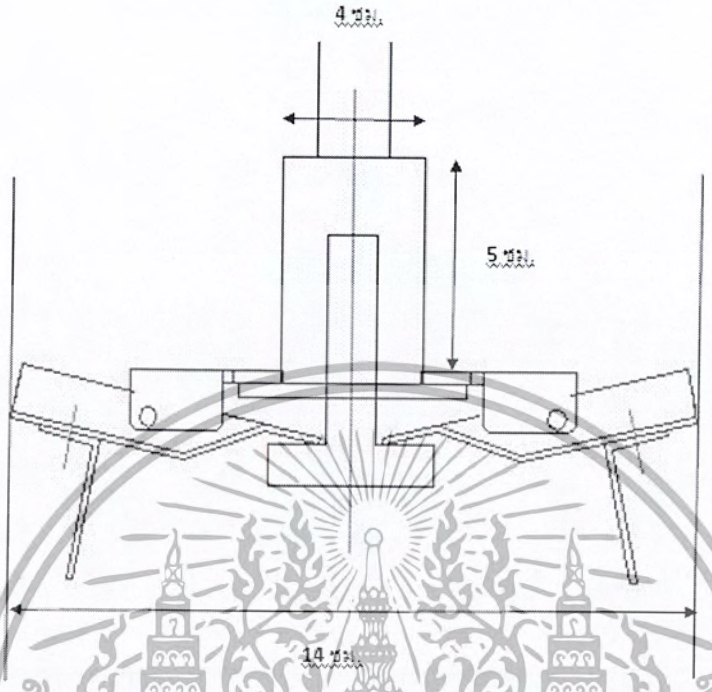


รูปที่ ก-3 แสดงแบบสายพานลำเลียง



รูปที่ ก-4 แสดงแบบกล่องบรรจุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

