

ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ  
AUTOMATE WAREHOUSE SYSTEM



นฤสรณ์ ภูผาแนบ  
วรภัทร ศิวะพรชัย  
ศุภวิชญ์ ปินสุภาเกียรติ

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2557

ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ  
AUTOMATE WAREHOUSE SYSTEM



นฤสรณ์ ภูผาแนบ  
วรภัทร ศิวะพรชัย  
ศุภวิชญ์ ปิ่นสุภาเกียรติ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

# AUTOMATE WAREHOUSE SYSTEM



NARUSORN PHUPANAB  
WORAPAT SIWAPORNCHAI  
SUPAVIT PINSUPAKIET

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2014


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตาม หากมีผู้ใดนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากสถาบันฯ จะถือว่าผิดกฎหมาย

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2557  
สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ  
AUTOMATE WAREHOUSE SYSTEM

นักศึกษาผู้จัดทำ นายนฤสรณ์ ภูผาแนบ รหัสนักศึกษา 54010682  
นายวรภัทร ศิวะพรชัย รหัสนักศึกษา 54011126  
นายศุภวิชญ์ ปิ่นสุภาเกียรติ รหัสนักศึกษา 54011298

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ  
ปีการศึกษา 2557

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.พิทยา ปานนิล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ AUTOMATE WAREHOUSE SYSTEM		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายณฤสรณ์	ภูผาแนบ	รหัสนักศึกษา 54010682
	นายวรภัทร	ศิวะพรชัย	รหัสนักศึกษา 54011126
	นายศุภวิชญ์	ปิ่นสุภาเกียรติ	รหัสนักศึกษา 54011298
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.พิทยา	ปานนิล	
ปีการศึกษา	2557		

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการพัฒนาเพื่อต่อยอดโครงการเรื่อง “การออกแบบและสร้างสแต็กเกอร์เครนสำหรับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ” ของปีการศึกษาที่แล้ว โดยโครงการนี้ได้ออกแบบและสร้างสายพานลำเลียงสินค้าเข้า-ออกคลังสินค้า เพื่อใช้ลำเลียงพาเลท ขนาด 91 มิลลิเมตร (ความกว้าง) x 91 มิลลิเมตร (ความยาว) ที่ความเร็วลำเลียงเข้าสูงสุด 67.27 มิลลิเมตรต่อวินาที และความเร็วลำเลียงสินค้าออก 105.71 มิลลิเมตรต่อวินาที ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติที่นำเสนอถูกควบคุมด้วย PLC Misubishi รุ่น Q03UDE และใช้ Wonderware InTouch เป็นกราฟิกแสดงการทำงาน (Human Machine Interface: HMI) และเพื่อให้ระบบคลังสินค้ามีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น จึงได้เพิ่มส่วนของการบันทึกและการจัดเก็บข้อมูลสินค้าเพื่อให้สามารถบริหารคลังสินค้าได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	AUTOMATE WAREHOUSE SYSTEM
Authors	Mr. Kitsana Sookpuang Mr. Peeranat Panjinda Mr. Eittichai Lewhong
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Pittaya Pannil
Year	2014

### ABSTRACT

This thesis presents the Automate Warehouse System which is the improvement of the last year project as “Design and implementation of stacker crane for warehouse system”. The design both conveyors are developed to transport pallet (91x91 mm) with 67.27 mm/s of speediness to deliver goods into warehouse and 105.71 mm/s to deliver out of warehouse. This proposed automate system will be controlled by PLC Misubishi Q03UDE and Wonderware InTouch is used to design the human machine interface (HMI). In order to complete the system, data and information storage are developed to make the system work more efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอแบบจำลองของระบบคลังสินค้า เพื่อให้ผู้ที่มีความสนใจในการเขียนโปรแกรมเพื่อจะควบคุมกระบวนการอย่างอัตโนมัติด้วย PLC และผู้สนใจในด้านการจัดการเบื้องต้นโดยการสร้างฐานข้อมูลเพื่อที่จะจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพื่อใช้ในการบริหารโดยสามารถนำโครงการชิ้นนี้ไปเป็นกรณีศึกษาต่อไปได้ เนื่องด้วยในปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมการผลิตมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องทำให้ระบบอัตโนมัติ และการจัดการบริหารทรัพยากรในการผลิตมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ดังนั้นผู้จัดทำโครงการจึงหวังว่าปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สามารถให้ความรู้และสร้างประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจไม่มากนักน้อย

ขอขอบคุณคณะอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ให้คำปรึกษาพร้อมแนะแนวทางการศึกษาและสร้างสายพานลำเลียงของระบบคลังสินค้านี้ ผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณ รศ.ดร.พิทยา ปานนิล รศ.ประภาษ อุดคึกิมาพันธ์ และ ดร.อภินัย อุกษรรัตน์ ที่มีส่วนช่วยทั้งในด้านการออกแบบโครงสร้างของสายพานลำเลียงและการ ซึ่งให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII

บทที่ 1. บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปริญญาโท.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท.....	1
1.3 ขอบเขตของปริญญาโท.....	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2

บทที่ 2. ระบบคลังสินค้า.....	3
2.1 กล่าวนำ.....	3
2.2 คลังสินค้า.....	3
2.3 ระบบคลังสินค้า.....	4
2.4 ประเภทของคลังสินค้า.....	9
2.4.1 คลังสินค้าสาธารณะ.....	9
2.4.2 คลังสินค้าเอกชน.....	10
2.4.3 คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษ.....	11
2.5 ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ.....	12
2.5.1 ระบบการจัดเก็บและค้นหาแบบอัตโนมัติ.....	12
2.5.2 ประโยชน์ของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ.....	13
2.6 สแตกเกอร์คอนสายพานและระบบควบคุม.....	14
2.6.1 สแตกเกอร์คอน.....	14
2.6.1.1 ส่วนกลไกการเคลื่อนที่แนวราบ.....	14
2.6.1.2 กลไกการเคลื่อนที่แนวตั้ง.....	15
2.6.2 พอร์คลิฟต์.....	16
2.6.3 สายพานลำเลียง.....	16
2.7 ระบบควบคุม.....	18
2.7.1 PLC (Programmable Logic Controller).....	18
2.7.2 การเชื่อมต่อ.....	19
2.8 การบริหารคลังสินค้า.....	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 สแตกเกอร์คอนและระบบควบคุม.....</b>	<b>21</b>
3.1 กล่าวนำ.....	21
3.2 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์.....	21
3.2.1 การรวบรวมและศึกษาข้อมูล.....	22
3.2.2 การออกแบบ(วาดมือ).....	22
3.2.3 การจัดหาอุปกรณ์.....	23
3.2.4 วาดแบบ(สัดส่วนจริง).....	24
3.3 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสายพานลำเลียงและสแตกเกอร์คอน.....	27
3.3.1 รูปแบบการขับเคลื่อนของสายพานลำเลียงและสแตกเกอร์คอน.....	27
3.3.2 รูปแบบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งาน.....	35
3.3.2.1 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์คอน.....	35
3.3.2.2 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสายพานลำเลียง.....	39
3.4 ระบบควบคุม.....	49
3.4.1 การติดตั้งตำแหน่งของพรีอักษิมิต์เซนเซอร์.....	49
3.4.2 โครงสร้างระบบการควบคุม.....	54
3.4.3 การขับเคลื่อนสแตกเกอร์คอนไปยังชั้นวางสินค้าตำแหน่งต่างๆ.....	60
3.5 ระบบบริหารจัดการ.....	62
<b>บทที่ 4 การควบคุมคลังสินค้าจำลองด้วยการเขียนโปรแกรม PLC รุ่นQ03UDE และการเก็บ     บริหารข้อมูล.....</b>	<b>68</b>
4.1 กล่าวนำ.....	68
4.2 การกำหนด I/O ของPLC.....	68
4.3 รูปแบบการเขียนโปรแกรมควบคุม.....	70
4.4 การสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งาน.....	71
4.5 การเชื่อมต่อฐานข้อมูลกับกระบวนการ.....	72
4.6 ขั้นตอนการทดลอง.....	73
4.7 ผลการทดสอบ.....	74
<b>บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>83</b>
5.1 สรุป.....	83
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	83
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>84</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>85</b>

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงเวลาที่มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียงและสแตกเกอร์คอนในการเคลื่อนที่แต่ละทิศทาง.....	34
3.2 แสดงการคำนวณที่มอเตอร์ใช้ในการขับเคลื่อนสแตกเกอร์คอน และสายพานลำเลียง.....	34
4.1 แสดงขอบเขตของงาน.....	68
4.2 แสดงการกำหนด I/O ASSIGNMENT.....	69



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างคลังสินค้า.....	3
2.2 ระบบคลังสินค้า.....	5
2.3 ระบบการจัดการคลังสินค้า.....	6
2.4 ขั้นตอนการจัดการสินค้าคงคลัง.....	6
2.5 การรับและนำสินค้าเข้าจัดเก็บ.....	7
2.6 การหยิบสินค้า.....	8
2.7 การเตรียมจัดส่งสินค้า.....	9
2.8 คลังสินค้าสาธารณะ.....	9
2.9 คลังสินค้าเอกชน.....	10
2.10 คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษ.....	11
2.11 ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ.....	12
2.12 ระบบการจัดเก็บและค้นหาแบบอัตโนมัติ (ASAR).....	13
2.13 ส่วนประกอบของสแต็กเกอร์คอน.....	14
2.14 กลไกการเคลื่อนที่แนวราบ.....	15
2.15 กลไกการเคลื่อนที่แนวตั้ง.....	15
2.16 พอร์คลิฟต์.....	16
2.17 สายพานที่ไม่ใช้ไฟฟ้า.....	17
2.18 สายพานที่ใช้ไฟฟ้า.....	17
2.19 สายพานคัดแยกสินค้า.....	17
2.20 หน้าต่าง Ladder ของ PLC Mitsubishi.....	18
2.21 กราฟิก HMI.....	19
3.1 แผนภาพลำดับขั้นตอนการสร้างส่วนฮาร์ดแวร์.....	21
3.2 ตัวอย่างโครงสร้างของสายพาน.....	22
3.3 โครงร่างกลไกการขับเคลื่อนสายพานลำเลียง.....	23
3.4 โครงร่างระยะการรับส่งสินค้า.....	23
3.5 ตัวอย่างชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบสายพานลำเลียง.....	23
3.6 ตัวอย่างภาพจำลองของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆ ของสายพานลำเลียง.....	24
3.7 ภาพจำลองสายพาน เข้า – ออก.....	24
3.8 ส่วนประกอบของกลไกการขับเคลื่อน.....	25
3.9 ส่วนประกอบของการเคลื่อนที่ฝั่งทางเข้า – ออกสินค้า.....	25
3.10 ภาพรวมแบบระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ.....	26
3.11 ภาพจำลอง Pallet.....	26
3.12 การประกอบสายพานลำเลียง 1.....	26
3.13 การประกอบสายพานลำเลียง 2.....	27

## สารบัญญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 การขับเคลื่อนมอเตอร์ทั้ง 2ตัว.....	27
3.15 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ขับเคลื่อนเข้าคลังสินค้า.....	28
3.16 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมสายพานเคลื่อนที่เข้าคลังสินค้า.....	29
3.17 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M2 ขับเคลื่อนออกคลังสินค้า.....	29
3.18 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมสายพานเคลื่อนที่ออกจากคลังสินค้า.....	29
3.19 การขับเคลื่อนมอเตอร์แต่ละแกน.....	30
3.20 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ในแนวราบ.....	31
3.21 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมการเคลื่อนที่แนวราบ.....	31
3.22 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M2 ฟังก์ชันสำหรับการจัดเก็บสินค้า.....	32
3.23 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมฟังก์ชัน.....	32
3.24 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M3 ในแนวตั้ง.....	33
3.25 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมการเคลื่อนที่แนวตั้ง.....	33
3.26 แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอก.....	34
3.27 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครน.....	35
3.28 ส่วนการทำงานต่างๆวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า.....	36
3.29 วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์.....	37
3.30 ลายทองแดงวงจรเพิ่มเติม.....	38
3.31 ลายทองแดงวงจรเดิม.....	38
3.32 แผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครนใหม่.....	38
3.33 แผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครนเก่า.....	39
3.34 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสายพานลำเลียง.....	39
3.35 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสายพานลำเลียง.....	40
3.36 การเชื่อมต่อภายนอกระหว่างดิจิทัลเอาต์พุตของ PLC กับเทอร์มินัลบล็อกของมอเตอร์.....	40
3.37 เทอร์มินัลบล็อกมอเตอร์.....	41
3.38 การเคลื่อนที่ไปทางขวาของสแตกเกอร์เครน.....	42
3.39 การเคลื่อนที่ไปทางซ้ายของสแตกเกอร์เครน.....	42
3.40 การยกฟังก์ชันขึ้น.....	43
3.41 การยกฟังก์ชันลง.....	43
3.42 การเคลื่อนที่เข้าหาช่องเก็บสินค้าของฟังก์ชัน.....	44
3.43 การเคลื่อนที่ออกจากช่องเก็บสินค้าของฟังก์ชัน.....	44
3.44 การเคลื่อนที่ของสายพานลำเลียงเข้าคลังสินค้า.....	45
3.45 การเคลื่อนที่ของสายพานลำเลียงออกจากคลังสินค้า.....	45
3.46 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากลับทางหมุนที่ใช้งาน.....	46
3.47 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทิศทางเดียวที่ใช้งาน.....	46

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.48 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมกัน 2 ตัว สำหรับนำสินค้าเข้าช่องวางสินค้า.....	47
3.49 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมกัน 2 ตัว สำหรับนำสินค้าออกจากช่องวางสินค้า.....	48
3.50 ตำแหน่งที่ติดตั้งพรีอ็อกซิมีตี้เซนเซอร์.....	49
3.51 หมายเลข 1 ของรูปที่ 3.56.....	50
3.52 หมายเลข 2 ของรูปที่ 3.56.....	50
3.53 หมายเลข 3 ของรูปที่ 3.56 เฉพาะพรีอ็อกซิมีตี้ตัวที่ 1.....	51
3.54 หมายเลข 3 ของรูปที่ 3.56.....	51
3.55 หมายเลข 4 ของรูปที่ 3.56.....	52
3.56 หมายเลข 5 ของรูปที่ 3.56.....	52
3.57 เทอร์มินัลวงจรเพื่อให้ LED แสดงการทำงานของ sensor.....	53
3.58 การเชื่อมต่อภายนอกระหว่างดิจิทัลอินพุตของ PLC กับเทอร์มินัลบล็อกของเซนเซอร์.....	53
3.59 โครงสร้างระบบควบคุม.....	54
3.60 PLC ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น Q series.....	55
3.61 Ethernet Port และ USB Port.....	55
3.62 การเชื่อมต่อส่วนต่าง ๆ เข้ากับ PLC.....	56
3.63 Connection GX Works2.....	57
3.64 Engineering Work Station.....	57
3.65 กราฟิก HMI MODE1 ขณะไม่มีสินค้า.....	58
3.66 กราฟิก HMI MODE1 ขณะมีสินค้าในช่องที่ 1.....	58
3.67 กราฟิก HMI MODE2 ขณะไม่มีสินค้า.....	59
3.68 กราฟิก HMI MODE2 ขณะมีสินค้าในช่องที่ 1.....	59
3.69 ตำแหน่งต่างๆของชั้นวางสินค้าและมอเตอร์ต่างๆที่ใช้ขับเคลื่อนสแตกเกอร์คอนและสายพานลำเลียง.....	60
3.70 ตัวอย่างการเคลื่อนที่ของสแตกเกอร์คอนและสายพานลำเลียงที่ตำแหน่งสินค้าช่องที่ 9.....	61
3.71 ลักษณะการแบ่งแยกสินค้าตามชนิด(Mode2).....	62
3.72 ผังการบันทึกและรับส่งข้อมูลในกระบวนการ.....	62
3.73 ใช้ Website ในการกรอกข้อมูล.....	63
3.74 ใช้โปรแกรม Appserv.....	63
3.75 การคำนวณจัดลำดับตารางใน Website.....	64
3.76 นำค่าที่ได้มาพักที่ Microsoft Excel.....	64
3.77 HMI (MODE2) หลังเชื่อมต่อกับ Microsoft Excel.....	65
3.78 Alarm.....	65
3.79 ส่งค่ากลับคืน.....	66
3.80 ตารางบันทึกสินค้าออก.....	66

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.81 Report.....	67
4.1 ตำแหน่งและทิศทางการขับเคลื่อนสแตกเกอร์เครนและสายพานลำเลียง.....	69
4.2 Flow chart แสดงกระบวนการทำงาน .....	70
4.3 ตัวอย่าง Ladder Diagram สำหรับควบคุมกระบวนการจัดเก็บสินค้า.....	71
4.4 กราฟิก HMI (Mode1) ที่สร้างขึ้นมา.....	71
4.5 กราฟิก HMI (Mode2) ที่สร้างขึ้นมา.....	72
4.6 ลำดับการเชื่อมต่อในการบริหารจัดการ.....	72
4.7 การเชื่อมต่อระบบในการควบคุมสแตกเกอร์เครนและสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC Misubishi รุ่น Q03UDE.....	73
4.8 เลือกช่องที่1 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า.....	74
4.9 เลือกช่องที่2 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า.....	74
4.10 เลือกช่องที่3 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า.....	75
4.11 เลือกช่องที่4 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า.....	75
4.12 เลือกช่องที่5 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า.....	76
4.13 เลือกช่องที่6 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า.....	76
4.14 เลือกช่องที่7 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า.....	77
4.15 เลือกช่องที่8 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า.....	77
4.16 เลือกช่องที่9 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า.....	78
4.17 Website.....	78
4.18 Database.....	79
4.19 Excel status 0.....	79
4.20 HMI แสดงข้อมูลที่รับจาก Excel.....	80
4.21 HMI แสดงการมีอยู่ของสินค้า.....	80
4.22 Excel status 1.....	81
4.23 Database status 1.....	81
4.24 HMI แสดงข้อมูลของออก.....	82
4.25 Report.....	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันระบบการขนส่งและการผลิตสินค้ามีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการค้าระหว่างประเทศมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อให้ระบบอุตสาหกรรมมีความคล่องตัวทั้งในด้านของการผลิตสินค้า และการขนส่งที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้สินค้าไม่สามารถส่งถึงมือลูกค้าได้ในทันที จึงต้องมีระบบการจัดเก็บสินค้าที่ดีและมีประสิทธิภาพ เพื่อรองรับการเติบโตในอุตสาหกรรม จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้เอกชนผู้ผลิต มีการพัฒนาระบบคลังสินค้าเพื่อให้การจัดเก็บมีความถูกต้องและแม่นยำที่สูงขึ้น จึงได้มีการนำเทคโนโลยีทางอุตสาหกรรมมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งในปัจจุบันมีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาประยุกต์ร่วมกับระบบคลังสินค้าเป็น “ระบบคลังสินค้าแบบอัตโนมัติ” โดยระบบอัตโนมัติที่กล่าวมานั้น จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องต่าง ๆ ของคลังสินค้า ตัวอย่าง เช่น การนำ PLC มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุม จากการพัฒนาดังกล่าวจึงทำให้สามารถประหยัดเวลา ลดต้นทุน ลดทรัพยากรด้านต่าง ๆ ลดความเสี่ยงและทำให้เกิดความปลอดภัยยิ่งขึ้น จึงทำให้ผู้ผลิตต่างมีความสนใจในคลังสินค้าอัตโนมัติมากขึ้น โดยผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ มีแนวคิดในการสร้างระบบจำลองการจัดเก็บสินค้า Warehouse system โดยใช้ PLC ในการควบคุม เพื่อให้ระบบเป็นระบบอัตโนมัติ มีการแสดงผลเป็นกราฟิก แสดงสถานะของการทำงาน และมีฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลของสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการจัดการของระบบคลังสินค้า

### 1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อต่อยอดระบบคลังสินค้าจำลองให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยการสร้างสายพานลำเลียงสินค้าเข้าและขาออก
2. สามารถนำคลังสินค้าจำลองที่สร้างขึ้นมาใช้เป็นสื่อการเรียนสำหรับการเขียนโปรแกรม PLC การสร้างกราฟิกแสดงการทำงาน (Human Machine Interface: HMI)
3. สามารถสร้างฐานข้อมูล (DataBase) และเชื่อมต่อกับระบบคลังสินค้าจำลองให้สามารถจัดการและรายงานข้อมูลได้

### 1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

1. ออกแบบและต่อยอด ระบบคลังสินค้า การนำสินค้าเข้าและออก ที่ถูกควบคุมด้วยดีซีมอเตอร์ในการขับเคลื่อน 3 ทิศทางและสายพานลำเลียงสินค้าเข้าและออก สำหรับคลังสินค้าที่มีช่องเก็บสินค้า 3x3 ช่อง
2. การเขียนโปรแกรม PLC Mitsubishi รุ่น Q03UDE และการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้กราฟิกแสดงการทำงาน เพื่อการขนย้ายและเก็บสินค้าเข้าออกอย่างอัตโนมัติและมีบันทึกรายงานสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปลงปริทัศน์ออนไลน์ การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนี้ผู้จัดทำขอสงวนสิทธิ์ในข้อนี้ให้คำปรึกษาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ใช้โปรแกรม Web browser เพื่อป้อนข้อมูลและเก็บบันทึกการเก็บสินค้า โดยการใช้ Appserv phpMyAdmin เป็นฐานข้อมูลเพื่อทำการจัดการข้อมูลไว้เชื่อมต่อกับกราฟิก แสดงการทำงาน

#### 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ทำการค้นคว้าและศึกษาเกี่ยวกับ คลังเก็บสินค้าจำลองจากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่เดิม รวมไปถึงวางแผนการสร้างและขยายวงจรควบคุมกลไกการทำงานของคลังสินค้าจำลอง
2. นำข้อมูลที่ได้รับรวบรวมและศึกษาแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการเพื่อวางขอบเขตความเหมาะสมของงาน
3. เขียนภาพจำลอง 3 มิติ โดยใช้ Solid Work2014 เขียนภาพ ของคลังสินค้า เพื่อเป็นแนวทางในการประกอบชิ้นงานพร้อมกับออกแบบวงจรควบคุม
4. เลือกอุปกรณ์เซนเซอร์ มอเตอร์และอุปกรณ์ทั้งในส่วนฮาร์ดแวร์และวงจรควบคุมสำหรับสร้างกลไกการขับเคลื่อนเพื่อสร้างคลังสินค้าจำลอง
5. ประเมินราคาอุปกรณ์ชิ้นส่วนที่ต้องใช้ทั้งหมด
6. ซื้ออุปกรณ์ชิ้นส่วนตามที่ออกแบบไว้
7. สร้างระบบลำเลียงสินค้าเข้าและออก ของคลังสินค้าและวงจรควบคุม
8. ทำการทดสอบการควบคุมการทำงานของคลังสินค้าจำลอง
9. ศึกษาการใช้งาน PLC Misubishi รุ่น Q03UDE และซอฟต์แวร์ Wonderware Intouch ในส่วนของการเขียน HMI
10. การเขียนโปรแกรม PLC Misubishi รุ่น Q03UDE การสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ซอฟต์แวร์ แสดงการทำงาน และใช้โปรแกรม Dreamwaver ในการเขียน Web browser เพื่อป้อนข้อมูลในฐานข้อมูล (Data Base) ไว้เชื่อมต่อและบันทึกการเก็บสินค้าอย่างเป็นระบบ
- 11.สรุป วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน
- 12.จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

### 2.1 กล่าวนำ

ในบทที่ 2 นี้จะอธิบายถึงทฤษฎีต่าง ๆ ที่ผู้จัดทำโครงการได้ค้นคว้าและศึกษา โดยจะเริ่มตั้งแต่การอธิบายความหมายของคลังสินค้า ระบบคลังสินค้า ประเภทของคลังสินค้าตามลำดับ ไปจนถึงการอธิบายเกี่ยวกับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติที่จะลดแม้กระทั่งจำนวนบุคลากรในการขนส่งสินค้าเข้าคลังสินค้า

### 2.2 คลังสินค้า

คลังสินค้าโรงเก็บสินค้าหรือโกดัง คืออาคารทางพาณิชย์สำหรับวาง จัดเก็บ พักและกระจายสินค้า เป็นต้นคลังสินค้านั้นจะเป็นอาคารธรรมดาขนาดใหญ่และกว้าง ตั้งอยู่ในเขตอุตสาหกรรมและในตัวเมือง ภายในอาคารมีทางลาดเอียงสำหรับขนถ่ายสินค้าขึ้นหรือลงพาหนะขนส่ง หรือบางครั้งใช้รับถ่ายสินค้าที่มาจากสถานีรถไฟ สนามบินหรือท่าเรือ คลังสินค้าอาจมีชื่อเรียกต่างกัน เช่น ศูนย์กระจายสินค้า ศูนย์จำหน่ายสินค้า เป็นต้น ดังนั้นคำว่า “คลังสินค้า” จึงเป็นคำที่มีความหมายรวม ๆ ส่วนจะเรียกว่าอะไรนั้นก็ขึ้นอยู่กับฟังก์ชันของคลังสินค้าแต่ละประเภท คลังสินค้าถูกใช้โดยผู้ผลิตผู้นำเข้าหรือผู้ส่งออก ผู้ค้าส่งธุรกิจขนส่งบุคลากร เป็นต้น และคลังสินค้านั้นจะมีเครนหรือฟอร์คลิฟต์เพื่อเคลื่อนย้ายสินค้าที่วางอยู่บนแท่นวางสินค้า (Pallet) ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างคลังสินค้า

สำหรับสินค้าที่จะนำไปจัดเก็บภายในคลังสินค้านั้นมีอยู่หลายประเภท เช่น วัตถุดิบ วัสดุบรรจุภัณฑ์ ชิ้นส่วนอะไหล่ส่วนประกอบต่าง ๆ หรือแม้แต่สินค้าสำเร็จรูปเกี่ยวกับเกษตรกรรม อุตสาหกรรมและพาณิชย์กรรม ซึ่งอาจนำระบบการบริหารจัดการสินค้าคงคลังไปประยุกต์ร่วมด้วย เพื่อระบุตัวสินค้า จำแนกหมวดหมู่หรือเพื่อให้ทราบว่ามีสินค้านำเข้าและส่งออกปริมาณเท่าใดในแต่ละช่วงเวลา

คลังสินค้าจัดเป็นการลงทุนอย่างหนึ่งที่ต้องใช้เงินทุนที่สูงในการลงทุนโดยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ ของคลังสินค้า ดังนั้นผู้ลงทุนต้องมีวัตถุประสงค์และเหตุผลที่ชัดเจนสำหรับการสร้างคลังสินค้านั้น ๆ ขึ้นมา ซึ่งอาจสร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ในเชิงธุรกิจ เช่น การสร้างผลกำไรให้ตนและองค์กร เป็นต้น หรือเพื่อประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ดังนี้

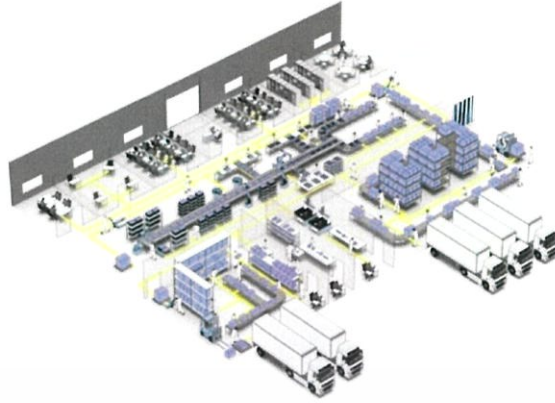
1. ทำให้ต้นทุนของสินค้าลดลง
2. ช่วยการป้องกันสินค้าขาดช่วง
3. ช่วยลดปัญหาอันจะเกิดขึ้นเนื่องจากการขนส่ง
4. สามารถผลิตได้ในปริมาณเกินกว่าความต้องการตามฤดูกาล
5. ช่วยให้การผลิตดำเนินไปได้โดยปกติ
6. ช่วยให้เครดิตแก่อุตสาหกรรมหรือพ่อค้าที่มีทุนน้อย
7. ช่วยให้ราคาสินค้ามีเสถียรภาพ
8. ช่วยพักสินค้าชั่วคราวเพื่อส่งออกไปต่างประเทศอีกต่อหนึ่ง

จะเห็นได้ว่าคลังสินค้านั้นมีประโยชน์มากมายไม่ว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ลงทุนซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นผลประโยชน์ในด้านธุรกิจอีกทั้งยังมีประโยชน์ต่อผู้บริโภคด้วย เช่น ไม่ทำให้เกิดการขาดช่วงของสินค้าในตลาดอันเป็นเหตุทำให้ราคาของสินค้าสูงขึ้น เป็นต้น และยังมีประโยชน์สำคัญอีกข้อหนึ่งคือ เมื่อมีการขยายตัวของธุรกิจคลังสินค้าสูงขึ้นไปจะทำให้เกิดตำแหน่งงานที่ว่างเพิ่มขึ้นตามไปด้วยซึ่งเป็นการรองรับกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นมากในปัจจุบัน

ภายในคลังสินค้านั้นจะประกอบด้วยการทำงานในหลาย ๆ ส่วนซึ่งแต่ละส่วนอาจมีความเกี่ยวข้องหรือไม่มีความเกี่ยวข้องกัน และเมื่อใดที่มีการนำการทำงานเหล่านั้นมาจัดการให้เป็นการดำเนินงานที่มีแบบแผน มีลำดับขั้นตอนและแนวทางการดำเนินงานที่ชัดเจนแล้วเราอาจเรียกคลังสินค้าได้ว่าเป็น “ระบบคลังสินค้า” และยังสามารถนำระบบการจัดการสินค้าคงคลังมาประยุกต์เข้าร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของคลังสินค้าได้อีกด้วย

## 2.3 ระบบคลังสินค้า

ระบบคลังสินค้าถือเป็นส่วนสำคัญของห่วงโซ่อุปทานและมีจุดมุ่งหมายที่จะควบคุมความเคลื่อนไหวของสินค้าในตลาด การรับ การจัดเก็บรักษาสินค้าภายในคลังสินค้าเพื่อรอกระบวนการซื้อขายและกระจายสินค้าออกสู่ตลาดและรวมไปถึงการจัดส่งให้กับลูกค้าระบบเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นถ้ามีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมด้วย เช่น การจัดทำข้อมูลสินค้าที่รับเข้ามาหรือกระจายออกไปไม่ว่าจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของสินค้า จำนวนและตำแหน่งที่นำสินค้าไปจัดเก็บ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ควรเป็นข้อมูลแบบเรียลไทม์โดยให้มีการเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่สินค้าผ่านกระบวนการรับไปจนถึงจัดเก็บภายในคลังสินค้าและให้มีการเก็บข้อมูลของสินค้าไปจนกระทั่งสินค้าเหล่านั้นถูกส่งไปยังลูกค้า โดยสามารถนำข้อมูลสินค้าเหล่านี้ไปประยุกต์ให้เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ได้ เช่น ข้อมูลระยะเวลาที่สินค้านั้น ๆ ถูกจัดเก็บสามารถนำไปประยุกต์เพื่อแก้ไขปัญหาของความเสี่ยงหายหรือเสื่อมคุณภาพที่เกิดกับสินค้าเมื่อถูกจัดเก็บในระยะเวลาอันยาวนาน เป็นต้น ซึ่งแนวทางการเก็บข้อมูลสินค้านี้ขึ้นอยู่กับระบบและโครงสร้างของคลังสินค้าที่จะเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบแนวทางการเก็บข้อมูลสินค้า

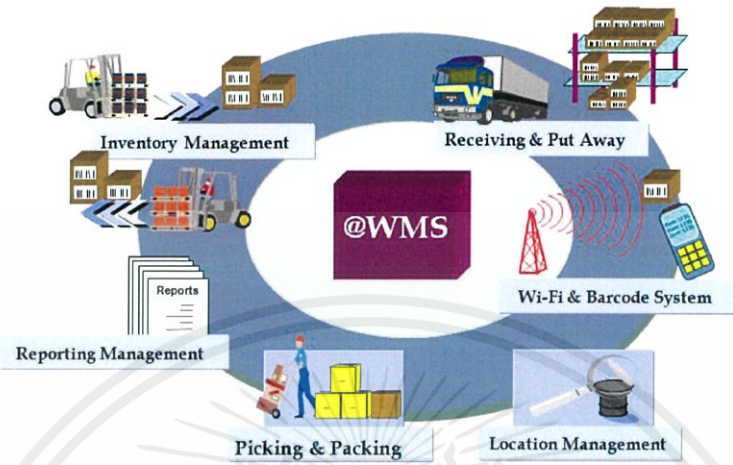


รูปที่ 2.2 ระบบคลังสินค้า

จากรูปที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าระบบคลังสินค้านั้นประกอบด้วยส่วนการดำเนินงานย่อยๆ หลายส่วนทำงานร่วมกันและจะต้องมีขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นแบบแผนเพื่อให้เป็นการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะเป็นการจัดการกับสินค้าคงคลัง พื้นที่ อุปกรณ์ และเวลาที่มีให้เกิดประโยชน์สูงสุดตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ เช่น การลดค่าใช้จ่ายให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้หรือการใช้เวลาที่มีอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด เป็นต้น ซึ่งยังรวมถึง

- มีกระบวนการรับสินค้าที่ได้มาตรฐาน และเมื่อรับสินค้าเข้ามาจะต้องมีการส่งต่อไปยังส่วนถัดไปอย่างถูกวิธี และมีประสิทธิภาพซึ่งกระบวนการนี้จะขึ้นอยู่กับแต่ละลักษณะของคลังสินค้าหรือชนิดสินค้าที่รับมาไม่มีแบบกำหนดที่แน่นอน
- ระบบคลังสินค้าที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่จำเป็น โดยการลดกระบวนการที่ไม่จำเป็น สินค้าที่ไม่จำเป็น รวมไปถึงอาจลดจำนวนพนักงานในส่วนที่ไม่จำเป็นในระบบคลังสินค้า ซึ่งในทางตรงกันข้ามนอกจากจะช่วยลดรายจ่ายแล้วยังจะเป็นการช่วยเพิ่มรายรับ โดยช่วยให้บริษัทเพิ่มยอดขายด้วยการจัดเก็บสินค้าไว้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค
- การวางแผนการจัดเก็บสินค้าให้เกิดความสะดวก ตัวอย่างเช่น สินค้าที่ขายดีหรือได้รับความนิยมกว่าสินค้าประเภทอื่น ๆ ควรจะเก็บสินค้าประเภทนั้นเอาไว้ด้วยกัน หรือวางไว้ในบริเวณที่ง่ายต่อการขนส่งเพื่อเพิ่มความเร็วของกระบวนการหยิบ บรรจุ และขนส่งสินค้าให้กับลูกค้า
- สร้างความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการสั่งซื้อและการขนส่ง สำหรับขั้นตอนการหยิบ บรรจุและขนส่งให้มีประสิทธิภาพของการทำงานโดยให้ทุกกระบวนการมีความเชื่อมโยงและสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างยืดหยุ่น
- มีการติดตามว่าสินค้าเหล่านั้นรับมาจากซัพพลายเออร์ไหน ตำแหน่งและระยะเวลาของสินค้าที่ถูกเก็บไว้ว่าอยู่ตำแหน่งไหนและนานเท่าใด แล้วนำมาวิเคราะห์และจัดทำเป็นข้อมูลที่สร้างประโยชน์แก่องค์กรด้วยข้อมูลเหล่านั้น องค์กรจะสามารถควบคุมระดับสินค้าคงคลัง และสามารถบริหารพื้นที่ที่มีได้อย่างเกิดประโยชน์สูงสุด นอกจากนี้ยังช่วยให้อุตสาหกรรมมีความพร้อมมากขึ้นสำหรับความต้องการของตลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่สินค้าประเภทนั้น ๆ เป็นที่ต้องการของตลาด

การจัดการคลังสินค้าจะเกี่ยวข้องกับการรับ การจัดเก็บ และการเคลื่อนย้ายสินค้า (สินค้าสำเร็จรูป) ไปยังสถานที่จัดเก็บกลางหรือไปยังลูกค้ารายสุดท้าย



รูปที่ 2.3 ระบบการจัดการคลังสินค้า

กระบวนการของระบบการจัดการคลังสินค้านั้น คือ กระบวนการย่อย ๆ หลายๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสินค้าดังแสดงในรูปที่ 2.3 ตัวอย่างเช่น กระบวนการรับสินค้า กระบวนการจัดเก็บสินค้าหรือการจัดการสินค้าคงคลัง เป็นต้น โดยกระบวนการเหล่านี้ควรสามารถที่จะทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพทุกกระบวนการควรมีความยืดหยุ่นต่อกันและสามารถทำงานพร้อมกันได้ในเวลาเดียวกันที่สำคัญทุกกระบวนการของระบบการจัดการคลังสินค้าสามารถที่จะนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาประยุกต์เพื่อประสิทธิภาพของกระบวนการที่สูงขึ้นและเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพมากขึ้นด้วยข้อมูลแบบเรียลไทม์

1. การจัดการสินค้าคงคลัง

สินค้าคงคลัง หมายถึง วัสดุหรือสินค้าต่างๆที่เก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในการดำเนินการซึ่งอาจเป็นการดำเนินการผลิต ดำเนินการขายหรือดำเนินการอื่น ๆ ดังนั้นการจัดการสินค้าคงคลังจึงหมายถึงการเก็บทรัพยากรไว้ในปัจจุบันหรือในอนาคต เพื่อให้การดำเนินการของกิจการดำเนินไปอย่างราบรื่นโดยผ่านการวางแผนกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสมและขั้นตอนการจัดการสินค้ายังถูกแบ่งออกเป็นหลายขั้นตอนดังรูปที่ 2.4



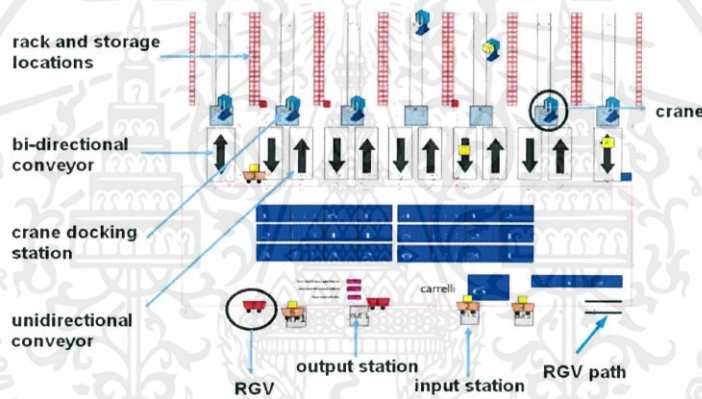
รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการจัดการสินค้าคงคลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

เมื่อมีการผลิตหรือแปรรูปเป็นสินค้าแล้วก็จำเป็นต้องทำการกระจายออกไปสู่ผู้บริโภค ซึ่งก่อนที่สินค้าจะถึงมือผู้บริโภครายสุดท้ายก็จะมีคลังสินค้าเป็นเสมือนหน่วยกลางระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค ในอดีตสินค้าที่เก็บไว้ในคลังเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่เก็บเพื่อรอจนกว่าฤดูเก็บเกี่ยวจะมาถึงอีกครั้งหนึ่งซึ่งทำให้สินค้าไม่มีความเคลื่อนไหวและไม่เป็นที่นิยมสำหรับการจัดเก็บสินค้าในยุคปัจจุบัน เนื่องจากสมัยนี้สินค้าควรมีการหมุนเวียนอยู่เสมอเพื่อความสดใหม่

## 2. การรับและนำสินค้าเข้าจัดเก็บ

กระบวนการรับสินค้าเข้ามานั้นจะประกอบด้วยกิจกรรมต่าง เช่น การขนถ่ายสินค้าจากพาหนะที่นำสินค้ามาส่งเข้าสู่คลังสินค้า การรับสินค้าคืนจากลูกค้า การตรวจนับจำนวนสินค้าให้ตรงกับจำนวนที่เป็นต้น กระบวนการรับสินค้านั้นจึงถือว่าเป็นขั้นตอนพื้นฐานสำคัญที่ทุกคลังสินค้าจำเป็นต้องมีสำหรับการเป็นสถานที่พักสินค้าซึ่งถ้ามีการบริหารจัดการการรับสินค้าที่ดีแล้วองค์กรจะสามารถมั่นใจได้ว่ามีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ไม่ทำให้เกิดภาวะสินค้าขาดช่วงซึ่งนอกจากจะส่งผลโดยตรงต่อลูกค้าที่อยู่ในห่วงโซ่อุปทานแล้วยังเป็นการลดรายได้ขององค์กรอีกด้วย



รูปที่ 2.5 การรับและนำสินค้าเข้าจัดเก็บ

สำหรับกระบวนการลำเลียงสินค้าเข้าจัดเก็บจะประกอบด้วยกิจกรรม เช่น การลำเลียงสินค้าเพื่อนำไปจัดเก็บภายในคลังสินค้าซึ่งอาจเป็นการลำเลียงด้วยระบบอัตโนมัติหรือไม่ใช่ระบบอัตโนมัติก็ได้ อาจรวมไปถึงการวางแผนการเก็บรักษาสินค้าให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดความเสี่ยงต่อความเสียหายที่จะเกิดกับสินค้าหรือแม้แต่การรวมสินค้าประเภทเดียวกันที่เกิดจากการรับสินค้าประเภทนี้จำนวนหลาย ๆ ครั้ง เป็นต้น ซึ่งรวมสินค้าประเภทเดียวกันเหล่านี้เข้าไว้ด้วยกันเพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่จัดเก็บสินค้าสำหรับจัดเก็บสินค้าประเภทอื่นต่อไปและยังเพื่อสร้างความสะดวกต่อการหยิบสินค้าเหล่านี้เพราะได้ถูกวางรวมไว้ในที่เดียวกันแล้ว ผู้บริหารควรมีการจัดการบริหารเวลาการจัดเก็บสินค้าที่ดีเพื่อลดต้นทุนการจัดเก็บซึ่งจะช่วยลดต้นทุนขององค์กรได้

## 3. กระบวนการสั่งซื้อจากลูกค้าและการหยิบสินค้าตามรายการ

เมื่อลูกค้ามีความสนใจสินค้าขององค์กรพวกเขาจะทำการสั่งซื้อสินค้านั้นเข้ามา ซึ่งสินค้าที่จะส่งให้กับลูกค้าก็คือสินค้าที่ถูกจัดเก็บไว้ในคลังสินค้านั้นเอง สำหรับการสั่งสินค้านั้น บางครั้งก็เป็นการสั่งหลายรายการในปริมาณมาก ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ควรมีสินค้าจัดเก็บไว้ในคลังสินค้าในปริมาณที่มากเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

หลังจากรับรายการสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้าแล้วจะเป็นขั้นตอนค้นหา และหยิบสินค้าที่กำหนดไว้ตามรายการสั่งซื้อ ซึ่งสำหรับระบบคลังสินค้าทั่วไปอาจมีพนักงานที่ทำหน้าที่ในส่วนนี้ โดยเฉพาะพนักงานเหล่านั้นอาจใช้การเดินหรืออาศัยเครื่องอำนวยความสะดวก เช่น พอร์คลิฟต์ เป็นต้น เพื่อทำการค้นหาและหยิบสินค้าดังแสดงในรูปที่ 2.6 แต่สำหรับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติจะใช้เครื่องจักรอัตโนมัติเข้าทำหน้าที่ค้นหาและหยิบสินค้านี้แทนที่มนุษย์

สุดท้ายคือขั้นตอนการเตรียมความพร้อมสำหรับการสั่งซื้อจากลูกค้า ซึ่งก็คือการเตรียมความพร้อมของสินค้า การตรวจสอบ และเก็บความเรียบร้อยของสินค้าทั้งสภาพภายในและภายนอก ตรวจสอบประเภทและจำนวนสินค้าตามรายการสั่งซื้อเพื่อให้มั่นใจว่าสินค้าที่จะไปถึงมือลูกค้านั้นครบถูกต้อง และมีความสมบูรณ์เพื่อความพึงพอใจของลูกค้า และเพื่อการทำธุรกิจร่วมกันอย่างนี้ต่อไปในอนาคต



รูปที่ 2.6 การหยิบสินค้า

#### 4. การคัดแยกและการรวมสินค้าเพื่อเตรียมจัดส่ง

การคัดแยกและรวมสินค้าเพื่อเตรียมจัดส่ง คือ ขั้นตอนเมื่อทำการบรรจุสินค้าในกล่องหรือห่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะเป็นการนำสินค้าเหล่านั้นมาคัดแยกหรือรวม สำหรับการคัดแยกและการรวมสินค้าสินค้านั้นจะมีแนวทางการปฏิบัติตามแต่ละระบบของคลังสินค้านั้น ๆ เช่น อ่างอิงการจัดกลุ่มสินค้าตามชนิดหรือประเภทของสินค้าเหล่านั้น อ่างอิงกลุ่มสินค้าตามลูกค้าแต่ละราย และในกลุ่มสินค้าของลูกค้าแต่ละรายก็ยังสามารถแยกกลุ่มของสินค้าให้ย่อยลงไปอีกตามรายการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้า เป็นต้น

หลังจากเตรียมการจัดส่งเรียบร้อยแล้วจะเป็นการตรวจสอบความเรียบร้อยถูกต้องของสินค้าก่อนที่จะส่งให้ลูกค้า..เช่น การตรวจสอบความสมบูรณ์ของสินค้า การตรวจสอบประเภทและจำนวนของสินค้า เป็นต้น เพื่อให้องค์กรสามารถมั่นใจได้ว่าจะไม่เกิดความผิดพลาดใด ๆ กับสินค้าที่กำลังจะถูกขนไปส่งยังลูกค้า เพราะการส่งสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพหรือไม่ครบจำนวนกับรายการสั่งอาจทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พอใจ และอาจส่งผลให้ลูกค้าไม่มีความต้องการที่จะทำธุรกิจต่อกับองค์กร ซึ่งเป็นการตัดรายได้ขององค์กรอย่างถาวร



รูปที่ 2.7 การเตรียมจัดส่งสินค้า

## 2.4 ประเภทของคลังสินค้า

สำหรับการแบ่งประเภทของคลังสินค้านั้นสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับแนวทางของการจำแนก แต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึงการจำแนกประเภทของคลังสินค้าโดยอ้างอิงตามลักษณะของจุดมุ่งหมายในการประกอบกิจการซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. คลังสินค้าสาธารณะ (Public Warehouse)
2. คลังสินค้าเอกชน (Private Warehouse)
3. คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษ (Special Warehouse)

ซึ่งคลังสินค้าทั้ง 3 ประเภทนี้เกิดขึ้นจากวัตถุประสงค์และผลตอบแทนที่จะได้รับในการประกอบกิจการที่ต่างกัน

### 2.4.1 คลังสินค้าสาธารณะ (Public Warehouse)



รูปที่ 2.8 คลังสินค้าสาธารณะ

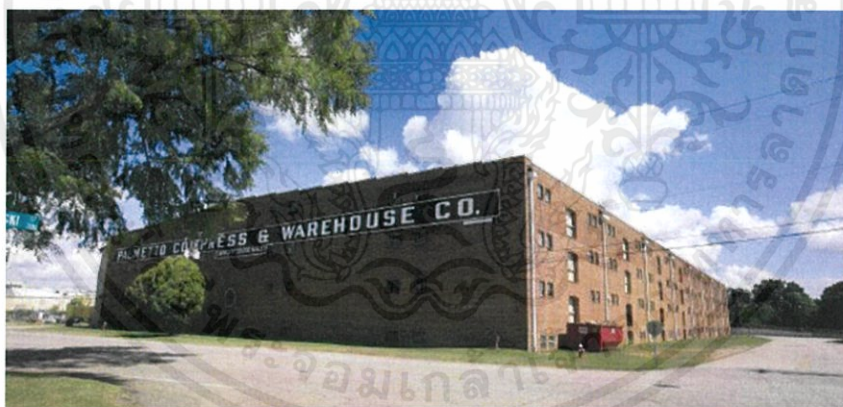
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อี

ซึ่งประโยชน์ด้านการค้า  
ที่มีการนำไปใช้

คลังสินค้าสาธารณะ คือธุรกิจคลังสินค้าที่มีวัตถุประสงค์เพื่อรับฝากและจัดเก็บสินค้ามิได้เป็นสร้างเพื่อจัดเก็บสินค้าของตน โดยส่วนใหญ่จะเป็นการรับฝากสินค้าในระยะเวลาที่สั้นและมีความถี่การหมุนเวียนของสินค้าเป็นแบบเดือนต่อเดือน เพื่อสร้างรายได้ส่วนใหญ่จากการรับฝากสินค้าใหม่ ๆ บ่อยครั้ง ซึ่งรายได้รวมจากการรับฝากสินค้าจะแบ่งออกเป็นรายได้อย่อย ๆ ได้ในหลายส่วนโดยเริ่มตั้งแต่รายได้จากการขนถ่ายสินค้าจากพาหนะขนส่ง รายได้จากการลำเลียงเข้าไปจัดเก็บ ค่าดูแลรักษาสินค้าซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการจัดเก็บรวมถึงรายได้ขั้นตอนการค้นหาและขนส่งสินค้ากลับคืนและที่สำคัญคลังสินค้าสาธารณะยังสามารถเพิ่มรายได้จากจำนวน Pallet ที่ใช้สำหรับวางสินค้านั้นๆ ได้อีกด้วยคลังสินค้าสาธารณะนั้นสามารถถูกเรียกได้ในหลายชื่อ เช่น องค์กรคลังสินค้า คลังสินค้าทัณฑ์บน เป็นต้น คลังสินค้าสาธารณะจะเปิดให้บริการเช่าเพื่อทำการจัดเก็บรักษาสินค้าโดยต้องมีการทำสัญญาเช่า และคลังสินค้าสาธารณะนั้นยังสามารถแบ่งตามประเภทของสินค้าที่รับจัดเก็บได้อีกหลายชนิด เช่น

- คลังสินค้าสำหรับสินค้าทั่วไป (General Merchandise Warehouse)
- คลังสินค้าพิเศษ (Special Commodity Warehouse) เช่น คลังสินค้าผลไม้ ถิ่นจี้ ลำไย เป็นต้น
- คลังสินค้าทัณฑ์บน (Bonded Warehouse) คลังสินค้านำเข้าจากต่างประเทศของศุลกากร จะไม่เสียภาษีนำเข้า จนกว่าจะนำออกจากคลัง

#### 2.4.2 คลังสินค้าเอกชน (Private Warehouse)



รูปที่ 2.9 คลังสินค้าเอกชน

คลังสินค้าเอกชน คือ คลังสินค้าที่ผู้ผลิตสินค้าหรือองค์กรธุรกิจต่าง ๆ นั้นสร้างขึ้นมาเพื่อใช้เก็บรักษาสินค้าของตนและมีแผนการดำเนินงานของระบบคลังสินค้าที่เป็นของตนโดยเฉพาะทุก ๆ พื้นที่ทุก ๆ บริเวณภายในคลังสินค้าเอกชนนั้น ได้ถูกบริหารจัดการให้ใช้เพื่อประโยชน์ต่อธุรกิจส่วนตนเท่านั้น ดังนั้นจึงอาจเรียกได้ว่าเป็นคลังสินค้าที่สร้างขึ้นมาเพื่อพักสินค้าโดยไม่ต้องเช่าพื้นที่คลังสินค้าอื่น ๆ สำหรับจัดเก็บสินค้าของตน ซึ่งสินค้าที่ถูกจัดเก็บภายในคลังสินค้าประเภทนี้นั้น เป็นการจัดเก็บเพื่อรอการจัดจำหน่ายและกระจายสินค้าสู่ลูกค้าเป็นหลัก และที่สำคัญคือคลังสินค้าประเภทนี้มีเป้าหมายเพียงเพื่อจะควบคุมการดำเนินงานและรับผิดชอบด้านการบริหารคลังให้คลังสินค้าของตนสามารถรักษาสภาพสินค้าได้เท่านั้น มิได้แสวงหาประโยชน์จากการรับฝากสินค้าจากบุคคลภายนอก

### 2.4.3 คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษ (Special Warehouse)

คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษ คือ คลังสินค้าที่มีหน้าที่สำหรับการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรกรรมโดยเฉพาะ เช่น คลังสินค้าผลไม้ ถั่วลิสง ถั่วเขียว เป็นต้น เนื่องจากสินค้าที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในเป็นสินค้าเกษตรกรรมที่อาจเกิดการเน่าเสียได้ง่ายมาก ซึ่งการเน่าเสียเหล่านี้ อาจเกิดขึ้นจากหลายปัจจัย เช่น สภาพแวดล้อม อากาศ แสง หรือแม้แต่อาจเกิดการเน่าเสียจากการวางซ้อนทับของสินค้าทางการเกษตรกรรมในปริมาณมาก ๆ เป็นต้น ดังนั้นคลังสินค้าประเภทนี้จึงจำเป็นต้องมีระบบการดูแลรักษาสินค้าที่ดี และสามารถแบ่งประเภทของคลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษออกได้ดังนี้



รูปที่ 2.10 คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษ

ซึ่งอาจจะเห็นว่าคลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษนี้ ไม่แตกต่างอะไรจากคลังสินค้าเอกชน และคลังสินค้าสาธารณะ ซึ่งถ้าหากท่านมองอย่างนี้ก็อาจใช่เพียงแต่คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษนี้ จำเป็นต้องแบ่งประเภทออกเป็นคลังสินค้าประเภทหนึ่ง เนื่องจากสินค้าที่ถูกนำไปจัดเก็บนั้นเป็นสินค้าในเชิงเกษตรกรรมซึ่งสามารถเน่าเสียได้ง่าย ดังนั้นคลังสินค้าประเภทนี้จึงมีความพิเศษกว่าคลังสินค้าประเภทอื่น ตรงที่จะต้องเป็นคลังสินค้าที่มีระบบการดูแลรักษาสภาพของสินค้าอย่างดี เพื่อให้คุณภาพของสินค้าสดใหม่เท่าที่จะเป็นไปได้

ประเภทของคลังสินค้าทั้ง 3 กลุ่มที่กล่าวมาข้างต้นนั้นอาจใช้ระบบทั่วไป ระบบกึ่งอัตโนมัติหรือระบบอัตโนมัติก็ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น เงินทุน สถานที่ จุดคุ้มทุน เป็นต้น และอาจขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของคลังสินค้านั้นๆ เช่น ต้องเป็นคลังสินค้าที่มีขนาดใหญ่และสูงเพื่อให้สามารถเก็บสินค้าได้มากหรือเป็นคลังสินค้าที่ต้องรักษาอุณหภูมิภายในให้เย็นเพื่อรักษาคุณภาพสินค้า เป็นต้น ดังนั้นในคลังสินค้าที่ใช้ทรัพยากรบุคคลในการปฏิบัติงานมากหรือมีความเสี่ยงในการทำงาน ระบบคลังสินค้าแบบอัตโนมัติก็ถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ลงทุน

