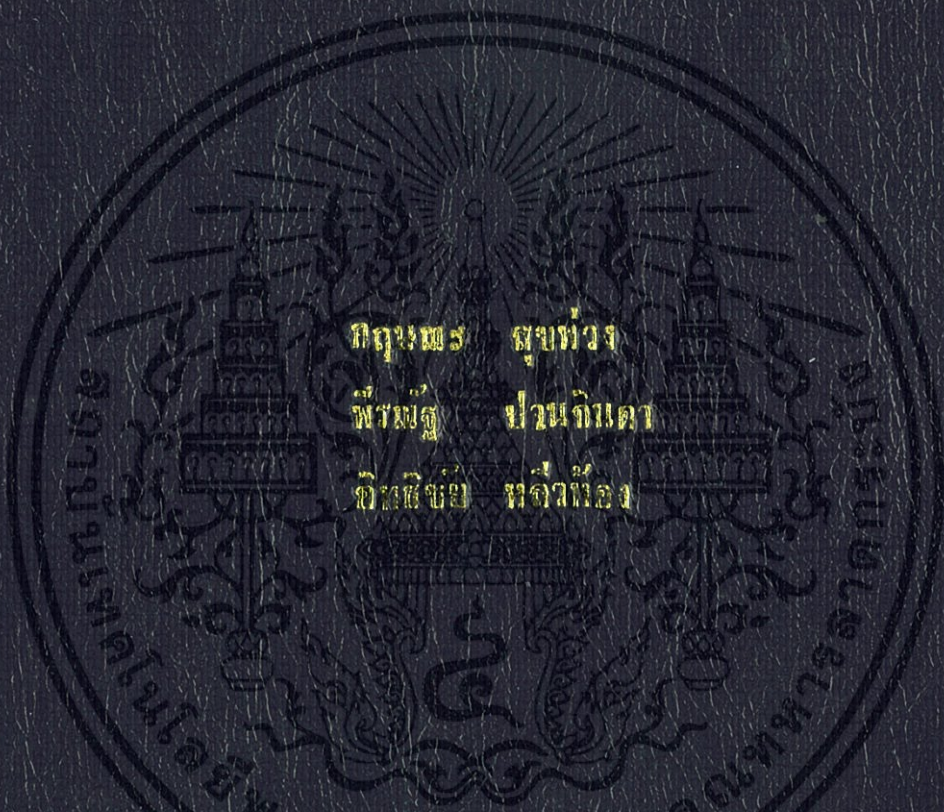


การออกแบบและสร้างระบบยกของด้วยรถบรรทุกในคลังสินค้า  
DESIGN AND IMPLEMENTATION OF STACKER CRANE FOR  
WAREHOUSE SYSTEM



ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องกล  
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ศาสตราจารย์ ดร. อดิศักดิ์ ตรีเพ็ชรกุล

สาขาวิชาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา ๒๕๕๖

การออกแบบและสร้างสแต็กเกอร์เครนสำหรับระบบสินค้า  
DESIGN AND IMPLEMENTATION OF STACKER CRANE FOR  
WAREHOUSE SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF STACKER CRANE FOR  
WAREHOUSE SYSTEM



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 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ การออกแบบและสร้างสแตกเกอร์เครนสำหรับระบบคลังสินค้า  
DESIGN AND IMPLEMENTATION OF STACKER CRANE FOR  
WAREHOUSE SYSTEM

นักศึกษาผู้จัดทำ นายกฤษณะ สุขพ่วง รหัสนักศึกษา 53010064  
นายพีรณัฐ ปานจินดา รหัสนักศึกษา 53011153  
นายอิทธิชัย หลิวห้อง รหัสนักศึกษา 53011938

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ  
ปีการศึกษา 2556

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.พิทยา ปานนิล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>หัวข้อปริญญานิพนธ์</b>	การออกแบบและสร้างสแตกเกอร์เครนสำหรับระบบคลังสินค้า		
	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF STACKER CRANE FOR WAREHOUSE SYSTEM		
<b>นักศึกษาผู้จัดทำ</b>	นายกฤษณะ สุขพ่วง	รหัสนักศึกษา	53010064
	นายพีรณัฐ ปานจินดา	รหัสนักศึกษา	53011153
	นายอิทธิชัย หลิวห้อง	รหัสนักศึกษา	53011938
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	ผศ.ดร.พิทยา ปานนิล		
<b>ปีการศึกษา</b>	2556		

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบและสร้างสแตกเกอร์เครนสำหรับระบบคลังสินค้า ในกรณีที่ไม่มีไหลด์สแตกเกอร์เครนแบบฟอร์คลิฟต์ที่สร้างขึ้นถูกควบคุมด้วยดีซีมอเตอร์ 3 ตัวมีความเร็วในการขับเคลื่อนสูงสุด 32.82 มิลลิเมตรต่อวินาทีและความเร็วในการยกขึ้น 14.32 มิลลิเมตรต่อวินาที สแตกเกอร์เครนถูกออกแบบเพื่อใช้ขนสินค้าเข้า เก็บสินค้าและขนสินค้าออกจากคลังสินค้าที่มีช่องเก็บสินค้าขนาด 3x3 ช่อง โดยแต่ละช่องเก็บสินค้ามีขนาด 124 มิลลิเมตร (ความกว้าง) x 135 มิลลิเมตร (ความยาว) x 125 มิลลิเมตร (ความสูง) เพื่อแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของสแตกเกอร์เครนสำหรับระบบคลังสินค้าที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมานั้น สแตกเกอร์เครนที่นำเสนอถูกใช้เป็นสื่อการเรียนสำหรับการเขียนโปรแกรมพีแอลซีรุ่น S7-200 และการสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งานด้วย Wonderware InTouch ผลการทดลองยืนยันได้ว่าสามารถติดตามและควบคุมสแตกเกอร์เครนในการขนสินค้าเข้าและเก็บสินค้าในช่องเก็บสินค้าตามที่ต้องการได้อย่างอัตโนมัติ

<b>Thesis Title</b>	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF STACKER CRANE FOR WAREHOUSE SYSTEM	
<b>Authors</b>	Mr. Kitsana	Sookpuang
	Mr. Peeranat	Panjinda
	Mr. Eittichai	Lewhong
<b>Thesis Advisor</b>	Asst.Prof. Dr. Pittaya	Pannil
<b>Year</b>	2013	

### ABSTRACT

This thesis presents a design and implementation of stacker crane for warehouse system. The implemented forklift stacker crane controlled by three dc motors in unloading has driving speed of up to 32.82 mm/s and lifting speed of 14.32 mm/s. It is designed to transport, store, and retrieve boxes from a warehouse with 3X3 storage units. Sizes of each storage unit are 124 mm (wide) × 135 mm (length) × 125 mm (high). In order to show its usefulness, the designed and implemented stacker crane for warehouse system is applied as a learning material for S7-200 programmable logic controller (PLC) programming and Wonderware InTouch human machine interface (HMI) realization. Experimental results confirm that the proposed stacker crane can be monitored and automatically controlled to transport and store boxes at the target storage units of the warehouse.

||

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอแบบจำลองสแตกเกอร์เครนสำหรับระบบคลังสินค้า เพื่อให้ผู้ที่มีความสนใจในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมกระบวนการอย่างอัตโนมัติด้วย PLC สามารถนำโครงการชิ้นนี้ไปเป็นกรณีศึกษาได้ เนื่องด้วยปัจจุบันตลาดงานอุตสาหกรรมนั้นได้ให้ความสำคัญกับระบบควบคุมอัตโนมัติเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังมีบุคลากรที่มีความสามารถทางด้านนี้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาดแรงงาน ดังนั้นผู้จัดทำโครงการจึงหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะสามารถให้ความรู้และสร้างประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ให้คำปรึกษาพร้อมแนะแนวทางในการสร้างแบบจำลองสแตกเกอร์เครนสำหรับระบบคลังสินค้านี้ ผู้จัดทำโครงการขอขอบคุณ ผศ. ดร.พิทยา ปานนิล รศ.ประภาส อุดคคิมาพันธ์ อาจารย์กฤษณ์ เสมอพิทักษ์ ดร.อภิณัย ฤกษ์รัตน์ ที่มีส่วนช่วยทั้งในด้านการออกแบบโครงสร้างของสแตกเกอร์เครนและการออกแบบวงจรไฟฟ้าทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

# 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.....	2
1.3 ขอบเขตของปริญญาโท.....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ระบบคลังสินค้า.....	4
2.1 กล่าวนำ.....	4
2.2 คลังสินค้า.....	4
2.3 ระบบคลังสินค้า.....	5
2.3.1 การจัดการคลังสินค้า.....	7
2.3.2 กระบวนการของระบบการจัดการคลังสินค้า.....	8
2.4 ประเภทของคลังสินค้า.....	13
2.4.1 คลังสินค้าสาธารณะ.....	13
2.4.2 คลังสินค้าเอกชน.....	15
2.4.3 คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษ.....	15
2.5 ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ.....	16
2.5.1 ระบบการจัดเก็บและค้นหาแบบอัตโนมัติ.....	17
2.5.2 ประโยชน์ของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ.....	18
2.6 สแตกเกอร์เครนและระบบควบคุม.....	18
2.6.1 สแตกเกอร์เครน.....	18

# สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.6.2 ระบบควบคุม.....	21
<b>บทที่ 3 สแตกเกอร์เครนและระบบควบคุม.....</b>	<b>25</b>
3.1 กล่าวนำ.....	25
3.2 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์.....	25
3.2.1 สแตกเกอร์เครน.....	26
3.2.2 คลังสินค้า.....	33
3.3 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครน.....	39
3.3.1 รูปแบบการขับเคลื่อนของสแตกเกอร์เครน.....	39
3.3.2 รูปแบบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งาน.....	44
3.4 ระบบควบคุม.....	56
3.4.1 การติดตั้งตำแหน่งของพรีอิกซิมิต์เซนเซอร์.....	56
3.4.2 โครงสร้างระบบการควบคุม.....	59
3.4.3 การขับเคลื่อนสแตกเกอร์เครนไปยังชั้นวางสินค้าตำแหน่งต่าง ๆ.....	64
<b>บทที่ 4 การใช้งานสแตกเกอร์เครนเพื่อเป็นสื่อการเรียนในการเขียนโปรแกรม S7-200.....</b>	<b>67</b>
4.1 กล่าวนำ.....	67
4.2 การกำหนด I/O ของ PLC.....	67
4.3 รูปแบบการเขียนโปรแกรมควบคุม.....	70
4.4 การสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งาน.....	72
4.5 ขั้นตอนการทดลอง.....	73
4.6 ผลการทดลอง.....	74
<b>บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>79</b>
5.1 สรุป.....	79
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	79
<b>เอกสารอ้างอิง.....</b>	<b>80</b>

# สารบัญตาราง

ตารางที่.....	หน้า
3.1 เวลาที่สแตกเกอร์คอนใช้ในการเคลื่อนที่แต่ละทิศทาง.....	43
4.1 อินพุตแอดเดรสของ PLC รุ่น S7-200 การใช้งานร่วมกับสแตกเกอร์คอนที่นำเสนอ.....	68
4.2 เอาต์พุตแอดเดรสของ PLC รุ่น S7-200 การใช้งานร่วมกับสแตกเกอร์คอนที่นำเสนอ.....	69