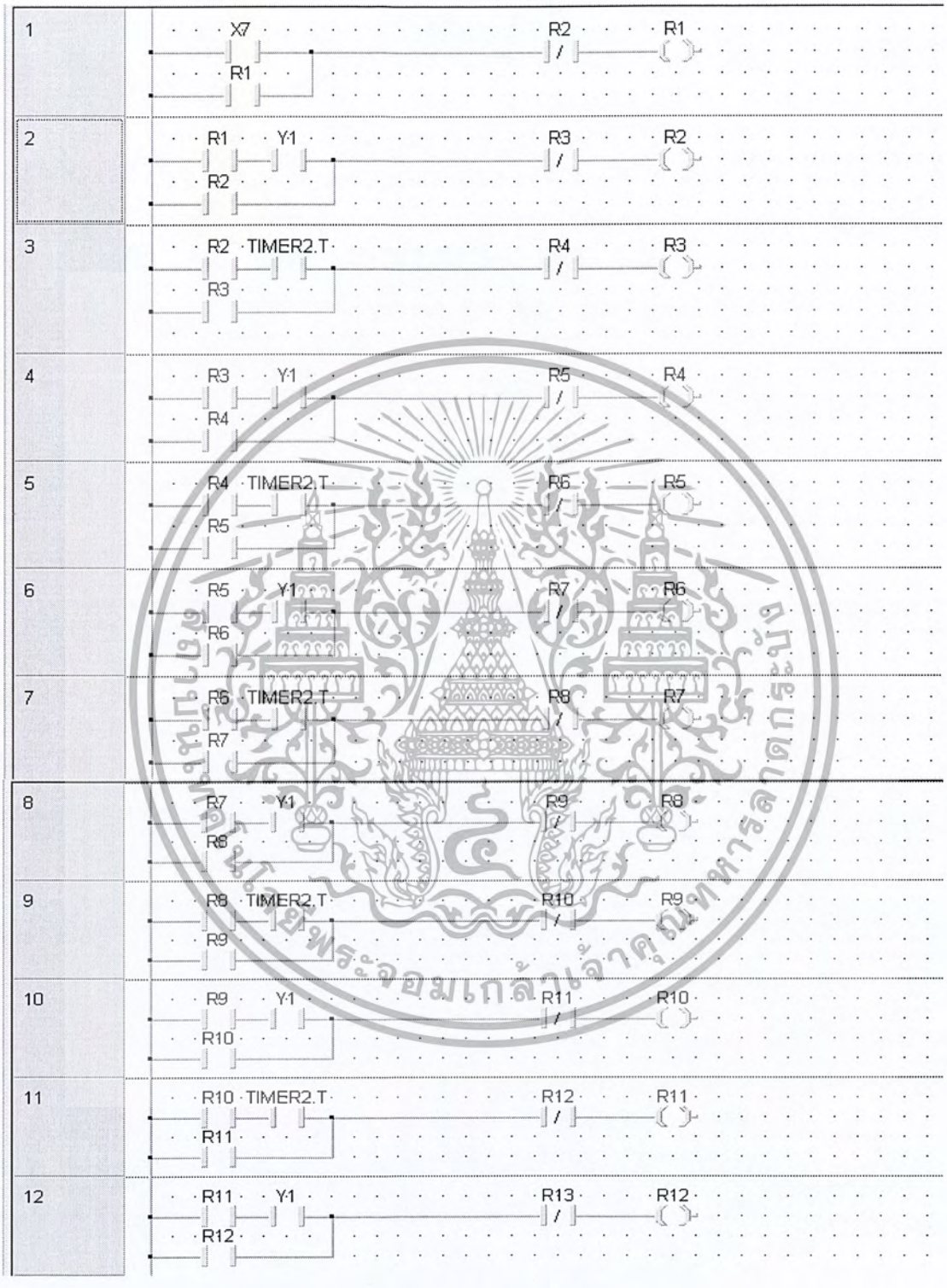


รูปที่ ก-5 แสดงแบบแขนกลหยิบจับกล่องสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

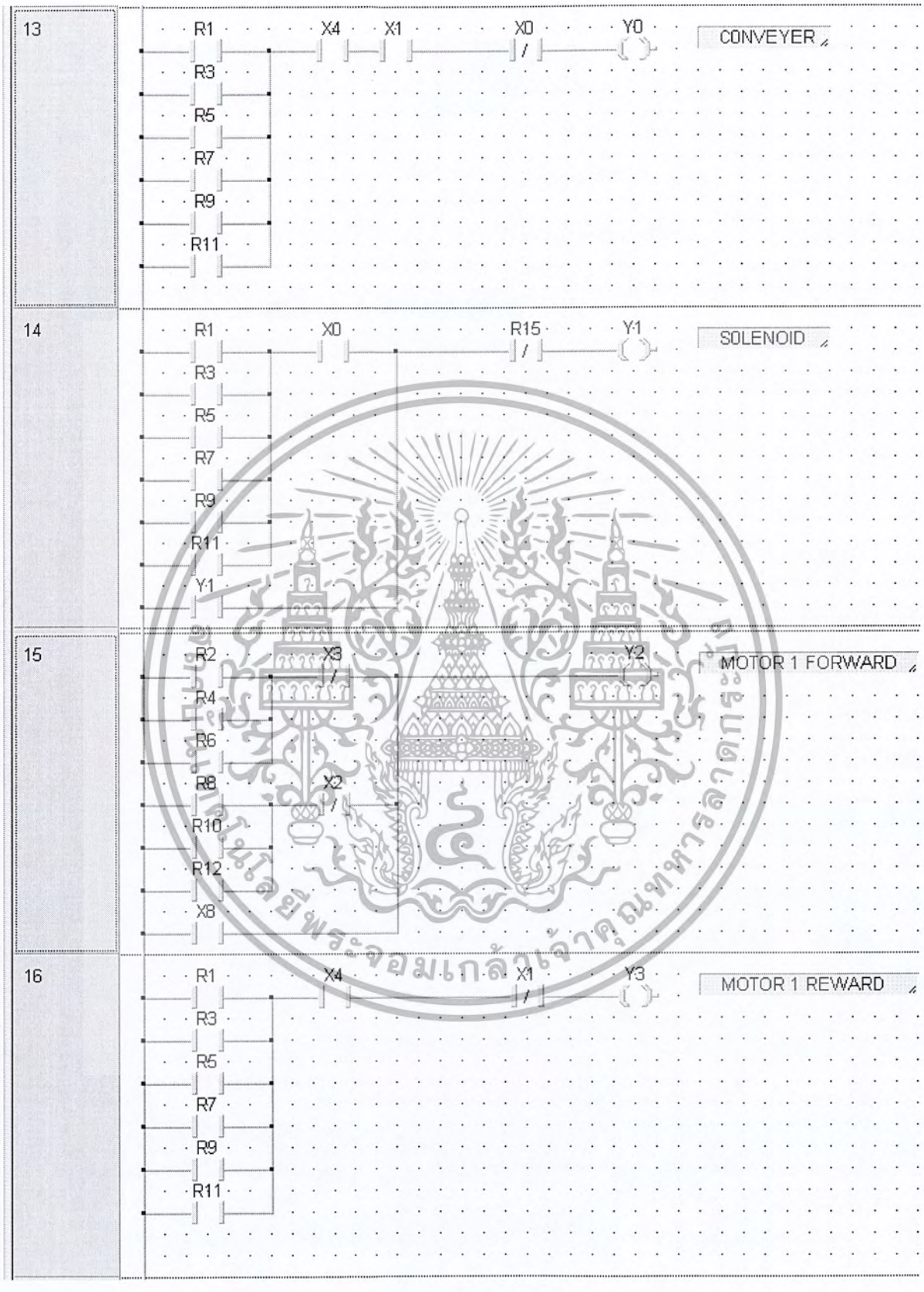
ภาคผนวก ข
แสดงLadder Diagram ควบคุมการทำงานของชุดจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