## 2.5 ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติคือคลังสินค้าที่มีระบบการจัดเก็บ หยิบและลำเลียงสินค้าที่เป็นอัตโนมัติ ซึ่งการใช้ระบบอัตโนมัติดังกล่าวเข้ามาช่วยในขั้นตอนต่าง ๆ จะช่วยลดต้นทุนในระยะยาว กล่าวคือจะช่วยให้ต้นทุนได้ในระยะเวลาที่สั้นถึงแม้ว่าจะต้องใช้งบลงทุนที่สูงเมื่อแรกเริ่ม และระบบอัตโนมัติยังช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับระบบคลังสินค้าได้ โดยให้ระบบอัตโนมัติเหล่านี้ทำงานแทนมนุษย์ ในส่วนที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตราย ภายในระบบคลังสินค้าอัตโนมัตินอกจากจะมีระบบอัตโนมัติสำหรับขั้นตอนการจัดเก็บ การหยิบ และการลำเลียงสินค้าแบบอัตโนมัติแล้ว ยังสามารถเพิ่มระบบการจัดการข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับสินค้าที่เป็นแบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มความสะดวกรวดสบาย และความถูกต้อง ที่สำคัญยังสามารถลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อเป็นการลดรายจ่ายขององค์กรได้อีกด้วย



รูปที่ 2.11 ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

ระบบคลังสินค้าอัตโนมัตินั้นเกิดจากการนำคลังสินค้าผนวกเข้ากับระบบอัตโนมัติหลายๆ ส่วน แต่ในบทนี้จะเน้นไปที่ระบบการจัดเก็บและค้นหาแบบอัตโนมัติซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญที่สุดของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

### 2.5.1 ระบบการจัดเก็บและค้นหาแบบอัตโนมัติ (Automated Storage and Retrieval System : ASRS)

ระบบการจัดเก็บสินค้าและค้นหาแบบอัตโนมัตินั้นถูกออกแบบมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลำเลียงสินค้าเข้าจัดเก็บหรือนำสินค้าออกมาจากคลังสินค้าอย่างอัตโนมัติและไม่จำเป็นต้องมีมนุษย์คอยควบคุม ระบบนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนดำเนินงาน ระบบควบคุม และการบริหารจัดการ ซึ่งส่วนดำเนินงานหรือส่วน“ฮาร์ดแวร์” สำหรับระบบนี้ก็คือ ประเภทสแต็กเกอร์เครน และสายพานลำเลียง สำหรับระบบควบคุมจะประกอบด้วยส่วนไฟฟ้าที่ใช้ในการขับเคลื่อนเครน สายพานลำเลียง โดยใช้ในส่วนของโปรแกรม PLC และ HMI ส่วนของการบริหารจัดการจะแยกการเก็บวัตถุให้อยู่ในที่ที่เตรียมไว้โดยรับคำสั่งโปรแกรมจากฐานข้อมูลของวัตถุ

ในระยะแรกระบบนี้ถูกสร้างขึ้นโดยมีเป้าหมายเพื่อขนส่งสินค้าขนาดใหญ่เท่านั้น เนื่องจากฮาร์ดแวร์ของตัวคอนกรีตมีขนาดใหญ่มากแต่ด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าทำให้สามารถสร้างคอนกรีตที่มีขนาดเล็กและสามารถขนส่งสินค้าที่มีขนาดเล็กได้ อีกทั้งยังสามารถระบุตำแหน่งและจำนวนของสินค้าที่ต้องการให้คอนกรีตนำออกมาได้อีกด้วยสำหรับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติจะมีผู้ปฏิบัติงานเพียงไม่กี่คนและมีหน้าที่เพียงควบคุมความเป็นไปของกระบวนการ สินค้าจะถูกลำเลียงเข้าจัดเก็บและหยิบสินค้าออกมาอย่างอัตโนมัติผ่านสายพานและคอนกรีตโดยมี PLC เป็นตัวสั่งการและ HMI ทำหน้าที่ติดต่อเพื่อรับ-ส่งข้อมูลกับผู้ดูแลกระบวนการ



รูปที่ 2.12 ระบบการจัดเก็บและค้นหาแบบอัตโนมัติ (ASAR)

### 2.5.2 ประโยชน์ของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

สำหรับระบบคลังสินค้าอัตโนมัตินั้นมีข้อเสียคือ การใช้ลงทุนที่สูงเมื่อแรกเริ่มแต่หากมองสำหรับผลตอบแทนที่จะได้รับกลับมานั้นมีมากมาย เช่น

- เพิ่มคุณภาพของงาน - เนื่องจากใช้การนำเครื่องจักรผนวกกับคำสั่งควบคุม ทำให้ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติสามารถทำงานต่อเนื่องได้เต็มที่ ถึงวันละ 24 ชั่วโมง อาทิตย์ละ 7 วัน ซึ่งมากกว่าคลังสินค้าทั่วไปที่ใช้นุขย์เป็นผู้ลำเลียงสินค้าเข้าจัดเก็บ เพราะมนุษย์มีขีดจำกัดของการทำงาน
- ลดโอกาสที่มีสินค้าคงคลัง - ด้วยระบบการจัดการและระบบการจัดเก็บสินค้าและค้นหาแบบอัตโนมัติ ทำให้สามารถเลือกหยิบสินค้าได้ถูกตำแหน่ง ทำให้มีโอกาสน้อยที่จะมีสินค้าที่ถูกลูกค้าสั่ง หลงเหลืออยู่ในคลังสินค้า และถ้ามีระบบการจัดการ

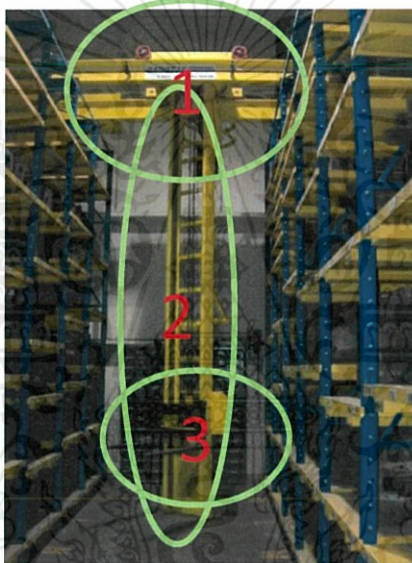
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

## 2.6 สแตกเกอร์เครน , สายพานและระบบควบคุม

สแตกเกอร์เครนและระบบควบคุม คือ องค์ประกอบหลักของระบบการจัดเก็บและค้นหาอัตโนมัติ คลังสินค้านำองค์ประกอบเหล่านี้มาประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ เช่น ลดระยะเวลาการดำเนินงาน ลดค่าใช้จ่ายต่อจำนวนพนักงานรวม และลดความเสี่ยงต่อผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น

### 2.6.1 สแตกเกอร์เครน

สแตกเกอร์เครนจัดเป็นเครนประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นเครนที่ใช้ในระบบคลังสินค้าอัตโนมัติโดยเฉพาะ และต้องการระบบควบคุมเพื่อสั่งการให้สแตกเกอร์เครนทำงานอย่างอัตโนมัติ สแตกเกอร์เครนนั้นมีส่วนกลไกการเคลื่อนที่ที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ส่วนกลไกการเคลื่อนที่แนวราบ แนวตั้งและฟอร์คลิฟต์ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ส่วนประกอบของสแตกเกอร์เครน

จากรูปที่ 2.13 สามารถอธิบายได้ดังนี้

- หมายเลข 1 คือกลไกการเคลื่อนที่แนวราบ
- หมายเลข 2 คือกลไกการเคลื่อนที่แนวตั้งของ
- หมายเลข 3 ฟอร์คลิฟต์

#### 2.6.1.1 ส่วนกลไกการเคลื่อนที่แนวราบ

ส่วนกลไกการเคลื่อนที่แนวราบ หมายถึง กลไกที่ทำให้สแตกเกอร์เครนสามารถเคลื่อนไปบนพื้นหรือมีลักษณะขนานกับพื้นใน (ไม่รวมการยิดของฟอร์คลิฟต์) กลไกการขับเคลื่อนอาจสร้างขึ้นง่าย ๆ เช่น ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนล้อผ่านข้อต่อเพลลาและให้ล้อวิ่งบนรางวิ่ง (Guide way) เป็นต้น หรืออาจเป็นการประยุกต์ใช้กลไกที่ซับซ้อนขึ้นมา เช่น ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานและให้สายพานเป็นตัวนำพาให้สแตกเกอร์เครนเคลื่อนที่ เป็นต้น ซึ่งการออกแบบกลไกนี้ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของโครงสร้างและระบบการรับ-ส่งสินค้าของคลังสินค้านั้น ๆ และยังมีปัจจัยของความสวยงามเข้ามาเกี่ยวข้องดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 กลไกการเคลื่อนที่แนวราบ

สำหรับการระบุตำแหน่งนั้นจะมีการนำเซนเซอร์เข้ามาประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องตำแหน่ง ตัวอย่างเซนเซอร์ที่ใช้ เช่น พร็อกซิมีตี้เซนเซอร์สำหรับการควบคุมแบบดิจิทัลหรือทรูบีมเซนเซอร์สำหรับการควบคุมแบบแอนะล็อก เป็นต้น

### 2.6.1.2 กลไกการเคลื่อนที่แนวตั้ง

กลไกการเคลื่อนที่แนวตั้ง คือ กลไกสำหรับยกฟอร์คลิฟต์ขึ้น-ลง เพื่อไปยังช่องที่จะวางสินค้าตามเงื่อนไข สำหรับกลไกการขับเคลื่อนนั้นส่วนใหญ่มักจะใช้มอเตอร์ทำงานร่วมกับมู่เล่ และสายพาน หรืออาจใช้มอเตอร์ร่วมกับเฟืองและโซ่ โดยการติดตั้งฟอร์คลิฟต์ให้สามารถเคลื่อนที่ไปพร้อมกับโซ่หรือสายพาน และให้มอเตอร์เป็นตัวขับเฟืองหรือมู่เล่ให้หมุน ซึ่งกลไกการขับเคลื่อนนี้จะต้องอาศัยรางวิ่ง (Guide way) ที่จะถูกติดตั้งในแนวยาวไปตลอดเสาทั้ง 2 เสาของสแตกเกอร์เครนเพื่อให้ฟอร์คลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้น-ลงในระยะที่กำหนดดังรูปที่ 2.15

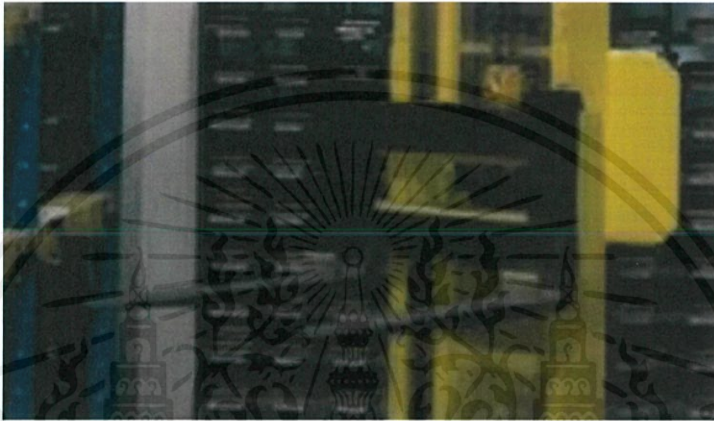


รูปที่ 2.15 กลไกการเคลื่อนที่แนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาหรือข้อมูลใดๆในเอกสารนี้ออกไปโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.6.2 พอร์คลิฟต์

พอร์คลิฟต์ คือ ส่วนกลไกที่สามารถยืดเข้า-ออก เพื่อนำสินค้าเข้า-ออกจากช่องเก็บสินค้า พอร์คลิฟต์นั้นมีลักษณะคล้ายส้อมที่มีปลายยื่นออกมาแต่มีเพียง 1 คู่ซึ่งปลายทั้งสองจะสามารถสอดเข้าไปพอดีกับช่องของ Pallet ดังรูปที่ 2.16 สำหรับกลไกการเคลื่อนที่เข้า-ออกของพอร์คลิฟต์นั้นสามารถออกแบบให้ยืดออกไปได้ไกลตามต้องการซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ความสวยงาม และยังสามารถออกแบบให้สามารถเคลื่อนที่เข้า-ออกได้ทั้ง 2 ทิศทางตามแต่ทิศทางการหมุนเวียนของสินค้า



รูปที่ 2.16 พอร์คลิฟต์

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับ 3 กลไกการเคลื่อนที่ ทำให้เห็นว่าแต่ละส่วนทำหน้าที่ต่างกัน แต่ด้วยวัตถุประสงค์เดียวกันคือการนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บหรือหยิบออกมา ซึ่งจุดเด่นของ สเตกเกอร์เครนนั้นคือ การที่ทั้ง 3 กลไกสามารถทำงานในเวลาเดียวกัน กล่าวคือ สเตกเกอร์เครนสามารถเคลื่อน 3 แกนในเวลาเดียวกัน ซึ่งจะช่วยลดเวลาสำหรับขั้นตอนการจัดเก็บและนำสินค้าออกมาเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับการใช้มนุษย์เป็นผู้ปฏิบัติงานส่วนนี้ เพราะมนุษย์นั้นมีข้อจำกัดคือสามารถทำงานได้เพียง 2 แกนในเวลาเดียวกัน ที่สำคัญความอิสระของการเคลื่อนที่ทั้ง 3 แกน ของสเตกเกอร์เครนนี้จะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่เขียนไว้ใน PLC ดังนั้นความสามารถในการทำงานของสเตกเกอร์เครนส่วนหนึ่งจะขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เขียน PLC ด้วย

### 2.6.3 สายพานลำเลียง

ระบบสายพานเป็นสิ่งที่ถูกใช้ในการเคลื่อนที่วัตถุจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง สายพานมีอยู่หลายประเภท สายพานประเภทพื้นฐานที่ใช้กันคือสายพานแบบลูกกลิ้ง โดยสายพานนี้จะประกอบด้วยลูกกลิ้งเรียงกันเมื่อวางพาเลต พาเลตจะไหลตามลูกกลิ้งไปถึงจุดหยุดปลายทาง กลไกเปลี่ยนทิศทางจากสายพานเส้นหนึ่งไปยังอีกเส้นหนึ่ง เราสามารถใช้จานหมุน (Turntable) สำหรับการหมุน 90 องศาได้ และกลไกลิฟท์เพื่อเคลื่อนที่ในแนวตั้งระหว่างสายพานในระดับต่าง ๆ การแบ่งสายพานออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ คือ สายพานที่ไม่ใช้ไฟฟ้า สายพานที่ใช้ไฟฟ้า สายพานคัดแยกสินค้า

สายพานที่ไม่ใช้ไฟฟ้าคือสายพานที่ใช้การผลักหรือใช้แรงโน้มถ่วงช่วยในการเคลื่อนที่ให้สินค้าไหลผ่านกระบวนการโดยปกติจะประกอบไปด้วยรางที่มีลูกล้อ หรือ สายพาน ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 สายพานที่ไม่ใช้ไฟฟ้า

สายพานที่ใช้ไฟฟ้า ใช้แรงดันไฟฟ้าในการขับเคลื่อนมอเตอร์ให้ชุดสายพาน ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 สายพานที่ใช้ไฟฟ้า

สายพานคัดแยกสินค้า เป็นอุปกรณ์ถ่ายซึ่งส่วนมากจะนำมาใช้ในศูนย์กระจายสินค้า ที่ทำงานร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยจะตรวจสอบสินค้าโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับแล้วสินค้าที่ผ่านเครื่องคัดแยกจะเป็นสินค้าที่มีขนาดเล็กดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 สายพานคัดแยกสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา  
หรือเผยแพร่ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

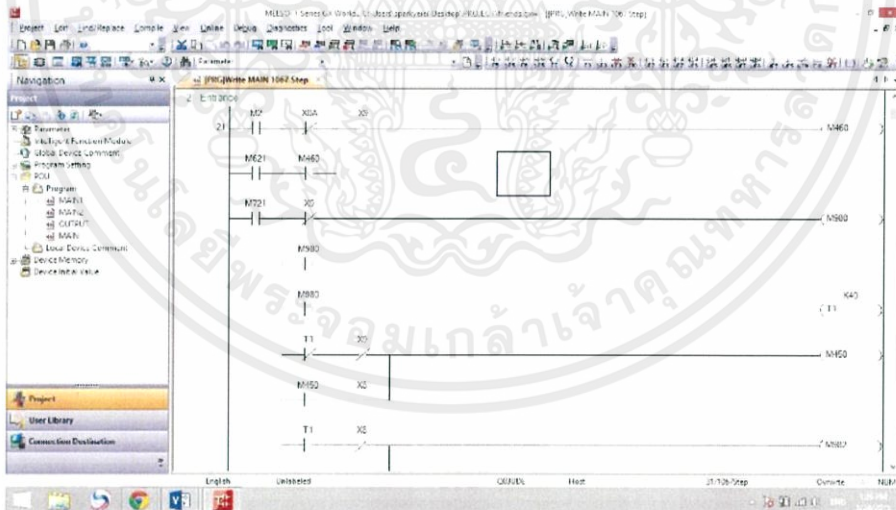
## 2.7 ระบบควบคุม

ระบบควบคุมที่จะกล่าวถึงในหัวข้อนี้ คือระบบควบคุมสำหรับสแตกเกอร์เครนที่ทำหน้าที่ทั้งสั่งการสแตกเกอร์เครนให้ทำงานอย่างอัตโนมัติ และยังมีส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานเพื่อรับคำสั่งและแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ ของกระบวนการต่อผู้ปฏิบัติงาน ระบบควบคุมสแตกเกอร์เครนถือเป็นหัวใจหลักของคลังสินค้าอัตโนมัติ เพราะหากไม่มีระบบควบคุมที่ดีอาจทำให้สแตกเกอร์เครนทำงานผิดพลาดซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคลังสินค้าอย่างร้ายแรง

### 2.7.1 PLC (Programmable Logic Controller)

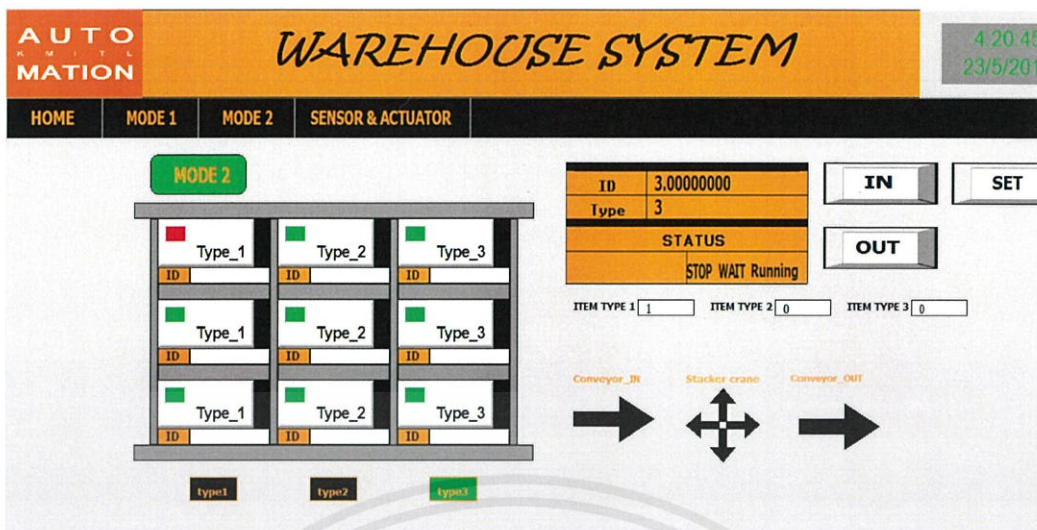
PLC คือตัวควบคุมประเภทหนึ่งที่มีจะถูกใช้ในงานระบบอัตโนมัติ เนื่องจากสามารถใช้งานง่ายและยังมีราคาไม่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมประเภทอื่น ๆ PLC สามารถควบคุมกระบวนการได้ทั้งแบบดิจิทัลและอะนาล็อก ซึ่งไม่เพียงแต่นิยมในระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ แต่ยังเป็นที่ยอมรับอย่างมากในอุตสาหกรรมอัตโนมัติอีกด้วย PLC สามารถเชื่อมต่อกับอินพุตและเอาต์พุตได้มากซึ่งเป็นการลดต้นทุนสำหรับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติใช้เช่นเซอร์จำนวนมากเพื่อระบุตำแหน่ง

สำหรับการนำ PLC ไปประยุกต์เพื่อควบคุมสแตกเกอร์เครนในระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ นั้น สามารถทำได้โดยเชื่อมต่อ PLC เข้ากับเซนเซอร์ระบุตำแหน่งและมอเตอร์ เพื่อนำสัญญาณจากเซนเซอร์มาเป็นอินพุตในการเขียนเงื่อนไข และส่งเป็นเอาต์พุตออกไปขับมอเตอร์ เงื่อนไขที่เขียนลงบน PLC นั้นเรียกว่า “Ladder” ดังรูปที่ 2.20 ซึ่งเป็นตรรกะสำหรับการควบคุมสแตกเกอร์เครนให้ทำงาน เช่น ให้เคลื่อนที่แนวราบและแนวตั้งไปที่ตำแหน่งนั้น ๆ หรือให้ฟอร์คลิฟต์ยึดเข้าไปยังช่องเก็บสินค้า เป็นต้น



รูปที่ 2.20 หน้าต่าง Ladder ของ PLC Mitsubishi

สำหรับการประยุกต์ HMI เข้ากับสแตกเกอร์เครน และ สายพานนั้นสามารถทำได้หลายกรณี เช่น กำหนดช่องเพื่อให้สแตกเกอร์เครน แสดงกระบวนการจำลองว่ามีของอยู่บนฟอร์คลิฟต์หรือไม่หรืออาจแสดงว่าสแตกเกอร์เครน เคลื่อนที่ถึงตำแหน่งไหนและรวมไปถึงอาจแสดงสถานะการทำงานของเซนเซอร์ ซึ่งการออกแบบกราฟิกของ HMI นั้นก็จะขึ้นอยู่กับว่าต้องการให้แสดงผลรายละเอียดอะไรบ้างดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 กราฟิก HMI

### 2.7.2 การเชื่อมต่อ

สำหรับการเชื่อมต่อนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Field Devices และการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ HMI โดย Field Devices ในที่นี้หมายถึงเซนเซอร์และมอเตอร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของสแต็กเกอร์เครน และ สายพาน สำหรับเซนเซอร์นั้นสามารถต่อเข้าโดยตรงกับส่วนอินพุตของ PLC แต่สำหรับมอเตอร์นั้นหากเป็นเพียงการควบคุมแบบดิจิทัลจะสามารถต่อจากส่วนดิจิทัลเอาต์พุตของ PLC เข้ากับรีเลย์เพื่อให้รีเลย์จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ได้เลย แต่หากต้องการควบคุมความเร็วของมอเตอร์นั้นก็จะต่อสัญญาณจากส่วนแอนะล็อกเอาต์พุตเข้ากับอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่จะจ่ายให้กับมอเตอร์อีกทอดหนึ่ง สำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง PLC และ HMI นั้น เป็นการเชื่อมต่อด้วยสายอีเธอร์เน็ตซึ่งมีอาจใช้ฮับเป็นตัวกลางระหว่าง PLC กับ HMI ซึ่งจากที่ได้กล่าวมา PLC เป็นส่วนที่ติดต่อกับเซนเซอร์และมอเตอร์โดยตรง ดังนั้นการที่จะนำสัญญาณจากเซนเซอร์มาใช้อ้างอิงในการแสดงสถานะต่าง ๆ ของ สแต็กเกอร์เครน นั้น โดยHMI จะต้องดึงข้อมูลสถานะของเซนเซอร์เหล่านั้นมาจาก PLC ที่เรียกว่า “Tag Name” ซึ่งอาจเรียกได้ว่าเป็นการทำให้ HMI และ PLC สามารถสื่อสารกันผ่าน Tag Name นี้

HMI เป็นอุปกรณ์ที่นำเสนอข้อมูลจากการประมวลผลให้กับผู้ปฏิบัติการที่เป็นมนุษย์ และมนุษย์จะนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการควบคุมกระบวนการ HMI มักจะมีการเชื่อมโยงไปยังฐานข้อมูลระบบ SCADA และโปรแกรมซอฟต์แวร์เพื่อหาแนวโน้มข้อมูลการวินิจฉัยและข้อมูลการจัดการ เช่น ขั้นตอนการบำรุงรักษาตามตารางที่กำหนดข้อมูลโลจิสติกแผนงานโดยละเอียดสำหรับเครื่องตรวจจับหรือเครื่องจักรตัวใดตัวหนึ่ง และแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดจากระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น โดยส่วนใหญ่ที่หน้าจอ HMI จะนำเสนอข้อมูลให้กับผู้ปฏิบัติงานในรูปแบบของกราฟิกแบบแผนภาพเลียนแบบ ซึ่งหมายความว่าผู้ปฏิบัติงานสามารถดูแผนผังแสดงโรงงานที่ถูกควบคุม เช่น ภาพของเครื่องสูบน้ำที่เชื่อมต่อกับท่อ ซึ่งสามารถแสดงการทำงานและปริมาณของน้ำที่กำลังสูบผ่านท่อในขณะนั้น ผู้ปฏิบัติงานและการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ HMI และ Field Devices ที่ได้กล่าวมานั้นก็คือ ลำดับการควบคุมที่ไล่ลำดับลงมาจากส่วนโปรแกรมและอินเตอร์เฟซไปจนถึงส่วน Field Devices

## 2.8 การบริหารคลังสินค้า

คลังสินค้านับเป็นองค์ประกอบที่ผู้บริหารมักให้ความสำคัญ เนื่องจากเป็นสถานที่ที่จัดเก็บ วัสดุปฏิบัติงานที่อยู่ในระหว่างกระบวนการผลิต (Work-in-Process) หรือสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งในปัจจุบันที่ การแข่งขันที่สูงมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาาระบบคุณภาพ, ระบบกระบวนการผลิต, ระบบการ บริหารจัดการ จึงทำให้คลังสินค้าในปัจจุบันมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น เนื่องจากคลังสินค้าเป็นที่จัดเก็บ วัสดุดิบและสินค้า โดยการบริหารคลังสินค้า ควรมีการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

- การรับสินค้าและการเก็บเข้าที่ (Receiving & Putaway)
- การรับสินค้าและการเก็บเข้าที่ (Receiving & Putaway)
- การจัดส่งสินค้าโดยตรง (Direct Shipping)
- การใช้ท่าเปลี่ยนถ่ายสินค้า (Cross-Dock)
- การจัดทำตารางนัดรับสินค้า (Receiving Scheduling)
- การเตรียมตัวก่อนการรับสินค้า (Preceiving)
- การเตรียมความพร้อมในการรับสินค้า (Receipt Preparation)
- การเก็บสินค้าเข้าที่ (Putaway)
- การจัดเก็บและจ่ายสินค้า (Storage and Retrieval System)
- รู้จักชนิดของพาเลต
- ระบบการจัดเก็บสินค้าแบบพาเลต
- โครงฐานสำหรับการวางพาเลต (Pallet Stacking Frames)
- ชนิดของชั้นวาง
- เครื่องมือที่ใช้ในการขนย้ายพาเลต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# สายพานลำเลียงและการบริหารจัดการ

### 3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างชิ้นงานสายพานสำหรับระบบคลังสินค้าให้ระบบคลังสินค้ามีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยสำหรับโครงการชิ้นนี้จะแบ่งส่วนประกอบออกเป็น 3 ส่วนที่สำคัญคือ

1. โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์
2. วงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์
3. ซอฟต์แวร์ในการควบคุมและการบริหารจัดการ

### 3.2 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์

สำหรับขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนโครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์เป็นขั้นตอนเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างสายพานลำเลียงสินค้าขึ้นมาเพิ่มจากระบบเดิม โดยทางผู้จัดทำโครงการได้มีการแบ่งลำดับของขั้นตอนการทำงานออกเป็น 5 ลำดับ ได้แก่



รูปที่ 3.1 แผนภาพลำดับขั้นตอนการสร้างส่วนฮาร์ดแวร์

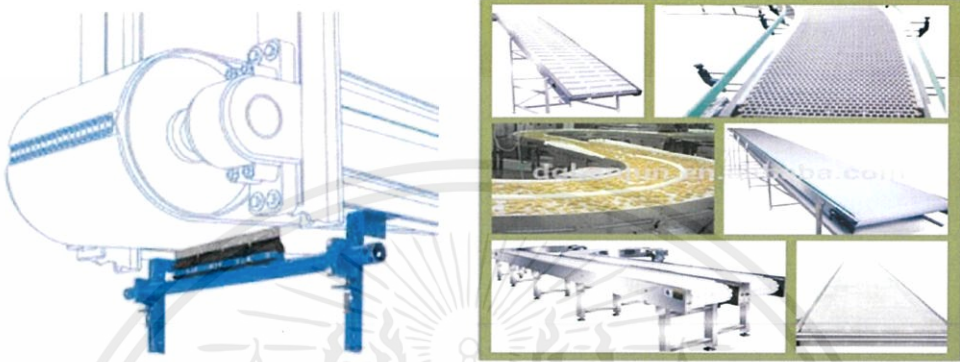
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามนำข้อมูลไปเผยแพร่หรือใช้ข้อมูลนี้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใด

สายพานลำเลียงมากมายหลากหลายชนิด โดยจะเลือกตามความเหมาะสมในการใช้งานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ การสร้างสายพานลำเลียงสินค้าขึ้นมาเพื่อใช้แทนคนในการเคลื่อนที่หรือวางสินค้านั้นจะทำให้ระบบของคลังสินค้ามีความเป็นอัตโนมัติมากขึ้น

### 3.2.1 การรวบรวมและศึกษาข้อมูล

ในส่วนของการรวบรวมและศึกษาข้อมูลนั้น จะเริ่มจากการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ตเป็นหลัก โดยจะศึกษาสายพานแต่ละชนิดเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับคลังสินค้า ทั้งนี้จะต้องศึกษาเกี่ยวกับกลไกการขับเคลื่อนของสายพานให้มีความเหมาะสมกับคลังสินค้าอีกด้วย จากการศึกษาจะเลือกใช้สายพานแบบไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.2



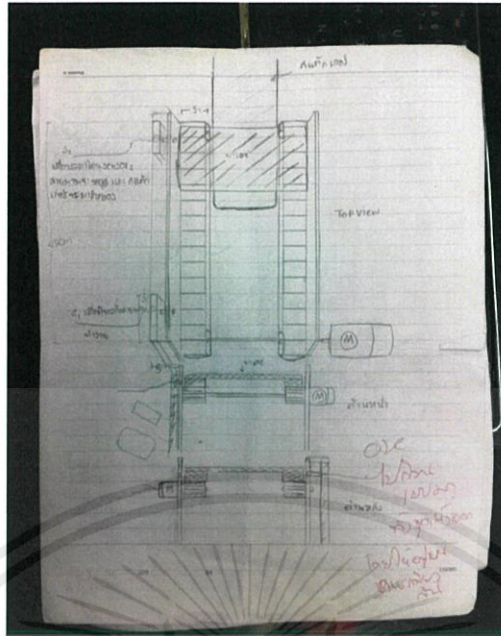
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างโครงสร้างของสายพาน

### 3.2.2 การออกแบบ (วาดมือ)

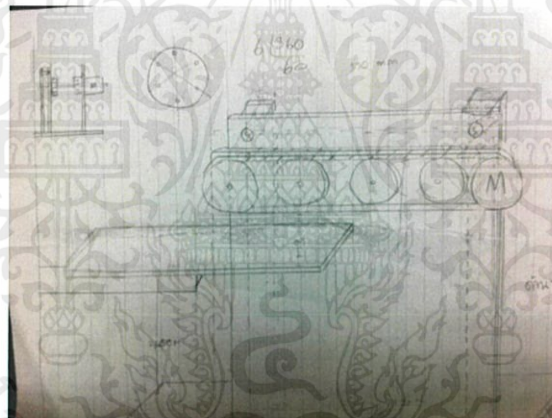
สำหรับขั้นตอนการออกแบบเพื่อสร้างสายพานลำเลียงนี้ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าและศึกษาจากอินเทอร์เน็ตมาออกแบบเป็นโครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนของสายพานลำเลียงที่มีความเหมาะสมกับตัวคลังสินค้า และส่วนอื่น ๆ โดยการออกแบบโครงสร้าง และกลไกการทำงานของสายพานลำเลียงนี้ จะเริ่มจากการเขียนภาพร่างด้วยมือลงบนกระดาษ ซึ่งจะเป็นการร่างภาพแนวทางของโครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนที่พอจะเป็นไปได้ ของกลไกการขับเคลื่อนดังรูปที่ 3.3-3.4 สำหรับการออกแบบโครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนของฮาร์ดแวร์ส่วนนี้ ปัญหาหลักที่พบคือ ขนาดของสายพานและการออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อกับตัวของระบบคลังสินค้าได้ ซึ่งระยะของการหยิบรับสินค้านั้นมีผลต่อการออกแบบเป็นอย่างมาก

จากรูปที่ 3.3 ซึ่งเป็นภาพร่างของโครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนของสายพานลำเลียงจากมุมมอง ซึ่งในส่วนการเคลื่อนที่ผู้จัดทำโครงงานได้ออกแบบให้การเคลื่อนที่นี้เกิดจากการนำมอเตอร์มาขับสายพานและยึดสายพานนั้นเข้ากับมู่เล่ที่มีขอบทั้ง 2 ด้านดังรูปที่ 3.4 ซึ่งเมื่อมอเตอร์หมุนก็จะทำให้สายพานหมุนตาม การออกแบบนั้นจำเป็นที่จะต้องแยกสายพานเป็นขนาดเล็กสองข้างเพื่อให้ในส่วนของตัวยกและวางสินค้าสามารถยกและวางสินค้าได้อย่างสะดวก ซึ่งระยะของการแยกสายพานทั้ง 2 เส้น จะแยกตามขนาดของตัวยกและวางสินค้าตามความเหมาะสม

จากรูปที่ 3.4 ซึ่งเป็นภาพร่างกลไกการขับเคลื่อนของสายพานลำเลียงโดยมองจากด้านข้าง โดยการขับเคลื่อนของสายพานลำเลียงจะมีลูกกลิ้งรองรับ เพื่อทำให้สินค้าเคลื่อนที่ได้อย่างสะดวกและป้องกันการเสียหายของตัวสายพาน ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 โครงร่างกลไกการขับเคลื่อนสายพานลำเลียง



รูปที่ 3.4 โครงร่างระยะการรับส่งสินค้า

### 3.2.3 การจัดหาอุปกรณ์

ในขั้นตอนการจัดหาอุปกรณ์นี้ คือการจัดหาอุปกรณ์ทุกอย่างตามที่ได้ ออกแบบไว้ซึ่งทางผู้จัดทำโครงการได้ทำการจัดหาอุปกรณ์ชิ้นส่วนส่วนใหญ่จากตลาดบ้านหม้อ และ ตลาดคลองถมเป็นหลัก และในบางอุปกรณ์ชิ้นส่วนจากร้านขายสินค้าเฉพาะด้านดังรูปที่ 3.5



(ก) มู่เล่ (ข) ตลับลูกปืน (ค) สายพาน (ง) มอเตอร์ (จ) ลูกกลิ้ง

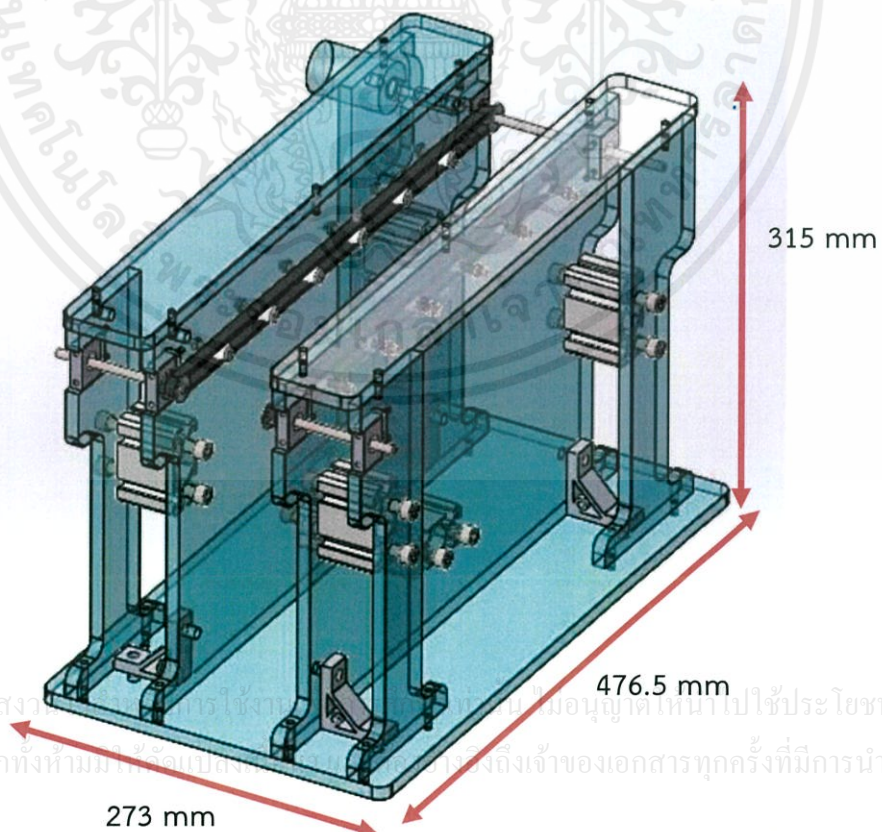
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบสายพานลำเลียง

### 3.2.4 วาดแบบ (สกัดส่วนจริง)

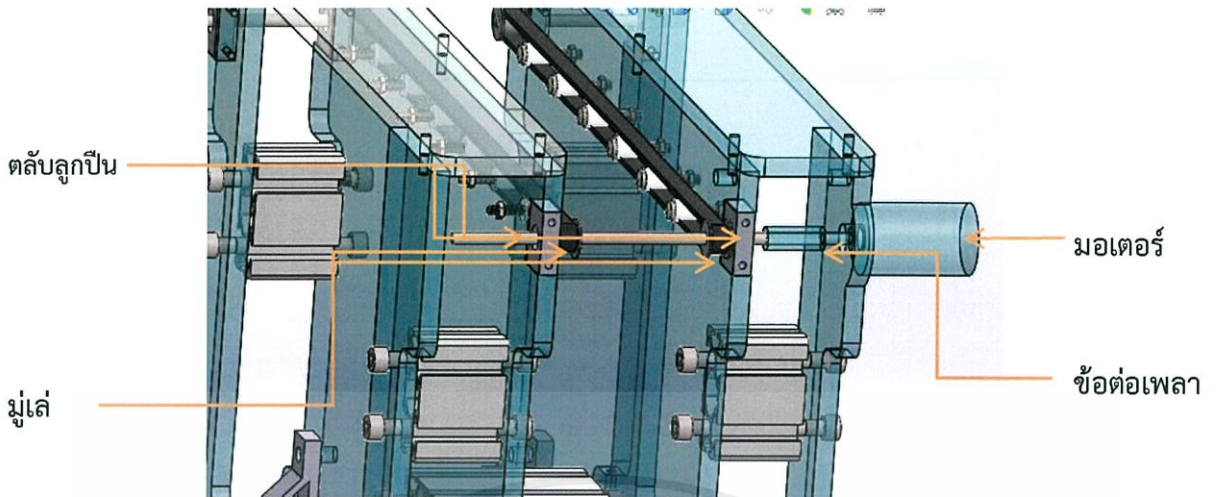
หลังจากทราบแนวทางของโครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนต่าง ๆ ที่จะสร้างขึ้นมาแล้ว ต่อไปจะเป็นการนำภาพโครงสร้างนั้นมาวาดเป็นภาพจำลอง 3 มิติด้วยโปรแกรมเขียนภาพจำลอง 3 มิติที่ชื่อว่า “SolidWorks” ซึ่งการที่วาดภาพจำลองด้วยโปรแกรมนี้ขึ้นมา ซึ่งช่วยให้มองเห็นภาพรวมทั้งหมดของงานที่จะสร้าง รวมไปถึงเห็นปัญหาต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยลดเวลาในส่วนนี้ไปได้เป็นอย่างมาก สำหรับขั้นตอนการเขียนภาพจำลองด้วยโปรแกรม SolidWorks ผู้จัดทำโครงงานจะเริ่มจากการเขียนอุปกรณ์ชิ้นส่วนทุกชิ้นที่จะใช้ในการประกอบสายพานลำเลียงขึ้นมาดังรูปที่ 3.6 โดยจะต้องระบุขนาดจริง ๆ ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ทุกชิ้น



หลังจากที่เขียนภาพจำลอง 3 มิติของชิ้นส่วนอุปกรณ์ทุกชิ้นเรียบร้อยแล้ว ต่อไปเป็นการนำภาพจำลองเหล่านั้นมาประกอบกันขึ้นซึ่งจะมีระยะต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.7

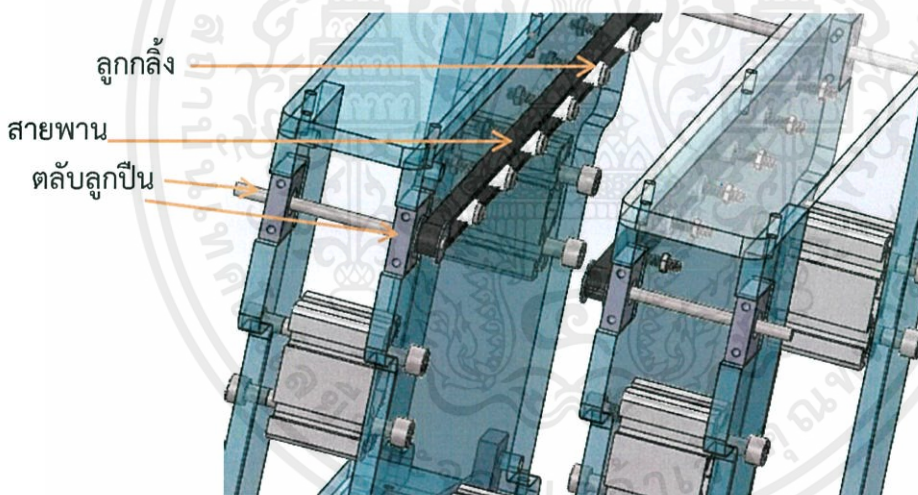


รูปที่ 3.7 ภาพจำลองสายพาน เข้า - ออก



รูปที่ 3.8 ส่วนประกอบของกลไกการขับเคลื่อน

จากรูปที่ 3.8 จะเห็นได้ว่ากลไกการขับเคลื่อนนั้นผู้จัดทำโครงงานได้ใช้กลไกตามแบบเค้าโครงที่ร่างไว้บนกระดาษ โดยใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนสายพานให้สินค้าเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

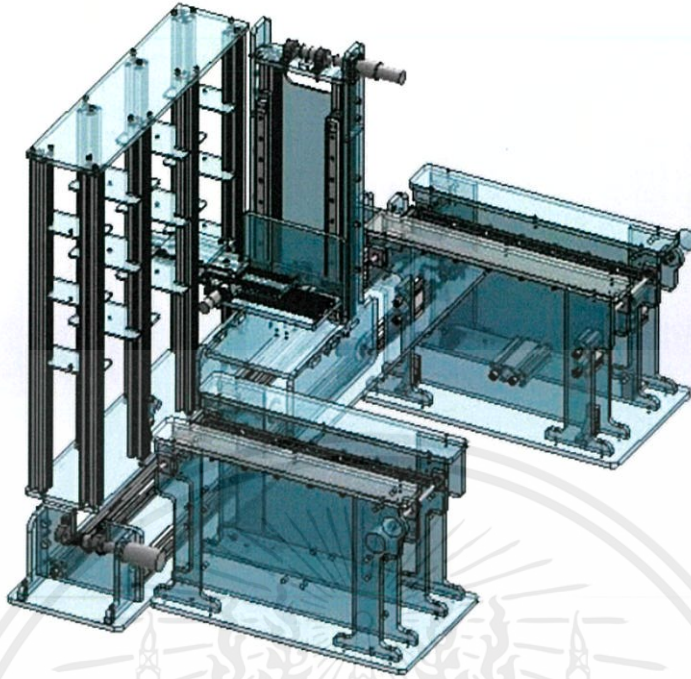


รูปที่ 3.9 ส่วนประกอบการเคลื่อนที่ฝั่งทางเข้า - ออกสินค้า

จากรูปที่ 3.9 สำหรับกลไกการขับเคลื่อนที่ฝั่งทางเข้า - ออกสินค้า โดยจะเห็นได้ว่าทางฝั่งเข้า - ออก สินค้า นั้นจะแยกออกให้เป็นช่องตรงกลาง ซึ่งต่างกับฝั่งขับเคลื่อนมอเตอร์ เพื่อให้การรับสินค้าเข้าออกเป็นไปได้ง่ายมากขึ้น

จากรูปที่ 3.10 คลังสินค้าอัตโนมัติจะมีการออกแบบสายพานลำเลียงให้อยู่สูงกว่าฐานของตัวสแต๊กเกอร์คอน เพื่อให้ตัวสแต๊กเกอร์คอนสามารถรับหรือส่งสินค้าที่อยู่บนสายพานลำเลียงได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

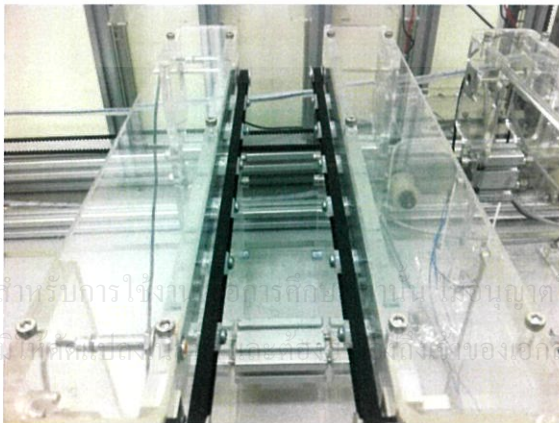


รูปที่ 3.10 ภาพรวมแบบระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ



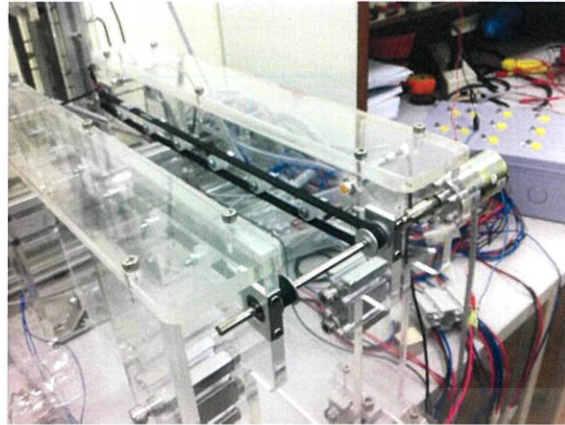
รูปที่ 3.11 ภาพจำลอง Pallet

ระยะความห่างระหว่างสายที่ใช้จะพอดีที่ Pallet จะสามารถวางอยู่บนสายพานลำเลียงได้พอดี และจะใช้การขับเคลื่อนสินค้าโดยใช้ชั้นวาง Pallet ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.12 การประกอบสายพานลำเลียง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานและการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เอกสารนี้แก่บุคคลอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต หากมีการนำออกไปใช้



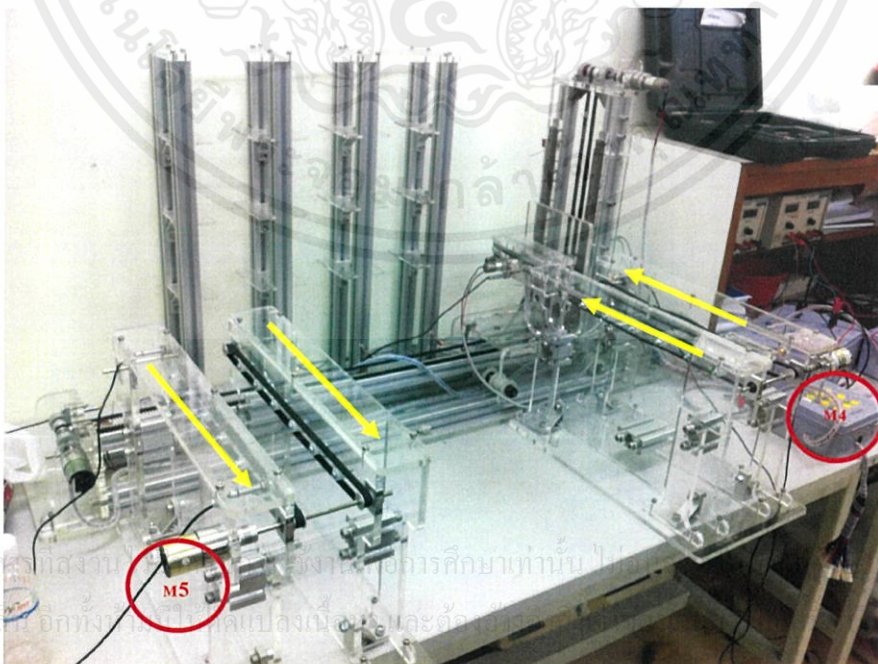
รูปที่ 3.13 การประกอบสายพานลำเลียง 2

### 3.3 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อนสายพานลำเลียงและสแตกเกอร์คอน

ผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบสายพานลำเลียงที่มีระบบควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าให้ทำงานจะมีวงจรไฟฟ้าสำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา และเมื่อนำมอเตอร์เหล่านี้มาประกอบกับการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงจะทำให้สามารถควบคุมการทำงานของสายพานได้

#### 3.3.1 รูปแบบการขับเคลื่อนของสายพานลำเลียงและสแตกเกอร์คอนสายพานลำเลียง

การที่นำมอเตอร์ไฟฟ้าทั้งหมด 2 ตัวมาประกอบเข้ากับสายพานลำเลียงเพื่อให้ได้ทิศทางในการเคลื่อนที่เข้าคลังสินค้า 1 ตัว และเคลื่อนที่ออกจากคลังสินค้า 1 ตัว การทำงานของมอเตอร์นั้นจะใช้การเคลื่อนที่ในทิศทางเดียว จึงทำให้การลำเลียงสินค้าเข้า – ออก มีความรวดเร็วยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 3.14

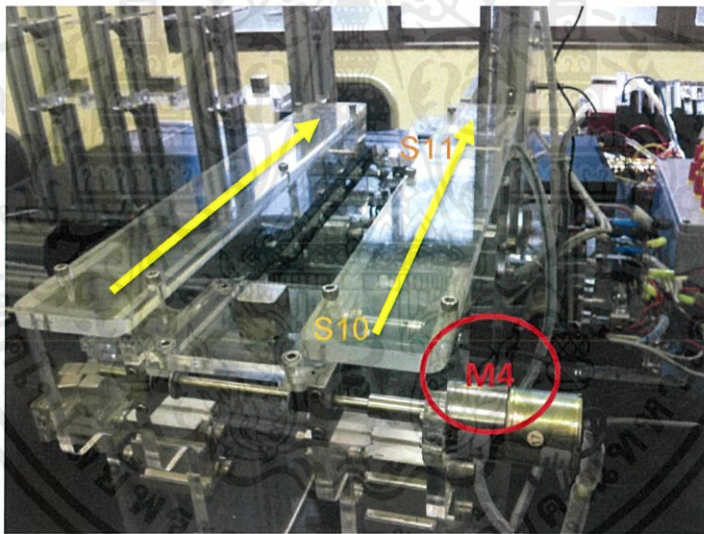


รูปที่ 3.14 การขับเคลื่อนมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว

จากรูปที่ 3.14 เป็นการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าทั้ง 2 ตัวของสายพานลำเลียงสินค้าเข้า – ออก โดย M4 จะทำหน้าที่ขับเคลื่อนสายพานเข้าคลังสินค้า และ M5 จะทำหน้าที่ขับเคลื่อนสายพานออกจากคลังสินค้า โดยมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวนี้ จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น อัตราเร็วรอบต่อนาที แต่เนื่องจากมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว ที่นำมาใช้เป็นมอเตอร์มือสองทำให้ไม่สามารถหาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติต่าง ๆ ของมอเตอร์ได้ ด้วยเหตุนี้ทางผู้จัดทำโครงการจึงต้องใช้ในการทดลองเพื่อหาคุณสมบัติของมอเตอร์ เช่น กระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องใช้กรณีที่ไม่มีโหลด หรือกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องใช้กรณีที่ไม่มีโหลดเป็นต้น การประมาณค่าหากระแสไฟเบื้องต้นก็เพราะมีผลต่อการเลือกใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงของวงจร ซึ่งการเลือกใช้แหล่งจ่ายของวงจรมันนั้นจะต้องเลือกแหล่งจ่ายที่มีค่ากระแสไฟฟ้ามากกว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องใช้ขณะมีโหลด เพื่อสามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ขณะที่มอเตอร์ต้องขับโหลดสูงขึ้น

การขับเคลื่อนมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวมีการทำงานดังนี้

มอเตอร์ตัวที่ 1 หรือ M4 นั้นทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของสายพานลำเลียงสินค้าเข้า โดยมอเตอร์ M4 จะควบคุมให้สายพานหยุดตามตำแหน่ง S10 หมายเลข S11 หรือหมายเลข ตามรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ขับเคลื่อนเข้าคลังสินค้า

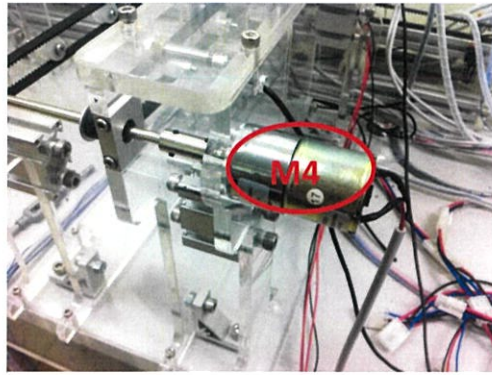
#### คุณสมบัติของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 Vdc 80 RPM