# สารบัญรูป

รูปที่.....	หน้า
2.1 ตัวอย่างคลังสินค้า.....	4
2.2 ระบบคลังสินค้า.....	6
2.3 การสแกนบาร์โค้ด.....	8
2.4 ระบบการจัดการคลังสินค้า.....	8
2.5 ขั้นตอนการจัดการสินค้าคงคลัง.....	9
2.6 การหมุนเวียนสินค้าแบบ FIFO.....	9
2.7 การรับและนำสินค้าเข้าจัดเก็บ.....	10
2.8 การหยิบสินค้า.....	11
2.9 การบรรจุสินค้า.....	12
2.10 การเตรียมจัดส่งสินค้า.....	13
2.11 คลังสินค้าสาธารณะ.....	14
2.12 คลังสินค้าเอกชน.....	14
2.13 คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษ.....	16
2.14 ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ.....	17
2.15 ระบบการจัดเก็บและค้นหาแบบอัตโนมัติ.....	18
2.16 ส่วนประกอบของสแตกเกอร์เครน.....	19
2.17 กลไกการเคลื่อนที่แนวราบ.....	20
2.18 กลไกการเคลื่อนที่แนวตั้ง.....	20
2.19 ฟอ์คลิฟต์.....	21
2.20 หน้าต่าง Ladder ของ PLC SIEMENS.....	22
2.21 กราฟิก HMI.....	23
3.1 แผนภาพลำดับขั้นตอนการสร้างส่วนฮาร์ดแวร์.....	25
3.2 ตัวอย่างโครงสร้างสแตกเกอร์เครน.....	26
3.3 โครงร่างกลไกการขับเคลื่อนของสแตกเกอร์เครน.....	27
3.4 โครงร่างกลไกการขับเคลื่อนของฟอ์คลิฟต์.....	27

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่.....	หน้า.....
3.5 ตัวอย่างภาพจำลองของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับสแตกเกอร์เครน.....	28
3.6 ภาพจำลองสแตกเกอร์เครน.....	29
3.7 ส่วนประกอบคร่าว ๆ ของกลไกการขับเคลื่อนแนวราบ.....	29
3.8 ส่วนประกอบคร่าว ๆ ของกลไกการขับเคลื่อนในแนวตั้ง.....	30
3.9 ส่วนประกอบคร่าว ๆ ของกลไกการขับเคลื่อนฟอร์คลิฟต์.....	31
3.10 ตัวอย่างชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนสแตกเกอร์เครน.....	32
3.11 การประกอบสแตกเกอร์เครนมุมมองที่ 1.....	32
3.12 การประกอบสแตกเกอร์เครนมุมมองที่ 2.....	33
3.13 ตัวอย่างโครงสร้างคลังเก็บสินค้า.....	34
3.14 ภาพร่างคลังเก็บสินค้า.....	34
3.15 ตัวอย่างภาพจำลองของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับคลังสินค้า.....	35
3.16 ภาพจำลองคลังเก็บสินค้า.....	36
3.17 ภาพจำลอง Pallet.....	37
3.18 ระยะเวลาในของภาพจำลองคลังเก็บสินค้า.....	37
3.19 ตัวอย่างชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบคลังเก็บสินค้า.....	38
3.20 การประกอบคลังสินค้า.....	38
3.21 การขับเคลื่อนมอเตอร์แต่ละแกน.....	39
3.22 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ในแนวราบ.....	40
3.23 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมการเคลื่อนที่แนวราบ.....	41
3.24 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M2 ฟอร์คลิฟต์สำหรับการจัดเก็บสินค้า.....	41
3.25 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมฟอร์คลิฟต์.....	41
3.26 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M3 ในแนวตั้ง.....	42
3.27 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมการเคลื่อนที่แนวตั้ง.....	42
3.28 แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอก.....	43
3.29 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า.....	45

## สารบัญญรูป(ต่อ)

รูปที่.....	หน้า
3.30 ส่วนการทำงานต่าง ๆ ของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า.....	46
3.31 วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์.....	47
3.32 ลายทองแดง.....	48
3.33 แผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครน.....	48
3.34 การเชื่อมต่อภายนอกกระหว่างดิจิทัลเอาต์พุตของ PLC กับเทอร์มินัลบล็อกมอเตอร์.....	49
3.35 เทอร์มินัลบล็อกมอเตอร์.....	50
3.36 การเคลื่อนที่ไปทางขวาของสแตกเกอร์เครน.....	50
3.37 การเคลื่อนที่ไปทางซ้ายของสแตกเกอร์เครน.....	51
3.38 การยกฟอร์คลิฟต์ขึ้น.....	51
3.39 การยกฟอร์คลิฟต์ลง.....	52
3.40 การเคลื่อนเข้าหาช่องเก็บสินค้าของฟอร์คลิฟต์.....	52
3.41 การเคลื่อนออกจากช่องเก็บสินค้าของฟอร์คลิฟต์.....	52
3.42 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งาน.....	53
3.43 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับช่องวางสินค้า A.....	54
3.44 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมกัน 2 ตัว สำหรับช่องวางสินค้า A.....	54
3.45 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่ละตัวสำหรับช่องวางสินค้า B.....	54
3.46 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมกัน 2 ตัว สำหรับช่องวางสินค้า B.....	55
3.47 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่ละตัวสำหรับช่องวางสินค้า C.....	55
3.48 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมกัน 2 ตัวสำหรับช่องวางสินค้า C.....	55
3.49 ตำแหน่งที่ติดตั้งฟร็อกซิมีตี้เซนเซอร์.....	56
3.50 หมายเลข 1 ของรูปที่ 3.49.....	57
3.51 หมายเลข 2 ของรูปที่ 3.49.....	57
3.52 หมายเลข 3 ของรูปที่ 3.49 เฉพาะฟร็อกซิมีตี้ตัวที่ 1.....	58
3.53 หมายเลข 3 ของรูปที่ 3.49.....	58
3.54 โครงสร้างระบบควบคุม.....	59

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่.....	หน้า
3.55 การเชื่อมต่อสายไฟส่วนอินพุตของ PLC .....	60
3.56 การเชื่อมต่อสายไฟส่วนเอาต์พุตของ PLC.....	60
3.57 CPU224XP CN AC/DC/Relay.....	61
3.58 Module Ethernet CP243-1.....	61
3.59 การเชื่อมต่อส่วนต่าง ๆ เข้ากับ PLC.....	62
3.60 Engineering Work Station.....	63
3.61 กราฟิก HMI ขณะไม่มีสินค้า.....	63
3.62 กราฟิก HMI ขณะมีสินค้า.....	64
3.63 ตำแหน่งต่างๆของชั้นวางสินค้าและมอเตอร์ต่างๆที่ใช้ขับเคลื่อนสแตกเกอร์คอน.....	64
3.64 ตัวอย่างการเคลื่อนที่ของสแตกเกอร์คอนที่ตำแหน่งชั้นวางสินค้าช่องที่ 1.....	66
4.1 ตำแหน่งและทิศทางการขับเคลื่อนสแตกเกอร์คอน.....	69
4.2 Flow Chart แสดงการควบคุมการขับเคลื่อนสแตกเกอร์คอน.....	71
4.3 ตัวอย่าง Ladder Diagram สำหรับควบคุมกระบวนการจัดเก็บสินค้า.....	72
4.4 กราฟิก HMI ที่สร้างขึ้นมา.....	72
4.5 การเชื่อมต่อระบบในการควบคุมสแตกเกอร์คอนโดยใช้ PLC S7-200.....	73
4.6 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 1.....	74
4.7 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 2.....	74
4.8 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 3.....	75
4.9 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 4.....	75
4.10 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 5.....	76
4.11 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 6.....	76
4.12 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 7.....	77
4.13 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 8.....	77
4.14 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 9.....	78

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตมีการขยายตัวขึ้นเป็นอย่างมากเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของตลาดผู้บริโภค ซึ่งการที่จะผลิตสินค้าและส่งขายให้ทันตามความต้องการเหล่านั้นจะเป็นไปได้อย่างถนัดหากไม่มีการวางแผนการผลิตสำหรับอนาคต หมายความว่าผู้ผลิตเหล่านั้นจะต้องผลิตสินค้าในจำนวนมากเพื่อให้ทันต่อความต้องการของตลาด ดังนั้นการจัดเก็บสินค้าก็ถือเป็นหนึ่งเรื่องสำคัญที่ผู้ผลิตจะให้ความสนใจเนื่องจากหากไม่มีการจัดเก็บสินค้าที่ได้คุณภาพแล้วอาจทำให้ผลิตภัณฑ์เหล่านั้นเกิดความเสียหายได้ นี่จึงเป็นเหตุผลที่ผู้ผลิตทุกรายจำเป็นต้องมีสถานที่สำหรับเก็บสินค้าหรือเรียกว่า “คลังสินค้า” ที่มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บสินค้า ซึ่งประสิทธิภาพที่ได้กล่าวมานั้นหมายถึงระบบต่าง ๆ ภายในคลังสินค้าไม่ว่าจะเป็นการรับสินค้า การนำไปจัดเก็บ การควบคุมสินค้าคงคลัง เป็นต้น คลังสินค้าจัดเป็นการลงทุนอย่างหนึ่งซึ่งผู้ประกอบการจะต้องมีจุดประสงค์ที่แน่ชัดสำหรับการสร้างคลังสินค้าขึ้นมา เพราะนอกจากการลงทุนเพื่อสร้างอาคารคลังสินค้าแล้วยังมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของพนักงานผู้ดำเนินการในกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งในปัจจุบันมีการระบบอัตโนมัติเข้ามาประยุกต์ร่วมกับระบบคลังสินค้าเพื่อเป็น “ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ” โดยระบบอัตโนมัติที่กล่าวนั้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องต่าง ๆ ของคลังสินค้า เช่น ลดระยะเวลาการทำงานของแต่ละกระบวนการ ลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ เป็นต้น ซึ่งที่กล่าวนั้นเป็นการเปรียบเทียบระหว่างระบบคลังสินค้าที่ใช้ผู้ปฏิบัติงานเป็นผู้ดำเนินการกระบวนการกับการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาทำหน้าที่แทนมนุษย์ และหัวใจหลักที่สำคัญของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติก็คือส่วนกระบวนการการจัดเก็บและค้นหาสินค้าอย่างอัตโนมัติด้วยสแตกเกอร์เครนแบบฟอร์คลิฟต์ เนื่องจากตำแหน่งที่สินค้าจะถูกนำไปจัดเก็บบางตำแหน่งจะสร้างความอันตรายต่อมนุษย์ เช่น มีอากาศเย็น สูง เป็นต้น ซึ่งเงื่อนไขเหล่านี้จะก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์หากต้องปฏิบัติงานกับพื้นที่ส่วนนั้นบ่อย ๆ อีกทั้งมนุษย์ยังมีข้อจำกัดมากมาย เช่น ระยะเวลาในการทำงาน ความอดทน เป็นต้น ซึ่งหากนำสแตกเกอร์เครนมาทำหน้าที่แทนมนุษย์ในส่วนกระบวนการการจัดเก็บและค้นหาสินค้าแล้วจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ประกอบการเป็นอย่างสูง จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับสแตกเกอร์เครนกับการทำงานในส่วนกระบวนการการค้นหาและจัดเก็บสินค้าอัตโนมัตินั้นแสดงให้เห็นว่าสแตกเกอร์เครนจำเป็นต้องมีระบบเพื่อควบคุมการทำงานอย่างอัตโนมัติ ประกอบกับผู้จัดทำโครงการมีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการควบคุมระบบอัตโนมัติอยู่แล้วและต้องการสร้างโครงการที่มีประโยชน์แก่ผู้อื่น นี่จึงเป็นเหตุผลที่สำคัญสำหรับการจัดทำปริญญานิพนธ์และโครงการขั้นนี้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้โรงงานนี้เป็นสื่อการเรียนการสอนโปรแกรมพีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของปฏิญญานิพนธ์

