



เครื่องเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ
SEMI-AUTOMATIC BOX STACKER

เกียรติศักดิ์ همانเหตุ
ธีระพัฒน์ บัวเพชร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2020

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เรื่อง เครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ

SEMI-AUTOMATIC BOX STACKER

รับที่...../.....

งานทะเบียนและประมวลผล

ฉบับที่.....

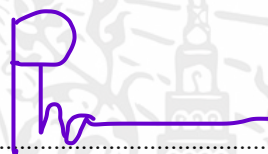
ผู้จัดทำ

1. นายเกียรติศักดิ์ หมานเหตุ

รหัสนักศึกษา 60511039

2. นายธีระวัฒน์ บัวเพชร

รหัสนักศึกษา 60511051



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.ภาสภณ มโนสุกฤตกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อปริญญาบัตร	เครื่องเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ	
นักศึกษา	นายเกียรติศักดิ์ หมาเนต	รหัสนักศึกษา 60511039
	นายธีระพัฒน์ บัวเพชร	รหัสนักศึกษา 60511051
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ภาสภณ มโนสุกฤตกุล	
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2563	

บทคัดย่อ

ปริญญาบัตรฉบับนี้แนะนำเสนอเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ เพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดเก็บกล่อง โดยเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติมีขนาด (1 × 2 × 1) เมตร โดยใช้ระบบควบคุมเป็นพีแอลซี (Programmable logic Control PLC) เป็นระบบที่ทำหน้าที่ประมวลผลหลัก โดยมีหน้าจอสัมผัส Human Machine Interface (HMI) เป็นอินพุตให้สแต็ปมอเตอร์ทำงาน นำกล่องไปเก็บตามตำแหน่งที่กำหนดไว้ จากนั้นเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุจะส่งสัญญาณให้หน้าจอสัมผัสแสดงตำแหน่งที่กล่องวางอยู่ มีโหมดการทำงาน 2 โหมดการทำงาน โหมดอัตโนมัติและโหมดกึ่งอัตโนมัติ

ผลการทดสอบการเคลื่อนที่สแต็ปมอเตอร์ในแนวแกน X แกน Y และแกน Z สามารถเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ การยกกล่องที่มีน้ำหนักต่างกันไปวางที่ตำแหน่งที่กำหนด โดยสามารถยกน้ำหนักสูงสุด 5 กิโลกรัม สามารถยกกล่องไปวางได้ตามตำแหน่งที่กำหนด การทดสอบวางกล่องซ้อนกัน 3 ชั้น สามารถวางกล่องซ้อนกันมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์

Project Title	Semi-Automatic Box Stacker	
Student	Mr. Kaettisak Manhet	ID 60511039
	Mr. Thiraphat Buaphet	ID 60511051
Advisor	Asst.prof.Dr.Phasapon Manosukritkul	
Degree	Bachelor of Engineering	
Program in	Electronics Engineering	
Academic Year	2020	

ABSTRACT

This thesis presents a semi-automatic box storage machine to facilitate the storage of the box. The semi-automatic box storage machine has dimensions (1 × 2 × 1) meters. The control system is (PLC Programmable logic Control) as the main processing system. It has a touch screen Human Machine Interface (HMI) as an input for the stepping motor to work take the box to the designated location. Finally the sensor will alert sent through the touch screen to show where the box is. There are two working modes, automatic mode and semi-automatic mode.

The test result of the stepping motor motion in the X-axis, Y-axis and Z-axis can move to the specified position accurately and precisely lifting boxes of different weights to the designated positions. The maximum weight can be lifted 5 kg. The box can be lifted and placed in the specified position. The 3-layer stacking test allows the boxes to be stacked with a discrepancy of up to 2 percent.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนของบุคคลหลายๆท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุกๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณบิดาและมารดา ผู้ซึ่งคอยอบรมสั่งสอน และสนับสนุนทุนการศึกษา และคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ภาสภณ มโนสุกฤตกุล อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ซึ่งให้คำแนะนำและติดตามโครงการเสมอมา ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่านจึงขอการขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำชี้แนะถึงข้อบกพร่องของโครงการ และคอยช่วยเหลือเสมอมา และต้องขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือในการทำโครงการจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ทำจึงขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เกียรติศักดิ์ همانเหตุ
ธีระพัฒน์ บัวเพชร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1-2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 โครงสร้างของปฏิญานิพนธ์.....	3-4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 พีแอลซี	5
2.1.1 หลักการทำงานเบื้องต้นของพีแอลซี	6
2.1.2 คำสั่งพื้นฐานและส่วนประกอบของลำดับโปรแกรม	7-10
2.1.3 คำศัพท์ต่าง ๆ เกี่ยวกับพีแอลซี.....	10
2.1.4 คำสั่งอินพุต (input instruction).....	10-11
2.1.5 คำสั่งเอาต์พุต (Output instructions)	11-12
2.2 สเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping motor).....	12
2.2.1 หลักการทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์	13
2.2.2 ประเภทของสเต็ปป์มอเตอร์	13-14
2.2.3 วิธีการเลือกสเต็ปป์มอเตอร์	14
2.2.4 ขนาดของสเต็ปป์มอเตอร์มาตรฐาน	14-16
2.3 สเต็ปป์มอเตอร์ไดรฟ์ (Stepping Motor Drive).....	16--17
2.4 จอทัชสกรีน.....	17-18
2.4.1 ประเภทของหน้าจอตัทสกรีนก๊อต	18-21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 สวิตซ์ซิงเพาเวอร์ซัพพลาย.....	21
2.5.1 หลักการทำงานของสวิตซ์ซิงเพาเวอร์ซัพพลาย	21-22
2.6 ฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Half-bridge Converter).....	22-24
บทที่ 3 การออกแบบ	25
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน	25
3.2 โฟลชาร์ตการทำงาน.....	26
3.3 การออกแบบหน้าจอสกรีน.....	27-29
3.4 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง	30-33
3.5 การเลือกใช้อุปกรณ์.....	33-34
3.6 วงจรรวมเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ	34-37
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	38
4.1 การทดลองการเคลื่อนที่	38
4.1.1 วัตถุประสงค์.....	38
4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง.....	39
4.2 การทดลองการทำงานตามเงื่อนไขในโหมดอัตโนมัติ.....	41
4.2.1 วัตถุประสงค์.....	41
4.2.2 ขั้นตอนการทดลอง.....	41
4.3 การทดลองยกกล่องที่มีน้ำหนัก	42
4.3.1 วัตถุประสงค์.....	42
4.3.2 ขั้นตอนการทดลอง.....	42
4.4 การทดสอบเวลายกกล่อง	44
4.4.1 วัตถุประสงค์.....	44
4.4.2 ขั้นตอนการทดลอง.....	44
4.5 การทดสอบการวางกล่องในรูปแบบต่าง ๆ	46
4.5.1 วัตถุประสงค์.....	46
4.5.2 ขั้นตอนการทดลอง.....	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.6 การทดสอบสถานะเซ็นเซอร์.....	54
4.6.1 วัตถุประสงค์.....	54
4.6.2 ขั้นตอนการทดลอง.....	54
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	61
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	61
5.2 สรุปผลการทดลองการควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน X Y และ Z.....	61
5.3 สรุปผลการทดลองการควบคุมการเคลื่อนที่ตามเงื่อนไขที่กำหนด.....	61
5.4 สรุปผลการทดลองการยกกล่อง.....	61
5.5 สรุปผลการทดสอบเวลาการวางกล่องตามตำแหน่งที่กำหนดและการวางกล่องตาม เงื่อนไขที่กำหนด.....	62
5.6 ปัญหาและแนวทางแก้ไข.....	62
5.7 ข้อเสนอแนะ	62

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงการภาคเรียนที่ 1	2
1.2 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงการภาคเรียนที่ 2	3
4.1 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของแกน X.....	39
4.2 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของแกน Y.....	40
4.3 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของแกน Z.....	40
4.4 รูปแบบการทำงานตามเงื่อนไข.....	41
4.5 การทดลองยกกล่องที่มีน้ำหนักแตกต่างกัน	43
4.6 เวลายกกล่องในโหมดกึ่งอัตโนมัติขั้นที่ 1.....	44
4.7 เวลายกกล่องในโหมดกึ่งอัตโนมัติขั้นที่ 2.....	45
4.8 เวลายกกล่องในโหมดกึ่งอัตโนมัติขั้นที่ 3.....	45
4.9 เวลายกกล่องในโหมดอัตโนมัติ.....	45
4.10 การทดสอบการวางกล่องขั้นที่ 1.....	47
4.11 การทดสอบการวางกล่องขั้นที่ 2.....	50
4.12 การทดสอบการวางกล่องขั้นที่ 3.....	52
4.13 การทดสอบสถานะเซ็นเซอร์ขั้นที่ 1.....	54
4.14 การทดสอบสถานะเซ็นเซอร์ขั้นที่ 2.....	57
4.15 การทดสอบสถานะเซ็นเซอร์ขั้นที่ 3.....	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึ VII เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ระบบการทำงานของพีแอลซีเบื้องต้น	6
2.2 หลักการทำงานของเบื้องต้นของพีแอลซี	7
2.3 ส่วนประกอบของลำดับโปรแกรม	8
2.4 บล็อกแลดเดอร์.....	8
2.5 สเต็ปปีงมอเตอร์	12
2.6 โครงสร้างสเต็ปปีงมอเตอร์.....	13
2.7 แผนผังการทำงานของสเต็ปปีงมอเตอร์.....	13
2.8 ข้อมูลเบื้องต้นที่ควรทราบของสเต็ปปีงมอเตอร์มาตรฐาน NRMA	15
2.9 ข้อมูลเบื้องต้นที่ควรทราบของสเต็ปปีงมอเตอร์ NEMA 23 รูปทรงกระบอก.....	15
2.10 ข้อมูลเบื้องต้นที่ควรทราบของสเต็ปปีงมอเตอร์มาตรฐานทรงกระป๋อง.....	16
2.11 ใช้จอแสดงผลกราฟฟิก	17
2.12 รุ่นและปีที่ผลิตหน้าจอ.....	18
2.13 หน้าจอทัชสกรีนรุ่น GOT 900.....	19
2.14 หน้าจอทัชสกรีนรุ่น GT 16.....	19
2.15 หน้าจอทัชสกรีนรุ่น GT 14.....	20
2.16 หน้าจอทัชสกรีนรุ่น GOT 2000	20
2.17 หน้าจอทัชสกรีน GOT รุ่นทดลอง.....	21
2.18 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตซ์ชิงเพาเวอร์ซัพพลาย	22
2.19 วงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Half - Bridge Converter).....	23
2.20 การนำกระแสของทรานซิสเตอร์ขณะ Q1 นำกระแส (ล่าง) การนำกระแสของทรานซิสเตอร์ ขณะ Q2 นำกระแส.....	24
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ.....	25
3.2 โฟวชาร์ตการทำงานของโหมดกึ่งอัตโนมัติ	26

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.3 โฟวชาร์ตการทำงานของโหมดอัตโนมัติ	27
3.4 หน้าต่างหลักของหน้าจอตช์สกรีน	28
3.5 หน้าต่างโหมดการทำงานของเครื่อง	28
3.6 หน้าต่าง เลือกรูปแบบในการจัดเก็บกล่องแบบ ออโต้	28
3.7 หน้าต่างเลือกรูปแบบจัดเก็บกล่องชั้นที่ 1 แถวที่ 1 และชั้นที่ 2 แถวที่ 1 และชั้นที่ 3 แถวที่ 1	29
3.8 หน้าต่างเลือกรูปแบบจัดเก็บกล่องชั้นที่ 1 แถวที่ 2 และชั้นที่ 2 แถวที่ 2 และชั้นที่ 3 แถวที่ 2	29
3.9 หน้าต่างของการกลับจุดเริ่มต้นของสแต็ปปีงมอเตอร์	29
3.10 รูปโครงสร้างของเครื่อง	30
3.11 รูปด้านหน้า ด้านข้าง ด้านบน และรูปแบบไอโซเมตริก	30
3.12 แกน Z เป็นแกนยกกล่องขึ้นและยกกล่องลง	31
3.13 แท่นยกกล่อง มีขนาด (24 × 20 × 10) เซนติเมตร	31
3.14 เครื่องจัดเก็บกล่องจริง	32
3.15 ชุดยกกล่องจริง	32
3.16 จุดเริ่มต้นการทำงาน	33
3.17 วงจรการต่อสแต็ปปีงมอเตอร์กับพีแอลซี	35
3.18 วงจรการต่อเซ็นเซอร์กับพีแอลซี	36
3.19 วงจรรวมเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ	37
4.1 โมเดลในการวางกล่องในการทดลอง	42

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันระบบอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของหลาย ๆ คนปฏิเสธไม่ได้เลย ว่าปัจจุบันนี้มนุษย์ได้นำเอาระบบอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ และนำมาประยุกต์ใช้กับในงานทางด้านต่าง ๆ ทำให้ประหยัดเวลา ประหยัดกำลังคน และลดการเกิดอุบัติเหตุ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันเวลาเราสั่งของส่วนใหญ่จะแพ็คใส่กล่องพัสดุมาหลาย ๆ กล่องจึงทำให้กล่องกระจัดกระจายไม่เป็นที่ จึงทำให้ไม่มีพื้นที่ได้ใช้สอยได้อย่างสะดวก ดังนั้นจึงต้องจัดเก็บกล่อง และสถานที่เก็บกล่องให้เป็นระเบียบ ตามพื้นที่ที่เรากำหนดไว้หรืออยากให้เป็นไว้จุดไหนเพื่อให้ความสะดวกในการใช้สอยพื้นที่ได้สะดวกยิ่งขึ้น

ดังนั้นผู้จัดทำโครงการเล็งเห็นว่าหากเราสร้างเครื่องอำนวยความสะดวกในการจัดเก็บกล่องเหล่านี้ให้เป็นที่ไม่ต้องใช้แรงยกกล่องให้เหนื่อย และจัดเก็บกล่องในตำแหน่งที่เราต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

1. เพื่อศึกษาการใช้งานพีแอลซี (PLC)
2. เพื่อศึกษาการเขียนหน้าจอสกรีนท็อช
3. เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้งานสเต็ปมอเตอร์ควบคุมในแกน X Y และ Z
4. เพื่อสร้างเครื่องเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ออกแบบเครื่องมีขนาด (1 × 2 × 1) เมตร
2. ออกแบบการทำงาน 2 โหมด แบบอัตโนมัติและแบบกึ่งอัตโนมัติ
3. ออกแบบกล่องมีขนาด (20 × 30 × 11) เซนติเมตร (กล่องขนาด C)
4. สามารถวางกล่องซ้อนกันได้ไม่เกิน 3 ชั้น
5. สามารถสั่งงานผ่านหน้าจอสกรีนได้
6. สามารถจัดเก็บกล่องไปไว้ในจุดที่เรากำหนดได้และมีความผิดพลาดในการจัดเรียงกล่องให้ซ้อนตรงกันไม่เกิน 2 %

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เรียนรู้หลักการทำงานและควบคุมของพีแอลซี (PLC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ได้เรียนรู้หลักการทำงานและควบคุมสแต็ปปีงมอเตอร์
3. สามารถควบคุมการทำงานของสแต็ปปีงมอเตอร์ในแนวแกน X Y Z
4. สามารถเขียนและออกแบบหน้าจอตชสกรีนเพื่อใช้ควบคุมพีแอลซี (PLC)

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาหาข้อมูล
2. ออกแบบโครงสร้างของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ
3. จัดหาอุปกรณ์และหาซื้อวัสดุสำหรับจัดทำชิ้นงาน
4. ทดลองเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการควบคุมพีแอลซี
5. ทดลองเขียนหน้าจอตชสกรีนเพื่อควบคุมพีแอลซี
6. ทดสอบควบคุมการเคลื่อนที่ของสแต็ปปีงมอเตอร์
7. สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแก้ไข

ขั้นตอนการดำเนินงานที่ผู้จัดทำได้วางแผนเอาไว้ โดยเริ่มจากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพีแอลซี การออกแบบโครงสร้าง การจัดหาอุปกรณ์และหาซื้อวัสดุ การจัดทำโครงงานและทดลองเก็บผลการทดลอง สรุปปัญหาและแก้ไขโดยแบ่งตามภาคเรียนที่ 1 ซึ่งแจกแจงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงงานภาคเรียนที่ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน				
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
1.คิดหัวข้อโครงงานและนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา	←→				
2.ศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูล	←→				
3.ออกแบบโครงสร้าง	←→				
4.จัดหาอุปกรณ์และหาซื้อวัสดุสำหรับทำชิ้นงาน		←→			
5.ศึกษาและทดลองเขียนโปรแกรมพีแอลซี		←→			
6.ศึกษาและทดลองเขียนหน้าจอตชสกรีน		←→			

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงการภาคเรียนที่ 1 (ต่อ)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน				
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
7.ทดลองเขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์			←→		
8.นำเสนอความก้าวหน้า				←→	

ตารางที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินงานโครงการภาคเรียนที่ 2

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน				
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
1.ศึกษาและค้นคว้าหาข้อมูล	←→				
2.จัดหาซื้ออุปกรณ์และหาซื้อวัสดุสำหรับจัดทำชิ้นงาน	←→				
3.ทำโครงสร้าง	←→				
4.แก้ไขปัญหาโครงสร้าง	←→				
6.เขียนโปรแกรมควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์		←→			
7.ทดลองการเคลื่อนที่สเต็ปปีงมอเตอร์			←→		
8.ทดสอบยกกล่องที่มีน้ำหนัก			←→		
9.ทดลองการวางกล่องตามตำแหน่งที่กำหนด			←→		
10.นำเสนอความก้าวหน้า					←→

1.6 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์

บทที่ 1 กล่าวถึงความจำเป็นมา ความสำคัญของโครงการ ความมุ่งหมาย วัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษาและโครงสร้างของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎี และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบโครงสร้างเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ เกี่ยวกับการออกแบบขนาดของโครงการ ออกแบบชุดยกกล่อง ตำแหน่งการวางกล่องและการออกแบบหน้าจอทัชสกรีนให้ควบคุมการวางกล่องตามตำแหน่งที่กำหนด

บทที่ 4 กล่าวถึงวิธีการทดลอง วิธีการทดสอบและผลการทดลองของการเคลื่อนที่ของสเต็ป มอเตอร์ ผลการทดสอบจับเวลาของตำแหน่งที่กำหนดและการทำงานตามเงื่อนไขในรูปแบบต่าง ๆ

บทที่ 5 กล่าวถึงการสรุปผลการทดลองและทดสอบ ปัญหา อุปสรรคของการทำโครงการเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ และข้อเสนอแนะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

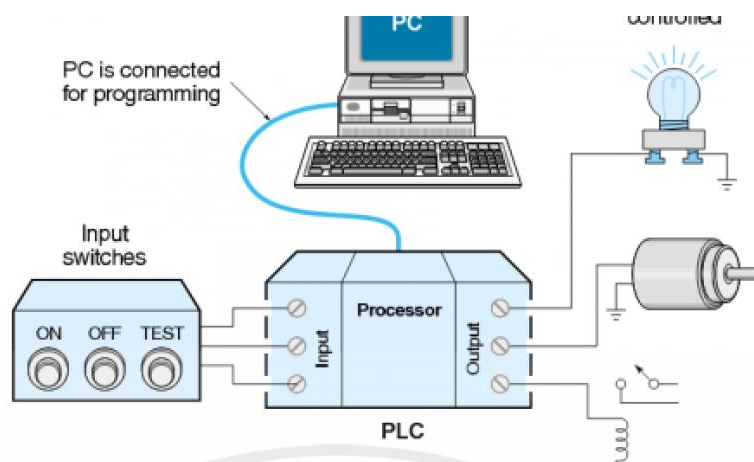
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โครงการเครื่องเก็บของกึ่งอัตโนมัติ เป็นการนำความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และ พีแอลซี (PLC) มาประยุกต์ใช้งาน โดยโครงการชิ้นนี้สร้างขึ้นมาเพื่อ อำนวยความสะดวกในการจัดวางกล่อง วัสดุที่วางอยู่กระจัดกระจายอาจทำให้เกิดอันตรายได้และทำให้เกิดความลำบากในการจัดเก็บกล่อง โดยตัวโครงการจะเป็นการใช้งานจอ ทัชสกรีน (Touch screen) SAMKOON SMI SK-043FE ร่วมกัน โดยเป็นอินพุต เพื่อสั่งงานให้พีแอลซีทำงานและนำไปใช้ควบคุมสเต็ปมอเตอร์ในแกน X Y และ Z ตามต้องการ เพื่อให้สามารถวางกล่องตามของที่ต้องการได้ โดยจะมีจอทัชสกรีนเป็นตัวสั่งการในการเลือกช่องที่จะนำกล่องไปเก็บโดยตัวเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติมีการทำงานอยู่ด้วยกัน 2 โหมดการทำงานคือ โหมดอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ

2.1 พีแอลซี

พีแอลซี [1] หรือ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) คือ เป็นอุปกรณ์ที่เอาไว้ควบคุมอุปกรณ์เครื่องจักรต่าง ๆ แบบลอจิกที่สามารถเขียนโปรแกรมลงไปได้ ซึ่งเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ภายในประกอบไปด้วย ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญและหน่วยความจำเพื่อจุดจำคำสั่งที่สามารถสั่งงานได้ด้วยโปรแกรม หรือ บางครั้งเรียกพีแอลซีว่า การควบคุมซีควเन्ซ์ (Sequence Controller) ซึ่งแปลว่าอุปกรณ์ควบคุม ตามลำดับตัวย่อ PC จะซ้ำกับการเรียกคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะซึ่งย่อมาจาก Personal Computer

พีแอลซีใช้ซีพียูในการประมวลผลเช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ ดังนั้นพีแอลซีคือคอมพิวเตอร์ ย่อส่วน แต่เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะทางที่ใช้สำหรับประมวลผลโปรแกรมเพื่อควบคุมเครื่องจักรพีแอลซี มีหลากหลายแบรนด์ เช่น Mitsubishi, Sharp, Fuji, Hitachi, Yaskawa เป็นต้น สำหรับ Mitsubishi Electric แบรนด์ของพีแอลซีจะใช้ชื่อว่า MELSEC ซึ่งย่อมาจาก Mitsubishi Electric Sequence Controller การทำงานแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ คือระบบไฟฟ้าและระบบทางกลโดย พีแอลซีจะได้รับ สัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์จากอุปกรณ์เช่น สวิตช์ เซ็นเซอร์ หน้าสัมผัสของรีเลย์ เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์ ไฟฟ้าเหล่านี้จะ ON-OFF ตามการทำงานของเครื่องจักร โดยสัญญาณไฟฟ้าจะถูกจ่ายไปที่อินพุตของ พีแอลซีและ พีแอลซีจะนำสัญญาณอินพุตไปประมวลผลโปรแกรม จากนั้นผลลัพธ์ของโปรแกรมจะถูกจ่ายออกมาที่เอาต์พุตของพีแอลซี จากนั้นพีแอลซีจะจ่ายสัญญาณไฟฟ้าไปสั่งงานอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โซลินอยด์ วาล์ว แมกเนติก คอนแทกเตอร์ รีเลย์ เพื่อควบคุมเครื่องจักรต่อไปตามรูปที่ 2.1

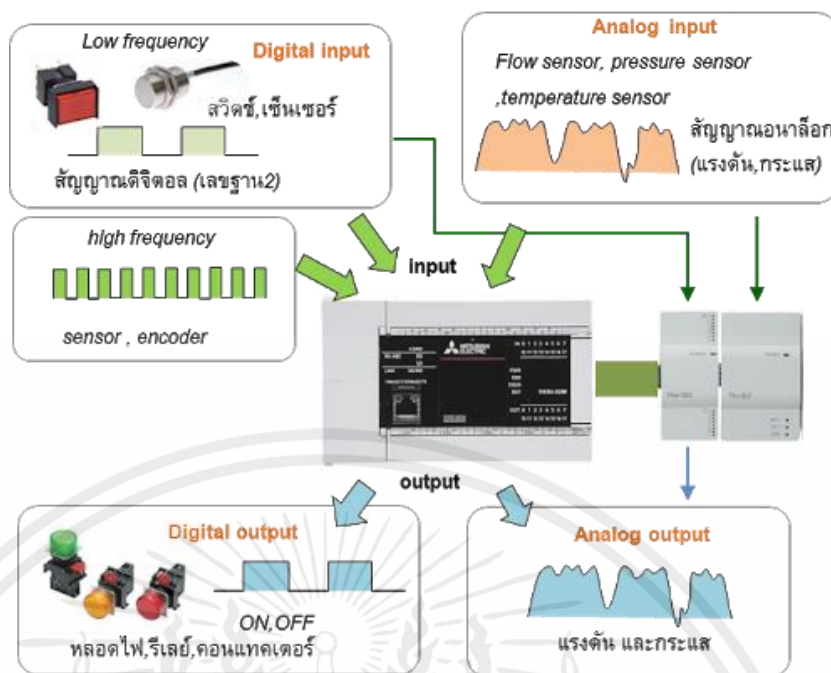


รูปที่ 2.1 ระบบการทำงานของพีแอลซีเบื้องต้น
(ที่มา: <https://advance-electronic.com>)

2.1.1 หลักการทำงานเบื้องต้นของพีแอลซี

พีแอลซี [2] จะได้รับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ที่ต่อกับเทอร์มินอลอินพุตของพีแอลซีสัญญาณที่พีแอลซีรับมี 2 แบบคือ สัญญาณดิจิตอลและสัญญาณอนาล็อก สัญญาณดิจิตอลคือสัญญาณที่มี ON OFF โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบคือสัญญาณที่มีความถี่ต่ำ เช่นการ ON-OFF ของสวิตช์ และสัญญาณที่มีความสูงเช่น สัญญาณจากโฟโตเซ็นเซอร์ เลเซอร์ เซ็นเซอร์ encoder เป็นต้น ในการรับสัญญาณความถี่สูง รีเลย์อินพุตของพีแอลซีจะต้องมีความไวในการตอบสนองให้ทันกับสัญญาณด้วย โดยผู้ผลิตได้ออกแบบให้รีเลย์อินพุตของพีแอลซีมี 2 แบบคือแบบที่ใช้รับความถี่ต่ำและแบบที่ใช้รับความถี่สูงได้อินพุตแบบที่รับความถี่ต่ำจะไม่สามารถรับสัญญาณความถี่สูงได้ส่วนอินพุตที่ใช้รับความถี่สูงจะสามารถใช้รับสัญญาณความถี่ต่ำได้

สำหรับสัญญาณแบบอนาล็อกคือแรงดันและกระแสไฟฟ้า ซึ่งป้อนเข้าพีแอลซีโดยใช้อุปกรณ์เช่น FLOW sensor Pressure sensor Temperature sensor เป็นต้น เมื่อพีแอลซีรับสัญญาณแล้วจะนำสัญญาณนั้นไปแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอล และนำไปใช้ในโปรแกรมที่แอลซีส่วนผลลัพธ์การประมวลผลโปรแกรม จะส่งมาที่เอาต์พุตของพีแอลซีโดยเอาต์พุตพีแอลซีแบบดิจิตอลจะจ่ายสัญญาณดิจิตอลเพื่อสั่งงานอุปกรณ์ที่ต่อกับพีแอลซีเช่นหลอดไฟ โซลินอยด์ วาล์ว คอนแทกเตอร์ เป็นต้น ส่วนเอาต์พุตของพีแอลซีแบบอนาล็อกจะทำการจ่ายแรงดันและกระแสไฟฟ้าออกมาได้ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 หลักการทำงานเบื้องต้นของพีแอลซี
(ที่มา : <https://:plcsanook.com>)

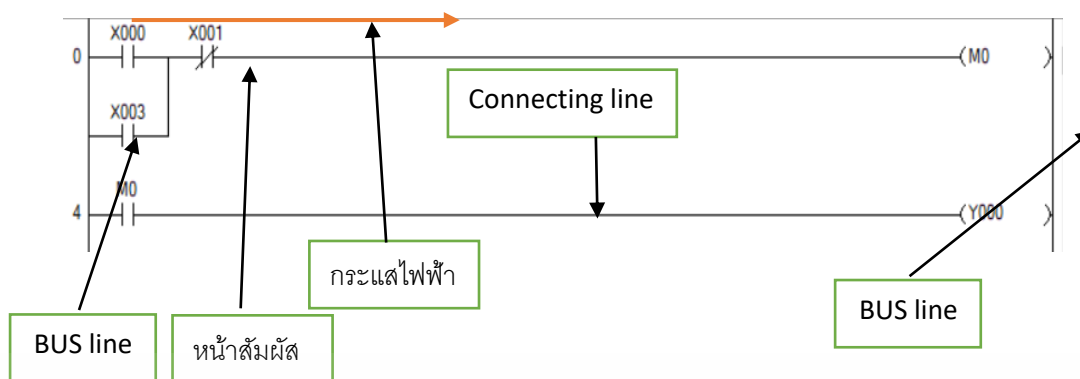
2.1.2 คำสั่งพื้นฐานและส่วนประกอบของลำดับโปรแกรม

โดยในรูปที่ 2.3 แสดงถึงส่วนประกอบของลำดับโปรแกรม (sequence program) [3] โดยประกอบด้วย 3 ส่วนประกอบหลักๆคือ

1. บัสไลน์ (Bus line) และคอนเนคต์ไลน์ (connecting Line) หรือเรียกว่า บัสบาร์ (bus bar) คือเส้นในแนวตั้งของวงจรบัสไลน์ (Bus line) ด้านซ้ายของวงจรแลตเตอร์ เรียกว่า Life side vertical bus line ใช้สำหรับจ่ายไฟให้กับวงจร ส่วนบัสไลน์ (Bus line) ด้านขวาของวงจร เรียกว่า right side vertical bus tine คือเส้นปิดของวงจรและบัสไลน์ (Bus (ine) ในส่วนอื่น ๆ คือ เส้นเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ในแนวตั้ง

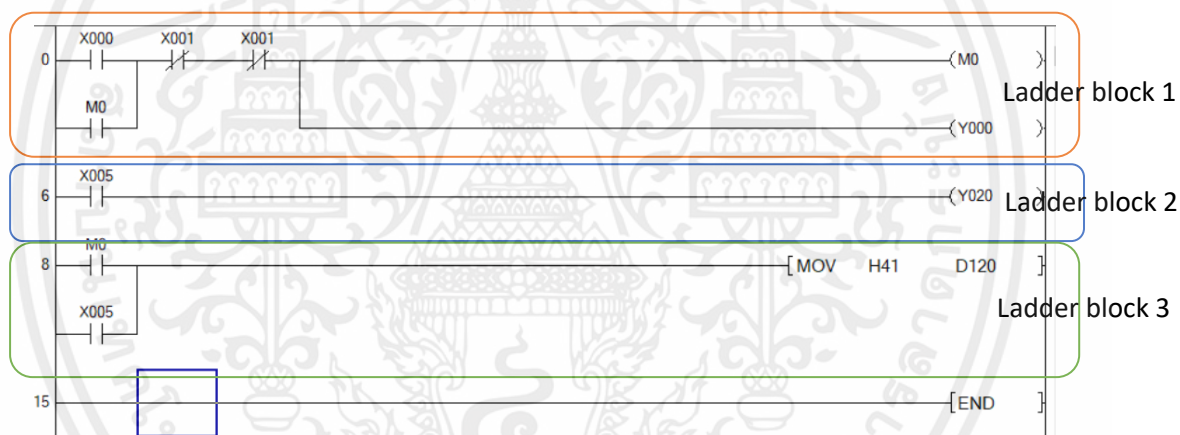
ส่วนในแนวนอนเรียกว่า คอนเนคต์ไลน์ (connecting line) โดย คอนเนคต์ไลน์ (connecting line) ใช้เชื่อมระหว่างอุปกรณ์ในแนวนอนขอบเขตของวงจรแลตเตอร์เริ่มตั้งแต่ บัสไลน์ (Bus line) ทางด้านซ้าย ถัดมาจะเป็นหน้าสัมผัส ซึ่งมีทั้งปกติเปิดและปกติปิด รูปแบบการต่อ

จะเป็นการต่อแบบอนุกรม ขนาน และผสมเช่นเดียวกับวงจรไฟฟ้าทั่วไป ถัดมาคืออุปกรณ์ทางขวา สุด ซึ่งเป็นอุปกรณ์เอาต์พุตและถัดจากอุปกรณ์เอาต์พุตจะเป็นบัสไลน์ (Bus line) ทางด้านขวา