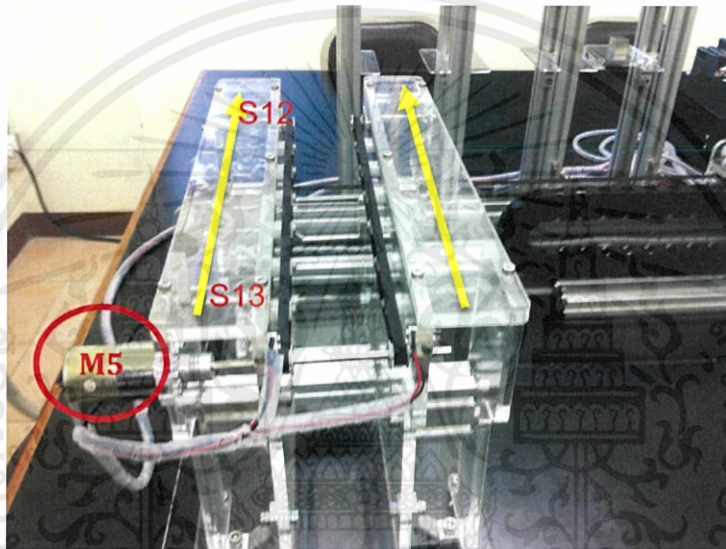
ผลจากการทดลองจากการจ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 Vdc ให้แก่มอเตอร์ทำให้สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ได้ 130 mA และเมื่อเอามือจับที่แกนเพลลาของมอเตอร์เสมือนว่ามีการขับโหลดเพิ่มขึ้นจะสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ 1400 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามคัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 มอเตอร์ตัวที่ 2 หรือ M5 นั้นทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของสายพานลำเลียงสินค้าขาออก โดยมอเตอร์ M5 จะควบคุมให้สายพานหยุดตามตำแหน่ง S12 หมายเลข S13 หรือหมายเลข ตามรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมสายพานเคลื่อนที่เข้าคลังสินค้า



รูปที่ 3.17 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M2 ขับเคลื่อนออกคลังสินค้า

#### คุณสมบัติของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 Vdc 120 RPM

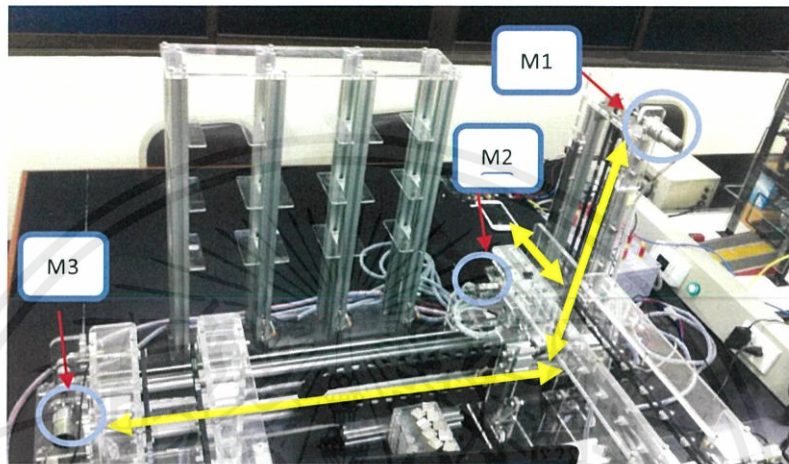
ผลจากการทดลองจากการจ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 Vdc ให้แก่มอเตอร์ทำให้สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ได้ 160 mA และเมื่อทำการจับที่แกนเพลลาของมอเตอร์เปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มโหลดจะทำให้วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ได้ 1800 mA



รูปที่ 3.18 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมสายพานเคลื่อนที่ออกจากคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำออกนอกระบบโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเอกสารและทำซ้ำหรือดัดแปลงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการขับเคลื่อนของสแตกเกอร์เครน โดยการที่นำมอเตอร์ไฟฟ้าทั้งหมด 3 ตัวมาประกอบเข้ากับสแตกเกอร์เครนนั้นจะสามารถควบคุมการขับเคลื่อนสแตกเกอร์เครนได้ 3 ทิศทางโดยแต่ละทิศทางจะมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อนดังนี้ มอเตอร์ตัวที่ 1 ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของสแตกเกอร์เครนในสวนการเคลื่อนที่แนวราบมอเตอร์ตัวที่ 2 ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของฟอร์คลิฟต์มอเตอร์ตัวที่ 3 ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวตั้งโดยการขับเคลื่อนมอเตอร์แต่ละแกนมีการติดตั้งและลักษณะการขับเคลื่อนตามรูปดังนี้

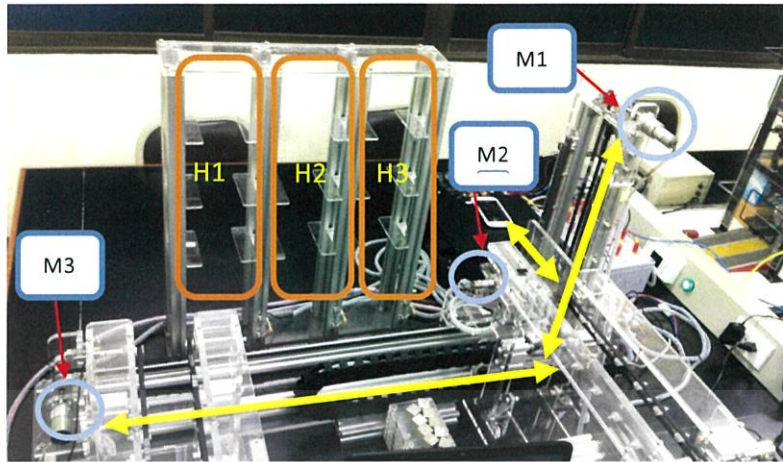


รูปที่ 3.19 การขับเคลื่อนมอเตอร์แต่ละแกน

จากรูปที่ 3.19 เป็นการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าของสแตกเกอร์เครน ซึ่งการขับเคลื่อนนี้ประกอบไปด้วยมอเตอร์ทั้งหมด 3 ตัว โดยที่มอเตอร์ทั้ง 3 ตัวมีคุณสมบัติต่างกัน เช่น อัตราเร็วรอบต่อนาที กระแสที่มอเตอร์ต้องใช้ เป็นต้น แต่เนื่องจากมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวที่ได้กล่าวมานั้น เป็นมอเตอร์มีสองทำให้ไม่สามารถหาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติต่าง ๆ ของมอเตอร์ได้ ด้วยเหตุนี้ทางผู้จัดทำโครงการจึงต้องใช้การทดลองเพื่อหาคุณสมบัติของมอเตอร์ เช่น กระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องใช้กรณีที่มีโหลดหรือกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องใช้กรณีที่มีโหลด เป็นต้น การประมาณค่าหากระแสเบื้องต้นก็เพราะมีผลต่อการเลือกใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงของวงจร โดยการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าของวงจรมันจะต้องเลือกแหล่งจ่ายที่มีค่ากระแสไฟฟ้ามากกว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องใช้ขณะมีโหลด เพื่อที่จะให้สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ขณะที่มอเตอร์ ต้องขับโหลดสูงขึ้นโดยการขับเคลื่อนมอเตอร์ทั้ง 3 ตัว สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของสแตกเกอร์เครน 3 ทิศทางโดยแต่ละทิศทางมีหน้าที่การทำงานดังนี้

มอเตอร์ตัวที่ 1 หรือ M1 ดังรูปที่ 3.20 นั้นทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของสแตกเกอร์เครนในสวนการเคลื่อนที่แนวราบ โดยมอเตอร์ M1 จะควบคุมให้สแตกเกอร์เครนหยุดตามตำแหน่งหมายเลข H1 หมายเลข H2 หรือหมายเลข H3 ในแนวราบตามรูปที่ 3.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ในแนวราบ

#### คุณสมบัติของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 Vdc 20 RPM

ผลจากการทดลองจากการจ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 Vdc ให้แก่มอเตอร์ทำให้สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ได้ 100 mA และเมื่อเอามือจับที่แกนเพลลาของมอเตอร์เสมือนว่ามีการขับเคลื่อนเพิ่มขึ้นจะสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ 700 mA

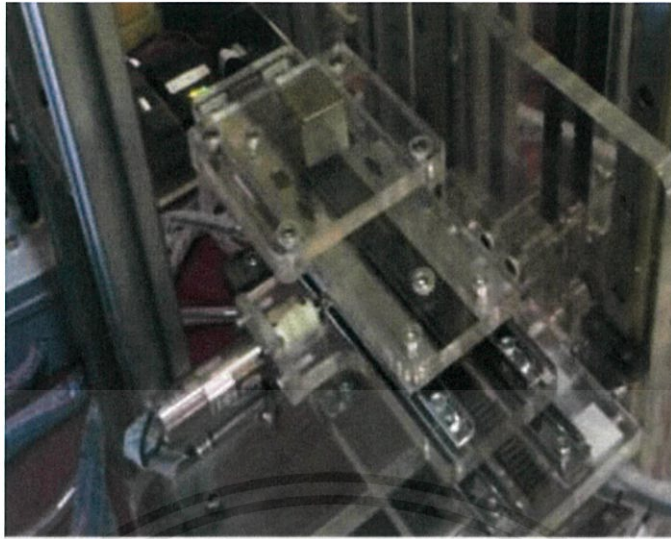


รูปที่ 3.21 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมการเคลื่อนที่แนวราบ

มอเตอร์ตัวที่ 2 หรือ M2 ดังรูปที่ 3.22 ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของฟอล์คลิฟต์

โดยมอเตอร์ M2 จะควบคุมฟอล์คลิฟต์ให้ทำหน้าที่จัดเก็บสินค้าตามช่องการจัดเก็บสินค้าที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของชั้นวางสินค้า ซึ่งการทำงานของมอเตอร์ M2 ส่วนนี้ขึ้นอยู่กับสแตกเกอร์ครนด้วยว่าสแตกเกอร์ครนอยู่ตำแหน่งใดและต้องการเก็บที่ช่องวางสินค้าใด ตามรูปที่ 3.22 คือ การทำงานของฟอล์คลิฟต์ที่นำสินค้าเข้าไปจัดเก็บที่ช่องวางสินค้าที่ตำแหน่งใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

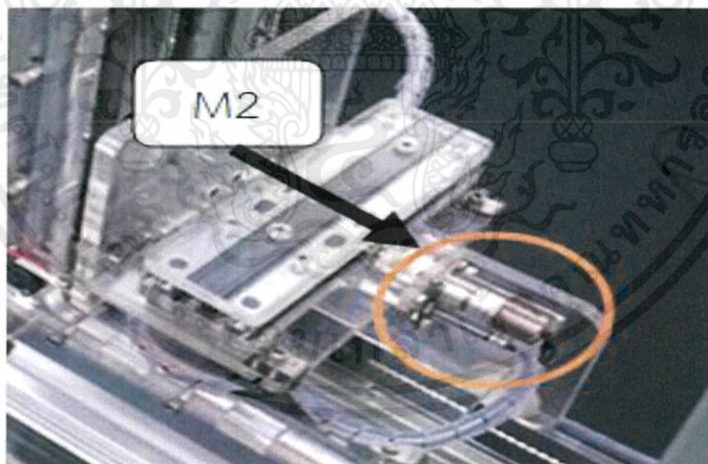


รูปที่ 3.22 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M2 ฟอ์คลิฟต์สำหรับการจัดเก็บสินค้า

#### คุณสมบัติของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 Vdc 15 RPM

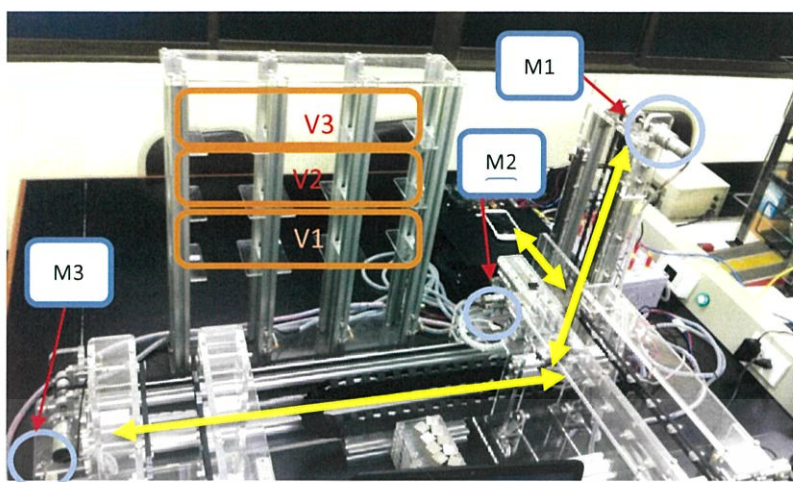
ผลจากการทดลองจากการจ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 Vdc ให้แก่มอเตอร์ทำให้สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ได้ 40 mA และเมื่อทำการจับที่แกนเพลลาของมอเตอร์เปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มโหลดจะทำให้วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ได้ 400 mA



รูปที่ 3.23 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมฟอ์คลิฟต์

มอเตอร์ตัวที่ 3 หรือ M3 ดังรูปที่ 3.24 ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง โดยมอเตอร์ M3 จะควบคุมให้ฟอ์คลิฟต์ของสแตกเกอร์เคลื่อนตามตำแหน่งหมายเลข V1 หมายเลข V2 หรือ หมายเลข V3 ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ในแนวตั้งตามรูปที่ 3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

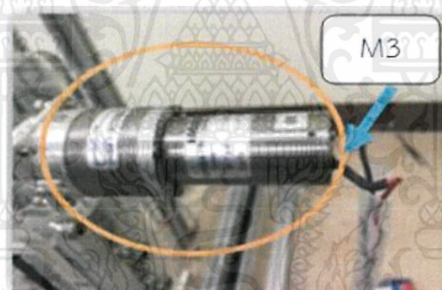


รูปที่ 3.24 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M3 ในแนวตั้ง

#### คุณสมบัติของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12Vdc 30RPM

ผลจากการทดลองจากการจ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 Vdc ให้แก่มอเตอร์ทำให้สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ได้ 100 mA และเมื่อเอามือจับที่แกนเพลลาของจะสามารถวัดค่ากระแสได้ 900 mA



รูปที่ 3.25 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมการเคลื่อนที่แนวตั้ง

การประมาณกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์เพื่อเลือกใช้แหล่งจ่ายในกระบวนการจะมีการขับมอเตอร์ 3 ตัว พร้อมกันเป็นอย่างมาก เมื่อนำผลการทดลองการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มากที่สุดทั้ง 3 มอเตอร์ขณะเพิ่มโหลดมารวมกันเพื่อประมาณกระแสที่แหล่งจ่ายต้องจ่ายให้แก่มอเตอร์ ( $1800+1400+900 = 4,100$  mA) ทำให้สามารถเลือกแหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอกได้ว่าต้องสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 Vdc และกระแสไฟฟ้าอย่างน้อย 4,100 mA ขึ้นไปเพื่อสามารถขับมอเตอร์ขณะมีโหลดได้

การคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้จากการทดลองและวัดค่าจริงนั้น มีผลโดยตรงต่อการเลือกแหล่งจ่ายซึ่งจากการคำนวณกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 4,100 mA ที่แรงดันไฟฟ้าขนาด 12 Vdc เพราะฉะนั้นการเลือกใช้งานต้องเลือกแหล่งจ่ายที่จ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากกว่า 4,100 mA โดยในที่นี้ผู้จัดทำโครงการได้เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอกที่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ 4.17A ที่แรงดันไฟฟ้าขนาด 12Vdc ดังแสดงในรูปที่ 3.26 เพราะถ้าหากมอเตอร์ไฟฟ้าขับโหลดเยอะขึ้นมากกว่านี้ก็จะต้องการกระแสมากขึ้นด้วยเช่นกัน



PMC Panel Mount Power Supply

Model Number	Input Voltage Range	Output Voltage	Output Current
PMC-12V050W1AA	85-264Vac (125-375Vdc)	12Vdc	4.17A

### รูปที่ 3.26 แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอก

จากรูปที่ 3.26 แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอกนี้สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าในช่วง 0-12 Vdc โดยมีตัวต้านทานปรับค่าได้เป็นตัวปรับขนาดแรงดันไฟฟ้าตามต้องการ

ตารางที่ 3.1 แสดงเวลาที่มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียงและสแตกเกอร์คอนในการเคลื่อนที่แต่ละทิศทาง

จำนวนมอเตอร์	จำนวนรอบต่อนาที	การทำงานของมอเตอร์	ระยะห่างของจุดเริ่มต้นกับจุดสุดท้าย (mm)	เวลาที่ในแต่ละทิศทางใช้ในการเคลื่อนที่ (s)
M1	20RPM	ควบคุมการเคลื่อนที่แนวราบ	80	32.72
M2	15RPM	ควบคุมการเคลื่อนที่ฟอร์คลิฟต์	1074	6.33
M3	30RPM	ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง	460	32.13
M4	80RPM	ควบคุมการเคลื่อนที่เข้า	370	5.50
M5	120RPM	ควบคุมการเคลื่อนที่ออก	370	3.50

จากตารางที่ 3.1 สามารถสรุปหาอัตราเร็วที่มอเตอร์ใช้ในการขับเคลื่อนสแตกเกอร์คอนในแต่ละทิศทางจากสูตร  $V = \frac{S}{t}$

V คือ อัตราเร็วที่มอเตอร์ใช้ในการขับเคลื่อนสแตกเกอร์คอน

S คือ ระยะห่างของจุดเริ่มต้นกับจุดสุดท้าย(cm)

t คือ เวลาที่สแตกเกอร์คอนในแต่ละทิศทางใช้ในการเคลื่อนที่ (s)

ตารางที่ 3.2 แสดงการคำนวณที่มอเตอร์ใช้ในการขับเคลื่อนสแตกเกอร์คอน และสายพานลำเลียง

มอเตอร์ตัวที่ 1 หรือ M1 $s = 80\text{mm}, t = 32.72\text{s}$ $v = \frac{80}{32.72} = 2.44 \text{ mm/s}$	มอเตอร์ตัวที่ 2 หรือ M2 $s = 460\text{mm}, t = 6.33\text{s}$ $v = \frac{1074}{6.33} = 169.67 \text{ mm/s}$
มอเตอร์ตัวที่ 3 หรือ M3 $s = 460\text{mm}, t = 32.13\text{s}$ $v = \frac{460}{32.13} = 14.32 \text{ mm/s}$	มอเตอร์ตัวที่ 4 หรือ M4 $s = 370\text{mm}, t = 5.5\text{s}$ $v = \frac{370}{5.5} = 67.27 \text{ mm/s}$

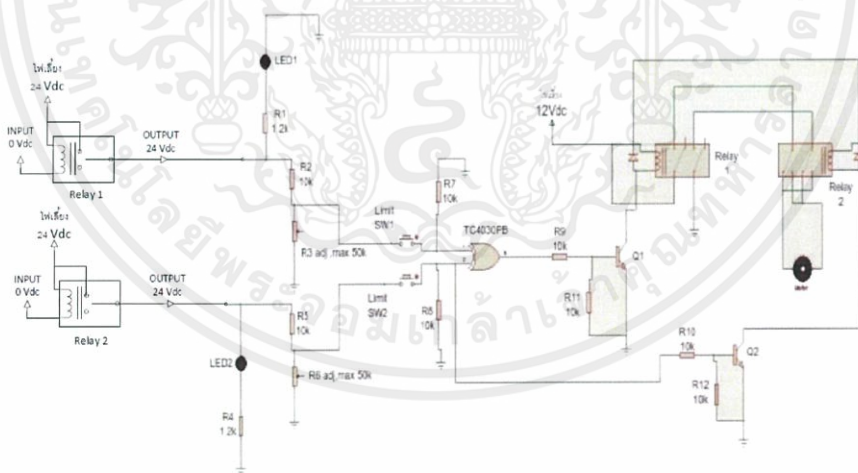
มอเตอร์ตัวที่ 5 หรือ M5 $s = 370\text{mm}, t = 3.50\text{s}$ $v = \frac{370}{3.50} = 105.71 \text{ mm/s}$	
---	--

### 3.3.2 รูปแบบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งาน

การที่สแตกเกอร์เครนและสายพานลำเลียงจะเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่จะจัดวางสินค้าตามเป้าหมายได้นั้น ต้องอาศัยการขับเคลื่อนมอเตอร์แต่ละตัวตามรูปแบบการทำงานของมอเตอร์ก่อนที่จะกล่าวถึงรูปแบบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้านั้น จำเป็นต้องศึกษาวิธีการในการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวเสียก่อน ซึ่งการที่จะขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าจะต้องมีวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเสมือนกลไกการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงการและสแตกเกอร์เครนโดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.3.2.1 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครน

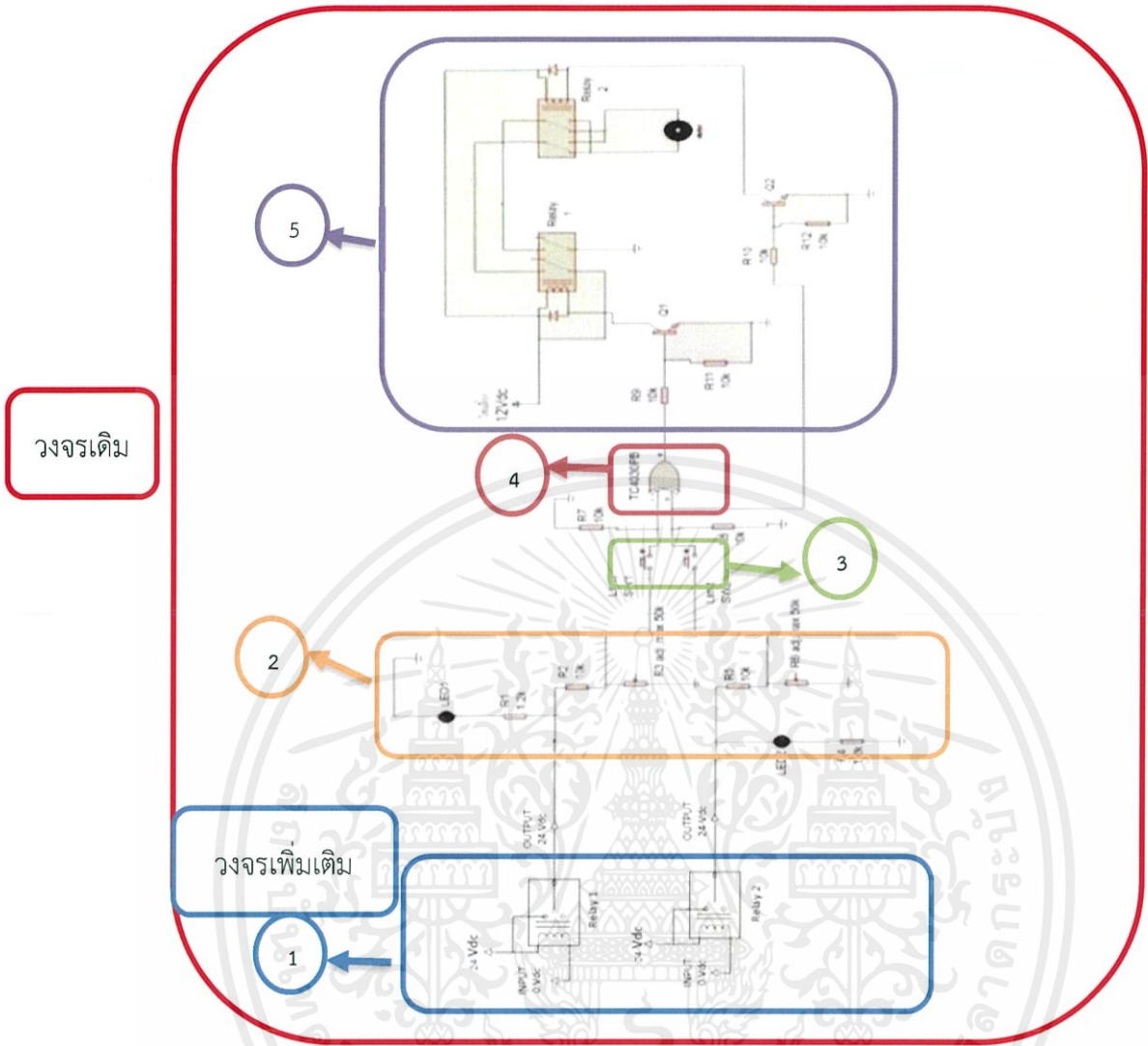
วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครนในที่นี้ได้นำวงจรเก่ามาประยุกต์ เนื่องจาก PLC Misubishi รุ่น Q03UDE ต้องใช้อุปกรณ์ที่เป็นประเภท npn จึงนำรีเลย์ มาประยุกต์ใช้กับวงจรเดิม ซึ่งวงจรเดิม คือ วงจรไฟฟ้าที่ทำให้มอเตอร์สามารถหมุนได้ 2 ทิศทาง กล่าวคือมีการออกแบบวงจรไฟฟ้าให้สามารถจ่ายแรงดันแบบ +, - หรือ -, + ให้กับมอเตอร์ซึ่งมีลายของวงจรดังรูปที่ 3.27 แต่เนื่องจากสแตกเกอร์เครนมีการขับเคลื่อน 3 ทิศทางซึ่งทำให้ต้องใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อน 3 ตัว ดังนั้นจึงทำให้ต้องสร้างวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีลายวงจรแบบเดียวกันขึ้นมา 3 วงจรและในที่นี้จึงขออธิบายเพียงวงจรเดียว



รูปที่ 3.27 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครน

จากรูปที่ 3.27 เป็นวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าโดยจะแบ่งส่วนหลัก ๆ ออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ ส่วนของรีเลย์กลับสัญญาณ ส่วนวงจรแบ่งแรงดัน ส่วนวงจรป้องกันการชน ส่วนเอ็กซ์คลูซีฟเวอร์เกตและส่วนวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ โดยแต่ละส่วนมีการทำงานดังนี้

หมายเลข 1 ส่วนของรีเลย์กลับสัญญาณ เป็นส่วนของวงจรใหม่ที่สร้างขึ้นมา โดยเป็นส่วนที่รับแรงดันไฟฟ้าเข้าสู่วงจรซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่รับมานั้นอาจเป็นแรงดันไฟฟ้าจากเอาต์พุตของ PLC ซึ่งเป็น 0 Vdc ไปขับแรงดันไฟฟ้า 24 Vdc เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ได้กับวงจรเก่า



วงจรเดิม

วงจรเพิ่มเติม

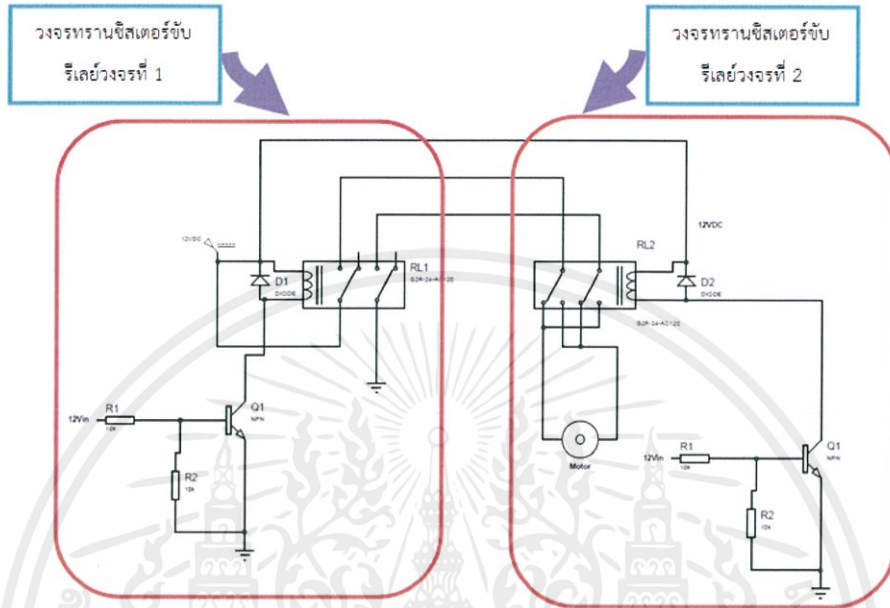
รูปที่ 3.28 ส่วนการทำงานต่าง ๆ วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า

หมายเลข 2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าซึ่งเป็นวงจรที่จะแบ่งแรงดันไฟฟ้าจาก 24 Vdc ที่รับมาจากเอาต์พุตของ PLC หรือแหล่งจ่ายไฟฟ้านอก ให้ลดลงเหลือเพียง 12 Vdc เพื่อป้องกันความเสียหายกับอิเล็กทรอนิกส์ฟออร์เกต เนื่องจากเป็นประเภท CMOS ซึ่งขาอินพุตของมันสามารถรับแรงดันไฟฟ้าได้เพียง 20 Vdc

หมายเลข 3 ส่วนวงจรป้องกันการชน หมายถึง ส่วนที่ป้องกันความเสียหายของสแต็กเกอร์เครนในกรณีที่เกิดความผิดพลาดทางการควบคุม เช่น PLC ไม่สั่งตัดการทำงานของมอเตอร์หรืออาจเป็นเซนเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมเกิดเสียใช้การไม่ได้ ดังนั้น วงจรนี้จึงมีความสำคัญเพราะเป็นส่วนที่จะช่วยตัดการทำงานของมอเตอร์โดยตรงถึงแม้ PLC จะสั่งให้มอเตอร์ทำงาน ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นำใช้งานคือ ลิมิตสวิตช์

หมายเลข 4 ส่วนอิเล็กทรอนิกส์ฟออร์เกต เป็นส่วนที่พิจารณาเงื่อนไขของแรงดันไฟฟ้าอินพุตที่เข้ามาในวงจรโดยมีลักษณะการทำงานโดยถ้ามีแรงดันไฟฟ้าอินพุตเข้ามาเพียง 1 แรงดัน โดยอิเล็กทรอนิกส์ฟออร์เกตจึงจะจ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยังส่วนถัดไปแต่ถ้ามีแรงดันไฟฟ้าอินพุตเข้ามา 2 แรงดัน จะไม่มีแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตออกจากอิเล็กทรอนิกส์ฟออร์เกต

หมายเลข 5 ส่วนวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ เป็นส่วนหลักของวงจรขับเคลื่อน โดยการนำ วงจรทรานซิสเตอร์มาประยุกต์ใช้งานเพื่อขับรีเลย์ ซึ่งจะใช้รีเลย์ 2 ตัวในการสร้างวงจรกลับทางหมุน มอเตอร์ดังรูปที่ 3.29



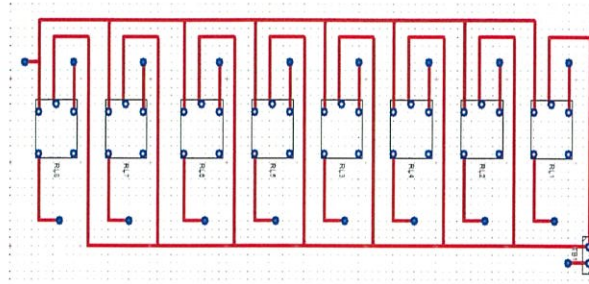
รูปที่ 3.29 วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์

จากรูปที่ 3.29 เป็นวงจรกลับทางหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้วงจรทรานซิสเตอร์มาประยุกต์ใช้เป็นสวิตช์เพื่อขับรีเลย์และมีลักษณะการทำงานดังนี้ จากรูปจะเห็นได้ว่าการต่อใช้งาน วงจรทรานซิสเตอร์ขับรีเลย์ 2 วงจรเพราะฉะนั้นวงจรจะรับ 2 แรงดันไฟฟ้าอินพุตที่จากภายนอก โดยที่วงจรทรานซิสเตอร์ขับรีเลย์วงจรที่ 1 จะทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยังรีเลย์เพื่อให้รีเลย์เปลี่ยนสถานะและจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์อีกทีและสำหรับวงจรที่ 2 นั้นก็มีหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับรีเลย์เช่นกัน แต่ต่างกันตรงที่รีเลย์ตัวนี้จะจ่ายแรงดันที่กลับขั้วเมื่อเปรียบเทียบกับรีเลย์ในวงจรที่ 1 เพื่อทำให้มอเตอร์หมุนในทางตรงกันข้าม

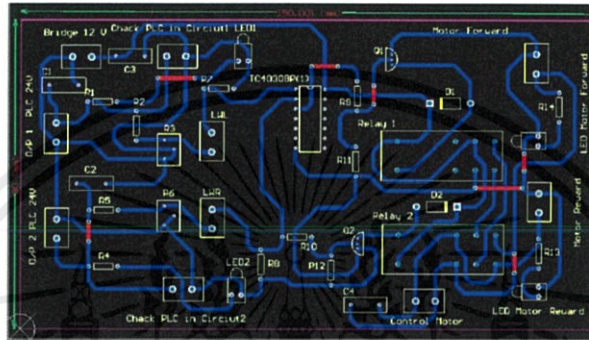
หลังจากออกแบบการเชื่อมต่อของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์ครบเสร็จแล้วขั้นตอนต่อมาคือการออกแบบลายทองแดงด้วยโปรแกรม PCB WIZARD ซึ่งการจะออกแบบในขั้นตอนนี้ได้จะต้องมีการออกแบบการเชื่อมต่อของวงจรดังที่ได้กล่าวมาเสียก่อนจึงจะสามารถออกแบบลายทองแดงได้ตาม ซึ่งขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนสำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งเพราะลายทองแดงจะปรากฏบนแผ่นตามลักษณะเส้นทองแดงที่ออกแบบไว้ ไม่ว่าจะเส้นทางเดินของลายทองแดงหรือขนาดของลายทองแดงดังรูปที่ 3.30

จากรูปที่ 3.32 แสดงการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจร โดยวงจรรีเลย์แต่ละตัวมีหน้าที่รับแรงดัน 0 Vdc และ ขับแรงดันไฟฟ้าออกเป็น 24 Vdc

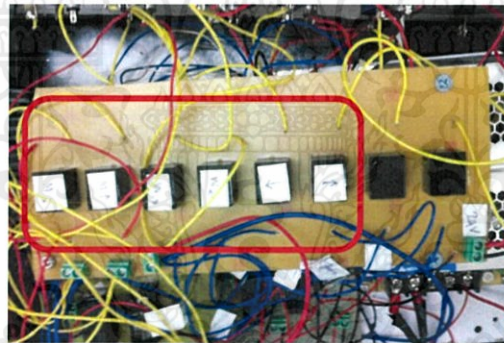
เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 สายทองแดงวงจรเพิ่มเติม



รูปที่ 3.31 สายทองแดงวงจรเดิม



รูปที่ 3.32 แผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์คอนใหม่

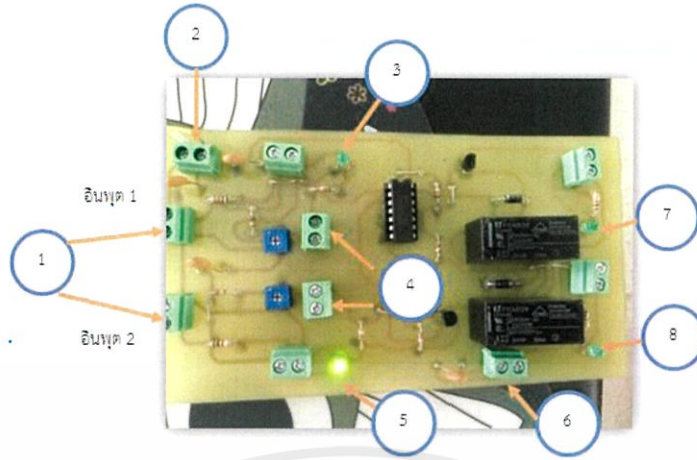
จากรูปที่ 3.33 แสดงการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจรโดยที่แต่ละตำแหน่งมีความสำคัญดังนี้

หมายเลข 1 คือ ส่วนแรงดันไฟฟ้าอินพุตของวงจรที่จะรับแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 Vdc ที่อาจมาจากเอาต์พุตของ PLC หรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอก

หมายเลข 2 คือ ส่วนแรงดันไฟฟ้าสำหรับเลี้ยงวงจรขนาด 12 Vdc

หมายเลข 3 คือ ส่วนแสดงสถานะว่ามีแรงดันไฟฟ้าอินพุตที่ 1 เข้ามาสู่วงจรแล้วซึ่งได้ใช้แอลอีดีเป็นตัวแสดงผล

หมายเลข 4 คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายของสแตกเกอร์คอนอันเกิดจากความผิดพลาดของ PLC โดยจะเชื่อมต่อระหว่างเทอร์มินัลในแผงวงจรกับลิมิตสวิทช์ที่ติดไว้กับ สแตกเกอร์คอน



รูปที่ 3.33 แผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์คอนเก่า

หมายเลข 5 คือ ส่วนแสดงสถานะว่ามีแรงดันไฟฟ้าอินพุตที่ 2 เข้ามาในวงจรแล้วและได้ใช้ แอลอีดีเป็นตัวแสดงผลเช่นกัน

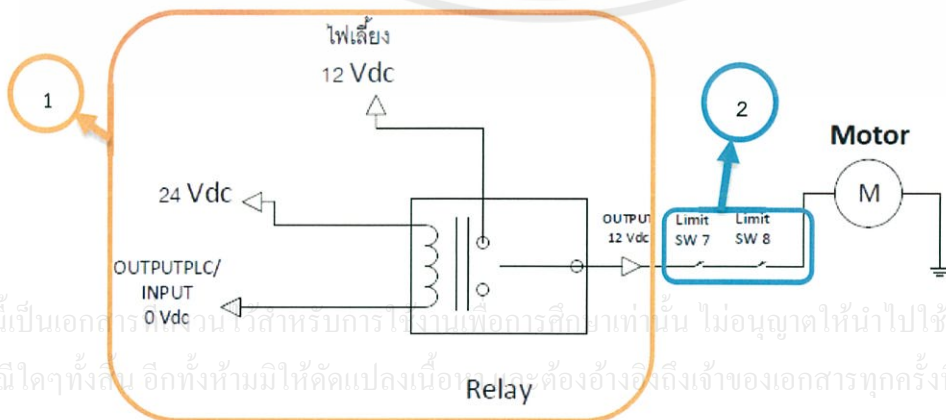
หมายเลข 6 คือ ส่วนแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตของวงจรที่มาจากรีเลย์ไปยังเทอร์มินัลและเชื่อมต่อไปยังขั้วมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อน

หมายเลข 7 คือ แอลอีดีที่จะสว่างเมื่อมอเตอร์หมุน

หมายเลข 8 คือ แอลอีดีที่จะสว่างเมื่อมอเตอร์หมุนเช่นกันกับแอลอีดีหมายเลข 7 แต่จะต่างกันตรงที่ถ้าสมมติให้แอลอีดีหมายเลข 7 สว่างเมื่อมอเตอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาแล้ว แอลอีดีตัวนี้จะสว่างเมื่อมอเตอร์ตัวนั้นหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

### 3.3.2.2 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสายพานลำเลียง

วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสายพานลำเลียงในที่นี้คือ วงจรไฟฟ้าที่ทำให้มอเตอร์สามารถทำงานได้ ดังรูปที่ 3.34 แต่เนื่องจากสายพานลำเลียงในแต่ละตัวมีการขับเคลื่อนทิศทางเดียว ดังนั้นจึงทำให้ต้องสร้างวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีหลายวงจรแบบเดียวกันขึ้นมา 2 วงจรและในที่นี้จึงขออธิบายเพียงวงจรเดียว

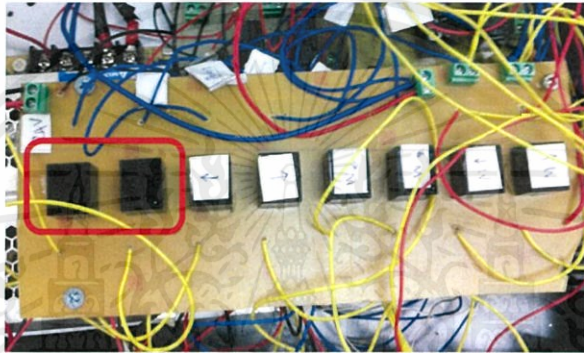


รูปที่ 3.34 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสายพานลำเลียง

จากรูปที่ 3.4 เป็นการนำส่วนของวงจรใหม่ที่สร้างขึ้นมา โดยแบ่งเป็น ส่วนวงจรที่รับแรงดันไฟฟ้าเข้าสู่วงจรและ ส่วนวงจรป้องกันการชน ดังนี้

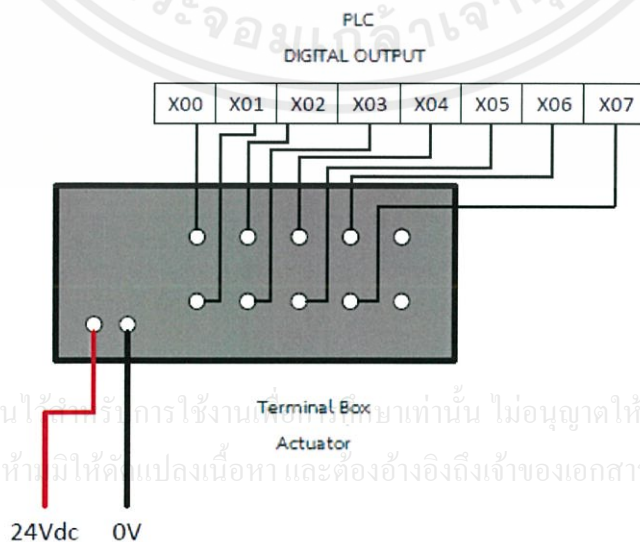
หมายเลข 1 ส่วนวงจรซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่รับมานั้นอาจเป็นแรงดันไฟฟ้าจากเอาต์พุตของ PLC ซึ่งเป็น 0 Vdc เข้ารีเลย์เพื่อไปขับมอเตอร์ 12 Vdc

หมายเลข 2 ส่วนวงจรป้องกันการชน หมายถึง ส่วนที่ป้องกันความเสียหายของมอเตอร์ สายพาน และ พาเลซ ในกรณีที่เกิดความผิดพลาดทางการควบคุม เช่น PLC ไม่สั่งตัดการทำงานของมอเตอร์หรืออาจเป็นเซนเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมเกิดเสียใช้การไม่ได้ เป็นต้น ดังนั้นวงจรนี้จึงมีความสำคัญเพราะเป็นส่วนที่จะช่วยตัดการทำงานของมอเตอร์โดยตรงถึงแม้ PLC จะสั่งให้มอเตอร์ทำงาน ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานคือลิมิตสวิตช์



รูปที่ 3.35 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสายพานลำเลียง

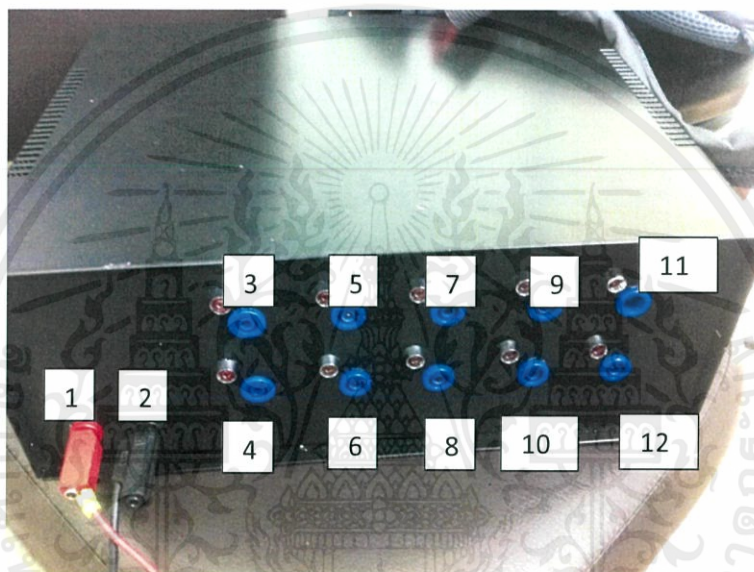
หลังจากออกแบบแผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์ครบแล้วทั้งหมด 4 แผงวงจร ขั้นตอนต่อมาคือการออกแบบและสร้างเทอร์มินัลบล็อกเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อสายกับ PLC ได้โดยง่าย และเพื่อให้ผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการยุ่งเกี่ยวกับแผงวงจรสำหรับเทอร์มินัลบล็อกนั้น ภายในกล่องประกอบไปด้วยแผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์ครบทั้งหมด 4 แผง ซึ่งมีลักษณะการเชื่อมต่อภายนอกกับ PLC ดังรูปที่ 3.35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.36 การเชื่อมต่อภายนอกระหว่างดิจิทัลเอาต์พุตของ PLC กับเทอร์มินัลบล็อกของมอเตอร์

จากรูปที่ 3.36 เป็นการเชื่อมต่อภายนอกระหว่างดิจิทัลเอาต์พุตของ PLC กับเทอร์มินัลบล็อกของมอเตอร์โดยที่ PLC จะใช้ดิจิทัลเอาต์พุตทั้งหมด 8 เอาต์พุตเชื่อมต่อกับแต่ละอินพุตของเทอร์มินัลบล็อกทั้งหมด 8 อินพุตเช่นกัน บนเทอร์มินัลบล็อกจะมีแอลอีดีที่แต่ละช่องซึ่งจะสว่างตามสัญญาณไฟฟ้าที่มาจากดิจิทัลเอาต์พุตแต่ละช่อง ส่วนช่องสำหรับต่อแรงดันไฟฟ้า 24 Vdc และ Ground ที่อยู่บนเทอร์มินัลบล็อกนั้นมีไว้สำหรับหากต้องการควบคุมสแตเกอร์เครนและสายพานลำเลียงแบบ Manual ซึ่งหลังจากออกแบบลักษณะการเชื่อมต่อภายนอกแล้วจึงสามารถออกแบบเทอร์มินัลบล็อกโดยแต่ละช่องการเชื่อมต่อของเทอร์มินัลบล็อกภายในกล่องจะมีการเชื่อมต่อเข้ากับส่วนอินพุตของแผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า และส่วนภายนอกของเทอร์มินัลบล็อกจะเชื่อมต่อเข้ากับ PLC โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.37 เทอร์มินัลบล็อกมอเตอร์

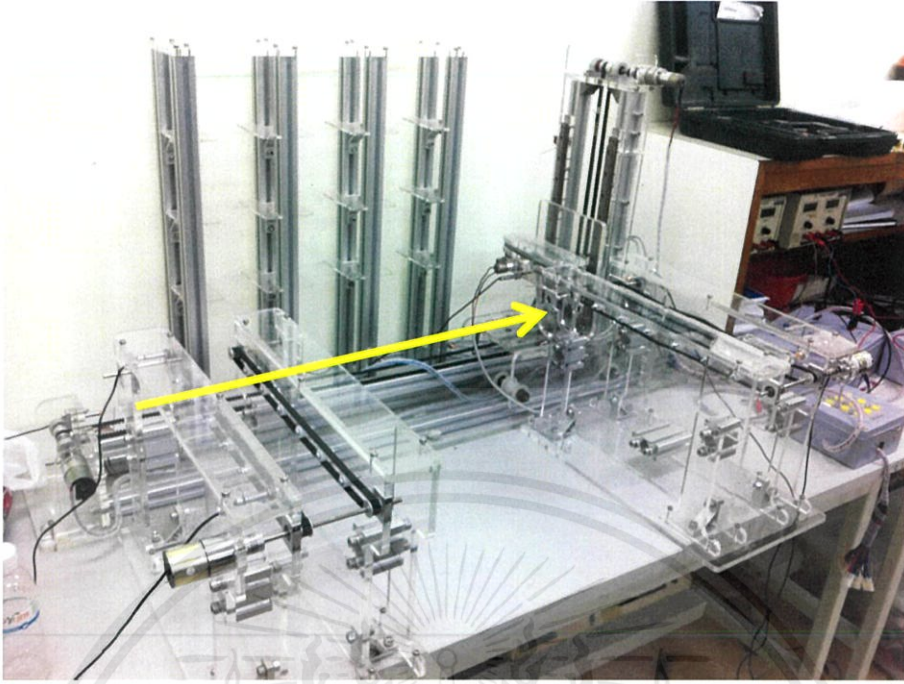
จากรูปที่ 3.37 แสดงช่องการเชื่อมต่อของเทอร์มินัลบล็อกโดยที่แต่ละช่องการเชื่อมต่อมีลักษณะการทำงานดังนี้

หมายเลข 1 คือ ช่องสำหรับการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 Vdc

หมายเลข 2 คือ ช่องการเชื่อมต่อ Ground ร่วมของวงจร ซึ่งเป็น 0 Vdc ซึ่งจะใช้เมื่อต้องการควบคุมการเคลื่อนที่ของสแตเกอร์เครนและสายพานลำเลียง แบบ Manual

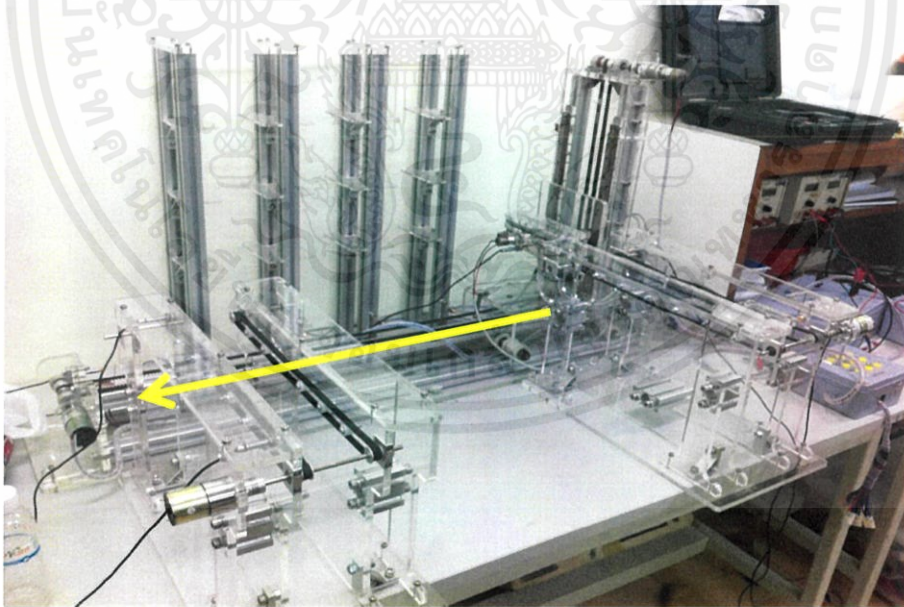
หมายเลข 3 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 0 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้สแตเกอร์เครนเคลื่อนที่ในแนวราบไปทางขวาดังรูปที่ 3.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



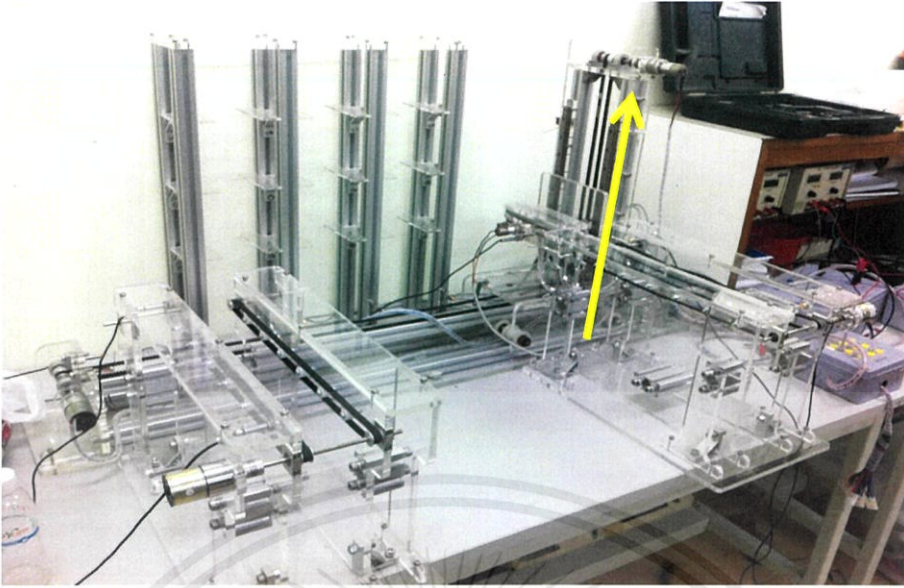
รูปที่ 3.38 การเคลื่อนที่ไปทางขวาของสแตกเกอร์เครน

หมายเลข 4 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 0 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อให้สแตกเกอร์เครนเคลื่อนที่ในแนวราบไปทางซ้ายดังรูปที่ 3.39



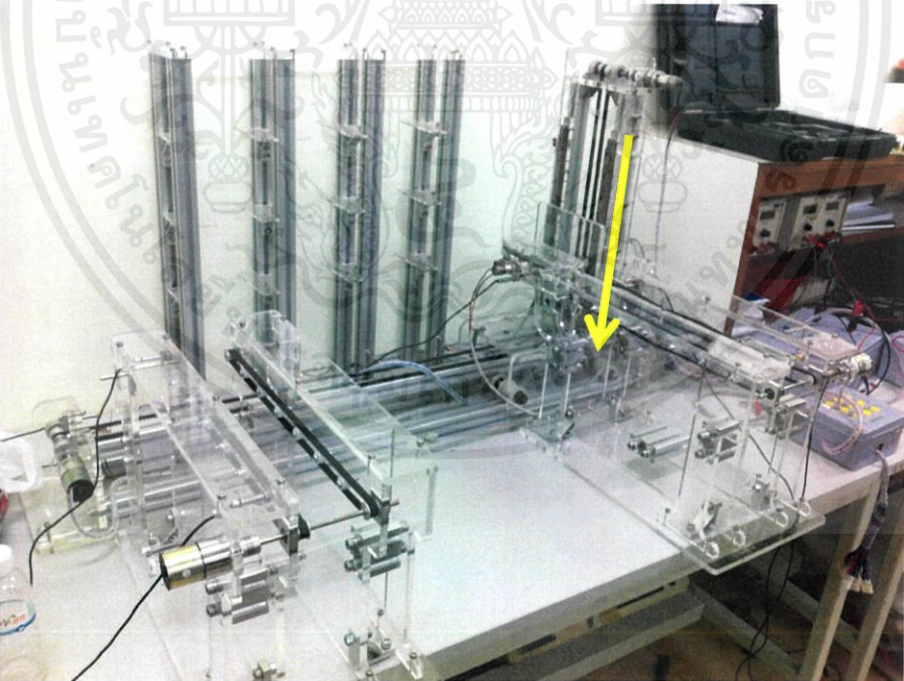
รูปที่ 3.39 การเคลื่อนที่ไปทางซ้ายของสแตกเกอร์เครน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 หมายเลข 5 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 0 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อให้สแตกเกอร์เครนยกฟลอร์คลิฟต์ขึ้นดังรูปที่ 3.40  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามนำข้อมูลไปตีพิมพ์หรือทำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.40 การยกฟอล์คลิฟต์ขึ้น

หมายเลข 6 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 0 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อให้สแตกเกอร์เครนยกฟอล์คลิฟต์ลงดังรูปที่ 3.41