1. เพื่อออกแบบและสร้างสแตงเกอร์คอนแบบฟอร์คลิฟต์สำหรับระบบคลังสินค้าได้
2. สามารถนำสแตงเกอร์คอนที่สร้างขึ้นมาใช้เป็นสื่อการเรียนสำหรับการเขียนโปรแกรมพีแอลซีและการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (Human Machine Interface: HMI)

## 1.3 ขอบเขตของปฏิญญานิพนธ์

1. ออกแบบและสร้างสแตงเกอร์คอนแบบฟอร์คลิฟต์ที่ถูกควบคุมด้วยดีซีมอเตอร์ในการขับเคลื่อน 3 ทิศทางสำหรับคลังสินค้าที่มีช่องเก็บสินค้าขนาด 3X3 ช่อง
2. ใช้สแตงเกอร์คอนที่สร้างขึ้นสำหรับคลังสินค้าเป็นสื่อการเรียนสำหรับการเขียนโปรแกรมพีแอลซีรุ่น S7-200 และการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ซอฟต์แวร์ Wonderware InTouch เพื่อการขนย้ายและเก็บสินค้าอย่างอัตโนมัติ

## 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ทำการค้นคว้าและศึกษาเกี่ยวกับสแตงเกอร์คอนและคลังเก็บสินค้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมไปถึงวางแผนการสร้างวงจรรควบคุมกลไกการเคลื่อนที่ของสแตงเกอร์คอน
2. นำข้อมูลที่ได้รวบรวมและศึกษาแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการเพื่อวางขอบเขตความเหมาะสมของงาน
3. เขียนภาพจำลอง 3 มิติ ของคลังสินค้าและสแตงเกอร์คอนเพื่อเป็นแนวทางในการประกอบชิ้นงานพร้อมกับออกแบบวงจรรควบคุม
4. เลือกอุปกรณ์เซนเซอร์ มอเตอร์และอุปกรณ์ทั้งในส่วนฮาร์ดแวร์และวงจรรควบคุมสำหรับสร้างกลไกการขับเคลื่อนเพื่อสร้างคลังสินค้าและสแตงเกอร์คอน
5. ประเมินราคาอุปกรณ์ชิ้นส่วนที่ต้องใช้ทั้งหมด
6. ซื้ออุปกรณ์ชิ้นส่วนตามที่ออกแบบไว้
7. สร้างสแตงเกอร์คอน คลังสินค้าและวงจรรควบคุม
8. ทำการทดสอบการควบคุมการขับเคลื่อนสแตงเกอร์คอน
9. ศึกษาการใช้งานพีแอลซีรุ่น S7-200 และซอฟต์แวร์ Wonderware InTouch
10. การใช้สแตงเกอร์คอนเป็นสื่อการเรียนสำหรับการเขียนโปรแกรม พีแอลซีรุ่น S7-200 และการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ซอฟต์แวร์ Wonderware InTouch
- 11.สรุป วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน
- 12.จัดทำรูปเล่มปฏิญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์เซนเซอร์ ดีซีมอเตอร์ อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ อุปกรณ์ทางไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่นๆ มาสร้างเป็นสแตกเกอร์คอนแบบฟอร์คลิฟต์สำหรับคลังสินค้าที่มีช่องเก็บสินค้าขนาด 3X3 ช่อง
2. มีสื่อการเรียนสำหรับการเขียนโปรแกรมพีแอลซีและการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่สามารถติดตามการทำงานและควบคุมการทำงานของระบบได้อย่างอัตโนมัติ
3. ได้รับประสบการณ์การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเมื่อเผชิญปัญหาต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ระบบคลังสินค้า

#### 2.1 กล่าวนำ

บทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีต่าง ๆ ที่ผู้จัดทำโครงการได้ค้นคว้าและศึกษาเพื่อที่จะสร้างโรงงานขึ้นนี้ขึ้นมา โดยจะเริ่มตั้งแต่การอธิบายความหมายของคลังสินค้า ระบบคลังสินค้า ประเภทของคลังสินค้าตามลำดับ ไปจนถึงการอธิบายเกี่ยวกับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติและสแต็กเกอร์เครนและระบบควบคุมที่เป็นจุดประสงค์หลักของโรงงานขึ้นนี้

#### 2.2 คลังสินค้า [1]

คลังสินค้า โรงเก็บสินค้าหรือโกดัง คือ อาคารทางพาณิชย์สำหรับวาง จัดเก็บ พักและกระจายสินค้า เป็นต้น คลังสินค้านี้มักจะเป็นอาคารธรรมดาขนาดใหญ่และกว้างตั้งอยู่ในเขตอุตสาหกรรมในตัวเมือง ภายในอาคารมีทางลาดเอียงสำหรับขนถ่ายสินค้าขึ้นหรือลงพาหนะขนส่งหรือบางครั้งใช้รับถ่ายสินค้าที่มาจากสถานีรถไฟ สนามบินหรือท่าเรือ คลังสินค้าอาจมีชื่อเรียกต่างกัน เช่น ศูนย์กระจายสินค้า ศูนย์จำหน่ายสินค้า เป็นต้น ดังนั้นคำว่า “คลังสินค้า” จึงเป็นคำที่มีความหมายรวม ๆ ส่วนจะเรียกว่าอะไรนั้นก็ขึ้นอยู่กับฟังก์ชันของคลังสินค้าแต่ละประเภท คลังสินค้าถูกใช้โดยผู้ผลิตผู้นำเข้าหรือผู้ส่งออก ผู้ค้าส่ง ธุรกิจขนส่ง ศุลกากร เป็นต้น และคลังสินค้านี้มักจะมีเครนหรือฟอร์คลิฟต์เพื่อเคลื่อนย้ายสินค้าที่วางอยู่บนแท่นวางสินค้า (Pallet) ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับสินค้าที่จะนำไปจัดเก็บภายในคลังสินค้านั้นมีอยู่หลายประเภท เช่น วัตถุดิบ วัสดุบรรจุภัณฑ์ ชิ้นส่วนอะไหล่ส่วนประกอบต่าง ๆ หรือแม้แต่สินค้าสำเร็จรูปเกี่ยวกับเกษตรกรรม อุตสาหกรรมและพาณิชย์กรรม ซึ่งอาจนำระบบการบริหารจัดการสินค้าคงคลังไปประยุกต์ร่วมด้วย เพื่อระบุตัวสินค้า จำแนกหมวดหมู่หรือเพื่อให้ทราบว่าสินค้ารับเข้าและส่งออกปริมาณเท่าใดในแต่ละช่วงเวลา

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. ช่วยพักสินค้าชั่วคราวเพื่อส่งออกต่างประเทศอีกต่อหนึ่ง

จะเห็นได้ว่าคลังสินค้านั้นมีประโยชน์มากมายไม่ว่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ลงทุนซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นผลประโยชน์ในด้านธุรกิจ อีกทั้งยังมีประโยชน์ต่อผู้บริโภคด้วย เช่น ไม่ทำให้เกิดการขาดช่วงของสินค้าในตลาดอันเป็นเหตุทำให้ราคาของสินค้าสูงขึ้น เป็นต้น และยังมีประโยชน์สำคัญอีกข้อหนึ่งคือเมื่อมีการขยายตัวของธุรกิจคลังสินค้าสูงขึ้นก็จะทำให้เกิดตำแหน่งงานที่ว่างเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเป็นการรองรับกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นมากในปัจจุบัน

ภายในคลังสินค้านั้นจะประกอบด้วยการทำงานในหลาย ๆ ส่วนซึ่งแต่ละส่วนอาจมีความเกี่ยวข้องหรือไม่มีความเกี่ยวข้องกัน และเมื่อใดที่มีการนำการทำงานเหล่านั้นมาจัดการให้เป็นการทำงานที่มีแบบแผน มีลำดับขั้นตอนและแนวทางการดำเนินงานที่ชัดเจนแล้วเราอาจเรียกคลังสินค้าได้ว่าเป็น “ระบบคลังสินค้า” และยังสามารถนำระบบการจัดการสินค้าคงคลังมาประยุกต์เข้าร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของคลังสินค้าได้อีกด้วย

### 2.3 ระบบคลังสินค้า [2]-[4]

ระบบคลังสินค้าถือเป็นส่วนสำคัญของห่วงโซ่อุปทานและมีจุดมุ่งหมายที่จะควบคุมความเคลื่อนไหวของสินค้าในตลาด การรับ การจัดเก็บรักษาสินค้าภายในคลังสินค้าเพื่อรอกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซื้อขายและกระจายสินค้าออกสู่ตลาดและรวมไปถึงการจัดส่งให้กับลูกค้า ระบบเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นถ้ามีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมด้วย เช่น การจัดทำข้อมูลสินค้าที่รับเข้ามาหรือกระจายออกไปไม่ว่าจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของสินค้า จำนวนและตำแหน่งที่นำสินค้าไปจัดเก็บ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ควรเป็นข้อมูลแบบเรียลไทม์โดยให้มีการเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่สินค้าผ่านกระบวนการรับไปจนถึงจัดเก็บภายในคลังสินค้าและให้มีการเก็บข้อมูลของสินค้าไปจนกระทั่งสินค้าเหล่านั้นถูกส่งไปยังลูกค้า โดยสามารถนำข้อมูลสินค้าเหล่านี้ไปประยุกต์ให้เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ได้ เช่น ข้อมูลระยะเวลาที่สินค้าชิ้นนั้น ๆ ถูกจัดเก็บสามารถนำไปประยุกต์เพื่อแก้ไขปัญหาของความเสียหายหรือเสื่อมคุณภาพที่เกิดกับสินค้าเมื่อถูกจัดเก็บในระยะเวลาานาน เป็นต้น ซึ่งแนวทางการเก็บข้อมูลสินค้านี้ขึ้นอยู่กับระบบและโครงสร้างของคลังสินค้าที่จะเป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบแนวทางการเก็บข้อมูลสินค้า



รูปที่ 2.2 ระบบคลังสินค้า

จากรูปที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าระบบคลังสินค้านั้นประกอบด้วยส่วนการดำเนินงานย่อย ๆ หลายส่วนทำงานร่วมกันและจะต้องมีขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นแบบแผนเพื่อให้เป็นการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะเป็นการจัดการกับสินค้าคงคลัง พื้นที่ อุปกรณ์ และเวลาที่มีให้เกิดประโยชน์สูงสุดตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ เช่น การลดค่าใช้จ่ายให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้หรือการใช้เวลาที่มีอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด เป็นต้น ซึ่งยังรวมไปถึง