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของลำดับโปรแกรม

2. แลตเตอร์บล็อก (Ladder block) คือกลุ่มของวงจรที่เป็นอิสระจากวงจรอื่น ๆ โดยที่ไม่มีเส้นเชื่อมโยงไปยังวงจรอื่น ๆ จากรูปที่ 2.4 วงจรแลตเตอร์ประกอบด้วยแลตเตอร์บล็อก (Ladder block) จำนวน 3 blocks หน้าสัมผัสและอุปกรณ์เอาต์พุตในแต่ละ block จะเชื่อมโยง เฉพาะใน block ของตัวเอง โดยไม่มีการเชื่อมโยงไปยัง block อื่น ๆ



รูปที่ 2.4 บล็อกแลตเตอร์

ในการประมวลผลโปรแกรม วงจรในแต่ละ block จะมีผลต่อกันเมื่อใช้หมายเลข อุปกรณ์เหมือนกันเช่น เมื่อ M0 ใน block 1 ON จะทำให้ M0 ใน block 3 ON ด้วย

3. อุปกรณ์ คือเครื่องมือที่เป็นส่วนประกอบของคำสั่งในวงจรแลตเตอร์ประกอบไปด้วยอุปกรณ์แบบบิตและอุปกรณ์แบบเวิร์ด อุปกรณ์ทุกชนิดจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำของพีแอลซี ha RAM และ EEPROM

อุปกรณ์แบบเวิร์ด

K: decimal Integer

H: hexadecimal integer

KnX : input relay(XI wth digit specification)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kny: output relay with digit specification

KnM: auxiliary relay(1) with digit specification

Kns: state relay(S) with digit specification

T: timer (T).current value

C: counter (C),current value

D: data register and file register

V.Z : index register Modify: availability of indexing using register

R: Extension register()

ER : Extension file register(ER)

W: Link register

อุปกรณ์แบบบิต

X : input relay (X)

Y : output relay (Y)

M: auxiliary relay (M) / special relay

S: state relay

T: timer (T).coil

C: counter (C), coil

อุปกรณ์แบบเวียร์ดและอุปกรณ์แบบบิตเป็นการแสดงถึงอุปกรณ์แบบบิตคือ อุปกรณ์ที่ใช้ตัดต่อการทำงานของ วงจรแลตเตอร์มีสถานะคือ ON และ OFF ตัวอย่างอุปกรณ์แบบบิตคือ X, Y, M, S, T, C, L, Dan X คือรีเลย์อินพุต Y คือรีเลย์เอาต์พุต IM, S และ Lคือรีเลย์ช่วย 1 คือ ไทม์เมอร์รีเลย์ C คือคอนเตอร์ รีเลย์ D Jan คืออุปกรณ์แบบบิตของ data register เป็นต้น

อุปกรณ์แบบเวียร์ดคืออุปกรณ์สำหรับเก็บค่าที่เป็นตัวเลข อุปกรณ์แบบเวียร์ด ประกอบไปด้วยหน่วยความจำแบบบิตจำนวนหลาย ๆ บิต

4. คำสั่ง (Instruction) วงจรแลตเตอร์ กราฟฟิกหน้าสัมผัส NO และ WC วงเล็บโค้ง เส้นตัด Connecting Line วงเล็บสี่เหลี่ยมและตามด้วยคำว่า MOV RST หรือ END ซึ่งจะ เรียกว่า คำสั่ง (Instruction)

คำสั่ง (Instruction) ใช้ควบคุมให้อุปกรณ์ในวงจรทำงาน ใช้จัดการด้าน ข้อมูล หรือจัดการด้านการประมวลผลโปรแกรม เป็นต้น Instruction มี 3 แบบใหญ่ๆคือ Basic instruction, Step ladder instruction, Applied instruction

Basic instruction คือ คำสั่งพื้นฐาน คือคำสั่งที่ทำให้อุปกรณ์แบบบิตมีกร ทำงาน แบบ ON-OFF เรียกได้หลายแบบเช่น logical instruction ซึ่งคือหน้าสัมผัสชนิดต่าง ๆ เช่น หน้าสัมผัส แบบ N/O และ NC, OUT instruction คือคอยล์รีเลย์รูปวงเล็บ, RST instruction คือ

คำสั่งที่เป็น วงเล็บสี่เหลี่ยม ส่วนคำสั่งพื้นฐานที่เป็นสี่เหลี่ยมจะมีไม่มากนักคือคำสั่ง SET, RST, PLS, PLE, END

Step ladder instruction เป็นคำสั่งสำหรับการเขียนวงจร SFC ในรูปแบบของ วงจรแลตเตอร์ มี 2 คำสั่งคือ SL และ RET, คำสั่ง STL และ RET ไม่ต้องใช้หน้าสัมผัสทำงาน วงจร แลตเตอร์ที่ใช้คำสั่ง STL และ RET จะเรียกว่า Step ladder

applied instruction หรือเรียกว่า application instruction คือคำสั่งประยุกต์ ตัวอย่างเช่น MOV instruction, BIN instruction คำสั่งประยุกต์ทั้งหมดจะใช้สัญลักษณ์แบบวงเล็บ สี่เหลี่ยมพีแอลซี FX3U และ FX3UC ใช้คำสั่งประยุกต์ได้จำนวน 305 คำสั่ง ส่วนพีแอลซี FX1N ใช้ คำสั่งประยุกต์ได้น้อยกว่า 305 คำสั่ง ดังนั้นการใช้งานพีแอลซีจะต้องพิจารณาด้วยว่าพีแอลซีแต่ละรุ่น มีคำสั่งที่จะต้องการใช้งานหรือไม่

2.1.3 คำศัพท์ต่าง ๆ เกี่ยวกับพีแอลซี

1. ON และ OFF โดย ON หมายความว่าที่กำลังทำงานอยู่ ส่วน OFF หมายถึงไม่ ทำงานใช้บอกสถานะการทำงานของอุปกรณ์แบบบิตคำสั่งพื้นฐานและคำสั่งประยุกต์ คำสั่งพื้นฐาน หรือคำสั่งประยุกต์จะทำงานได้ต่อเมื่อมีการสั่งงานจาก Contact instruction เมื่อ X20 ON จะทำให้ คำสั่ง MOV ทำงาน

เมื่ออุปกรณ์แบบบิตทำงานจะเรียกว่า ON เมื่ออุปกรณ์แบบบิตไม่ทำงานจะเรียกว่า OFF คำสั่ง OUT Y3 จะทำงานได้ต่อเมื่อมีการสั่งงานจาก contact Instruction ทั้งสอง Contact คือ X0 และ X4 ถ้าบิตใดบิตหนึ่ง OFF คำสั่ง OUT จะไม่ทำงาน

2.1.4 คำสั่งอินพุต (input instruction)

คำสั่งอินพุต (input instruction) คือคำสั่งพื้นฐานใช้เป็นหน้าสัมผัสในวงจรแลตเตอร์ ใช้สำหรับสั่งงาน Out instruction และ applied instruction คำสั่งอินพุตเรียกได้หลายแบบ เช่น contact instruction อินพุต (input bits), หน้าสัมผัสอินพุต (input contact) หรือ command input เป็นต้น

บิตอินพุต บิตเอาต์พุต คือภาษาที่นิยมใช้กับพีแอลซีส่วนหน้าสัมผัสหรือคอยล์รีเลย์ คือภาษาที่นิยมใช้กับวงจรไฟฟ้าทั่วไป รูปแบบของ input instruction มีสองแบบคือ ordinary และ differentiated

คำสั่งอินพุต (input instruction) แบบ ordinary

คำสั่งอินพุต (input instruction) แบบ ordinary [8] คือหน้าสัมผัสแบบธรรมดา มี 2 แบบคือ

1. แบบปกติเปิด (Normally Open) หรือเรียกสั้น ๆ ว่าหน้าสัมผัสแบบ N/O สัญลักษณ์ของหน้าสัมผัสจะใช้เส้นขนานในแนวตั้ง

2. แบบปกติปิด (Normally Close) หรือเรียกสั้น ๆ ว่าหน้าสัมผัส N/C ใช้เส้นขด แนวตั้งและมีเส้นทแยงมุม หน้าสัมผัสแบบ M/C เรียกอีกอย่างว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าสัมผัสแบบ Inverse สภาวะของหน้าสัมผัสและคอยล์รีเลย์มีอยู่ 2 แบบ คือ ทำงานกับไม่ทำงาน สภาวะทำงานเรียกว่า ON สภาวะที่ไม่ทำงานเรียกว่า OFF คำศัพท์ ON และ OFF จะถูกใช้เป็นประจำในการอธิบายการทำงานของอุปกรณ์ แบบบิตในวงจรแลตเตอร์ เมื่อ X0 ON สัญญาณไฟฟ้าจากบัสไลน์ (Bus line) ทางด้านซ้ายจะวิ่ง ผ่าน X0 วิ่งไปยังคอยล์รีเลย์ MO และวิ่งไปที่บัสไลน์ (Bus (line) ทางขวา ทำให้คอยล์รีเลย์ 40 ทำงาน

เมื่อ X1 OFF สัญญาณไฟฟ้าจากบัสไลน์ (Bus line) จึงไหลผ่านไม่ได้ คอยล์รีเลย์ M1 จึงไม่ทำงาน

หน้าสัมผัส X2 ในวงจรเป็นแบบ M/C เมื่อ X2 ไม่ทำงานสัญญาณจะสามารถวิ่งผ่าน ได้ ทำให้คอยล์รีเลย์ M2 ทำงาน

หน้าสัมผัส X3 ในวงจรเป็นแบบ M/C เมื่อ X3 ทำงานสัญญาณไม่สามารถวิ่งผ่านได้ ทำให้คอยล์รีเลย์ M3 ไม่ทำงาน

คำสั่งอินพุตจะใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์แบบบิตเท่านั้น คือ X, Y, M, S, T, C, L, DL.6 (D) 2 คือรีเลย์บิตที่ 2 ของหน่วยความจำ D, DU.6 ใช้ได้เฉพาะพีแอลซีรุ่น FX3U และ FX3UC) เป็นตัวอย่างของรูปแบบหน้าสัมผัส (Contact instruction) ที่ใช้อุปกรณ์แบบบิตชนิดต่าง ๆ

2.1.5 คำสั่งเอาต์พุต (Output instructions)

คำสั่งเอาต์พุต (Output instructions) [4] คือคำสั่งที่ทำให้อุปกรณ์แบบบิตทำงาน แบบ ON-OFF มี 5 แบบ คือ 1. คำสั่ง OUT 2. คำสั่ง SET 3. คำสั่ง RST 4. คำสั่ง PLS 5. คำสั่ง PLE

คำสั่ง OUT หรือ Output instructions ใช้เป็นคอยล์รีเลย์ (Relay Col) ในวงจรแลตเตอร์หรือเรียกว่าบิตเอาต์พุต (output bits) เมื่อคำสั่งทำงาน จะทำให้อุปกรณ์แบบบิตทำงานแบบ ON-OFF สัญลักษณ์ของคำสั่ง OUT จะเป็นวงเล็บ คำสั่ง OUT ใช้กับอุปกรณ์แบบบิตเช่น Y, M, S, T.C, Db และสามารถใช้กับ Index register (N, 2) ได้ การใช้งานกับอุปกรณ์ V และ 2 เรียกว่าการ modify รายละเอียดการใช้คำสั่ง OUT มีดังนี้

คำสั่งเอาต์พุต แบบใช้อุปกรณ์ Y, M, S การใช้คำสั่ง OUT จะต้องพิมพ์คำสั่งและ ตามด้วยการระบุชนิดอุปกรณ์แบบบิต

คำสั่ง OUT จะทำงานได้ต่อเมื่อมีการสั่งงานจากหน้าสัมผัส (Contact instruction) หน้าสัมผัส XO ต่ออนุกรมสำหรับสั่งงานคำสั่ง OUT ซึ่งใช้อุปกรณ์เป็นรีเลย์ Y3 เมื่อ XO ON จะทำให้คำสั่ง OUT ทำงานและทำให้ V3 ON

กราฟเวลา (Timing chart) ซึ่งใช้แสดงการทำงานของวงจร การ ON และ OFF ของ Y3 จะขึ้นอยู่กับสถานะของ XO

คำสั่งเอาต์พุตแบบใช้อุปกรณ์ T, C

คำสั่ง OUT เมื่อระบุอุปกรณ์เป็นไทม์เมอร์จะเรียกอีกแบบว่า คอยล์รีเลย์ไทม์เมอร์ (relay timer Coil) หรือเรียกว่าคอยล์ไทม์เมอร์ (timer col) ซึ่งคือคอยล์ที่ทำงานนับเวลา

หน้าสัมผัส X0 ต่ออนุกรมสำหรับสั่งงานคำสั่ง Out ซึ่งใช้อุปกรณ์เป็นไทม์เมอร์ T0 ตั้งเวลาเท่ากับ 50 เมื่อ X0 ON จะทำให้คำสั่ง OUTทำงานและทำให้ไทม์เมอร์ 10 ทำงานเรียกสั้นๆว่าคอยล์ T0 ทำงาน เมื่อคอยล์ T0 ทำงานจะนับเวลาตามที่ตั้งไว้

คำสั่ง Out เมื่อระบุอุปกรณ์เป็นเคาน์เตอร์จะเรียกอีกแบบ คอยล์รีเลย์เคาน์เตอร์ (relay counter col) หรือเรียกว่า คอยล์เคาน์เตอร์ (Counter col) เมื่อ X1 ทำงานจะทำให้คอยล์เคาน์เตอร์ทำงานนับจำนวนพัลส์ของ X1

2.2 สเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping motor)

สเต็ปป์มอเตอร์หรือสเต็ปเปอร์มอเตอร์ เป็นเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยพัลส์ มีลักษณะการขับเคลื่อนโดยการหมุนรอบแกน 360 องศา แต่มีลักษณะไม่ต่อเนื่องโดยจะเคลื่อนไปเป็นสเต็ป ลักษณะของสเต็ปป์มอเตอร์จะเป็นดังรูปที่ 2.5 โดยในแต่ละสเต็ปจะขับเคลื่อนได้ 1, 1.5, 1.8 หรือ 2 องศา ซึ่งจะขึ้นอยู่กับแต่ละโครงสร้างของมอเตอร์ ข้อดีของมอเตอร์ประเภทนี้คือ สามารถกำหนดตำแหน่งของการหมุนได้อย่างแม่นยำด้วยองศาหรือระยะทาง โดยการใช้งานสเต็ปป์มอเตอร์นั้น ไม่สามารถใช้งานหรือทำงานได้เองต้องมีอุปกรณ์ที่ช่วยในการขับเคลื่อนมอเตอร์นั้นคือ สเต็ปป์มอเตอร์ไดรฟ์

โดยทั่วไปงานที่จะนำมอเตอร์ประเภทนี้ไปใช้งานจะเป็นงานที่ต้องการตำแหน่งที่มีความแม่นยำสูง เช่น ระบบขับเคลื่อนหัวแม่พิมพ์ในเครื่องพิมพ์ (PRINTER) ซึ่งจะมีสเต็ปป์มอเตอร์ในการเลื่อนตำแหน่งของหัวพิมพ์, ระบบขับเคลื่อนหัวอ่านในเครื่องอ่านบันทึกเทป ระบบขับเคลื่อนตำแหน่งของปากกาใน X-Y PLOTTER หุ่นยนต์ที่ต้องการความแม่นยำในการหยิบจับ เป็นต้น



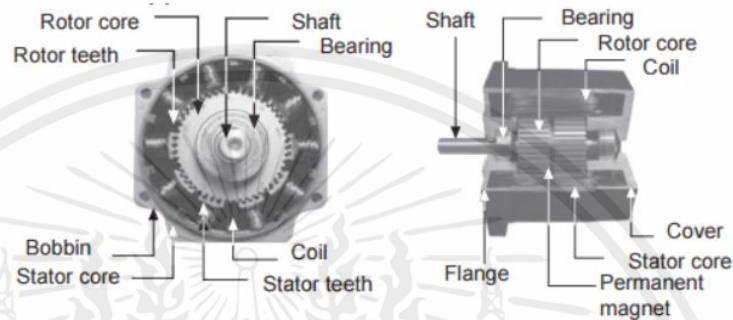
รูปที่ 2.5 สเต็ปป์มอเตอร์

(ที่มา: <https://www.factomart.com>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

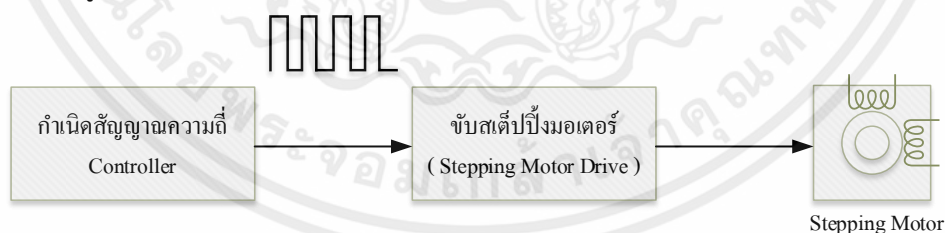
2.2.1 หลักการทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์

สเต็ปป์มอเตอร์หรือสเต็ปเปอร์มอเตอร์ [5] เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยพัลส์ โดยโครงสร้างภายในของสเต็ปป์มอเตอร์ที่แสดงในรูปที่ 2.6 จะประกอบไปด้วยขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์ (Stator) ทำมาจากแผ่นเหล็กวงแหวน จะมีที่ยื่นออกมาประกอบกันเป็นชั้น ๆ โดยแต่ละซี่ที่ยื่นออกมานั้นจะมีขดลวด (คอยล์) พันอยู่ เมื่อมีกระแสผ่านคอยล์จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น



รูปที่ 2.6 โครงสร้างสเต็ปป์มอเตอร์
(ที่มา: <https://www.factomart.com>)

ในการทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์ หรือ สเต็ปเปอร์มอเตอร์นั้นจะไม่สามารถขับเคลื่อนหรือทำงานเองได้ มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณหรือจ่ายพัลส์ไป ให่วงจรขับสเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping Motor Drive) การสร้างสัญญาณนั้นจะเป็นต้องสร้างและ เรียงลำดับของสัญญาณด้วยและอีกสิ่งที่สำคัญคือ การดูแลตำแหน่งของสายที่ทำการต่อเข้ากับตัวสเต็ปป์มอเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แผนผังการทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์

2.2.2 ประเภทของสเต็ปป์มอเตอร์

สเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping Motor) หรือ สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยพัลส์ มีลักษณะการขับเคลื่อนโดยการหมุนรอบแกน 360 องศา ภายในนั้นจะประกอบไปด้วยขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์ (Stator) ทำมาจากแผ่นเหล็กวงแหวน จะมีซี่ยื่น

ออกมาประกอบกันเป็นชั้นๆ โดยแต่ละขั้วที่ยื่นออกมานั้นจะมีขดลวด (คอยล์) หันอยู่ เมื่อมีกระแสผ่านคอยล์จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ซึ่งรูปแบบการพันขดลวดบนสเตเตอร์ (Stator) จะมีด้วยกัน 2 แบบ คือ

แบบไบโพลาร์ (Bipolar) ในแต่ละขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์จะมีการพันขดลวดหนึ่งขด บางครั้งอาจเรียกสเต็ปป์มอเตอร์ประเภทนี้ว่า สเต็ปป์มอเตอร์แบบ 2 เฟส

แบบยูนิโพลาร์ (Unipolar) จะมีการพันขดลวด 2 ขด บนสเตเตอร์ แต่ละขดจะแบ่งเป็น 2 เฟส รวมทั้งตัวมอเตอร์จะมีด้วยกัน 2 เฟส จะมีการต่อสายออกมาจากขดลวดแต่ละขดเพื่อจ่ายไฟเลี้ยง ทำให้สเต็ปป์มอเตอร์แบบนี้มีทั้งแบบ 5 สายและ 6 สาย ถ้าเป็นแบบ 5 สาย จะเป็นการนำสายไฟเลี้ยงของขดลวดทั้งสองมาต่อรวมกันเป็นสายเดียว สเต็ปป์มอเตอร์นี้ยังเป็นที่ยอมรับใช้กันแพร่หลายอีกด้วย

2.2.3 วิธีการเลือกสเต็ปป์มอเตอร์

ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการความแม่นยำสูงในเรื่องของตำแหน่งการเคลื่อนที่ของชิ้นงาน มักจะมีสเต็ปป์มอเตอร์อยู่ในกระบวนการผลิตด้วย ซึ่งหากไม่รู้จักวิธีการเลือกซื้อที่ถูกต้อง งานที่ออกมานั้นอาจไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ดังนั้นวิธีการเลือกซื้อสเต็ปป์มอเตอร์ ซึ่งวิธีการเลือกซื้อสเต็ปป์มอเตอร์ โดยจะประกอบไปด้วย

1. จำนวนเฟสของมอเตอร์ (Phase) ให้พิจารณาจากงานที่จะนำเอามาใช้ว่าต้องการแบบใดเช่น 2 Phase, 5 Phase
2. ขนาดของมอเตอร์ (Size): ขนาดของมอเตอร์ที่จะเลือกใช้นั้นให้ดูจากขนาดของบริเวณพื้นที่ที่จะนำไปติดตั้ง
3. กระแสที่มอเตอร์ใช้ ควรทราบค่ากระแสที่มอเตอร์ตัวที่จะทำการเลือกมาใช้งานนั้นสามารถใช้งานกับกระแสที่เท่าไร
4. ความละเอียดของมอเตอร์ (องศา) เป็นส่วนที่สำคัญมากในการเลือกซื้อ Stepping Motor ซึ่งตัวองศาจะเป็นตัวบ่งบอกถึงความละเอียดและความแม่นยำของตำแหน่งงาน
5. ค่าทอร์ค (Torque) ของมอเตอร์ ค่าทอร์คถือว่ามีค่าสำคัญไม่แพ้องศาในการเคลื่อนที่ของมอเตอร์เลยทีเดียว ค่าทอร์คหรือแรงบิดถือเป็นสิ่งสำคัญในการนำมอเตอร์มาใช้งาน หากงานที่ใช้นั้นเป็นงานที่ต้องใช้กำลังเยอะจะต้องควรเลือกมอเตอร์ที่มีค่าทอร์คสูง

2.2.4 ขนาดของสเต็ปป์มอเตอร์มาตรฐาน

เพื่อให้การเลือกใช้งานสเต็ปป์มอเตอร์เป็นสากลจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานขนาดของสเต็ปป์มอเตอร์ขึ้น ภายใต้ข้อตกลงร่วมกันของสมาคมผู้ผลิตชิ้นส่วนทางไฟฟ้าแห่งชาติหรือ NEMA (National Electrical Manufacturer's Association) ได้ทำการกำหนดขนาดมาตรฐานของสเต็ปป์มอเตอร์ออกมา โดยแบ่งตามลักษณะรูปร่างของสเต็ปป์มอเตอร์ดังนี้

1. รูปลูกบาศก์ (Cube) มีด้วยกัน 4 ขนาดคือ NEMA 14, 15, 16 และ 17 ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ข้อมูลเบื้องต้นที่ควรทราบของสเต็ปป์มอเตอร์มาตรฐาน NRMA
(ที่มา: <https://www.inventor.in.th>)

ข้อมูลทางเทคนิคที่สำคัญ

- เส้นผ่านศูนย์กลางของแกนหมุน 0.197 นิ้ว
 - เส้นผ่านศูนย์กลางของร่องแกน 0.866 นิ้ว
 - จำนวนสเต็ปต่อรอบ 200 หรือ 400 (1.8 องศา/สเต็ป หรือ 0.9 องศา/สเต็ป)
2. ทรงกระบอก (Cylinder) มีขนาดเดียวคือ NEMA 23 ดังแสดงรายละเอียดใน

รูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ข้อมูลเบื้องต้นที่ควรทราบของสเต็ปป์มอเตอร์ NEMA 23 รูปทรงกระบอก
(ที่มา: <https://www.inventor.in.th>)

ข้อมูลทางเทคนิคที่สำคัญ

- เส้นผ่านศูนย์กลางของแกนหมุน 0.25 นิ้ว
 - เส้นผ่านศูนย์กลางของร่องแกน 1.5 นิ้ว
 - จำนวนสเต็ปต่อรอบ 200 สเต็ป (1.8 องศา/สเต็ป)
 - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวถังมอเตอร์ 2.2 นิ้ว
3. ทรงกระบอกซ้อน (Stack can) สเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่มีรูปร่างแบบนี้จะมีขนาดที่ไม่แน่นอน แต่ส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็กคือ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 นิ้ว รายละเอียดทางเทคนิคอื่น ๆ แสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ข้อมูลเบื้องต้นที่ควรทราบของสเต็ปป์มอเตอร์มาตรฐานทรงกระป๋องซ้อน
(ที่มา: <https://www.inventor.in.th>)

ข้อมูลทางเทคนิคที่สำคัญ

- เส้นผ่านศูนย์กลางของแกนหมุนมีหลายขนาด
- ไม่มีร่องแกน
- จำนวนสเต็ปต่อรอบ 24 หรือ 48 สเต็ป (15 องศา/สเต็ป หรือ 7.5 องศา/สเต็ป)
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวถังมอเตอร์มีหลายขนาดจนถึง 2.2 นิ้ว
- ที่ปลายของแกนหมุนมักจะติดตั้งเฟืองเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนต่อ

2.3 สเต็ปป์มอเตอร์ไดรฟ์ (Stepping Motor Drive)

สเต็ปป์มอเตอร์ไดรฟ์ (Stepping Motor Drive) เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการขับเคลื่อนให้สเต็ปป์มอเตอร์นั้นสามารถเคลื่อนที่หรือทำงานได้ ซึ่งสเต็ปป์มอเตอร์ไดรฟ์นี้ จะรับสัญญาณพัลส์จากตัวควบคุม (Controller) แล้วทำการส่งสัญญาณไปขับสเต็ปป์มอเตอร์ให้ทำการหมุนเคลื่อนที่ไปตามตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ โดยกระบวนการทั้งหมดนี้ จะต้องประกอบไปด้วย 3 อุปกรณ์หลักๆ คือ คอนโทรลเลอร์ สเต็ปป์มอเตอร์ไดรฟ์และสเต็ปป์มอเตอร์

1. คอนโทรลเลอร์ (Controller) เป็นอุปกรณ์สร้างสัญญาณหรือจ่ายพัลส์ไปให้วงจร ขับสเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping Motor Drive)
2. สเต็ปป์มอเตอร์ไดรฟ์ (Stepping Motor Drive) เป็นอุปกรณ์ที่คอยขับสเต็ปป์มอเตอร์ให้สามารถหมุนไปตามตำแหน่งและทิศทางตามที่ต้องการ
3. สเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping Motor): เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยพัลส์ ขับเคลื่อนโดยการหมุนรอบแกน 360 องศา

สเต็ปป์มอเตอร์ไดรฟ์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกับสเต็ปป์มอเตอร์ ดังนั้น การเลือกซื้อจะต้องพิจารณาควบคู่กัน สเต็ปป์มอเตอร์ที่มีอยู่หรือที่ทำการซื้อไว้รายละเอียดที่ควรดูในการเลือกซื้อสเต็ปป์มอเตอร์ไดรฟ์

1. จำนวนเฟสของมอเตอร์ ให้ดูจากตัวสเต็ปป์มอเตอร์ว่ามอเตอร์นั้นเป็น มอเตอร์แบบใด เช่น 2 เฟส และ 5 เฟส และนอกจากนั้นให้ดูว่าจะเอาแบบ Bipolar หรือ Unipolar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขนาดของมอเตอร์ ขนาดของมอเตอร์ที่จะทำการเลือกใช้นั้นให้ดูจาก ขนาดของบริเวณพื้นที่ที่จะนำไปติดตั้ง
3. กระแสที่มอเตอร์ใช้ ควรทราบค่ากระแสที่มอเตอร์ตัวที่จะทำการเลือกมาใช้งาน นั้นสามารถใช้งานกับกระแสที่เท่าไร
4. เพาเวอร์ซัพพลาย ให้พิจารณาว่างานที่ใช้นั้นเป็นงานที่ต้องต่อเชื่อมหรือใช้งาน ร่วมกับแหล่ง Power Supply แบบใด
5. ความละเอียดของมอเตอร์ เป็นส่วนที่สำคัญมาก ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกถึง ความละเอียดและความแม่นยำของตำแหน่งงาน
6. การกระตุ้นเฟส ให้พิจารณาจากงานที่จะนำไปใช้ว่าต้องการใช้แรงบิดมากน้อยแค่ไหน ซึ่งการกระตุ้นเฟสมีให้เลือกคือ การกระตุ้นแบบพูลสเต็ม 1 เฟส พูลสเต็ม 2 เฟส ฮาล์ฟสเต็ป โดยแต่ละวิธีจะมีการควบคุมกระแสไฟที่จะจ่ายให้แก่ขดลวดสเตเตอร์แตกต่างกันออกไป

2.4 จอทัชสกรีน

จอทัชสกรีน HMI ย่อมาจาก Human Machine Interface [6] คืออุปกรณ์ ที่ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางระหว่างเครื่องจักรและมนุษย์ HMI คืออุปกรณ์ (device) ที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ควบคุม (Controller device) เช่น พีแอลซี CNC, Motion controller เป็นต้น ดังนั้น HMI ไม่ใช่อุปกรณ์ประเภท Controller ตัวอย่างการใช้ HMI เบื้องต้นมีดังนี้

1. ใช้แสดงผลกราฟิก เช่นหลอดไฟ ตัวเลข ข้อความ รูปภาพ ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ใช้จอแสดงผลกราฟิก

(ที่มา: <https://plcsanook.com>)

2. ใช้แทนฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เช่นสวิตช์ปุ่มกด สวิตช์ตัวเลข โดยการใช้สวิตช์กราฟิกที่หน้าจอเอชเอ็มไอ (HMI)

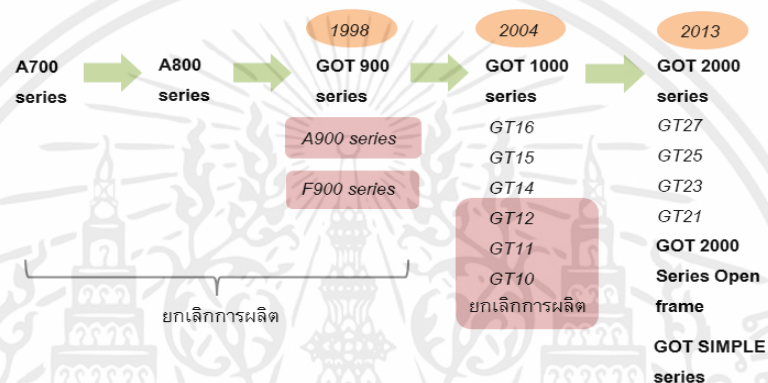
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลดค่าใช้จ่ายทางด้านฮาร์ดแวร์ และลดพื้นที่ของตู้คอนโทรล เนื่องจากการใช้ สวิตช์และหลอดไฟจริงจะเปลืองพื้นที่ โดย HMI สามารถเขียนอุปกรณ์กราฟฟิกได้เป็นจำนวนมากและ เขียนได้หลาย ๆ หน้า

เอชเอ็มไอจะมีวามหมายเดียวกับทัชสกรีนซึ่งสามารถเรียกได้หลายแบบเอชเอ็มไอมีหลาย ๆ แปรนด ซึ่งแต่ละแปรนดอาจจะมีคำเรียกเฉพาะได้สำหรับ Mitsubishi นั้นจะเรียก HMI ว่า GOT ย่อมาจาก Graphic Operation Terminal

2.4.1 ประเภทของหน้าจอทัชสกรีนก๊อต (GOT)

ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันหน้าจอทัชสกรีน GOT มีการผลิตมาแล้วหลายรุ่น หลายซีรีส์ดัง รูปที่ 2.12

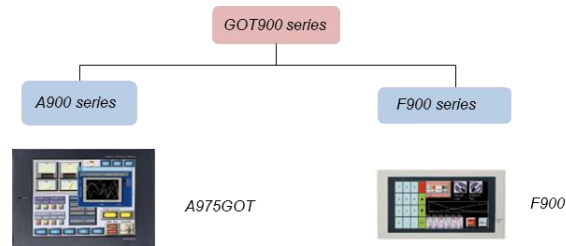


รูปที่ 2.12 รุ่นและปีที่ผลิตหน้าจอ
(ที่มา: <https://plasanook.com>)

จีโอที(GOT) ยุคแรกๆ คือ A700 series, A800 series และ GOT 900 series ยกเลิกการผลิตแล้ว A700 และ A800 ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับปีที่ผลิต ส่วนซีรีส์ที่มีการผลิตปัจจุบันคือ GOT 1000, GOT 2000, GOT2000 Series Open frame uaz GOT SIMPLE series

หน้าจอทัชสกรีนรุ่น GOT 900

เริ่มผลิตเมื่อปี ค.ศ. 1998 แบ่งเป็นสอง series คือ A900 series และ F900 series, ดังแสดงในรูปที่ 2.13 โดยจะแบ่งเป็นรุ่นย่อย ๆ อีกที่