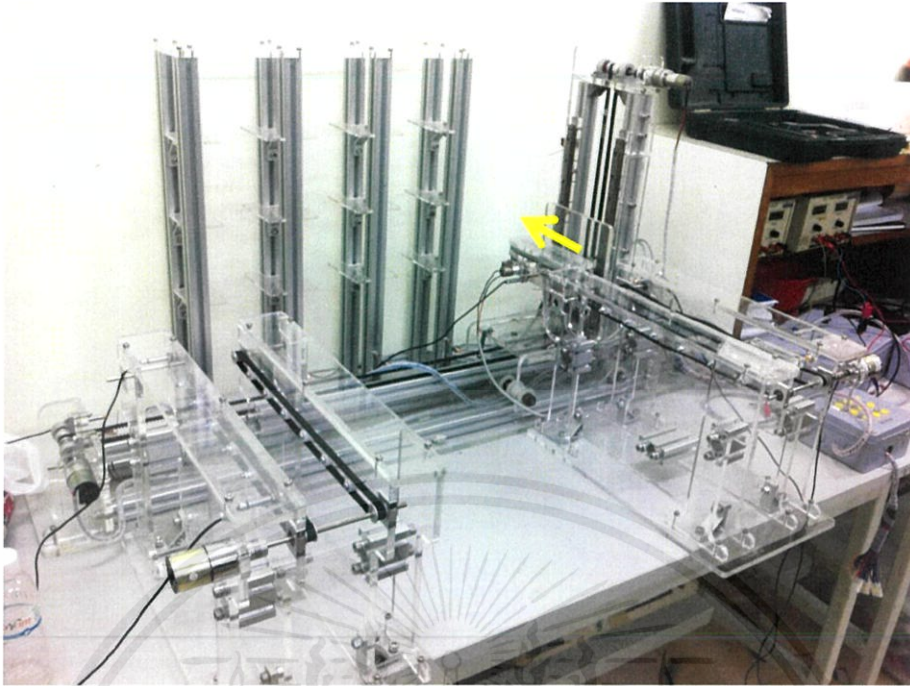


รูปที่ 3.41 การยกฟอล์คลิฟต์ลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

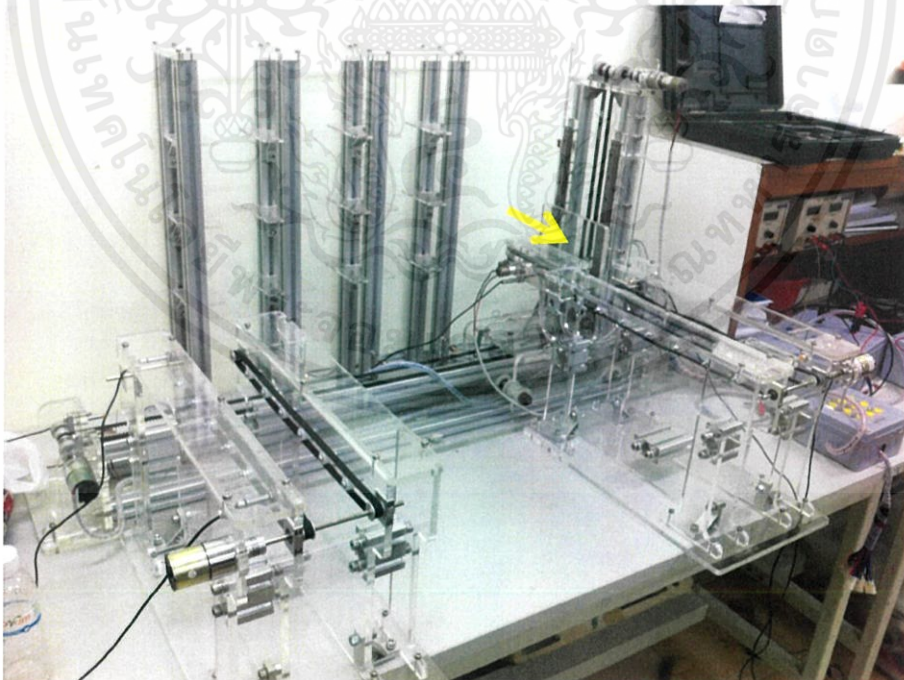
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอก, นื้อหา, และต้นฉบับ, ถึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีงานนี้ไป

หมายเลข 7 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 0 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อให้ฟอล์คลิฟต์เลื่อนเข้าหาช่องเก็บสินค้าดังรูปที่ 3.42



รูปที่ 3.42 การเคลื่อนที่เข้าหาช่องเก็บสินค้าของฟอรัคลิฟต์

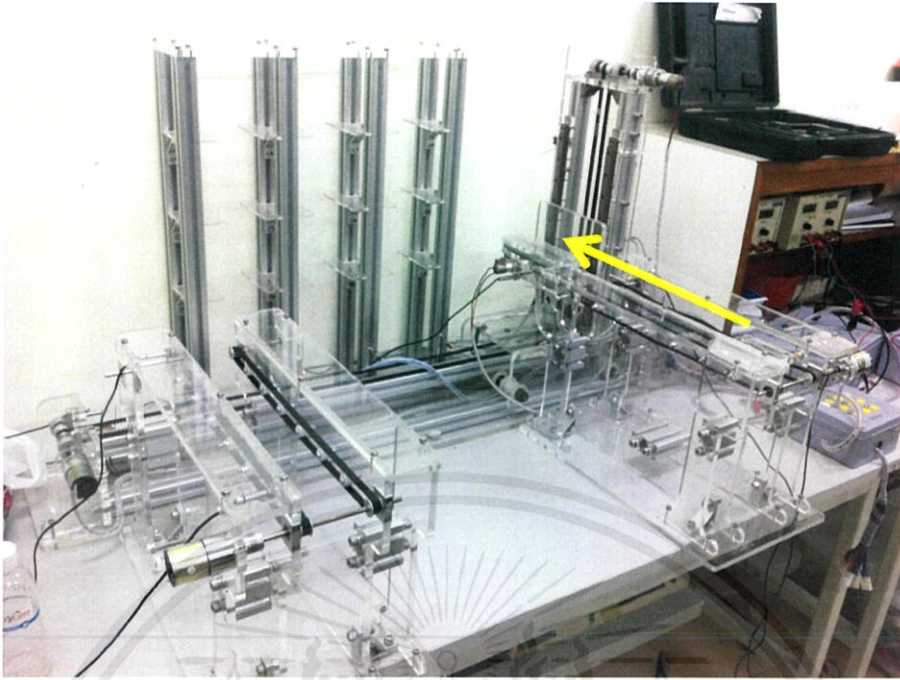
หมายเลข 8 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 0 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อให้ฟอรัคลิฟต์เคลื่อนออกจากช่องเก็บสินค้าดังรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 การเคลื่อนที่ออกจากช่องเก็บสินค้าของฟอรัคลิฟต์

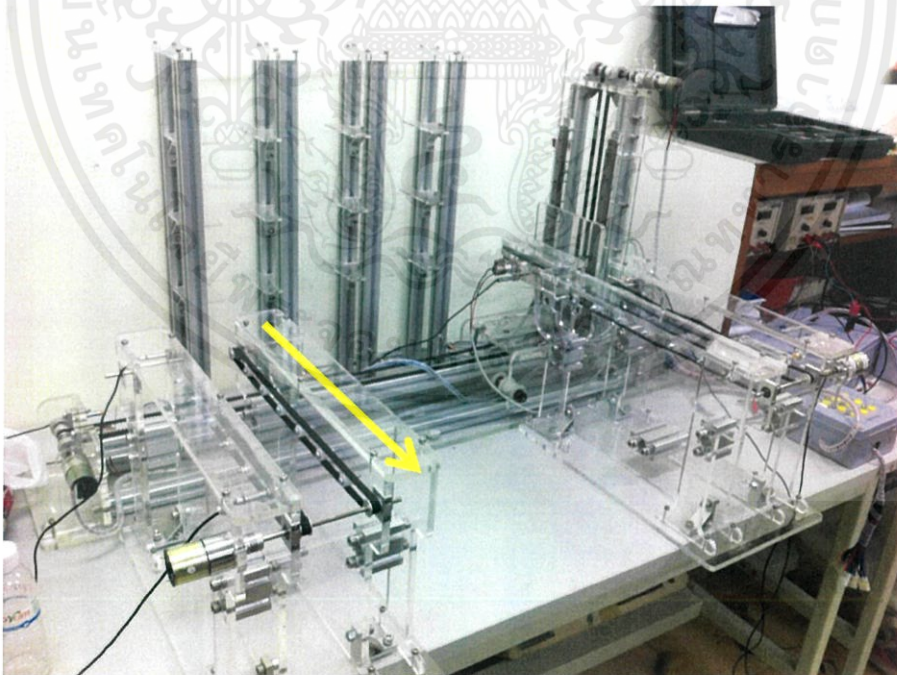
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 9 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 0 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อให้สายพานลำเลียง ลำเลียงสินค้าเข้าเก็บดังรูปที่ 3.44



รูปที่ 3.44 การเคลื่อนที่ของสายพานลำเลียงเข้าคลังสินค้า

หมายเลข 10 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 0 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อให้สายพานลำเลียง ลำเลียงสินค้าออกจากคลังดังรูปที่ 3.45



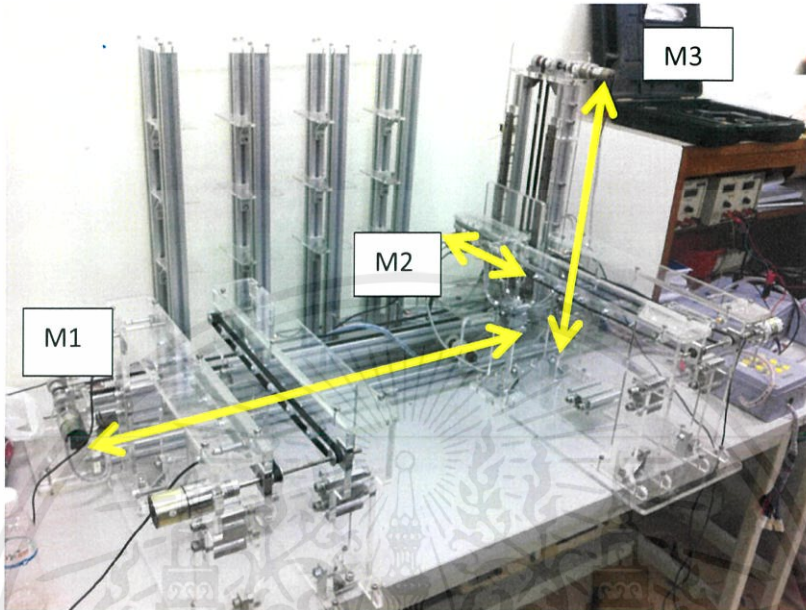
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สง รูปที่ 3.45 การเคลื่อนที่ของสายพานลำเลียงออกจากคลังสินค้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

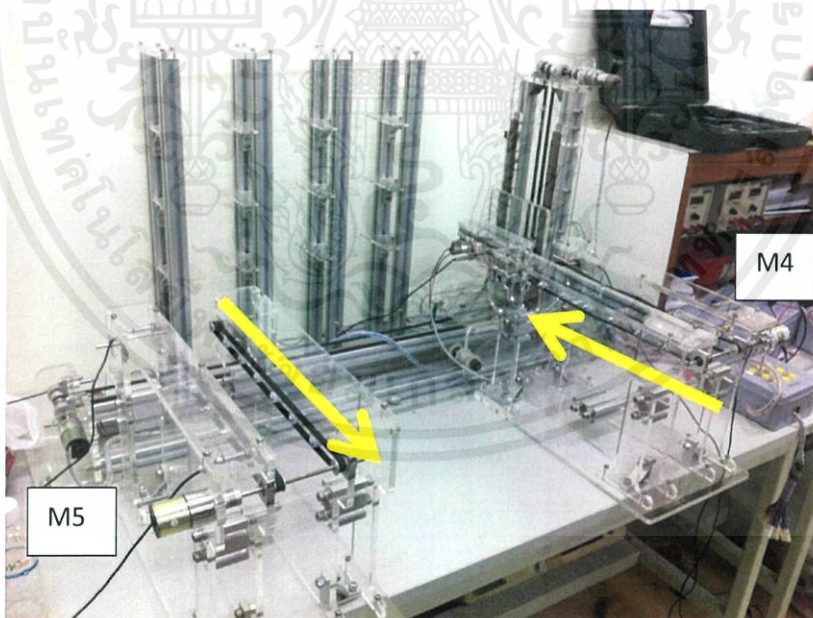
หมายเลข 11 คือ spare part

หมายเลข 12 คือ spare part

รูปแบบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งานดังที่กล่าวไว้ข้างต้นว่าการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครนและสายพานประกอบด้วยมอเตอร์ทั้งหมด 5 ตัว เป็นแบบกลับทางหมุน 3 ตัว และ แบบทิศทางเดียว 2 ตัว



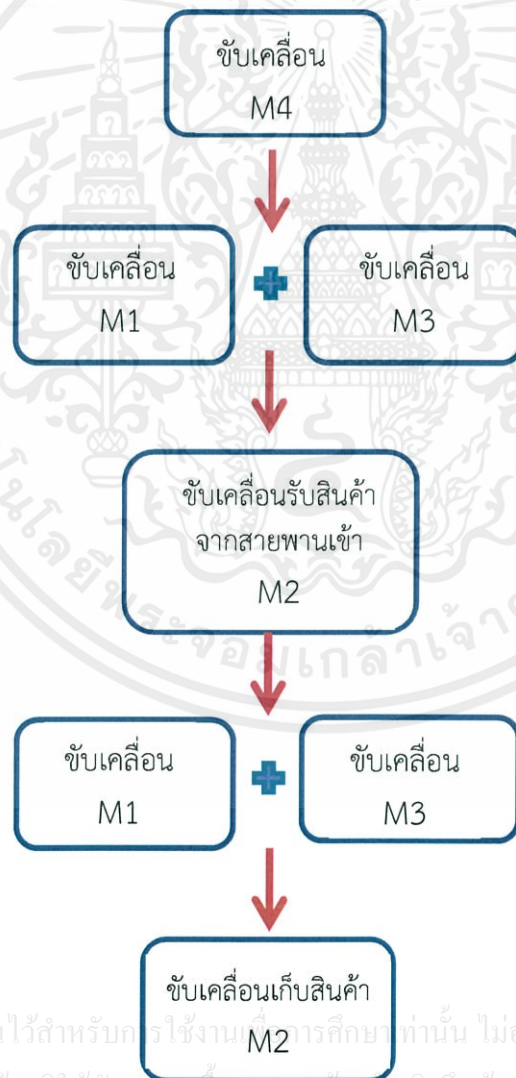
รูปที่ 3.46 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากลับทางหมุนที่ใช้งาน



รูปที่ 3.47 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทิศทางเดียวที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มาจากรูปที่ 3.46 - 3.47 เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งานในการขับเคลื่อนสแตกเกอร์เครนและการลำเลียงสายพานลำเลียง โดยมีรูปแบบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำให้สแตกเกอร์เครนและสายพานลำเลียงสามารถนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บในคลังสินค้าที่ตำแหน่งที่ปรากฏบนภาพได้ ซึ่งจะมีรูปแบบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าดังนี้

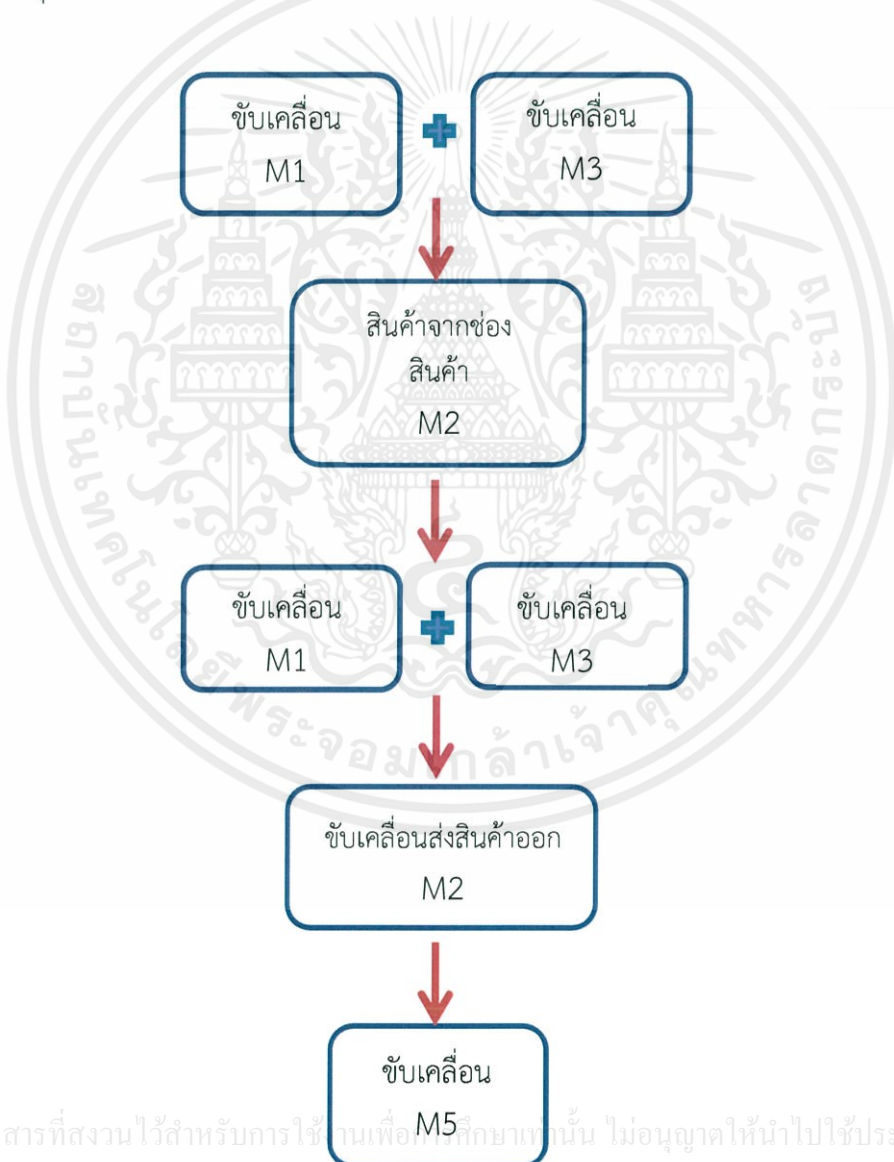
การที่สแตกเกอร์คอนจะนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บบนช่องวางสินค้าได้นั้น จะต้องมีรับสินค้ามาจากสายพานลำเลียง รูปแบบการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า คือ ป้อนแรงดันที่อินพุตไดอินพุตหนึ่งให้กับมอเตอร์ M4 ซึ่งการป้อนแรงดันที่อินพุตไดนั้นจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งสินค้าที่อยู่บนสายพานลำเลียง เมื่อสินค้าอยู่บนสายพานในตำแหน่งที่เหมาะสมแล้ว สแตกเกอร์คอนที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ว่าปัจจุบันสแตกเกอร์คอนอยู่ที่ตำแหน่งแนวราบใดและ M3 ว่าปัจจุบันสแตกเกอร์คอนอยู่ที่ตำแหน่งแนวตั้งใด การที่จะนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บที่ช่องวางสินค้า นั้นจะต้องขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 และมอเตอร์ M3 แล้วตามด้วย M2 ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ควบคุมฟอร์คลิฟต์ ฟอร์คลิฟต์จะต้องเคลื่อนที่เพื่อไปรับสินค้ามาจากสายพานลำเลียงก่อนเพื่อพร้อมที่จะนำไปส่งตามช่องที่ต้องการ ตามรูปที่ 3.48 หากฟอร์คลิฟต์ไม่ได้อยู่ตำแหน่งเริ่มต้นหรือตำแหน่งล่างสุดก็สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ซึ่งควบคุมการเคลื่อนที่แนวระนาบ กับมอเตอร์ M3 ซึ่งควบคุมมอเตอร์แนวตั้งให้ขับเคลื่อนพร้อมกันได้ ฟอร์คลิฟต์ ในตำแหน่งพร้อมทำงานจะอยู่ต่ำกว่าช่องสินค้าล่างสุดเพื่อให้การรับสินค้าจากสายพานลำเลียงเข้าสามารถทำได้ง่ายมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกสิ่งเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.48 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมกัน 2 ตัว สำหรับนำสินค้าเข้าช่องวางสินค้า

การที่สแตกเกอร์เครนจะนำสินค้าออกไปสถานีถัดไปได้ นั้น จะต้องมีรับสินค้ามาจากช่องเก็บสินค้า รูปแบบการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า คือ บ้อนแรงดันที่อินพุตไดอินพุตหนึ่งให้กับมอเตอร์สแตกเกอร์เครนที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า M1 ว่าปัจจุบันสแตกเกอร์เครนอยู่ที่ตำแหน่งแนวราบใด และ M3 ว่าปัจจุบันสแตกเกอร์เครนอยู่ที่ตำแหน่งแนวตั้งใด การที่จะนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บที่ช่องวางสินค้านั้น จะต้องขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 และมอเตอร์ M3 แล้วตามด้วย M2 ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ควบคุมฟอล์คลิฟต์ โดยฟอล์คลิฟต์ต้องเคลื่อนที่เพื่อไปรับสินค้ามาจากช่องเก็บสินค้าก่อนเพื่อพร้อมที่จะนำไปส่งสายพานลำเลียงขาออก ตามรูปที่ 3.49 หากฟอล์คลิฟต์ไม่ได้อยู่ตำแหน่งเริ่มต้นหรือตำแหน่งล่างสุด ก็สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ซึ่งควบคุมการเคลื่อนที่แนวระนาบ กับมอเตอร์ M3 ซึ่งควบคุมมอเตอร์แนวตั้งให้ขับเคลื่อนพร้อมกันได้ ฟอล์คลิฟต์ ในตำแหน่งพร้อมจะส่งสายพานขาออกจะอยู่สูงกว่าสายพานลำเลียงสินค้าเพื่อให้การรับสินค้าจากฟอล์คลิฟต์ สามารถทำได้ง่ายมากขึ้นหลังจากนั้น M5 ซึ่งควบคุมการทำงานสายพานขาออกจะเคลื่อนที่เพื่อส่งต่อไปสถานีถัดไป



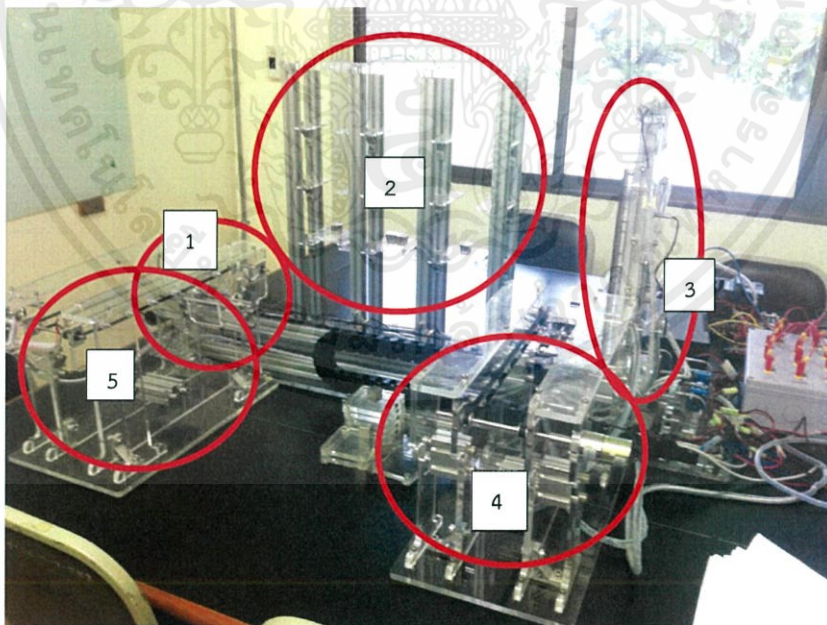
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
รูปที่ 3.49 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมกัน 2 ตัว สำหรับนำสินค้าออกจากช่องวางสินค้า

### 3.4 ระบบควบคุม

ระบบควบคุมกระบวนการนำสินค้าเข้าและออก สำหรับสแตกเกอร์คอนและสายพานลำเลียง นั้นประกอบด้วยหลายส่วนที่สำคัญ โดยเริ่มตั้งแต่ส่วนการตรวจสอบตำแหน่งของสแตกเกอร์คอนและสายพานซึ่งได้ใช้เซนเซอร์ประเภทพรีอกซิมีตี้เซนเซอร์ในการตรวจจับการมีอยู่ของสินค้า

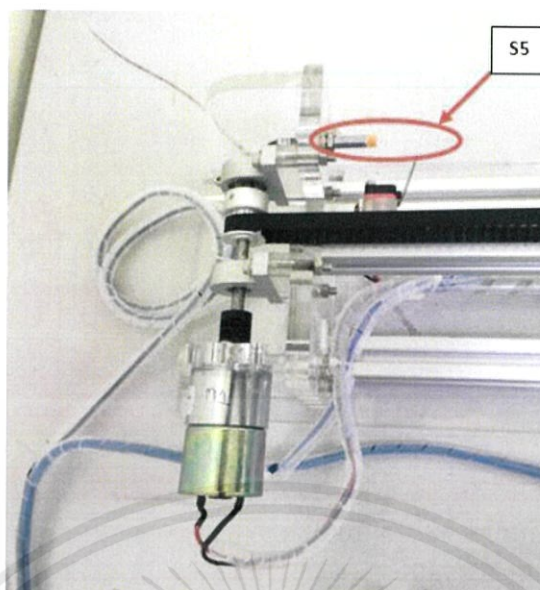
#### 3.4.1 การติดตั้งตำแหน่งของพรีอกซิมีตี้เซนเซอร์

เมื่อฟอร์คลิฟต์ของสแตกเกอร์คอนรับสินค้ามาจากสายพานลำเลียงตามตำแหน่งที่ตั้งพรีอกซิมีตี้เซนเซอร์แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การนำสินค้านั้น ไปจัดเก็บที่ชั้นวางสินค้า โดยการที่จะทำให้สแตกเกอร์คอนหยุดได้ตรงตามช่องของชั้นวางสินค้าที่ต้องการนั้น จึงมีการนำ พรีอกซิมีตี้เซนเซอร์ มาใช้งานเพื่อตรวจจับตำแหน่งแล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยัง PLC เพื่อนำสัญญาณเหล่านั้นไปประมวลผลตามตรรกะที่ได้ระบุไว้ใน Ladder Diagram และส่งแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตออกไปเพื่อสั่งหรือหยุดการทำงานของมอเตอร์เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของสแตกเกอร์คอนอีกทีหนึ่ง ซึ่งการที่จะสั่งงานให้สแตกเกอร์คอนนำสินค้าไปวางไปยังช่องเก็บสินค้าที่ต้องการนั้น จะขึ้นอยู่กับทางเลือกตำแหน่งช่องที่จะวางสินค้านบนหน้าจอ HMI ซึ่งเมื่อทำการเลือกช่องเก็บสินค้าที่หน้าจอ HMI แล้ว สแตกเกอร์คอนก็จะเริ่มกระบวนการทันที และถ้าสแตกเกอร์คอนยังเคลื่อนที่ไม่ถึงตำแหน่งของพรีอกซิมีตี้เซนเซอร์ที่ตรวจจับตำแหน่งของชั้นวางสินค้าที่ได้เลือกไว้แล้ว สแตกเกอร์คอนจะยังคงเคลื่อนที่ต่อ ถึงแม้จะมีพรีอกซิมีตี้เซนเซอร์ตัวอื่นตรวจจับได้ก็ตาม และเมื่อพรีอกซิมีตี้เซนเซอร์นั้นตรวจจับได้ และส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังอินพุตของ PLC แล้ว Ladder Diagram จะหยุดจ่ายแรงดันไฟฟ้าเพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์ซึ่งจะทำให้สแตกเกอร์คอนหยุดการเคลื่อนที่ด้วย



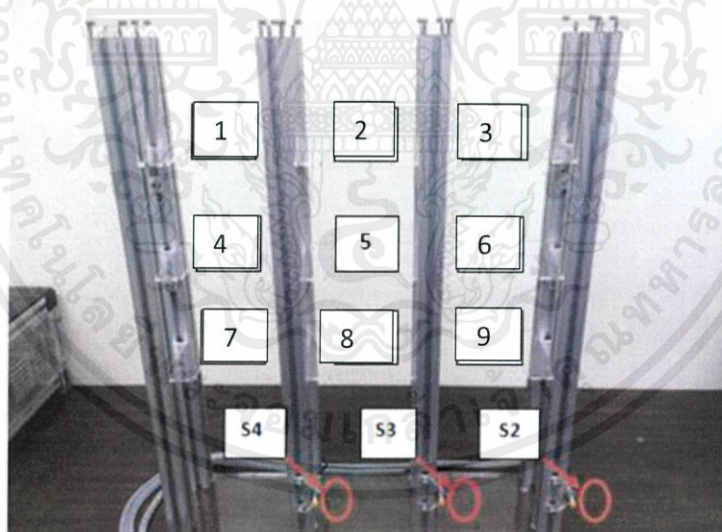
รูปที่ 3.50 ตำแหน่งที่ติดตั้งพรีอกซิมีตี้เซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.51 หมายเลข 1 ของรูปที่ 3.50

จากรูปที่ 3.51 พร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ตัวที่ห้า (S5) ติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งสุดท้ายของสแตกเกอร์คอน มีหน้าที่ในการตรวจสอบว่าสแตกเกอร์คอนอยู่ในตำแหน่งสุดท้ายเพื่อนำสินค้าออก

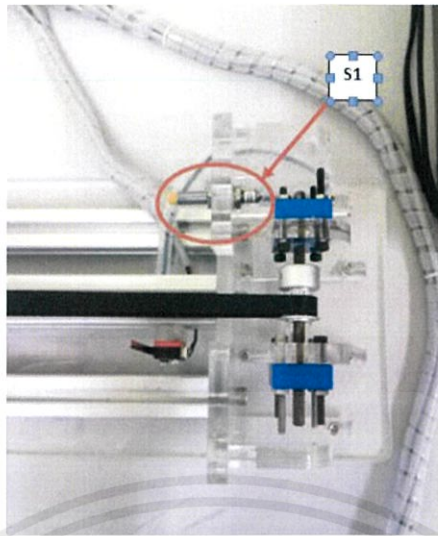


รูปที่ 3.52 หมายเลข 2 ของรูปที่ 3.50

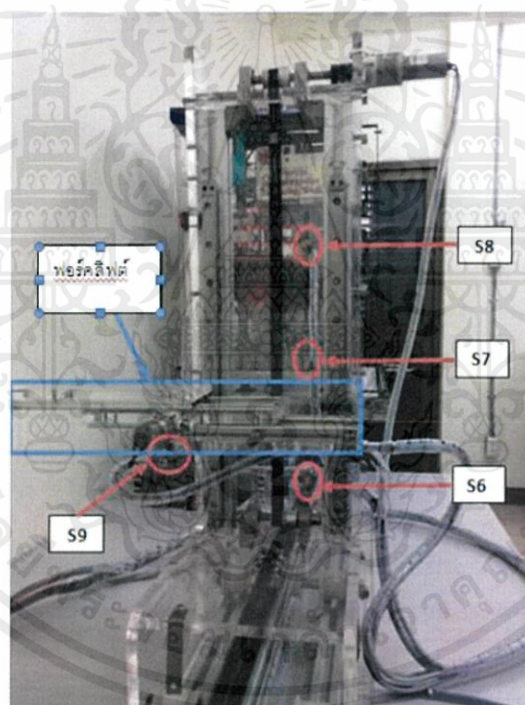
พร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ตัวที่สอง (S2) ติดตั้งอยู่ที่เสาต้นแรกของคลังสินค้าซึ่งมีหน้าที่ในการระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์คอนหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 3 และ 6 และ 9

พร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ตัวที่สาม (S3) ติดตั้งอยู่ที่เสาต้นที่สองของคลังสินค้าซึ่งมีหน้าที่ในการระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์คอนหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 2 และ 5 และ 8

พร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ตัวที่สี่ (S4) ติดตั้งอยู่ที่เสาต้นที่สามของคลังสินค้าซึ่งมีหน้าที่ในการระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์คอนหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 1 และ 4 และ 7



รูปที่ 3.53 หมายเลข 3 ของรูปที่ 3.50 เฉพาะพรีอักษิมีตี้ตัวที่ 1



รูปที่ 3.54 หมายเลข 3 ของรูปที่ 3.50

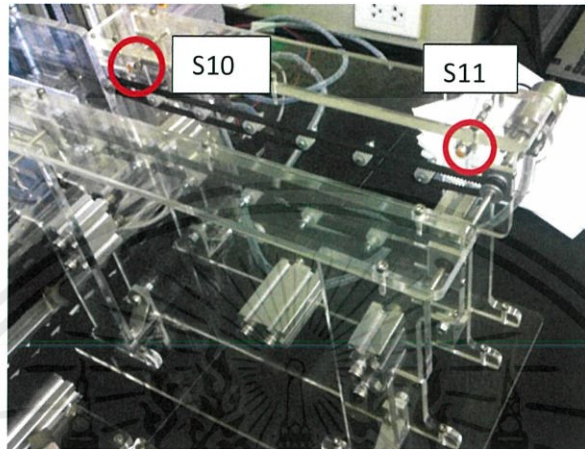
พรีอักษิมีตี้เซนเซอร์ตัวที่หนึ่ง (S1) ติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้นของสแตกเกอร์คอน มีหน้าที่ในการตรวจสอบว่าสแตกเกอร์คอนอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้นเพื่อรับสินค้า

พรีอักษิมีตี้เซนเซอร์ตัวที่หก (S6) ติดตั้งอยู่ที่บริเวณของหลังของพอร์คลิปต์และอยู่ข้างล่างสุด มีหน้าที่ในการระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์คอนยกพอร์คลิปต์ไปหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 1 และ 2 และ 3

พรีอักษิมีตี้เซนเซอร์ตัวที่เจ็ด (S7) ติดตั้งอยู่ที่บริเวณของหลังของพอร์คลิปต์และอยู่ตรงกลาง มีหน้าที่ในการระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์คอนยกพอร์คลิปต์ไปหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 4 และ 5 และ 6

พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่แปด (S8) ติดตั้งอยู่ที่บริเวณของหลังของฟอร์คลิฟต์และอยู่ข้างล่างสุด มีหน้าที่ในการระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์คอนยกฟอร์คลิฟต์ไปหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 7 และ 8 และ 9

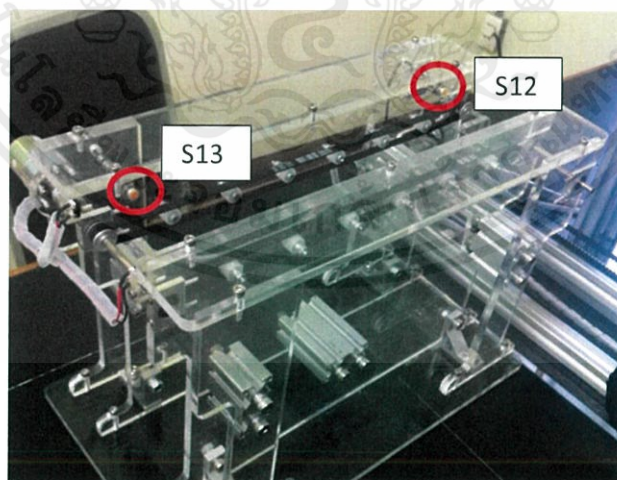
พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่เก้า (S9) ติดตั้งอยู่ข้างใต้ของฟอร์คลิฟต์และมีหน้าที่ในการตรวจสอบตำแหน่งการยัดเข้า-ออกของถาด



รูปที่ 3.55 หมายเลข 4 ของรูปที่ 3.50

พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่สิบ (S10) ติดตั้งอยู่บนสายพานลำเลียงขาเข้าที่ตำแหน่งเตรียมพร้อม เพื่อที่จะให้ส่วนของสแตกเกอร์คอนและฟอร์คลิฟต์ดำเนินการต่อในขั้นตอนต่อไป

พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่สิบเอ็ด (S11) ติดตั้งอยู่บนสายพานลำเลียงขาเข้าเป็นตำแหน่งที่บอกถึงการมีสินค้าอยู่บนสายพานขาเข้า



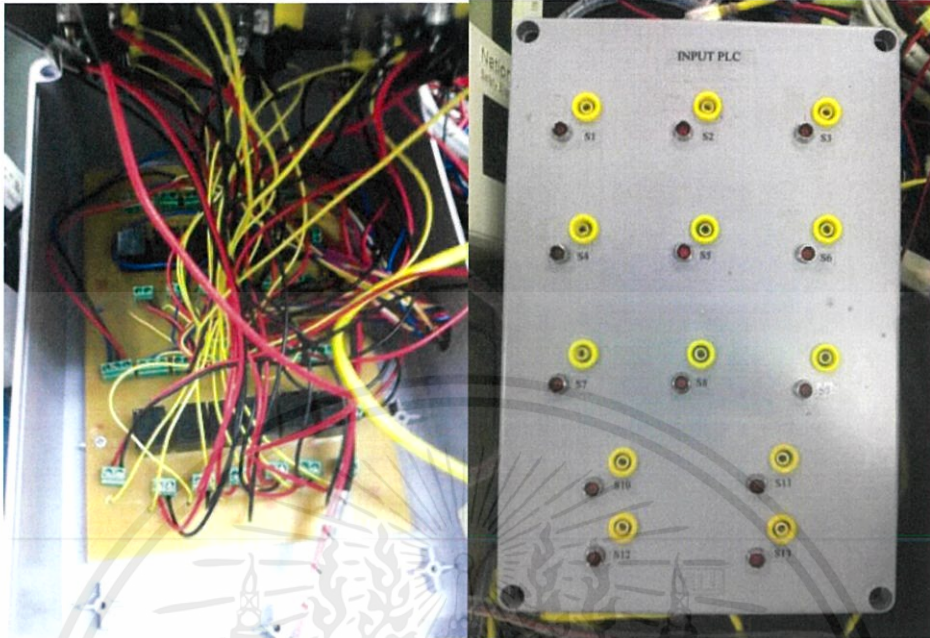
รูปที่ 3.56 หมายเลข 5 ของรูปที่ 3.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

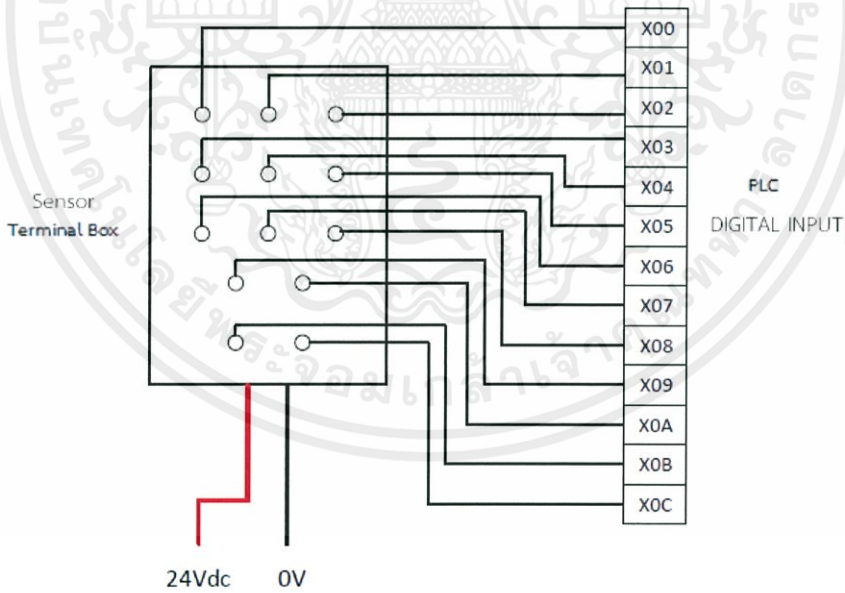
พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่สิบสอง (S12) ติดตั้งอยู่บนสายพานลำเลียงขาออกเป็นตำแหน่งที่บอกถึงการมีสินค้าอยู่บนสายพานขาออก

พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่สิบสาม (S13) ติดตั้งอยู่บนสายพานลำเลียงขาออกบอกถึงจุดสิ้นสุดของสายพานลำเลียงขาออก

วงจรเซนเซอร์



รูปที่ 3.57 เทอร์มินัลวงจรเพื่อให้ LED แสดงการทำงานของ เซนเซอร์

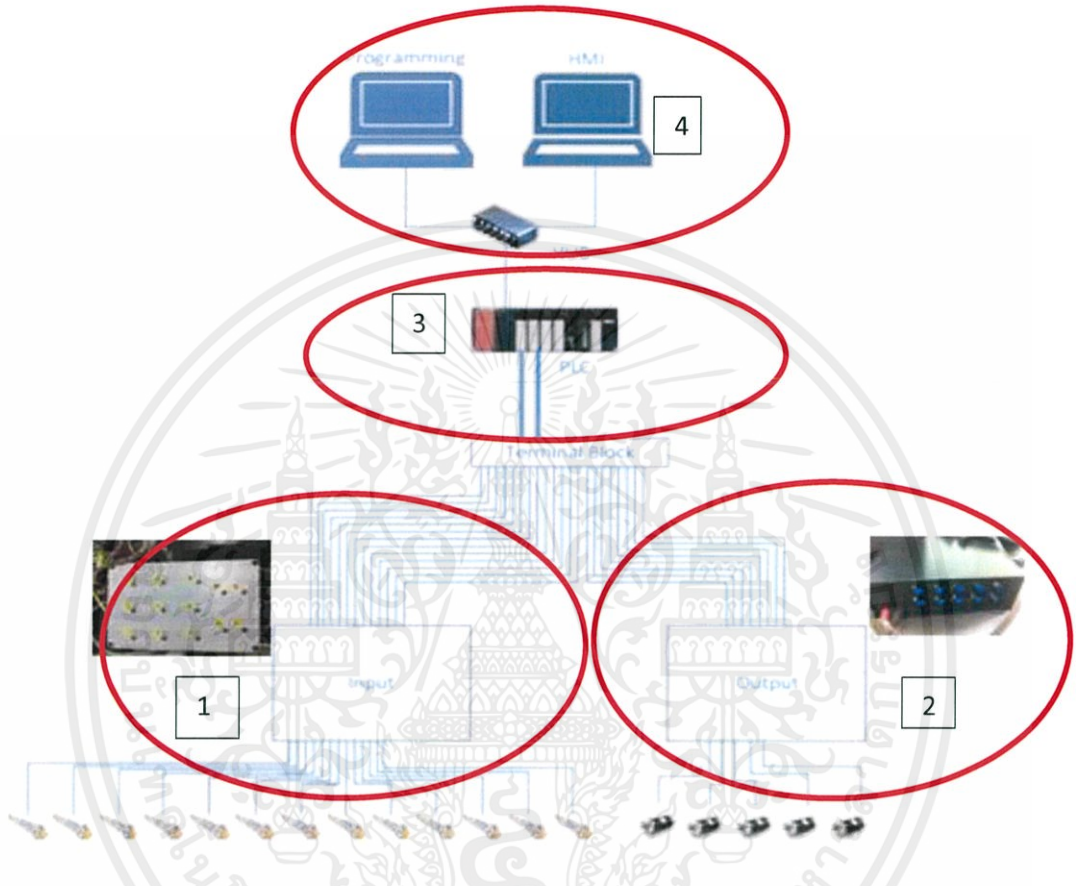


รูปที่ 3.58 การเชื่อมต่อภายนอกระหว่างดิจิทัลอินพุตของ PLC กับเทอร์มินัลบล็อกของเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.2 โครงสร้างระบบการควบคุม

สำหรับโครงสร้างระบบการควบคุมนั้นจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1.เทอร์มินัลบล็อกส่วนพรีอ็อกซิมีตีเซ็นเซอร์ 2.เทอร์มินัลบล็อกส่วนมอเตอร์ 3.PLC 4.Engineering Work station และ HMI Workstation ซึ่งแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3.59



รูปที่ 3.59 โครงสร้างระบบควบคุม

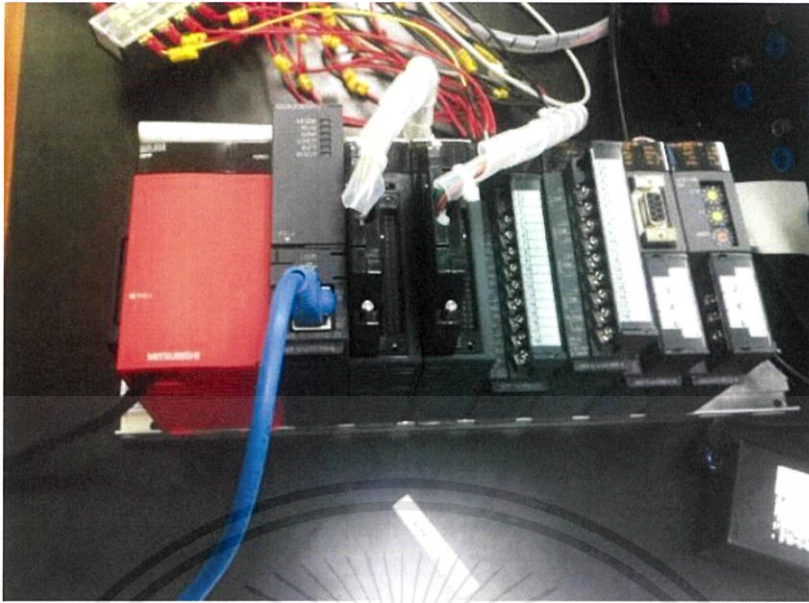
จากรูป 3.59 เป็นโครงสร้างของระบบควบคุมกระบวนการการจัดเก็บสินค้าซึ่งแบ่งย่อยเป็นส่วนหลัก ๆ ได้ 4 ส่วนและมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 คือการเชื่อมต่อสายไฟระหว่างพรีอ็อกซิมีตีเซ็นเซอร์ทั้ง 13 ตัวเข้ากับเทอร์มินัลบล็อกส่วน พรีอ็อกซิมีตีเซ็นเซอร์และส่วนอินพุตของ PLC

หมายเลข 2 คือ การเชื่อมต่อสายระหว่างมอเตอร์ทั้ง 5 ตัวเข้ากับเทอร์มินัลบล็อกส่วนมอเตอร์ส่วนเอาต์พุตของ PLC

หมายเลข 3 คือ PLC ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น Q series โดยมีลักษณะเป็นหลายๆโมดูลย่อยมาต่อกันเป็นระบบใหญ่ ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ Base, Power supply, CPU, อินพุต และ เอาต์พุต และเพิ่มโมดูลต่อขยายได้อีกหลายชนิด

หมายเลข 4 คือ ส่วนของ Engineering Work Station กับ Operation Working



รูปที่ 3.60 PLC ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น Q series

1. หน่วยประมวลผล หรือ CPU

Q03UDECPU คือหน่วยประมวลผลการทำงานหลักของ PLC โดยมี QX42 เป็นโมดูล อินพุต และ QY42 เป็นโมดูล เอาต์พุต

2. การเชื่อมต่อ PLC กับคอมพิวเตอร์เพื่อเขียนโปรแกรมและสามารถเชื่อมต่อได้ทั้ง Ethernet และ USB



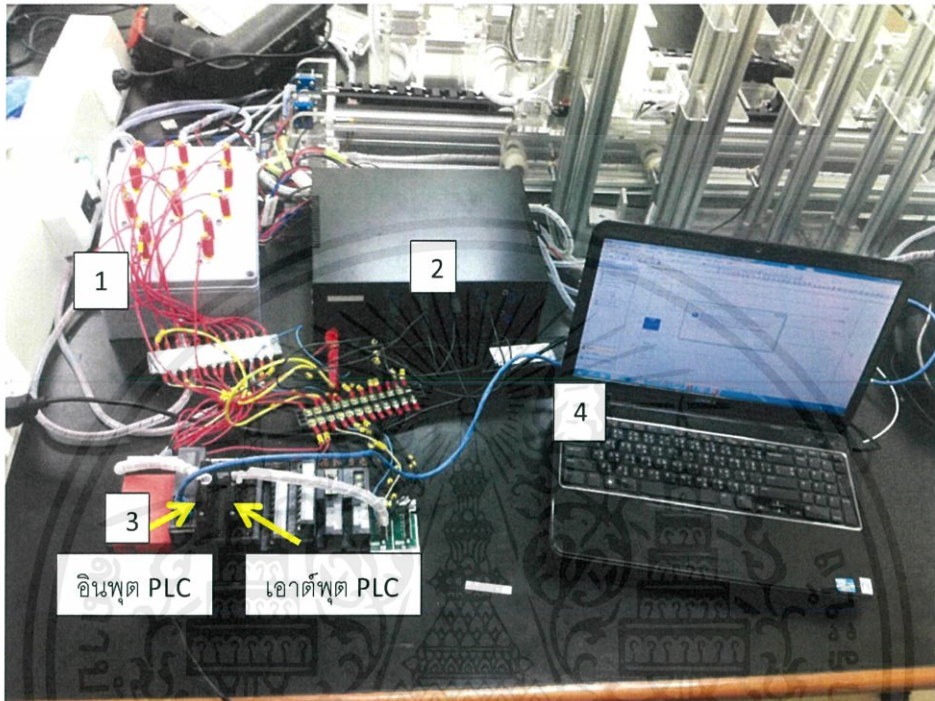
รูปที่ 3.61 Ethernet Port และ USB Por

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้รู้ต่อบุคคลอื่นที่มิใช่บุคลากรทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การเชื่อมต่อเข้ากับ PLC

การเชื่อมต่อแต่ละส่วนเข้ากับ PLC เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกัน เช่น สัญญาณไฟฟ้าจากการตรวจจับของพรีอิกซิมิตีเซ็นเซอร์ที่ถูกส่งไปยัง PLC หรือจะเป็นสัญญาณไฟฟ้าจาก PLC ที่ถูกส่งไปเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ เป็นต้น ซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 3.62



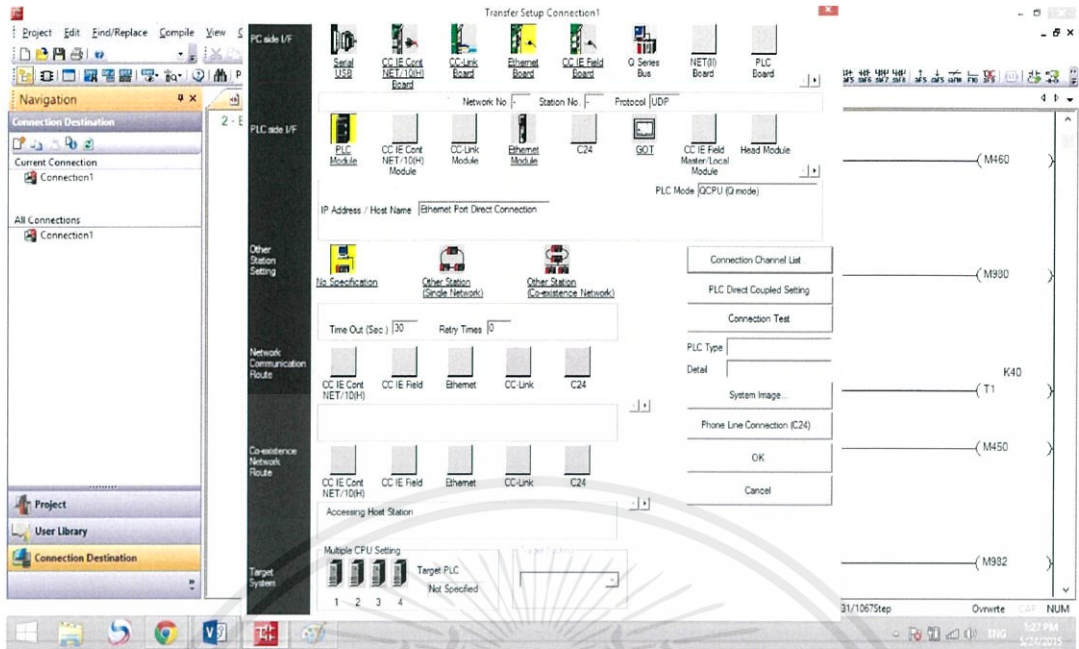
รูปที่ 3.62 การเชื่อมต่อส่วนต่าง ๆ เข้ากับ PLC

จากรูปที่ 3.62 สามารถอธิบายแต่ละส่วนได้ดังนี้

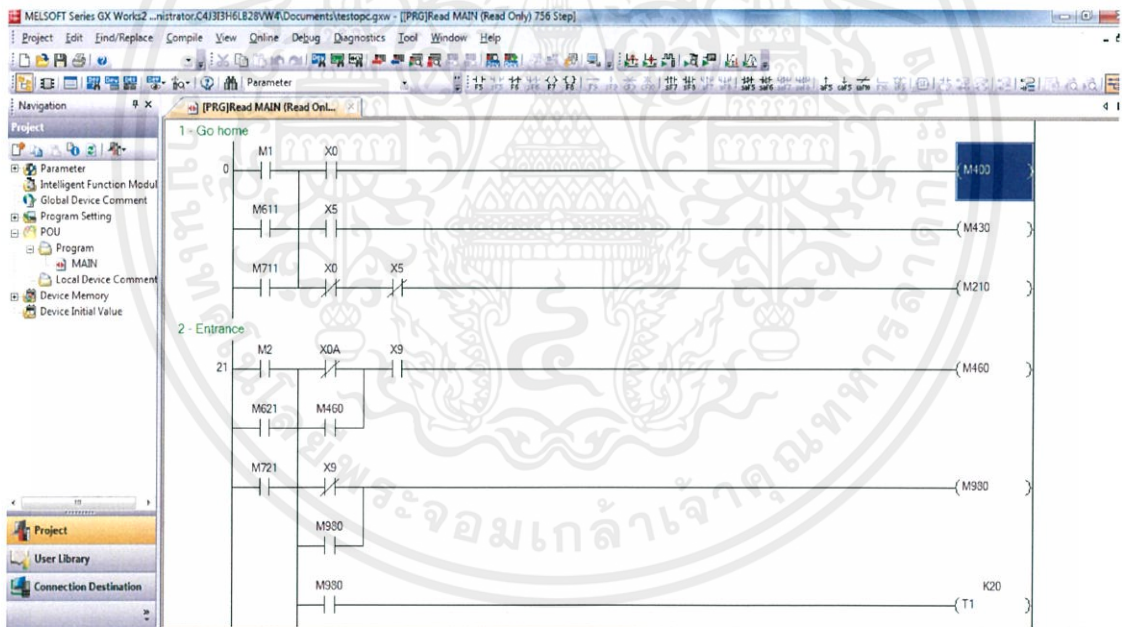
- หมายเลข 1 คือ เทอร์มินัลบล็อกของพรีอิกซิมิตีเซ็นเซอร์เชื่อมต่อเข้ากับอินพุตของ PLC
- หมายเลข 2 คือ เทอร์มินัลบล็อกของมอเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับเอาต์พุตของ PLC
- หมายเลข 3 คือ PLC ยี่ห้อ Mitsubishi รุ่น Q series
- หมายเลข 4 คือ ส่วนของ Engineering Work Station กับ Operation Working โครงสร้างระบบ (Network Architecture) ประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้