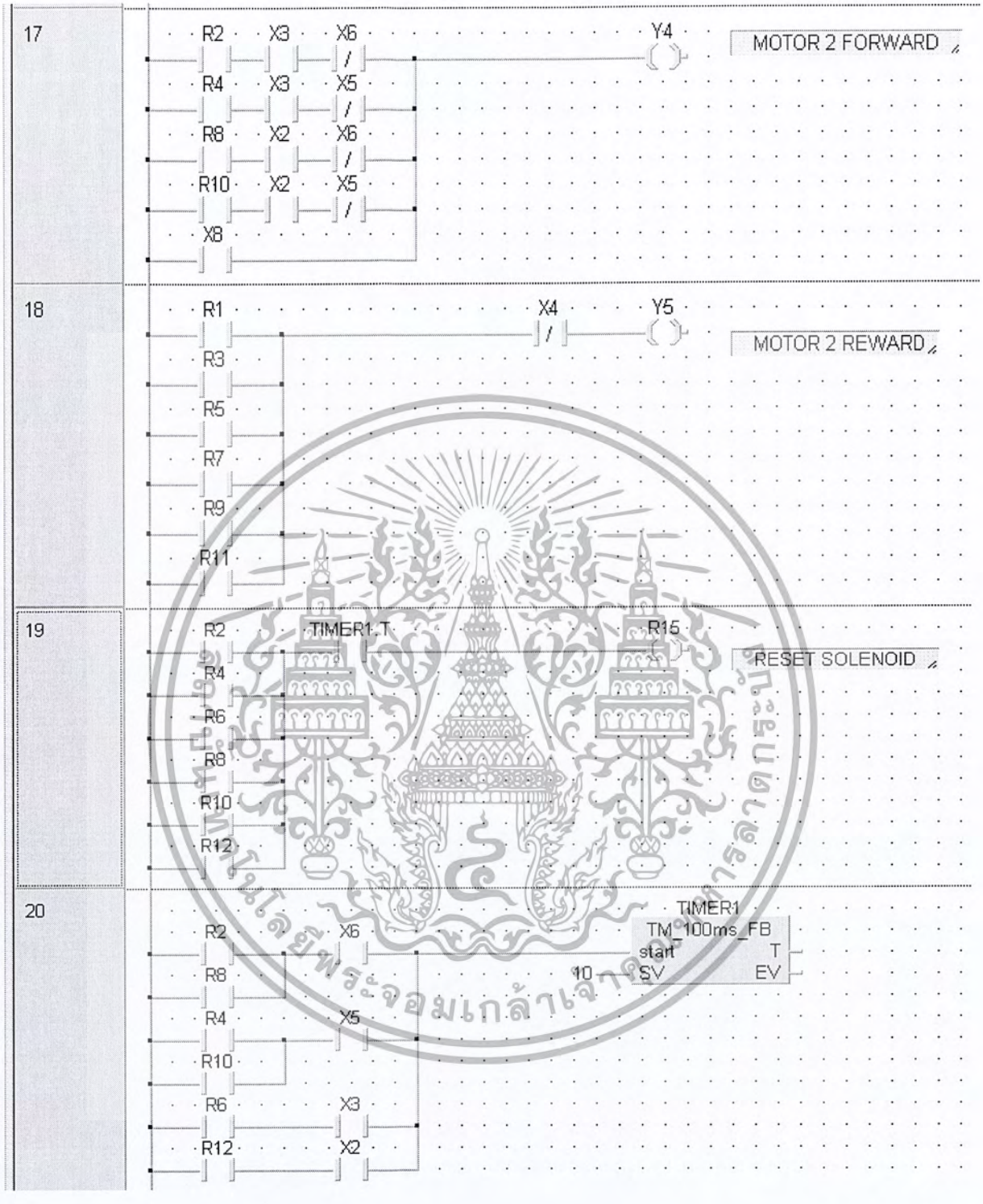
รูปที่ ข-1 แสดง Ladder Diagram ควบคุมการทำงานของชุดจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