รูปที่ 2.13 หน้าจอทัชสกรีนรุ่น GOT 900
(ที่มา: <https://plcsanook.com>)

หน้าจอทัชสกรีนรุ่น GOT 1000

เริ่มผลิตเมื่อปี ค.ศ. 2004 เป็นรุ่นที่มีการใช้งานมากที่สุดในปัจจุบัน แบ่งเป็นรุ่นย่อย 6 รุ่นคือ GT16, GT15, GT14, GT13, GT11 และ GT10 โดยแต่ละรุ่นจะมีความต่างกันเช่น ขนาดหน้าจอ ความละเอียดของหน้าจอ, ฟังก์ชันการใช้งาน เป็นต้น โดย GOT1000 ซึ่งจะเริ่มทยอยยกเลิกการผลิตบ้างแล้ว รุ่นที่ยกเลิกการผลิตแล้วคือ GT15 (บางรุ่น) GT12, GT11 และ GT10 สำหรับรายละเอียดเบื้องต้นของ GOT1000 รุ่นต่าง ๆ ดังนี้

รุ่นจีโอทีสิบหก (GT16) คือ GOT แบบ Advance model โดยจะมีฟังก์ชันให้ใช้งานมากที่สุด พร้อมกับฟังก์ชัน multimedia ซึ่งจะมีขนาดของหน้าจอตั้งแต่ 5.7 ถึง 15 นิ้ว และเป็น GT16 แบบ Handy ดังรูปที่ 2.18 ซึ่งเป็น GOT ที่ออกแบบให้ใช้ถือแบบรีโมท GOT แบบ Handy มีเฉพาะรุ่น GT16, GT14 และ GT11



รูปที่ 2.14 หน้าจอทัชสกรีนรุ่น GT 16
(ที่มา : <https://plasanook.com>)

รุ่นจีโอทีสิบห้า (GT15) คือ GOT ที่มีฟังก์ชันระดับสูงรองลงมาจาก GT16 เป็น GOT ระดับกลาง ค่อนข้างสูง มีราคาประหยัดกว่า GT16 มีขนาดหน้าจอตั้งแต่ 5.7 ถึง 15 นิ้ว

รุ่นจีโอทีสิบสี่ (GT14) คือ GOT รุ่นมาตรฐาน เหมาะสำหรับงานด้าน Network มีฟังก์ชันระดับสูง ให้ใช้ ราคาประหยัดกว่า GT16 และ GT15 มีขนาดหน้าจอ 5.7 นิ้ว มี interface ให้ใช้มากมายรวมทั้ง พอร์ตแบบ Ethernet มี พอร์ต USB mini-B อยู่ด้านหน้าเฟรมดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 หน้าจอทัชสกรีนรุ่น GT 14
(ที่มา : <https://plcsanook.com>)

รุ่นจีไอทีลิปสอง (GT12) คือ GOT ที่มีฟังก์ชันระดับกลาง แต่มีขนาดหน้าจอใหญ่ โดยมีขนาดหน้าจอ 8.4 และ 10.4 นิ้ว

รุ่นจีไอทีลิปเอ็ด (GT11) คือ GOT ที่มีฟังก์ชันระดับกลาง เหมาะกับงานระดับกลาง มีขนาดหน้าจอ 5.7 นิ้ว

รุ่นจีไอทีลิป (GT10) เป็น GOT ที่มีฟังก์ชันแบบพื้นฐาน เหมาะกับงานระดับพื้นฐาน มีขนาดหน้าจอ 3.7 ถึง 4.7 นิ้ว

หน้าจอทัชสกรีนรุ่น GOT2000

เริ่มผลิตเมื่อปี ค.ศ.2013 เป็น HMI ที่ทันสมัยกว่า GOT1000 มี screen display ที่ละเอียดและคมชัดกว่า GOT100 เป็นซีรีส์ที่กำลังทดแทน GOT100 GOT2000 แบ่งเป็นรุ่นย่อย 4 รุ่น คือ GT27, GT25, GT23 และ GT21 ลักษณะ body ของ GOT2000 มีสามแบบดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 หน้าจอทัชสกรีนรุ่น GOT 2000
(ที่มา : <https://plcsanook.com>)

GOT แบบทั่วไป เป็น GOT ที่มีขอบเฟรมหนา ลักษณะเฟรมเป็นแบบเดียวกับ GOT 1000

1. จีไอที (GOT) แบบ wild screen เป็น GOT ที่มี frame แต่ลดขนาดเฟรมให้เล็กลง เหมาะกับงานที่ต้องการใช้พื้นที่น้อย สำหรับรายละเอียดเบื้องต้นของ GOT2000 รุ่นต่าง ๆ มีดังนี้

จีทีอีลิปเจ็ด (GT27) คือ GOT แบบ Advance model มีฟังก์ชันให้ใช้งาน มากที่สุด สามารถกดหน้าจอสองจุดในเวลาเดียวกันได้ (multi-touch) มีขนาดหน้าจอตั้งแต่ 5.7-15 นิ้ว

จีทียี่สิบห้า (GT25) คือ GOT ที่ฟังก์ชันระดับสูงรองลงมาจาก GT27 เป็น GOT ระดับกลางค้อย ไปทางสูง มีราคาประหยัดกว่า GT 27 มีขนาดหน้าจอตั้งแต่ 5.7-1.2.1 นิ้ว

จีทียี่สิบสาม (GT23) คือ GOT ที่มีฟังก์ชันรองลงมาจาก GT27 และ GT25 เป็น AOT ระดับกลาง มีราคาประหยัดกว่า GT27 และ GT25 มีขนาดหน้าจอ 6.4 และ 10.4 นิ้ว

จีทียี่สิบเอ็ด (GT21) คือ GOT ที่มีฟังก์ชันแบบพื้นฐาน เหมาะกับงานระดับพื้นฐานมีขนาดหน้าจอ เล็กที่สุด มีขนาดหน้าจอ 3.8 ถึง 7 นิ้ว GOT2000 Series Open frame model

2. จีโอที (GOT) แบบ open frame นอกจากมีประโยชน์สำหรับลด พื้นที่ในการติดตั้งแล้วยังช่วยลดปัญหาจากการมีเฟรมเช่น ปัญหาฝุ่นเกาะ

GOT Simple series (GS Series)

จีโอทีแชมเพิลซีรี่ (GOT Simple series หรือ เรียกว่า G5 Series)

คือ GOT แบบราคาประหยัด โดยมีฟังก์ชันแบบปานกลางให้ใช้งานมีสองรุ่นคือ GS2110-WTBD และ GS2107-WTBD มี หน่วยความจำ 9 MB, มีพอร์ตสื่อสารแบบ built-in Ethernet ให้ ดังรูปที่ 2.17



GS2110-WTBD



GS2107-WTBD

รูปที่ 2.17 หน้าจอทัชสกรีน GOT รุ่นทดลอง

(ที่มา : <https://plcsanook.com>)

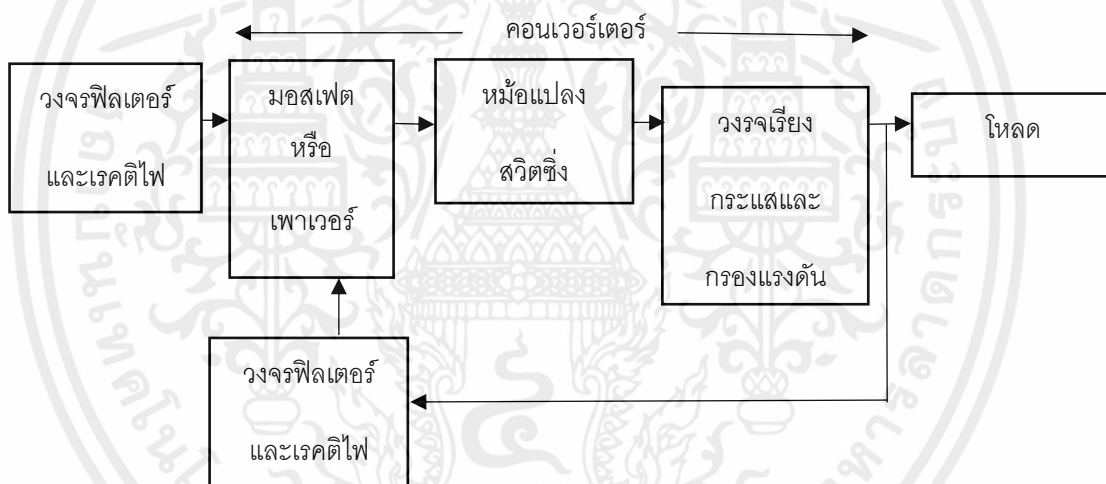
2.5 สวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) [6] เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดัน และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไปสลับโวลต์สูงให้เป็นแรงดันไฟตรงค่า เพื่อใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกันแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น (Linear Power Supply) ถึงแม้เพาเวอร์ซัพพลายทั้งสองแบบจะต้องมีการใช้หม้อแปลงในการลดทอนแรงดันสูงให้เป็นแรงดันต่ำเช่นเดียวกัน แต่สวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะต้องการใช้หม้อแปลงที่มีขนาดเล็ก และน้ำหนักน้อย เมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น อีกทั้งสวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าอีกด้วย สวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะมีเสถียรภาพในการทำงานที่ต่ำกว่าและก่อให้เกิด สัญญาณรบกวนได้สูงเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น รวมทั้งสวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมี ความซับซ้อนของวงจรมากกว่าและมีราคาสูง ที่กำลัง

งานต่ำๆ แหล่งจ่ายไฟเชิงเส้นจะประหยัดกว่า และให้ผลดีเท่าเทียมกัน ดังนั้นสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายจึงมักนิยมใช้กันในงานที่ต้องการกำลังงานอิเล็กทรอนิกส์

2.5.1 หลักการทำงานของสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย

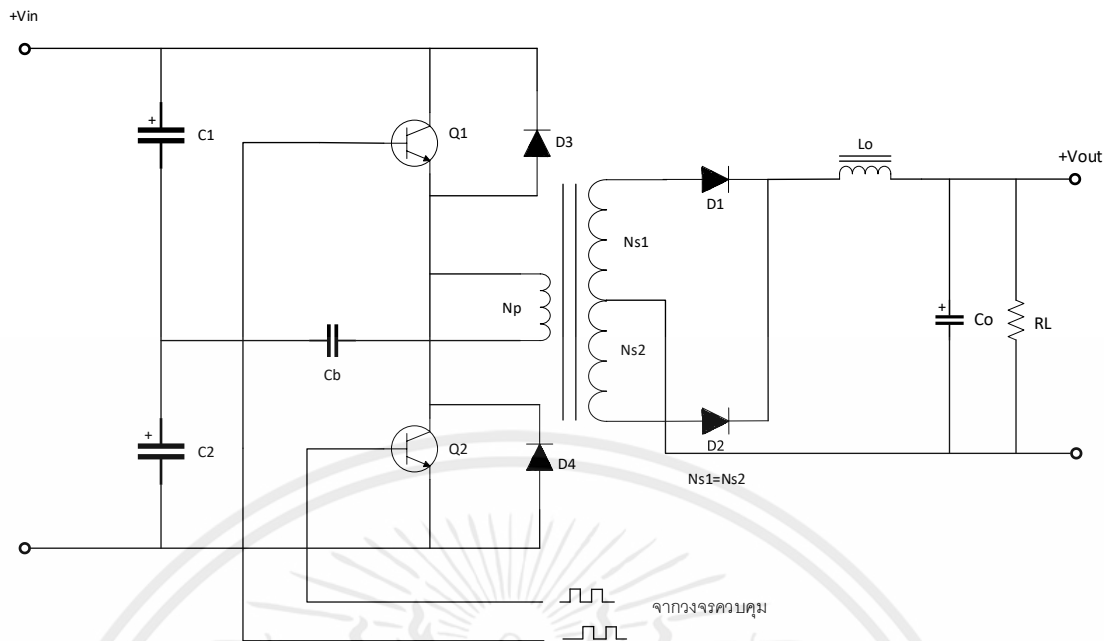
สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายโดยทั่วไปมีองค์ประกอบพื้นฐานที่คล้ายคลึงกัน และไม่ซับซ้อนมาก สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายจะอยู่ที่คอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากทำหน้าที่ทั้งลดทอนแรงดันและคงค่าแรงดันเอาต์พุตด้วย องค์ประกอบต่าง ๆ ทำงานตามลำดับ แรงดันไฟสลับค่าสูงจะผ่านเข้ามาทางวงจรฟิลเตอร์ เพื่อกรองสัญญาณรบกวนและแปลงเป็นไฟตรงค่าสูงด้วยวงจรเรกติไฟเออร์ เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะทำงานเป็นเพาเวอร์คอนเวอร์เตอร์โดยการตัดต่อแรงดันเป็นช่วง ๆ จากนั้นจะผ่านไปยังหม้อแปลงสวิตซ์เพื่อลดแรงดันลง เอาต์พุตของหม้อแปลงจะต่อกับวงจรเรียงกระแสและกรองแรงดันให้เรียบ การคงค่าแรงดันจะทำได้โดยการป้อนกลับค่าแรงดันที่เอาต์พุตกลับมายังวงจรควบคุม เพื่อควบคุมให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นำกระแสมากขึ้นหรือน้อยลงตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่เอาต์พุต ซึ่งจะมีผลทำให้แรงดันเอาต์พุตคงที่ได้ ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย

2.6 ฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Half-bridge Converter)

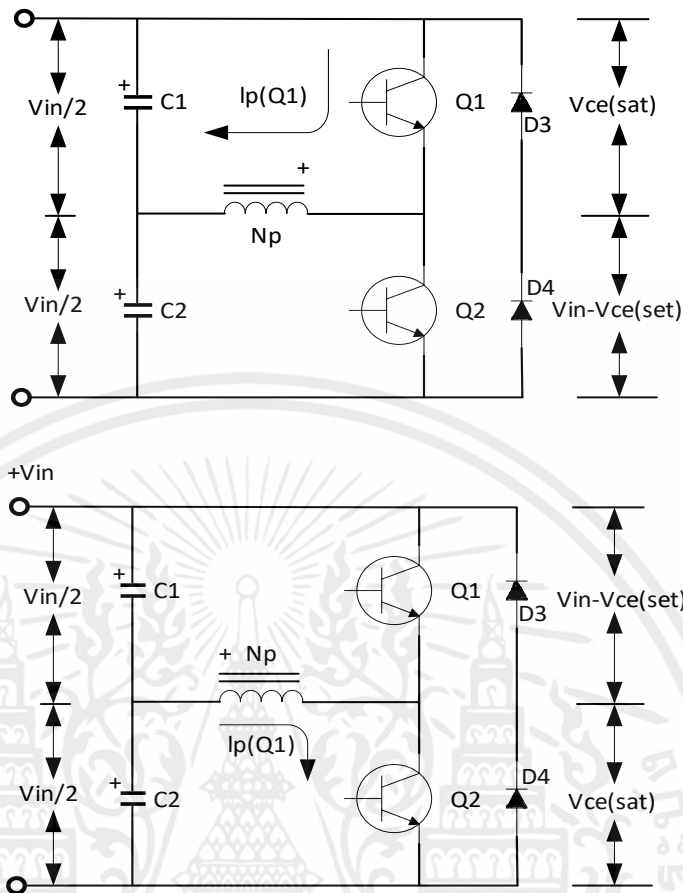
ฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ เป็นคอนเวอร์เตอร์ที่อยู่ในตระกูลเดียวกับ Push - Pull Converter แต่ลักษณะการจัดวงจรจะทำให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในวงจรมีแรงดันตกคร่อมขณะหยุดนำกระแสเพียงค่าแรงดันอินพุตเท่านั้น ทำให้ลดข้อจำกัดเมื่อใช้กับระบบแรงดันไฟสูงให้มากกว่ารวมทั้งยังไม่มีปัญหาการไม่สมมาตรของฟลักซ์ในแกนเฟอร์ไรต์ของหม้อแปลงได้ด้วย



รูปที่ 2.19 วงจรฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Half - Bridge Converter)

วงจรพื้นฐานของฮาล์ฟบริดจ์คอนเวอร์เตอร์แสดงไว้ในรูปที่ 2.25 การทำงานเป็นดังต่อไปนี้ ตัวเก็บประจุ C และ C3 ถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากัน ต่ออนุกรมกันอยู่ทางด้านอินพุตเพื่อแบ่งครึ่งแรงดันแรงดันตกคร่อม C และ C5 จึงมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของแรงดันที่อินพุต เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q) จะสลับกันทำงานคนละครึ่งคาบเวลาเช่นเดียวกับพุ่ม พูลคอนเวอร์เตอร์

เพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณาวงจร จะพิจารณาในกรณีที่ไม่มีตัวเก็บประจุที่อยู่ในวงจร โดยให้ปลายขดไพรมารี ที่ต่ออยู่นั้น ต่อโดยตรงเข้ากับจุดต่อระหว่างตัวเก็บประจุ และ Ca ดังแสดงในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 การนำกระแสของทรานซิสเตอร์ขณะ Q_1 นำกระแส (ล่าง) การนำกระแสของทรานซิสเตอร์ขณะ Q_2 นำกระแส

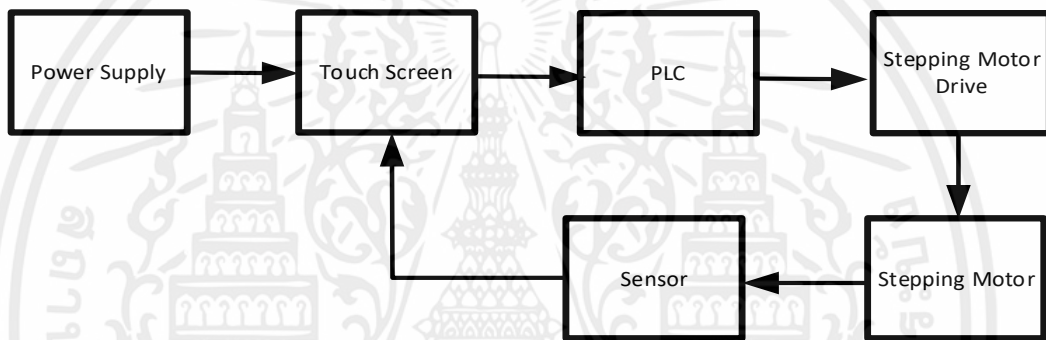
จากรูปที่ 2.20 เมื่อ Q_1 เริ่มนำกระแส และ Q_2 ไม่นำกระแส แรงดันตกคร่อม Q_2 จะมีค่าเท่ากับ $V_{in} - V_{ce(set)}$ ส่วนแรงดันตกคร่อมของไพรมารี N_p จะมีค่าเท่ากับ $V_a - V_{ce(sat)}$ หรือมีค่าเท่ากับ $V_{in}/2 - V_{ce(sat)}$ นั่นเอง ในทำนองเดียวกัน เมื่อ Q_2 นำกระแส และ Q_1 ไม่นำกระแส แรงดันตกคร่อม Q_1 จะมีค่าเท่ากับ $V_{in} - V_{ce(set)}$ เช่นเดียวกัน แรงดันตกคร่อมที่ขดไพรมารี N_p จะยังคงมีค่าเท่ากับ $V_{in}/2 - V_{ce(set)}$ เนื่องจาก $V_{ce(set)}$ มีค่าประมาณ 0.5-1 โวลต์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแรงดันตกคร่อม Q_1 และ Q_2 ขณะหยุดนำกระแสจะมีค่าเพียงแรงดันอินพุตเท่านั้น ผลของการทำงานของ Q_1 และ Q_2 ที่ด้านเซกชันดาร์รี่จะมีลักษณะเดียวกันกับพุก-พุลคอนเวอร์เตอร์

บทที่ 3

การออกแบบ

ในบทความนี้จะกล่าวถึงการออกแบบ เครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งจะมีการออกแบบ โครงสร้างของเครื่อง การออกแบบการทำงานของเครื่อง การออกแบบหน้าจอสกรีนของเครื่องเพื่อ ไปควบคุมพีแอลซี

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

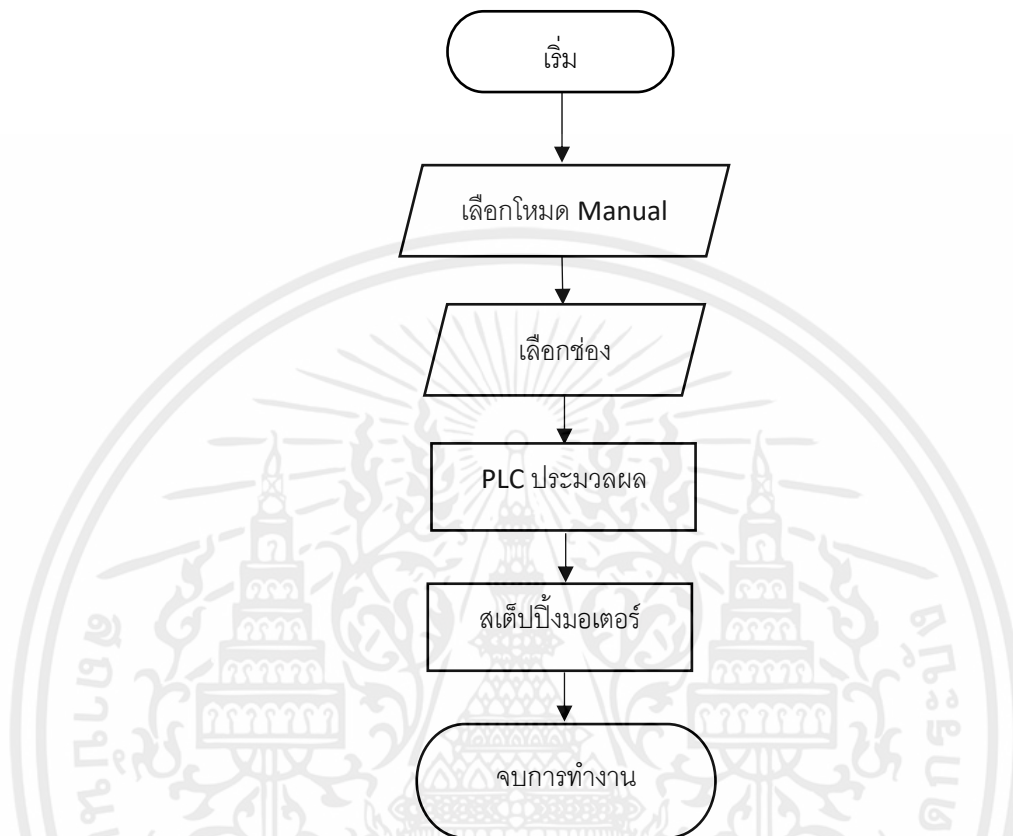


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.1 แสดงถึงลำดับการทำงานของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติโดยจะมีการทำงาน เริ่มจากจอทัชสกรีนเป็นตัวสั่งการเลือกจุดที่จะนำกล่องไปจัดเก็บโดยจะมีการเลือกเป็น 2 แบบ คือ แบบอัตโนมัติหรือแบบกึ่งอัตโนมัติ ในแบบอัตโนมัติจะมีรูปแบบในการจัดเก็บกล่อง กดเลือกรายการ วางกล่องหน้าจอทัชสกรีนจะส่งสัญญาณให้พีแอลซี ในตัวพีแอลซีจะเขียนโปรแกรมไว้แล้ว พีแอลซีจะ ส่งสัญญาณให้สเต็ปป์ไดรฟ์ขับเคลื่อนมอเตอร์ เมื่อจัดเก็บกล่องตรงตำแหน่งที่กำหนดไว้ เซ็นเซอร์จะตรวจจับวัตถุ หลังจากนั้นเซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณไปยังหน้าจอทัชสกรีนเพื่อแสดงสถานะ ว่ามีกล่องวางในจุดแล้ว เมื่อวางชั้นแรกเต็มแล้วจะวางชั้นที่ 2 และชั้น 3

3.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงาน

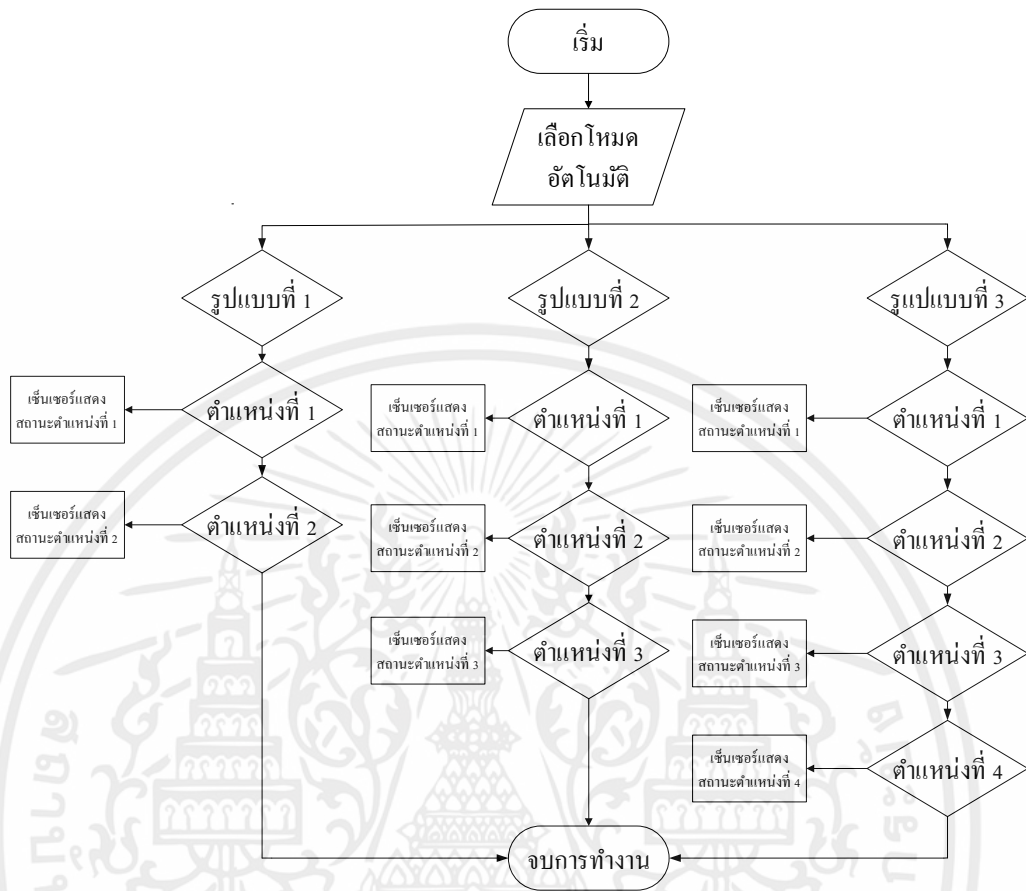
โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโหมดกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโหมดกึ่งอัตโนมัติ

โฟลว์ชาร์ตของการทำงานโหมดกึ่งอัตโนมัติ เลือกปุ่มเมนูที่หน้าจอทัสกรีน เลือกโหมด Manual เลือกตำแหน่งที่ต้องการวางกล่อง จากนั้นหน้าจอทัสกรีนจะส่งสัญญาณให้พีแอลซีประมวลผล เพื่อส่งสัญญาณให้สแต็ปปีงไดร์เวอร์ขับเคลื่อนสแต็ปปีงมอเตอร์วางกล่องตามตำแหน่งที่เลือก จากนั้นแกนการเคลื่อนที่ทุกแกนจะกลับมายังจุดเริ่มต้นเพื่อรอการวางกล่องในตำแหน่งต่อไป

โฟรซาร์ทการทำงานของโหมดอัตโนมัติ



รูปที่ 3.3 โฟรซาร์ทการทำงานของโหมดอัตโนมัติ

การทำงานของโฟรซาร์ทโหมดอัตโนมัติ เข้าเมนู เลือก AUTO เลือกรูปแบบในการจัดเก็บกล่อง มีทั้งหมด 3 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 สามารถวางกล่องได้ 2 กล่อง รูปแบบที่ 2 สามารถวางกล่องได้ 3 กล่อง รูปแบบที่ 3 สามารถวางกล่องได้ 4 กล่อง เมื่อเลือกรูปแบบแล้ว หน้าจอที่สกกรีนจะสั่งให้พีแอลซีจะส่งสัญญาณให้สเต็ปป์ไดร์เวอร์ขับเคลื่อนมอเตอร์วางกล่องตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

3.3 การออกแบบหน้าจอที่สกกรีน

โดยการออกแบบหน้าจอที่สกกรีนของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติโดยใช้โปรแกรม SKTOOL หน้าต่างหลักของโปรแกรมนั้นจะมีเมนูอยู่เมื่อทำการกดปุ่มเมนูจะไปยังหน้าถัดไปจะเป็นหน้าต่างโหมดการทำงานของเครื่อง ดังรูป 3.4 และรูปที่ 3.5

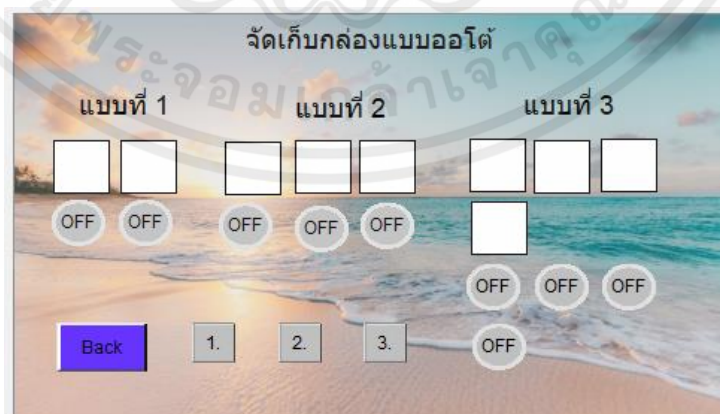


รูปที่ 3.4 หน้าต่างหลักของหน้าจอทัชสกรีน



รูปที่ 3.5 หน้าต่างโหมดการทำงานของเครื่อง

หน้าต่าข้่าต้้นมีรูปแบบในการจัดเก็บกล่อ่ง มี 2 โหมดคือ โหมด Auto และโหมด Manual และมีปุ่ม Set Origin เพื่อกดให้แกนนทุกแกนกลับมายังจุดเริ่มต้น



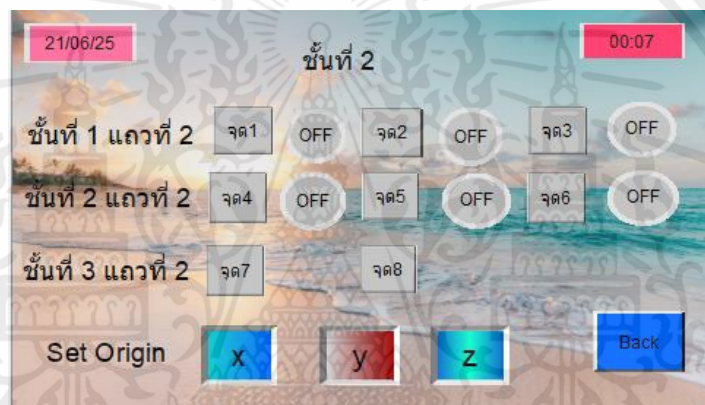
รูปที่ 3.6 หน้าต่า เลือกรูปแบบในการจัดเก็บกล่อ่งแบบออโต้ แบบที่ 1 สามารถวางกล่อ่งได้ 2 กล่อ่ง

รูปแบบที่ 2 สามารถวางได้ 3 กล่อ่ง และรูปแบบที่ 3 สามารถวางได้ 4 กล่อ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

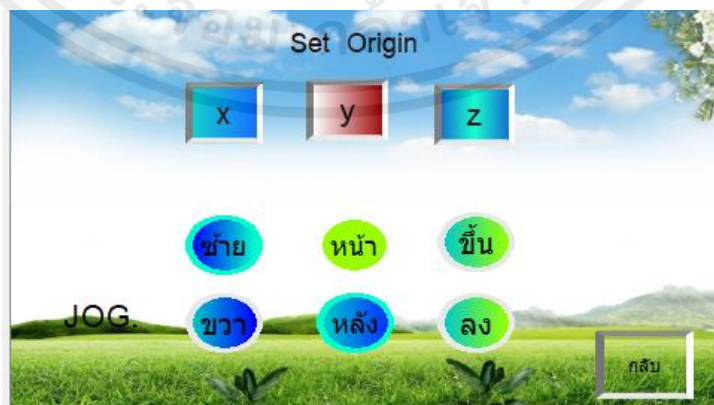


รูปที่ 3.7 หน้าต่างเลือกรูปแบบจัดเก็บกล่องชั้นที่ 1 แถวที่ 1 และชั้นที่ 2 แถวที่ 1 และชั้นที่ 3 แถวที่ 1