- มีกระบวนการรับสินค้าที่ได้มาตรฐานและเมื่อรับสินค้าเข้ามาจะต้องมีการส่งต่อไปยังส่วนถัดไปอย่างถูกวิธีและมีประสิทธิภาพ ซึ่งกระบวนการนี้จะขึ้นอยู่กับแต่ละลักษณะของคลังสินค้าหรือชนิดสินค้าที่รับมาไม่มีแบบกำหนดที่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบคลังสินค้าที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่จำเป็นโดยการลดกระบวนการที่ไม่จำเป็น สินค้าที่ไม่จำเป็น รวมไปถึงอาจลดจำนวนพนักงานในส่วนที่ไม่จำเป็นในระบบคลังสินค้า ซึ่งในทางตรงกันข้ามนอกจากจะช่วยลดรายจ่ายแล้วยังจะเป็นการช่วยเพิ่มรายรับโดยช่วยให้บริษัทเพิ่มยอดขายด้วยการจัดเก็บสินค้าไว้เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค
- การแผนการจัดเก็บสินค้าให้เกิดความสะดวก ตัวอย่างเช่น สินค้าที่ขายดีหรือได้รับความนิยมกว่าสินค้าประเภทอื่น ๆ ควรจะเก็บสินค้าประเภทนั้นเอาไว้ด้วยกันหรือวางไว้ในบริเวณที่ง่ายต่อการขนส่งเพื่อเพิ่มความเร็วของกระบวนการหยิบ บรรจุและขนส่งสินค้าให้กับลูกค้า
- สร้างความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการสั่งซื้อและการขนส่ง สำหรับขั้นตอนการหยิบ บรรจุและขนส่งให้มีประสิทธิภาพของการทำงานโดยให้ทุกกระบวนการมีความเชื่อมโยงและสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างยืดหยุ่น
- มีการติดตามว่าสินค้าเหล่านั้นรับมาจากซัพพลายเออร์ไหน ตำแหน่งและระยะเวลาของสินค้าที่ถูกเก็บไว้ว่าอยู่ตำแหน่งไหนและนานเท่าใดแล้วนำมาวิเคราะห์และจัดทำเป็นข้อมูลที่สร้างประโยชน์แก่องค์กร ด้วยข้อมูลเหล่านั้นองค์กรจะสามารถควบคุมระดับสินค้าคงคลังและสามารถบริหารพื้นที่ที่มีได้อย่างเกิดประโยชน์สูงสุด นอกจากนี้ยังช่วยให้บริษัทมีความพร้อมมากขึ้นสำหรับความต้องการของตลาดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่สินค้าประเภทนั้น ๆ เป็นที่ต้องการของตลาด

### 2.3.1 การจัดการคลังสินค้า

การจัดการคลังสินค้าจะเกี่ยวข้องกับการรับ การจัดเก็บ และการเคลื่อนย้ายสินค้า (สินค้าสำเร็จรูป) ไปยังสถานที่จัดเก็บกลางหรือไปยังลูกค้ารายสุดท้าย

ระบบการจัดการคลังสินค้าจะใช้การระบุสินค้าจากเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น เครื่องสแกนบาร์โค้ด, Mobile computers, Wireless LANs และ Potential radio-frequency identification (RFID) เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบโดยจะเก็บและส่งข้อมูลเป็นแบบเรียลไทม์ไปยังฐานข้อมูลกลางทำให้สามารถนำข้อมูลเหล่านั้นไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ได้

การออกแบบคลังสินค้าและกระบวนการภายในคลังสินค้า เช่น การเลือกใช้คลื่นความถี่ต่าง ๆ ก็ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการคลังสินค้าและการจัดการคลังสินค้านั้นถือเป็นลักษณะหนึ่งของโลจิสติกส์และการจัดการห่วงโซ่อุปทาน

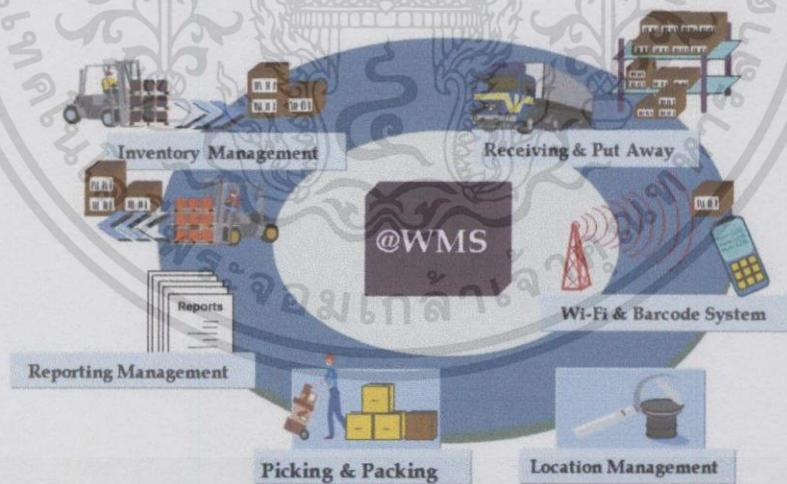
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การสแกนบาร์โค้ด

### 2.3.2 กระบวนการของระบบการจัดการคลังสินค้า

กระบวนการของระบบการจัดการคลังสินค้านั้น คือ กระบวนการย่อย ๆ หลายๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสินค้าดังแสดงในรูปที่ 2.4 ตัวอย่างเช่น กระบวนการรับสินค้า กระบวนการจัดเก็บสินค้าหรือการจัดการสินค้าคงคลัง เป็นต้น โดยกระบวนการเหล่านี้ควรสามารถที่จะทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ ทุกกระบวนการควรมีความยืดหยุ่นต่อกันและสามารถทำงานพร้อมกันได้ในเวลาเดียวกัน ที่สำคัญทุกกระบวนการของระบบการจัดการคลังสินค้าสามารถที่จะนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาประยุกต์ เพื่อประสิทธิภาพของกระบวนการที่สูงขึ้นและเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพมากขึ้นด้วยข้อมูลแบบเรียลไทม์



รูปที่ 2.4 ระบบการจัดการคลังสินค้า

#### 1. การจัดการสินค้าคงคลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สินค้าคงคลัง หมายถึง วัสดุหรือสินค้าต่าง ๆ ที่เก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในการดำเนินการซึ่งอาจเป็นการดำเนินการผลิต ดำเนินการขายหรือดำเนินการอื่น ๆ ดังนั้นการจัดการสินค้าคงคลังจึงหมายถึงการเก็บทรัพยากรไว้ใช้ในปัจจุบันหรือในอนาคต เพื่อให้การดำเนินการของกิจการดำเนินไปอย่างราบรื่นโดยผ่านการวางแผนกำหนดปริมาณสินค้าคงคลังที่เหมาะสมและขั้นตอนการจัดการสินค้ายังถูกแบ่งออกเป็นหลายขั้นตอนดังรูปที่ 2.5



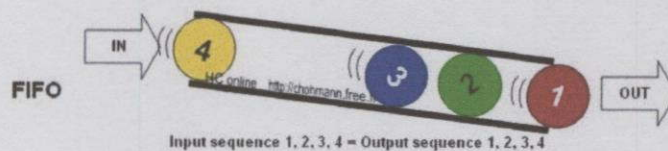
รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการจัดการสินค้าคงคลัง

- **ความสำคัญของการจัดการสินค้าคงคลัง**

เมื่อมีการผลิตหรือแปรรูปเป็นสินค้าแล้วก็จำเป็นต้องทำการกระจายออกไปสู่ผู้บริโภค ซึ่งก่อนที่สินค้าจะถึงมือผู้บริโภคสุดท้ายก็จะมีคลังสินค้าเป็นเสมือนหน่วยกลางระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค ในอดีตสินค้าที่เก็บไว้ในคลังเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่เก็บเพื่อรอจนกว่าฤดูเก็บเกี่ยวจะมาถึงอีกครั้งหนึ่งซึ่งทำให้สินค้าไม่มีความเคลื่อนไหวและไม่เป็นที่นิยมสำหรับการจัดเก็บสินค้าในยุคปัจจุบันเนื่องจากสมัยนี้สินค้าควรมีการหมุนเวียนอยู่เสมอเพื่อความสดใหม่

- **การหมุนเวียนเข้าออกใช้หลัก FIFO (First In First Out)**

หลักการหมุนเวียนสินค้าแบบนี้มีหลักสำคัญ คือ สินค้าใดที่เข้าคลังสินค้าก่อนก็หมุนเวียนออกไปก่อนเพื่อลดความเสี่ยงจากการจัดเก็บเป็นเวลานาน เพราะในห่วงโซ่อุปทานการจัดเก็บสินค้ายังเป็นส่วนที่เพิ่มต้นทุนไม่ว่าจะเป็นซัพพลายเออร์ โรงงานผู้ผลิต ผู้ค้าปลีกหรือผู้ค้าส่ง

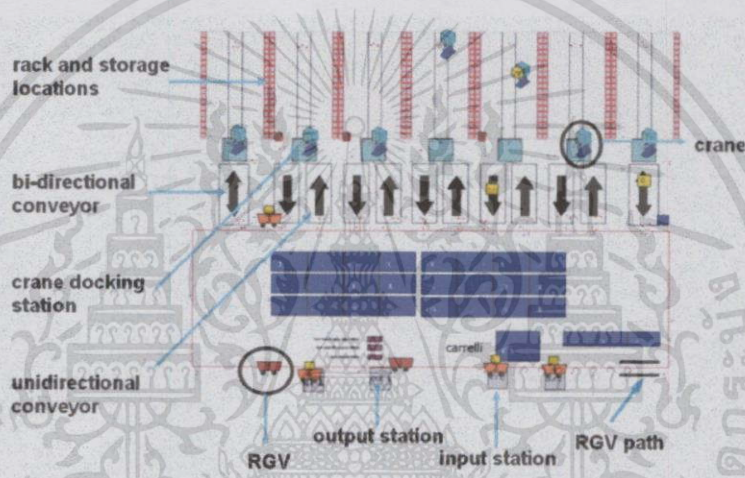


รูปที่ 2.6 การหมุนเวียนสินค้าแบบ FIFO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การรับและนำสินค้าเข้าจัดเก็บ

กระบวนการรับสินค้าเข้ามานั้นจะประกอบด้วยกิจกรรมต่าง เช่น การขนถ่ายสินค้าจากพาหนะที่นำสินค้ามาส่งเข้าสู่คลังสินค้า การรับสินค้าคืนจากลูกค้า การตรวจนับจำนวนสินค้าให้ตรงกับจำนวนที่ เป็นต้น กระบวนการรับสินค้านี้จึงถือว่าเป็นขั้นตอนพื้นฐานสำคัญที่ทุกคลังสินค้าจำเป็นต้องมีสำหรับการเป็นสถานที่พักสินค้า ซึ่งถ้ามีการบริหารจัดการการรับสินค้าที่ดีแล้วองค์กรจะสามารถมั่นใจได้ว่ามีสินค้าเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ไม่ทำให้เกิดภาวะสินค้าขาดช่วงซึ่งนอกจากจะส่งผลโดยตรงต่อลูกค้าที่อยู่ในห่วงโซ่อุปทานแล้วยังเป็นการลดรายได้ขององค์กรอีกด้วย