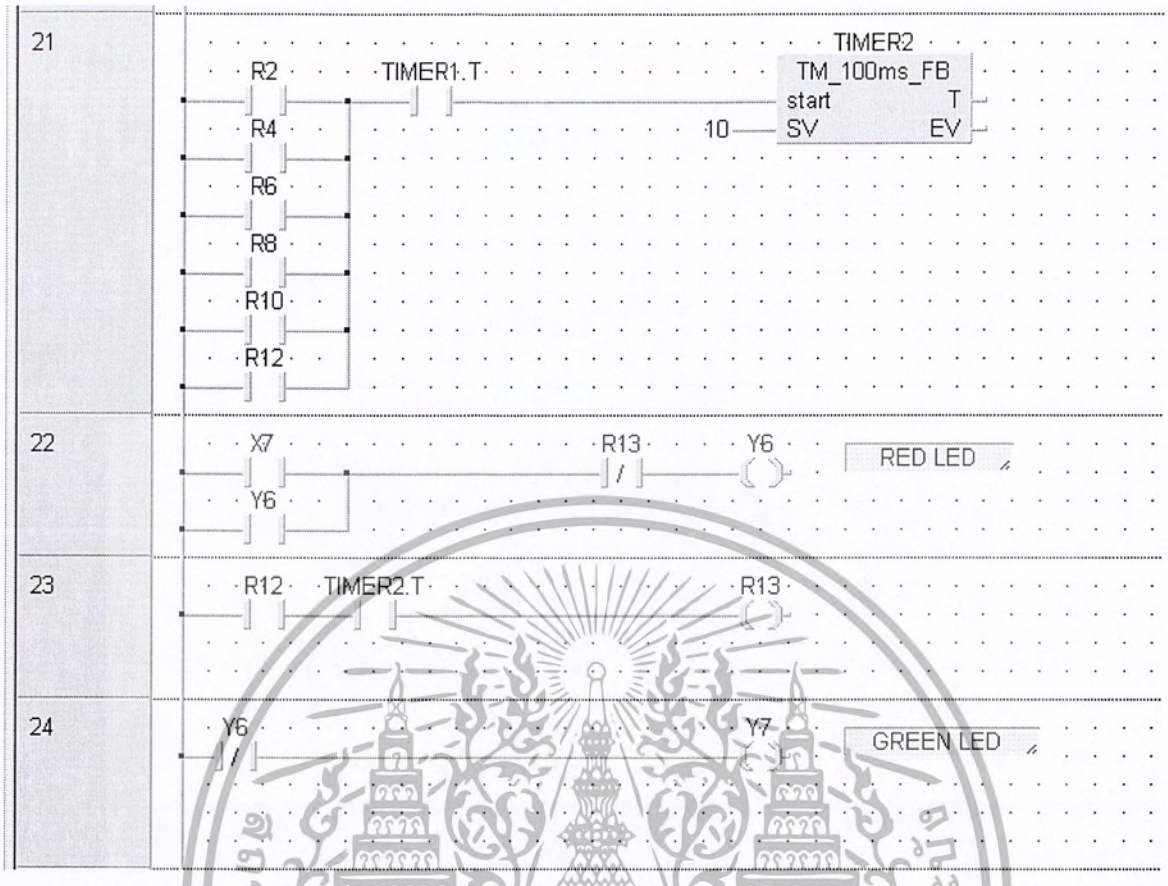
รูปที่ ข-2 แสดง Ladder Diagram ควบคุมการทำงานของชุดจำลอง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-3 แสดง Ladder Diagram ควบคุมการทำงานของชุดจำลอง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-4 แสดง Ladder Diagram ควบคุมการทำงานของชุดจำลอง (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
แสดงข้อมูลของ PLC (Panasonic FPX-C60R)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

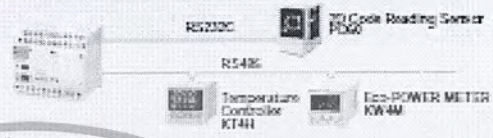
Programmable Controllers FP-X

Network

Different types of equipment need to be linked – FP-X flexibly meet such requirements.

■ MEWTOCOL Master Function Has Been Added

By using the newly added MEWTOCOL master function for automatically generating MEWTOCOL (Matsushita Open Protocol) commands, serial communication with MEWTOCOL compatible units such as PD5D, KT4H, KW4H etc becomes substantially easier.

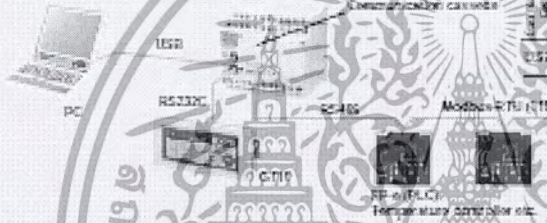


■ Up to 3 serial communication ports can be used at once.

The use of a communication cassette provides up to 3 serial communication ports.
Usable interfaces include RS232C, RS485, RS422, and USB.

*The RS232C tool port can be used as a general-purpose serial communication port.