Engineering Work Station ใช้ในการเขียน Ladder Diagram ของตรรกะสำหรับการควบคุมกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 3.64 ซึ่งเมื่อเขียนเสร็จจะทำการดาวน์โหลดเข้ากับตัว PLC ผ่านสาย LAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

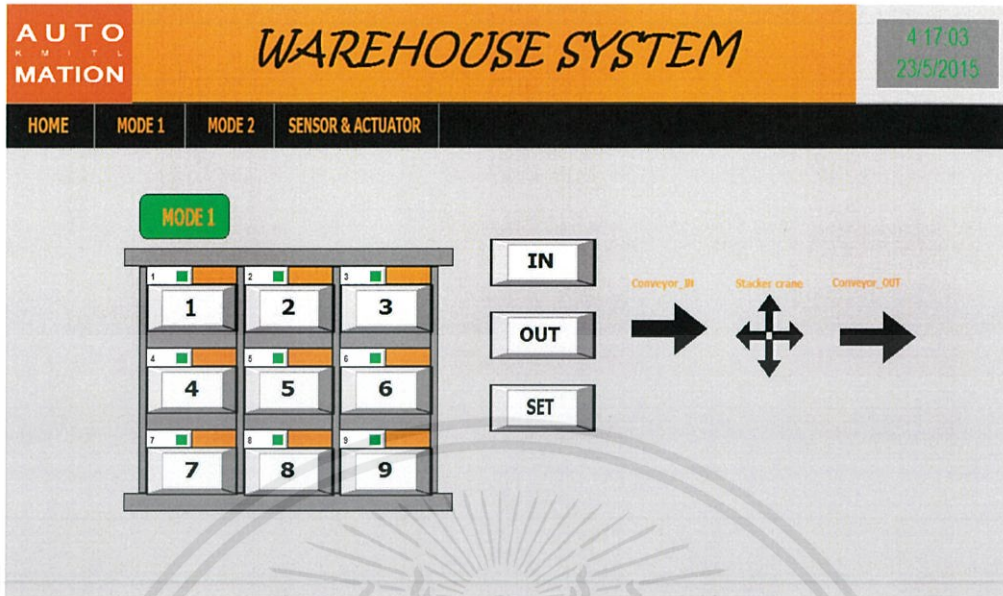


รูปที่ 3.63 Connection GX Works2

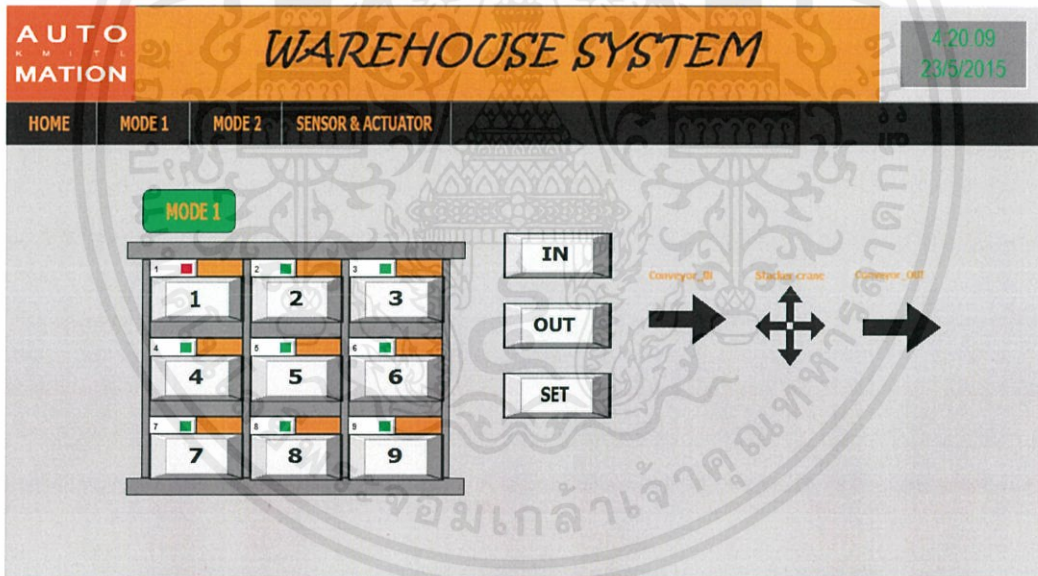


รูปที่ 3.64 Engineering Work Station

Operation Working หรือส่วน HMI มีหน้าที่รับคำสั่งเพื่อให้สแตทเกอร์คอนและสายพานลำเลียงนำสินค้าไปยังช่องวางสินค้าที่ต้องพร้อมทั้งสามารถดูสถานะของชั้นวางสินค้าว่ามีสินค้าอยู่ในชั้นวางสินค้าหรือไม่ดังแสดงในรูปที่ 3.65-3.66 ซึ่งหลักการการทำงานเมื่อกดปุ่มไปยังช่องจัดเก็บสินค้าข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยังตัว PLC ผ่านสาย LAN เพื่อให้ตัว PLC ประมวลผลและส่งให้มอเตอร์ทำงานต่อเมื่อผ่านพรีอักษิมีตี้เซนเซอร์ที่ไม่ใช่ตำแหน่งของช่องวางสินค้าที่ต้องการหรือสั่งให้มอเตอร์หยุดเมื่อถึงตำแหน่งช่องวางสินค้าที่ต้องการ ซึ่งทั้งมอเตอร์และพรีอักษิมีตี้เซนเซอร์จะทำงานสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน



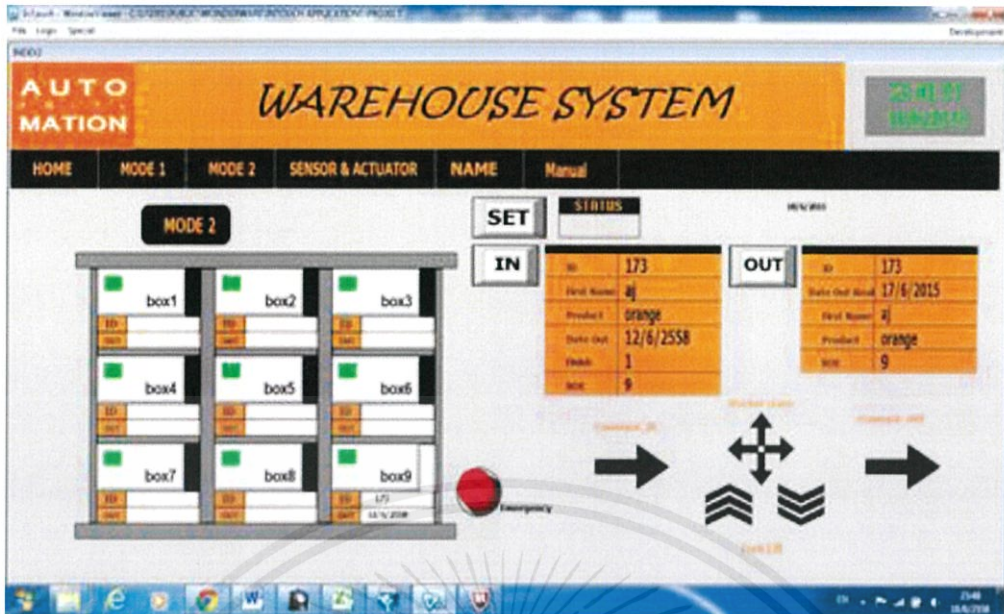
รูปที่ 3.65 กราฟิก HMI MODE1 ขณะไม่มีสินค้า



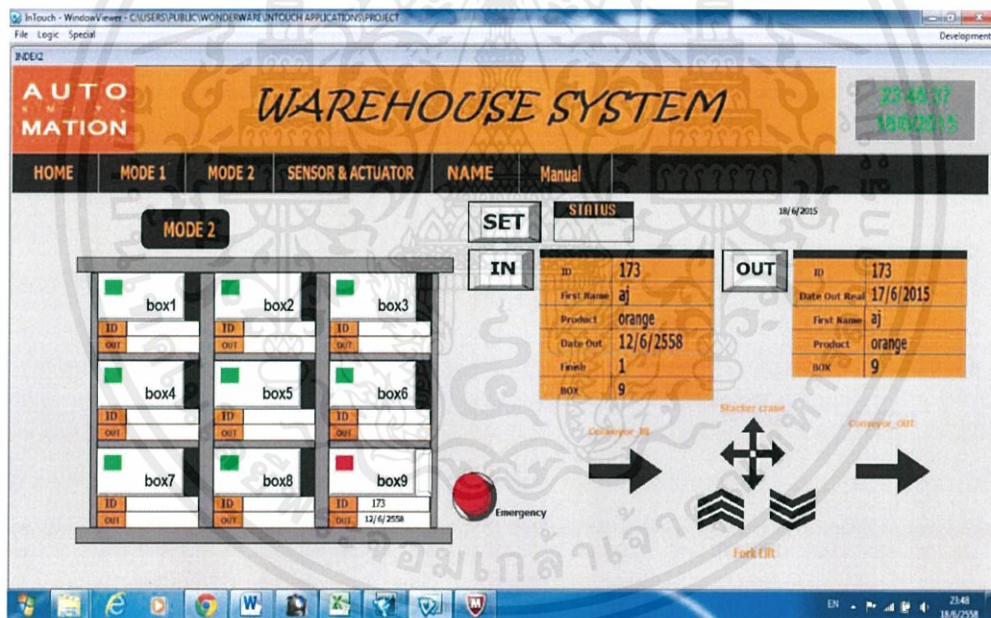
รูปที่ 3.66 กราฟิก HMI MODE1 ขณะมีสินค้าในช่องที่ 1

จากรูป 3.65 - 3.66 เป็นกราฟิก HMI MODE1 การทำงานจะใช้การเลือกช่องสินค้าในการเข้า-ออก เมื่อสินค้าอยู่ภายในช่องที่เตรียมไว้ สัญญาณไฟจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดง แสดงถึงการมีอยู่ของสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.67 กราฟิก HMI MODE2 ขณะไม่มีสินค้า



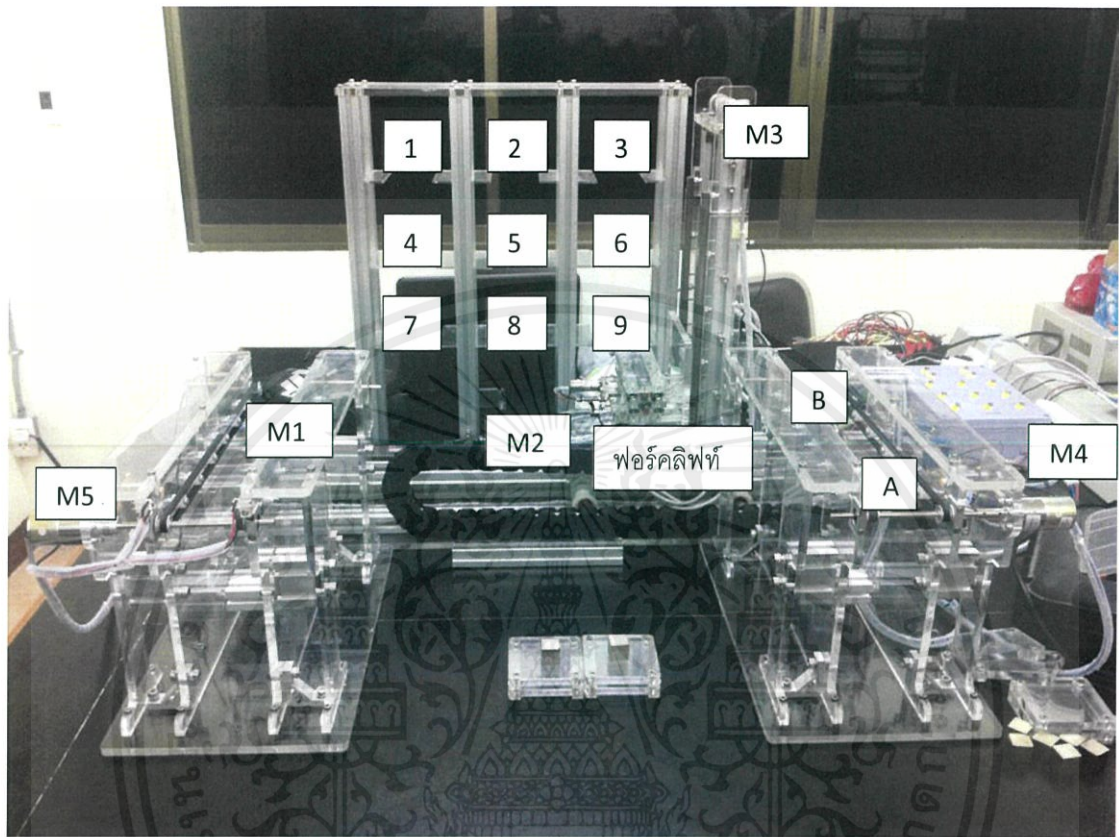
รูปที่ 3.68 กราฟิก HMI MODE2 ขณะมีสินค้าในช่องที่ 1

จากรูปที่ 3.67-3.68 กราฟิก HMI MODE2 ลักษณะการทำงานจะว่าด้วยการบริหารจัดการ โดยจะมีการเก็บสินค้าสินค้าจะเข้าตามแถวที่กำหนดไว้ จากด้านขวาล่าง-ซ้ายบน มีไฟแสดงการมีอยู่ของสินค้าและการแสดง สินค้าออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.3 การขับเคลื่อนสแตกเกอร์คอนไปยังชั้นวางสินค้าตำแหน่งต่างๆ

เมื่อทำการสั่งเป็นโหมด Manual สั่งจ่ายแรงดัน 24 Vdc เข้าอินพุตของแผงวงจร โดยตรงไม่ต้องสั่งงานผ่าน PLC ผลที่ได้คือ



รูปที่ 3.69 ตำแหน่งต่าง ๆ ของชั้นวางสินค้าและมอเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ขับเคลื่อนสแตกเกอร์คอน และ สายพานลำเลียง

ช่องที่ 1 ใช้มอเตอร์ตัวที่ 4 ในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงสินค้าจากตำแหน่งเริ่มต้น A หลังจากนั้นให้ตัวฟอร์คลิฟท์มารับสินค้าจากสายพานลำเลียง เมื่อสินค้าอยู่ในตำแหน่ง B ให้มอเตอร์ตัวที่ 1 และ 3 เคลื่อนที่ไปที่ช่องวางสินค้า 1 จากนั้นสั่งการที่ตัวฟอร์คลิฟท์โดยใช้มอเตอร์ตัวที่ 2 ในการสั่งการให้ตัวฟอร์คลิฟท์ขับเคลื่อนเข้าหาชั้นวางสินค้า

ช่องที่ 2 ใช้มอเตอร์ตัวที่ 4 ในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงสินค้าจากตำแหน่งเริ่มต้น A หลังจากนั้นให้ตัวฟอร์คลิฟท์มารับสินค้าจากสายพานลำเลียง เมื่อสินค้าอยู่ในตำแหน่ง B ให้มอเตอร์ตัวที่ 1 และ 3 เคลื่อนที่ไปที่ช่องวางสินค้า 2 จากนั้นสั่งการที่ตัวฟอร์คลิฟท์โดยใช้มอเตอร์ตัวที่ 2 ในการสั่งการให้ตัวฟอร์คลิฟท์ขับเคลื่อนเข้าหาชั้นวางสินค้า

ช่องที่ 3 ใช้มอเตอร์ตัวที่ 4 ในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงสินค้าจากตำแหน่งเริ่มต้น A หลังจากนั้นให้ตัวฟอร์คลิฟท์มารับสินค้าจากสายพานลำเลียง เมื่อสินค้าอยู่ในตำแหน่ง B ให้มอเตอร์ตัวที่ 1 และ 3 เคลื่อนที่ไปที่ช่องวางสินค้า 3 จากนั้นสั่งการที่ตัวฟอร์คลิฟท์โดยใช้มอเตอร์ตัวที่ 2 ในการสั่งการให้ตัวฟอร์คลิฟท์ขับเคลื่อนเข้าหาชั้นวางสินค้า

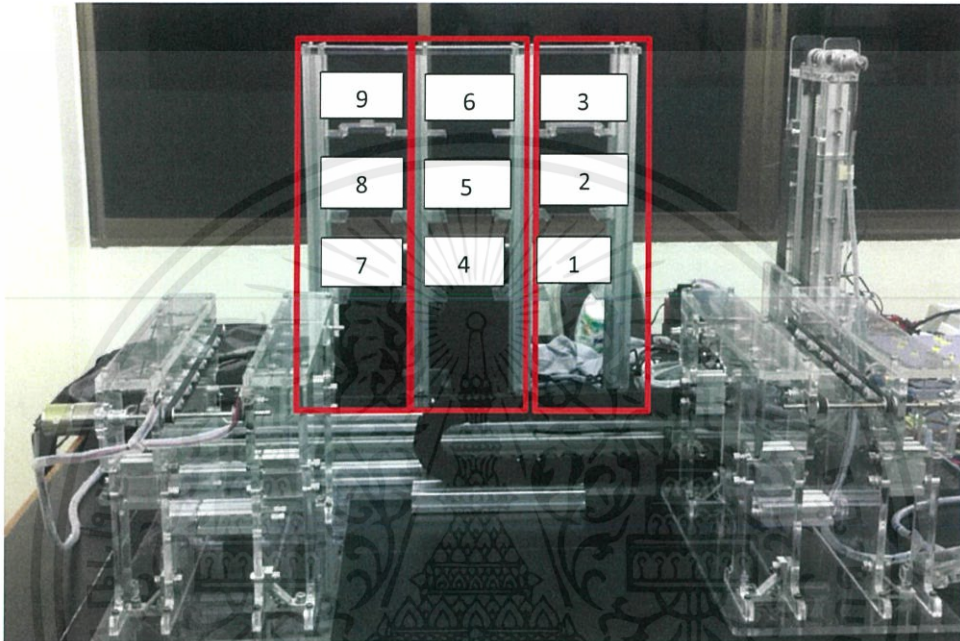


### 3.5 ระบบบริหารจัดการ

การบริหารคลังสินค้าอย่างเป็นระบบ จะนำมาซึ่งการลดต้นทุนและการเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายสินค้า ซึ่งการบริหารในที่นี้ผู้จัดทำได้ทำการแยกการทำงานเป็น 2 รูปแบบ

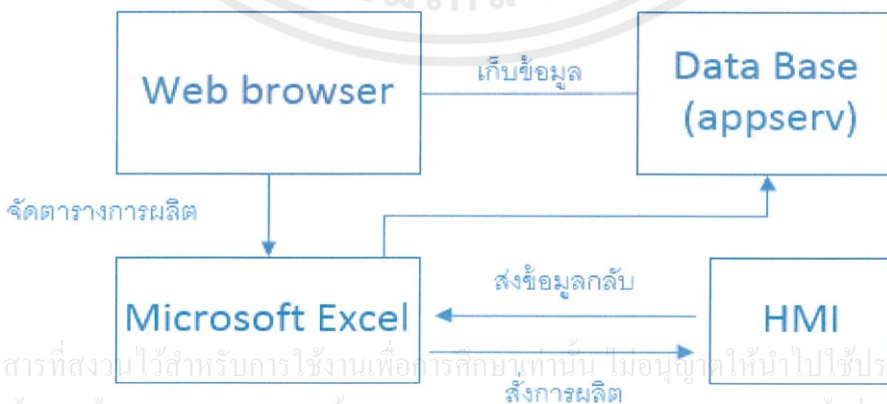
แบบที่ 1 (Mode1) - เป็นการเลือกสินค้าทั้งเข้าและออกตามต้องการ

แบบที่ 2 (Mode2) - เป็นการเก็บสินค้าโดยการเรียงช่องโดยการ ซึ่งเมื่อสั่งสินค้าเข้าจะเรียงเก็บตามช่องตั้งแต่ช่อง1-9



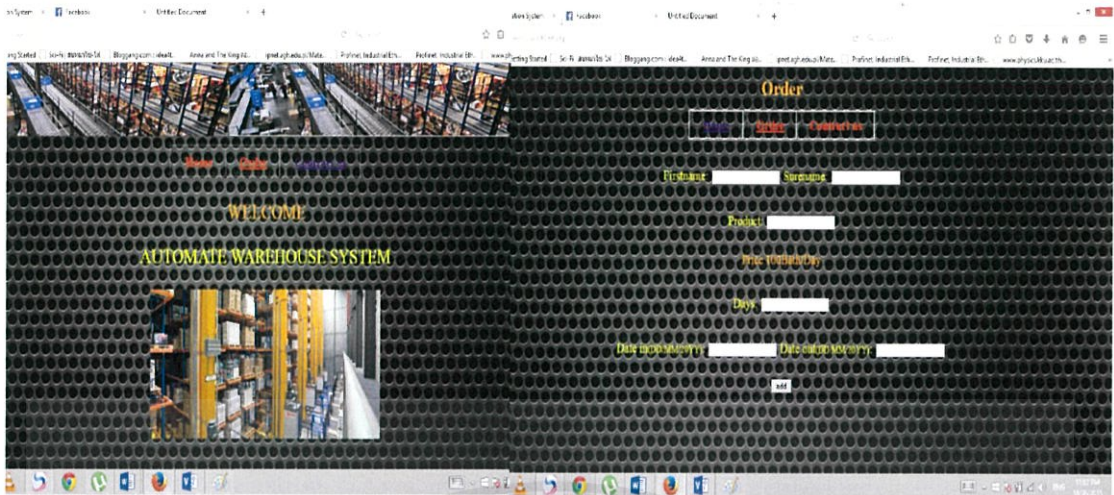
รูปที่ 3.71 ลักษณะการแบ่งแยกสินค้าตามชนิด (Mode2)

การบริหารจัดการนี้จะมีการใส่ชื่อสินค้า และ ชนิดของสินค้าพร้อมระบุวันที่ที่จะเก็บสินค้า และวันที่ที่นำสินค้าออกลงไปด้วย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามที่ต้องการ โดยจะมีขั้นตอนการส่งและรับข้อมูลผ่านโปรแกรมต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.72



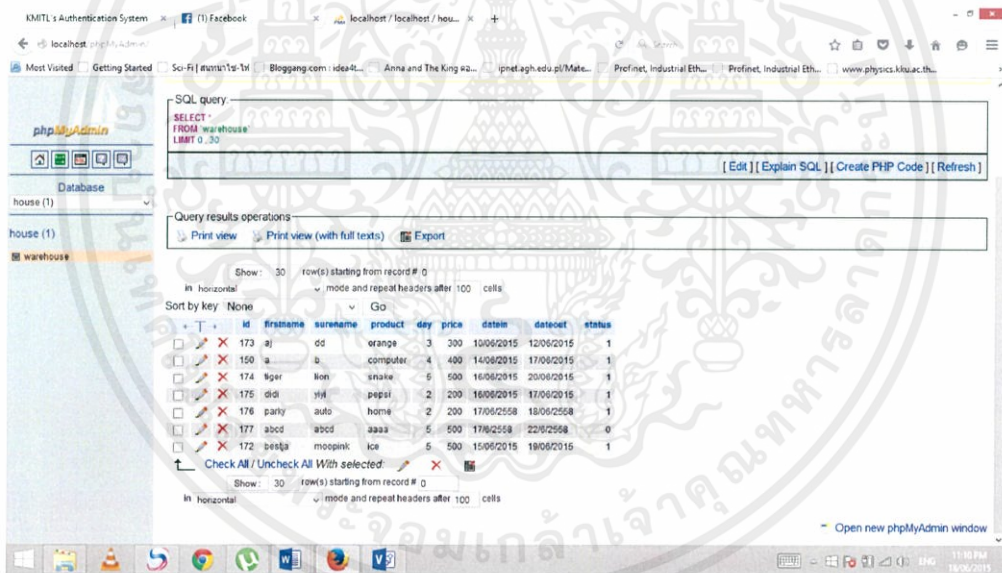
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.72 ผังการบันทึกและรับส่งข้อมูลในกระบวนการ



รูปที่ 3.73 ใช้ Web site ในการกรอกข้อมูล

ใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver ในการสร้าง Web site เพื่อกรอกและส่งข้อมูลที่ได้ไปเก็บในฐานข้อมูล



รูปที่ 3.74 โปรแกรม Appserv

จากรูป 3.74 ใช้โปรแกรม Appserv เป็นฐานข้อมูล (DataBase) ในการเก็บบันทึกข้อมูลสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ID	Firstname	surname	Product	Days	Date in	Date out	Price	Status
150	a	b	computer	4	14/06/2015	17/06/2015	400	0
172	bestja	moopink	ice	5	15/06/2015	19/06/2015	500	0
173	aj	dd	orange	3	10/06/2015	12/06/2015	300	0
174	tiger	lion	snake	5	16/06/2015	20/06/2015	500	0
175	didi	yivi	pepsi	2	16/06/2015	17/06/2015	200	0
177	abcd	abcd	aaaa	5	17/6/2558	22/6/2558	500	0

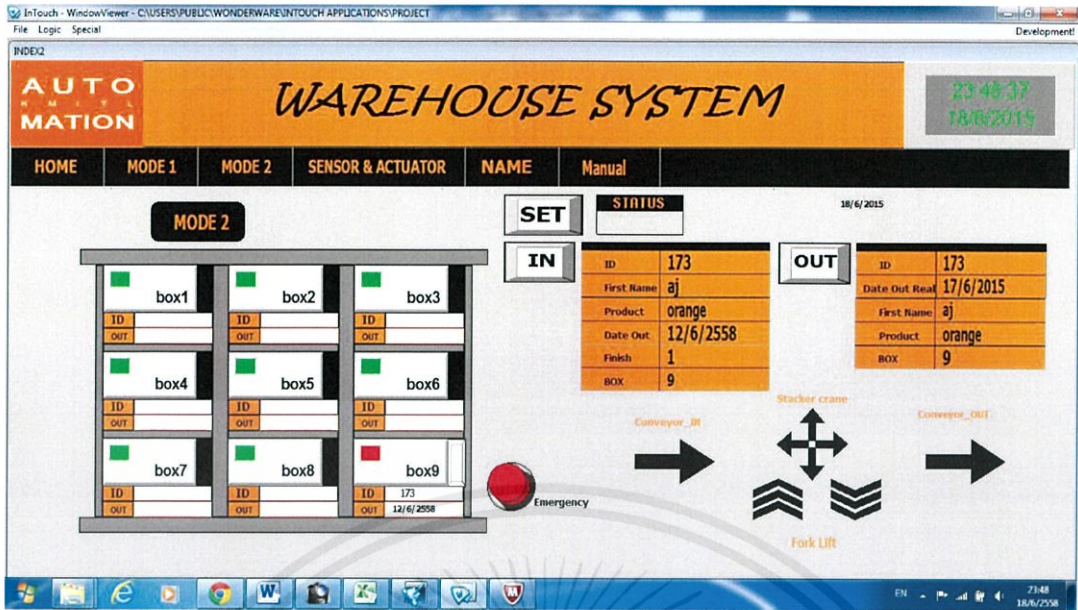
รูปที่ 3.75 การคำนวณจัดลำดับตารางใน Web site

จากรูปที่ 3.75 เมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลก็จะถูกส่งมาจัดเรียงลำดับสินค้า ว่าสินค้านี้มีการเก็บเข้าคลังหรือไม่ ถ้าเก็บแล้ว แถว status จะขึ้นเป็นเลข “1” ถ้าสินค้ายังไม่มีการจัดเก็บ status จะขึ้นเป็นเลข “0”

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
2	173	aj	dd	orange	3	10/6/2015	12/6/2015	300	1				
3	150	a	b	computer	4	14/6/2015	17/6/2015	400	1				
4	174	tiger	lion	snake	5	16/6/2015	20/6/2015	500	1				
5	175	didi	yivi	pepsi	2	16/6/2015	17/6/2015	200	1				
6	176	parki	auti	home	2	17/6/2558	18/6/2558	200	1				
7	177	abcd	abcd	aaaa	5	17/6/2558	22/6/2558	500	0				
8	172	bestja	moopink	ice	5	15/6/2015	19/6/2015	500	1				
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													

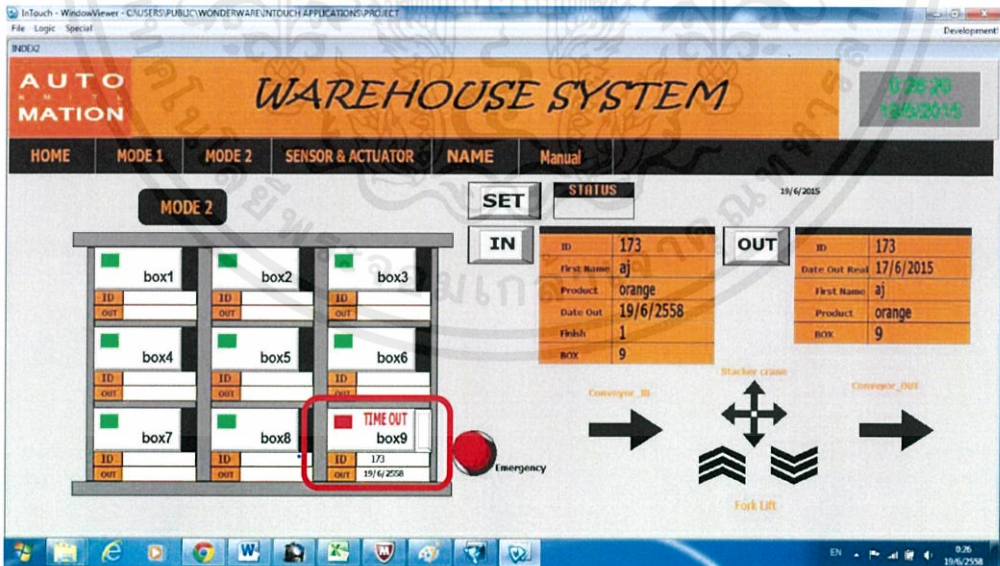
รูปที่ 3.76 นำค่าที่ได้มาพักที่ Microsoft Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 3.76 เป็นการดึงตารางสินค้าจาก Web site ลงมา ที่ Microsoft Excel โดยจะ ไม่ว่ากร Tag แถว บันสุดท้าย เพื่อ Tag ค่าให้ตรงกับ HMI เพื่อเชื่อมต่อและทำการจัดการเก็บสินค้า ครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.77 HMI (Mode2) หลังเชื่อมต่อกับ Microsoft Excel

จากรูปที่ 3.77 ค่าที่รับมาจาก DataBase จะถูกนำมาเชื่อมต่อในการควบคุมผ่าน HMI โดยผังตารางด้าน IN จะนำค่า ID , Firstname , Product , Date out , Box มาใช้เพื่อให้โปรแกรมสามารถทราบได้ว่าสินค้านี้เข้าไปเก็บในช่องไหน และออกวันไหน หลังจากที่เก็บสินค้าเสร็จแล้ว HMI ก็จะแสดงกราฟิกสีแดงในช่องที่เก็บ และเมื่อมีสินค้าออก ก็จะแสดงใน ตาราง OUT โดย จระะบุ วันที่สินค้าออกจริงๆด้วย



รูปที่ 3.78 Alarm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆที่จากรูปที่ 3.78 เมื่อถึงวันกำหนดสินค้าออก กราฟิก HMI ก็จะแสดง Alarm ในช่องที่สินค้าอยู่

ID	Firstname	surname	Product	Days	Date in	Date out	Price	Status
173	aj	dd	orange	3	10/6/2015	12/6/2015	300	1
150	a	b	computer	4	14/6/2015	17/6/2015	400	1
174	tiger	lon	snake	5	16/6/2015	20/6/2015	500	1
175	did	yoyi	pepsi	2	16/6/2015	17/6/2015	200	1
176	parky	auto	home	2	17/6/2558	18/6/2558	200	1
177	abcd	abcd	aaaa	5	17/6/2558	22/6/2558	500	0
172	bestja	moopink	ice	5	15/6/2015	19/6/2015	500	1

รูปที่ 3.79 ส่งค่ากลับคืน

จากรูปที่ 3.79 เมื่อเก็บของเสร็จ HMI ก็ส่งค่า status 1 กลับมาที่ Microsoft Excel ว่าสินค้าชิ้นนี้ถูกเก็บในคลังแล้ว เมื่อกดปุ่ม “Export to database” ข้อมูลนี้ก็จะถูกส่งกลับเข้าฐานข้อมูล (Database) เพื่อทำการ Update ข้อมูล

ID	Firstname	Product	Date out	BOX
173	aj	orange	17/6/2015	9
172	bestja	ice	17/6/2015	9
150	a	computer	17/6/2015	9

รูปที่ 3.80 ตารางบันทึกสินค้าออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 3.80 เมื่อมีสินค้าออก ก็จะถูกแสดงในตาราง Sheet2 ของ Microsoft Excel เมื่อการกดปุ่ม “send to report out” ข้อมูลจะถูกส่งไปที่ Sheet4 เพื่อเป็น Report

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a PivotTable. The PivotTable is filtered by 'Date out' and shows the following data:

ID	Firstname	Product	Date out	BOX
173	aj	orange	17/6/2015	
172	bestja	ice	17/6/2015	
150	a	computer	17/6/2015	

The filter menu for 'Date out' is open, showing a list of dates with checkboxes for selection:

- (เลือกทั้งหมด)
- 2015
- มีนาคม
- 17

### รูปที่ 3.81 Report

จากรูปที่ 3.81 ใน Report เราสามารถ กรองข้อมูลที่ต้องการได้ โดยสามารถเลือกวันที่สินค้าออก หรือ สินค้าของลูกค้าแต่ละรายมีอะไรบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

# การควบคุมคลังสินค้าจำลองด้วยการเขียนโปรแกรม PLC รุ่น Q03UDE และการเก็บบริหารข้อมูล

### 4.1 กล่าวนำ

โครงการนี้เป็นการพัฒนาาระบบคลังสินค้าจากเดิมที่มีอยู่ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงขอบเขตของงานที่ทำ

	ระบบเดิม	ระบบใหม่
Hardware	1. สแตกเกอร์คอน 2. คลังสินค้า	1. เพิ่มสายพานลำเลียงสินค้าเข้า-ออกคลังสินค้า 2. จัดระบบรางสายไฟใหม่ 3. สร้างวงจรที่ใช้ร่วมกับอุปกรณ์แบบ npn
ตัวควบคุม	- PLC SIEMENS S-7200	- PLC Mitsubishi Q03UDE
ระบบการบริหารจัดการ	จัดเก็บสินค้าโดยการเลือก ตำแหน่งเก็บ	1. จัดเก็บสินค้าตามประเภทของสินค้า 2. จัดลำดับความสำคัญของสินค้าเพื่อลด ระยะเวลาการจัดเก็บ
ฐานข้อมูล	ไม่มี	มีฐานข้อมูลจัดเก็บข้อมูลลูกค้า

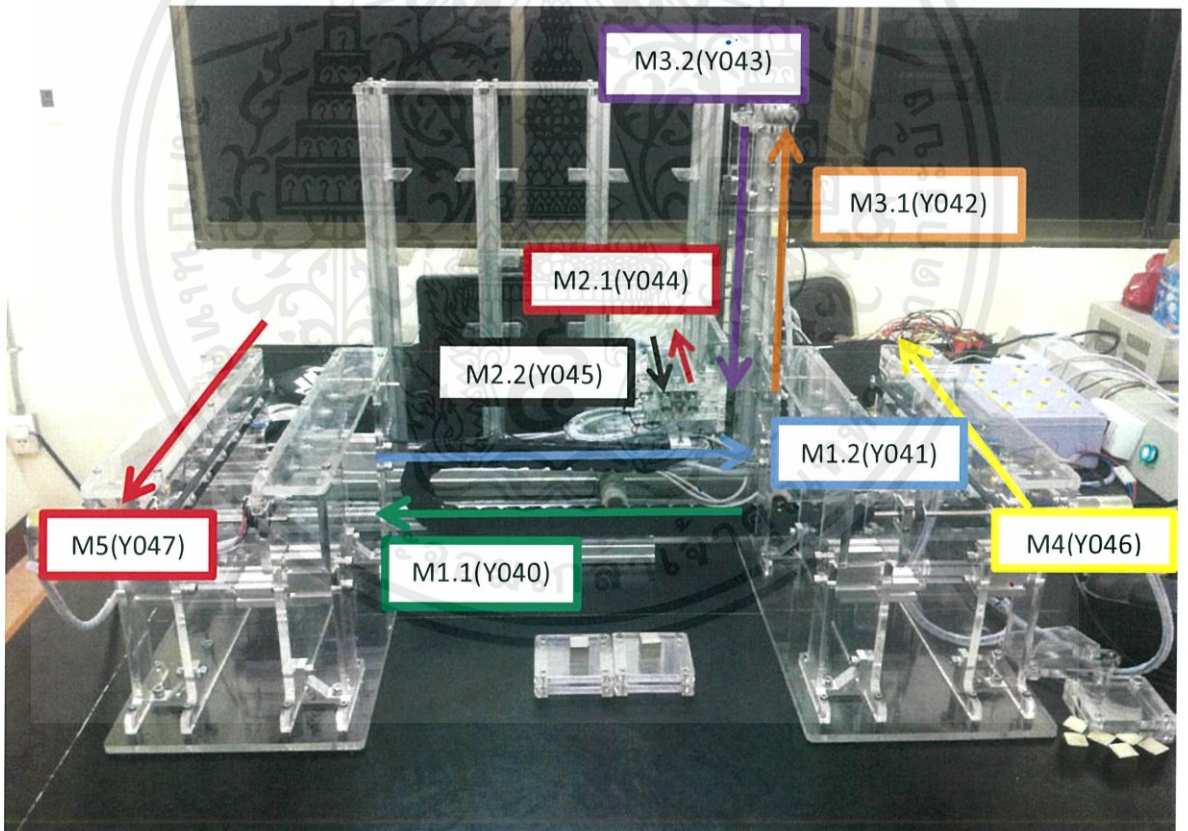
โดยบทนี้เป็นตัวอย่างการใช้งานคลังสินค้าจำลองเพื่อเป็นการควบคุมโดยการเขียน Ladder Diagram ของตัว PLC ในการควบคุมกระบวนการขับเคลื่อนของสแตกเกอร์คอนและสายพานลำเลียงแบบอัตโนมัติ ซึ่งก่อนที่จะเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมนั้นต้องมีการวางแผนก่อน ต้องรู้จำนวนอินพุตและเอาต์พุตแต่ละอุปกรณ์ จากนั้นกำหนด I/O ของ PLC ให้กับอินพุตและเอาต์พุตแต่ละอุปกรณ์จึงมาเขียน Flow Chart แล้วนำ Flow Chart ที่เขียนนี้ไปเขียนเป็น Ladder Diagram ขึ้นต่อไปจึงเขียนกราฟิก HMI เพื่อใช้แสดงกล่องสินค้าละสั่งการควบคุมในชั้นวางสินค้าจากหน้าจอ HMI โดยใช้ซอฟต์แวร์ Woderware Intouch และสุดท้ายทำการเชื่อมต่อข้อมูลกับฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เป็นสื่อกลาง เพื่อนำข้อมูลไปบริหารการจัดการ ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวไปนี้จะอธิบายอย่างละเอียดในบทนี้ต่อไป

### 4.2 การกำหนด I/O ของ PLC

สำหรับอินพุตที่ใช้เนื่องจากใช้พรีอิกซิมิตีเซินเซอร์ในตรวจจับพาเลซ เพื่อควบคุมการควบคุมสแตกเกอร์คอนและสายพานลำเลียงมี 13 ตัว จึงใช้ค่าอินพุตแอดเดรส (Input Address) ทั้งหมด 13 ค่า และสำหรับเอาต์พุตที่ใช้เนื่องจากใช้ มอเตอร์ 5 ตัวในการควบคุมมอเตอร์ของสแตกเกอร์คอนและสายพานลำเลียง สายพานลำเลียงจะหมุนไปทิศทางเดียว แต่มอเตอร์ของสแตกเกอร์คอนจะหมุนได้ 2 ทิศทางจึงใช้ค่าเอาต์พุตแอดเดรส ทั้งหมด 8 ค่าในการกำหนด Input Address และ Output Address (หรือI/O) ของ PLC Misubishi รุ่น Q03UDE สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.1 ตามลำดับ

## ตารางที่ 4.2 กำหนด I/O ASSIGNMENT

CPU Q03UDV			
QX40 INPUT 16 POINT		QY40P OUTPUT TRANSISTOR 32 POINT	
ADDRESS	DESCRIPTION	ADDRESS	DESCRIPTION
X000	Proximity Sensor 1	Y040	DC Motor (Move left)
X001	Proximity Sensor 2	Y041	DC Motor (Move right)
X002	Proximity Sensor 3	Y042	DC Motor (Stacker Liftup)
X003	Proximity Sensor 4	Y043	DC Motor (Stacker Lift down)
X004	Proximity Sensor 5	Y044	DC Motor (Fork lift move in)
X005	Proximity Sensor 6	Y045	DC Motor (Fork lift move out)
X006	Proximity Sensor 7	Y046	DC Motor (Infeed conveyor)
X007	Proximity Sensor 8	Y047	DC Motor (Exit conveyor)
X008	Proximity Sensor 9	Y048	SPARE
X009	Proximity Sensor 10	Y049	SPARE
X00A	Proximity Sensor 11	Y04A	SPARE
X00B	Proximity Sensor 12	Y04B	SPARE
X00C	Proximity Sensor 13	Y04C	SPARE
X00D	SPARE	Y04D	SPARE
X00E	SPARE	Y04E	SPARE
X00F	SPARE	Y04F	SPARE



รูปที่ 4.1 ตำแหน่งและทิศทางการทำงานของตัวสแตกเกอร์คอนและสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ออกกฎหมายให้คิดเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M1.1 คือ สั่งให้ตัวสแตกเกอร์คอนเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

M1.2 คือ สั่งให้ตัวสแตกเกอร์คอนเคลื่อนที่ไปทางขวา

M2.1 คือ สั่งให้ฟอล์คลิฟท์ของตัวสแตกเกอร์คอนเคลื่อนที่เข้าหาชั้นวางสินค้า

M2.2 คือ สั่งให้ฟอร์คลิฟท์ของตัวสแตกเกอร์เคลื่อนเคลื่อนที่ออกจากชั้นวางสินค้า

M3.1 คือ สั่งให้ตัวสแตกเกอร์เคลื่อนเคลื่อนที่ขึ้นในแนวตั้ง

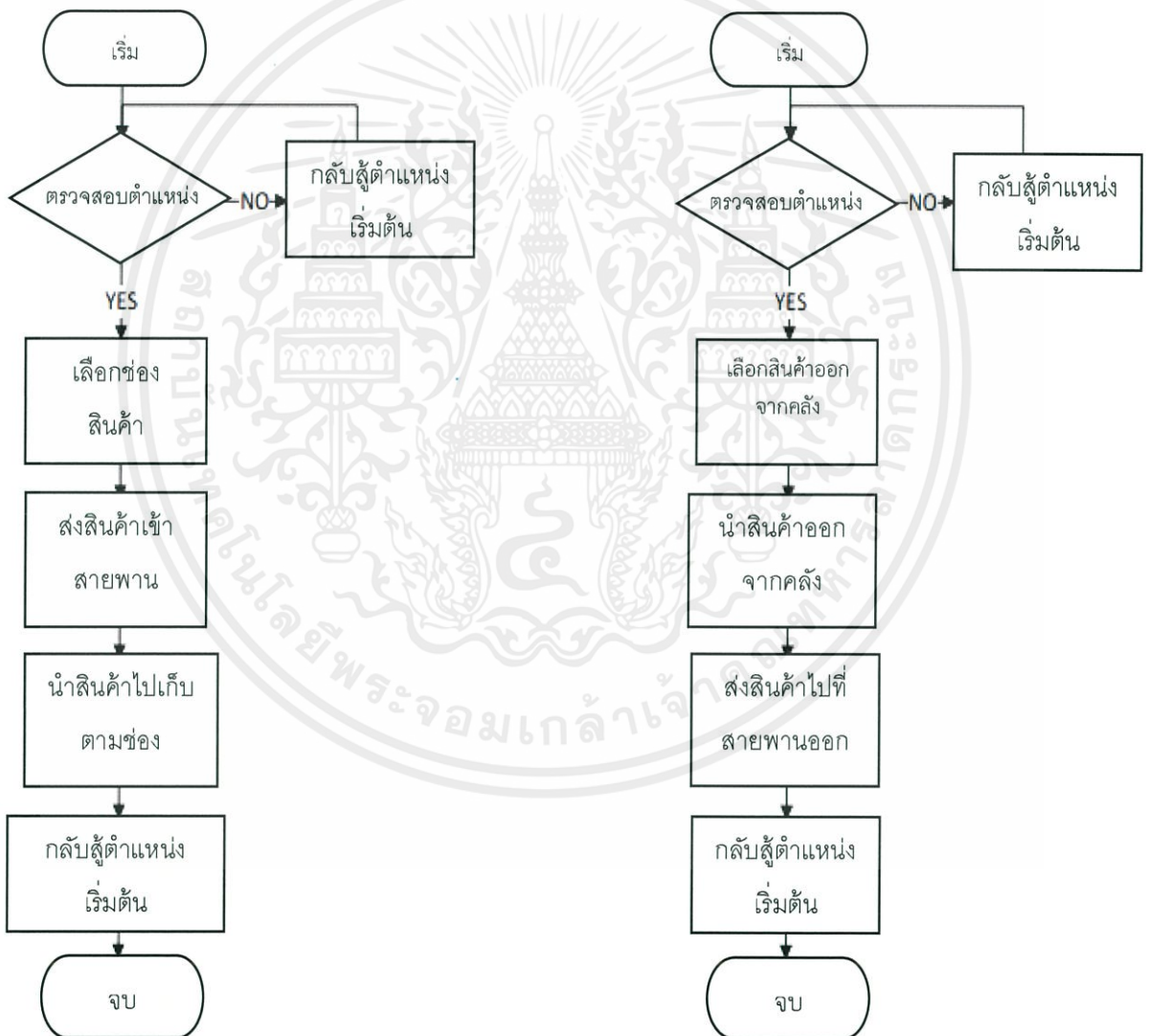
M3.2 คือ สั่งให้ตัวสแตกเกอร์เคลื่อนเคลื่อนที่ลงในแนวตั้ง

M4 คือ สั่งให้สายพานเคลื่อนที่เข้า

M5 คือ สั่งให้สายพานเคลื่อนที่ออก

### 4.3 รูปแบบการเขียนโปรแกรมควบคุม

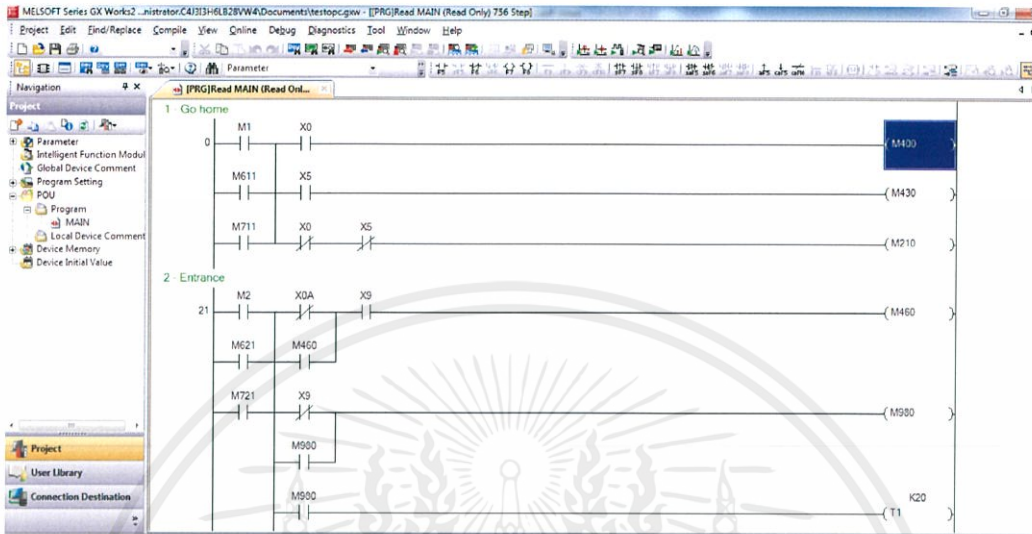
1. เขียน Flow Chart ของทิศทางการขับเคลื่อนสายพานลำเลียง และสแตกเกอร์เคลื่อนซึ่งมีลำดับของกระบวนการเข้าและออกตามการเลือกช่อง ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 Flow chart แสดงกระบวนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

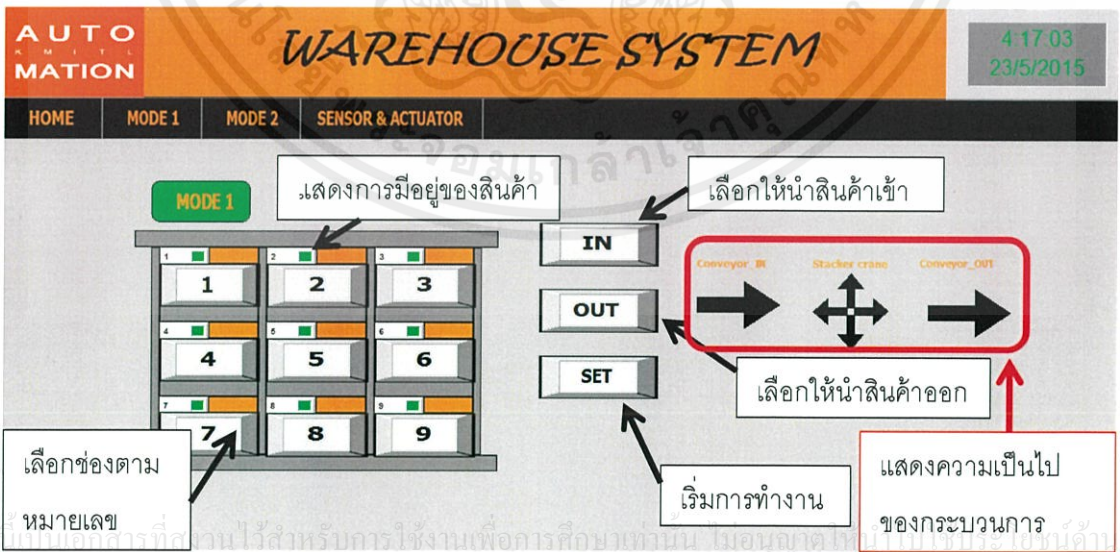
2. สร้าง Ladder Diagram บนโปรแกรม GX WORK2 ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์สำหรับ PLC Mitsubishi รุ่น Q03UDE เพื่อดาวน์โหลดบน PLC เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการจริง



รูปที่ 4.3 ตัวอย่าง Ladder Diagram สำหรับควบคุมกระบวนการจัดเก็บสินค้า

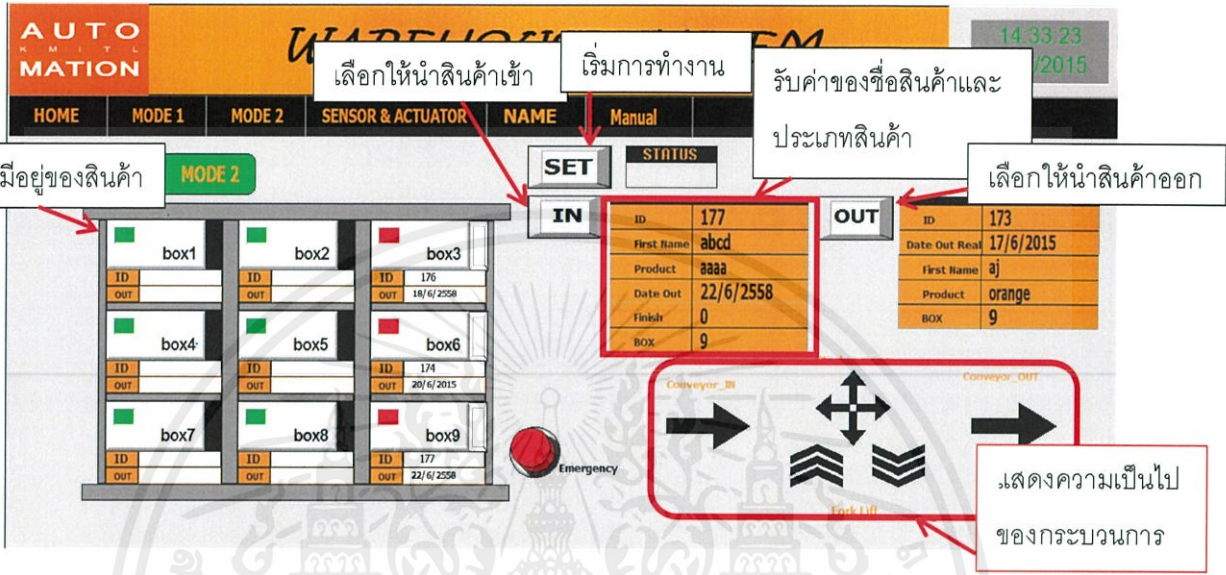
### 4.4 การสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

ในส่วนติดต่อผู้ใช้งานจะใช้การสร้างกราฟิก HMI (Mode1) บนโปรแกรม Wonderware Intouch ดังรูปที่ 4.4 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับสร้างกราฟิก เพื่อให้สามารถบอกตำแหน่งของสินค้า และสามารถเลือกช่องที่ต้องการใน Mode1 ให้สแตคเกอร์คอนรนนำสินค้าไปจัดเก็บและยังมีกราฟิกแสดงผลช่องที่มีสินค้า



รูปที่ 4.4 กราฟิก HMI (Mode1) ที่สร้างขึ้นมาทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