รูปที่ 3.8 หน้าต่างเลือกรูปแบบจัดเก็บกล่องชั้นที่ 1 แถวที่ 2 และชั้นที่ 2 แถวที่ 2 และชั้นที่ 3 แถวที่ 2

เมื่อกดเลือกปุ่ม Set Origin ก็จะขึ้นหน้าต่างเซตค่าของมอเตอร์ในแต่ละแกน

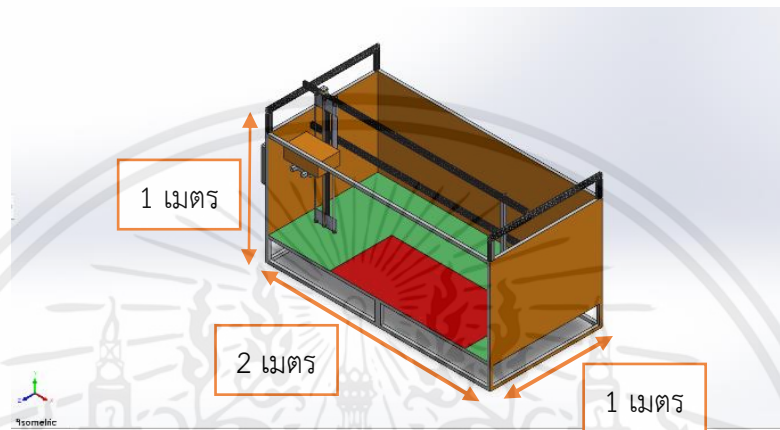


รูปที่ 3.9 หน้าต่างของการกลับจุดเริ่มต้นของสเต็ปมอเตอร์

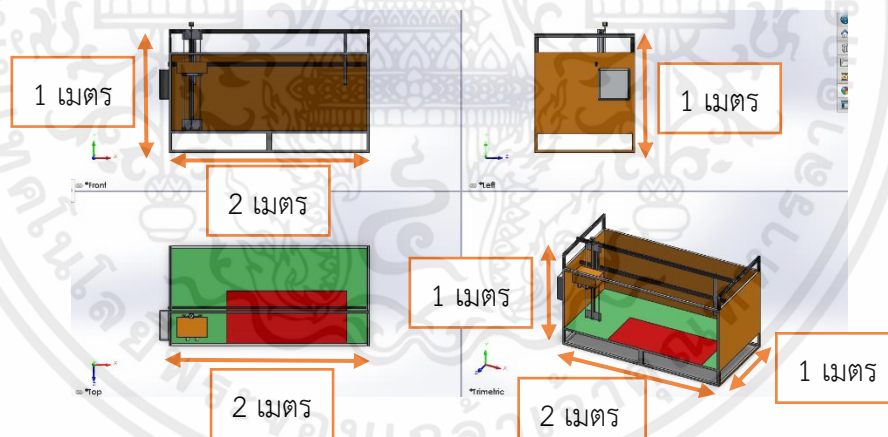
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง

ในการออกแบบโครงสร้างของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ ในโปรแกรม Solidwork มีขนาด $(1 \times 2 \times 1)$ เมตร ตามที่ออกแบบ ดังรูปที่ 3.10 ในแต่ละตำแหน่งจะสามารถเก็บกล่องขนาด $(20 \times 30 \times 11)$ เซนติเมตร หรือกล่องขนาดมาตรฐาน (C) โครงสร้างเหล็กใช้เหล็กขนาด (1×1) นิ้ว

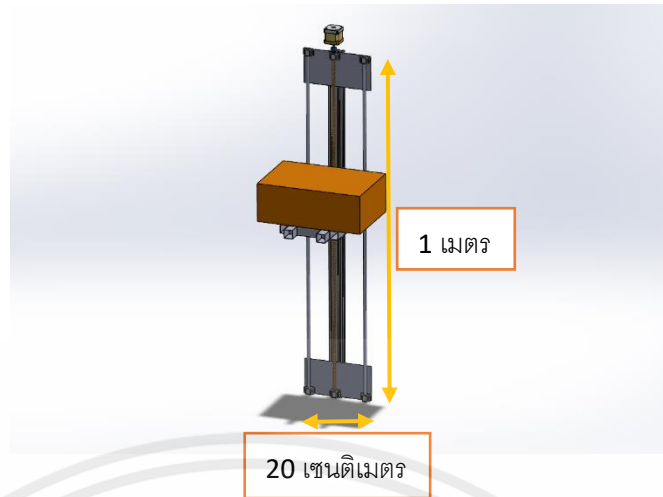


รูปที่ 3.10 รูปโครงสร้างของเครื่อง

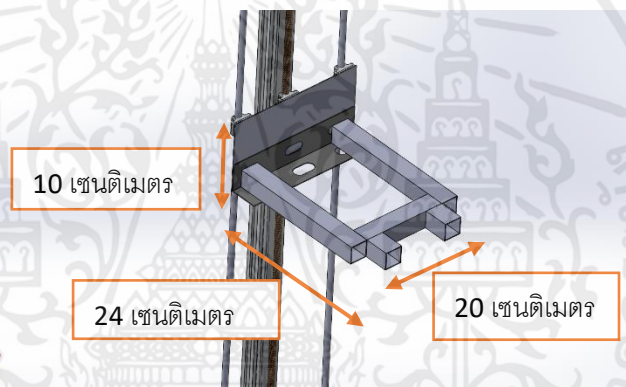


รูปที่ 3.11 รูปด้านหน้า ด้านข้าง ด้านบน และรูปแบบไอโซเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

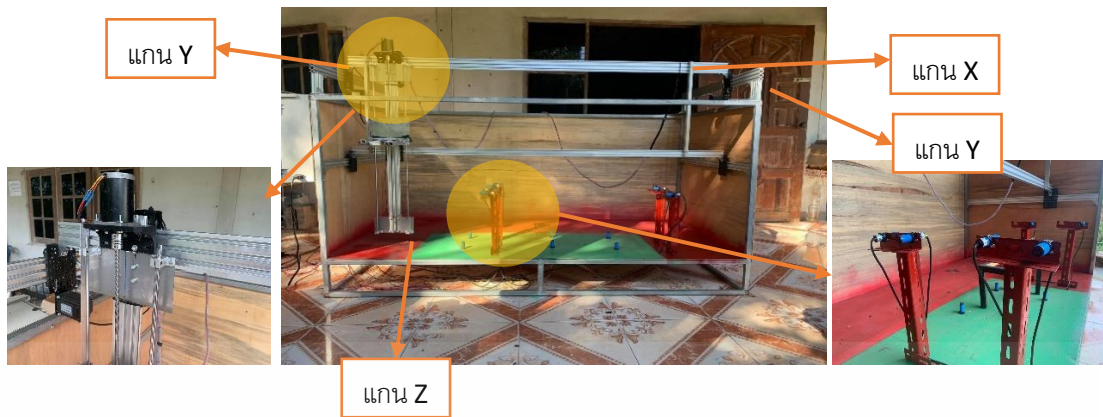


รูปที่ 3.12 แกน Z เป็นแกนยกกล่องขึ้นและยกกล่องลง



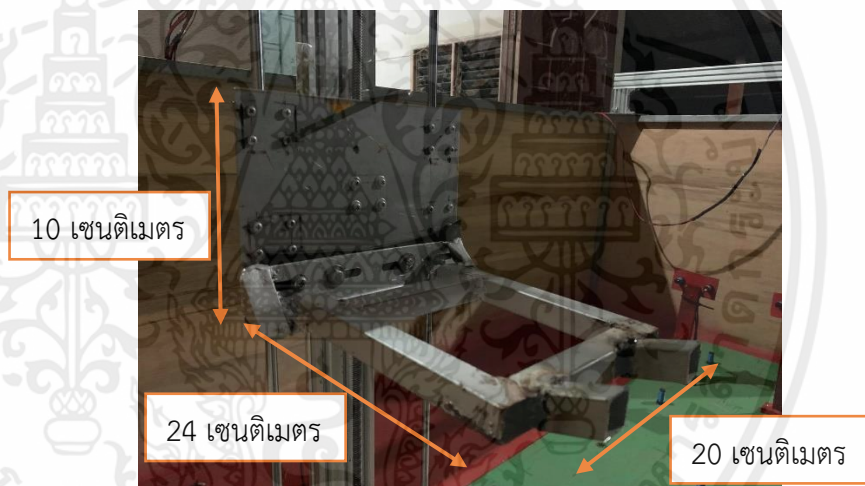
รูปที่ 3.13 แท่นยกกล่อง มีขนาด (24 × 20 × 10) เซนติเมตร

เครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติจริง แกน Z เคลื่อนที่ขึ้นลงเป็นแกนที่นำกล่องไปวางไว้ที่ตำแหน่งที่กำหนด แกน Y เคลื่อนที่ในแนวตั้งมีทั้งหมด 2 ฟันของตัวเครื่อง เพื่อออกแบบให้รับน้ำหนักของแกน Z และแกน X ได้ แกน X เคลื่อนที่ในแนวนอนจะเคลื่อนที่พาแกน Z ไปที่ตำแหน่งที่กำหนด ออกแบบให้ตั้งอยู่บนแกน Y ดังรูปที่ 3.14



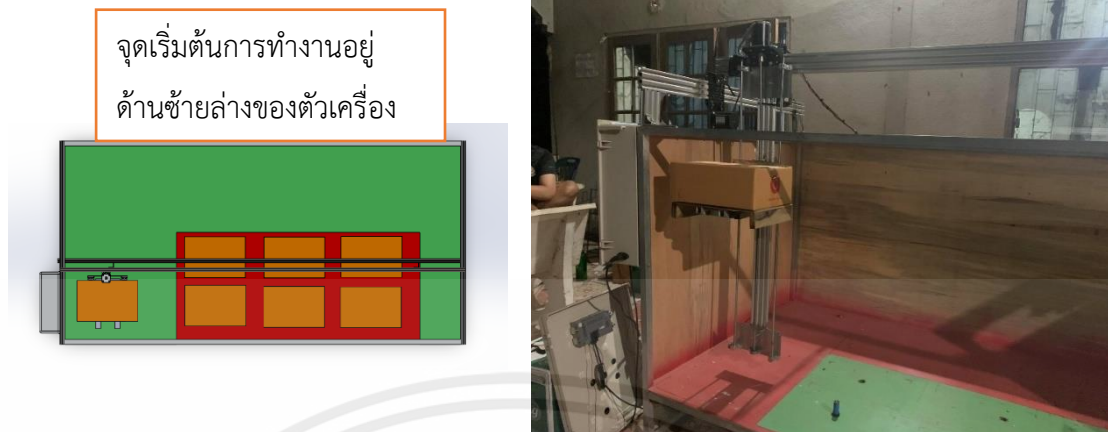
รูปที่ 3.14 เครื่องจัดเก็บกล่องจริง

ชุดยกกล่องใช้เหล็กขนาด (1 × 1) นิ้ว มีขนาด (20 × 24 × 10) เซนติเมตร สามารถรับน้ำหนักได้ 5 กิโลกรัม ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ชุดยกกล่องจริง

จุดเริ่มต้นการทำงานของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ แกนการเคลื่อนที่ของ สเต็ปปีงมอเตอร์ทุกแกนจะอยู่ในจุดเริ่มต้น ซึ่งอยู่ด้านซ้ายบนของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.16 จุดเริ่มต้นการทำงาน

3.5 การเลือกใช้สตีปิ้งมอเตอร์

การคำนวณสตีปิ้งมอเตอร์ [7] ที่ใช้เคลื่อนที่วางกล่องต้องมีความแม่นยำสูงในเรื่องของตำแหน่งการเคลื่อนที่ของการวางกล่อง การวางกล่องนั้นอาจไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรถ้าไม่มีการคำนวณ สตีปิ้งมอเตอร์อาจจะรับน้ำหนักไม่ไหวหรืออาจจะมีประสิทธิภาพในการรับน้ำหนักและเคลื่อนที่เร็วเกินไป อาจจะทำให้ชิ้นงานเสียหายได้ ดังนั้นการคำนวณเลือกสตีปิ้งมอเตอร์จึงมีความสำคัญมาก สามารถคำนวณตามสมการที่ 3.1

$$\text{Torque} = \frac{F \times p}{2\pi \times C} \quad (3.1)$$

เมื่อ Torque คือ แรงบิดที่ต้องใช้
 F คือ แรงที่ต้องใช้ขณะแรงฝืด
 P คือ Screw Pitch (M) ใช้ระยะพิท 5 มิลลิเมตร
 e คือ ประสิทธิภาพของสายพาน เท่ากับ 80 %

$$F = (M \times g \times Fc) \quad (3.2)$$

เมื่อ M คือ มวลของแกนและมอเตอร์ที่เคลื่อนที่
 g คือ แรงโน้มถ่วงของโลก มีค่าเท่ากับ $9.8 \frac{m}{s^2}$
 Fc คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของรางสไลด์อลูมิเนียมโพรไฟล์ แบบ V-Slot
 เท่ากับ 0.003

ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F = (20 \text{ kg} \times 9.8 \times 0.003)$$

$$F = 0.588 \text{ N}$$

ดังนั้นจะได้ค่า Torque

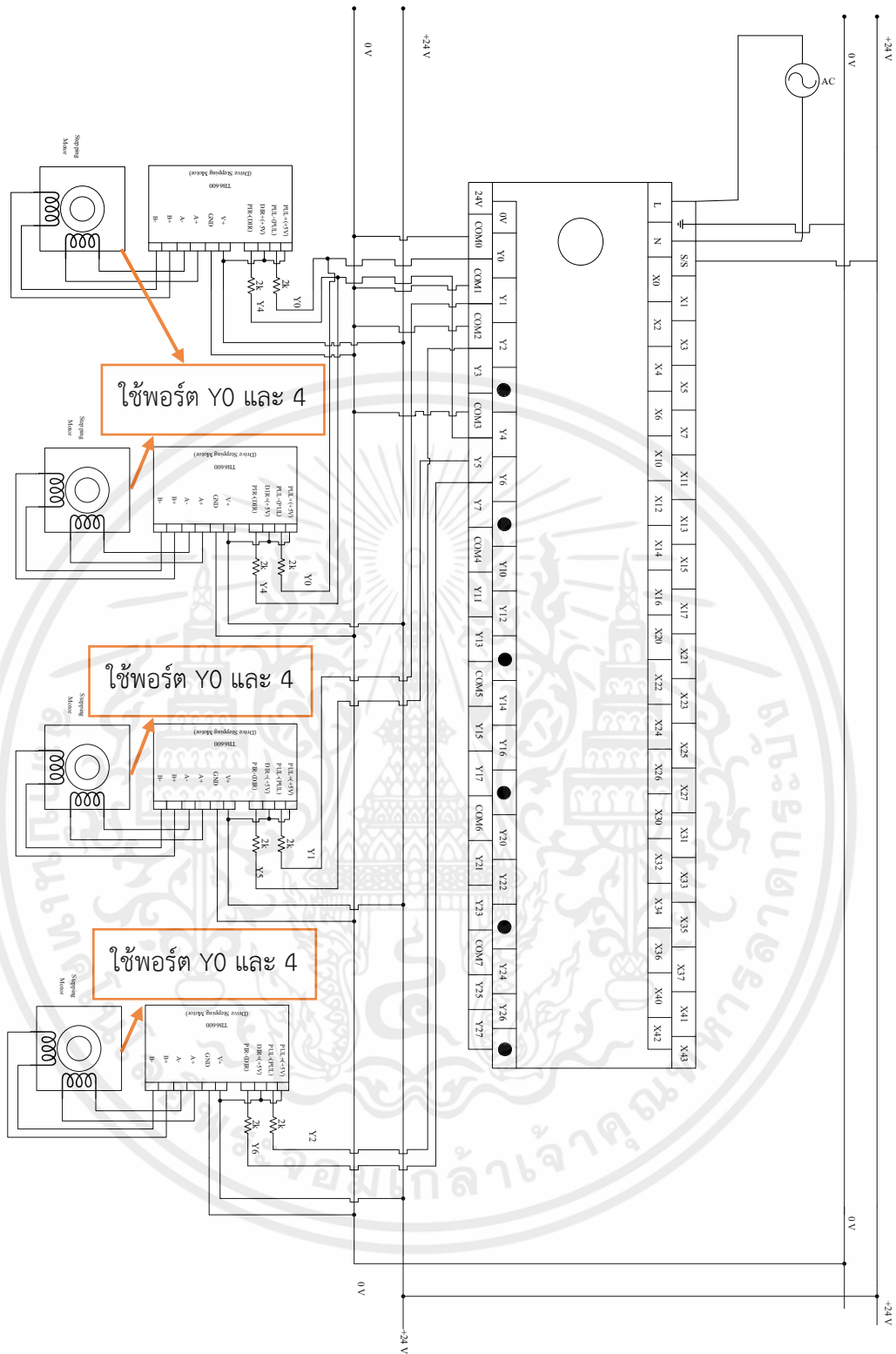
$$\text{Torque} = \frac{0.588 \times 0.2 \text{ cm}}{2 \times 3.14 \times 0.08}$$

$$\text{Torque} = 0.234 \text{ Ncm}$$

จากการคำนวณได้ค่าทอร์กเท่ากับ 2.34 mNm ดังนั้นการเลือกใช้สเต็ปปีงมอเตอร์ต้องมีค่าทอร์กมากกว่า 2.34 mNm โดยเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติใช้สเต็ปปีงมอเตอร์ OUKEDA MOTOR เบอร์ OK57DL76-4004A 190 Ncm และกระแสสูงสุด 2.8 แอมแปร์

3.6 วงจรรวมเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ

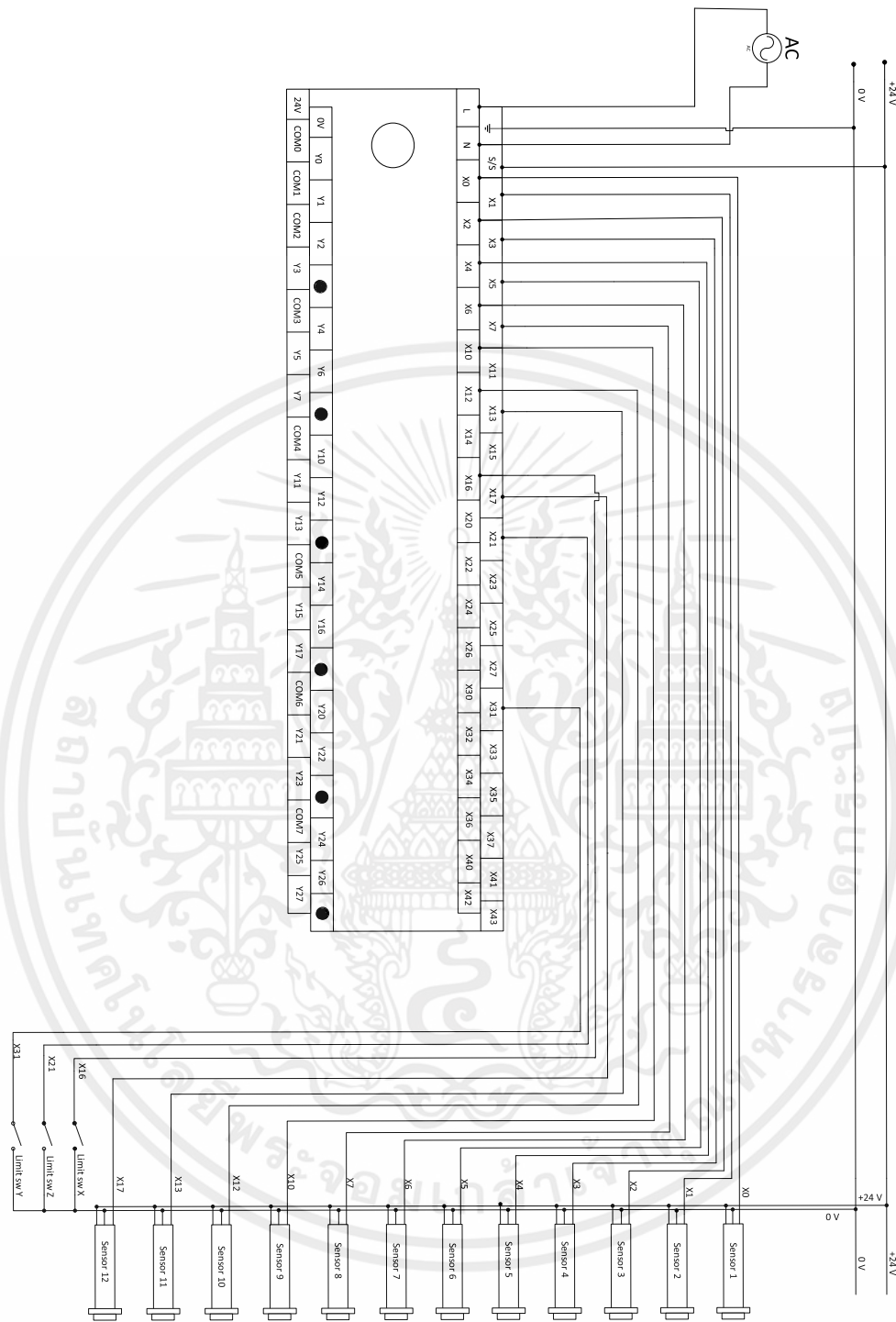
วงจรรวมเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ เป็นการต่อการใช้งานพีแอลซีกับอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยมีพีแอลซีเป็นหน่วยประมวลผลหลักในการทำงานตามเงื่อนไข โดยสั่งการทำงานในโหมดการทำงานต่าง ๆ ผ่านหน้าจอตชกรีน มีโหมดการทำงาน 2 โหมดด้วยกันคือ โหมดอัตโนมัติและโหมดกึ่งอัตโนมัติ เมื่อสั่งการทำงานจากหน้าจอตชกรีนแล้ว พีแอลซีจะประมวลผลและสั่งให้ไดร์เวอร์สเต็ปปีงมอเตอร์ขับเคลื่อนให้สเต็ปปีงมอเตอร์เคลื่อนที่ไปที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ จากนั้นเซ็นเซอร์จะตรวจจับวัตถุและนำค่าไปแสดงผลที่หน้าจอตชกรีน โดยจะแสดงเป็นสถานะ ON-OFF ถ้ามีสถานะออนจะมีไฟแจ้งสถานะเป็นสีเขียว ในโหมดอัตโนมัติ เมื่อเลือกรูปแบบที่กำหนดไว้แล้ว การทำงานจะเริ่มขึ้น พีแอลซีจะประมวลผลและสั่งให้ไดร์เวอร์สเต็ปปีงมอเตอร์ขับเคลื่อนให้สเต็ปปีงมอเตอร์เคลื่อนที่ไปที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ จากนั้นเซ็นเซอร์จะตรวจจับวัตถุและนำค่าไปแสดงผลที่หน้าจอตชกรีน โดยจะแสดงเป็นสถานะ ON-OFF ถ้ามีสถานะออนจะมีไฟแจ้งสถานะเป็นสีเขียว โดยจะทำตามเงื่อนไขเป็นชุดที่กำหนดไว้ เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานตามเงื่อนไขแล้ว สเต็ปปีงมอเตอร์ของแต่ละแกนจะกลับมาอยู่ในจุดเริ่มต้นอีกครั้ง เพื่อทำงานต่อไป ดังรูปที่ 3.17 รูปที่ 3.18 และรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.17 วงจรการต่อสแต็ปิ่งมอเตอร์กับพีแอลซี

จากรูป เป็นการต่อสแต็ปิ่งมอเตอร์กับพีแอลซี ที่พอร์ตเอาท์พุต สแต็ปิ่งมอเตอร์ของแกน X ใช้พอร์ต Y0 และ Y4 สแต็ปิ่งมอเตอร์แกน Y ใช้พอร์ต Y1 และ Y5 สแต็ปิ่งมอเตอร์แกน Z ใช้พอร์ต Y2 และ Y6

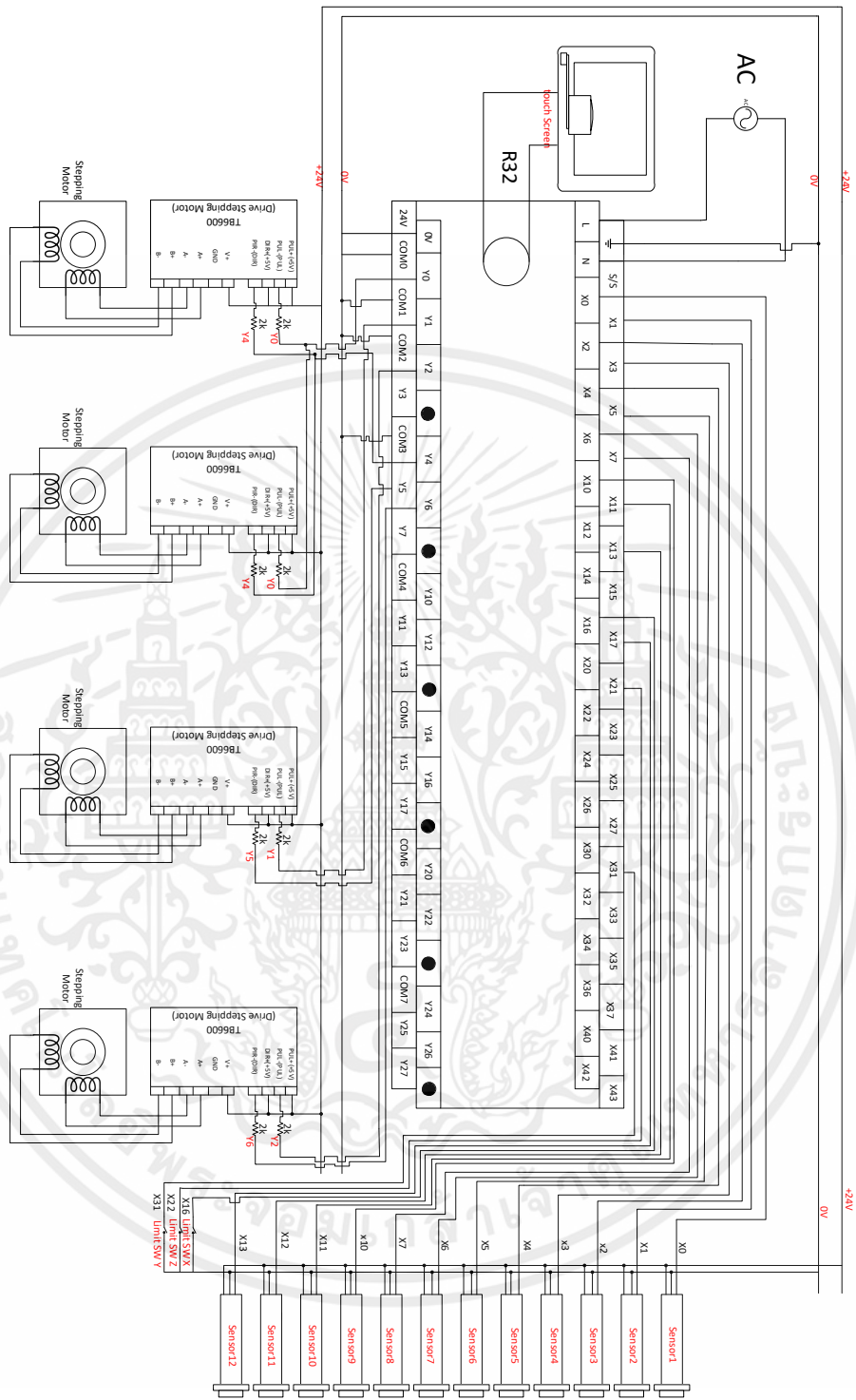
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 วงจรการต่อเซ็นเซอร์กับพีแอลซี

จากรูปจะเป็นการต่อเซ็นเซอร์กับลิมิตสวิสซ์โดยจะต่อเข้ากับพอร์ตอินพุทของพีแอลซี เซ็นเซอร์จะต่อเข้ากับพอร์ต X0, X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X10, X12, X13, X14 และ X17 ส่วน ลิมิตสวิสซ์จะต่อเข้ากับพอร์ต X16, X22 และ X31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 วงจรรวมเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ

เมื่อต่อสแต็ปมอเตอร์กับเซ็นเซอร์เสร็จแล้ว ให้ต่อหน้าจอตชสกกรีนเข้ากับพีแอลซีโดยใช้

สาย R32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการเคลื่อนที่ของสแต็ปปีงมอเตอร์ในการจัดวางกล่องของแต่ละตำแหน่งที่ต้องการจะวาง โดยจะแบ่งการทดสอบการวางกล่องออกเป็น 3 แขน ได้แก่ แขน X แขน Y และแขน Z การทดสอบการวางกล่องตามเงื่อนไขต่าง ๆ ในโหมดอัตโนมัติว่าสามารถวางกล่องตามรูปแบบที่กำหนดไว้หรือไม่ การทดสอบหาระยะเวลาในการวางกล่องของแต่ละตำแหน่งจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุดในการทำงานของสแต็ปปีงมอเตอร์

4.1 การทดลองการเคลื่อนที่

4.1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบการเคลื่อนที่ของสแต็ปปีงมอเตอร์ตรงกับการคำนวณหรือไม่ โดยใช้สูตรการคำนวณจากสมการที่ (4.1)

4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. กำหนดระยะที่ต้องการเคลื่อนที่
2. คำนวณจำนวนพัลส์ตามสูตรคำนวณที่ (4.1)
3. อัปโหลดโปรแกรมลงพีแอลซี
4. สั่งการทำงานและสังเกตการเคลื่อนที่ของสแต็ปปีงมอเตอร์
5. วัดระยะที่สแต็ปปีงมอเตอร์เคลื่อนที่
6. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 ตามแผนการเคลื่อนที่ที่

ทดลอง

$$\text{จำนวนพัลส์} = \frac{\text{ระยะที่ต้องการเคลื่อนที่ (mm)} \times \text{จำนวนพัลส์ในหนึ่งรอบ}}{\text{ระยะพิทของสายพาน(mm)}} \quad (4.1)$$

การควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน X

การทดสอบการหมุนของสแต็ปปีงมอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่กำหนด โดยคำนวณระยะของสแต็ปปีงมอเตอร์ที่ต้องการให้เคลื่อนที่ แล้วเปรียบเทียบกับระยะที่สแต็ปปีงมอเตอร์เคลื่อนที่จริงว่ามีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด จำนวนพัลส์ในหนึ่งรอบของแกน X เท่ากับ 4600 ระยะพิทของสายพานเท่ากับ 2 มิลลิเมตร และมีระยะเคลื่อนที่ของสแต็ปปีงมอเตอร์ คือ 1 เซนติเมตร 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร 40 เซนติเมตร 50 เซนติเมตร

60 เซนติเมตร 70 เซนติเมตร 80 เซนติเมตร 90 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร โดยการเคลื่อนที่
แกน X สามารถเคลื่อนที่ไกลที่สุด 170 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของแกน X

ครั้งที่	จำนวนพัลส์ที่คำนวณ	ระยะเคลื่อนที่จากการคำนวณ	ระยะเคลื่อนที่จริง
1	32,000	1 เซนติเมตร	1 เซนติเมตร
2	320,000	10 เซนติเมตร	10 เซนติเมตร
3	640,000	20 เซนติเมตร	20 เซนติเมตร
4	960,000	30 เซนติเมตร	30 เซนติเมตร
5	1,280,000	40 เซนติเมตร	40 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของแกน X (ต่อ)

ครั้งที่	จำนวนพัลส์ที่คำนวณ	ระยะเคลื่อนที่จากการคำนวณ	ระยะเคลื่อนที่จริง
6	1,600,000	50 เซนติเมตร	50 เซนติเมตร
7	1,920,000	60 เซนติเมตร	60 เซนติเมตร
8	2,240,000	70 เซนติเมตร	70 เซนติเมตร
9	2,560,000	80 เซนติเมตร	80 เซนติเมตร
10	2,880,000	90 เซนติเมตร	90 เซนติเมตร
11	3,200,000	100 เซนติเมตร	100 เซนติเมตร

จากตารางที่ 4.1 เห็นได้ว่า การควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน X ระยะเคลื่อนที่ของสเต็ปป์มอเตอร์จากการคำนวณและการเคลื่อนที่ของสเต็ปป์มอเตอร์เคลื่อนที่จริง โดยทำการทดสอบกับระยะทางจริง มีความแม่นยำและถูกต้อง

การควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน Y

การทดสอบการหมุนของสเต็ปป์มอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่กำหนด โดยคำนวณระยะของสเต็ปป์มอเตอร์ที่ต้องการให้เคลื่อนที่ แล้วเปรียบเทียบกับระยะที่สเต็ปป์มอเตอร์เคลื่อนที่จริงว่ามีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด จำนวนพัลส์ในหนึ่งรอบของแกน Y เท่ากับ 4600 ระยะพิทของสายพานเท่ากับ 2 มิลลิเมตร และมีระยะเคลื่อนที่ของสเต็ปป์มอเตอร์ คือ 1 เซนติเมตร 5 เซนติเมตร 10 เซนติเมตร 15 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 25 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร 35 เซนติเมตร 40 เซนติเมตร และ 45 เซนติเมตร โดยการเคลื่อนที่แนวแกน Y สามารถเคลื่อนที่ไกลที่สุด 63 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของแกน Y