Communication Port			
RS232C tool port			Always used
Communication cassette	AFP0HC-COM1 (RS232C 1 ch.)		Always used (Port No. COM1)
	AFP0HC-COM3 (RS485/422 selectable 1 ch.)		
	AFP0HC-COM2 (RS232C 2 ch.)	1st ch.	Switch-selectable (Port No. COM2) Default setting: USB port use
	AFP0HC-COM4 (RS485+RS232C)	2nd ch.	
USB port			



■ PLC Link

The MEWNET-W0 allows program-free links of up to 16 PLC units such as FP2/2SH or FP3. The distributed control system allows efficient model selection.

- Simple setting of the number of linked units, linked relays, and starting area address of the own station by using FPWIN GR.No-allows sharing of contact information and data without programming.
- The transfer rate of 115.2 kbps, the highest rate for a compact model.
- A transfer distance of 1200 m, the longest distance for a compact model.
- FP-X and FP3 allow a change of the station number by programming (SYS instruction).

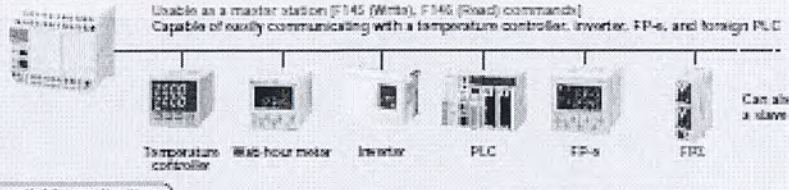
Item	Specifications
Number of stations	16 stations
Transmission speed	115.2 kbps
Transmission distance	1200 m
Shared data	128 words (Bus required), 64 words (contacts)
Communication method	Floating master

FP-X requires a communication cassette (AFP0HC-COM3 or AFP0HC-COM4).
FP2/2SH requires a multi-communication card (AFP2468, AFP2805).
FP3 requires a communication cassette (AFP0803, AFP2803).

■ Modbus* Compatibility

Compatible with both the master and slave of the Modbus* RTU, the world's de-facto standard. Great performance is expected for air-conditioning, temperature controls etc.

* Protocol developed by the Modicon Inc. of the United States



Another available application

When 17 or more FP-X units need to be linked, the use of a Modbus instead of a MEWNET-W0 can accommodate up to 99 FP-X units. Because each FP-X can be a master or slave, a multi-master link can be constructed by passing a token from a user program.

รูปที่ ค-1 แสดงข้อมูลของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programmable Controller FP-X

Program protection

Protects your important program by preventing illegal copies

■ Program upload is easily prohibited by tool software FPWIN.

- Reading a program from the PLC main unit is virtually impossible.
- In the upload-prohibited condition, program transfers to the master memory are also prohibited.
- Release of an upload-prohibited condition is possible with a forced release accompanied by a program deletion.
- Program updates are easily carried out by transferring the program in the master memory to FP-X even during an upload-prohibited condition. The transferred program in FP-X is setup with the same upload prohibition and permission conditions used in the master memory.

Items possible during an upload-prohibited condition	Program comparison with a PC Data transfer from the master memory Change of data monitor/register value Contact monitor Time chart monitor	Forced input/output (original program is required) Ladder monitor (original program is required) Insert/delete during online mode (original program is required)
Items impossible during an upload-prohibited condition	Program upload to a PC Data transfer to the master memory	Password protection

■ More secure eight-character password can be used along with the previous four-character password.

- The combination of upper and lower case alphanumeric characters produces 218 trillion combinations. In addition, after three consecutive entry failures, a power reset is required for password release.

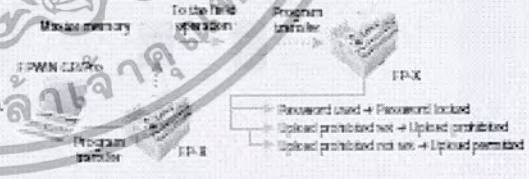
Adaptability

High versatility and rich functionality provides "peace of mind" and "flexibility".

■ An expensive USB conversion adapter/cable is not necessary for connecting a PC to the PLC by using a standard USB port.*

■ The master memory makes a program transfer easy and a real-time clock is equipped also

- The built-in 1 MB flash-ROM can store a 32-kstep program as well as the comments and FPWIN Pro source file.
- Program update in a remote location is easy by simply sending master memory for local installation.
- As the master memory stores the password information, password protection can be applied for program transmission. Similarly, upload prohibition/permission can be setup.
- The built-in real-time clock enables periodical/repeated control and periodical data logging.

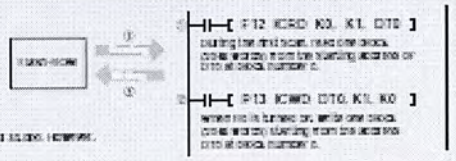


■ No need for program backup – easy maintenance

- The programs and comments are stored in flash ROM, requiring no backup batteries.
- A backup battery is provided for data and real-time clock (AFPX-BATT)
  One battery for C14, two for C30 and three for C60 can be attached. A two-battery installation can operate for a long time (10 years or more) without maintenance. (Real-time clock doesn't work without a battery.)