รูปที่ 2.7 การรับและนำสินค้าเข้าจัดเก็บ

สำหรับกระบวนการลำเลียงสินค้าเข้าจัดเก็บจะประกอบด้วยกิจกรรม เช่น การลำเลียงสินค้าเพื่อนำไปจัดเก็บภายในคลังสินค้าซึ่งอาจเป็นการลำเลียงด้วยระบบอัตโนมัติหรือไม่ใช่ระบบอัตโนมัติก็ได้ อย่างไรก็ตามไปถึงการวางแผนการเก็บรักษาสินค้าให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดความเสี่ยงต่อความเสียหายที่จะเกิดกับสินค้าหรือแม้แต่การรวมสินค้าประเภทเดียวกันที่เกิดจากการรับสินค้าประเภทนี้จำนวนหลาย ๆ ครั้ง เป็นต้น ซึ่งรวมสินค้าประเภทเดียวกันเหล่านี้เข้าไว้ด้วยกันเพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่จัดเก็บสินค้าสำหรับจัดเก็บสินค้าประเภทอื่นต่อไปและยังเพื่อสร้างความสะดวกต่อการหยิบสินค้าเหล่านี้เพราะได้ถูกวางรวมไว้ในที่เดียวกันแล้ว ผู้บริหารควรมีการจัดการการจัดเก็บสินค้าที่ดีเพื่อลดต้นทุนการจัดเก็บซึ่งจะช่วยลดต้นทุนขององค์กรได้และนอกจากนี้การจัดเก็บรักษาสินค้ายังทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มในสินค้าเมื่อไปถึงปลายทาง

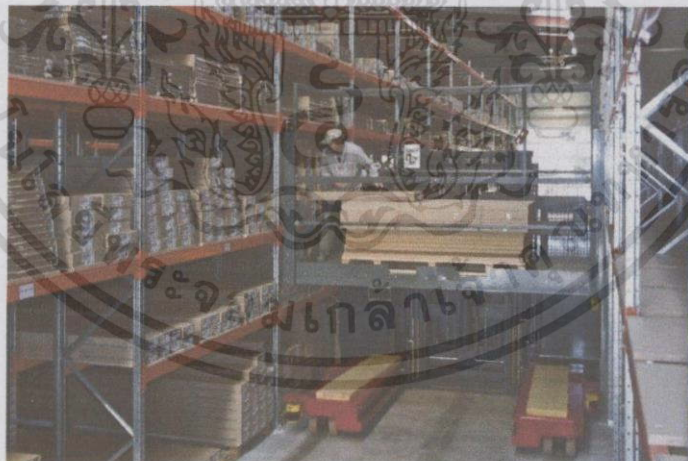
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. กระบวนการสั่งซื้อจากลูกค้าและการหยิบสินค้าตามรายการ

เมื่อลูกค้ามีความสนใจสินค้าขององค์กรพวกเขาจะทำการสั่งสินค้าเหล่านั้นเข้ามาซึ่งสินค้าที่จะส่งให้กับลูกค้าก็คือสินค้าที่ถูกจัดเก็บไว้ในคลังสินค้านั้นเอง สำหรับการสั่งสินค้านั้นบางครั้งก็เป็นการสั่งหลายรายการในปริมาณมากดังนั้นจึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ควรมีสินค้าจัดเก็บไว้ในคลังสินค้าในปริมาณที่มากเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า

หลังจากรับรายการสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้าแล้วจะเป็นขั้นตอนค้นหาและหยิบสินค้าที่กำหนดไว้ตามรายการสั่งซื้อซึ่งสำหรับระบบคลังสินค้าทั่วไปอาจมีพนักงานที่ทำหน้าที่ในส่วนนี้โดยเฉพาะ พนักงานเหล่านี้อาจใช้การเดินหรืออาศัยเครื่องอำนวยความสะดวก เช่น พอร์คลิฟต์ เป็นต้น เพื่อทำการค้นหาและหยิบสินค้าดังแสดงในรูปที่ 2.8 แต่สำหรับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติจะใช้เครื่องจักรอัตโนมัติเข้าทำหน้าที่ค้นหาและหยิบสินค้านี้แทนที่มนุษย์

สุดท้ายคือขั้นตอนการเตรียมความพร้อมสำหรับการสั่งซื้อจากลูกค้าซึ่งก็คือการเตรียมความพร้อมของสินค้า การตรวจสอบและเก็บความเรียบร้อยของสินค้าทั้งสภาพภายในและภายนอก ตรวจสอบประเภทและจำนวนสินค้าตามรายการสั่งซื้อเพื่อให้มั่นใจว่าสินค้าที่จะไปถึงมือลูกค้านั้นครบถูกต้องและมีความสมบูรณ์เพื่อความพึงพอใจของลูกค้าและเพื่อการทำธุรกิจร่วมกันอย่างนี้ต่อไปในอนาคต



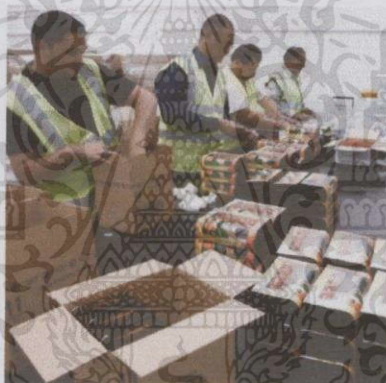
รูปที่ 2.8 การหยิบสินค้า

### 4. การบรรจุหีบห่อ

กระบวนการการบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์หรือสินค้านั้นก็จัดเป็นอีกหนึ่งกระบวนการที่สำคัญเพราะเป็นการกระทำเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสินค้าระหว่างการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนส่งจนกว่าจะถึงมือลูกค้า ซึ่งผู้ปฏิบัติงานในส่วนนี้จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของสินค้าแต่ละประเภทเป็นอย่างดี สินค้าบางประเภทไม่ควรนำไปบรรจุเข้าด้วยกันเพราะอาจมีคุณสมบัติที่จะทำให้เกิดอันตราย เช่น ไม่ควรนำสินค้าประเภทสารเคมีบรรจุเข้ารวมกันกับสินค้าประเภทผงซักฟอกและประเภทของเหลวซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ทั้ง ๆ ที่สินค้าเหล่านั้นต่างก็ปิดมิดชิดหรือแม้แต่ในกรณีของการบรรจุสินค้าประเภทสบู่เข้ารวมกันกับสินค้าประเภทกระดาษชำระซึ่งการบรรจุสินค้า 2 ประเภทนี้เข้ารวมกันอาจไม่ก่อให้เกิดอันตรายหากแต่จะทำให้สินค้าประเภทกระดาษชำระนั้นมีกลิ่นของสบู่ติดอยู่และอาจเป็นการทำให้คุณภาพของสินค้าต่ำลง เป็นต้น ที่สำคัญสำหรับกระบวนการบรรจุหีบห่อนั้น จำเป็นที่จะต้องแนบใบกำกับสินค้า (Packing list) ไปด้วยกันกับสินค้าที่จัดเตรียมส่งเหล่านั้นพร้อมกับการระบุว่ามีสินค้าประเภทใดอยู่กล่องไหนและให้มีการระบุไว้ในกล่องหรือห่อที่บรรจุสินค้านั้น ๆ มีจำนวนสินค้าที่บรรจุอยู่ภายในปริมาณเท่าใด



รูปที่ 2.9 การบรรจุสินค้า

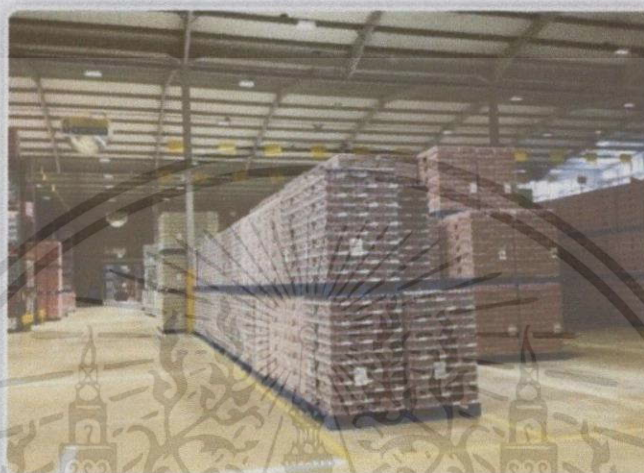
#### 5. การคัดแยกและการรวมสินค้าเพื่อเตรียมจัดส่ง

การคัดแยกและรวมสินค้าเพื่อเตรียมจัดส่ง คือ ขั้นตอนเมื่อทำการบรรจุสินค้าในกล่องหรือห่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะเป็นการนำสินค้าเหล่านั้นมาคัดแยกหรือรวม สำหรับการคัดแยกและการรวมสินค้านั้นจะมีแนวทางการปฏิบัติตามแต่ละระบบของคลังสินค้านั้น ๆ เช่น อ่างอิงการจัดกลุ่มสินค้าตามชนิดหรือประเภทของสินค้าเหล่านั้น อ่างอิงกลุ่มสินค้าตามลูกค้าแต่ละราย และในกลุ่มสินค้าของลูกค้าแต่ละรายก็ยังสามารถแยกกลุ่มของสินค้าให้ย่อยลงไปอีกตามรายการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้า เป็นต้น

หลังจากเตรียมการจัดส่งเรียบร้อยแล้วจะเป็นการตรวจสอบความเรียบร้อยถูกต้องของสินค้าก่อนที่จะส่งให้ลูกค้า เช่น การตรวจสอบความสมบูรณ์ของสินค้า การตรวจสอบประเภทและจำนวนของสินค้า เป็นต้น เพื่อให้องค์กรสามารถมั่นใจได้ว่าจะไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดความผิดพลาดใด ๆ กับสินค้าที่กำลังจะถูกขนไปส่งยังลูกค้าเพราะการส่งสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพหรือไม่ครบจำนวนกับรายการสั่งอาจทำให้ลูกค้าเกิดความไม่พอใจและอาจส่งผลให้ลูกค้าไม่มีความต้องการที่จะทำธุรกิจต่อกับองค์กรซึ่งเป็นการตัดรายได้ขององค์กรอย่างถาวร



รูปที่ 2.10 การเตรียมจัดส่งสินค้า

## 2.4 ประเภทของคลังสินค้า [5]

สำหรับการแบ่งประเภทของคลังสินค้านั้นสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับแนวทางของการจำแนก แต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึงการจำแนกประเภทของคลังสินค้าโดยอ้างอิงตามลักษณะของจุดมุ่งหมายในการประกอบกิจการซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

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

ซึ่งคลังสินค้าทั้ง 3 ประเภทนี้เกิดขึ้นจากวัตถุประสงค์และผลตอบแทนที่จะได้รับในการประกอบการที่ต่างกัน

### 2.4.1 คลังสินค้าสาธารณะ (Public Warehouse)

คลังสินค้าสาธารณะ คือ ธุรกิจคลังสินค้าที่มีวัตถุประสงค์เพื่อรับฝากและจัดเก็บสินค้ามิได้เป็นสร้างเพื่อจัดเก็บสินค้าของตน โดยส่วนใหญ่จะเป็นการรับฝากสินค้าในระยะเวลาที่สั้นและมีความถี่การหมุนเวียนของสินค้าเป็นแบบเดือนต่อเดือนเพื่อสร้างรายได้ส่วนใหญ่จากการรับฝากสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