ครั้งที่	จำนวนพัลส์ที่คำนวณ	ระยะเคลื่อนที่จากการคำนวณ	ระยะเคลื่อนที่จริง
1	32,000	1 เซนติเมตร	1 เซนติเมตร
2	160,000	5 เซนติเมตร	5 เซนติเมตร
3	320,000	10 เซนติเมตร	10 เซนติเมตร
4	480,000	15 เซนติเมตร	15 เซนติเมตร
5	640,000	20 เซนติเมตร	20 เซนติเมตร
6	800,000	25 เซนติเมตร	25 เซนติเมตร
7	960,000	30 เซนติเมตร	30 เซนติเมตร
8	1,120,000	35 เซนติเมตร	35 เซนติเมตร
9	1,280,000	40 เซนติเมตร	40 เซนติเมตร
10	1,440,000	45 เซนติเมตร	45 เซนติเมตร

จากตารางที่ 4.2 เห็นได้ว่าการควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน Y ระยะเคลื่อนที่ของสเต็ปป์มอเตอร์จากการคำนวณและการเคลื่อนที่ของสเต็ปป์มอเตอร์เคลื่อนที่จริง โดยทำการทดสอบกับระยะทางจริง มีความแม่นยำและถูกต้อง

การควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน Z

การทดสอบการหมุนของสเต็ปป์มอเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่กำหนด โดยคำนวณระยะของสเต็ปป์มอเตอร์ที่ต้องการให้เคลื่อนที่ แล้วเปรียบเทียบกับระยะที่สเต็ปป์มอเตอร์เคลื่อนที่จริงว่ามีความแม่นยำมากน้อยเพียงใด จำนวนพัลส์ในหนึ่งรอบของแกน Z เท่ากับ 4600 ระยะพิทของสายพานเท่ากับ 2 มิลลิเมตร และมีระยะเคลื่อนที่ของสเต็ปป์มอเตอร์คือ 1 เซนติเมตร 5 เซนติเมตร 10 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 30 เซนติเมตร 40 เซนติเมตร 50 เซนติเมตร 60 เซนติเมตร 70 เซนติเมตร และ 80 เซนติเมตร โดยการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z สามารถเคลื่อนที่ไกลที่สุด 93 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของแกน Z

ครั้งที่	จำนวนพัลส์ที่คำนวณ	ระยะเคลื่อนที่จากการคำนวณ	ระยะเคลื่อนที่จริง
1	32,000	1 เซนติเมตร	1 เซนติเมตร
2	160,000	5 เซนติเมตร	5 เซนติเมตร
3	320,000	10 เซนติเมตร	10 เซนติเมตร
4	640,000	20 เซนติเมตร	20 เซนติเมตร
5	960,000	30 เซนติเมตร	30 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ของแกน Z (ต่อ)

ครั้งที่	จำนวนพัลส์ที่คำนวณ	ระยะเคลื่อนที่จากการคำนวณ	ระยะเคลื่อนที่จริง
6	1,280,000	40 เซนติเมตร	40 เซนติเมตร
7	1,600,000	50 เซนติเมตร	50 เซนติเมตร
8	1,920,000	60 เซนติเมตร	60 เซนติเมตร
9	2,240,000	70 เซนติเมตร	70 เซนติเมตร
10	2,560,000	80 เซนติเมตร	80 เซนติเมตร

จากตารางที่ 4.3 เห็นได้ว่า การควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน Z ระยะเคลื่อนที่ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์จากการคำนวณและการเคลื่อนที่ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์เคลื่อนที่จริง โดยทำการทดสอบกับระยะทางจริง มีความแม่นยำและถูกต้อง

4.2 การทดลองการทำงานตามเงื่อนไขในโหมดอัตโนมัติ

4.2.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบการทำงานตามเงื่อนไขในโหมดอัตโนมัติ
2. เพื่อทดสอบการแสดงสถานะเซ็นเซอร์

4.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

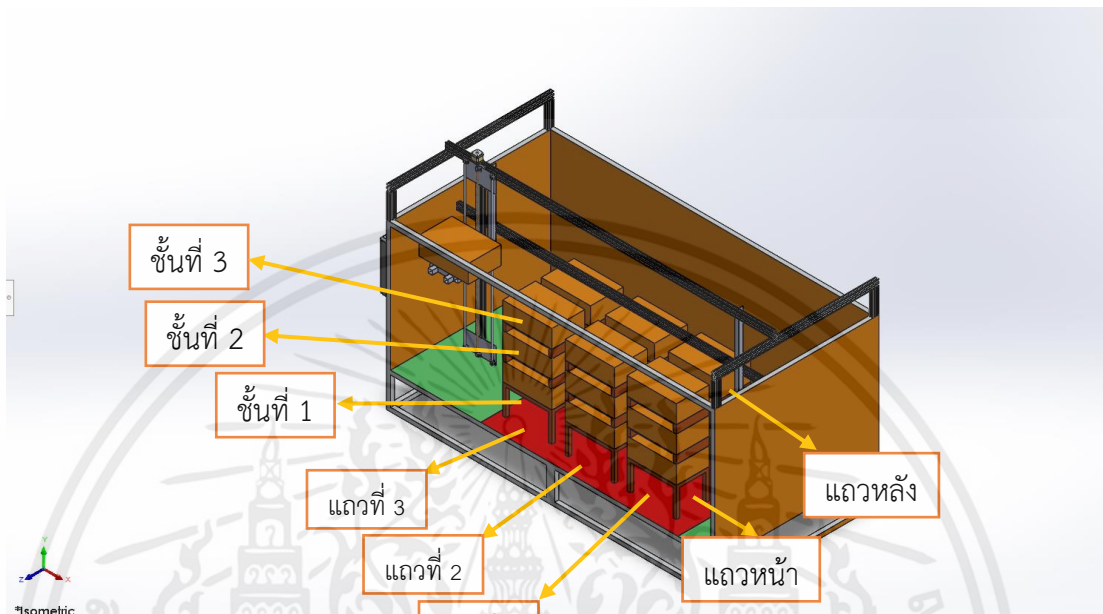
1. เลือกรูปแบบที่ต้องการวางกล่อง
2. สังเกตการแสดงสถานะของเซ็นเซอร์ที่หน้าจอทัชสกรีน
3. บันทึกผลการแสดงสถานะของเซ็นเซอร์ลงตารางที่ 4.4

โดยการทดลองนี้เป็นการทดลองการทำงานตามเงื่อนไขในโหมดอัตโนมัติ โดยมีรูปแบบตามจำนวนกล่องที่ต้องการวาง คือ 2 กล่อง 3 กล่อง และ 4 กล่อง โดยเงื่อนไขนี้เมื่อสั่งทำงานแล้ว จะทำงานตามเงื่อนไขจนครบตามลำดับที่วางไว้ตามรูปแบบ รูปแบบที่กำหนดไว้มี 3 รูปแบบ คือ 1.วางในรูปแบบตัวอักษรแอลพีเอ็มเล็ก 2.วางในรูปแบบแอลพีเอ็มใหญ่ และ 3.วางรูปแบบสี่เหลี่ยม เมื่อทำงานครบตามเงื่อนไขที่วางไว้ การเคลื่อนที่ของทุกแกนการเคลื่อนที่ที่กลับมาอยู่ในจุดเริ่มต้นอีกครั้ง ตารางที่ 4.4 จะบอกถึงรูปแบบสถานะเมื่อกำลังจัดวางไว้ในตำแหน่งที่กำหนด

ตารางที่ 4.4 รูปแบบการทำงานตามเงื่อนไข

สถานะเซ็นเซอร์												รูปแบบที่เลือก	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	1
ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	2
ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	3

จากตารางที่ 4.4 การทำงานตามเงื่อนไขในโหมดอัตโนมัติ โดยมีรูปแบบตามจำนวนกล่องที่ต้องการวาง คือ 2 กล่อง 3 กล่อง และ 4 กล่อง เห็นได้ว่า สามารถวางกล่องตามรูปแบบที่กำหนดได้อย่างแม่นยำและถูกต้อง เซ็นเซอร์สามารถแสดงสถานะของกล่องได้



รูปที่ 4.1 โมเดลในการวางกล่องในการทดลอง

4.3 การทดลองยกกล่องที่มีน้ำหนัก

4.3.1 วัตถุประสงค์




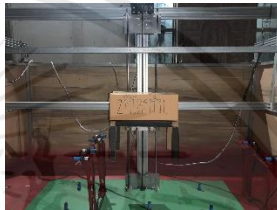


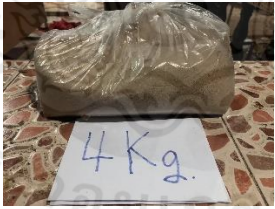


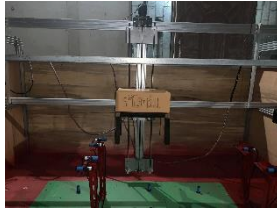
เพื่อทดสอบการรับน้ำหนักของแกน Z

4.3.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. นำถุงที่มีน้ำหนักใส่ในกล่อง
2. นำกล่องมาวางไว้ที่จุดยกกล่อง
3. เลือกตำแหน่งที่ต้องการวางกล่องบนหน้าจอทัชสกรีน
4. บันทึกผลลงในตารางที่ 4.5

โดยการทดลองนี้เป็นการทดลองยกกล่องเก็บไว้ที่ตำแหน่งที่กำหนด โดยทำการทดลองยกกล่องที่มีน้ำหนักแตกต่างกัน 5 ตัวอย่างคือ 1 กิโลกรัม 2 กิโลกรัม 3 กิโลกรัม 4 กิโลกรัม และ 5 กิโลกรัม โดยตามขอบเขตที่ตั้งไว้สามารถยกกล่องที่มีน้ำหนักสูงสุด 5 กิโลกรัม

ตารางที่ 4.5 การทดลองยกกล่องที่มีน้ำหนักแตกต่างกัน

ครั้งที่	น้ำหนัก (กล่อง)	รูปภาพน้ำหนัก	รูปภาพกำลังยก	ผลการทดลอง
1	1 กิโลกรัม			สามารถยกได้
2	2 กิโลกรัม			สามารถยกได้
3	3 กิโลกรัม			สามารถยกได้
4	4 กิโลกรัม			สามารถยกได้
5	5 กิโลกรัม			สามารถยกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 การทดสอบยกกล่องที่มีน้ำหนักที่แตกต่างกัน 5 ตัวอย่างคือ 1 กิโลกรัม 2 กิโลกรัม 3 กิโลกรัม 4 กิโลกรัม และ 5 กิโลกรัม จากการทดสอบเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติสามารถยกกล่องที่มีน้ำหนักไปวางที่ตำแหน่งที่กำหนดได้

4.4 การทดสอบเวลายกกล่อง

4.4.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบหาเวลาในการวางกล่องในโหมดกึ่งอัตโนมัติขั้นที่ 1
2. เพื่อทดสอบหาเวลาในการวางกล่องในโหมดกึ่งอัตโนมัติขั้นที่ 2
3. เพื่อทดสอบหาเวลาในการวางกล่องในโหมดกึ่งอัตโนมัติขั้นที่ 3
4. เพื่อทดสอบหาเวลาในการวางกล่องในโหมดอัตโนมัติ

4.4.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1. เลือกตำแหน่งที่ต้องการทดสอบ
2. จับเวลาเมื่อเลือกตำแหน่งที่ต้องการทดสอบทันที
3. สังเกตการทดสอบและหยุดจับเวลาเมื่อเครื่องกลับมาหยุดเริ่มต้น
4. บันทึกผลการทดสอบลงตารางที่ 4.6, 4.7, 4.8 และ 4.9 ตามขั้นที่ทดสอบ

โดยการทดสอบนี้เป็นการทดสอบหาเวลาในการยกกล่องไปวางไว้ที่ตำแหน่งที่กำหนด โดยทุกกล่องที่ยกไปวางไว้ที่ตำแหน่งที่กำหนดมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ทุกกล่องทุกตำแหน่ง ทั้งการวางกล่องขั้นที่ 1 และการวางกล่องขั้นที่ 2 โดยเงื่อนไขในการทำงานมี 2 โหมดคือ โหมดกึ่งอัตโนมัติและโหมดอัตโนมัติ จะเริ่มจับเวลาเมื่อเลือกตำแหน่งที่ต้องการวางและหยุดเวลาเมื่อการทำงานของสแต็ปป์มอเตอร์ทุกแกนหยุดเคลื่อนที่

ตารางที่ 4.6 เวลายกกล่องในโหมดกึ่งอัตโนมัติขั้นที่ 1

ตำแหน่งวางกล่อง	เวลาที่ใช้ในการวางกล่อง
1	1 นาที 53 วินาที
2	1 นาที 51 วินาที
3	1 นาที 49 วินาที
4	2 นาที 01 วินาที
5	1 นาที 59 วินาที
6	1 นาที 56 วินาที

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นว่าขั้นที่ 1 ตำแหน่งที่ใช้เวลาในการวางน้อยที่สุด คือตำแหน่งที่ 3 ใช้เวลาในการวาง 1 นาที 49 วินาที และตำแหน่งที่ใช้เวลาในการวางนานที่สุด คือตำแหน่งที่ 4 ใช้เวลาในการวาง 2 นาที 1 วินาที

ตารางที่ 4.7 เวลาขกกล่องในโหมดกึ่งอัตโนมัติชั้นที่ 2

ตำแหน่งวางกล่อง	เวลาที่ใช้ในการวางกล่อง
7	1 นาที 53 วินาที
8	1 นาที 51 วินาที
9	1 นาที 50 วินาที
10	2 นาที 2 วินาที
11	1 นาที 58 วินาที
12	1 นาที 56 วินาที

จากตารางที่ 4.7 จะเห็นว่าชั้นที่ 2 ตำแหน่งที่ใช้เวลาในการวางน้อยที่สุด คือตำแหน่งที่ 9 ใช้เวลาในการวาง 1 นาที 50 วินาที และตำแหน่งที่ใช้เวลาในการวางนานที่สุด คือตำแหน่งที่ 10 ใช้เวลาในการวาง 2 นาที 2 วินาที

ตารางที่ 4.8 เวลาขกกล่องในโหมดกึ่งอัตโนมัติชั้นที่ 3

ตำแหน่งวางกล่อง	เวลาที่ใช้ในการวางกล่อง
13	1 นาที 56 วินาที
14	1 นาที 54 วินาที
15	1 นาที 42 วินาที
16	2 นาที 3 วินาที
17	2 นาที 2 วินาที
18	2 นาที 1 วินาที

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นว่าชั้นที่ 3 ตำแหน่งที่ใช้เวลาในการวางน้อยที่สุด คือตำแหน่งที่ 15 ใช้เวลาในการวาง 1 นาที 42 วินาที และตำแหน่งที่ใช้เวลาในการวางนานที่สุด คือตำแหน่งที่ 16 ใช้เวลาในการวาง 2 นาที 3 วินาที

ตารางที่ 4.9 เวลาขกกล่องในโหมดอัตโนมัติ

รูปแบบที่เลือก	เวลาที่ใช้ในการวางกล่อง (วินาที)
1	4 นาที 9.13 วินาที
2	6 นาที 13.12 วินาที
3	8 นาที 28.19 วินาที

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นว่า รูปแบบที่ใช้เวลาในการวางน้อยที่สุด คือรูปแบบที่ 1 ใช้เวลาในการวาง 4 นาที 9.13 วินาที เพราะรูปแบบที่ 1 มีการวางกล่องเพียง 2 กล่อง และรูปแบบที่ใช้เวลาในการวางนานที่สุด คือรูปแบบที่ 3 ใช้เวลาในการวาง 8 นาที 28.19 วินาที เพราะรูปแบบที่ 3 มีการวางกล่อง 3 กล่อง




4.5 การทดสอบการวางกล่องในรูปแบบต่าง ๆ

4.5.1 วัตถุประสงค์

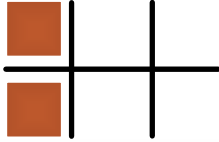







1. เพื่อจับเวลาการวางกล่องตามรูปแบบต่าง ๆ ชั้นที่ 1
2. เพื่อจับเวลาการวางกล่องตามรูปแบบต่าง ๆ ชั้นที่ 2
3. เพื่อจับเวลาการวางกล่องตามรูปแบบต่าง ๆ ชั้นที่ 3

4.5.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1. นำกล่องมาวางไว้ที่จุดยกกล่อง
2. เลือกตำแหน่งการวางกล่องตามรูปแบบในตารางด้านล่างบนหน้าจอทัชสกรีน
3. จับเวลาเมื่อเลือกตำแหน่งทันที
4. สังเกตการทดสอบและหยุดจับเวลาเมื่อเครื่องกลับมายังจุดเริ่มต้น
5. บันทึกผลการทดสอบลงตารางที่ 4.10, 4.11 และ 4.12 ตามชั้นที่ทดสอบ

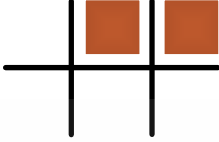



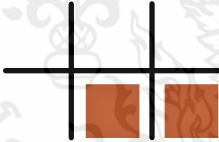

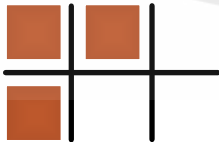

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบหาเวลาในการวางกล่องตามรูปแบบที่กำหนด โดยการจับเวลาจะจับเวลาเมื่อสแต็ปปีงมอเตอร์เคลื่อนที่ไปวางกล่องตามรูปแบบตามที่กำหนด สิ้นสุดการจับเวลาเมื่อสแต็ปปีงมอเตอร์กลับมายังจุดเริ่มต้น  โดยกรอบสี่เหลี่ยมสีส้มข้างต้นแทนกล่อง 1 กล่อง  โดยกรอบสี่เหลี่ยมสีส้มข้างต้นแทนกล่อง 2 ชั้น  โดยกรอบสี่เหลี่ยมสีส้มข้างต้นแทนกล่อง 3 ชั้น กล่องทุกกล่องมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัมเท่ากันทุกกล่อง

ตารางที่ 4.10 การทดสอบการวางกล่องชั้นที่ 1

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	เวลาที่ใช้ในการวางกล่อง
1			3 นาที 56 วินาที
2			3 นาที 50 วินาที
3			3 นาที 47 วินาที
4			3 นาที 45 วินาที

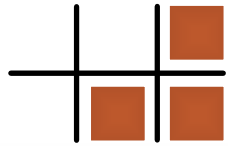



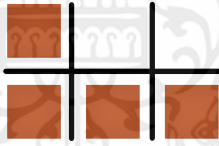



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 การทดสอบการวางกล่องชั้นที่ 1 (ต่อ)

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	เวลาที่ใช้ในการวางกล่อง
5			3 นาที 41 วินาที
6			3 นาที 59 วินาที
7			3 นาที 56 วินาที
8			5 นาที 47 วินาที

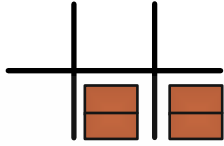

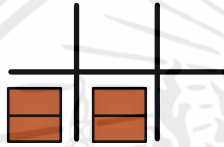



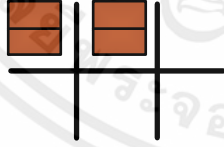
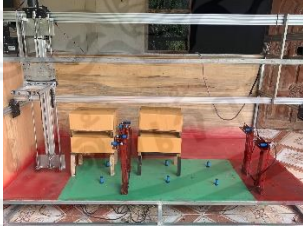
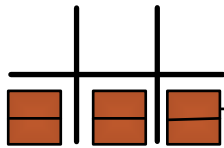

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 การทดสอบการวางกลองชั้นที่ 1 (ต่อ)

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกลอง	รูปภาพวางกลองจริง	เวลาที่ใช้ในการวางกลอง
9			5 นาที 45 วินาที
10			7 นาที 36 วินาที
11			7 นาที 52 วินาที
12			9 นาที 32 วินาที

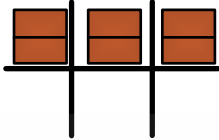

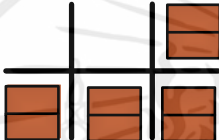
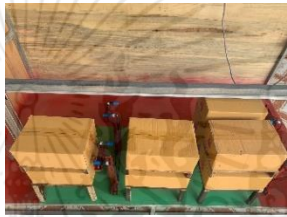




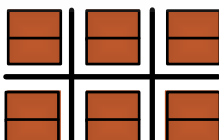

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การทดสอบการวางกล่องชั้นที่ 2

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	เวลาที่ใช้ในการวางกล่อง
1			7 นาที 52 วินาที
2			7 นาที 38 วินาที
3			8 นาที 2 วินาที
4			8 นาที 26 วินาที
5			11 นาที 17 วินาที

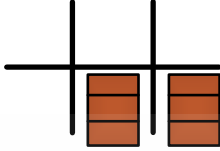



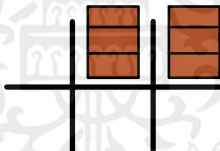

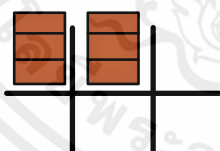

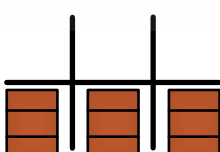

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การทดสอบการวางกล่องชั้นที่ 2 (ต่อ)

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	เวลาที่ใช้ในการวางกล่อง
6			12 นาที 30 วินาที
7			15 นาที 22 วินาที
8			16 นาที 10 วินาที
9			19 นาที 42 วินาที
10			23 นาที 8 วินาที

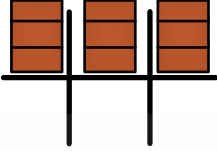

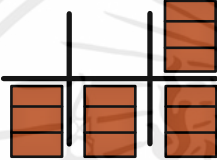



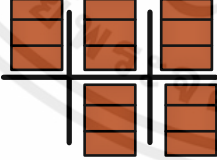

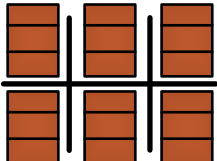

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การทดสอบการวางกล่องชั้นที่ 3

รูปแบบ	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	เวลาที่ใช้ในการวางกล่อง
1			12 นาที 11 วินาที
2			11 นาที 41 วินาที
3			12 นาที 10 วินาที
4			12 นาที 47 วินาที
5			17 นาที 01 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การทดสอบการวางกล่องชั้นที่ 3 (ต่อ)

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	เวลาที่ใช้ในการวางกล่อง
6			18 นาที 58 วินาที
7			23 นาที 19 วินาที
8			24 นาที 19 วินาที
9			30 นาที 03 วินาที
10			35 นาที 34 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเห็นาไปเซประยชนดานการค้ำ
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดักแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดสอบสถานะเซ็นเซอร์

4.6.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบการแสดงผลสถานะของเซ็นเซอร์ในรูปแบบการวางกล่องต่าง ๆ

4.6.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1. นำกล่องมาวางไว้ที่จุดยกกล่อง
2. เลือกตำแหน่งการวางกล่องตามรูปแบบในตารางด้านล่างบนหน้าจอทัชสกรีน
3. จับเวลาเมื่อเลือกตำแหน่งทันที
4. สังเกตการณ์แสดงผลสถานะบนหน้าจอทัชสกรีน
5. บันทึกผลการทดสอบลงตารางที่ 4.13, 4.14 และ 4.15 ตามขั้นที่ทดสอบ

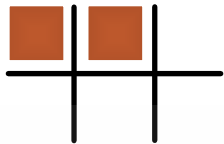





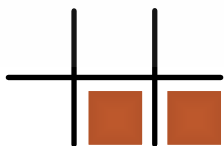

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบสถานะของเซ็นเซอร์ เมื่อมีกล่องวางอยู่ที่ตำแหน่งที่กำหนด เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณให้หน้าจอสกรีนแสดงผลสถานะ ON / OFF ของสถานะตำแหน่งนั้น ๆ แสดงถึง

ON สถานะ ON เมื่อมีกล่องวางอยู่ OFF แสดงถึงสถานะ OFF เมื่อตำแหน่งว่าง และบันทึกผลในตารางที่ 4.6.6 และตารางที่ 4.6.7

ตารางที่ 4.13 การทดสอบสถานะเซ็นเซอร์ขั้นที่ 1

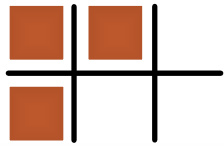







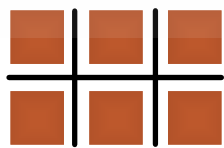

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	สถานะเซ็นเซอร์						
1			<table border="1"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> ON</td> <td><input type="checkbox"/> OFF</td> <td><input type="checkbox"/> OFF</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> ON</td> <td><input type="checkbox"/> OFF</td> <td><input type="checkbox"/> OFF</td> </tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/> OFF
<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/> OFF							
<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/> OFF							
2			<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> OFF</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> ON</td> <td><input type="checkbox"/> OFF</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> OFF</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> ON</td> <td><input type="checkbox"/> OFF</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF
<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF							
<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF							
3			<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/> OFF</td> <td><input type="checkbox"/> OFF</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> ON</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> OFF</td> <td><input type="checkbox"/> OFF</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> ON</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/> ON
<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/> ON							
<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/> ON							

ตารางที่ 4.13 การทดสอบสถานะเซ็นเซอร์ชั้นที่ 1 (ต่อ)

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	สถานะเซ็นเซอร์						
4			<table border="1" data-bbox="1142 421 1362 564"> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> </table>	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
ON	ON	OFF							
OFF	OFF	OFF							
5			<table border="1" data-bbox="1142 810 1362 954"> <tr> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> </table>	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF
OFF	ON	ON							
OFF	OFF	OFF							
6			<table border="1" data-bbox="1142 1200 1362 1344"> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> </tr> </table>	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF
OFF	OFF	OFF							
ON	ON	OFF							
7			<table border="1" data-bbox="1142 1648 1362 1792"> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> </table>	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON
OFF	OFF	OFF							
OFF	ON	ON							

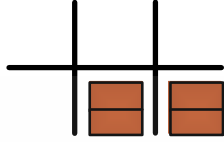

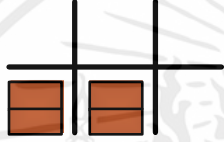

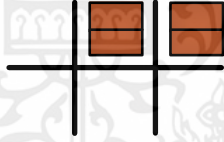

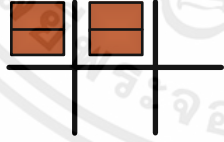

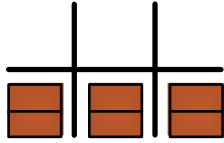

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 การทดสอบสถานะเซ็นเซอร์ชั้นที่ 1 (ต่อ)

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	สถานะเซ็นเซอร์						
8			<table border="1" data-bbox="1142 367 1362 506"> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> </table>	ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF
ON	ON	OFF							
ON	OFF	OFF							
9			<table border="1" data-bbox="1134 687 1362 826"> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> </table> b	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON
OFF	OFF	ON							
OFF	ON	ON							
10			<table border="1" data-bbox="1142 1012 1362 1151"> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> </table>	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF
ON	ON	ON							
ON	OFF	OFF							
11			<table border="1" data-bbox="1142 1332 1362 1471"> <tr> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> </table>	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON
ON	OFF	OFF							
ON	ON	ON							
12			<table border="1" data-bbox="1142 1662 1362 1800"> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> </table>	ON	ON	ON	ON	ON	ON
ON	ON	ON							
ON	ON	ON							

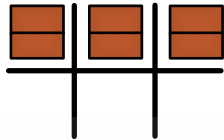







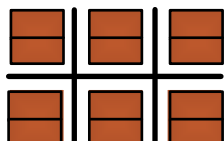

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 การทดสอบสถานะเซ็นเซอร์ชั้นที่ 2

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	สถานะเซ็นเซอร์												
1			<table border="1" data-bbox="1139 450 1362 591"> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> </table>	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON
OFF	OFF	OFF													
OFF	OFF	OFF													
OFF	ON	ON													
OFF	ON	ON													
2			<table border="1" data-bbox="1139 725 1362 866"> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> </tr> </table>	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF
OFF	OFF	OFF													
OFF	OFF	OFF													
ON	ON	OFF													
ON	ON	OFF													
3			<table border="1" data-bbox="1139 1061 1362 1202"> <tr> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> </table>	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
OFF	ON	ON													
OFF	ON	ON													
OFF	OFF	OFF													
OFF	OFF	OFF													
4			<table border="1" data-bbox="1139 1397 1362 1538"> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> </table>	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
ON	ON	OFF													
ON	ON	OFF													
OFF	OFF	OFF													
OFF	OFF	OFF													
5			<table border="1" data-bbox="1139 1733 1362 1874"> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> </table>	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
OFF	OFF	OFF													
OFF	OFF	OFF													
ON	ON	ON													
ON	ON	ON													

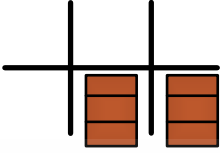

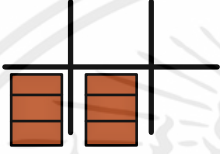

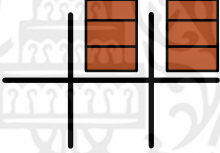



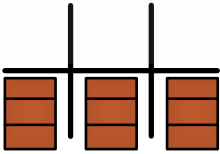

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 การทดสอบสถานะเซ็นเซอร์ชั้นที่ 2 (ต่อ)

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	สถานะเซ็นเซอร์												
6			<table border="1" data-bbox="1145 398 1361 533"> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> </table>	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
ON	ON	ON													
ON	ON	ON													
OFF	OFF	OFF													
OFF	OFF	OFF													
7			<table border="1" data-bbox="1145 757 1361 891"> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> </table>	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
OFF	OFF	ON													
OFF	OFF	ON													
ON	ON	ON													
ON	ON	ON													
8			<table border="1" data-bbox="1145 1093 1361 1227"> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> </table>	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON
ON	ON	ON													
ON	ON	ON													
OFF	OFF	ON													
OFF	OFF	ON													
9			<table border="1" data-bbox="1145 1429 1361 1563"> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> </table>	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON
ON	ON	ON													
ON	ON	ON													
OFF	ON	ON													
OFF	ON	ON													
10			<table border="1" data-bbox="1145 1742 1361 1877"> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> </table>	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
ON	ON	ON													
ON	ON	ON													
ON	ON	ON													
ON	ON	ON													

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 การทดสอบสถานะเซ็นเซอร์ชั้นที่ 3

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	สถานะเซ็นเซอร์																		
1			<table border="1"> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> </table>	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON
OFF	OFF	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
OFF	ON	ON																			
OFF	ON	ON																			
OFF	ON	ON																			
2			<table border="1"> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>OFF</td></tr> </table>	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF
OFF	OFF	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
ON	ON	OFF																			
ON	ON	OFF																			
ON	ON	OFF																			
3			<table border="1"> <tr><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> </table>	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
OFF	ON	ON																			
OFF	ON	ON																			
OFF	ON	ON																			
OFF	OFF	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
4			<table border="1"> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> </table>	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
ON	ON	OFF																			
ON	ON	OFF																			
ON	ON	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
5			<table border="1"> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> </table>	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
OFF	OFF	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 การทดสอบสถานะเซ็นเซอร์ชั้นที่ 3 (ต่อ)

รูปแบบที่	รูปแบบการวางกล่อง	รูปภาพวางกล่องจริง	สถานะเซ็นเซอร์																		
6			<table border="1"> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>OFF</td></tr> </table>	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
OFF	OFF	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
OFF	OFF	OFF																			
7			<table border="1"> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> </table>	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
OFF	OFF	ON																			
OFF	OFF	ON																			
OFF	OFF	ON																			
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
8			<table border="1"> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>OFF</td><td>ON</td></tr> </table>	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
OFF	OFF	ON																			
OFF	OFF	ON																			
OFF	OFF	ON																			
9			<table border="1"> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>OFF</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> </table>	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
OFF	ON	ON																			
OFF	ON	ON																			
OFF	ON	ON																			
10			<table border="1"> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> <tr><td>ON</td><td>ON</td><td>ON</td></tr> </table>	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			
ON	ON	ON																			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทนี้เป็นการศึกษาสรุปผลการทดลองและการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น วิธีการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินปริญญานิพนธ์ในการสร้างเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ เริ่มจากปัญหาในการวางกล่องที่กระจุกกระจาย ออกแบบโครงสร้างของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมและการจัดหาอุปกรณ์ที่ตรงกับที่ออกแบบไว้ เพื่อนำมาสร้างเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ โครงสร้างเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติเสร็จสิ้นจากนั้นศึกษาการเขียนหน้าจอตักสกรีนและเขียนหน้าจอตักสกรีนเพื่อควบคุมพีแอลซี ศึกษาโปรแกรมแลตเตอร์และเขียนโปรแกรมแลตเตอร์ให้ทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนด เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของสเต็ปปีงมอเตอร์ให้จัดเก็บกล่องตามตำแหน่งที่กำหนด