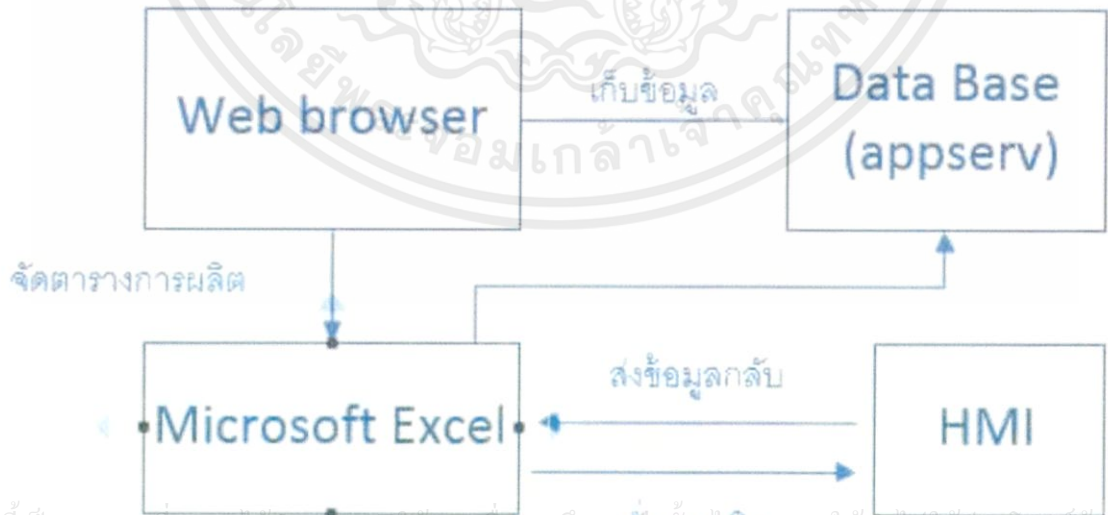
ในส่วนติดต่อผู้ใช้งานจะใช้การสร้างกราฟิก HMI (Mode2) บนโปรแกรม Wonderware Intouch ดังรูปที่ 4.5 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับสร้างกราฟิก เพื่อให้สามารถบอกตำแหน่งของสินค้า และสามารถเลือกประเภทที่ต้องการใน Mode2 ให้ สแตกเกอร์คอนรนนำสินค้าไปจัดเก็บและยังมี กราฟิกแสดงผลข้อมูลของสินค้าเพื่อเก็บข้อมูลมีลักษณะดังนี้



รูปที่ 4.5 กราฟิก HMI (Mode2) ที่สร้างขึ้นมา

#### 4.5 การเชื่อมต่อฐานข้อมูลกับกระบวนการ

รูปแบบของลำดับการเชื่อมต่อในการบริหารจัดการ Mode 2

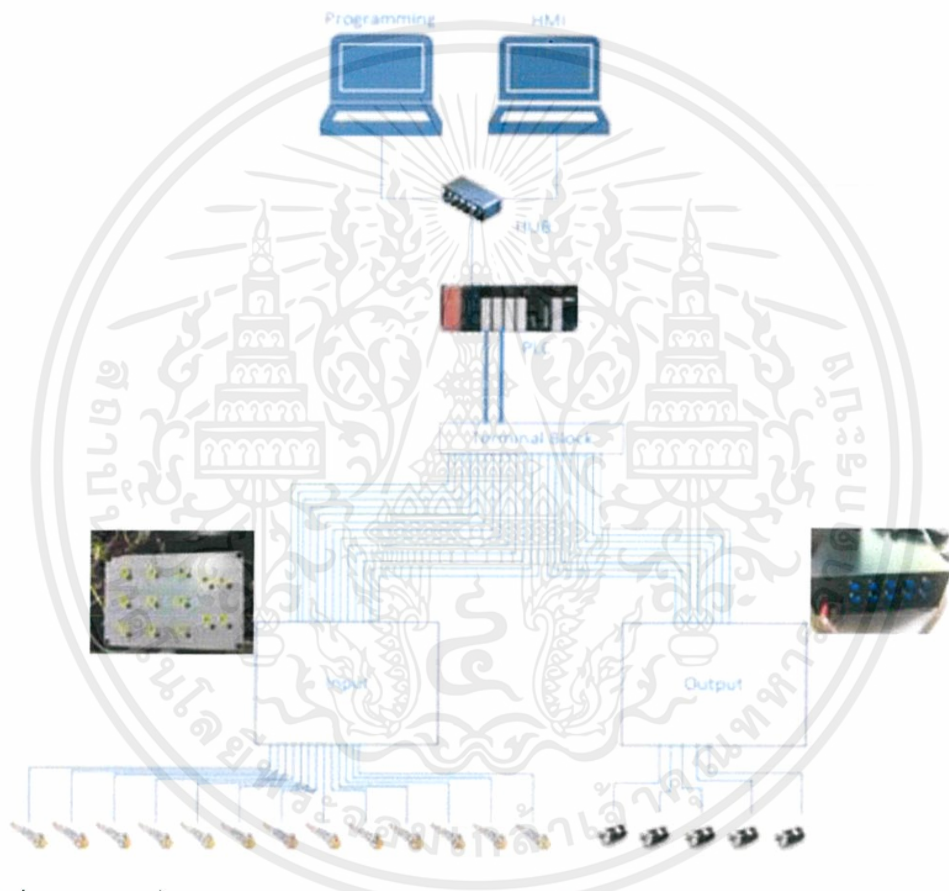


รูปที่ 4.6 ลำดับการเชื่อมต่อในการบริหารจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา **สงวนลิขสิทธิ์** กรุณาอย่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.6 ขั้นตอนการทดลอง

1. เมื่อสร้าง Ladder Diagram และ กราฟิก HMI เรียบร้อยแล้วต่อไปเป็นการเชื่อมต่อส่วนทั้งสองให้สามารถทำงานร่วมกันได้โดยทำการเปิดโปรแกรมประยุกต์ OPC และต้องทำการอ้างอิง Tag Name ของ Ladder Diagram กับกราฟิก HMI ด้วย
2. เมื่อเชื่อมต่อทั้งระบบเข้าด้วยกันแล้วต่อไปเป็นการทดลองระบบการจับเก็บสินค้าจริงด้วยการเลือกช่องวางสินค้าที่ต้องการจากหน้ากราฟิก HMI โดยเริ่มจากการเลือกช่องวางสินค้าที่ 1 แล้วบันทึกผล
3. ทำการทดลองซ้ำกับข้อที่ 2 โดยเปลี่ยนการเลือกช่องสินค้าไปเรื่อย ๆ จนครบทุกช่อง

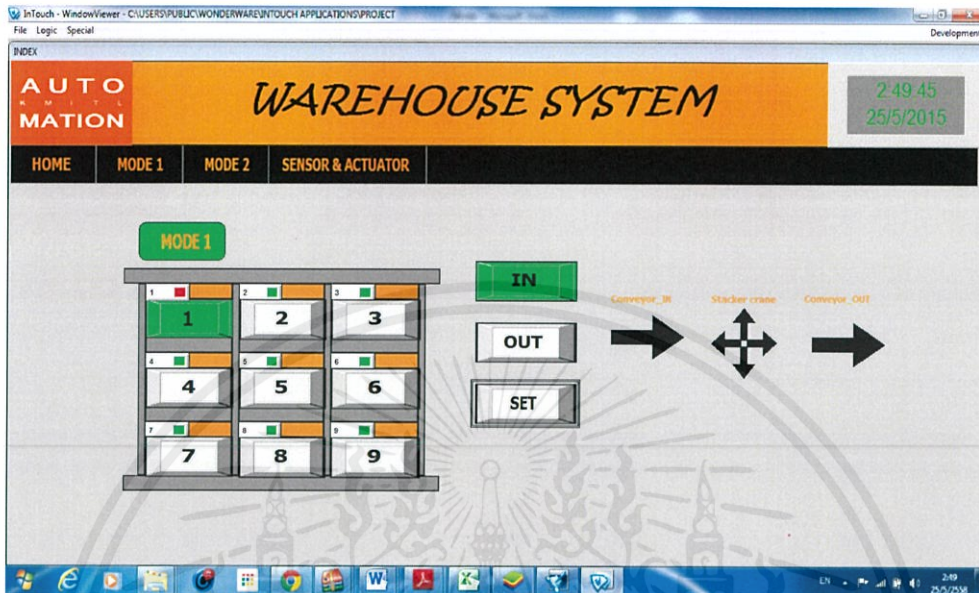


รูปที่ 4.7 การเชื่อมต่อระบบในการควบคุมสแต็กเกอร์คอนและสายพานลำเลียงโดยใช้ PLC Mitsubishi รุ่น Q03UDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

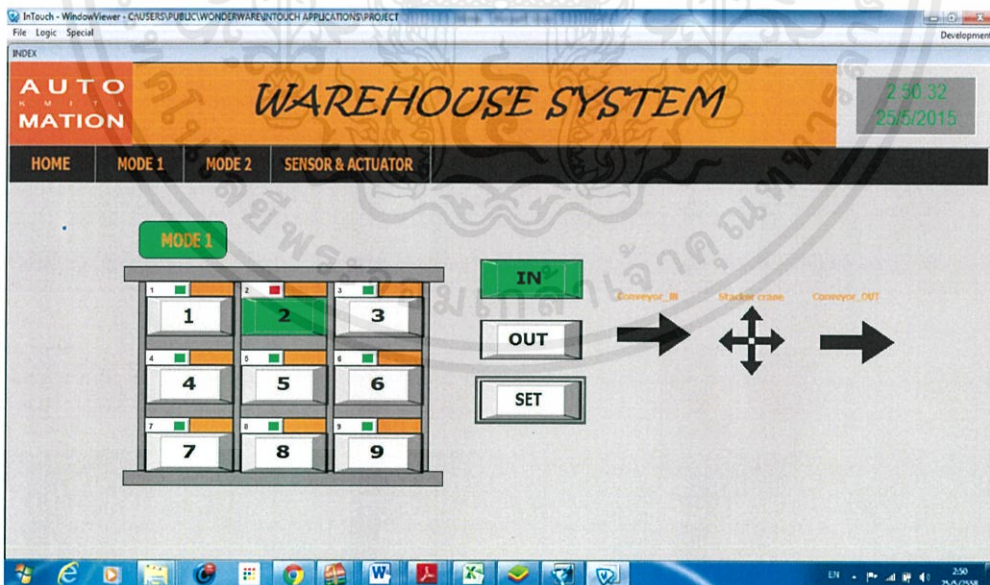
## 4.7 ผลการทดสอบ

เมื่อมีการวางสินค้าในคลังสินค้าจะมีการบอกตำแหน่งที่หน้าจอ HMI ในการควบคุมแบบ Mode1 การสั่งการตามช่องจะมีรูปแบบสีในการแสดงผลของกล่องสินค้าแสดงตามรูปที่ 4.8 - 4.16



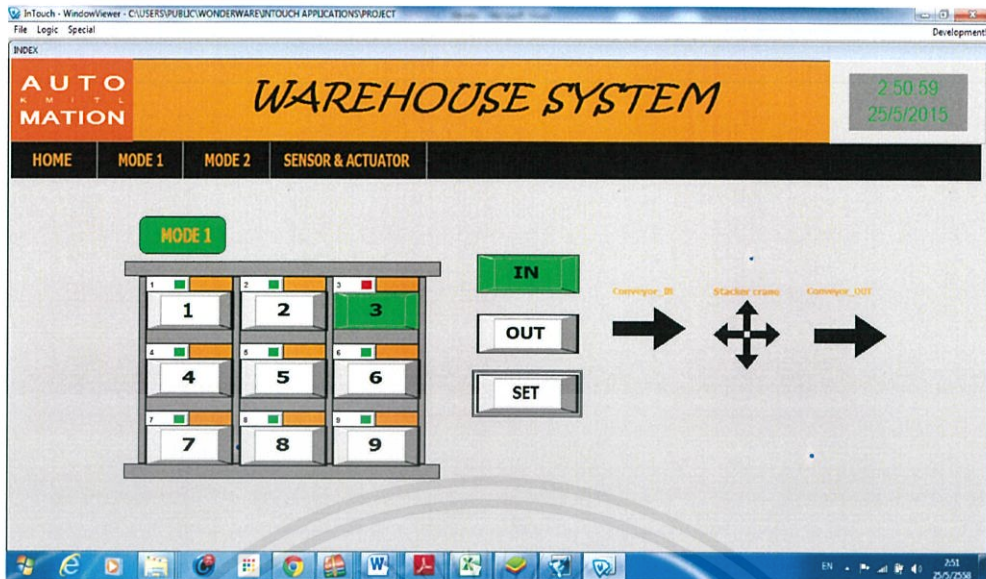
รูปที่ 4.8 เลือกช่องที่ 1 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า

จากรูปที่ 4.8 ผลที่ได้คือ ช่องที่ 1 เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นการแสดงถึงการมีของอยู่ในช่องที่ 1



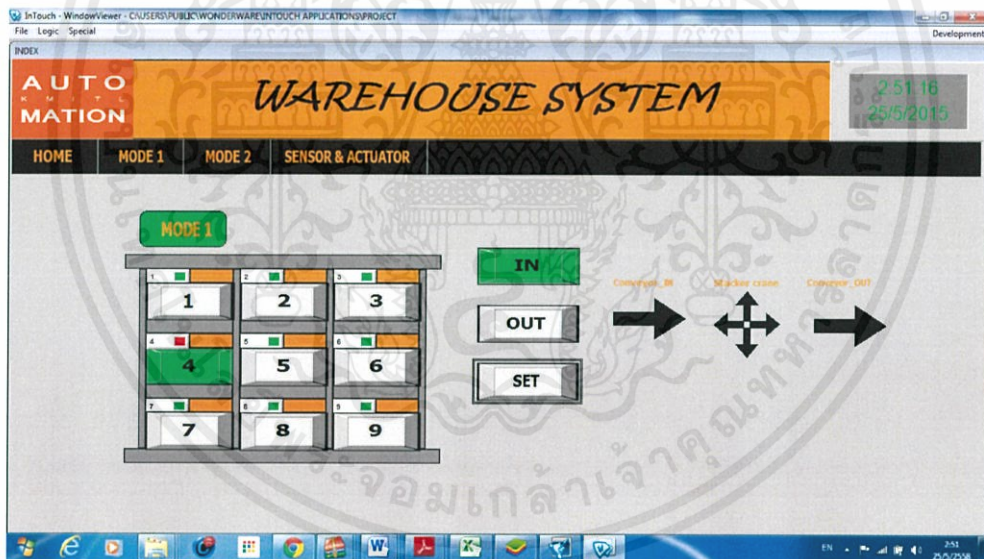
รูปที่ 4.9 เลือกช่องที่ 2 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ จากรูปที่ 4.9 ผลที่ได้คือ ช่องที่ 2 เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงเป็นการมีของอยู่ในช่องที่ 2 ไปใช้



รูปที่ 4.10 เลือกช่องที่ 3 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า

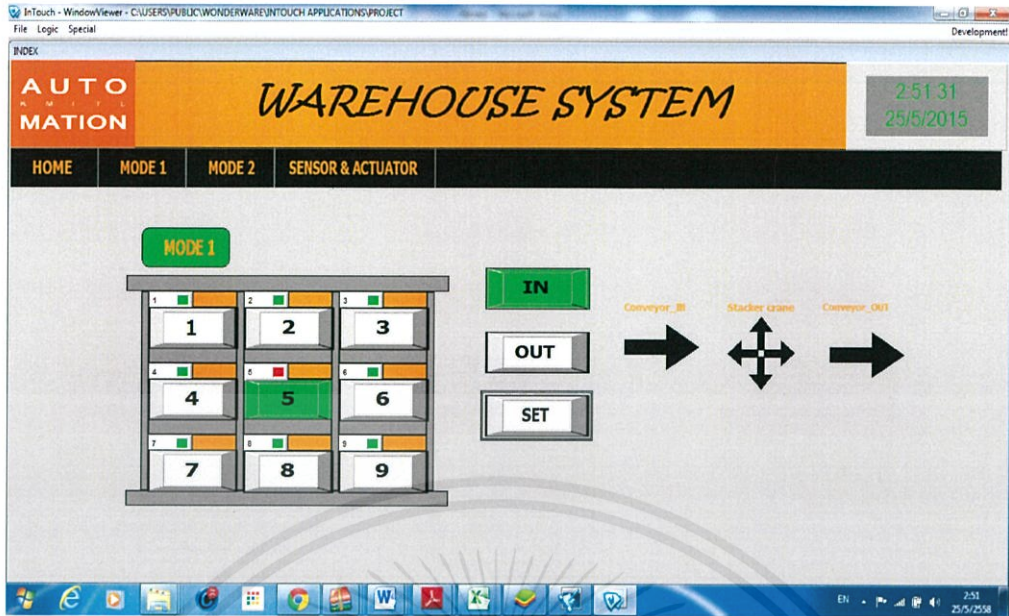
จากรูปที่ 4.10 ผลที่ได้คือ ช่องที่ 3 เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงถึงการมีของอยู่ในช่องที่ 3



รูปที่ 4.11 เลือกช่องที่ 4 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า

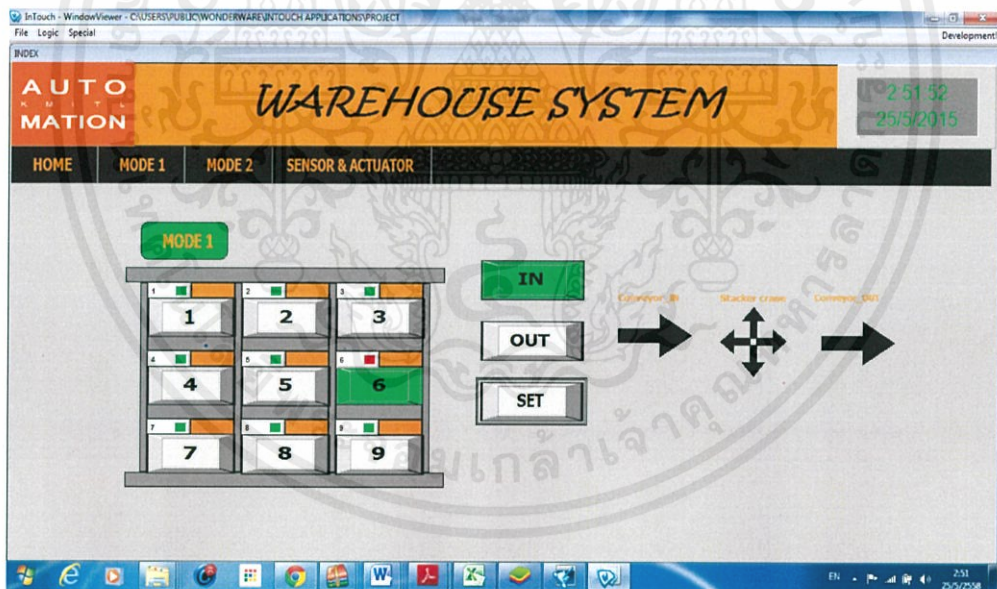
จากรูปที่ 4.11 ผลที่ได้คือ ช่องที่ 4 เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงถึงการมีของอยู่ในช่องที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 เลือกช่องที่ 5 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า

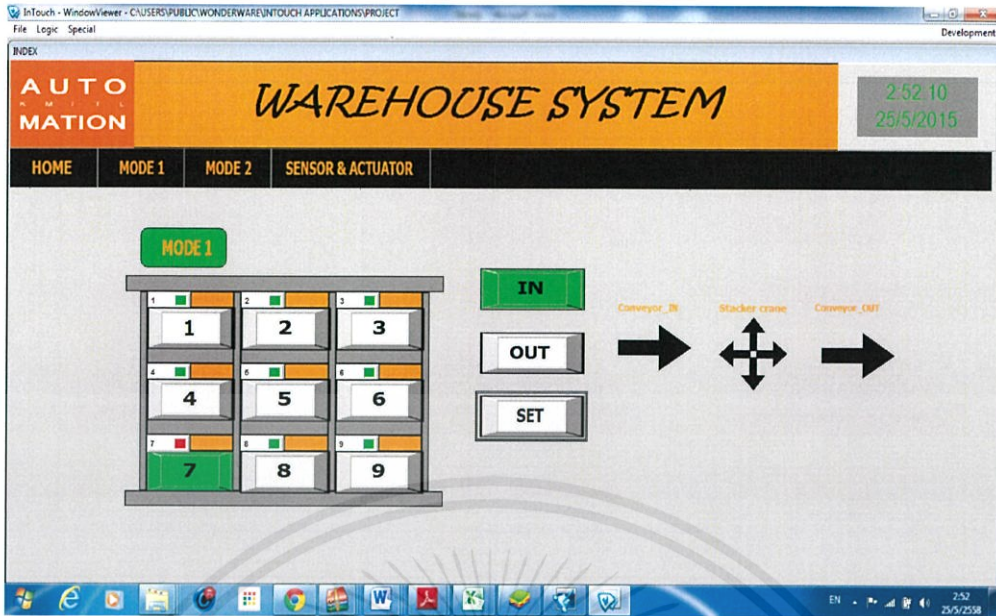
จากรูปที่ 4.12 ผลที่ได้คือ ช่องที่ 5 เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงถึงการมีของอยู่ในช่องที่ 5



รูปที่ 4.13 เลือกช่องที่ 6 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า

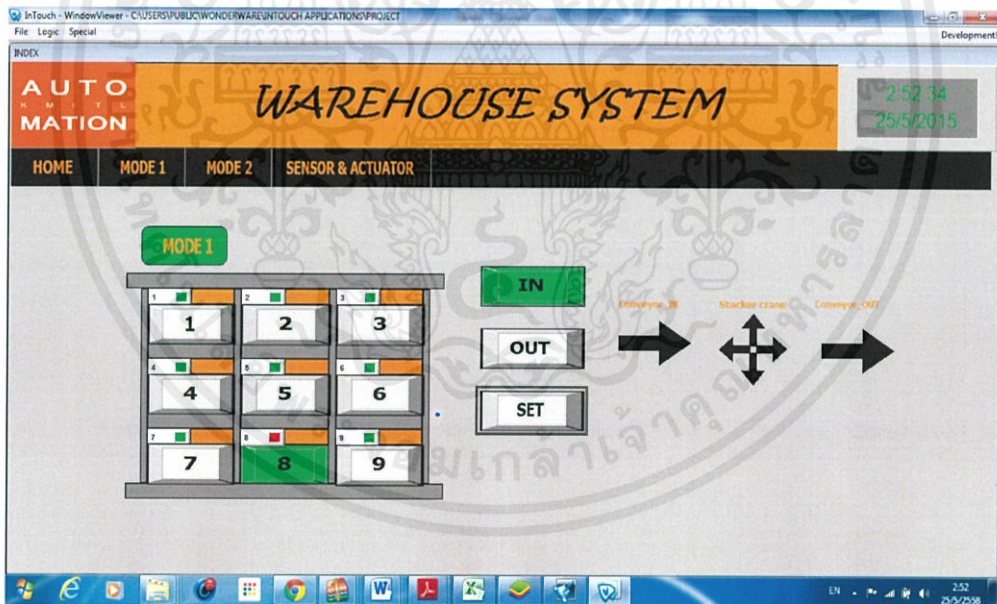
จากรูปที่ 4.13 ผลที่ได้คือ ช่องที่ 6 เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงถึงการมีของอยู่ในช่องที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 เลือกช่องที่ 7 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า

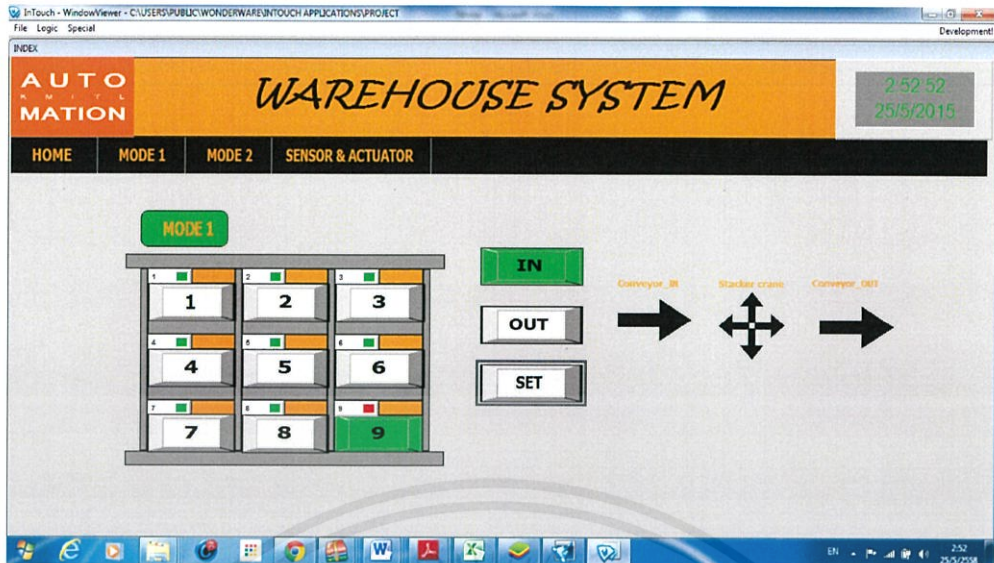
จากรูปที่ 4.14 ผลที่ได้คือ ช่องที่ 7 เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงถึงการมีของอยู่ในช่องที่ 7



รูปที่ 4.15 เลือกช่องที่ 8 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า

จากรูปที่ 4.15 ผลที่ได้คือ ช่องที่ 8 เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงถึงการมีของอยู่ในช่องที่ 8

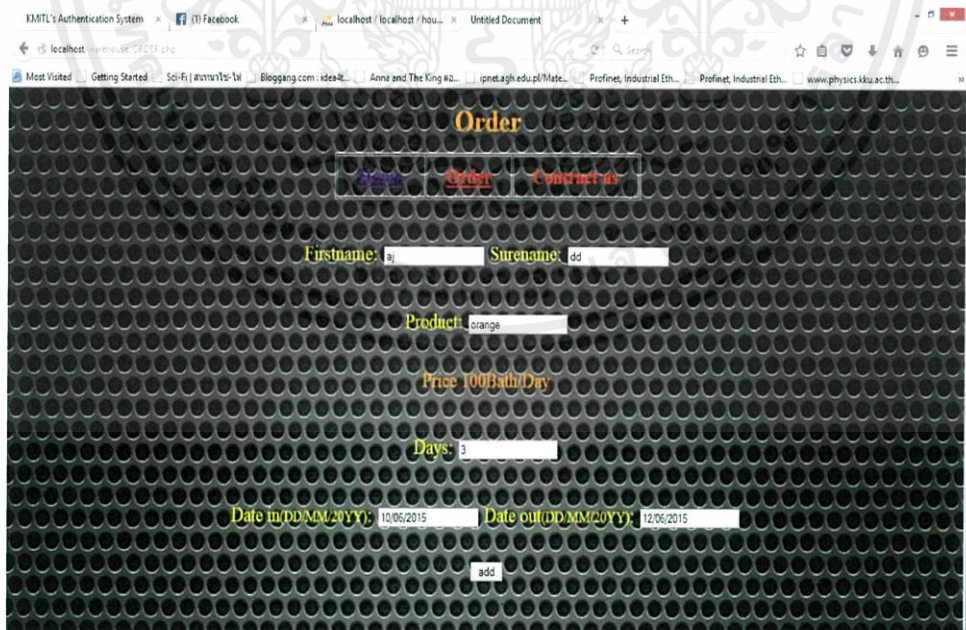
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 เลือกช่องที่ 9 เลือก IN เพื่อนำสินค้าเข้า

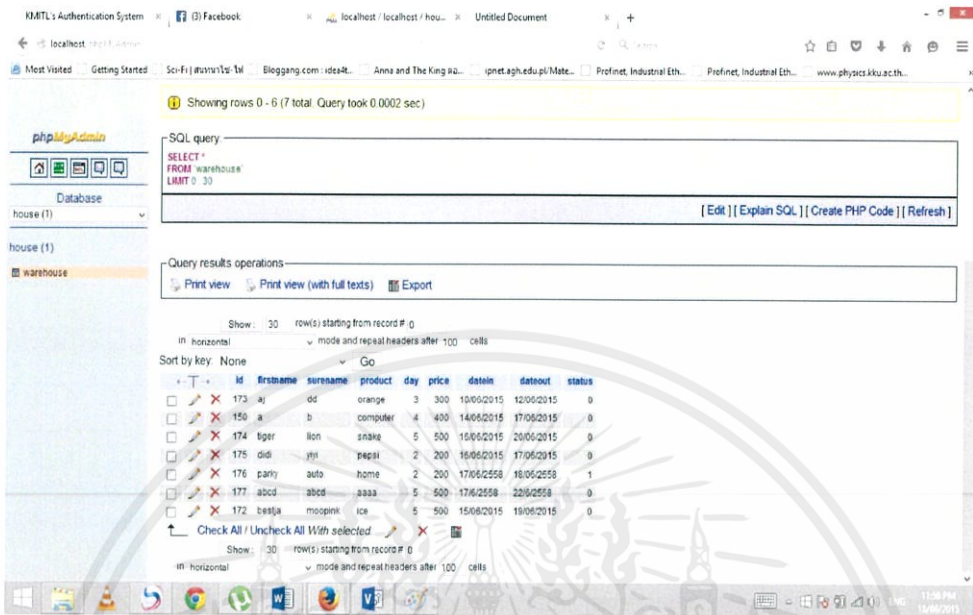
จากรูปที่ 4.16 ผลที่ได้คือ ช่องที่ 9 เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดงถึงการมีของอยู่ในช่องที่ 9

เมื่อมีการวางสินค้าในคลังสินค้าจะมีการบอกตำแหน่งที่หน้าจอ HMI ในการควบคุมแบบ Mode2 การสั่งการตามประเภทจะมีรูปแบบสีในการแสดงผลของกล่องสินค้า ในการทดสอบเพื่อรับค่าเข้ามาเพื่อควบคุมผ่านกราฟิกในการนำสินค้าเข้าคลังสินค้า โดยเริ่มจากการกรอกข้อมูลลงบน Web site ดังรูปที่ 4.17



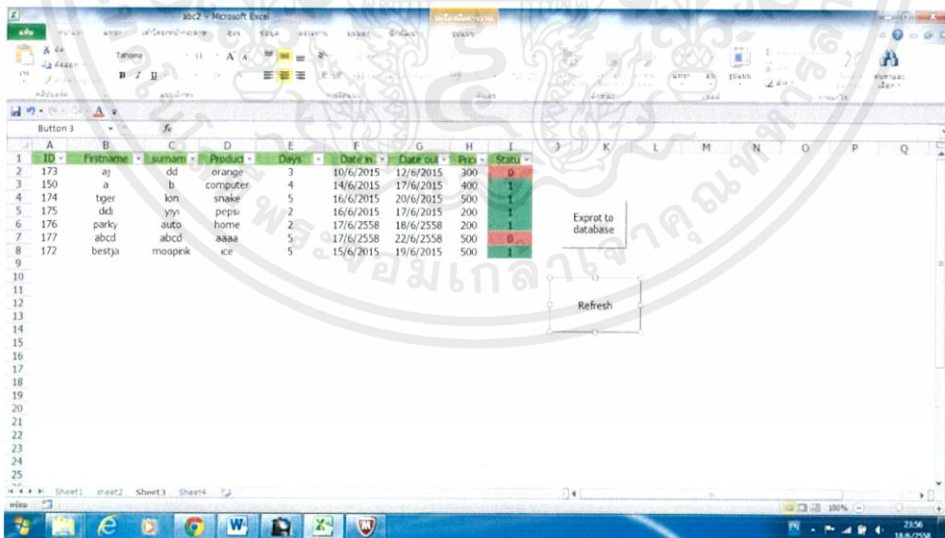
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้มีการนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงรูปที่ 4.17 Web site

ข้อมูลที่ได้นั้นจะถูกจัดเก็บลง database และ จะมีค่า status เป็น “0” เพื่อแสดงถึงสถานะสินค้าว่ายังไม่ถูกจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.18



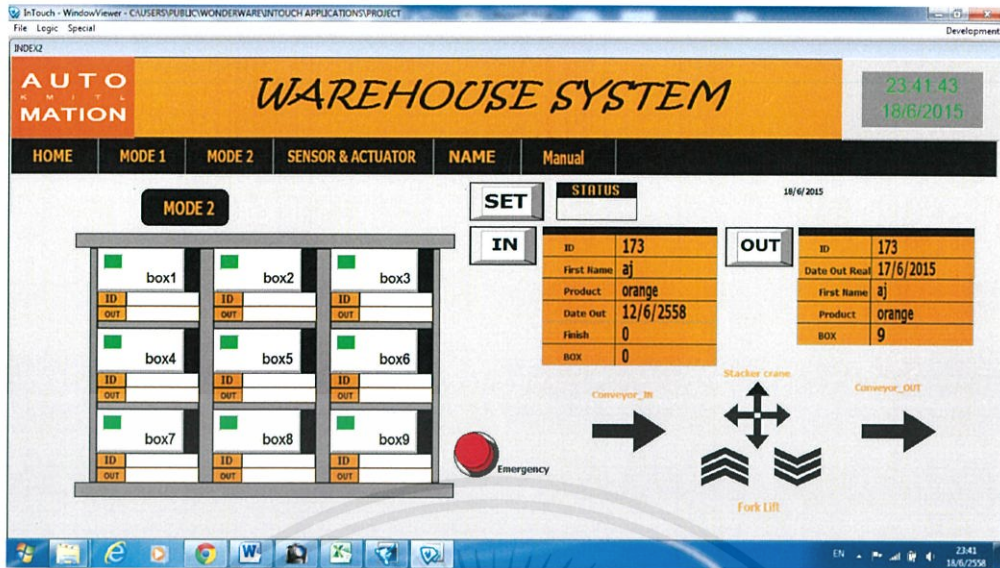
รูปที่ 4.18 Database

Web site ที่ถูกนำข้อมูลมาเชื่อมต่อกับ Excel ทำให้ข้อมูลที่ได้รับตรงกับส่วนของ Web site ที่ได้ทำการกรอกข้อมูลลงไป ดังรูปที่ 4.19



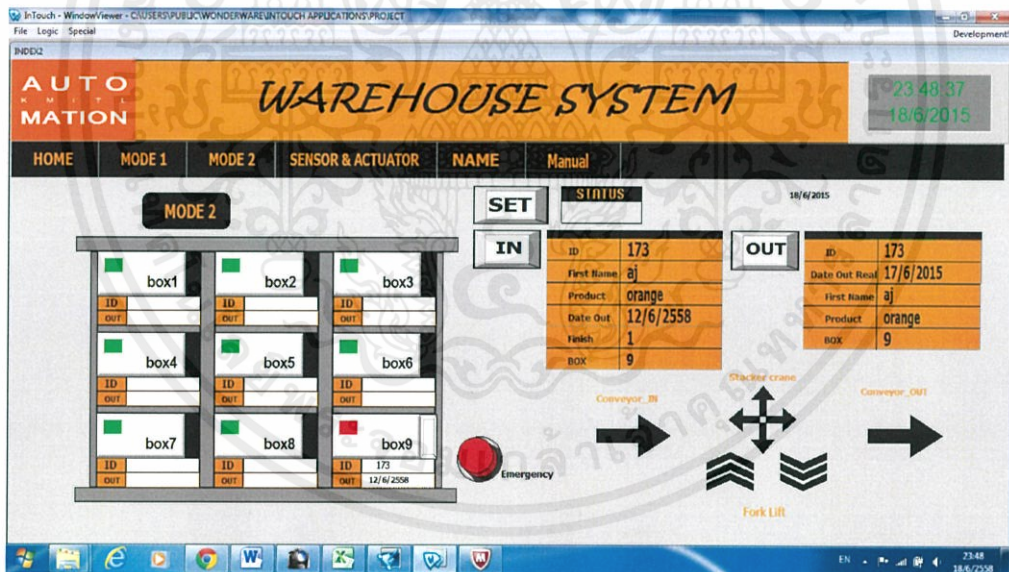
รูปที่ 4.19 Excel status 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
จากข้อมูล Excel ที่ได้นำมาเชื่อมต่อกับ HMI เพื่อสั่งการควบคุมการทำงาน ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 HMI แสดงข้อมูลที่ได้รับจาก Excel

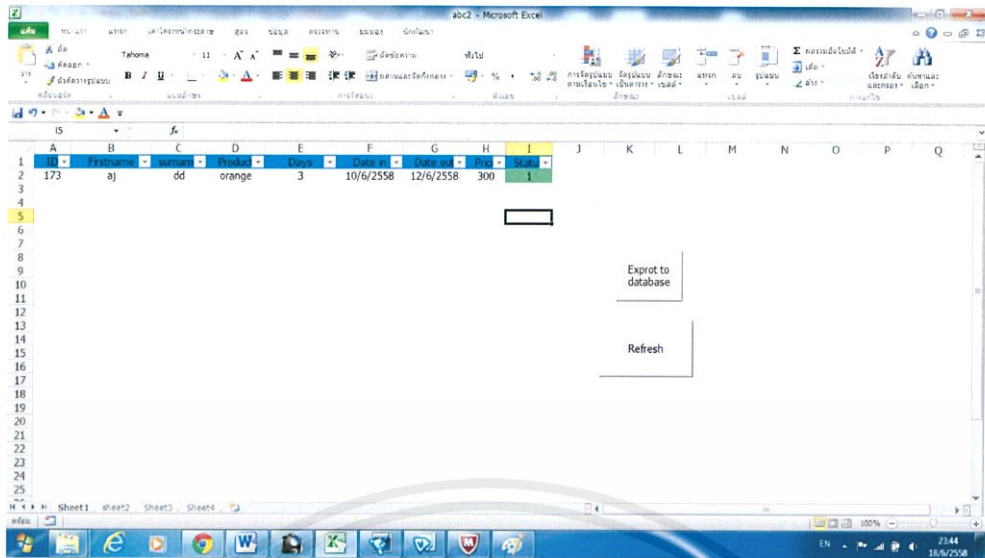
หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการควบคุมกระบวนการโดยการนำของใส่จะเลือกที่ปุ่ม IN แล้วกดปุ่ม SET เมื่อเสร็จกระบวนการกราฟิกจะแสดง ดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 HMI แสดงการมืออยู่ของสินค้า

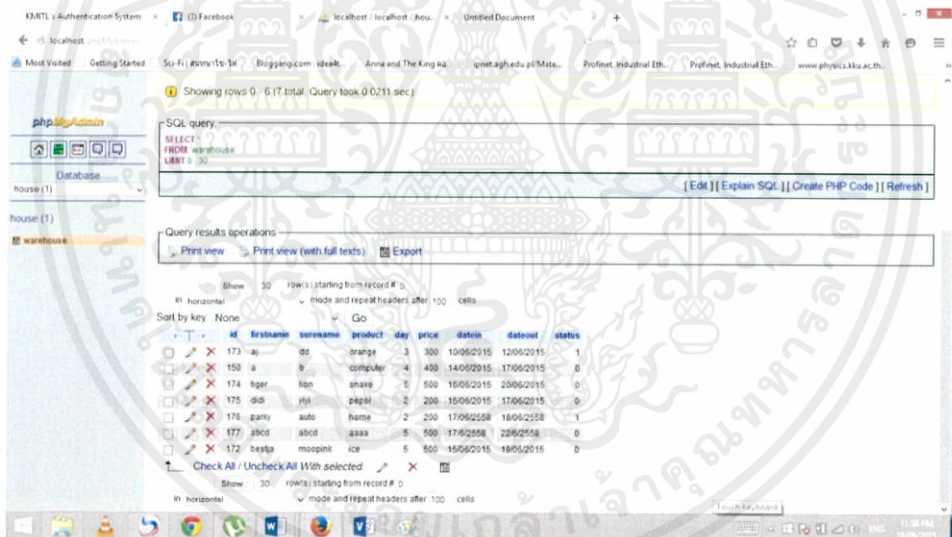
จากรูปสถานะของสินค้าจะเปลี่ยนจาก 0 เป็น 1 เพื่อบอกว่าสินค้าได้ใส่เข้าไปในคลังเรียบร้อยแล้ว จากนั้นข้อมูล status ใน Excel ก็จะเป็น "1" เช่นกัน ดังรูปที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 Excel status 1

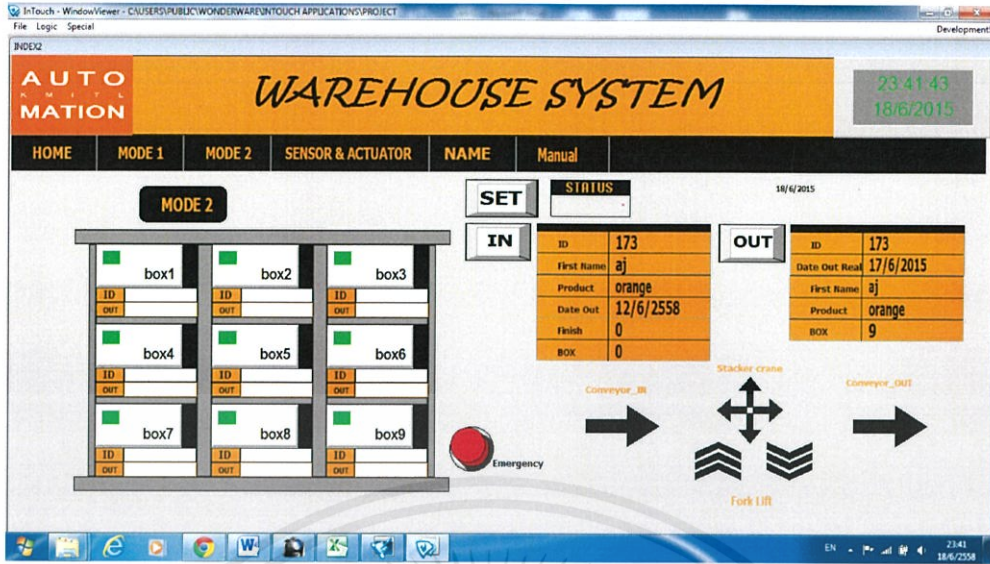
เมื่อ status เป็น 1 จะทำให้ข้อมูลใน Database ถูกตัดออก ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 Database status 1

การนำสินค้าออกจากคลัง ทำการเลือกช่องสินค้าที่ต้องการนำออก จากนั้นเลือกปุ่ม “OUT” แล้วกดปุ่ม SET จากนั้นข้อมูลของสินค้าขาออกจะแสดงในตาราง ดังรูปที่ 4.24

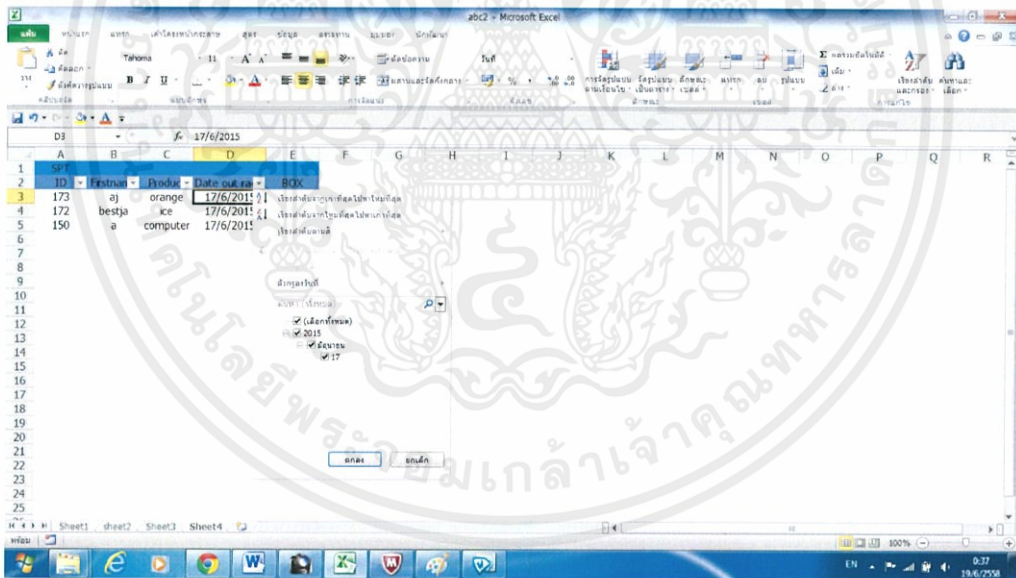
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 HMI แสดงข้อมูลสินค้าที่ออก

จากนั้นนำข้อมูลที่ถูกรับเชื่อมต่อกับ Excel มาทำ Report เพื่อเก็บข้อมูลการทำงานดังรูปที่

4.25



รูปที่ 4.25 Report

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุป

จากการทำโครงการการออกแบบและพัฒนาคลังสินค้านั้นทำให้เรียนรู้การทำงานที่หลากหลาย ได้ทั้งความรู้และทักษะเพิ่มเติมทั้งทางด้านการวางแผนการทำงาน การออกแบบการซื้อสินค้า ด้านการทำงาน ซึ่งได้เรียนรู้ในการเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับงาน การสร้างระบบควบคุมคลังสินค้าโดยการนำ PLC Mitsubishi ซึ่งเป็น PLC ที่ยังไม่เคยเรียนรู้มาศึกษาและออกแบบวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ และวงจรควบคุมโดยการนำ ฟร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ มาประยุกต์ใช้งานให้เข้ากับ PLC อีกทั้งยังได้รับความรู้เพิ่มเติมในด้านซอฟต์แวร์ ทั้งนี้รวมถึงการวางแผนการบริหารจัดการให้เหมาะสมกับการใช้งานในคลังสินค้าอัตโนมัติอีกด้วย ทุกอย่างที่ได้เรียนรู้มานี้ล้วนแล้วแต่เป็น ความรู้และประสบการณ์ที่ทรงคุณค่า

### 5.2 ข้อเสนอแนะ

โครงการนี้เป็นการออกแบบสร้างสายพานลำเลียง และการออกแบบการบริหารจัดการสำหรับระบบคลังสินค้า แต่ระบบยังมีสิ่งที่ยังขาดไปนั่นก็คือ การกำหนดตำแหน่งให้คงที่แน่นอน การบริหารจัดการสายให้เป็ระเบียบเพื่อป้องกันการชำรุด เป็นต้น ซึ่งจากที่กล่าวระบบนี้มีความสมบูรณ์ในระดับหนึ่งแล้ว ดังนั้นหากผู้ใดที่มีความสนใจและมีความคิดในการพัฒนาระบบเพิ่มหรือสร้างชิ้นใหม่ รวมถึงการบริหารจัดการระบบที่ดี ทางคณะผู้จัดทำโครงการแนะนำให้มีการสร้างความแข็งแรง ทนทาน การนำวัสดุหรือการนำรูปแบบใหม่ ๆ มาใช้ และมีระบบบริหารจัดการที่มีข้อบกพร่องน้อยที่สุด เพื่อให้ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติมีความทันสมัยและสะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น โดยนอกจากนี้จากการทดลองการใช้งานระบบคลังสินค้าอัตโนมัติเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนในการเขียนโปรแกรม GX-Works2 ทำให้ทราบปัญหาในการตรวจจับตำแหน่งของอุปกรณ์ทุกตัวด้วย ฟร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ ซึ่งจากการตรวจสอบทำให้พบว่าปัญหานี้เกิดจากการที่โครงการชิ้นนี้ยังไม่มีฐานยึดตัวคลังสินค้า ซึ่งทำให้มีโอกาสเกิดความคาดเคลื่อนได้มาก ผู้จัดทำโครงการจึงแนะนำให้มีการยึดฐานหรือการวางตำแหน่งที่ชัดเจนเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจจับหรือผิดพลาดน้อยที่สุดสุดท้ายสำหรับผู้สนใจจะชมสื่อวีดิทัศน์ระบบจัดเก็บและการเคลื่อนที่เข้า-ออกด้วยสายพานลำเลียงที่ผู้จัดทำโครงการได้สร้างขึ้น สามารถรับชมวีดิโอได้จาก แผ่นซีดีที่แนบมากับปฏิญานិพนธ์เล่มนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

1. ภาณุมาศ สุวรรณ, SolidWorks 2014 ครบสูตรงานออกแบบวิศวกรรม 3 มิติ.
2. Mitsubishi Electric Factory Automation (Thailand) Co., Ltd., การใช้งาน GX Work2 เบื้องต้น.
3. ปริญญาธิพนธ์ การออกแบบและสร้างสแตกเกอร์คอนสำหรับระบบคลังสินค้า

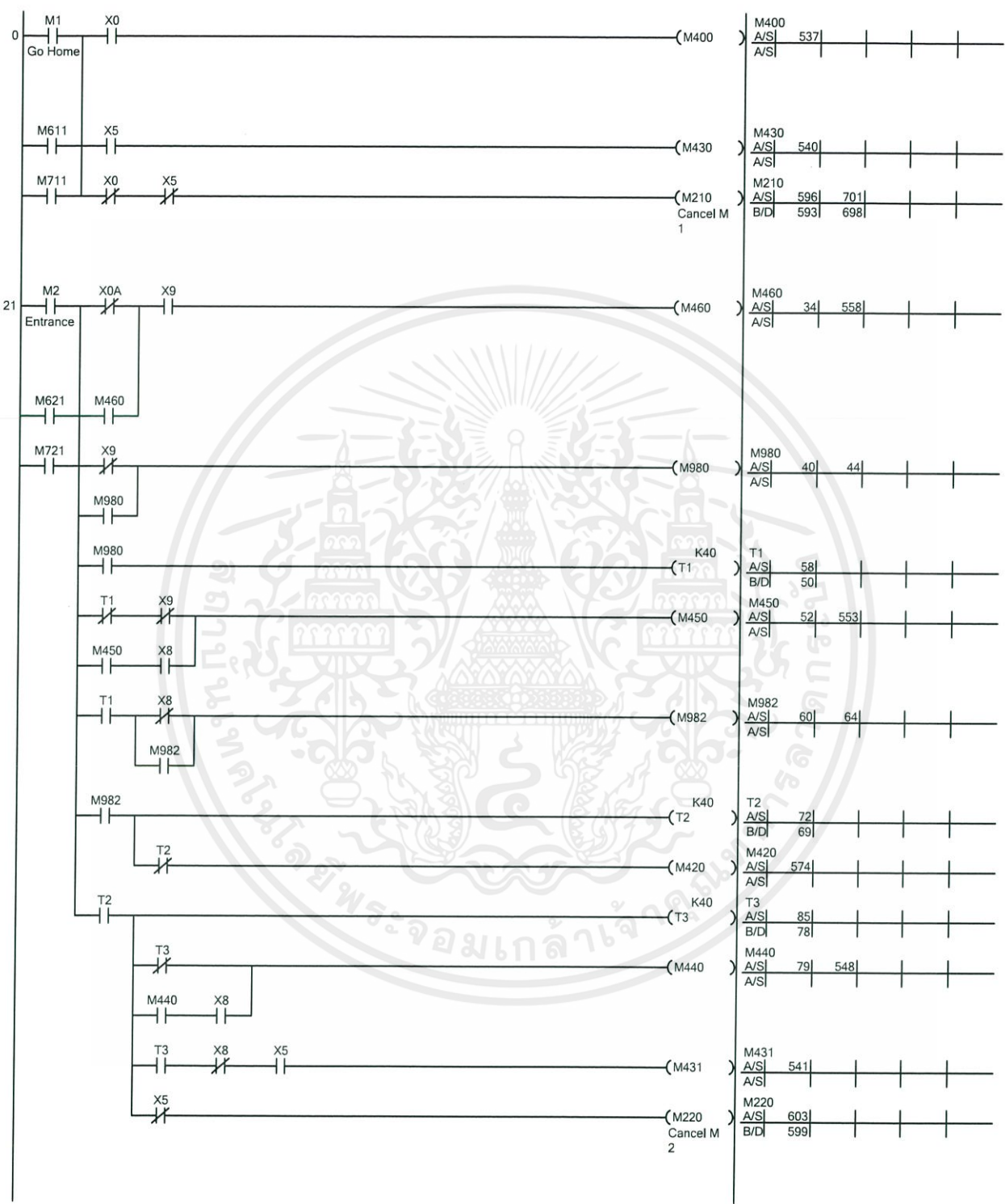


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

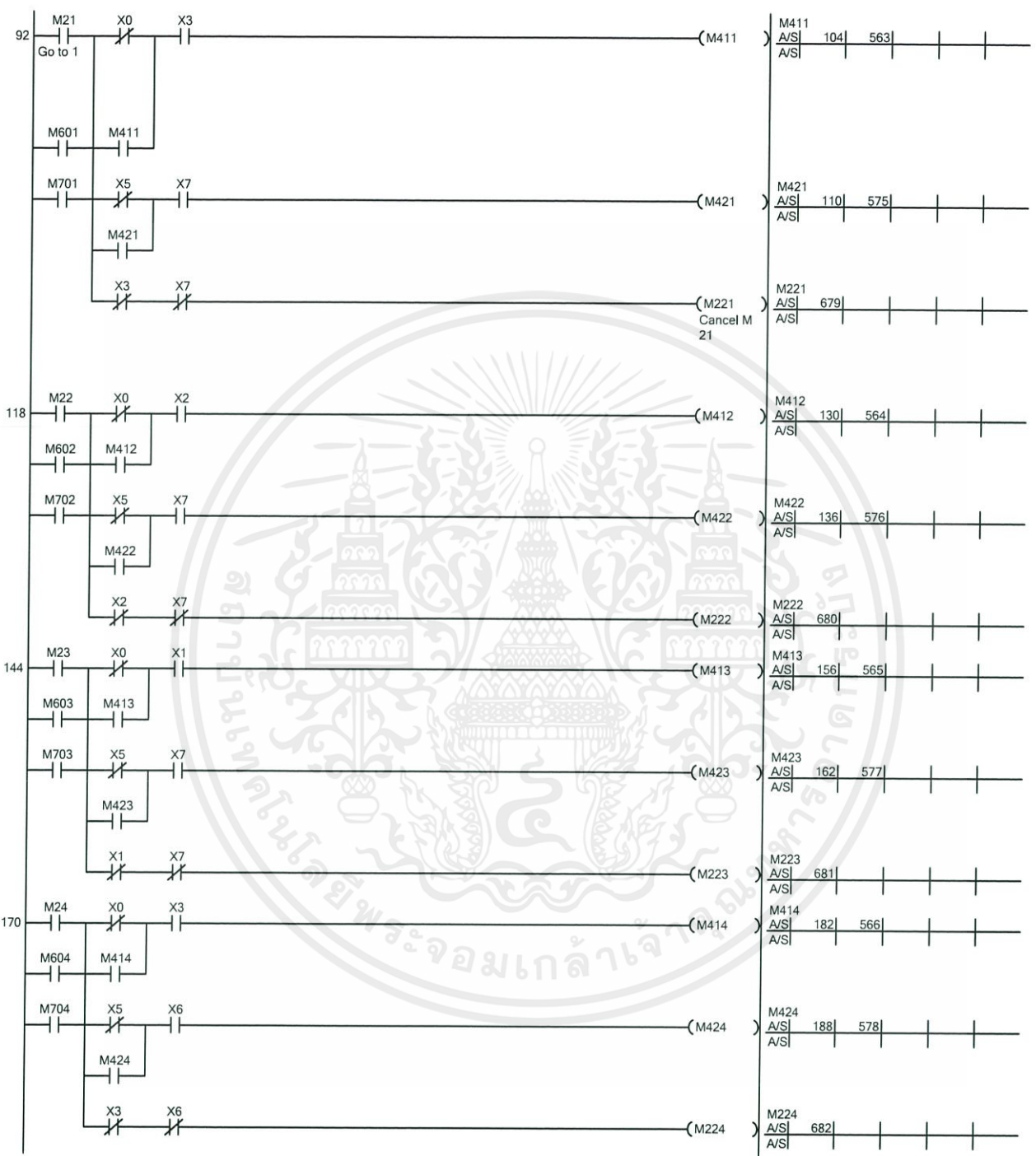


ภาคผนวก

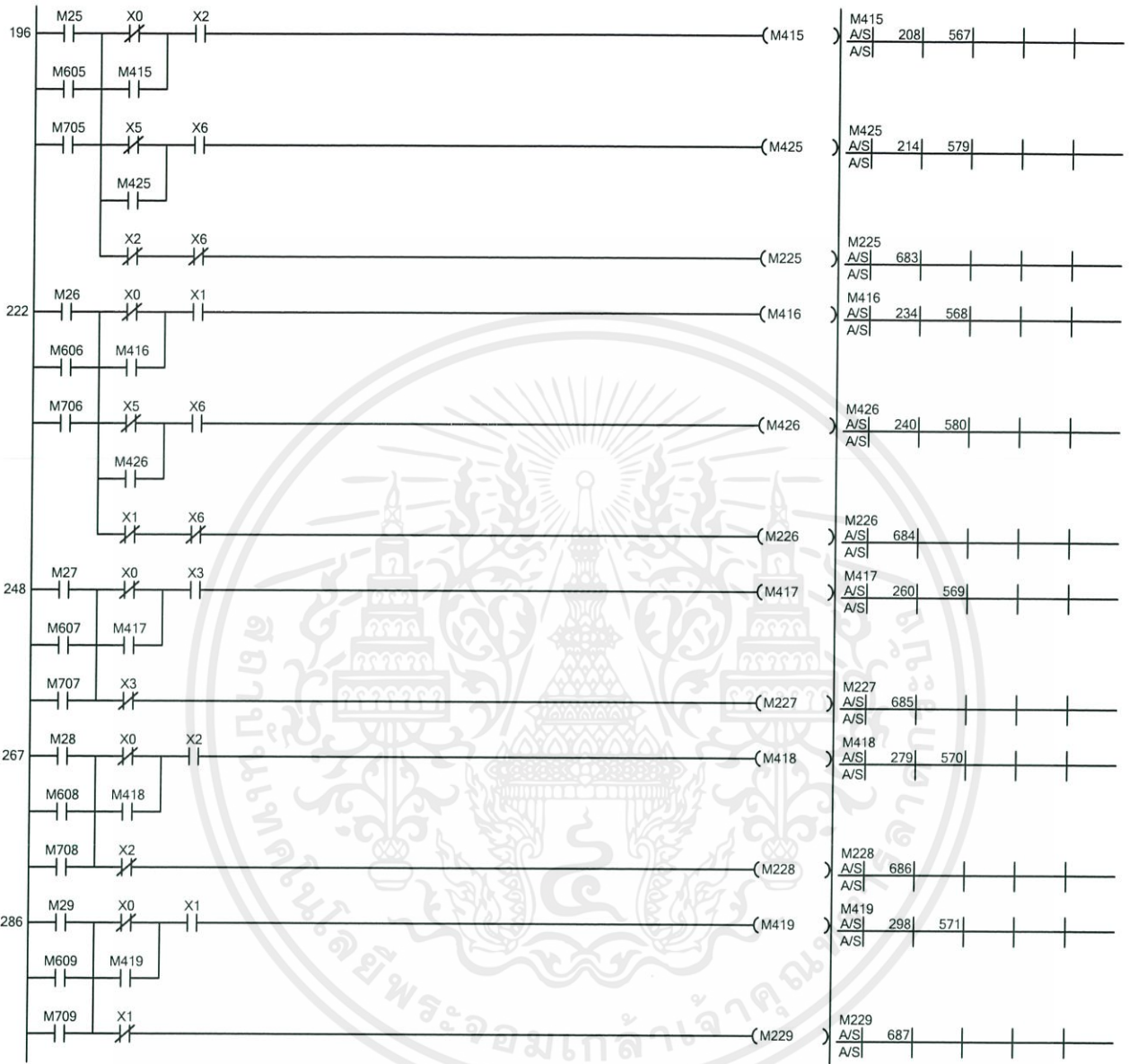
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