■ FROM data storage

- FP-X can store a program, comments, a total of 55 words of data, and bit setting values in a flash memory without a battery. All of the data and bits can be stored by adding optional batteries, but writing into a flash ROM is possible without a battery by using applied instructions (F12, P13). Perfectly suited for data storage of the setup values and recipes modified several times a day.



* For limitation in a multi-level configuration, the number of interlocks or the interlock number to be applied is limited. However, inserting every second will generate a memory space within a few hours.

รูปที่ ค-2 แสดงข้อมูลของ PLC (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Programmable Controllers FP-X

Programming

Note: Product names and company names in this chart are trademarks or registered trademarks of the respective companies.

Control FPWIN GR for Windows

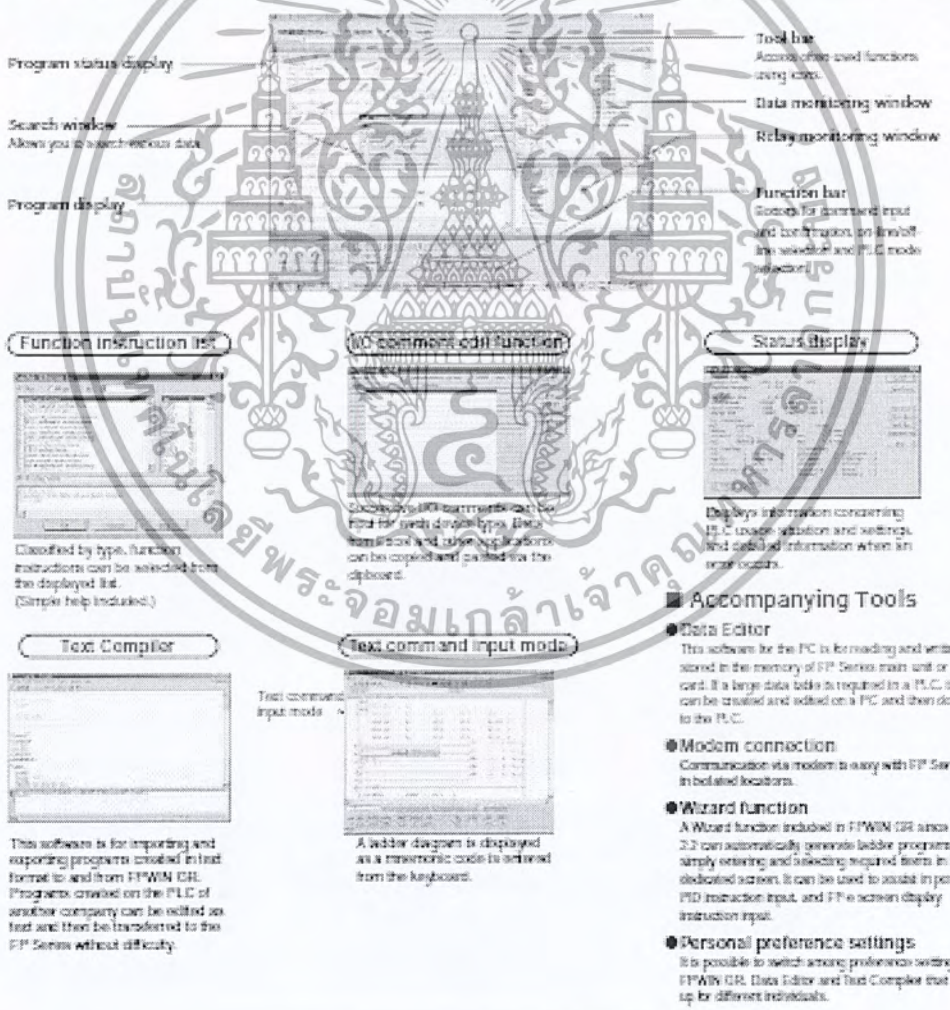
The ladder programming software for FP series – highly operational software tool for maximizing convenience in the field.

■ Features

1. Easy field operations not requiring the use of a mouse for data entry, search, writing, monitoring and timer changes, all carried out only from the keyboard.
2. Allows standard operations in Windows, such as Copy & Paste, etc.
3. All FP series PLCs are supported. This software assets produced by using Ver. 4 or Ver. 3 of NPST-GR are usable.
4. Easy programming with wizard functions.
5. Communication with OPC Server, CommX, GTWIN, FPWAY simultaneously through the same port.