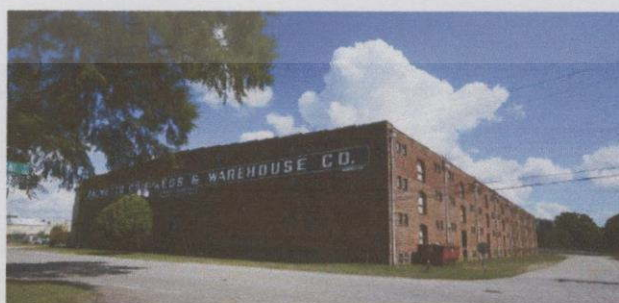
ใหม่ ๆ บ่อยครั้ง ซึ่งรายได้รวมจากการรับฝากสินค้าจะแบ่งออกเป็นรายได้อย่อย ๆ ได้ในหลายส่วนโดยเริ่มตั้งแต่รายได้จากการขนถ่ายสินค้าจากพาหนะขนส่ง รายได้จากการลำเลียงเข้าไปจัดเก็บ ค่าดูแลรักษาสินค้าซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการจัดเก็บรวมถึงรายได้ขั้นตอนการค้นหาและขนส่งสินค้ากลับคืนและที่สำคัญคลังสินค้าสาธารณะยังสามารถเพิ่มรายได้จากจำนวน Pallet ที่ใช้สำหรับวางสินค้านั้น ๆ ได้อีกด้วย

คลังสินค้าสาธารณะนั้นสามารถถูกเรียกได้ในหลายชื่อ เช่น องค์กรคลังสินค้า คลังสินค้าทัณฑ์บน เป็นต้น คลังสินค้าสาธารณะจะเปิดให้บริการเช่าเพื่อทำการจัดเก็บรักษาสินค้า โดยต้องมีการทำสัญญาเช่าและคลังสินค้าสาธารณะนั้นยังสามารถแบ่งตามประเภทของสินค้าที่รับจัดเก็บได้อีกหลายชนิด เช่น

- คลังสินค้าสำหรับสินค้าทั่วไป (General merchandise warehouse)
- คลังสินค้าพิเศษ (Special commodity warehouse) เช่น คลังสินค้าผลไม้ ถิ่นจี่ ลำไย เป็นต้น
- คลังสินค้าทัณฑ์บน (Bonded warehouse) คลังสินค้านำเข้าจากต่างประเทศของศุลกากร จะไม่เสียภาษีนำเข้า จนกว่าจะนำออกจากคลัง



รูปที่ 2.11 คลังสินค้าสาธารณะ



รูปที่ 2.12 คลังสินค้าเอกชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.2 คลังสินค้าเอกชน (Private Warehouse)

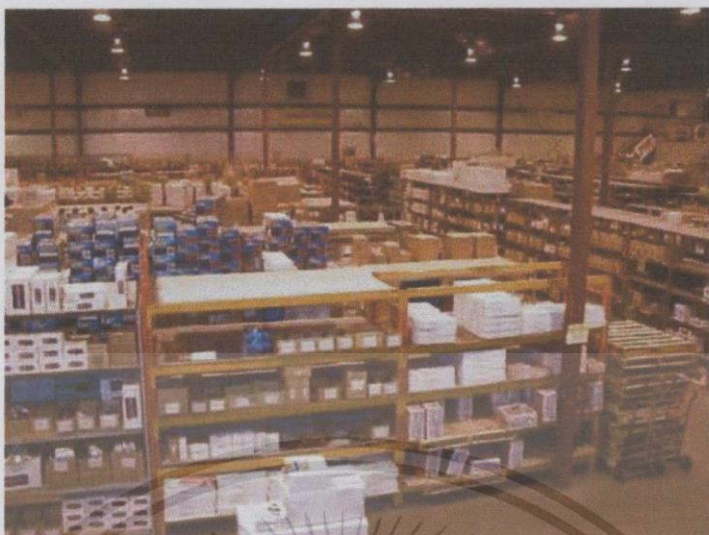
คลังสินค้าที่เอกชน คือ คลังสินค้าที่ผู้ผลิตสินค้าหรือองค์กรธุรกิจต่าง ๆ นั้นสร้างขึ้นมาเพื่อใช้เก็บรักษาสินค้าของตนและมีแผนการดำเนินงานของระบบคลังสินค้าที่เป็นของตนโดยเฉพาะทุก ๆ พื้นที่ทุก ๆ บริเวณภายในคลังสินค้าเอกชนนั้นได้ถูกบริหารจัดการให้ใช้เพื่อประโยชน์ต่อธุรกิจส่วนตนเท่านั้นดังนั้นจึงอาจเรียกได้ว่าเป็นคลังสินค้าที่สร้างขึ้นมาเพื่อพักสินค้าโดยไม่ต้องเช่าพื้นที่คลังสินค้าอื่น ๆ สำหรับจัดเก็บสินค้าของตน ซึ่งสินค้าที่ถูกจัดเก็บภายในคลังสินค้าประเภทนี้นั้นเป็นการจัดเก็บเพื่อรอการจัดจำหน่ายและกระจายสินค้าสู่ลูกค้าเป็นหลักและที่สำคัญคือคลังสินค้าประเภทนี้มีเป้าหมายเพียงเพื่อจะควบคุมการดำเนินงานและรับผิดชอบด้านการบริหารคลังให้คลังสินค้าของตนสามารถรักษาสภาพสินค้าได้เท่านั้น มิได้แสวงหาประโยชน์จากการรับฝากสินค้าจากบุคคลภายนอก

### 2.4.3 คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษ (Special Warehouse)

คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษ คือ คลังสินค้าที่มีหน้าที่สำหรับการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรกรรมโดยเฉพาะ เช่น คลังสินค้าผลไม้ ลิ้นจี่ ลำไย เป็นต้น เนื่องจากสินค้าที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในเป็นสินค้าเกษตรกรรมที่อาจเกิดการเน่าเสียได้ง่ายมากซึ่งการเน่าเสียเหล่านี้อาจเกิดขึ้นจากหลายปัจจัย เช่น สภาพแวดล้อม อากาศ แม่ลงหรือแมแต่อาจเกิดการเน่าเสียจากการวางซ้อนทับของสินค้าทางการเกษตรกรรมในปริมาณมาก ๆ เป็นต้น ดังนั้นคลังสินค้าประเภทนี้จึงจำเป็นต้องมีระบบการดูแลรักษาสินค้าที่ดีและสามารถแบ่งประเภทของคลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษออกได้ดังนี้

- คลังสินค้าเอกชน (Private Warehouse) เป็นทรัพย์สินขององค์กรเจ้าของสินค้าซึ่งบริหารจัดการเองทั้งหมดและจะเก็บเฉพาะสินค้าที่ต้องการ
- คลังสินค้าสาธารณะ (Public Warehouse) เป็นคลังสินค้าที่ผู้ประกอบการทำธุรกิจรับดำเนินการติดตั้งระบบการคลังสินค้าให้กับหลายองค์กรมาใช้บริการ

ซึ่งอาจจะเห็นว่าคลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษนี้อาจจะไม่แตกต่างอะไรจากคลังสินค้าเอกชนและคลังสินค้าสาธารณะ ซึ่งถ้าหากท่านมองอย่างนี้ก็อาจใช่เพียงแต่คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษนี้จำเป็นต้องแบ่งประเภทออกเป็นคลังสินค้าประเภทหนึ่งเนื่องจากสินค้าที่ถูกนำไปจัดเก็บนั้นเป็นสินค้าในเชิงเกษตรกรรมซึ่งสามารถเน่าเสียได้ง่าย ดังนั้นคลังสินค้าประเภทนี้จึงมีความพิเศษกว่าคลังสินค้าประเภทอื่นตรงที่จะต้องเป็นคลังสินค้าที่มีระบบการดูแลรักษาสภาพของสินค้าอย่างดีเพื่อให้คุณภาพของสินค้าสดใหม่เท่าที่จะเป็นไปได้

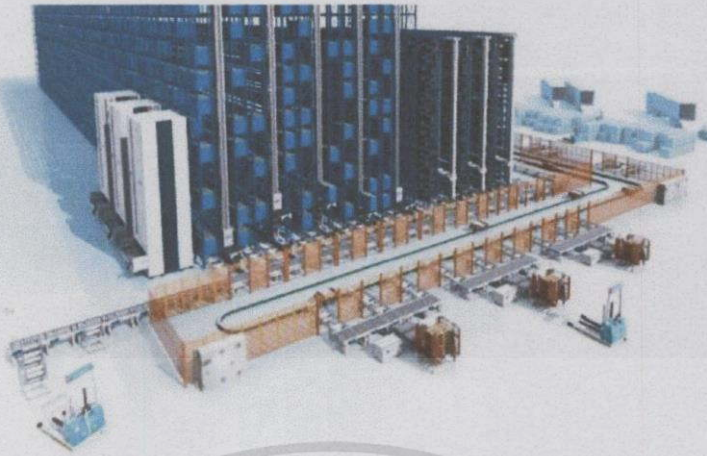


รูปที่ 2.13 คลังสินค้าเพื่อกิจกรรมพิเศษ

และประเภทของคลังสินค้าทั้ง 3 กลุ่มที่กล่าวมาข้างต้นนั้นอาจใช้ระบบทั่วไป ระบบกึ่งอัตโนมัติหรือระบบอัตโนมัติก็ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น เงินทุน สถานที่ จุดคุ้มทุน เป็นต้น และอาจขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของคลังสินค้านั้น ๆ เช่น ต้องเป็นคลังสินค้าที่มีขนาดใหญ่และสูง เพื่อให้สามารถเก็บสินค้าได้มากหรือเป็นคลังสินค้าที่ต้องรักษาอุณหภูมิภายในให้เย็นเพื่อรักษาคุณภาพสินค้า เป็นต้น ดังนั้นในคลังสินค้าที่ใช้ทรัพยากรบุคคลในการปฏิบัติงานมากหรือมีความเสี่ยงในการทำงาน ระบบคลังสินค้าแบบอัตโนมัติก็ถือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ลงทุน

## 2.5 ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ [6],[7]

ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ คือ คลังสินค้าที่มีระบบการจัดเก็บ หยิบและลำเลียงสินค้าที่เป็นอัตโนมัติ ซึ่งการใช้ระบบอัตโนมัติดังกล่าวเข้ามาช่วยในขั้นตอนต่าง ๆ จะช่วยลดต้นทุนในระยะยาว กล่าวคือจะช่วยให้ต้นทุนได้ในระยะเวลาที่สั้นถึงแม้ว่าจะต้องใช้การลงทุนที่สูงเมื่อแรกเริ่มและระบบอัตโนมัตินี้ยังช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับระบบคลังสินค้าได้โดยให้ระบบอัตโนมัติเหล่านี้ทำงานแทนมนุษย์ในส่วนที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตราย ภายในระบบคลังสินค้าอัตโนมัตินอกจากจะมีระบบอัตโนมัติสำหรับขั้นตอนการจัดเก็บ หยิบและการลำเลียงสินค้าแบบอัตโนมัติแล้วยังสามารถเพิ่มระบบการจัดการข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับสินค้าที่เป็นแบบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มความสะดวกสบาย ความถูกต้อง และข้อมูลที่ได้ยังเป็นข้อมูลแบบเรียลไทม์อีกด้วย ที่สำคัญยังสามารถลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานให้เหลือน้อยที่สุดเพื่อเป็นการลดรายจ่ายขององค์กรได้อีกด้วย