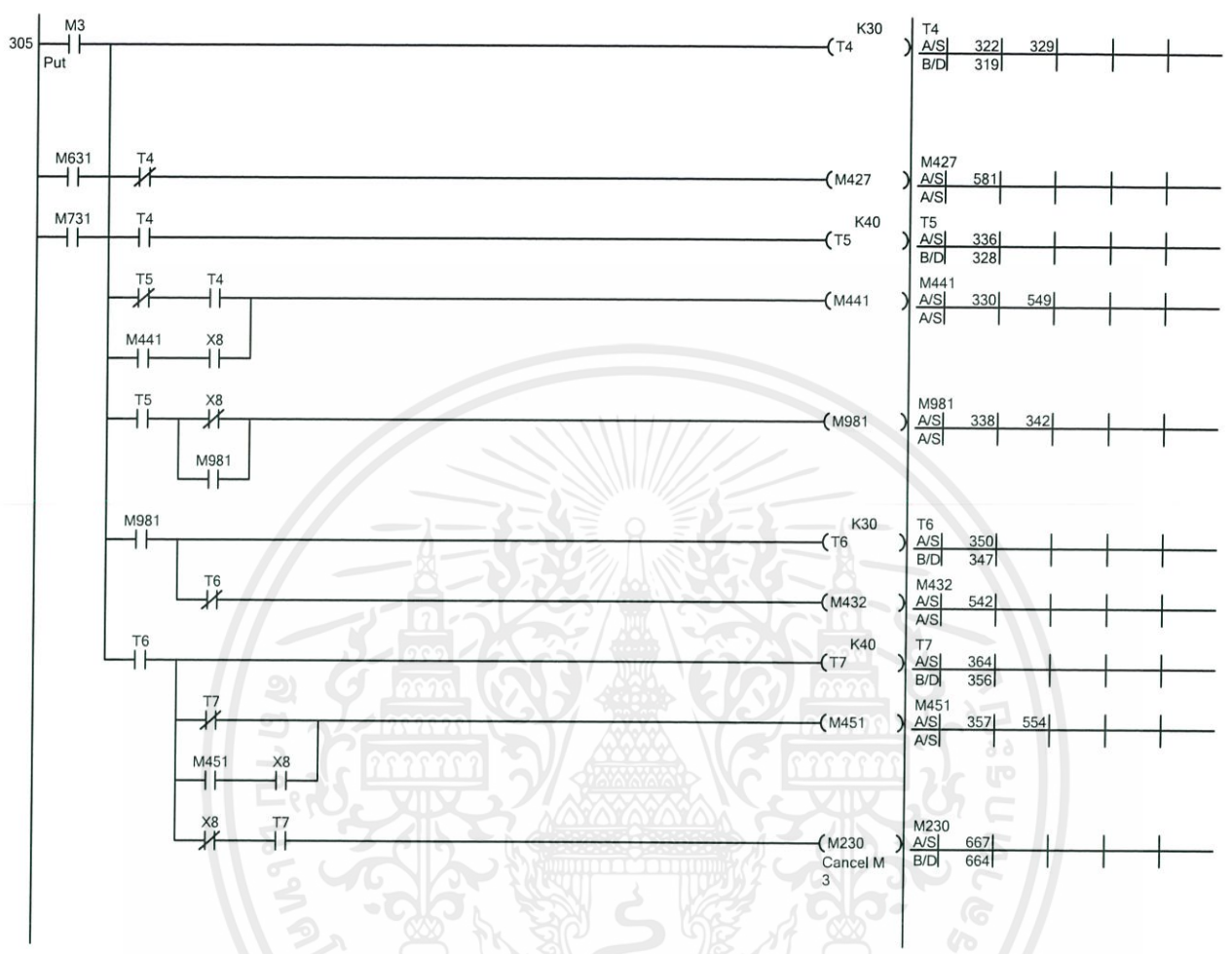
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



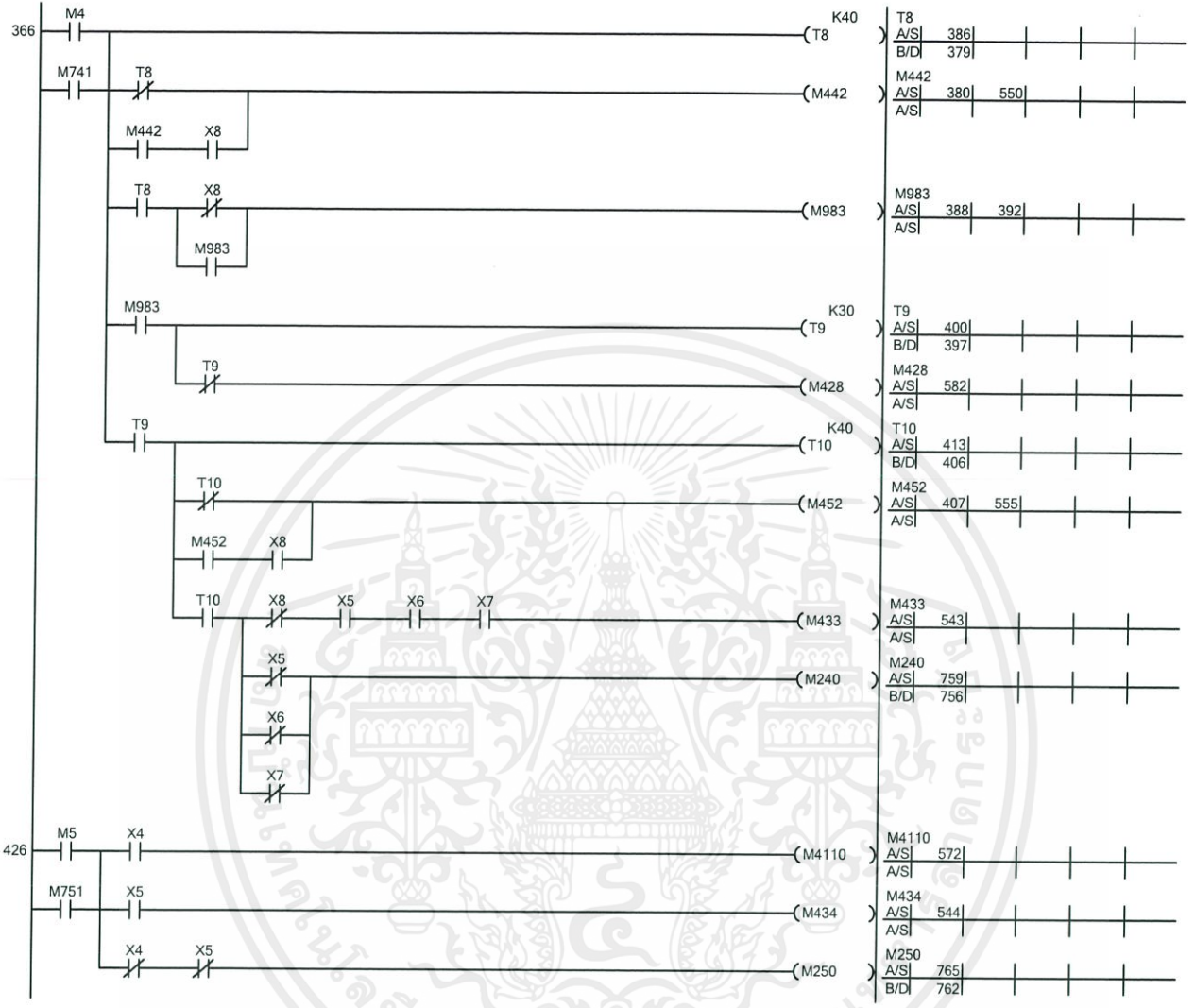
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



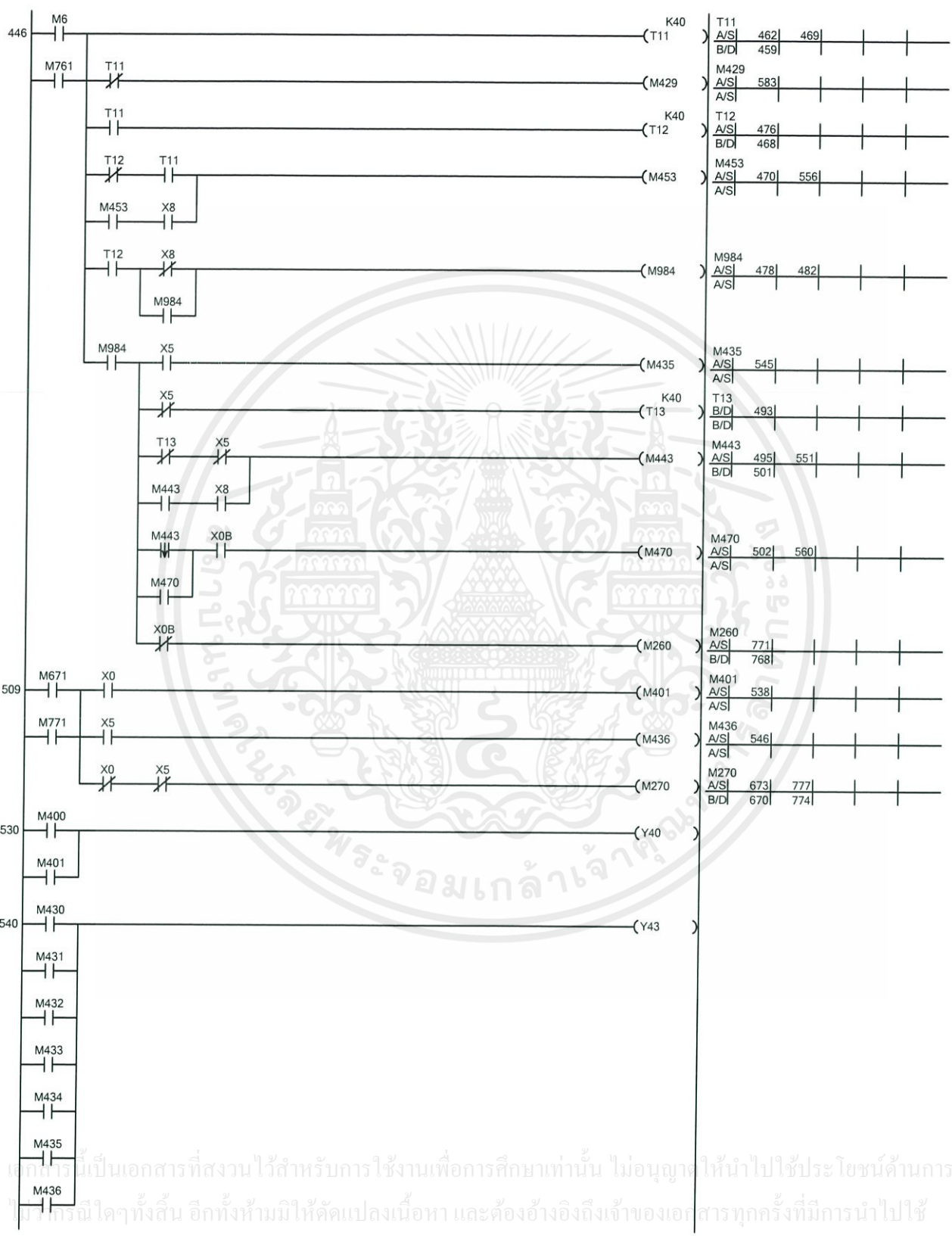
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



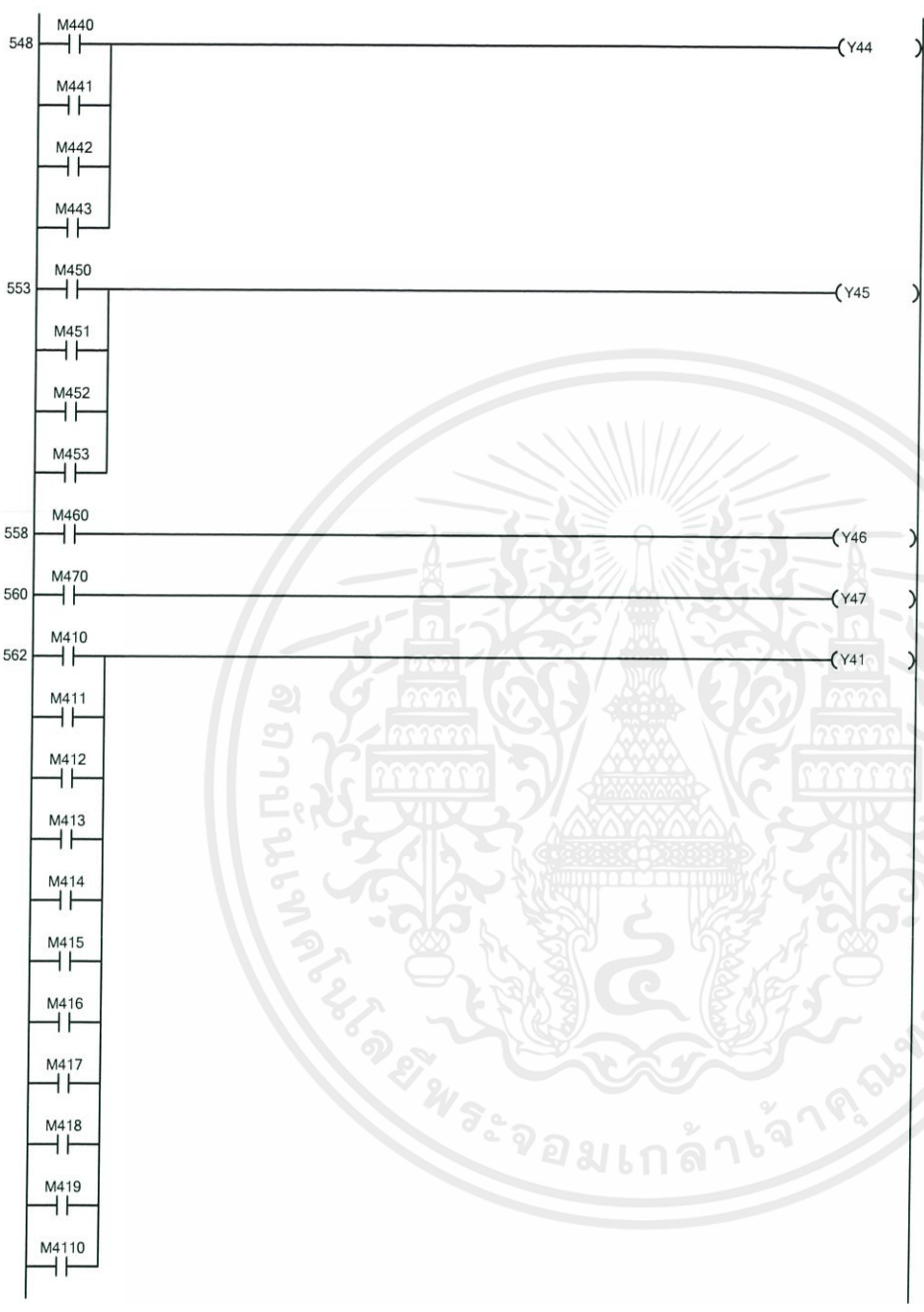
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



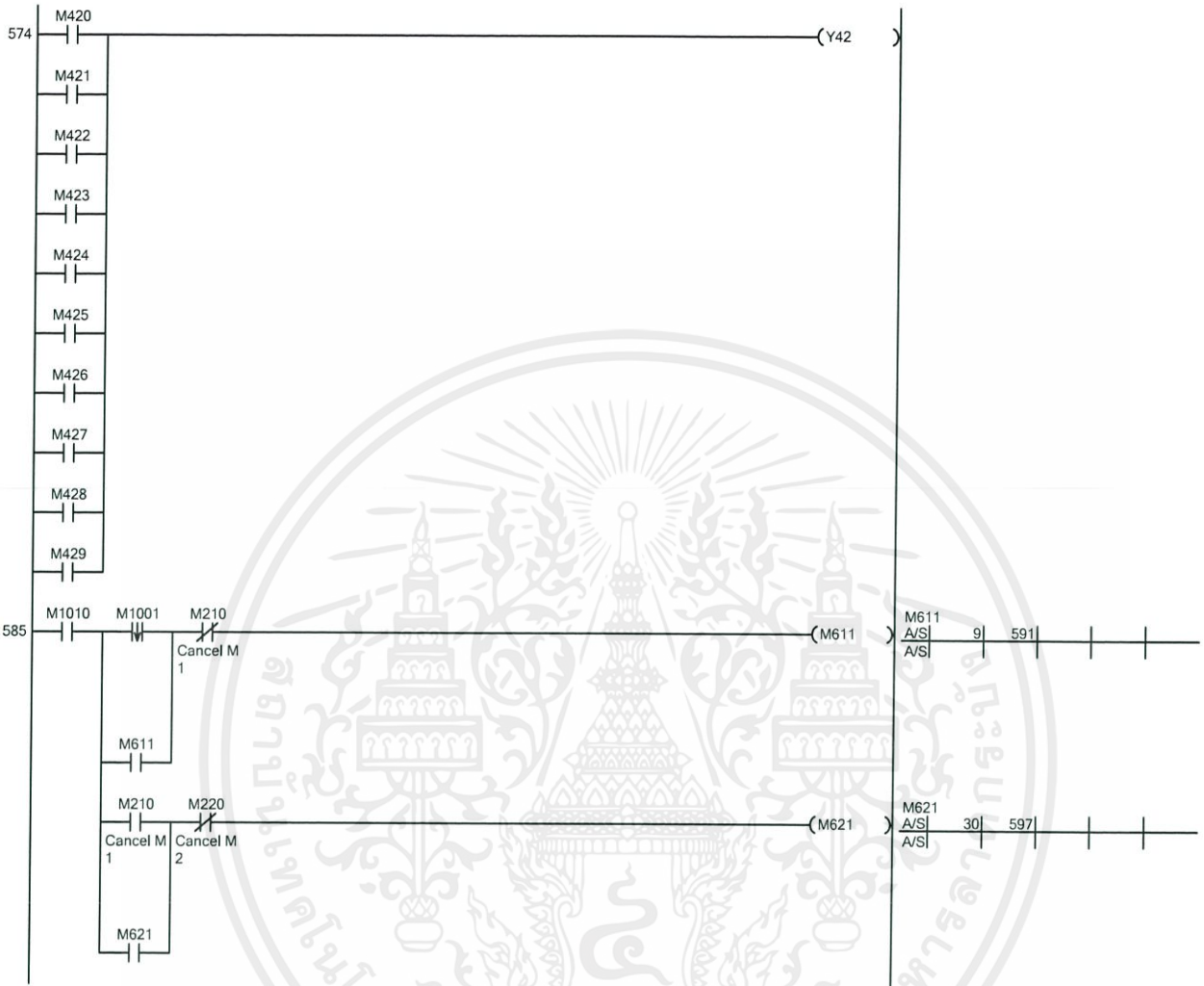
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



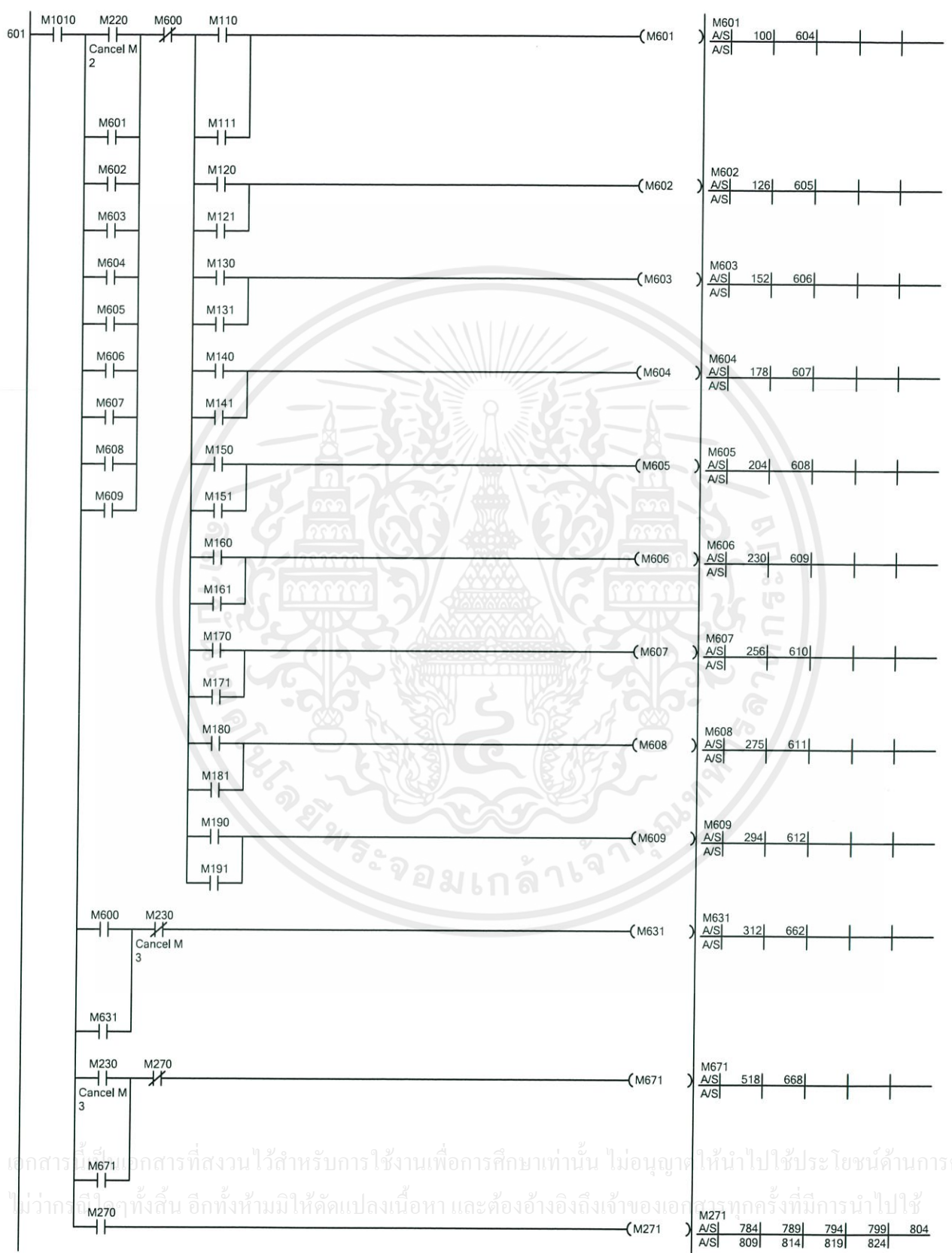
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ทุกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



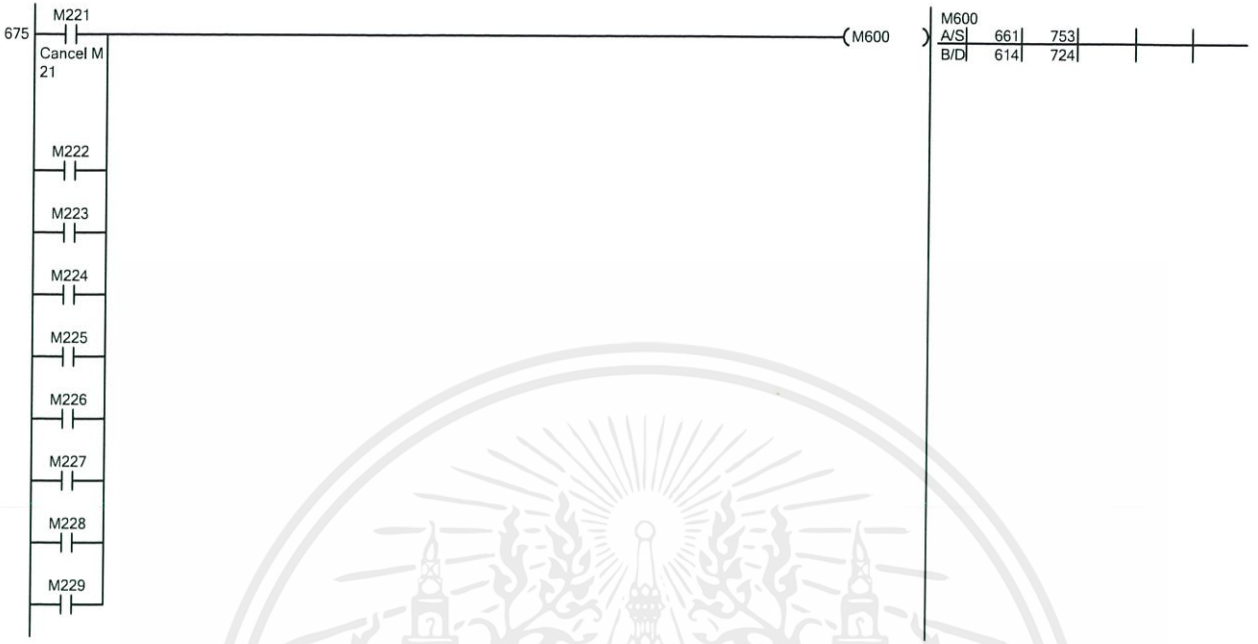
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



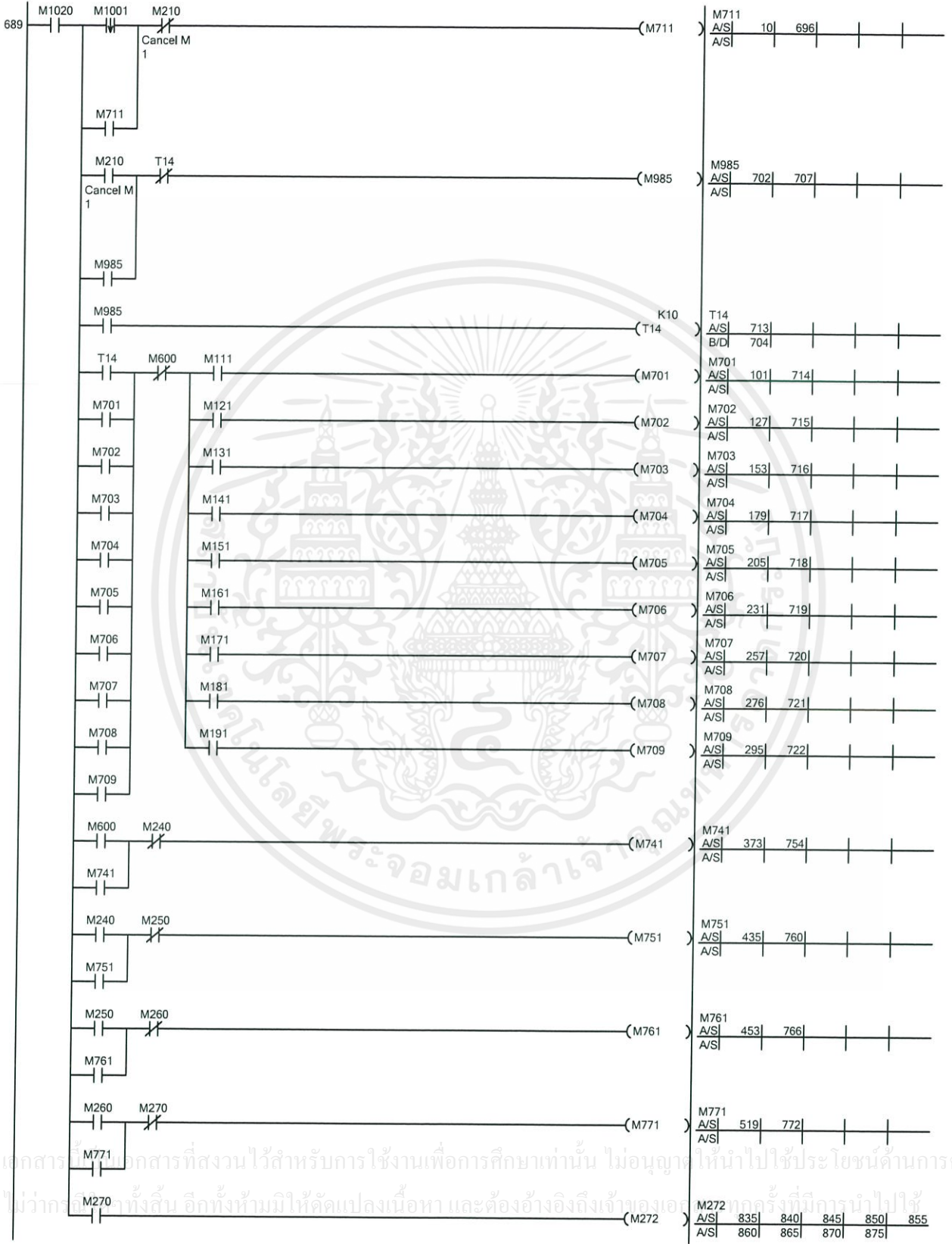
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

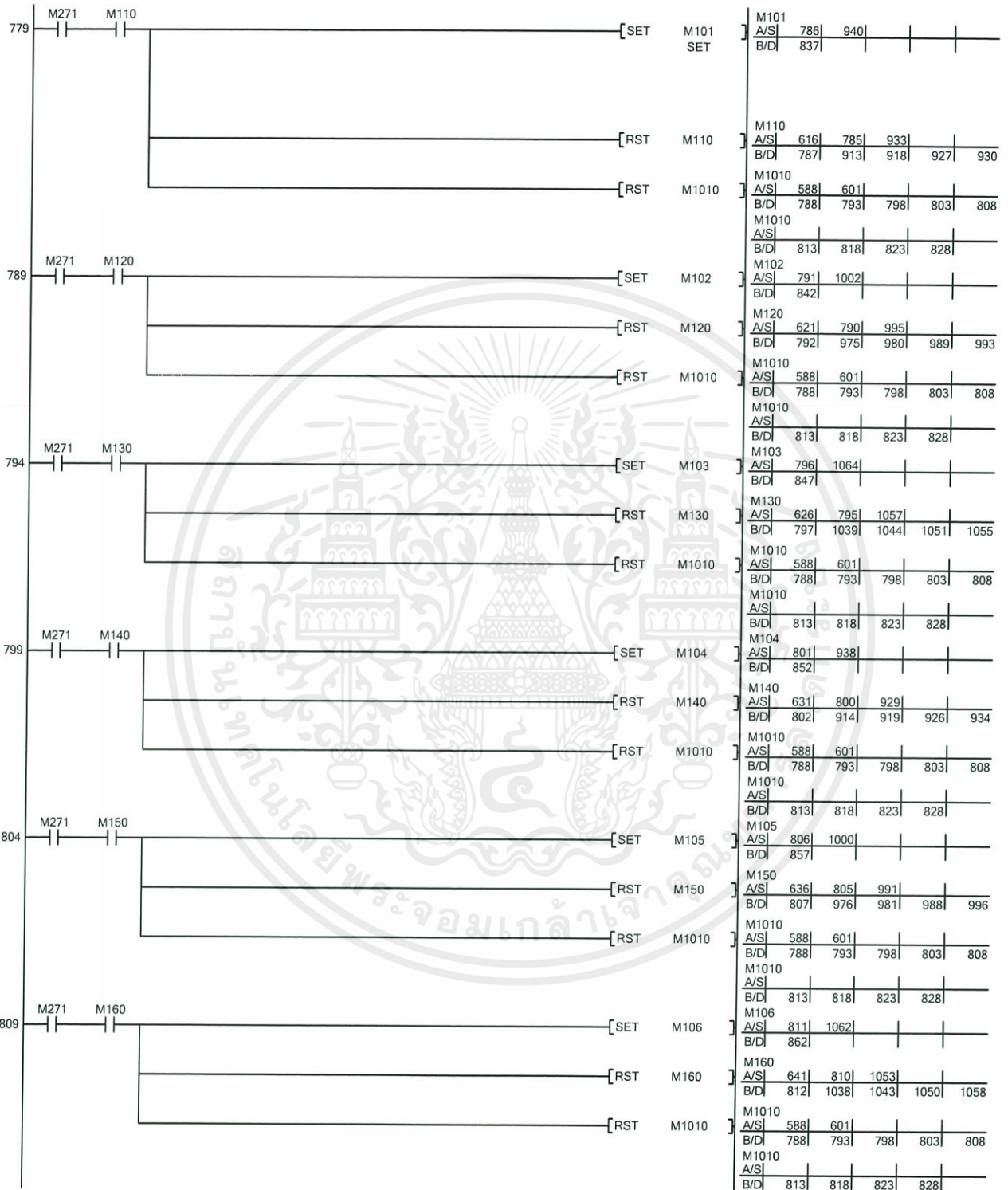


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

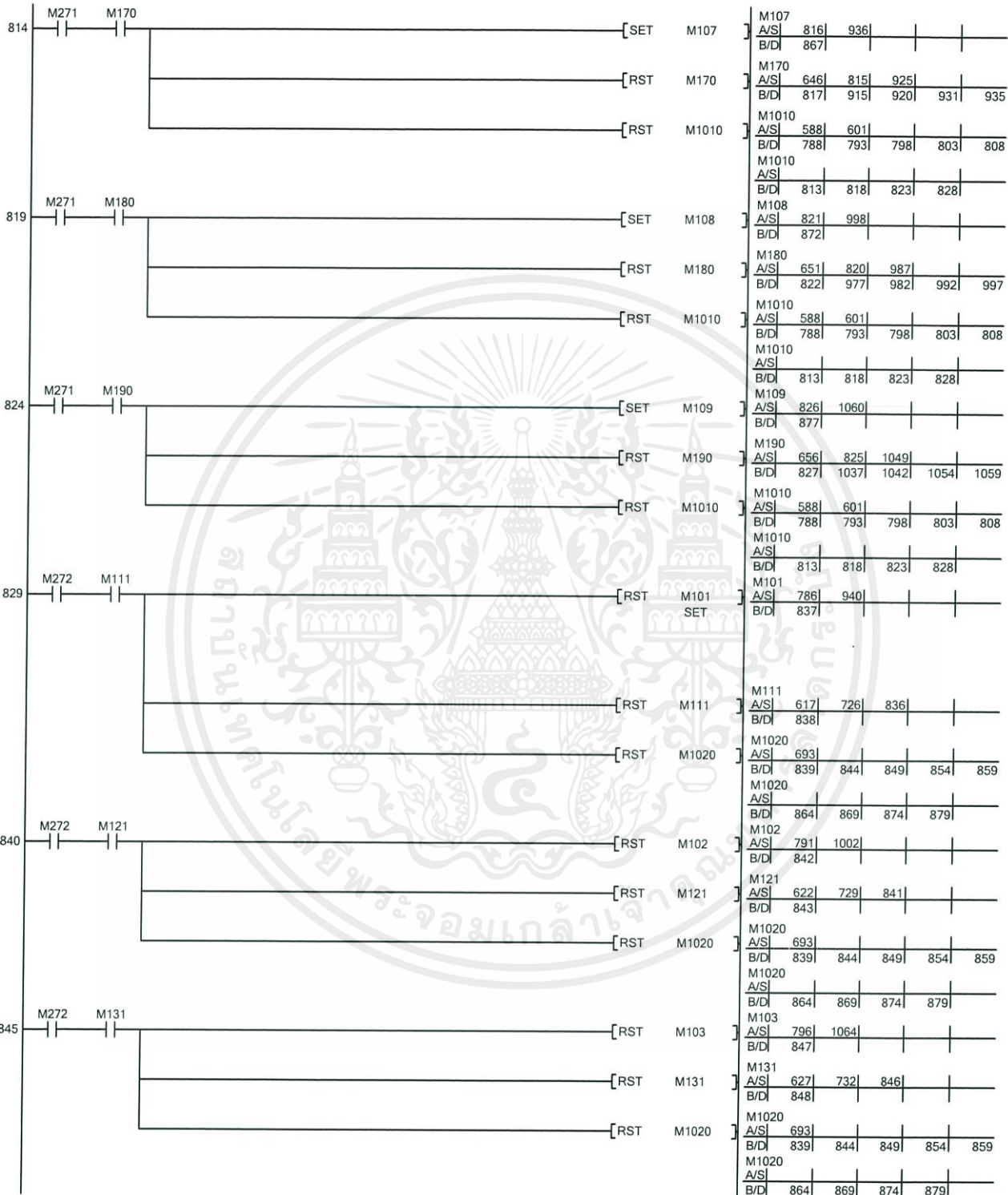


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

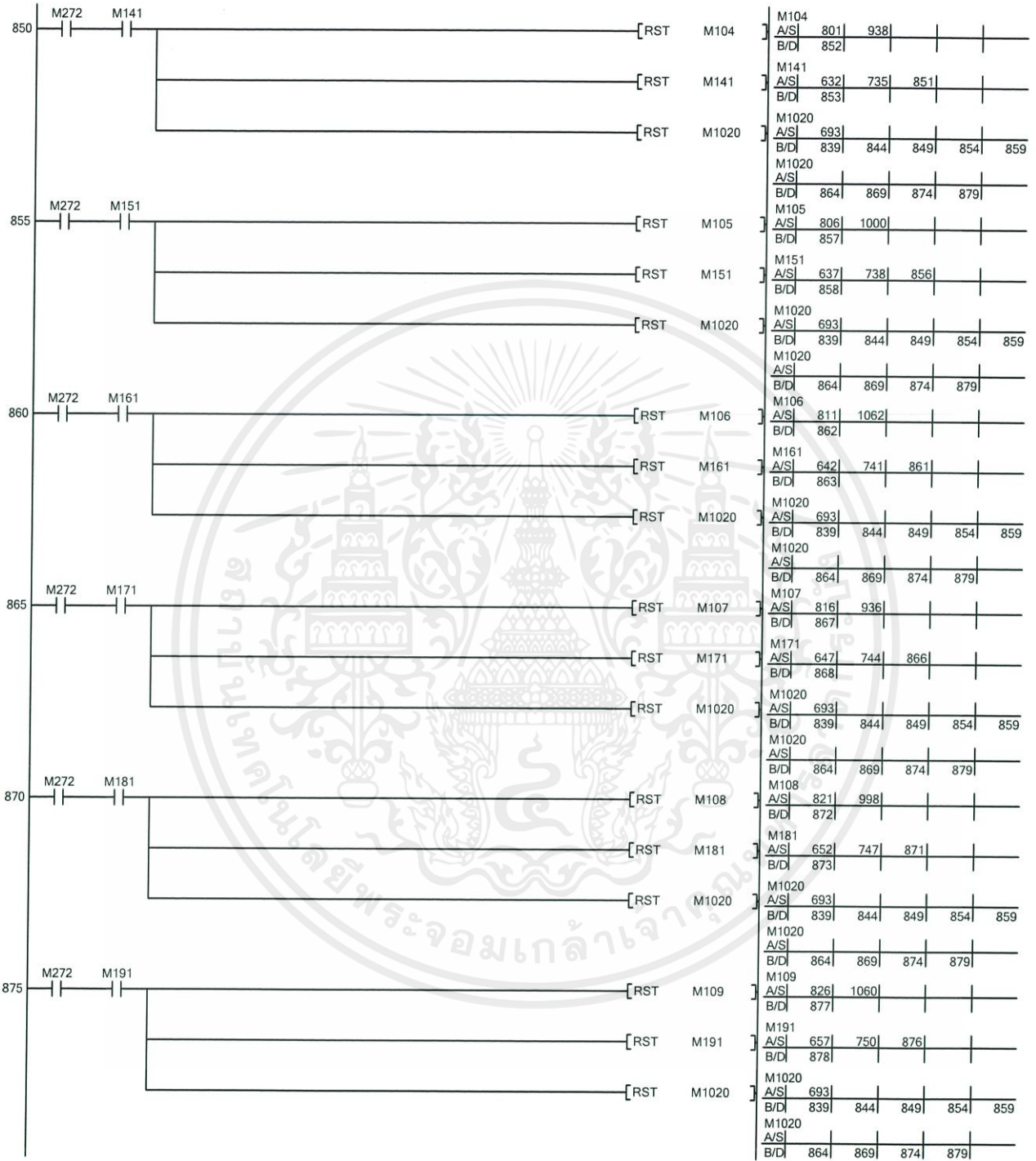




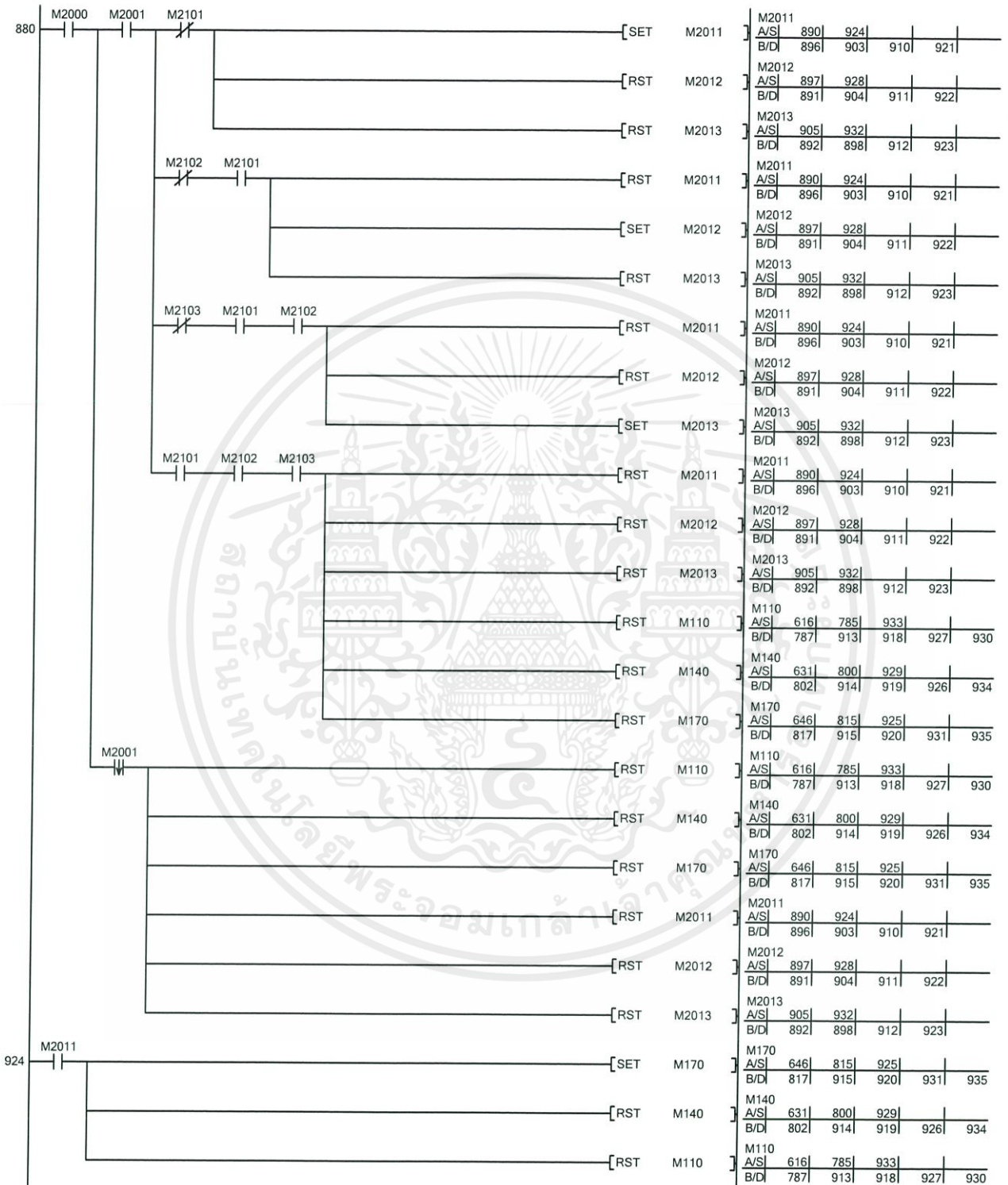
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



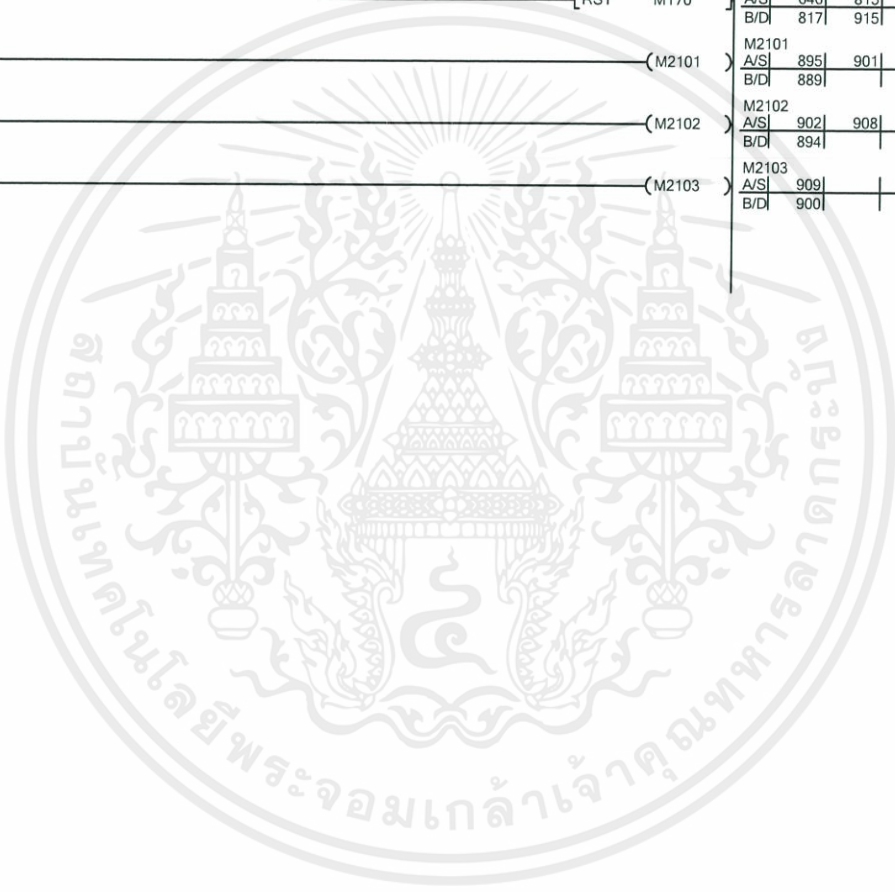
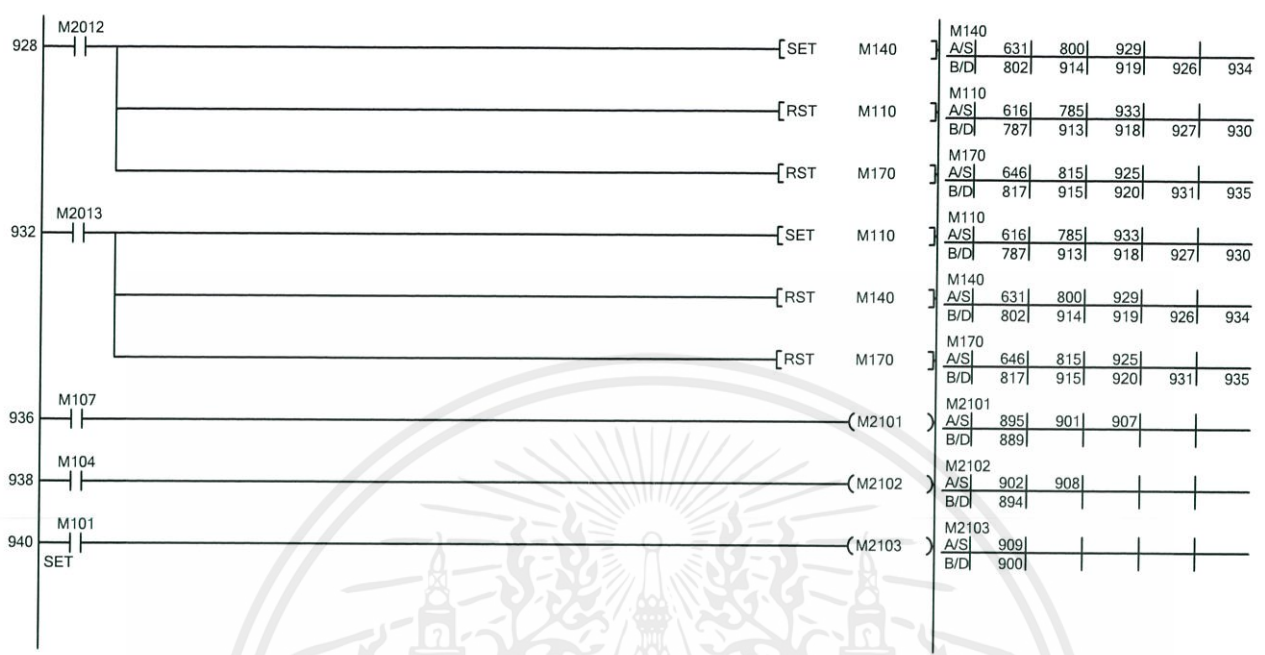
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



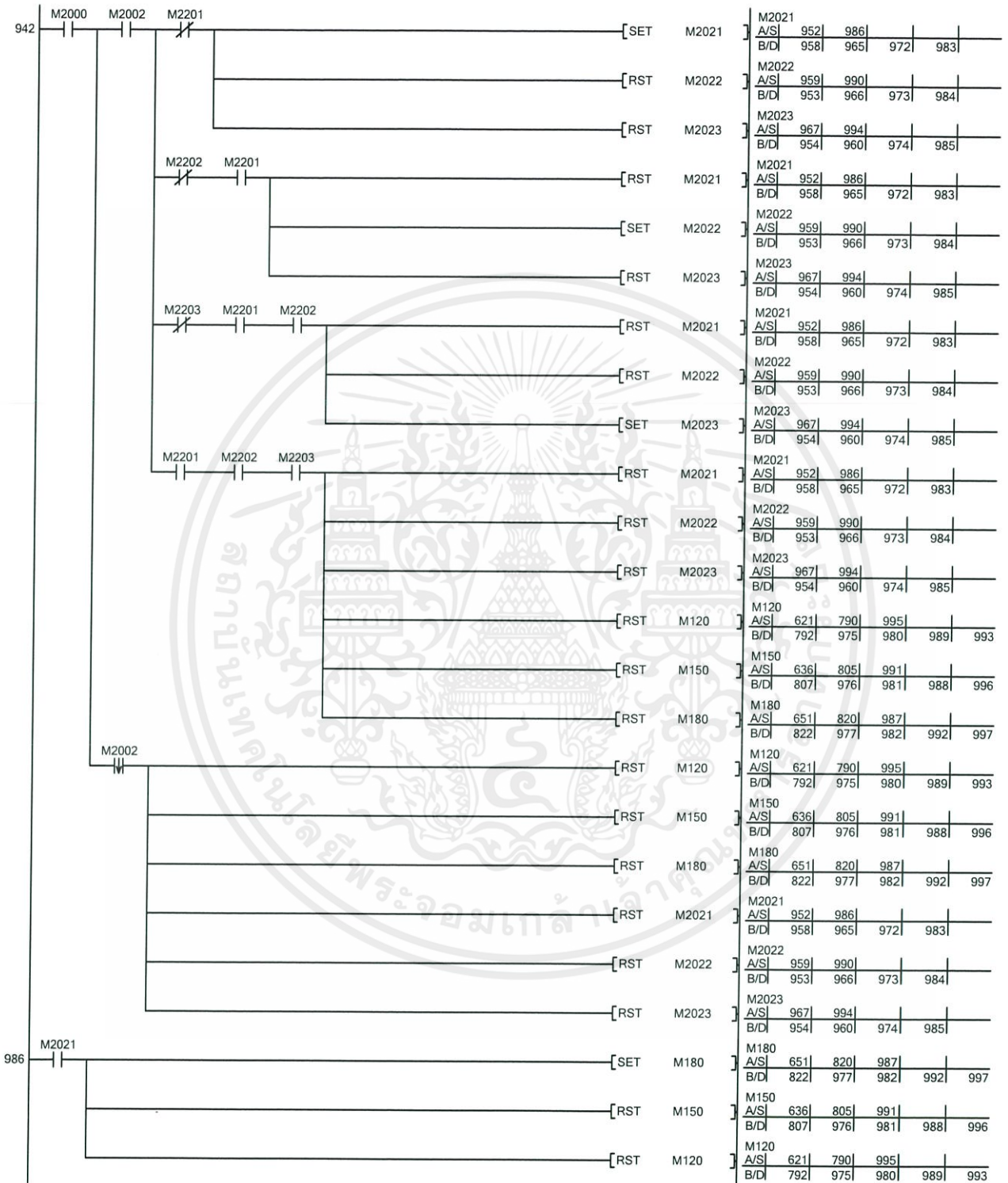
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