■ Operational Environment

OS	Windows95 (OSR2 or higher)/98/Me/ NT (Ver. 4.0 or later)/2000/XP
Hard disk capacity	At least 40 MB
CPU	Pentium 100 MHz or higher
Onboard memory	At least 64 MB (depends on OS)
Screen resolution	At least 1024 × 768
Display colors	High color (16-bit or higher)
Applicable PLC	FP-X(C30/C14/C60/C30T/C30P/C30H)
Compatible FP-X version	Relay output type: Ver. 2.50 and after Transistor output type: Ver. 2.10 and after



■ Accompanying Tools

●Data Editor
This software for the PC is for reading and writing data stored in the memory of FP Series main unit or on an IC card. If a large data table is required in a PLC, the data can be created and edited on a PC and then downloaded to the PLC.

●Modem connection
Communication via modem is easy with FP Series units in isolated locations.

●Wizard function
A Wizard function included in FPWIN GR since version 2.0 can automatically generate ladder programs by simply entering and selecting required items in the dedicated screen. It can be used to assist in positioning, PID instruction input, and FP-e screen display instruction input.

●Personal preference settings
It is possible to switch among preference settings for FPWIN GR, Data Editor and Text Compiler that are set up for different individuals.

รูปที่ ค-3 แสดงข้อมูลของ PLC (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

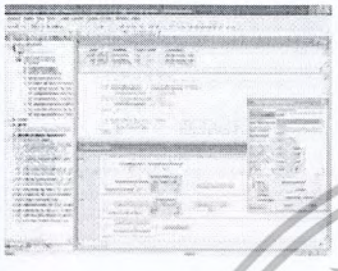
Programmable Controllers FP-X

Programming

Note: Product names and company names in this sheet are trademarks or registered trademarks of the respective companies.

Control FPWIN Pro (IEC61131-3 compliant Windows version software)

Compliant with international standard IEC61131-3
Programming software approved by PLC Open



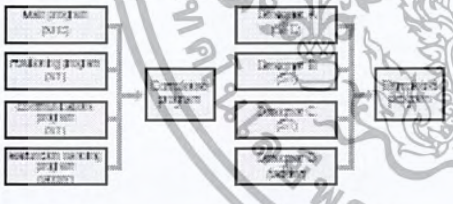
■ Features

1. **Five programming languages can be used.**
   Programming can be done using the language most familiar to the developer or using the language most suited to the process to be performed. High-level structured text languages that allow structuring, such as C, are supported.
2. **Easy to reuse well-proven programs**
   Efficiency when writing programs has been greatly increased by being able to split programming up for each function and process using structured programming.
3. **Keep know-how from getting out**
   By "black boxing" a part of a program, you can prevent know-how from leaking out and improve the program's maintainability.
4. **Conversion function for previously written programs provided to allow use of program assets.**
5. **Uploading of source programs from PLC possible.**
   Maintainability increased by being able to load programs and comments from the PLC.
   *This only applies to FP-X, FP2 and FP2 (with communications memory) and to FP2SH and FP10SH (with card board).
6. **Programming for all models in the FP series possible.**
   Any model can be used.

■ Programming in the most suitable language

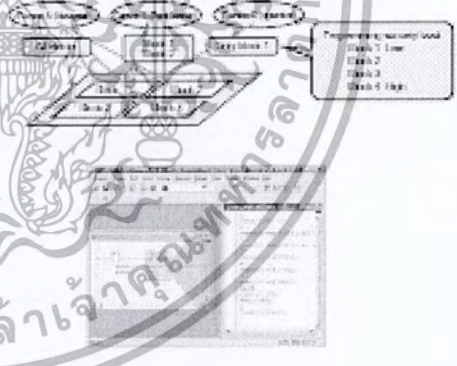
● **Programming in the language most suited to the process**
Easy-to-understand, efficient programs can be created, for example, by using a ladder program for sequence control or C for communications control.

● **Programming in the language you are good at**
Programming time can be greatly reduced by dividing activities such as machine design, electrical design and programming up for each function and process, then integrate programming for each function and process.



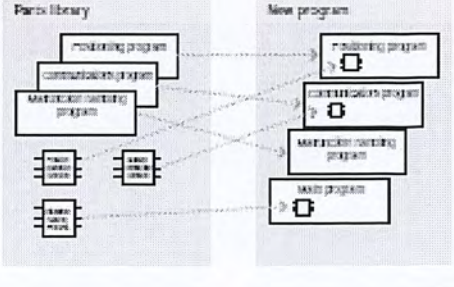
■ "Black boxing" of programs

● **Multiple passwords for protection of each block**
The security level (3 levels) can be set for each block in a program. Only users with a password can edit or monitor certain blocks.



■ Reuse of programs is easy.

● Register time-proven programs by block in the library.
● By using variable identifiers (names), there is no need to be concerned with addresses for each machine when reusing programs.