รูปที่ 2.14 ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

ระบบคลังสินค้าอัตโนมัตินั้นเกิดจากการนำคลังสินค้าผนวกเข้ากับระบบอัตโนมัติหลาย ๆ ส่วน แต่ในบทนี้จะเน้นไปที่ระบบการจัดเก็บและค้นหาแบบอัตโนมัติซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญที่สุดของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

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

ระบบการจัดเก็บสินค้าและค้นหาแบบอัตโนมัตินั้นถูกออกแบบมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลำเลียงสินค้าเข้าจัดเก็บหรือนำสินค้าออกมาจากคลังสินค้าอย่างอัตโนมัติและไม่จำเป็นต้องมีมนุษย์คอยควบคุม ระบบนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนดำเนินงานและระบบควบคุม ซึ่งส่วนดำเนินงานหรือส่วน “ฮาร์ดแวร์” สำหรับระบบนี้ก็คือเครนประเภทสแต็กเกอร์เครนและสำหรับระบบควบคุมจะประกอบด้วยส่วนไฟฟ้าที่ใช้ในการขับเคลื่อนเครนและส่วนโปรแกรม PLC และ HMI

ในระยะแรกระบบนี้ถูกสร้างขึ้นโดยมีเป้าหมายเพื่อขนส่งสินค้าขนาดใหญ่เท่านั้น เนื่องจากฮาร์ดแวร์ของตัวเครนมีขนาดที่ใหญ่มาก แต่ด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าทำให้สามารถสร้างเครนที่มีขนาดเล็กลงและสามารถขนส่งสินค้าที่มีขนาดเล็กได้ อีกทั้งยังสามารถระบุตำแหน่งและจำนวนของสินค้าที่ต้องการให้เครนนำออกมาได้อีกด้วย สำหรับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติจะมีผู้ปฏิบัติงานเพียงไม่กี่คนและมีหน้าที่เพียงควบคุมความเป็นไปของกระบวนการ สินค้าจะถูกลำเลียงเข้าจัดเก็บและหยิบสินค้าออกมาอย่างอัตโนมัติผ่านสายพานและเครนโดยมี PLC เป็นตัวสั่งการและ HMI ทำหน้าที่ติดต่อเพื่อรับ-ส่งข้อมูลกับผู้ดูแลกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ระบบการจัดเก็บและค้นหาแบบอัตโนมัติ (ASAR)

## 2.5.2 ประโยชน์ของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

สำหรับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติที่มีข้อเสียเพียงต้องใช้ลงทุนที่สูงเมื่อแรกเริ่มแต่หากมองสำหรับผลตอบแทนที่จะได้รับกลับมานั้นมีมากมาย เช่น

- เพิ่มคุณภาพของงาน - เนื่องจากใช้การนำเครื่องจักรผนวกกับคำสั่งควบคุม ทำให้ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติสามารถทำงานต่อเนื่องได้เต็มที่ ถึงวันละ 24 ชั่วโมง อาทิตย์ละ 7 วัน ซึ่งมากกว่าคลังสินค้าทั่วไปที่ใช้นมนุษย์เป็นผู้ลำเลียงสินค้าเข้าจัดเก็บ เพราะมนุษย์มีขีดจำกัดของการทำงาน
- ลดโอกาสที่มีสินค้าคงคลัง - ด้วยระบบการจัดการและระบบการจัดเก็บสินค้าและค้นหาแบบอัตโนมัติ ทำให้สามารถเลือกหยิบสินค้าได้ถูกตำแหน่ง ทำให้มีโอกาสน้อยที่จะมีสินค้าที่ถูกลูกค้าสั่ง หลงเหลืออยู่ในคลังสินค้า และถ้ามีระบบการจัดการแบบ First In First Out เข้ามาประยุกต์ร่วมด้วยแล้วจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพขึ้น

## 2.6 สแตกเกอร์เครนและระบบควบคุม [8]-[10]

สแตกเกอร์เครนและระบบควบคุม คือ องค์ประกอบหลักของระบบการจัดเก็บและค้นหาอัตโนมัติ คลังสินค้านำองค์ประกอบเหล่านี้มาประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ เช่น ลดระยะเวลาการดำเนินงาน ลดค่าใช้จ่ายต่อจำนวนพนักงานรวมและลดความเสี่ยงต่อผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น

### 2.6.1 สแตกเกอร์เครน

สแตกเกอร์เครนจัดเป็นเครนประเภทหนึ่งซึ่งเป็นเครนที่ใช้ในระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ โดยเฉพาะและต้องการระบบควบคุมเพื่อสั่งการให้ตัวสแตกเกอร์เครนทำงานอย่างอัตโนมัติ สแตกเกอร์เครนนั้นมีส่วนกลไกการเคลื่อนที่ที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ส่วนกลไกการเคลื่อนที่แนวราบ แนวตั้งและฟอร์คลิฟต์ดังแสดงในรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบของสแตกเกอร์เครน

จากรูปที่ 2.16 สามารถอธิบายได้ดังนี้

- หมายเลข 1 คือกลไกการเคลื่อนที่แนวราบ
- หมายเลข 2 คือกลไกการเคลื่อนที่แนวตั้งของ
- หมายเลข 3 ฟอ์คลิฟต์

#### 1. ส่วนกลไกการเคลื่อนที่แนวราบ

ส่วนกลไกการเคลื่อนที่แนวราบ หมายถึง กลไกที่ทำให้สแตกเกอร์เครนสามารถเคลื่อนไปบนพื้นหรือมีลักษณะขนานกับพื้นใน (ไม่รวมการยัดของฟอ์คลิฟต์) กลไกการขับเคลื่อนอาจสร้างได้ง่าย ๆ เช่น ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนผ่านข้อต่อเพลาและให้ล้อวิ่งบนรางวิ่ง (Guide way) เป็นต้น หรืออาจเป็นการประยุกต์ใช้กลไกที่ซับซ้อนขึ้นมา เช่น ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานและให้สายพานเป็นตัวนำพาให้สแตกเกอร์เครนเคลื่อนที่ เป็นต้น ซึ่งการออกแบบกลไกนี้ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของโครงสร้างและระบบการรับ-ส่งสินค้าของคลังสินค้านั้น ๆ และยังมีปัจจัยของความสวยงามเข้ามาเกี่ยวข้องดังแสดงในรูปที่ 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 กลไกการเคลื่อนที่แนวราบ

สำหรับการระบุตำแหน่งนั้นจะมีการนำเซนเซอร์เข้ามาประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องตำแหน่ง ตัวอย่างเซนเซอร์ที่ใช้ เช่น พร็อกซิมีตี้เซนเซอร์สำหรับการควบคุมแบบดิจิทัลหรือทรูปีมเซนเซอร์สำหรับการควบคุมแบบแอนะล็อก เป็นต้น

## 2. กลไกการเคลื่อนที่แนวตั้ง

กลไกการเคลื่อนที่แนวตั้ง คือ กลไกสำหรับยกฟอร์คลิฟต์ขึ้น-ลงเพื่อไปยังช่องที่จะวางสินค้าตามเงื่อนไข สำหรับกลไกการขับเคลื่อนนั้นส่วนใหญ่จะใช้มอเตอร์ทำงานร่วมกับมู่เล่และสายพานหรืออาจใช้มอเตอร์ร่วมกับเฟืองและโซ่ โดยการติดตั้งฟอร์คลิฟต์ให้สามารถเคลื่อนที่ไปพร้อมกับโซ่หรือสายพานและให้มอเตอร์เป็นตัวขับเฟืองหรือมู่เล่ให้หมุน ซึ่งกลไกการขับเคลื่อนนี้จะต้องอาศัยรางวิ่ง (Guide way) ที่จะถูกติดตั้งในแนวยาวไปตลอดเสาทั้ง 2 เสาของสแตกเกอร์เครนเพื่อให้ฟอร์คลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้น-ลงในระยะที่กำหนดดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 กลไกการเคลื่อนที่แนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ฟอ์คลิฟต์

ฟอ์คลิฟต์ คือ ส่วนกลไกที่สามารถยัดเข้า-ออกเพื่อนำสินค้าเข้า-ออกจากช่องเก็บสินค้า ฟอ์คลิฟต์นั้นมีลักษณะคล้ายข้อมที่มีปลายยื่นออกมาแต่มีเพียง 1 คู่ซึ่งปลายทั้งสองจะสามารถสอดเข้าไปพอดีกับช่องของ Pallet ดังรูปที่ 2.19 สำหรับกลไกการเคลื่อนที่เข้า-ออกของฟอ์คลิฟต์นั้นสามารถออกแบบให้ยัดออกไปได้ไกลตามต้องการซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ความสวยงามและยังสามารถออกแบบให้สามารถเคลื่อนที่เข้า-ออกได้ทั้ง 2 ทิศทางตามแต่ทิศทางการหมุนเวียนของสินค้า



รูปที่ 2.19 ฟอ์คลิฟต์

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับ 3 กลไกการเคลื่อนที่ทำให้เห็นว่าแต่ละส่วนทำหน้าที่ต่างกัน แต่ด้วยวัตถุประสงค์เดียวกันคือการนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บหรือหยิบออกมา ซึ่งจุดเด่นของสแตกเกอร์เครนนั้นคือการทำทั้ง 3 กลไกสามารถทำงานในเวลาเดียวกัน กล่าวคือสแตกเกอร์เครนสามารถเคลื่อน 3 แกนในเวลาเดียวกันซึ่งจะช่วยลดเวลาสำหรับขั้นตอนการจัดเก็บและนำสินค้าออกมาเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับการใช้มนุษย์เป็นผู้ปฏิบัติงาน ส่วนนี้เพราะมนุษย์นั้นมีข้อจำกัดคือสามารถทำงานได้เพียง 2 แกนในเวลาเดียวกัน ที่สำคัญความอิสระของการเคลื่อนที่ทั้ง 3 แกนของสแตกเกอร์เครนนี้จะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่เขียนไว้ใน PLC ดังนั้นความสามารถในการทำงานของสแตกเกอร์เครนส่วนหนึ่งจะขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เขียน PLC ด้วย