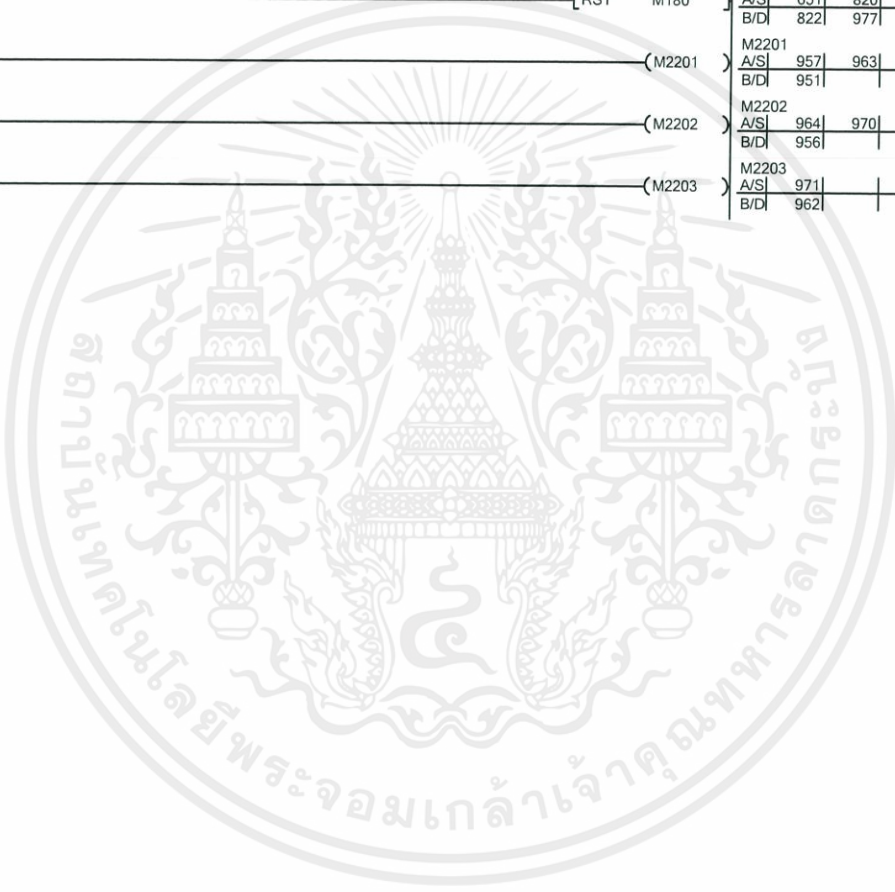
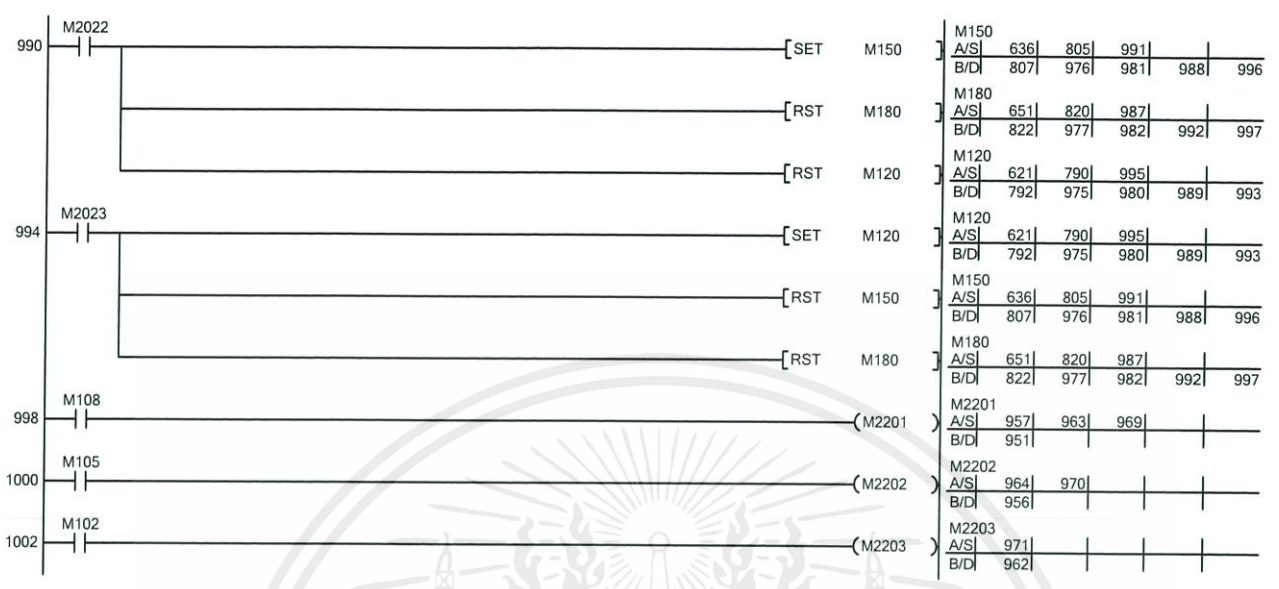
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



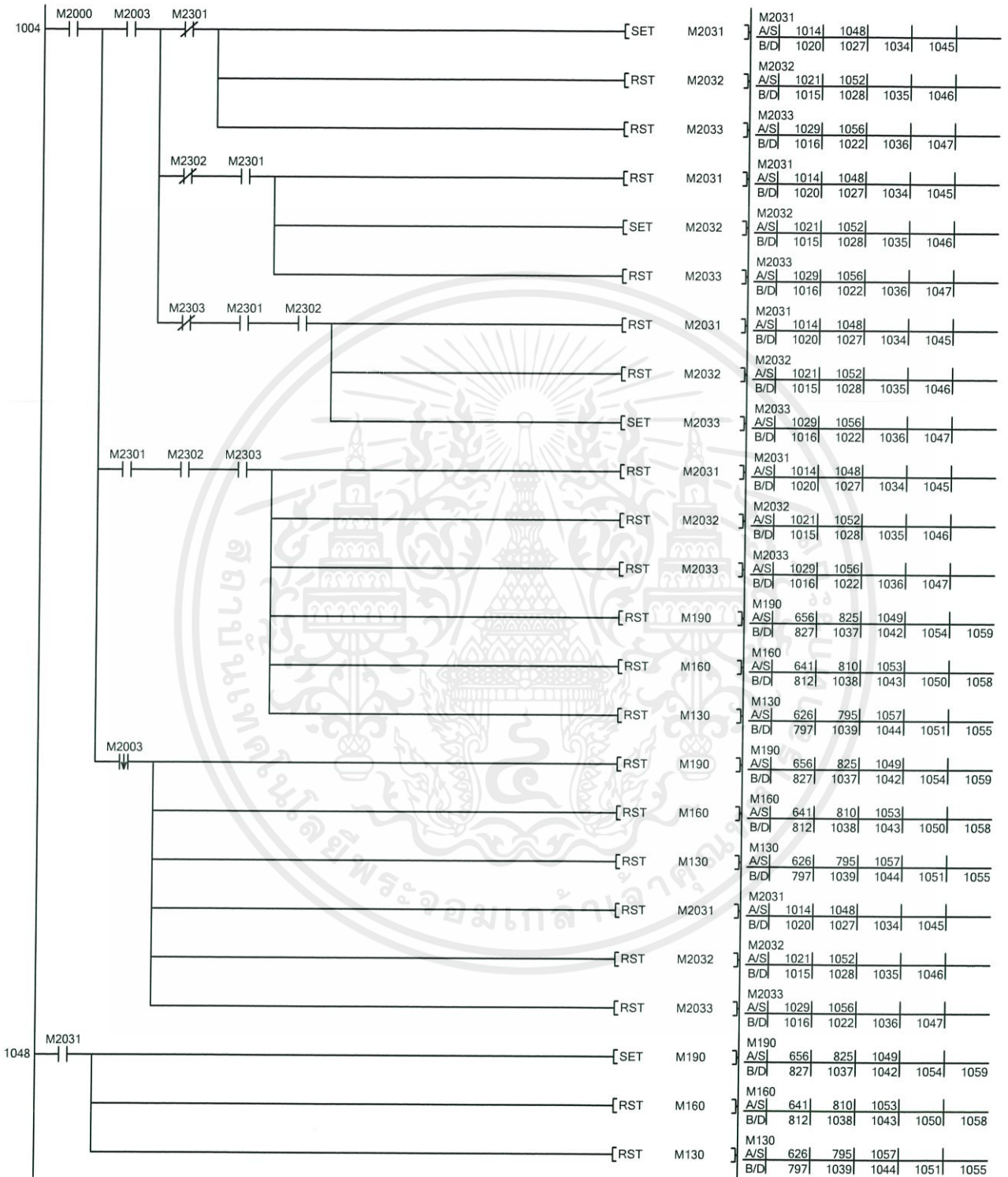
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



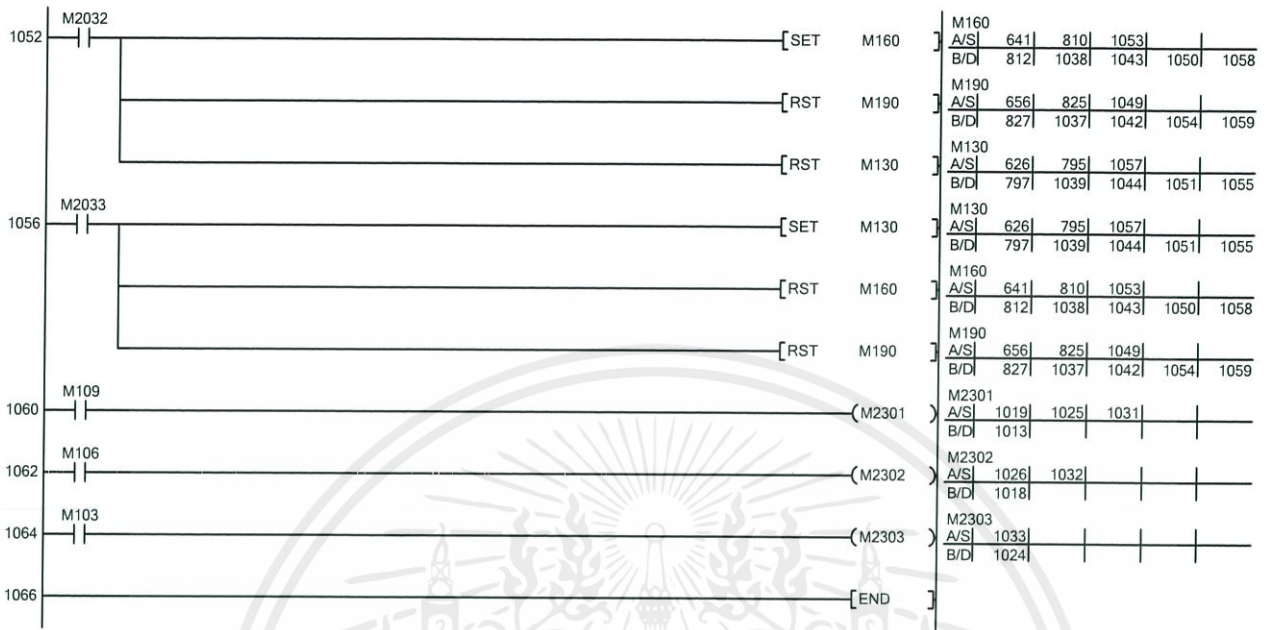
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



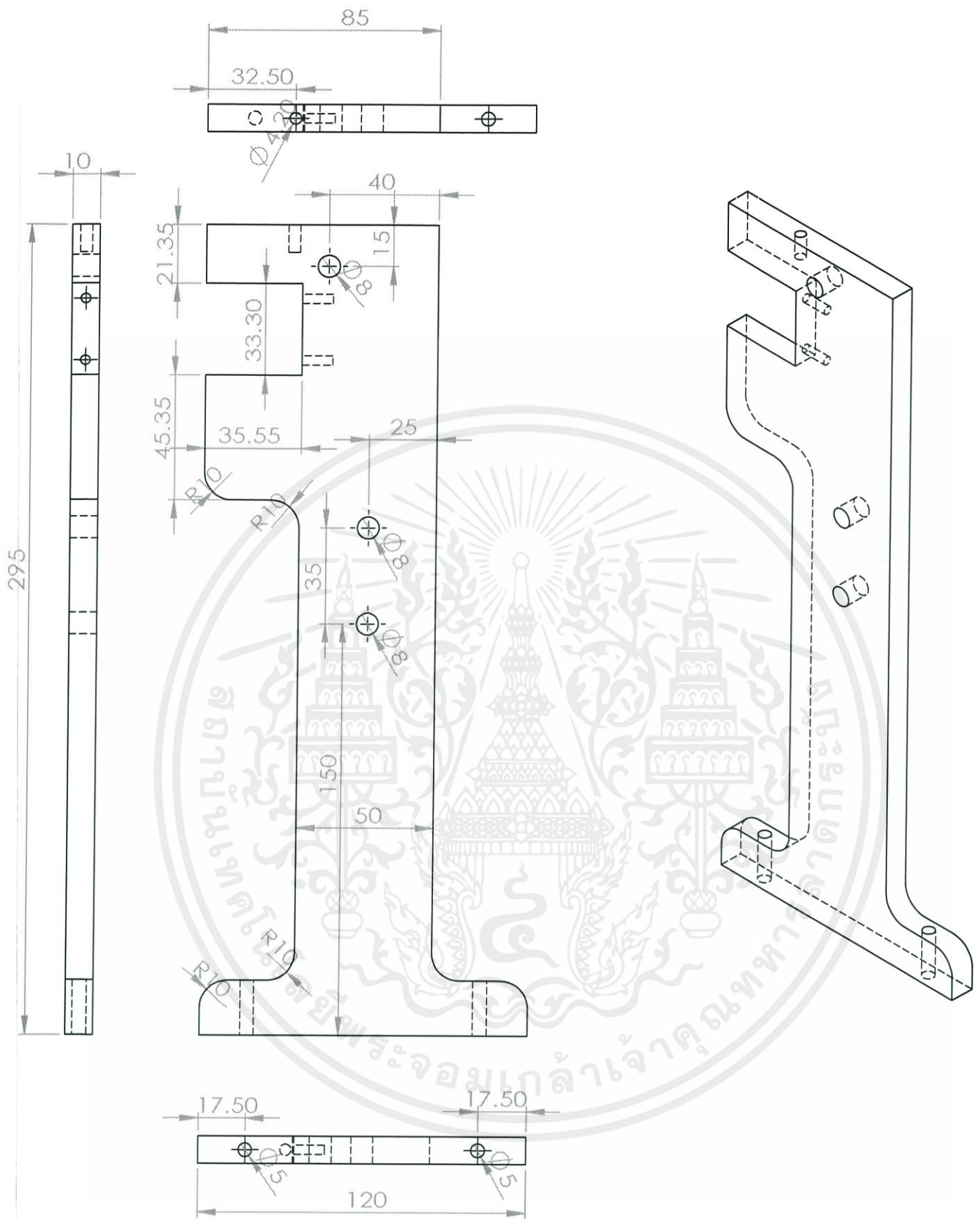
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
SURFACE FINISH:  
TOLERANCES:  
LINEAR:  
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME

SIGNATURE

DATE

TITLE: อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DRAWN

CHK'D

APPV'D

MFG

Q.A.

MATERIAL:

DWG NO.

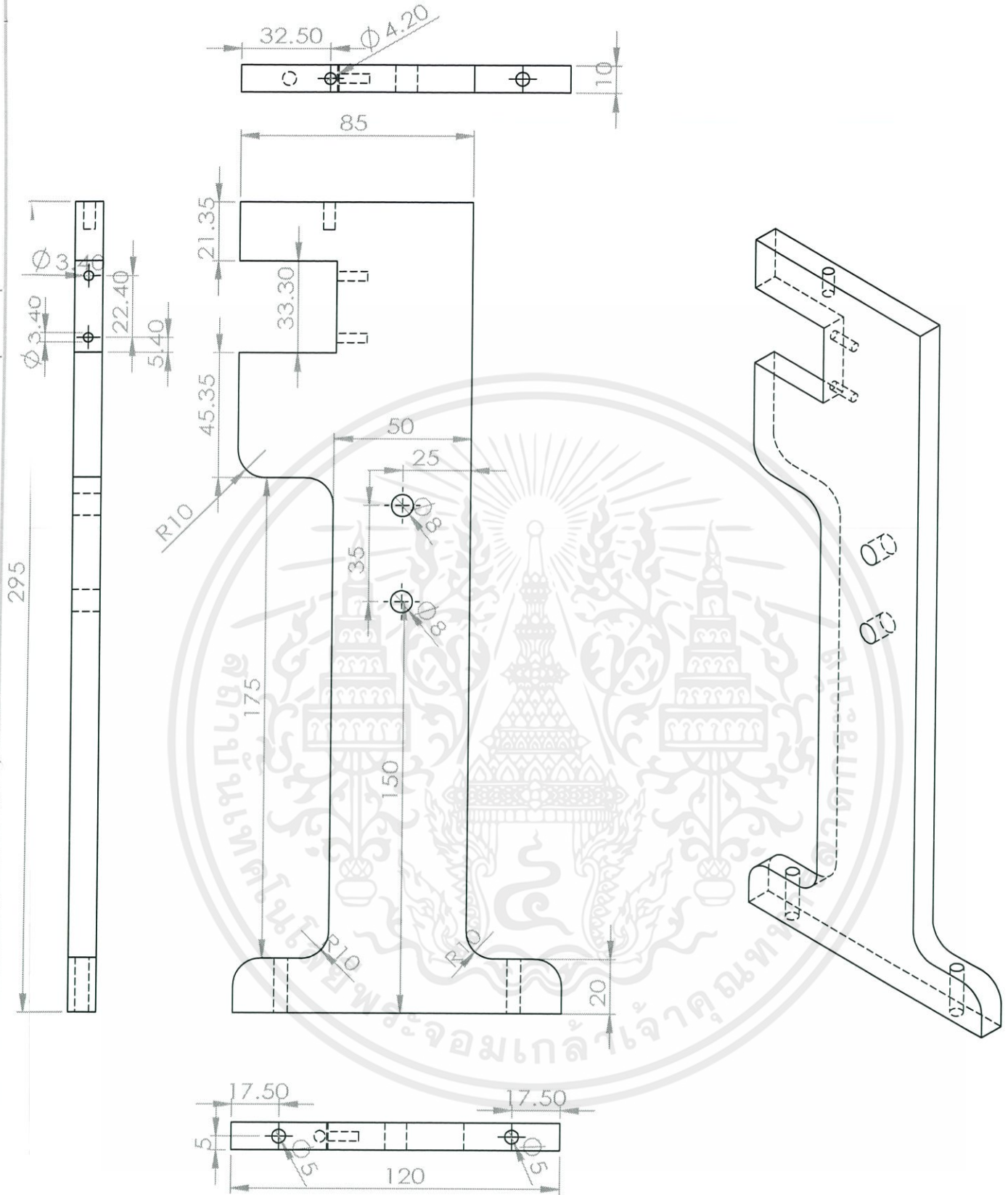
เส้าหน้า 1

A4

WEIGHT:

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
SURFACE FINISH:  
TOLERANCES:  
LINEAR:  
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME

SIGNATURE

DATE

TITLE

DRAWN

CHK'D

APPV'D

MFG

Q.A

MATERIAL:

DWG NO.

WEIGHT:

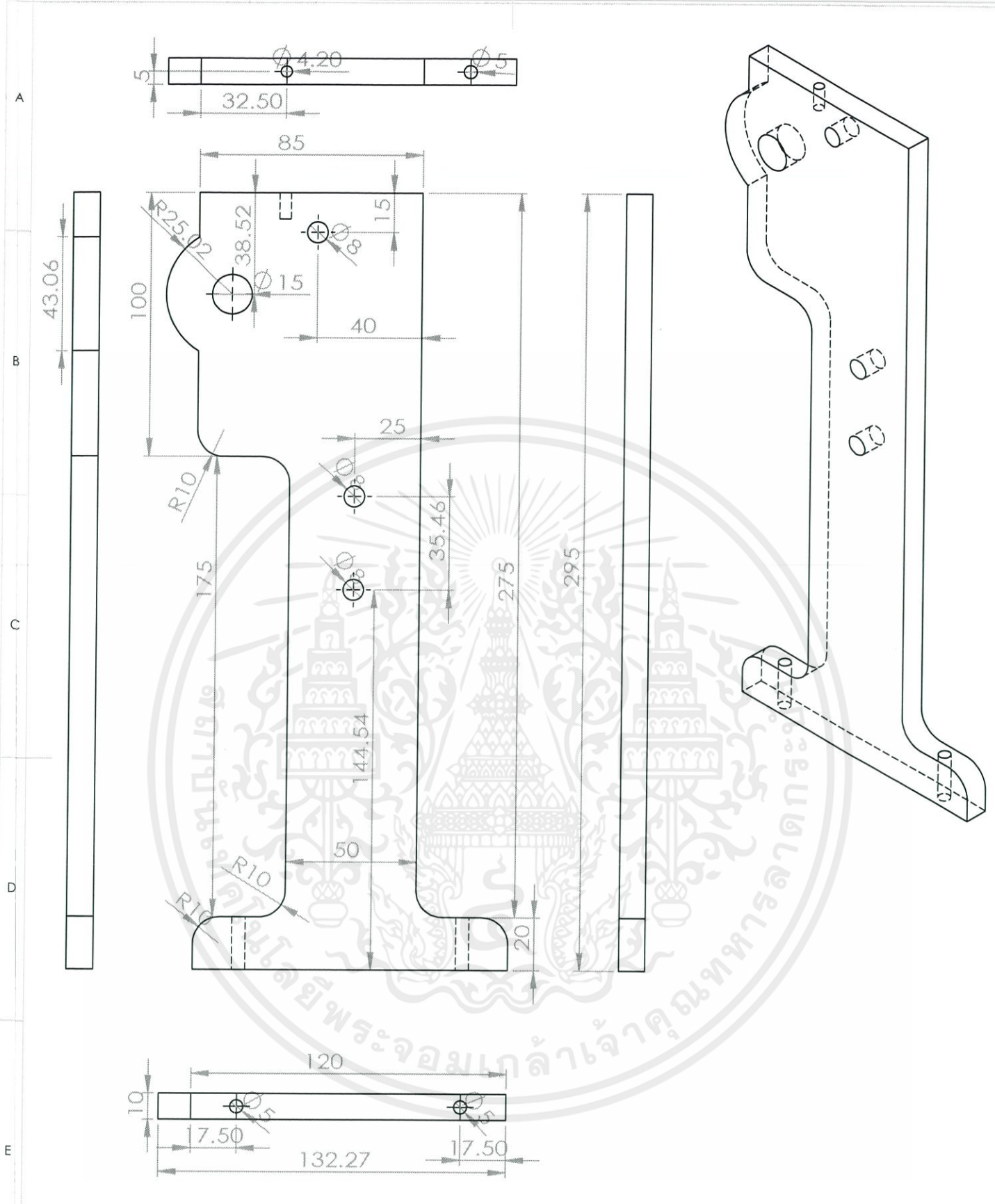
SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

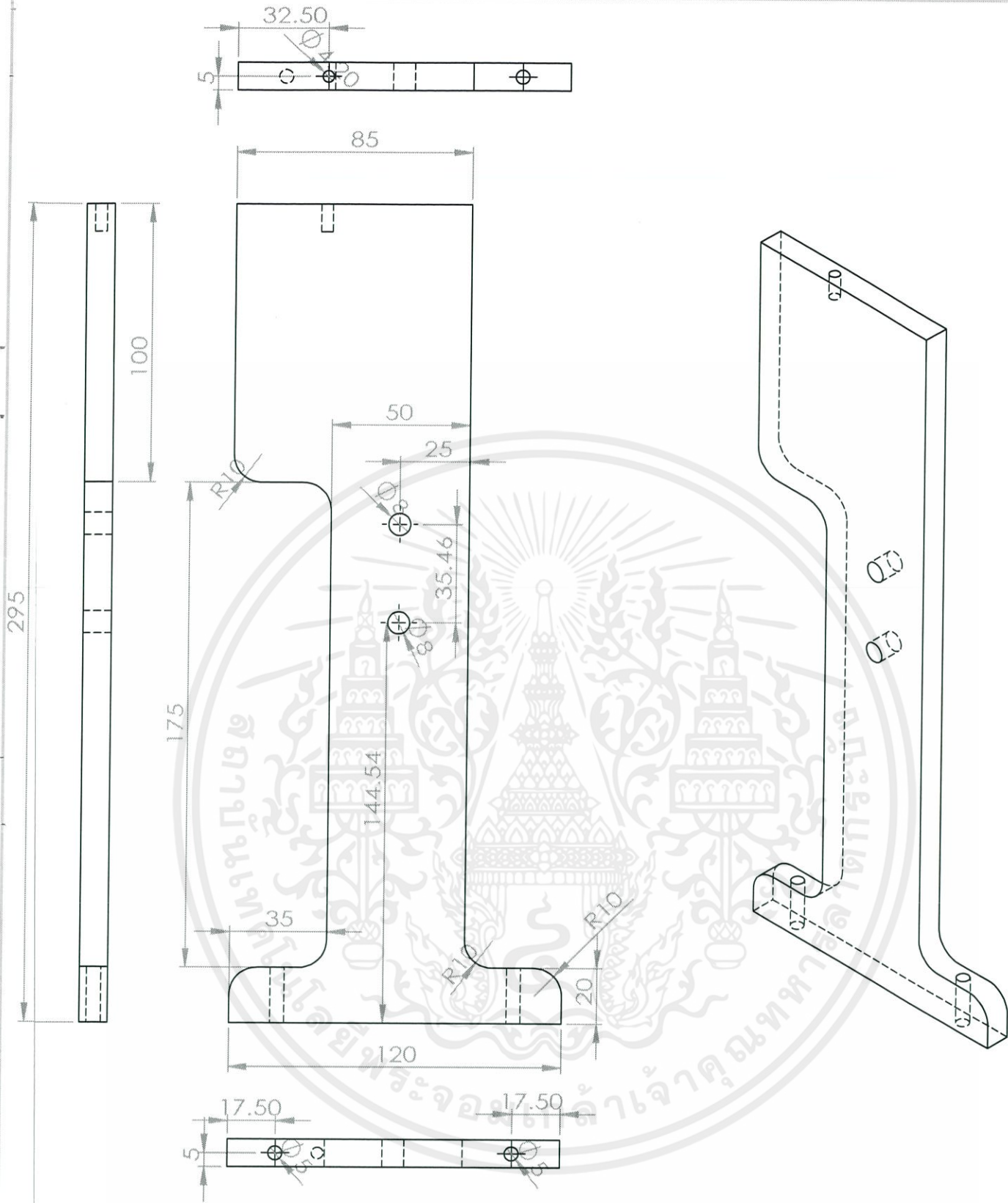
เส้าหน้า 2

A4

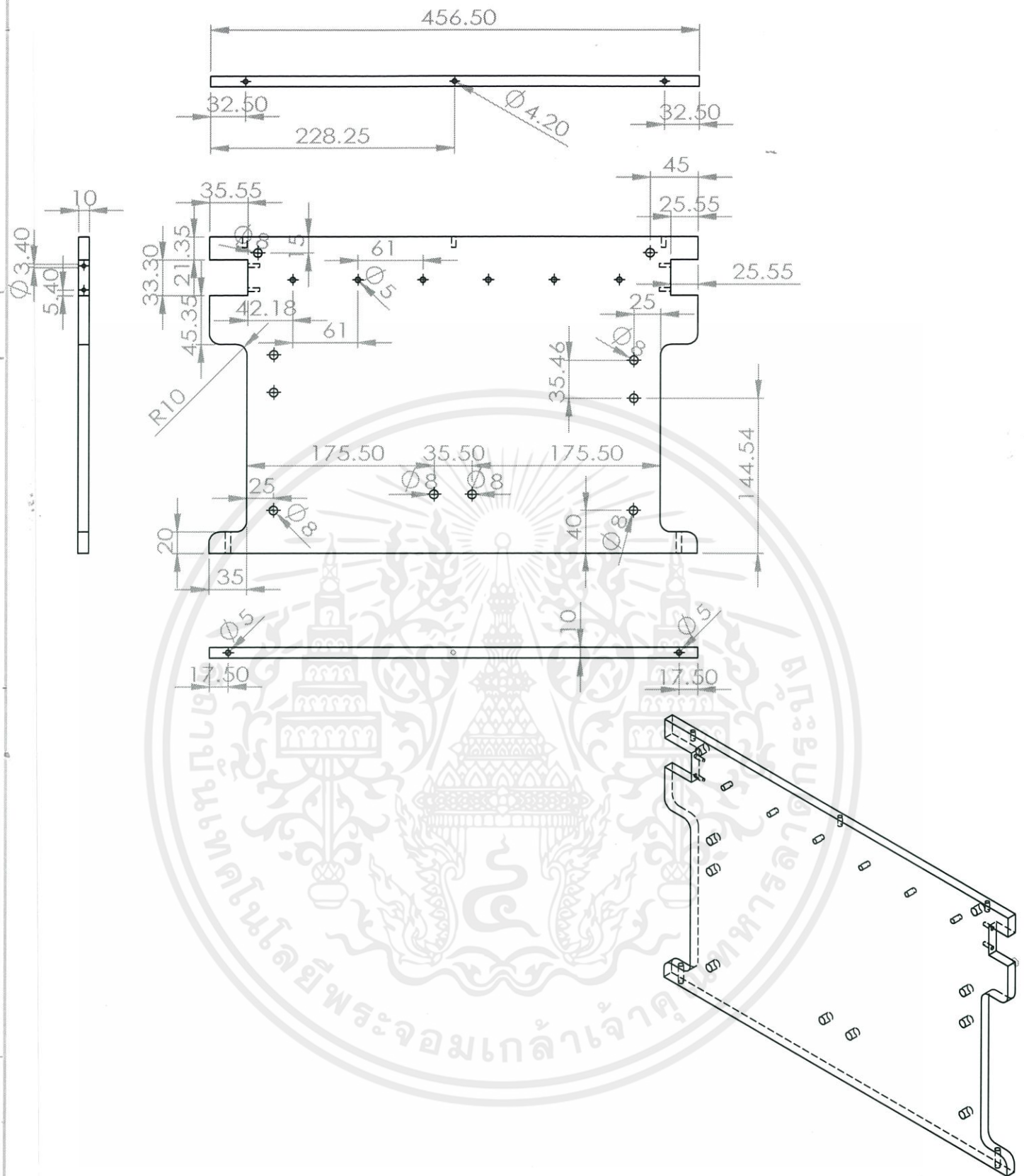
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
จัดทำขึ้นให้ด้วยโปรแกรม AutoCAD และใช้คำสั่ง LINE, ARC, DIM, HATCH, PLINE, TRIM, ERASE, MOVE, COPY, ROTATE, SCALE, ZOOM, PAN, VIEW, LAYER, DIM, DIMTYP, DIMSCALE, DIMLTYPE, DIMLUNIT, DIMLTEXT, DIMLTEXT1, DIMLTEXT2, DIMLTEXT3, DIMLTEXT4, DIMLTEXT5, DIMLTEXT6, DIMLTEXT7, DIMLTEXT8, DIMLTEXT9, DIMLTEXT10, DIMLTEXT11, DIMLTEXT12, DIMLTEXT13, DIMLTEXT14, DIMLTEXT15, DIMLTEXT16, DIMLTEXT17, DIMLTEXT18, DIMLTEXT19, DIMLTEXT20, DIMLTEXT21, DIMLTEXT22, DIMLTEXT23, DIMLTEXT24, DIMLTEXT25, DIMLTEXT26, DIMLTEXT27, DIMLTEXT28, DIMLTEXT29, DIMLTEXT30, DIMLTEXT31, DIMLTEXT32, DIMLTEXT33, DIMLTEXT34, DIMLTEXT35, DIMLTEXT36, DIMLTEXT37, DIMLTEXT38, DIMLTEXT39, DIMLTEXT40, DIMLTEXT41, DIMLTEXT42, DIMLTEXT43, DIMLTEXT44, DIMLTEXT45, DIMLTEXT46, DIMLTEXT47, DIMLTEXT48, DIMLTEXT49, DIMLTEXT50, DIMLTEXT51, DIMLTEXT52, DIMLTEXT53, DIMLTEXT54, DIMLTEXT55, DIMLTEXT56, DIMLTEXT57, DIMLTEXT58, DIMLTEXT59, DIMLTEXT60, DIMLTEXT61, DIMLTEXT62, DIMLTEXT63, DIMLTEXT64, DIMLTEXT65, DIMLTEXT66, DIMLTEXT67, DIMLTEXT68, DIMLTEXT69, DIMLTEXT70, DIMLTEXT71, DIMLTEXT72, DIMLTEXT73, DIMLTEXT74, DIMLTEXT75, DIMLTEXT76, DIMLTEXT77, DIMLTEXT78, DIMLTEXT79, DIMLTEXT80, DIMLTEXT81, DIMLTEXT82, DIMLTEXT83, DIMLTEXT84, DIMLTEXT85, DIMLTEXT86, DIMLTEXT87, DIMLTEXT88, DIMLTEXT89, DIMLTEXT90, DIMLTEXT91, DIMLTEXT92, DIMLTEXT93, DIMLTEXT94, DIMLTEXT95, DIMLTEXT96, DIMLTEXT97, DIMLTEXT98, DIMLTEXT99, DIMLTEXT100



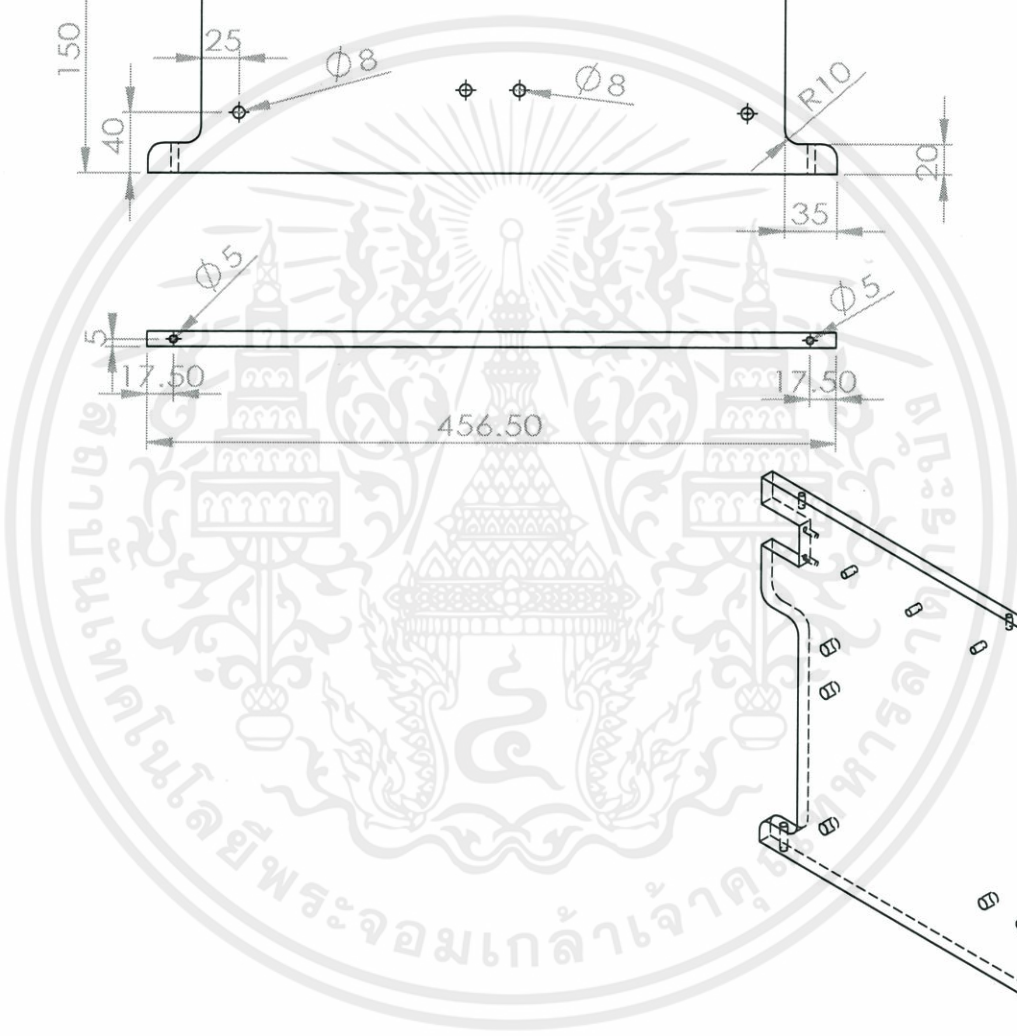
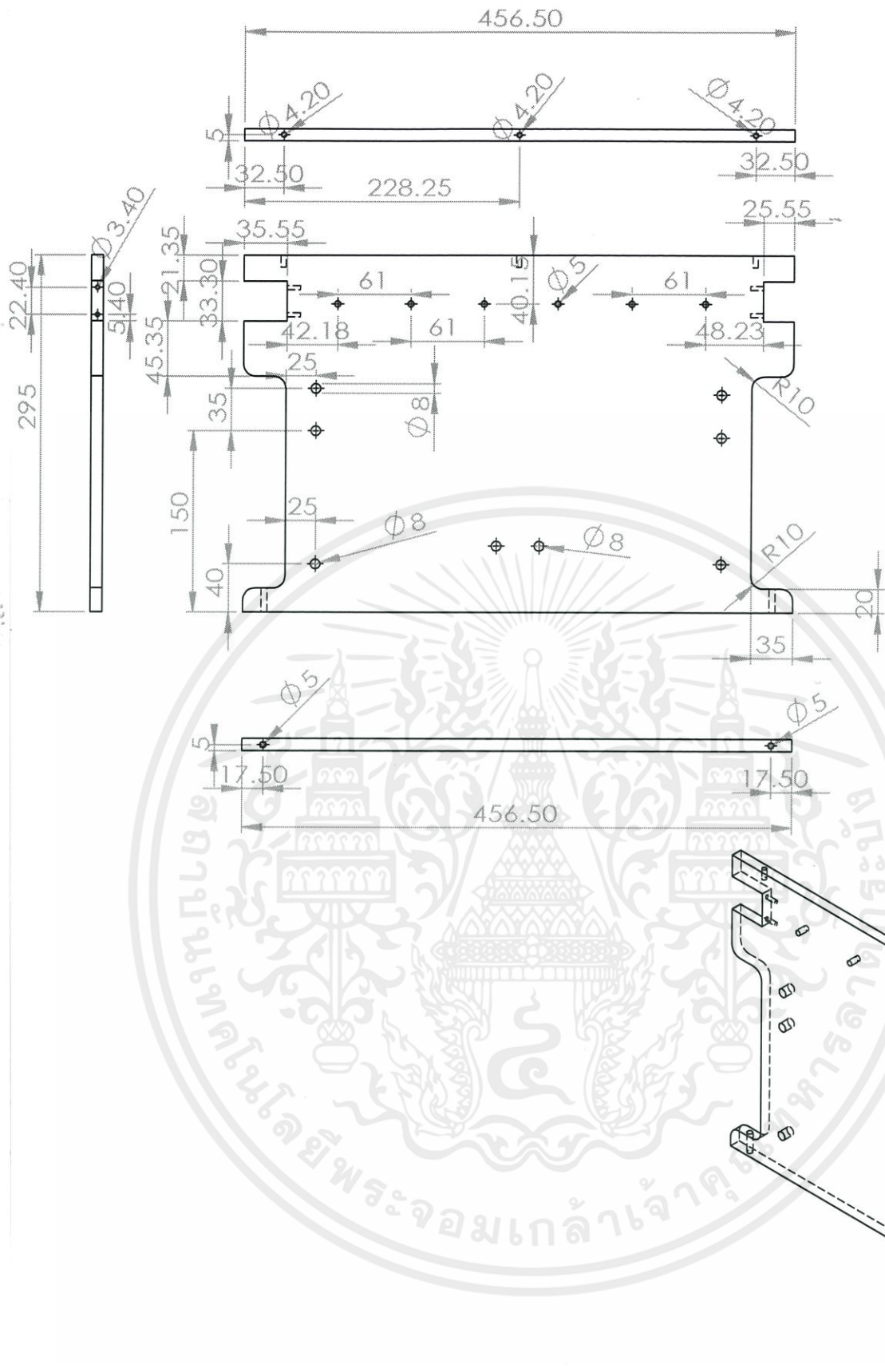
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ±0.10 ANGULAR: ±5'		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
ข้อควรระวัง: เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ห้ามทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต				TITLE: ไปถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้	
DRAWN	NAME	SIGNATURE	DATE		
CHK'D					
APP'VD					
MFG					
Q.A				MATERIAL:	DWG NO.
					<b>เส้า มอเตอร์ 1</b>
				WEIGHT:	A4
				SCALE: 1:2	SHEET 1 OF 1



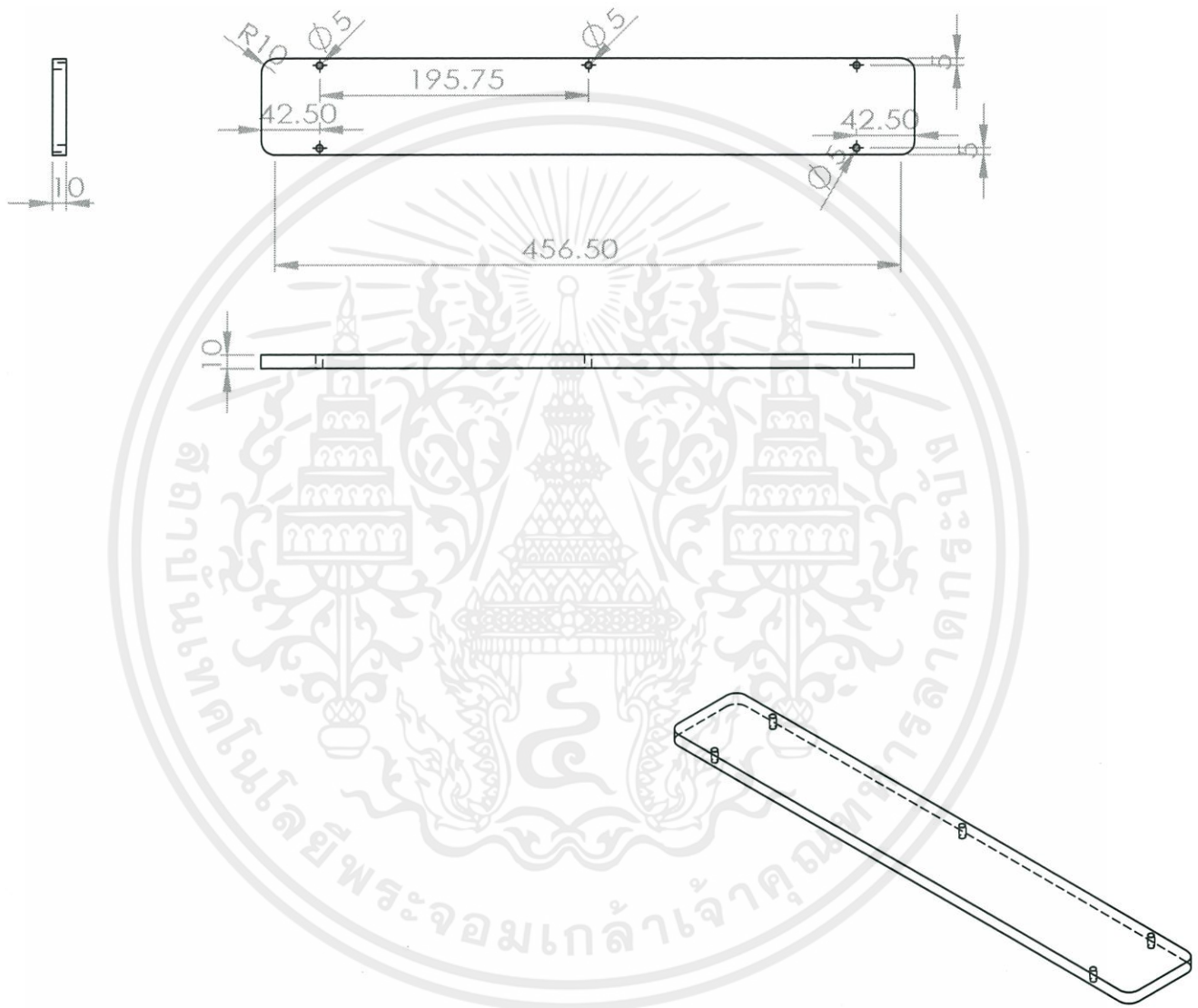
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า					
NAME	SIGNATURE	DATE	ห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และ	TITLE: อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้	
DRAWN					
CHK'D					
APP'VD					
MFG					
Q.A			MATERIAL:	DWG NO.	เส้า มอเตอร์ 2
			WEIGHT:	SCALE:1:2	A4
				SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
<p>เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า</p> <p>ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้</p>					
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:		
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A			MATERIAL:	DWG NO.	แผ่นข้าง 1
			WEIGHT:	SCALE:1:5	A4
				SHEET 1 OF 1	



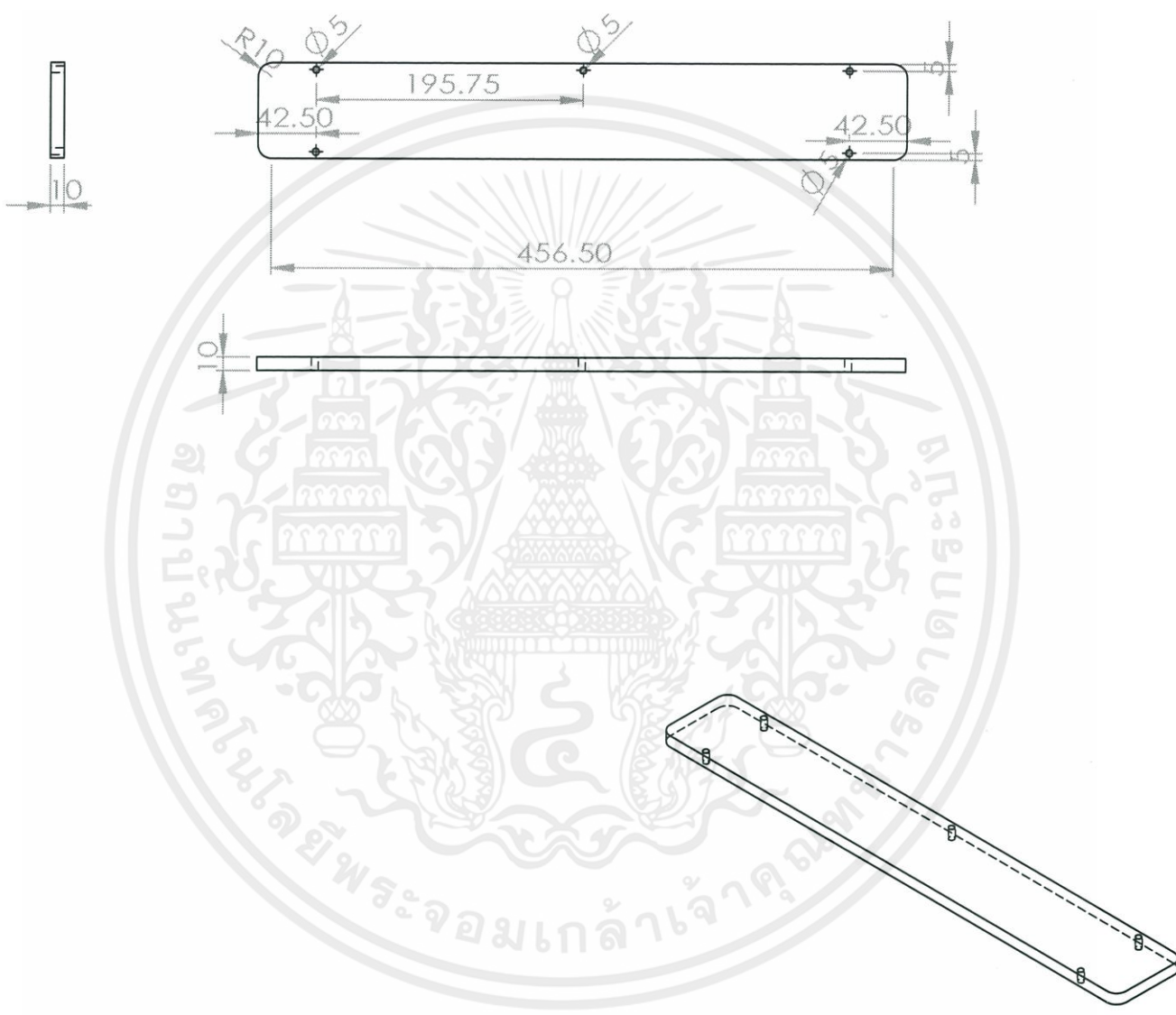
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
<p>สารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า</p> <p>ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้</p>					
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:		
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A		MATERIAL:	DWG NO.	<h1 style="text-align: center;">แผ่นข้าง 2</h1>	
		WEIGHT:	SCALE:1:5		
			SHEET 1 OF 1		



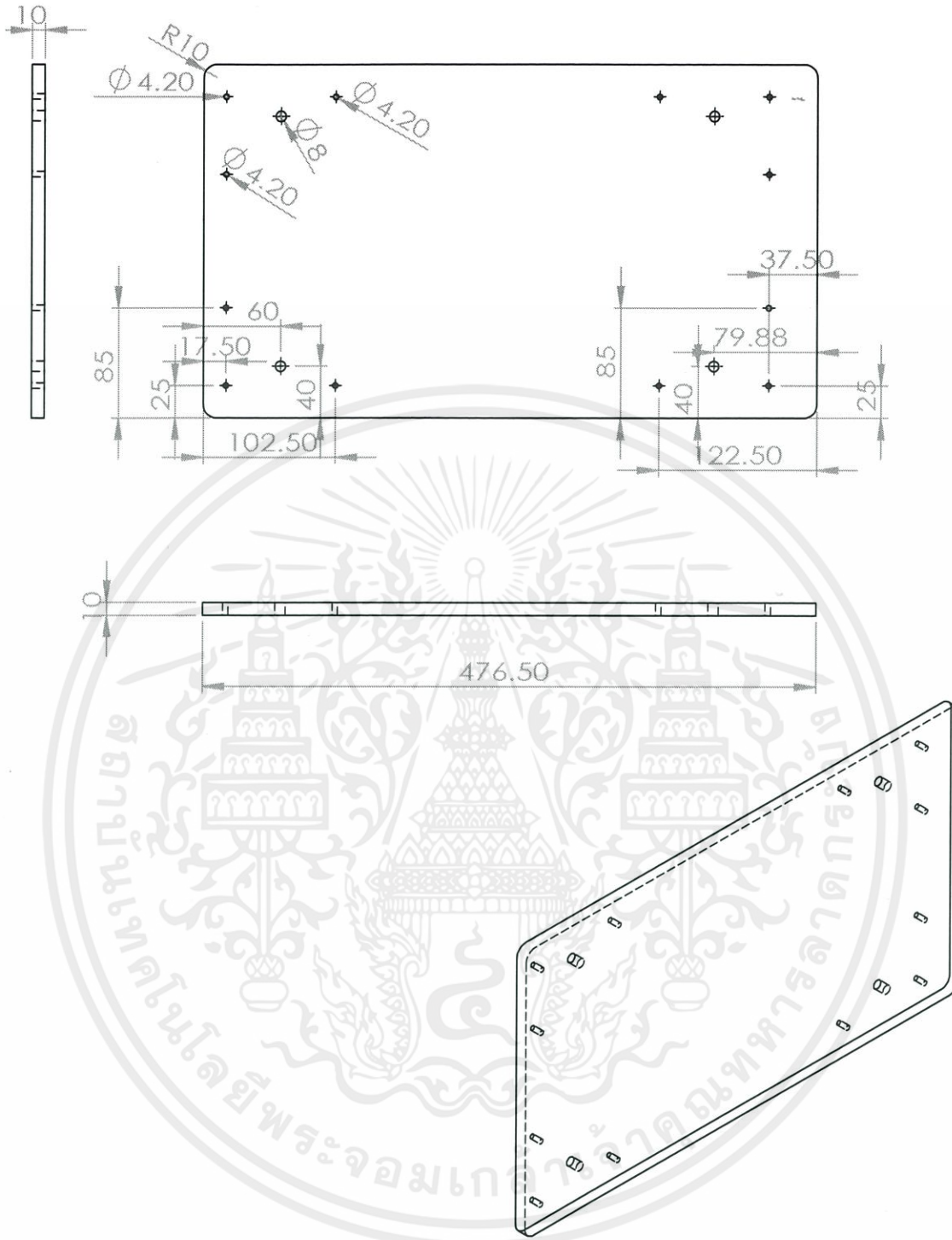
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
DRAWN		SIGNATURE		TITLE:	
CHK'D	DATE	MATERIAL:		DWG NO.	
APPV'D		WEIGHT:		SCALE:1:5	
MFG				SHEET 1 OF 1	
Q.A				A4	

แผ่นปิด 1

A4



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
<p>เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า          ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้</p>					
NAME	SIGNATURE	DATE		TITLE:	
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A			MATERIAL:	DWG NO.	แผ่นปิด 2
			WEIGHT:	SCALE: 1:5	
				SHEET 1 OF 1	A4



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
DRAWN		SIGNATURE	DATE	TITLE:	
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A			MATERIAL:	DWG NO.	ฐานลอง
			WEIGHT:	SCALE:1:10	A4
				SHEET 1 OF 1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้