5.2 สรุปผลการทดลองการควบคุมการเคลื่อนที่ของแกน X Y และ Z

จากการทดลองการควบคุมการเคลื่อนที่ของสเต็ปปีงมอเตอร์ทั้ง 3 แกน ดังตารางที่ 4.1 ตารางที่ 4.2 และ ตารางที่ 4.3 สรุปได้ว่า การควบคุมการเคลื่อนที่ในระยะทางต่าง ๆ และการนำกล่องไปวางที่ตำแหน่งที่กำหนด เครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติสามารถเคลื่อนที่และนำกล่องไปวางที่ตำแหน่งที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

5.3 สรุปผลการทดลองการควบคุมการเคลื่อนที่ตามเงื่อนไขที่กำหนด

จากการทดลองการควบคุมการเคลื่อนที่ของสเต็ปปีงมอเตอร์ตามเงื่อนไขที่กำหนด เครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ สามารถวางกล่องตามรูปแบบที่กำหนดได้ ดังตารางที่ 4.4 การแสดงสถานะของเซ็นเซอร์สามารถแสดงสถานะได้เมื่อกล่องวางอยู่ที่ตำแหน่งที่กำหนดได้

5.4 สรุปผลการทดลองการยกกล่อง

จากการทดลองยกกล่องไปวางที่ตำแหน่งที่กำหนด โดยมีน้ำหนักที่ต่าง ๆ กัน ดังตารางที่ 4.5 เครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติสามารถยกกล่องไปวางที่ตำแหน่งที่กำหนดได้

5.5 สรุปผลการทดสอบเวลาการวางกล่องตามตำแหน่งที่กำหนดและการวางกล่องตามเงื่อนไขที่กำหนด

จากการทดสอบเวลาในการวางกล่องตามตำแหน่งที่กำหนดและการวางกล่องตามเงื่อนไขที่กำหนด แต่ละตำแหน่งใช้เวลาแตกต่างกัน ชั้นที่ 1 มีทั้งหมด 6 ตำแหน่งในการวาง โดยตำแหน่งที่ใช้เวลาในการวางน้อยที่สุดคือ ตำแหน่งที่ 3 ใช้เวลาในการวางทั้งหมด 1 นาที 49.79 วินาที ชั้นที่ 2 มีทั้งหมด 6 ตำแหน่งในการวาง โดยตำแหน่งที่ใช้เวลาในการวางน้อยที่สุดคือ ตำแหน่งที่ 3 ใช้เวลาในการวางทั้งหมด 1 นาที 49.69 วินาที ชั้นที่ 3 มีทั้งหมด 6 ตำแหน่งในการวาง โดยตำแหน่งที่ใช้เวลาในการวางน้อยที่สุดคือ ตำแหน่งที่ 3 ใช้เวลาในการวางทั้งหมด 1 นาที 52.27 วินาที การวางกล่องตามเงื่อนไขที่กำหนด รูปแบบที่หนึ่งสามารถวางกล่องได้ทั้งหมด 2 กล่อง ใช้เวลาในการวางทั้งหมด 4 นาที 9.13 วินาที รูปแบบที่สองสามารถวางกล่องได้ทั้งหมด 2 กล่อง ใช้เวลาในการวางทั้งหมด 6 นาที 13.12 วินาที รูปแบบที่สามสามารถวางกล่องได้ทั้งหมด 2 กล่อง ใช้เวลาในการวางทั้งหมด 8 นาที 28.19 วินาที

5.6 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

การทำปริญญานิพนธ์เครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติมีปัญหาในการดำเนินงานหลัก ๆ 2 ประการ ดังนี้

1. โครงสร้างในแกน Z ซึ่งทำหน้าที่ในการยกกล่องไปวางที่ตำแหน่งที่กำหนด ทั้งโหมดกึ่งอัตโนมัติและโหมดอัตโนมัติ เมื่อกล่องมีน้ำหนักที่มากขึ้นโครงสร้างมีการโค้งงอเนื่องจากการเทน้ำไปจุดเดียวของแกน Z จึงทำให้การวางกล่องก่อนการแก้ไขไม่ตรงตามตำแหน่งที่กำหนด จึงเสริมโครงสร้างในแกน Y อีกหนึ่งจุดเพื่อช่วยรับน้ำหนักในแกน Z ได้ดีมากขึ้น

2. โครงสร้างของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติมีโครงสร้างที่ใหญ่ ทำให้การดำเนินการจัดทำเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติมีความยากลำบาก อีกทั้งอุปกรณ์บางชิ้นต้องประยุกต์และหาตามพื้นที่ใกล้เคียงไปมาใช้งานแทนแต่ประสิทธิภาพยังคงเดิม

5.7 ข้อเสนอแนะ

1. ใช้หัวคีบกล่องหรือหัวดูดกล่องในการจัดเก็บกล่อง
2. เพิ่มความเร็วของสปีดปิ้งมอเตอร์ในการวางกล่องทำให้ลดเวลาในการวางกล่อง
3. เพิ่มขนาดของอลูมิเนียมโปรไฟล์ V-Slot เป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ V-Slot(C-Beam) ทำให้โครงสร้างของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติแข็งแรงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

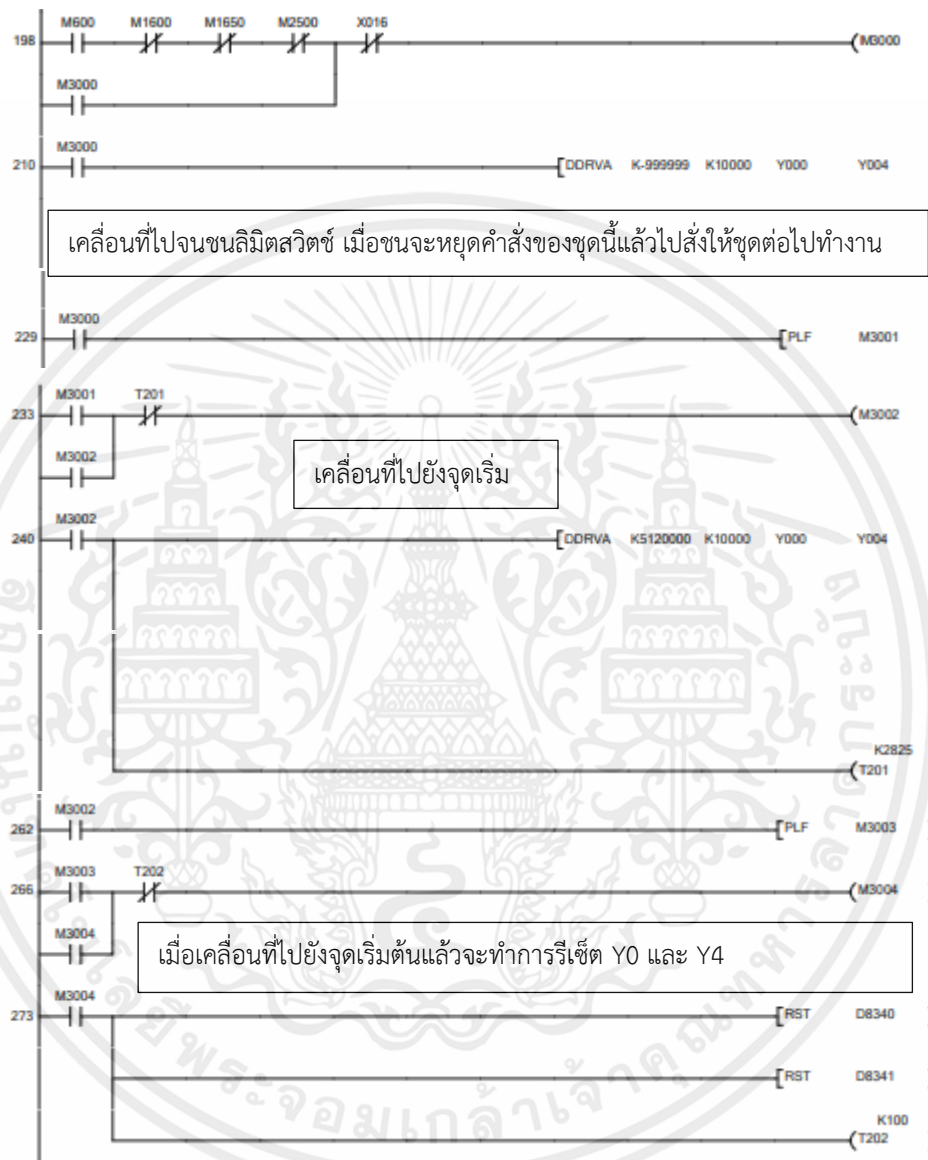
- [1] ปฏิพัทธ์ หงส์สุวรรณ , “ เรียนรู้และใช้งาน PLC ฉบับสมบูรณ์ ”, พิมพ์ครั้งที่ 1, นนทบุรี, สนพ.บริษัท ไอดีซี อีโพล ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด, มิถุนายน 2552
- [2] กฤษดา วิเศษรานนท์, “การควบคุมซีคอนซ์ และ PLC” , พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร, สมาคมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), มีนาคม 2546
- [3] พิศนุรัตน์ เขจร, “PLC ก้กับการควบคุมซีคอนซ์”, พิมพ์ครั้งที่ 3, พฤษภาคม 2560
- [4] “Stepping Motor”, (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา <https://www.factomart.com>, เข้าถึงล่าสุด 11 มิถุนายน 2564
- [5] พิศนุรัตน์ เขจร, “คู่มือการเขียนHMI GOT1000 GOT200 โดยGT Designer3”, พิมพ์ครั้งที่ 1, เมษายน 2561
- [6] “สวิตชิงเพราเวอร์ซัพพลายเบื้องต้น”, (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา <https://www.cpe.ku.ac.th/>, เข้าถึงล่าสุด 10 กุมภาพันธ์ 2564
- [7] “วิธีคำนวณการเลือกใช้ขนาด STEPPING MOTOR ให้เหมาะกับงานของเรา”, (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา <https://www.popuiardiy.com/article-th-;วิธีการเลือกใช้ขนาด+STEPPING+MOTOR+ให้เหมาะสมกับงานของเรา.html>, เข้าถึงล่าสุด 10 กุมภาพันธ์ 2564
- [8] ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์, “ระบบ PLC (Programmable Logic Controller)”, พิมพ์ครั้งที่ 1, ตุลาคม 2541
- [9] บริษัท โซนิค ออโตเมชัน จำกัด “เรียนรู้การใช้งานพีแอลซีเบื้องต้น”, นนทบุรี 2562



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม GX Work 2

ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ไปยังจุดเริ่มต้นในแนวแกน X



รูปที่ ก.1 ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ไปยังจุดเริ่มต้นในแนวแกน X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

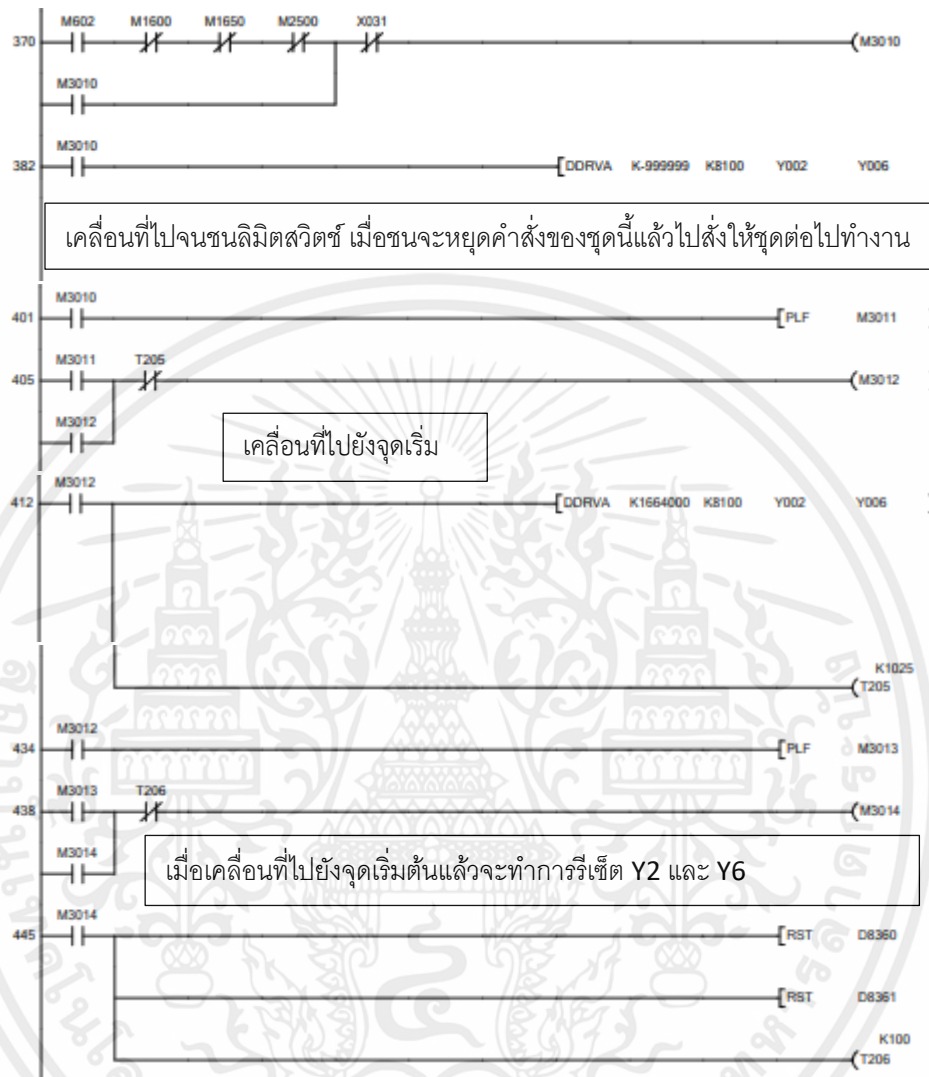
ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ไปยังจุดเริ่มต้นในแนวแกน Z



รูปที่ ก.2 ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ไปยังจุดเริ่มต้นในแนวแกน X

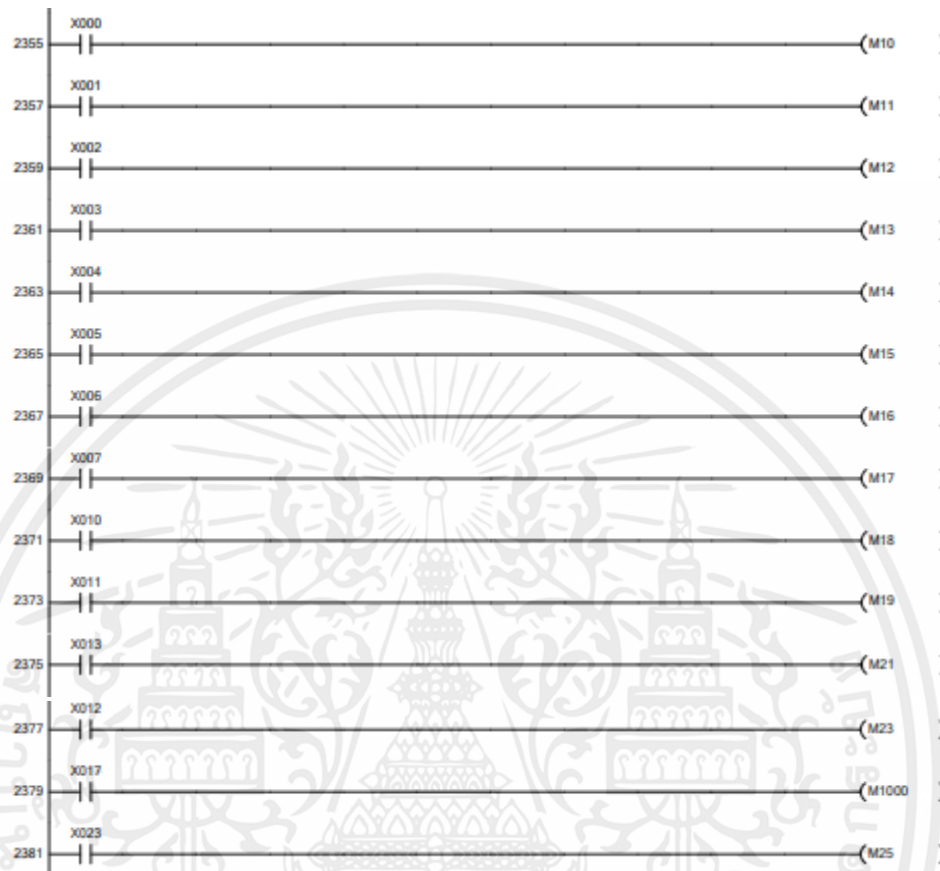
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ไปยังจุดเริ่มต้นในแนวแกน Y



รูปที่ ก.3 ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ไปยังจุดเริ่มต้นในแนวแกน Y

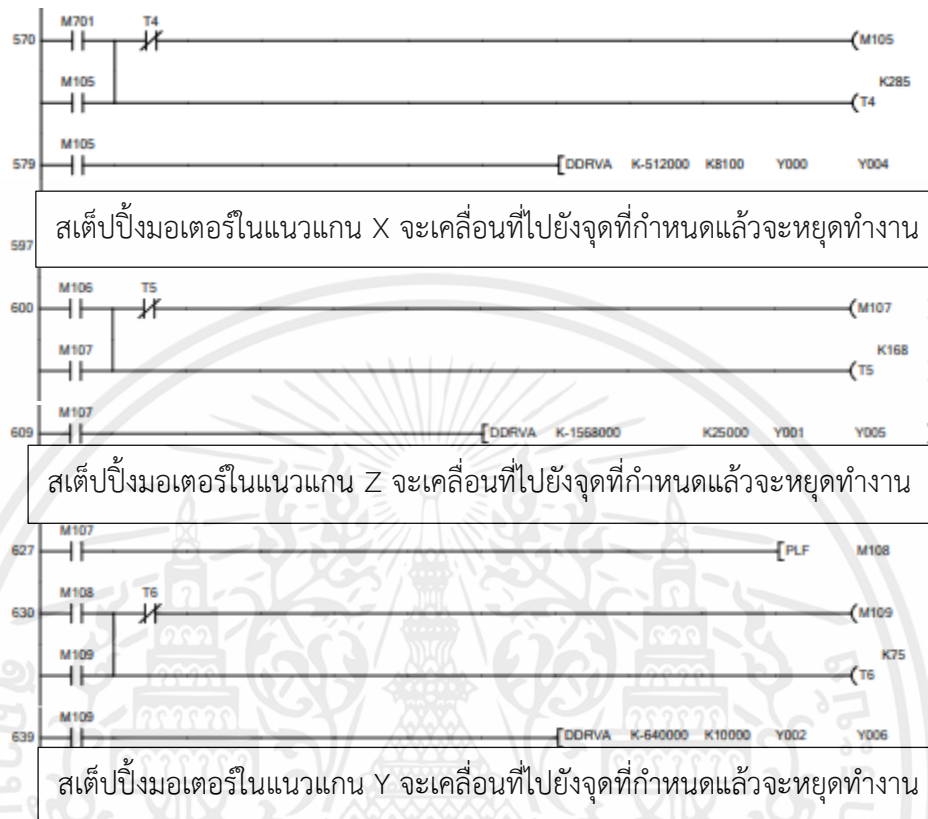
ชุดคำสั่งรับค่าจากเซ็นเซอร์ให้ไปแสดงยังของหน้าจอทัชสกรีน



รูปที่ ก.4 ชุดคำสั่งรับค่าจากเซ็นเซอร์ให้ไปแสดงยังของหน้าจอทัชสกรีน

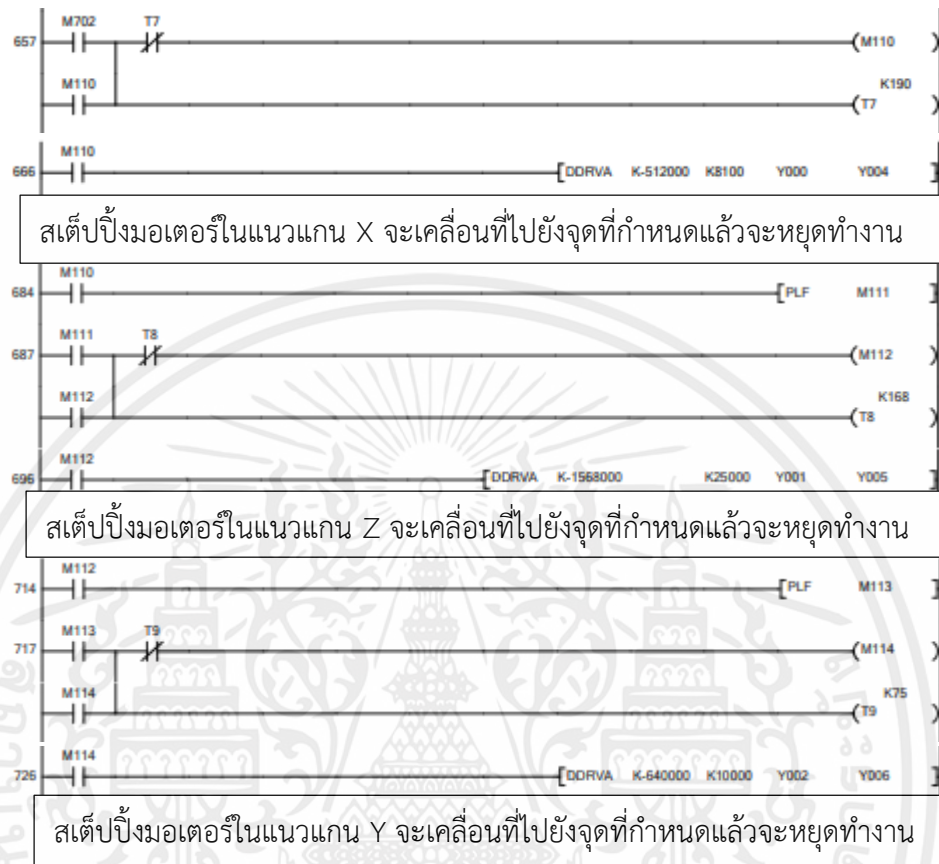
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 1 และชั้นที่ 1 แถวที่ 1



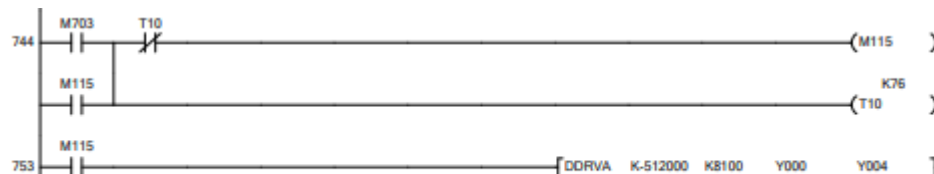
รูปที่ ก.5 ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 1 และชั้นที่ 1 แถวที่ 1

#ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 2 และชั้นที่ 1 แถวที่ 1

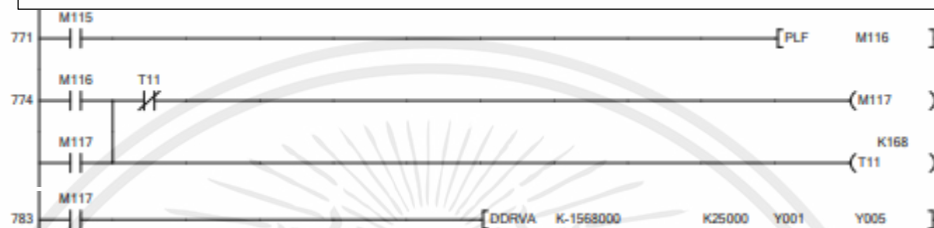


รูปที่ ก.6 ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 2 และชั้นที่ 1 แถวที่ 1

ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 3 และชั้นที่ 1 แถวที่ 1



สแต็ปปั๊มมอเตอร์ในแนวแกน X จะเคลื่อนที่ไปยังจุดที่กำหนดแล้วจะหยุดทำงาน



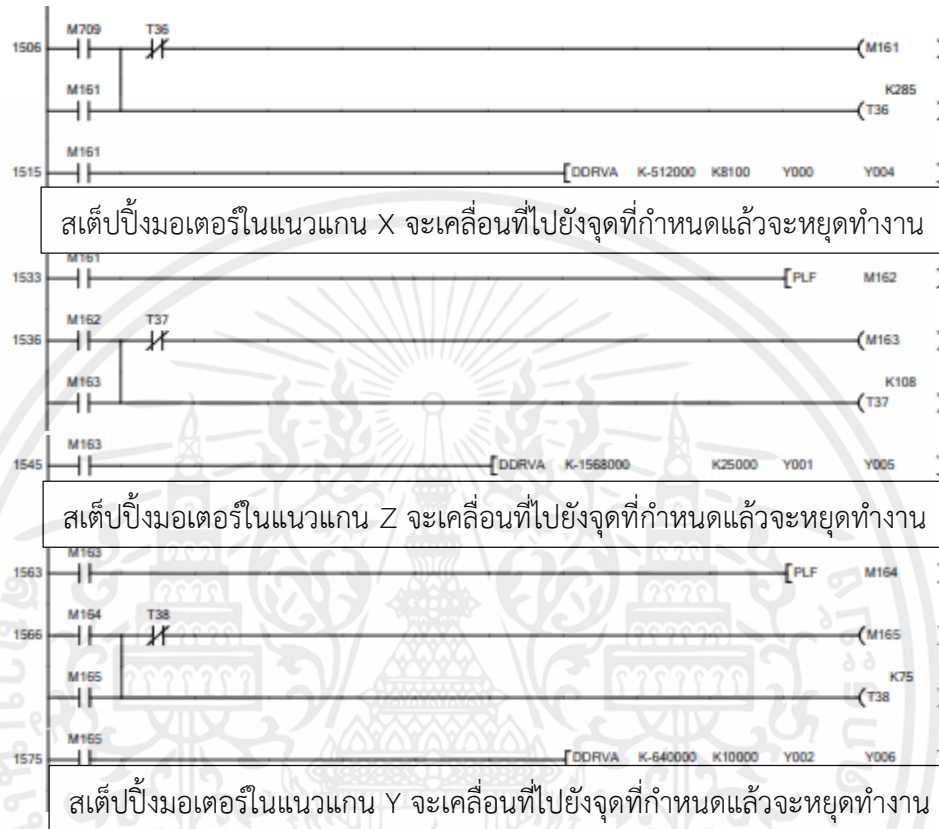
สแต็ปปั๊มมอเตอร์ในแนวแกน Z จะเคลื่อนที่ไปยังจุดที่กำหนดแล้วจะหยุดทำงาน



สแต็ปปั๊มมอเตอร์ในแนวแกน Y จะเคลื่อนที่ไปยังจุดที่กำหนดแล้วจะหยุดทำงาน

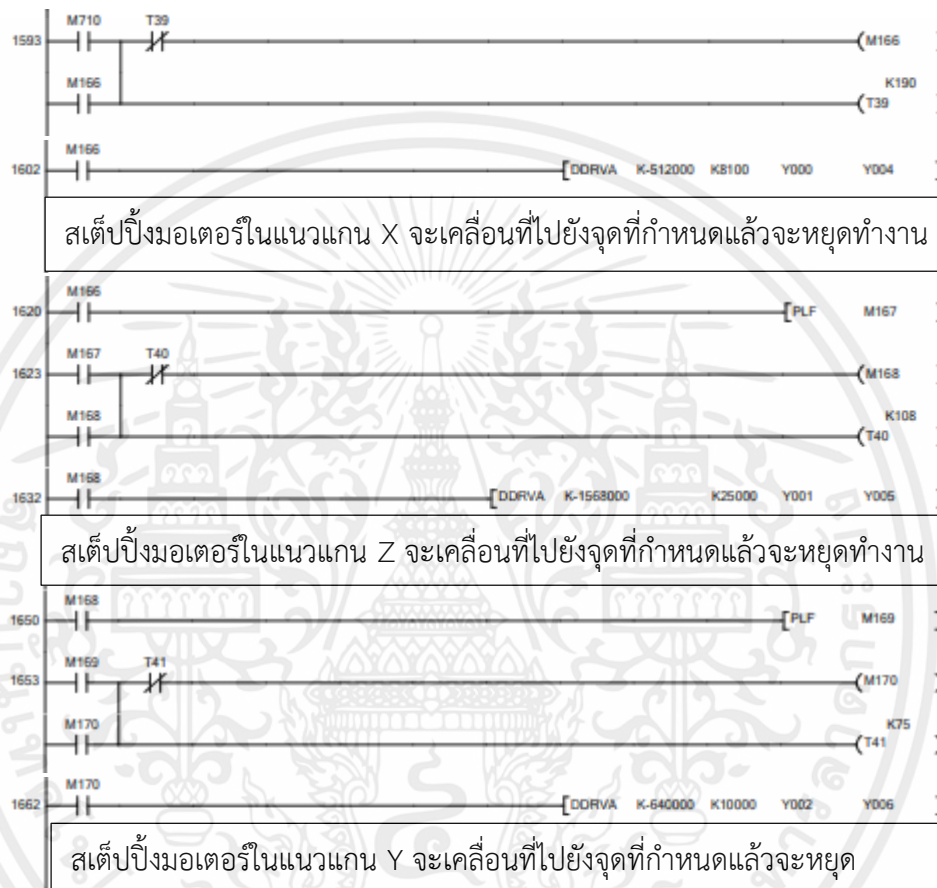
รูปที่ ก.7 ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 3 และชั้นที่ 1 แถวที่ 1

ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 4 และชั้นที่ 2 แกวที่ 1



รูปที่ ก.8 ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 4 และชั้นที่ 2 แกวที่ 1

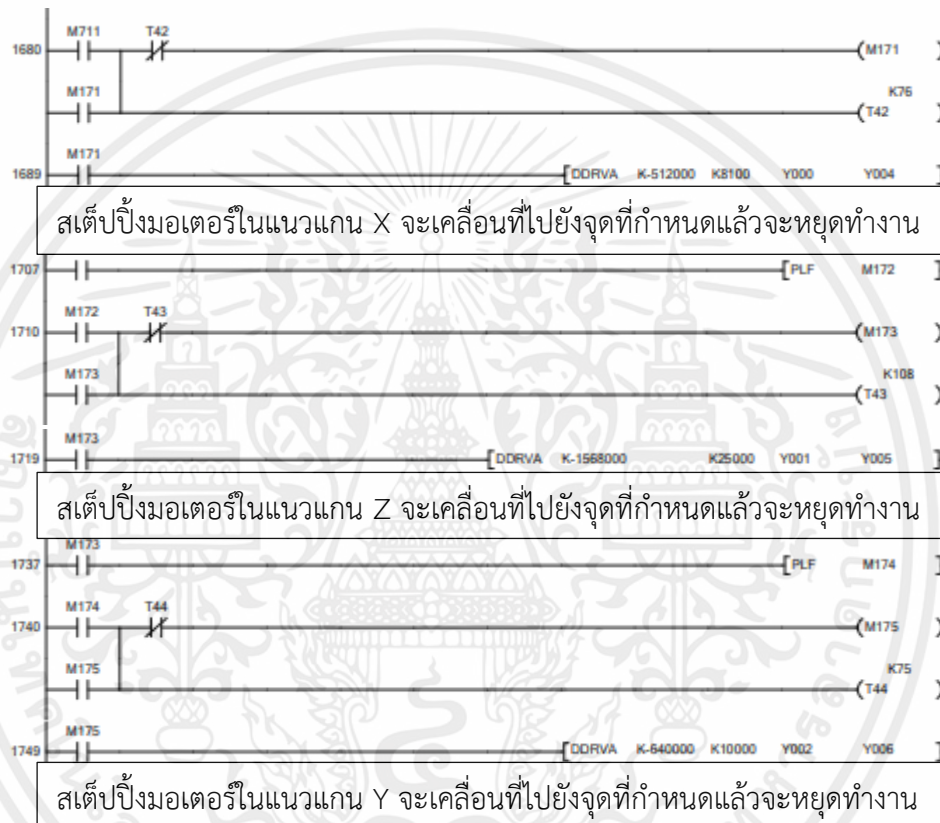
ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 5 และชั้นที่ 2 แกวที่ 1



รูปที่ ก.9 ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 5 และชั้นที่ 2 แกวที่ 1