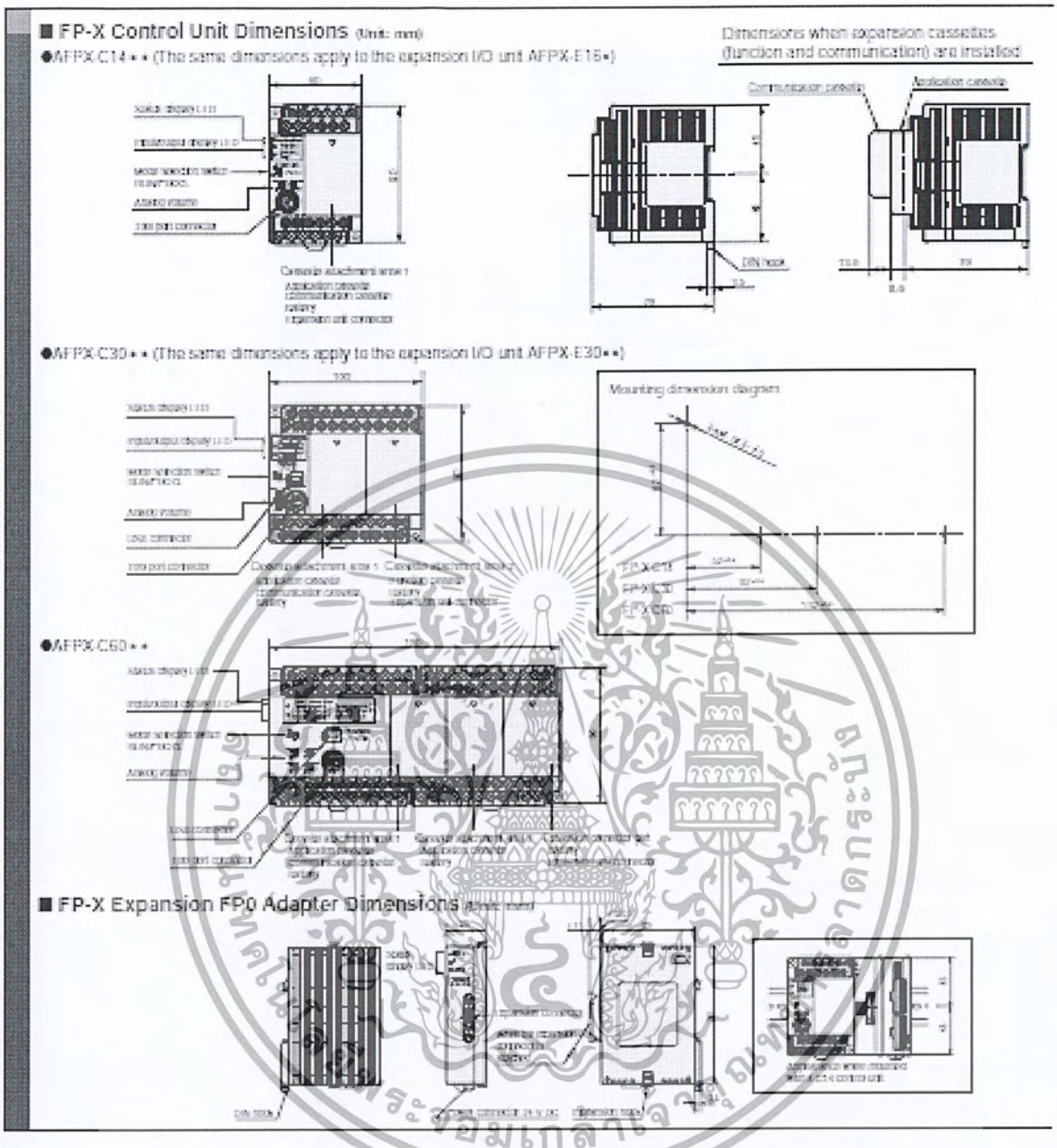


■ Operational Environment

OS	Windows95 (OSR2 or higher)/98/Me/NT (Ver. 4.0 or later)/2000/XP*
Hard disk capacity	At least 100 MB
CPU	Pentium 100 MHz or higher
Onboard memory	At least 64 MB (depends on OS)
Screen resolution	At least 1024 × 768
Display colors	High Color (16-bit) or higher
Applicable PLC	FP-X/FP-e/FP0/FP0R/FP1/FP-M/FP2/FP2SH/FP3/FP10SH
Compatible FP-X version	Relay output type: Ver.3.1 and after Transistor output type: Ver.3.3 and after (Available soon)

รูปที่ ค-4 แสดงข้อมูลของ PLC (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค-5 แสดงข้อมูลของ PLC (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้