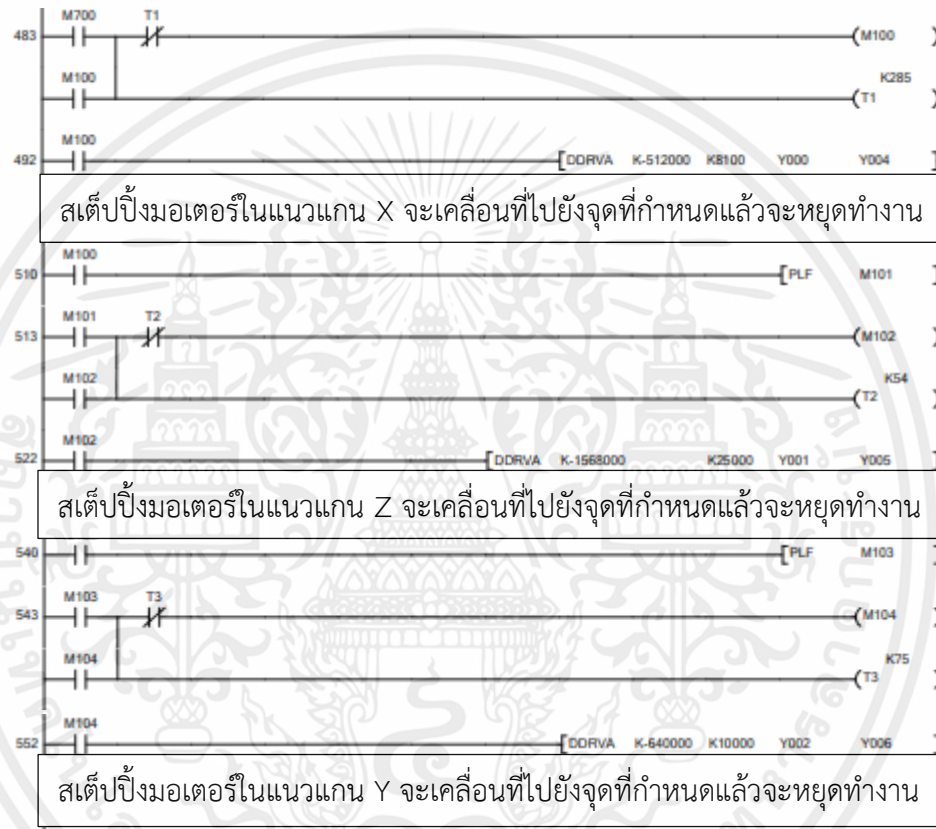
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 6 และชั้นที่ 2 แกวที่ 1



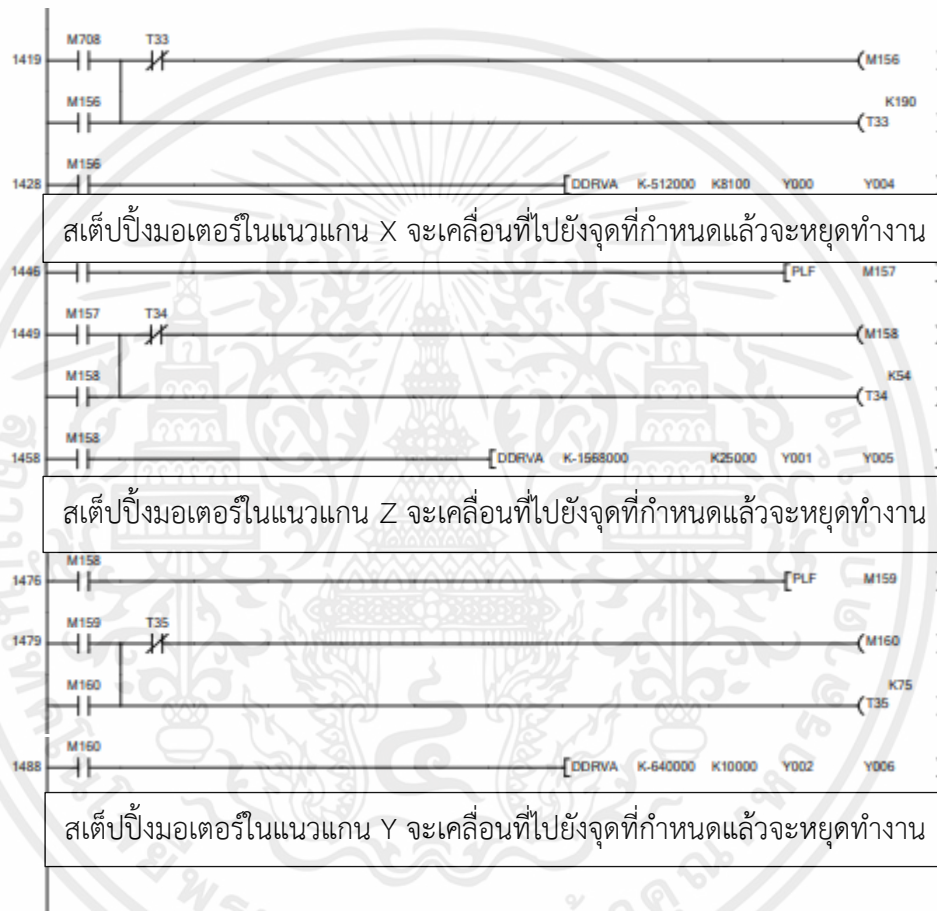
รูปที่ ก.10 ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 6 และชั้นที่ 2 แกวที่ 1

ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 7 และชั้นที่ 3 แกวที่ 1



รูปที่ ก.11 ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 7 และชั้นที่ 3 แกวที่ 1

ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 8 และชั้นที่ 3 แกวที่ 1



รูปที่ ก.12 ชุดคำสั่งให้เคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ไปวางกล่องในจุดที่ 8 และชั้นที่ 3 แกวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



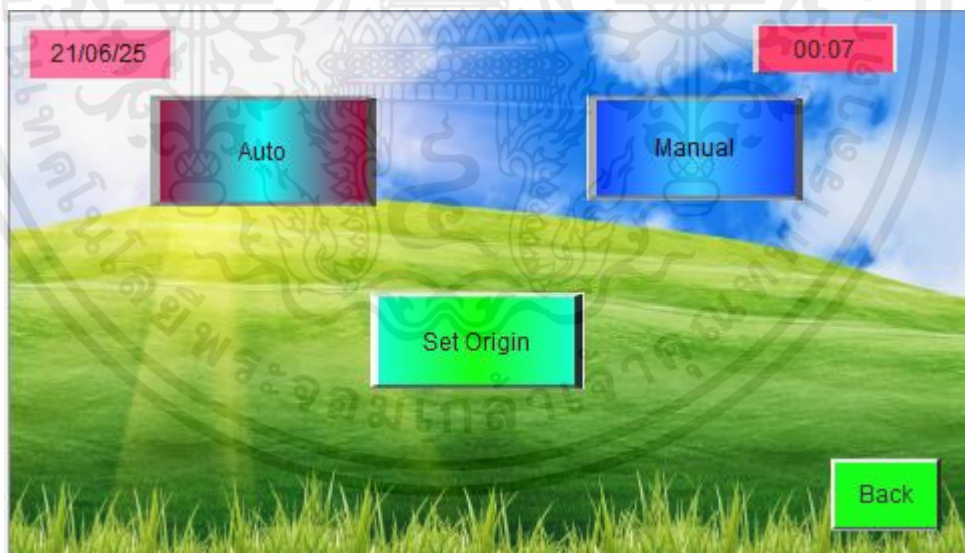
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ ข.1 หน้าจอหลักของจอทัชสกรีน

จากรูปที่ ข.1 เป็นรูปที่แสดงถึงหน้าต่างหลักของหน้าจอทัชสกรีนของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติโดยเมื่อเปิดเครื่องจะเห็นหน้าต่างตามรูปแสดงในหน้าจอโดยมีปุ่มเมนู



รูปที่ ข.2 โหมดการทำงาน

จากรูปที่ ข.2 เป็นรูปที่แสดงถึงโหมดการทำงานของเครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติโดยเมื่อกดปุ่มเมนูเข้ามาจะเห็นหน้าต่างตามรูปที่ ข.2 แสดงในหน้าจอโดยมีส่วนประกอบหลักของหน้าต่างโปรแกรมทั้ง 4 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบหลักของหน้าต่างโปรแกรม

1. โหมด Auto
2. โหมด Manual
3. ปุ่มเข้าไปเพื่อกดรีเซ็ตตำแหน่ง
4. ปุ่มกลับไปหน้าต่างเมนู
5. วันเดือนปีและเวลา

1.โหมด Auto



รูปที่ ข.3 หน้าต่างโหมด Auto

จากรูปที่ ข.3 เมื่อเลือกโหมด Auto ที่หน้าต่างของหน้าจอทัชสกรีนโดยจะแสดงหน้าต่างตามรูปที่ ข.3 ขึ้นมาโดยในหน้าต่างนี้จะมีรูปแบบในการวางกล่องแบบ Auto 3 รูปแบบและจะมีจุดที่แสดงถึงสถานะว่ามีกล่องมาวางแล้ว เมื่อกดปุ่มกลับไปยังหน้าต่างเลือกโหมดการทำงาน

รูปแบบในการวางกล่องแบบ Auto

1. แบบ 2 กล่อง
2. แบบ 3 กล่อง
3. แบบ 4 กล่อง

2. โหมด Manual



รูปที่ ข.4 หน้าต่างของโหมด Manual ของแถวที่ 1

จากรูปที่ ข.4 เมื่อเลือกโหมด Manual จะแสดงหน้าต่างตามรูปที่ ข.4 ขึ้นมาในหน้าต่างนี้จะสามารถเลือกจุดในการวางกล่องของแถวที่ 1 โดยจะมี 3 ชั้น การวางกล่องแต่ละจุดต้องวางเริ่มจากชั้นที่ 1 แถวที่ 1 เรียงตามลำดับไปจนถึงชั้นที่ 3 โดยที่ชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 ให้ทำการวางทีละจุดในแต่ละจุดจะมีจุดแสดงสถานะว่ามีกล่องมาวางตรงจุดที่เลือกหลังจากวางกล่องตรงจุดเสร็จแล้วให้ทำการ Set origin ของแต่ละแนวแกนโดยกดปุ่ม z , x , y เมื่อกดปุ่มกลับจะแสดงหน้าต่างเลือกโหมดการทำงานของเครื่องตามรูปที่ ข.2



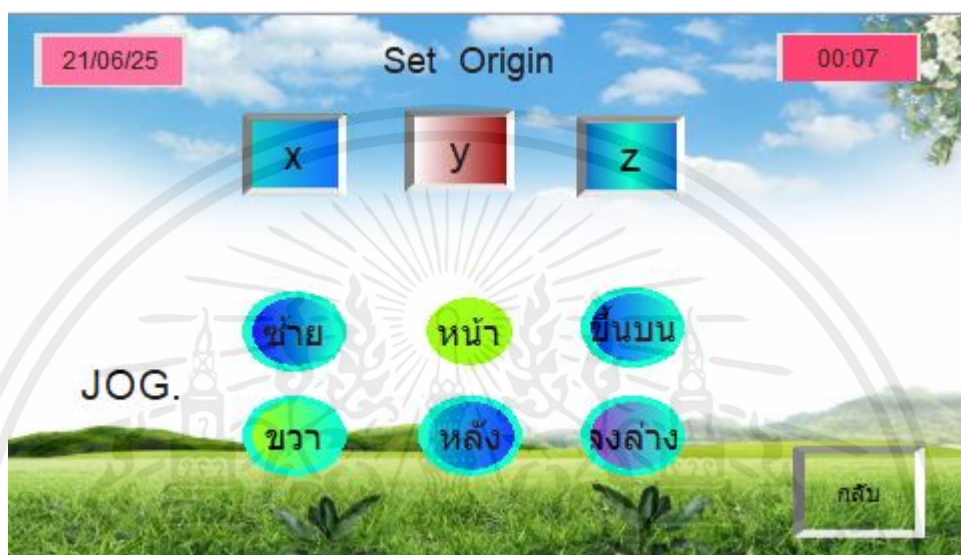
รูปที่ ข.5 หน้าต่างของโหมด Manual ของแถวที่ 2

จากรูปที่ ข.5 เมื่อกดปุ่มแถวที่ 2 จะแสดงหน้าต่างตามรูปที่ ข.5 ในหน้าต่างนี้จะสามารถเลือกจุดในการวางกล่องของแถวที่ 2 โดยจะมี 3 ชั้นเหมือนแถวที่ 1 ในหน้าต่างนี้เหมือนกับรูปที่ ข.4 จะสามารถเลือกจุดในการวางกล่องของแถวที่ 2 โดยแต่ละจุดจะมีจุดที่แสดงสถานะว่ามีจุดมาวางแล้วเมื่อเวลาดกดปุ่มเลือกจุดในการวางกล่องโดยเริ่มจากชั้นที่ 1 แถวที่ 2 เรียงตามลำดับไปจนถึงชั้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของแถวที่ 2 ให้วางที่ละจุดหลังจากวางกล่องเสร็จแล้วให้ทำการให้ทำการ Set origin ของแต่ละแถวแกนโดยกดปุ่ม z , x , y ก่อนทุกครั้งเพื่อที่จะทำการวางกล่องที่จุดถัดไป เมื่อกดปุ่มกลับจะแสดงหน้าต่างตามรูปที่ ข.4

3.Set Origin



รูปที่ ข.6 แสดงหน้าต่างในการเซตจุดเริ่มต้นของแต่ละแถวแกน

จากรูปที่ ข.6 เมื่อกดปุ่ม Set Origin จะแสดงหน้าต่างของหน้าจอตชสกรีนตามรูปที่ 6 ในหน้าต่างนี้จะมีปุ่มในการเซตของแต่ละแถวก่อนเพื่อให้กลับไปจุดเริ่มต้นตามที่กำหนดไว้และจะมี Jog ของแต่ละแถวแกนคือ การเคลื่อนที่ไปที่ละนิดโดยจะมีปุ่มซ้าย-ปุ่มขวา,ปุ่มหน้า-ปุ่มหลัง,ปุ่มขึ้นบน-ปุ่มลงล่าง เมื่อกดปุ่มกลับจะไปยังหน้าต่างเลือกโหมดของหน้าจอตชสกรีนตามรูปที่ ข.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 JY997D33401F(ENGLISH)



Changes for the Better

FX3G SERIES PROGRAMMABLE CONTROLLERS

HARDWARE MANUAL

FX3G

Manual Number	JY997D33401
Revision	F
Date	December 2009

This manual describes the part names, dimensions, mounting, cabling and specifications for the product. This manual is extracted from FX3G Series User's Manual - Hardware Edition. Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition for more details. Before use, read this manual and manuals of relevant products fully to acquire proficiency in the handling and operating the product. Make sure to learn all the product information, safety information, and precautions.

And, store this manual in a safe place so that you can take it out and read it whenever necessary. Always forward it to the end user.

Registration

The company name and the product name to be described in this manual are the registered trademarks or trademarks of each company.

Effective December 2009

Specifications are subject to change without notice.

© 2008 Mitsubishi Electric Corporation

Safety Precaution (Read these precautions before use.)

This manual classifies the safety precautions into two categories:

⚠ DANGER and **⚠ CAUTION**

⚠ DANGER	Indicates that incorrect handling may cause hazardous conditions, resulting in death or severe injury.
⚠ CAUTION	Indicates that incorrect handling may cause hazardous conditions, resulting in medium or slight personal injury or physical damage.

Depending on the circumstances, procedures indicated by **⚠ CAUTION** may also cause severe injury.

It is important to follow all precautions for personal safety.

STARTUP AND MAINTENANCE PRECAUTIONS	⚠ DANGER
<ul style="list-style-type: none"> Do not touch any terminal while the PLC's power is on. Doing so may cause electric shock or malfunctions. Before cleaning or retightening terminals externally cut off all phases of the power supply. Failure to do so may cause electric shock. 	


STARTUP AND MAINTENANCE PRECAUTIONS	⚠ DANGER
<ul style="list-style-type: none"> Use the battery for memory backup correctly in FX3G Series User's Manual - Hardware Edition. <ul style="list-style-type: none"> Use the battery only for the specified purpose. Connect the battery correctly. Do not charge, disassemble, heat, put in fire, short-circuit, connect reversely, weld, swallow or burn the battery, or apply excessive forces (vibration, impact, drop, etc.) to the battery. Do not store or use the battery at high temperatures or expose to direct sunlight. Do not expose to water, bring near fire or touch liquid leakage or other contents directly. Incorrect handling of the battery may cause heat excessive generation, bursting, ignition, liquid leakage or deformation, and lead to injury, fire or failures and malfunctions of facilities and other equipment. Before modifying or disrupting the program in operation or running the PLC, carefully read through this manual and the associated manuals and ensure the safety of the operation. An operation error may damage the machinery or cause accidents. 	

STARTUP AND MAINTENANCE PRECAUTIONS	⚠ CAUTION
<ul style="list-style-type: none"> Turn off the power to the PLC before attaching or detaching the memory cassette. If the memory cassette is attached or detached while the PLC's power is on, the data in the memory may be destroyed, or the memory cassette may be damaged. Do not disassemble or modify the PLC. Doing so may cause fire, equipment failures, or malfunctions. For repair, contact your local Mitsubishi Electric distributor. Turn off the power to the PLC before connecting or disconnecting any extension cable. Failure to do so may cause equipment failures or malfunctions. Turn off the power to the PLC before attaching or detaching the following devices. Failure to do so may cause equipment failures or malfunctions. <ul style="list-style-type: none"> Peripheral devices, Display module, expansion boards, and special adapters Connector conversion adapter, extension blocks, and FX Series terminal blocks Battery and memory cassette 	

DISPOSAL PRECAUTIONS	⚠ CAUTION
<ul style="list-style-type: none"> Please contact a certified electronic waste disposal company for the environmentally safe recycling and disposal of your device. When disposing of batteries, separate them from other waste according to local regulations. (For details of the Battery Directive in EU countries, refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.) 	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2

TRANSPORT AND STORAGE PRECAUTIONS 
<ul style="list-style-type: none"> When transporting the FX3G Series PLC incorporating the optional battery, turn on the PLC before shipment, confirm that the battery mode is set using a parameter and the ALM LED is OFF, and check the battery life. If the PLC is transported with the ALM LED on or the battery exhausted, the battery-backed data may be unstable during transportation. The PLC is a precision instrument. During transportation, avoid impacts larger than those specified in Section 2.1. Failure to do so may cause failures in the PLC. After transportation, verify the operations of the PLC. When transporting lithium batteries, follow required transportation regulations. (For details of the regulated products, refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.)

Compliance with EC directive(CE Marking)

This document does not guarantee that a mechanical system including this product will comply with the following standards. Compliance to EMC directive and LVD directive of the entire mechanical system should be checked by the user / manufacturer. For more details please contact the local Mitsubishi Electric sales site.

Requirement for Compliance with EMC directive

The following products have shown compliance through direct testing (of the identified standards below) and design analysis (through the creation of a technical construction file) to the European Directive for Electromagnetic Compatibility (2004/108/EC) when used as directed by the appropriate documentation.

Attention

- This product is designed for use in industrial applications.
- Manufactured by:
Mitsubishi Electric Corporation
2-7-3 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-8310 Japan
- Manufactured at:
Mitsubishi Electric Corporation Himeji Works
840 Chiyoda-machi, Himeji, Hyogo, 670-8677 Japan
- Authorized Representative in the European Community:
Mitsubishi Electric Europe B.V.
Gothaer Str. 8, 40880 Ratingen, Germany.

Type : Programmable Controller (Open Type Equipment)
Models : MELSEC FX3G series manufactured

- from June 1st, 2005 FX3U-232ADP FX3U-485ADP
FX3U-4AD-ADP FX3U-4DA-ADP
FX3U-4AD-PT-ADP FX3U-4AD-TC-ADP
- from April 1st, 2007 FX3U-232ADP-MB FX3U-485ADP-MB
- from December 1st, 2007 FX3U-4AD-PTW-ADP
FX3U-4AD-PNK-ADP
- from November 1st, 2008 FX3G-**MT/ES(-A)
Where ** indicates:14,24,40,60
FX3G-232-BD FX3G-422-BD
FX3G-485-BD
FX3G-EEPROM-32L
FX3G-CNV-ADP
FX3G-2AD-BD FX3G-1DA-BD
FX3G-8AV-BD FX3G-5DM
- from December 1st, 2008 FX3G-**MR/ES(-A)
Where ** indicates:14,24,40,60
- from March 1st, 2009 FX3G-**MT/ESS
Where ** indicates:14,24,40,60
- from June 1st, 2009 FX3U-3A-ADP
- from December 1st, 2009 FX3G-**MR/DS FX3G-**MT/DS
FX3G-**MT/DSS
Where ** indicates:14,24,40,60

Standard	Remark
EN61131-2:2003 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	Compliance with all relevant aspects of the standard. EMI • Radiated Emissions • Conducted Emissions EMS • Radiated electromagnetic field • Fast transient burst • Electrostatic discharge • High-energy surge • Voltage drops and interruptions • Conducted RF • Power frequency magnetic field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3

Models : MELSEC FX2N series manufactured

from July 1st, 1997 FX2N-**-ER-ES/UL FX2N-**-ET-ESS/UL
Where ** indicates:32,48
FX2N-16EX-ES/UL FX2N-16EYR-ES/UL
FX2N-16EYT-ESS/UL

from April 1st, 1998 FX2N-48ER-DS FX2N-48ET-DSS

from August 1st, 1998 FX2N-48ER-UA1/UL

from August 1st, 2005 FX2N-8ER-ES/UL FX2N-8EX-ES/UL
FX2N-8EYR-ES/UL FX2N-8EYT-ESS/UL

For the products above, PLCs manufactured before March 31st, 2002 are compliant with EN50081-2 (EN61000-6-4) and EN50082-2
from April 1st, 2002 to April 30th, 2006 are compliant with EN50081-2 (EN61000-6-4) and EN61131-2:1994+A11:1996+A12:2000
after May 1st, 2006 are compliant with EN61131-2:2003

Standard	Remark
EN61000-6-4:2007 - Generic emission standard Industrial environment EN50081-2:1993 Electromagnetic compatibility	Compliance with all relevant aspects of the standard. • Radiated Emissions • Mains Terminal Voltage Emissions
EN50082-2:1995 Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard Industrial environment	Compliance with all relevant aspects of the standard. • RF Immunity • Fast Transients • ESD • Conducted • Power magnetic fields
EN61131-2:1994 /A11:1996 /A12:2000 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	Compliance with all relevant aspects of the standard. • RF Immunity • Fast Transients • ESD • Damped oscillatory wave
EN61131-2:2003 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	Compliance with all relevant aspects of the standard. EMI • Radiated Emissions • Conducted Emissions EMS • Radiated electromagnetic field • Fast transient burst • Electrostatic discharge • High-energy surge • Voltage drops and interruptions • Conducted RF • Power frequency magnetic field

Requirement for Compliance with LVD directive

The following products have shown compliance through direct testing (of the identified standards below) and design analysis (through the creation of a technical construction file) to the European Directive for Low Voltage (2006/95/EC) when used as directed by the appropriate documentation.

Type : Programmable Controller (Open Type Equipment)**Models : MELSEC FX3G series manufactured**

from November 1st, 2008 FX3G-**-MT/ES(-A)
Where ** indicates:14,24,40,60

from December 1st, 2008 FX3G-**-MR/ES(-A)
Where ** indicates:14,24,40,60

from March 1st, 2009 FX3G-**-MT/ESS
Where ** indicates:14,24,40,60

from December 1st, 2009 FX3G-**-MR/DS
Where ** indicates:14,24,40,60

Standard	Remark
EN61131-2:2003 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	The equipment has been assessed as a component for fitting in a suitable enclosure which meets the requirements of EN61131-2:2003

Models :MELSEC FX2N series manufactured

from July 1st, 1997 FX2N-**-ER-ES/UL FX2N-**-ET-ESS/UL
Where ** indicates:32,48
FX2N-16EYR-ES/UL

from April 1st, 1998 FX2N-48ER-DS

from August 1st, 1998 FX2N-48ER-UA1/UL

from August 1st, 2005 FX2N-8ER-ES/UL FX2N-8EYR-ES/UL

For the products above, PLCs manufactured before March 31st, 2002 are compliant with IEC1010-1
from April 1st, 2002 to April 30th, 2006 are compliant with EN61131-2:1994+A11:1996+A12:2000
after May 1st, 2006 are compliant with EN61131-2:2003

Standard	Remark
IEC1010-1:1990 /A1:1992 Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - General requirements	The equipment has been assessed as a component for fitting in a suitable enclosure which meets the requirements of IEC 1010-1:1990+A1:1992
EN61131-2:1994 /A11:1996 /A12:2000 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	The equipment has been assessed as a component for fitting in a suitable enclosure which meets the requirements of EN61131-2:1994+A11:1996+A12:2000
EN61131-2:2003 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	The equipment has been assessed as a component for fitting in a suitable enclosure which meets the requirements of EN61131-2:2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4

Caution for compliance with EC Directive**Installation in Enclosure**

Programmable logic controllers are open-type devices that must be installed and used within conductive control boxes. Please use the FX3G Series programmable logic controllers while installed in conductive shielded control boxes. Please secure the control box lid to the control box (for conduction). Installation within a control box greatly affects the safety of the system and aids in shielding noise from the programmable logic controller.

Associated manuals

FX3G Series PLC (main unit) comes with this document (hardware manual).

For a detailed explanation of the FX3G Series hardware and information on instructions for PLC programming and special extension unit/block, refer to the relevant documents.

Manual name	Manual No.	Description
FX3G Series User's Manual - Hardware Edition	JY997D31301 MODEL CODE: 09R521	Explains FX3G Series PLC specification details for I/O, wiring, installation, and maintenance.
FX3G/FX3U/FX3UC Series Programming Manual - Basic & Applied Instruction Edition	JY997D16601 MODEL CODE: 09R517	Describes PLC programming for basic/applied instructions STL/SFC programming and devices.
FX Series User's Manual - Data Communication Edition	JY997D16901 MODEL CODE: 09R715	Explains N:N link, parallel link, computer link, no protocol communication by RS instructions/FX2N-232IF.
FX3G/FX3U/FX3UC Series User's Manual - Analog Control Edition	JY997D16701 MODEL CODE: 09R619	Describes specifications for analog control and programming methods for FX3G/FX3U/FX3UC Series PLC.
FX3G/FX3U/FX3UC Series User's Manual - Positioning Control Edition	JY997D16801 MODEL CODE: 09R620	Explains the specifications for positioning control of FX3G/FX3U/FX3UC Series and programming procedures.

How to obtain manuals

For the necessary product manuals or documents, consult with the Mitsubishi Electric dealer from where you purchase your product.

Incorporated Items

Check if the following product and items are included in the package:

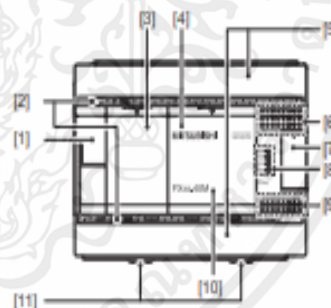
		Included Items
Main units		
FX3G-14M□- FX3G-60M□	Product	1 unit
	Dust proof protection sheet	1 sheet
	Manuals (Japanese version ^{*1} , English version)	1 manual each
Input/output extension units		
FX2N-32E□, FX2N-48E□	Product	1 unit
	Extension cable	1 cable
	Input/output number label	1 sheet
Input/output extension blocks		
FX2N-8E□ FX2N-16E□	Product	1 unit
	Input/output number label	1 sheet

*1 The FX3G-□□M□/ES-A becomes Chinese version.

1. Outline

For the input/output extension units/blocks, refer to the following manual.

→ Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

1.1 Part names

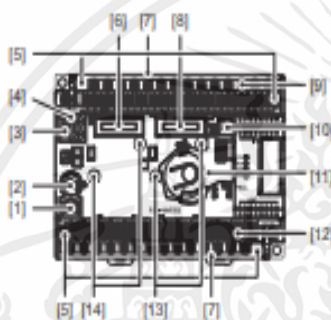
No.	Name
[1]	Peripheral device connecting connector cover
[2]	Terminal names
[3]	Top cover(S) (40points, 60points type only)
[4]	Top cover
[5]	Terminal block covers
[6]	Input display LEDs (red)
[7]	Extension device connecting connector cover

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5

No.	Name		
Operation status display LEDs			
	POW	Green	On while power is on the PLC.
	RUN	Green	On while the PLC is running.
[8]	ERR	Red	Flashing when a program error occurs.
		Red	Lights when a CPU error occurs.
	ALM	Red	Lights when the battery voltage drops. (When the optional battery is used)
[9]	Output display LEDs (red)		
[10]	Model name (abbreviation)		
[11]	DIN rail mounting hooks		

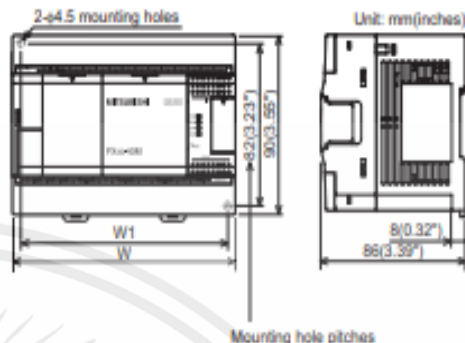
With terminal cover open



No.	Name
[1]	Peripheral device connecting connector (USB)
[2]	Peripheral device connecting connector (RS-422)
[3]	RUN/STOP switch
[4]	Variable analog potentiometers Upper side : VR1, Lower side : VR2
[5]	Terminal block mounting screws
[6]	Optional equipment connector1
[7]	Terminal cover (FX3G-COM-ES-A is excluded)
[8]	Optional equipment connector2 (40points, 60points type only)
[9]	Power supply terminal, Input (X) terminals
[10]	Battery connector
[11]	Battery holder
[12]	Power supply terminal, Output (Y) terminals
[13]	Optional equipment connecting screw holes2 (40points, 60points type only)
[14]	Optional equipment connecting screw holes1

1.2 External dimensions and weight

→ For the Input/output extension units/blocks, refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.



Model name	W: mm (inches)	W1: mm (Inches) Direct mounting hole pitches	MASS (Weight): kg (lbs)
FX3G-14M□	90 (3.55")	82 (3.23")	0.50 (1.10lbs)
FX3G-24M□	90 (3.55")	82 (3.23")	0.55 (1.21lbs)
FX3G-40M□	130 (5.12")	122 (4.81")	0.70 (1.54lbs)
FX3G-60M□	175 (6.89")	167 (6.58")	0.85 (1.87lbs)

Installation

- 35-mm-wide DIN rail or Direct (screw) mounting (M4)

2. Installation (general specifications)

As for installation of the input/output extension units/blocks, special adapters and expansion boards, refer to the following manual.

→ Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

INSTALLATION PRECAUTIONS	CAUTION
<ul style="list-style-type: none"> • Use the product within the generic environment specifications described in section 2.1 of this manual. Never use the product in areas with excessive dust, oily smoke, conductive dusts, corrosive gas (salt air, Cl₂, H₂S, SO₂ or NO₂), flammable gas, vibration or impacts, or exposed to high temperature, condensation, or rain and wind. If the product is used in such conditions, electric shock, fire, malfunctions, deterioration or damage may occur. • Do not touch the conductive parts of the product directly to avoid failure or malfunctions. • Install the product securely using a DIN rail or mounting screws. • Install the product on a flat surface. If the mounting surface is rough, undue force will be applied to the PC board, thereby causing nonconformities. • When drilling screw holes or wiring, make sure cutting or wire debris does not enter the ventilation slits. Failure to do so may cause fire, equipment failures or malfunctions. • Be sure to remove the dust proof sheet from the PLC's ventilation port when installation work is completed. Failure to do so may cause fire, equipment failures or malfunctions. 	<p>CAUTION</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OMRON

M18 Cylindrical Photoelectric

E3F2

Threaded Cylindrical M18 Size
Sensors with Built-in Amplifier

- Rugged stainless and nickel plated brass versions
- Chemical resistant, ABS resin case type
- Polarized models
- Compact and space-saving
- Long detection distance (7 m)
- DC switching types with connectors for easy maintenance
- Wide operating voltage range (10 to 30 VDC, or 24 to 240 VAC)
- Short-circuit and reverse connection protection (DC switching type)
- UL, CSA listed and CE marked



3 099 51

Ordering Information

■ SENSORS

Supply	Type	Connection	Output	Range	Housing	Part number	
AC	Through-beam	Pre-leaded	Light-On	3 m	Plastic	E3F2-3Z1	
			Dark-On		Plastic	E3F2-3Z2	
	Retroreflective, Non-polarized		Light-On	2 m	Plastic	E3F2-R2Z1	
			Dark-On		Plastic	E3F2-R2Z2	
	Diffuse	Connector	Light-On	100 mm	Plastic	E3F2-DS10Z1N	
			Dark-On		Plastic	E3F2-DS10Z2N	
DC	Through-beam		Connector	NPN	7 m	Plastic	E3F2-7C4-P1
						NPB	E3F2-7C4-M1-C
		SS				E3F2-7C4-M1-S	
	Diffuse	NPN		10 cm		Plastic	E3F2-7B4-P1
						NPB	E3F2-7B4-M1-C
						SS	E3F2-7B4-M1-S
Diffuse	NPN	30 cm	NPB		E3F2-DS10C4-M1-C		
			SS		E3F2-DS10C4-M1-S		
			Plastic		E3F2-DS10C4-P1		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information Table – continued from previous page

Supply	Type	Connection	Output	Range	Housing	Part number			
DC	Diffuse	Connector	PNP	10 cm	NPB	E3F2-DS10B4-M1-C			
					SS	E3F2-DS10B4-M1-S			
					Plastic	E3F2-DS10B4-P1			
			Retroreflective, Non-polarized	NPN	2 m	Plastic	E3F2-R2C4-P1		
							PNP	Plastic	E3F2-R2B4-P1
								NPN	NPB
	Retroreflective, Polarized	PNP	2 m	NPN	SS	E3F2-R2RC4-M1-S			
					NPB	E3F2-R2RB4-M1-C			
						SS	E3F2-R2RB4-M1-S		
	Through-beam	Pre-leaded	NPN	7 m	Plastic	E3F2-7C4			
						NPB	E3F2-7C4-C		
							SS	E3F2-7C4-S	
			PNP	7 m	Plastic	E3F2-7B4			
						NPB	E3F2-7B4-C		
							SS	E3F2-7B4-S	
	Diffuse	NPN	10 cm	NPB	E3F2-DS10C4-C				
					Plastic	E3F2-DS10C4-N			
						SS	E3F2-DS10C4-S		
			30 cm	Plastic	E3F2-DS30C4				
					PNP	10 cm	NPB	E3F2-DS10B4-C	
								Plastic	E3F2-DS10B4-N
SS		E3F2-DS10B4-S							
30 cm		Plastic	E3F2-DS30B4						
			NPN	2 m	Plastic	E3F2-R2C4			
						PNP	Plastic	E3F2-R2B4	
Retroreflective, Non-polarized		NPN	2 m	NPB	E3F2-R2RC4-C				
					SS	E3F2-R2RC4-S			
	NPB					E3F2-R2RB4-C			
Retroreflective, Polarized		PNP	2 m	SS	E3F2-R2RB4-S				

Note: NPB = Nickel plated brass; SS = Stainless steel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

■ ACCESSORIES (ORDER SEPARATELY)

Description	Part number
Sensor mounting bracket	Y92E-B18
Lens protector kit (glass plate, two gaskets and metal retainer)	E39-F31
Small corner cube reflector (38 H x 20 W x 11 D mm)	E39-R3
Adhesive backed reflector tape (10 H x 35 W x 0.7 D mm)	E39-RSA
Adhesive backed reflector tape (35 H x 40 W x 0.7 D mm)	E39-R5B
Mounting bracket for E39-R1 reflector	E39-L7
Right angle adapter for through-beam and retroreflective E3F2 sensors	E39-RU1

■ CONNECTOR CORDSETS

Connector type	Cable size	Length	Straight connector	Right angle connector
4-wire DC Micro Change [®] connector	22 AWG	2 m (6.56 ft)	Y96E-44SD2	Y96E-44RD2
		5 m (16.40 ft)	Y96E-44SD5	Y96E-44RD5
		10 m (32.8 ft)	Y96E-44SD10	Y96E-44RD10
Robotic cable with M12 connector		2 m (6.56 ft)	XS2F-D421-D80-R	XS2F-D422-D80-R
		5 m (16.40 ft)	XS2F-D421-G80-R	XS2F-D422-G80-R

E3F2

Omnron

E3F2

■ REPLACEMENT PARTS

Description	Part number
Reflector for E3F2-R2□4 retroreflective sensors	E39-R1
Two plastic M18 mounting nuts	E3F-PHWS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications

■ DC SWITCHING MODELS

Part number	E3F2-7C4-□, E3F2-7B4-□	E3F2-R2C4-□, E3F2-R2B4-□	E3F2-R2RC4-□, E3F2-R2RB4-□	E3F2-DS10C4-□, E3F2-DS10B4-□	E3F2-DS30C4-□, E3F2-DS30B4-□
Method of detection	Through-beam	Retroreflective		Diffuse	
		Non-polarized	Polarized		
Sensing range	7 m (22.96 ft)	2 m (6.56 ft)	2 m (6.56 ft)	10 cm (3.94 in)	30 cm (11.81 in)
Standard target	11 x 11 mm	56 x 56 mm		5 x 5 cm 90% Kodak White Card	10 x 10 cm 90% Kodak White Card
Supply voltage	10-30 VDC 10% maximum permissible ripple, peak-to-peak				
Output	NPN or PNP open collector, 100 mA, residual voltage 2 V max. at 100 mA				
Current consumption	45 mA max.	25 mA max.			
Response time	2.5 ms max.				
Stabilization on Powerup	50 ms				
Ambient temperature	Operating	-25°C to 55°C (-13°F to 131°F) with no icing			
	Storage	-30°C to 70°C (-22°F to 158°F)			
Ambient light immunity	Incandescent: 3,000 lx; Sunlight: 10,000 lx				
Relative humidity	Operating	35% to 85% RH, no condensation			
	Storage	35% to 95% RH			
Insulation resistance	20 MΩ at 500 VDC				
Dielectric strength	1,000 VAC, 50/60 Hz for 1 min. between current carrying parts and case				
Vibration	10 to 55 Hz 1.5 mm double amplitude 1 hr each in X, Y, Z axes				
Shock	500 m/s ² (approx. 50 G)				
Enclosure	IP67, NEMA 6 for metal versions; IP66 NEMA, 4 for plastic versions				
Light source	Infrared LED		Red LED	Infrared LED	
Indicators	Power and light received LEDs				
Sensitivity adjustment	Fixed				Adjustable
Operation mode	Light-ON or Dark-ON selectable with control wire				
Weight	Metal	Pre-leaded 100 g; connector: 60 g			
	Plastic	Pre-leaded 85 g; connector: 40 g			
Circuit protection	Output short-circuit and reverse polarity				
Materials	Lens	Plastic			
	Housing	Plastic (ABS), nickel plated brass, stainless steel	Plastic	Nickel plated brass, stainless steel	Plastic (ABS), nickel plated brass, stainless steel
	Cable sheath	PVC			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

■ AC MODELS

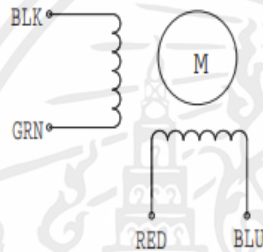
Part number		E3F2-3Z1, E3F2-3Z2	E3F2-R2Z1, E3F2-R2Z2	E3F2-DS10Z1N, E3F2-DS10Z2N
Method of detection		Through-beam	Retroreflective	Diffuse
Sensing range		3 m (9.84 ft)	2 m (6.56 ft)	10 cm (3.94 in)
Standard target		11 mm	56 mm	10 x 10 cm 90% Kodak white card
Supply voltage		24–240 VAC \pm 10%, 50/60 Hz		
Output		SCR 200 mA max.; residual voltage 5 V max. at 200 mA		
Power consumption		10 mA max.	5 mA max.	
Response time		30 ms max.		
Stabilization on Powerup		100 ms		
Ambient temperature	Operating	–25°C to 55°C (–13°F to 131°F) with no icing		
	Storage	–30°C to 70°C (–22°F to 158°F)		
Ambient light immunity		Incandescent: 3,000 lx; sunlight: 10,000 lx		
Relative humidity	Operating	35% to 85% RH, no condensation		
	Storage	35% to 95% RH		
Insulation resistance		20 M Ω at 500 VDC between current carrying parts and case		
Dielectric strength		1,500 VAC, 50/60 Hz for 1 min. between current carrying parts and case		
Vibration		10 to 55 Hz 1.5 mm double amplitude 2 hrs each in X, Y, Z axes		
Shock		500 m/s ² (approx. 50 G)		
Enclosure		IP66, NEMA 1, 2, 4 (indoor)		
Light source		Infrared LED		
Indicators		Power and light received LEDs		
Sensitivity adjustment		Fixed		
Operation mode		Light-ON (Z1 models) or Dark-ON (Z2 models)		
Weight	Pre-leaded models	110 g		
	Connector models	55 g		
Circuit protection		–		
Materials	Lens	Acrylate resin		
	Housing	Plastic ABS		
	Cable sheath	PVC		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HIGH TORQUE HYBRID STEPPING MOTOR SPECIFICATIONS

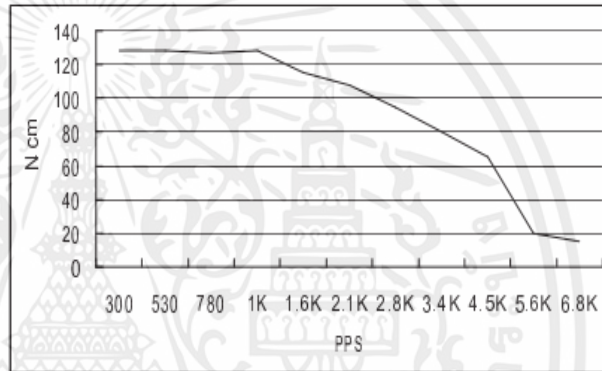
General specifications		Electrical specifications	
Step Angle (°)	1.8	Rated Voltage (V)	3.2
Temperature Rise (°C)	80 Max (rated current, 2 phase on)	Rated Current (A)	2.8
Ambient Temperature (°C)	-20 ~ +50	Resistance Per Phase ($\pm 10\% \Omega$)	1.13
Number of Phase	2	Inductance Per Phase ($\pm 20\% \text{mH}$)	3.6
Insulation Resistance (M Ω)	100 Min (500VDC)	Holding Torque (N.cm)	189
Insulation Class	Class B	Weight (Kg)	1.05
Max.radial force (N)	75 (20mm from the flange)		
Max.axial force (N)	15		

● Wiring Diagram :

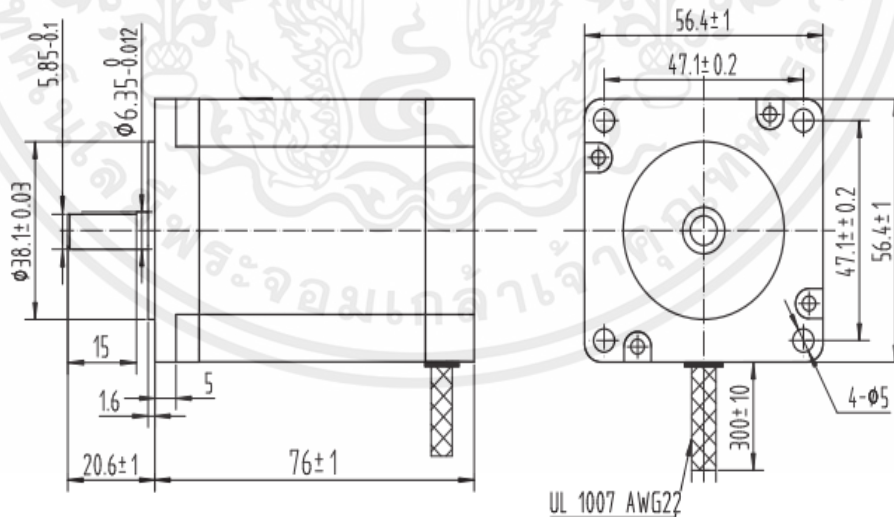


● Pull out torque curve :

VOLTAGE: 3.0VDC, CONSTANT CURRENT:2.8A, HALF STEP



● Dimensions:
(unit:mm)



REV	REVISIONS	DESCRIPTION	BY	DATE	SY57STH76-2804A	TECHNICAL CONDITIONS
DRAW	kongxiangzhen 2012.05.16					
CHECK						
APPROVE						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TB6600

Stepper Motor Driver

Analog Driver
Model TB6600

Analog Technology, max. 40 VDC / 4.0 A (PEAK)



Product Description:

The TB6600 single axis drive is a low cost microstepping drive. It is suitable for driving 2-phase and 4-phase hybrid stepper motors. Not for professional applications.

Features:

- Cost-effective
- Supply voltage up to +40 VDC, Output current up to 4.0 A (PEAK)
- Output current selectable in 8 steps via DIP-switch
- Automatic idle-current reduction (in standstill mode) to reduce motor heating
- Pulse input frequency up to 20 kHz
- Input suitable for 5 V signals
- Inputs are optically isolated
- 8 selectable microstep resolutions, up to 6400 steps/rev with standard 1.8° motors
- Suitable for 2-phase and 4-phase motors
- Supports PUL/DIR mode
- Over current and overheat protection

Electrical Specifications:

Parameters	Min	Typ.	Max	Unit
Output current	0.7	-	4.0 (3.5 RMS)	A
Supply voltage	+9	+36	+40	VDC
Logic signal current	8	10	15	mA
Puls input frequency	0	-	20 when duty cycle is 25 high / 75 low 13 when duty cycle is 50 / 50	kHz
Insulation resistance	500			MΩ

Further Specifications:

Microsteps / 1,8 °	200		6400
PUL / DIR		yes	
NEMA sizes	17		24
Motor type Mecheltron	42BYGH-XXXX		60BYGH-XXX

22.01.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

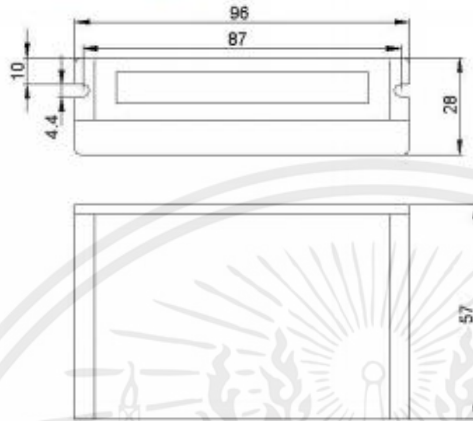
TB6600

Stepper motor driver

Analog Driver

Model TB6600

Mechanical Specifications: (Unit: mm)

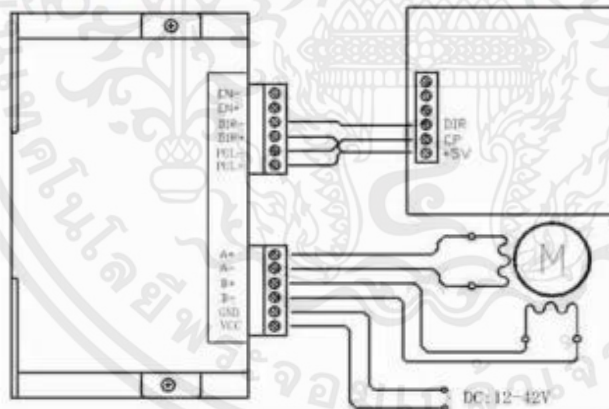


Applications:

Suitable for a wide range of stepping motors of NEMA sizes 17, 23 and 24 (42x42 mm to 60x60 mm). It can be used in various kinds of machines, such as X-Y tables, engraving machines, labeling machines, laser cutters, pick-place devices, and so on. Particularly well suited for applications where low noise levels, less heat development, high speed and high precision are desired.

Typical Connection Schematic:

A typical system consists of stepper motor, stepper motor driver, power supply and controller. The following image shows a typical connection schematic:



Logic control signals which have 5 V can be connected directly;

R 1k Ω must be connected in line when control signal is 12V;

R 2k Ω must be connected in line when control signal is 24V to ensure control signal current is 8mA to 15mA.

22.01.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Samkoon Human-Machine Interface Manual

AK Series (WITHOUT 3G/WIFI)

AK-043AC , AK-043AE , AK-043BD , AK-043BE , AK-043BS , AK-050BE , AK-050BD , AK-050BS , AK-070AE , AK-070AD , AK-070AS , AK-070BE , AK-070BD , AK-070BS , AK-102AE , AK-102AD , AK-102AS , AK-121AE , AK-121AD , AK-121AS

AK系列机型 (带3G/WIFI)

AK-043AW , AK-043BW , AK-050BW , AK-070AW , AK-070AWG , AK-070BW , AK-070BWG , AK-070BXC , AK-102AW , AK-102AWG , AK-121AW , AK-121AWG

EA Series

EA-043A , EA-070B

SA Series

SA-035F , SA-043F , SA-050H , SA-057F , SA-070F , SA-070H , SA-102H , SA-104F , SA-121F

SK Series

SK-035FE , SK-043FE , SK-043HS , SK-043HE , SK-050HS , SK-050HE , SK-057FE , SK-070FS , SK-070FE , SK-070HS , SK-070HE , SK-102HE , SK-102HS , SK-104FE , SK-104FS , SK-121FS , SK-121FE

1 Installation Condition

Places for application Samkoon Series HMI is designed according to the environment of industrial products. Its design specification to ensure that it can work to stabilize in the -20°C to 65°C in most industrial condition. It may not be used in certain outdoor condition, if you need outdoor specific occasions, be sure to consult your provider!

NEMA The front panel of the Samkoon HMI match the NEMA4 protection regulations. When the product is properly installed in the disk cabinet match NEMA4 protective provisions, the enclosure remains committed to comply with the provisions of the NEMA4, that is , when the enclosure surface spray liquid, the liquid does not penetrate inside the enclosure.

Electrical condition Samkoon HMI have been tested to meet the European CE standard. Circuit design can be resistant to electrical noise interference, but that does not guarantee that can remove all the electrical noise interference. The correct way of wiring and grounding to ensure correct use.

Mechanical condition To ensure that your correct use of the Samkoon HMI products, avoid installation in the condition of strong mechanical vibration.

2

Installation Instructions

2.1 Installation Guide

2.1.1 Install location

While install equipments behind the HMI, make sure the AC power wiring, PLC output modules, contactors, starters, relays, and other types of electrical interface equipment farther to the back of the distance of the HMI.

Keep away of inverter and switching power supply, the input and output of such equipment must be shielded and connected to the system star point.

2.1.2 Install meet NEMA4 standards

Specifications Samkoon HMI can be installed in the disk cabinet depth of more than 50 to 75 mm (depending on the thickness of the product), it is recommended you install HMI in the front panel of enclosure, do this in order not to affect you open the enclosure front panel and assurance you can smoothly connect the power and communications cables.

NEMA4 Installation Put product into the Mounting holes from the back of the panel, install screw into the product of 4 fixed holes shell around the product, and then one by one lock mounting screws until the product is securely fixed to the panel on the panel. (12.1 inch, 7 fixed Holes).

Warning ! Do not fasten the mounting screw with too much strength or the screen will be damaged. (Maximum Torque: 0.2N·m)

Warning ! In order to ensure the packing specification, all mounting screws provided with products must be used. The curvature of the front-panel cannot be over 0.010 ". With fixed bolt fixed HMI, please use the insulating sleeve to prevent leakage of the machine, it may cause damage to the HMI.

2.1.3 Environmental Considerations

- ⚠ ● Because of the LCD display inside, the HMI must be used indoors. Make sure the product is installed correctly, and the environment meet.
- ⚠ ● Do not use in explosion hazard situations, such as the presence of flammable gas, vapor or dust.
- ⚠ ● Do not use in the temperature or high humidity environment, which may cause the device internal product condensate, resulting in damage to the equipment.

2.2 Power Connection

Make sure to comply with all local and national electrical standards before installing the product, please consult local suppliers for detail.

2.2.1 Power requirement

⚠ Power Samkoon HMI products can only use the DC power supply, the provision of the DC voltage range is $24 \pm 15\%$ volts of power. This ensures compatibility with most controller DC power supply system.

Products within the power regulator circuit is completed by the switching power supply. If the product within two seconds after power display is not shown, please disconnect the power immediately. Check the wiring is correct before re-energized. DC power supply must be properly isolate with the main AC power.

⚠ Warning !

In order to comply with ICS Safety Recommendations, you must install an emergency stop switch while use Samkoon HMI in your control system.

⚠ Warning ! Power

Do not share the power between HMI and inductive load (such as solenoid switch or solenoid valve).

⚠ Warning ! Wiring

Some controller 24V DC output power supply cannot provide the current needed of HMI. DC power supply line should be as short as possible (up to no more than 500m for shielded cable, 300m for UTP), tools,

Please take the appropriate lightning protection measures when lightning occurs frequently. Be sure AC power cables and high-energy and rapidly switching DC wiring separate from signal cable. Put a resistance and a capacitance in parallel between the ground and the DC insulated power without earthing. This will make a path for static electricity and high-frequency interference. (Suggestions: Resistance, 1M Ω ; Capacitance, 4700pF)

⚠ Connection Unscrew the screws of line terminal anticlockwise on rear panel. Insert the power cable. Then fasten the screws clockwise. Please insert the power cable laterad when unscrew the plugin line terminal anticlockwise. Then fasten the screws clockwise. Put the terminals into the slot on the rear panel. Caution: Connect the positive pole to the terminal marked "24VDC+", and connect the DC GND to the terminal marked "24VDC-".

2.2.2 Grounding Requirements

Product shell must be grounded, DC in the inside of the product is not connected to the actual earth. In order to avoid due to the virtual point grounding can introduce noise into the system, it is best not to land and housing of the DC to earth, but if you have to power to received star point, you must ensure that the ground wire as short as possible cross-sectional area as far as possible,

2.2.3 CE Requirement

To ensure HMI meet EMC specifications, reducing the electrical noise interference, the product of the power terminals on the chassis ground terminal must be connected to a separate # 14 AWG grounding cable. This ground connection must follow the installation instructions directly connected to the system star ground point.

2.2.4 Safty Guide

This section presents recommended installation practices and procedures. Although there is no any two applications are the same, but please carefully consider the following recommendation when installing.

Warning ! Hardware Install Proposal The system designer must understand that equipment controller system may malfunction and produce insecurity, electrical conflict and HMI (for example, SA/EA) may lead to the run of the device, which may lead to a certain damage to the body of the operator.

If you or your company use programmable control system that require HMI, you must understand the potential security risks and take appropriate preventive measures. Despite your detailed design procedure is developed based on your specific application, but also need to pay attention to the following information about programmable control equipment installed universal precautions, these precautions in line with the NEMA ICS 3-304 Control standards recommended by the controller installation specification.

Program In order to meet the security recommendations of the ICS, check and make sure the emergency stop writable register have security restrictions and safety equipment will exceed the limit conditions of the control of the dangerous parts of the plant or equipment in the program to ensure personal absolutely safe.

ICS 3-304.81 safety recommendations:

In the mechanical parts that the operator can touch, such as the location of loading machine mechanical automatic operation, you must carefully consider the override or other redundant means, it must be independent out of the programmable controller. You can start or stop the automatic operation of the system. If you need to modify the program on system running a lock or other measures must be considered to ensure that only authorized people can make the necessary security measures to security threats.

* These recommendations are intended to prevent the risk of equipment failures and the safety measures when modify the program online.

- ICS3-30481 safety recommendations are copied from the NEMA, under license from NEMA ICS3-304 standards

2.3 Communication

The communications port in the back of the product can be used to connect such as PLC or other external devices (such as the controller of the connector) and so on.

2.3.1 Connection with external devices

Port The COM ports on the back of product are used to connect with external devices, Standard 9-pin D-type male ports.

Cable requirements On the one side of the cable, it is DB9F that connected to the panel. On the other side, it is adaptive for the connection between the panel and the external control device.

Pin#	PLC[RS232] Fn	PLC[RS422] Fn	PLC[RS485] Fn	* CAN-BUS
1				CANL
2	RX			
3	TX			
4				CANH
5	GND			GND
6		R-		
7		R+		
8		T-	D-	
9		T+	D+	

* CAN-BUS is only used in AK HMI

2.3.2 Connection to PC

Port The USB port on the back of HMI used to connection for PC to HMI. B-type USB interface.

Connect This port can be connected by communication cables (P/N : Samkoon_HMI_PC) connect to PC.

Port Activation This port will be automatically activated while the program is running for downloading from PC

Samkoon_HMI_PC cable diagram



- 5 -

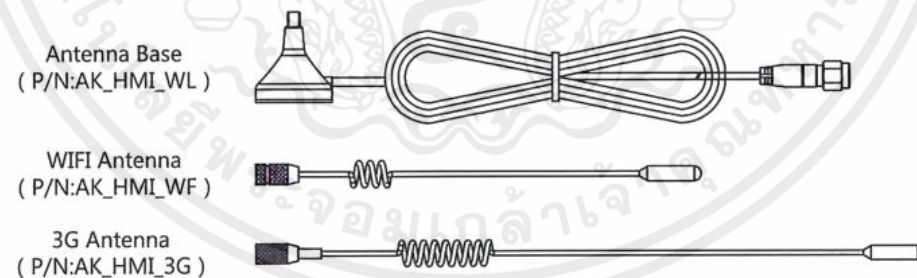
2.3.3 Connection with 3G/WIFI Antenna (For AK HMI)

Port The 3G/WIFI port is used to connected to external antenna.

Connect These two ports are connected by appropriate connection cable (P/N:AK_HMI_WL) and antenna (P/N:AK_HMI_WF, AK_HMI_3G).

Port Fn In order to avoid the communication problem, AK_HMI_WF is only used as WIFI Antenna and AK_HMI_3G is only used as 3G Antenna.

AK_HMI Antenna Base, 3G/WIFI Antenna Sketch



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Attention For RS485/422 devices, in order to avoid the problem of communication, attention to the communication cable length is not more than 150m. For RS232 devices, attention to the length of communication cable is not more than 15m.

Attention

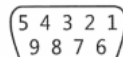
If the communication problem occurs, generally you can see fault tips "No Device Response" on the screen, until the communication is established normally. Indicator on the front panel(COM) will be lit and flashing while communication.

Attention that do not put communication cables and AC power cable together and communication cables are not near the location of the sources of electrical noise.

Make sure the communication cables are fixed with both ends of the communication port connectors.

Pin Assignment

PLC[RS232] Communication port 9-pin D-type female pins arranged in the diagram. This port is used to connect HMI and Controllers with RS232/RS422/RS485/CAN-BUS port.



Note: This port is not used for the Samkoon HMI programming.

2.4 CE Requirement

Samkoon HMI conforms with the EMC regulations.

- EMC (electromagnetic compatibility) regulations (89/336/EEC, 93/31/EEC) electromagnetic interference radiation and resistance.
- Mechanical structural requirements (89/392/EEC, 91/368/EEC, 93/44/EEC, 93/68/EEC) Mechanical security.
- Samkoon HMI has CE marking and conforms with the EMC regulations.

Samkoon HMI is designed to ensure it can be worked in the standard limit electromagnetic noise environment (resistance), and does not produce high-intensity electromagnetic noise radiation to the surrounding environment (radiation). Installed correctly in accordance with the instructions in this manual, the product is in full compliance with electrical safety standards of the European Community.

Compatibility standard Samkoon HMIs are designed to meet the industrial environment and electromagnetic compatibility.

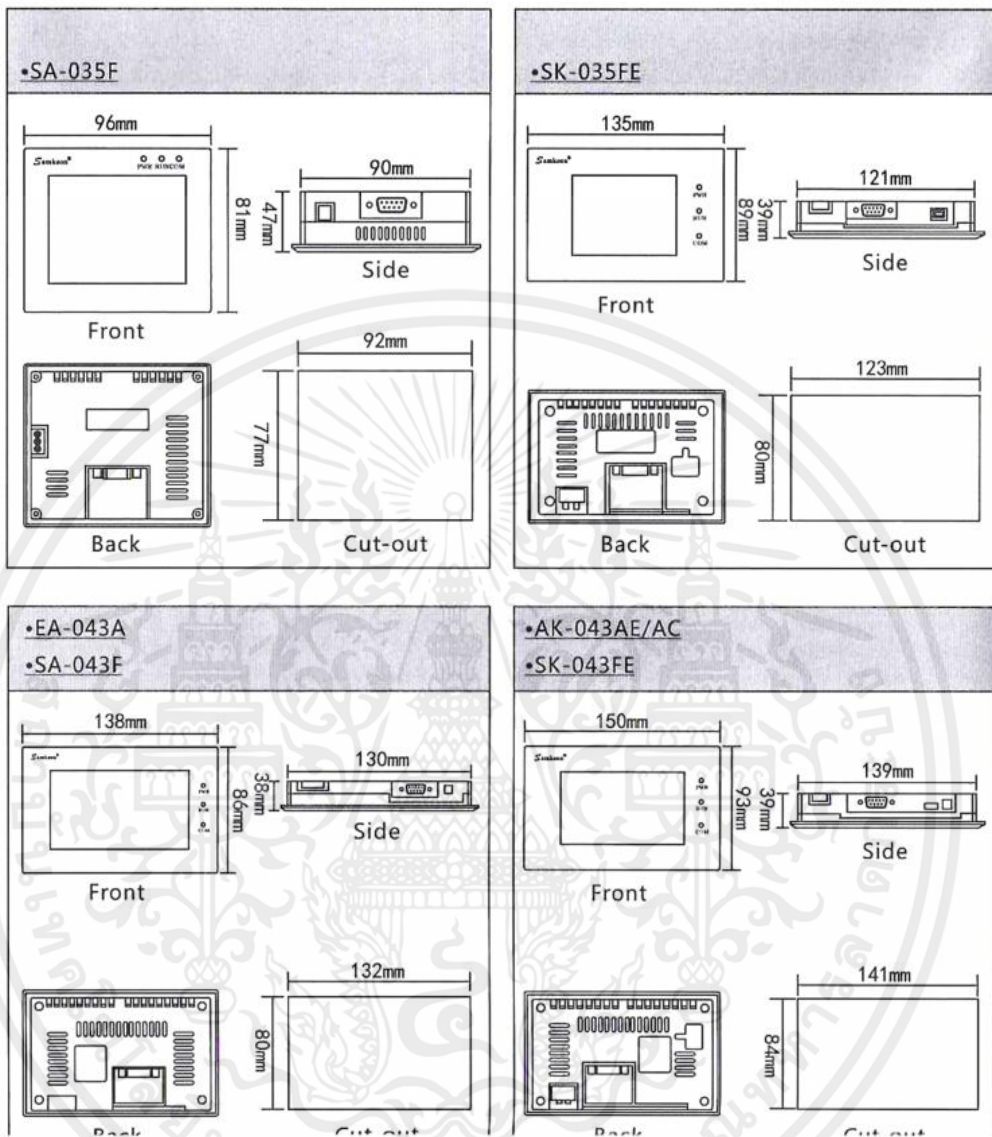
- CISPR (EN 55011) Group 1, Class A in radiation levels
- EN50081-2 radiation standard for industrial environment (equivalent to U.S. FCC Class A standards)
- EN50082-2 standard for generic resistance of industrial environment

3 Installation Diagram

3.1 Common Diagram

Unit: mm

3.5"/4.3"



A

A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล

นายเกียรติศักดิ์ หมานเหตุ

วัน เดือน ปี

22 มีนาคม 2542

ที่อยู่ปัจจุบัน

19/2 หมู่ 12 ต.ไทรซิง อ.พระแสง

จ.สุราษฎร์ธานี 84210

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2559 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

สายสามัญ วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

โรงเรียนชัยบุรีพิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

อีเมล

Email. Keattisak22032542@gmail.com

Tel. 096-838-5894



ชื่อ-นามสกุล

นายธีระพัฒน์ บัวเพชร

วัน เดือน ปี

18 เมษายน 2541

ที่อยู่ปัจจุบัน

6 หมู่ 2 ต.ชะเมา อ.ปากพนัง

จ.นครศรีธรรมราช 80330

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2559 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

อีเมล

Email. Thiraphatz21310@gmail.com

Tel. 099-315-2225

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองรูปเล่มปริญญาานิพนธ์

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ชื่อโครงการ เครื่องจัดเก็บกล่องกึ่งอัตโนมัติ
SEMI-AUTOMATIC BOX STACKER

ผู้จัดทำ

1. นายเกียรติศักดิ์ หมานเหตุ.....รหัสนักศึกษา...60511039.....
2. นายธีระพัฒน์ บัวเพชร.....รหัสนักศึกษา...60511051.....

ด้วยข้าพเจ้านักศึกษาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ได้จัดทำรูปเล่มปริญญาานิพนธ์ตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งในการนี้ข้าพเจ้าได้แก้ไขเนื้อหาและจัดทำรูปเล่มตามข้อกำหนดของรูปเล่มปริญญาานิพนธ์เรียบร้อยแล้ว จึงขอให้อาจารย์ตรวจสอบ และรับรองความถูกต้องเหมาะสมของปริญญาานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วย

อาจารย์รับรองรูปเล่มปริญญาานิพนธ์

- | | | |
|--------------------|-----------------------------------|-------------|
| 1.อาจารย์ | อาจารย์สั๊กกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์ | ลงชื่อ..... |
| 2.อาจารย์ | ผศ.ดร.เกษมสุข เสพศิริสุข | ลงชื่อ..... |
| 3.อาจารย์ที่ปรึกษา | ผศ.ดร.ภาสภณ มโนสุกฤตกุล | ลงชื่อ..... |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้