#### 2.6.2 ระบบควบคุม

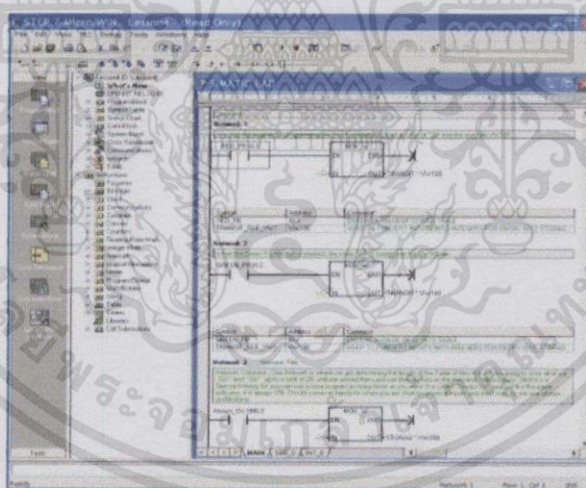
ระบบควบคุมที่จะกล่าวถึงในหัวข้อนี้คือระบบควบคุมสำหรับสแตกเกอร์เครนที่ทำหน้าที่ทั้งสั่งการสแตกเกอร์เครนให้ทำงานอย่างอัตโนมัติและยังมีส่วนติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานเพื่อรับคำสั่งและแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ ของกระบวนการต่อผู้ปฏิบัติงาน ระบบควบคุมสแตกเกอร์เครนถือ

เป็นหัวใจหลักของคลังสินค้าอัตโนมัติเพราะหากไม่มีระบบควบคุมที่ดีอาจทำให้สแตกเกอร์เครนทำงานผิดพลาดซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคลังสินค้าอย่างร้ายแรง

### 1. PLC (Programmable Logic Controller)

PLC คือ ตัวควบคุมประเภทหนึ่งที่มีจะถูกใช้ในงานระบบอัตโนมัติเนื่องจากสามารถใช้งานง่ายและยังมีราคาไม่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับตัวควบคุมประเภทอื่น ๆ PLC สามารถควบคุมกระบวนการได้ทั้งแบบดิจิทัลและแอนะล็อกซึ่งไม่เพียงนิยมในระบบคลังสินค้าอัตโนมัติแต่ยังนิยมเป็นอย่างมากในโรงงานอุตสาหกรรมอัตโนมัติอีกด้วย PLC สามารถเชื่อมต่อกับอินพุตและเอาต์พุตได้มากซึ่งเป็นการลดต้นทุนสำหรับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติใช้เซนเซอร์จำนวนมากเพื่อระบุตำแหน่ง

สำหรับการนำ PLC ไปประยุกต์เพื่อควบคุมสแตกเกอร์เครนในระบบคลังสินค้าอัตโนมัตินั้นสามารถทำได้โดยเชื่อมต่อ PLC เข้ากับเซนเซอร์ระบุตำแหน่งและมอเตอร์ เพื่อนำสัญญาณจากเซนเซอร์มาเป็นอินพุตในการเขียนเงื่อนไขและส่งเป็นเอาต์พุตออกไปขับมอเตอร์ เงื่อนไขที่เขียนลงบน PLC นั้นเรียกว่า “Ladder” ดังรูปที่ 2.20 ซึ่งเป็นตรรกะสำหรับการควบคุมสแตกเกอร์เครนให้ทำงาน เช่น ให้เคลื่อนที่แนวราบและแนวตั้งไปที่ตำแหน่งนั้น ๆ หรือให้ฟอร์คลิฟต์ยึดเข้าไปยังช่องเก็บสินค้า เป็นต้น



รูปที่ 2.20 หน้าต่าง Ladder ของ PLC SIEMENS

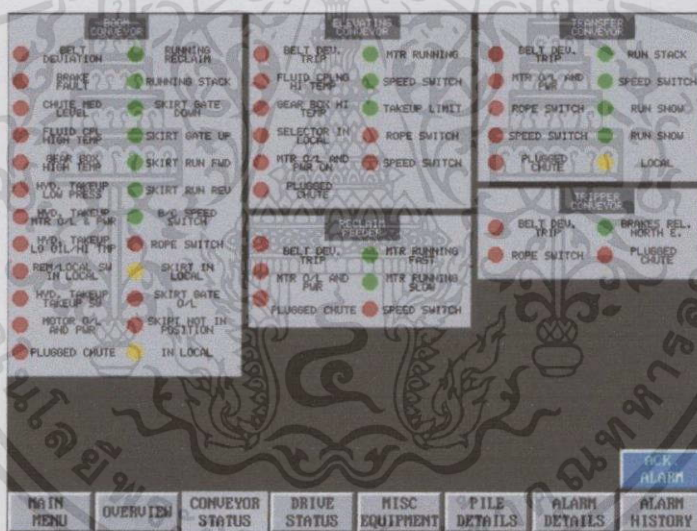
### 2. HMI (Human Machine Interface)

HMI เป็นอุปกรณ์ที่นำเสนอข้อมูลจากการประมวลผลให้กับผู้ปฏิบัติการที่เป็นมนุษย์และมนุษย์จะนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการควบคุมกระบวนการ HMI มักจะมีการเชื่อมโยงไปยังฐานข้อมูลระบบ SCADA และโปรแกรมซอฟต์แวร์เพื่อหาแนวโน้ม ข้อมูลการวินิจฉัยและข้อมูลการจัดการ เช่น ขั้นตอนการบำรุงรักษาตามตารางที่กำหนด ข้อมูลโลจิสติก แผนงานโดยละเอียดสำหรับเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจจับหรือเครื่องจักรตัวใดตัวหนึ่งและแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดจากระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น โดยส่วนใหญ่ที่หน้าจอ HMI จะนำเสนอข้อมูลให้กับผู้ปฏิบัติงานในรูปแบบกราฟิกแบบแผนภาพเลียนแบบ ซึ่งหมายความว่าผู้ปฏิบัติงานสามารถดูแผนผังแสดงโรงงานที่ถูกควบคุม เช่น ภาพของเครื่องสูบน้ำที่เชื่อมต่อกับท่อสามารถแสดงการทำงานและปริมาณของน้ำที่กำลังสูบผ่านท่อในขณะนั้น ผู้ปฏิบัติงานก็สามารถปิดการทำงานของเครื่องสูบน้ำได้ เป็นต้น แผนภาพเลียนแบบอาจประกอบด้วยกราฟิกเส้นและสัญลักษณ์วงจรเพื่อเป็นตัวแทนขององค์ประกอบของกระบวนการหรืออาจประกอบด้วยภาพถ่ายดิจิทัลของอุปกรณ์ในกระบวนการถูกทับซ้อนด้วยสัญลักษณ์ภาพเคลื่อนไหว

สำหรับการประยุกต์ HMI เข้ากับสแตกเกอร์คอนกรีตนั้นสามารถทำได้หลายกรณี เช่น กำหนดช่องเพื่อให้สแตกเกอร์คอนกรีตนำสินค้าไปจัดเก็บ แสดงกระบวนการจำลองว่ามีของอยู่บนฟอร์คลิฟท์หรือไม่หรืออาจแสดงว่าสแตกเกอร์คอนกรีตเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งไหนและรวมไปถึงอาจแสดงสถานะการทำงานของเซนเซอร์ เป็นต้น ซึ่งการออกแบบกราฟิกของ HMI นั้นก็จะขึ้นอยู่กับว่าต้องการให้แสดงผลรายละเอียดอะไรบ้างดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 กราฟิก HMI

### 3. การเชื่อมต่อ

สำหรับการเชื่อมต่อนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ Field devices และการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ HMI โดย Field devices ในที่นี้หมายถึงเซนเซอร์และมอเตอร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของสแตกเกอร์คอนกรีต สำหรับเซนเซอร์นั้นสามารถต่อเข้าโดยตรงกับส่วนอินพุตของ PLC แต่สำหรับมอเตอร์นั้นหากเป็นเพียงการควบคุมแบบดิจิทัลจะสามารถต่อจากส่วนดิจิทัลเอาต์พุตของ PLC เข้ากับรีเลย์เพื่อให้รีเลย์จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่หากต้องการควบคุมความเร็วของมอเตอร์นั้นก็ต้องสัญญาณจากส่วนแอนะล็อกเอาต์พุตเข้ากับอินเวอร์เตอร์เพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่จะจ่ายให้กับมอเตอร์อีกทอด

สำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง PLC และ HMI นั้นเป็นการเชื่อมต่อด้วยสายอีเธอร์เน็ตซึ่งมีอาจใช้ฮับเป็นตัวกลางระหว่าง PLC กับ HMI ซึ่งจากที่ได้กล่าวมา PLC เป็นส่วนที่ติดต่อกับเซนเซอร์และมอเตอร์โดยตรง ดังนั้นการที่จะนำสัญญาณจากเซนเซอร์มาใช้อ้างอิงในการแสดงสถานะต่าง ๆ ของสแตกเกอร์คอนนั้น HMI จะต้องดึงข้อมูลสถานะของเซนเซอร์เหล่านั้นมาจาก PLC ที่เรียกว่า “Tag name” ซึ่งอาจเรียกได้ว่าเป็นการทำให้ HMI และ PLC สามารถสื่อสารกันได้ผ่าน Tag name นี้ และการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ HMI และ Field devices ที่ได้กล่าวมานั้นก็คือลำดับการควบคุมที่ไล่ลำดับลงมาจากส่วนโปรแกรมและอินเตอร์เฟซไปจนถึงส่วน Field devices



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# สแตกเกอร์เครนและระบบควบคุม

### 3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างชิ้นงานสแตกเกอร์เครนสำหรับระบบคลังสินค้าขึ้นมาจริง โดยสำหรับโครงการชิ้นนี้จะแบ่งส่วนประกอบออกเป็น 3 ส่วนที่สำคัญ คือ 1. ส่วนโครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ 2. ส่วนวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ 3. ส่วนที่เกี่ยวกับการควบคุม โดยนำข้อมูลที่ได้อีกกล่าวในบทที่ 2 มาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทำงานในบทนี้ ซึ่งแต่ละส่วนที่กล่าวมาจะมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

### 3.2 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์

สำหรับขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนโครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์เป็นขั้นตอนเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างสแตกเกอร์เครนและคลังเก็บสินค้าขึ้นมา โดยทางผู้จัดทำโครงการได้แบ่งลำดับของขั้นตอนการทำงานออกเป็น 4 ลำดับ ได้แก่ 1. การรวบรวมและศึกษาข้อมูล 2. การออกแบบ 3. การจัดหาอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่าง ๆ 4. การประกอบชิ้นงาน ตามลำดับที่แสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพลำดับขั้นตอนการสร้างส่วนฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.1 สแตกเกอร์เครน

สแตกเกอร์เครน คือ หัวใจหลักของระบบจัดเก็บและค้นหาสินค้าอัตโนมัติซึ่งถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติเช่นกัน การสร้างสแตกเกอร์เครนนั่นถือได้ว่าเป็นส่วนที่ยากที่สุดของการทำโครงการนี้เนื่องจากเป็นฮาร์ดแวร์ที่ประกอบขึ้นจากโครงสร้างและกลไกหลายส่วน เช่น กลไกขับเคลื่อนแนวราบ แนวตั้งและฟอร์คลิฟต์ เป็นต้น ซึ่งสำหรับการสร้างสแตกเกอร์เครนขึ้นมานั้นมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

#### 1. การรวบรวมและศึกษาข้อมูล

สำหรับขั้นตอนการรวบรวมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสแตกเกอร์เครนนั่นจะมีการดำเนินงานดังเช่นการสร้างคลังสินค้ากล่าวคือเป็นการค้นคว้าข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตเป็นหลัก โดยจะทำการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนของสแตกเกอร์เครนทั่วไปดังรูปที่ 3.2



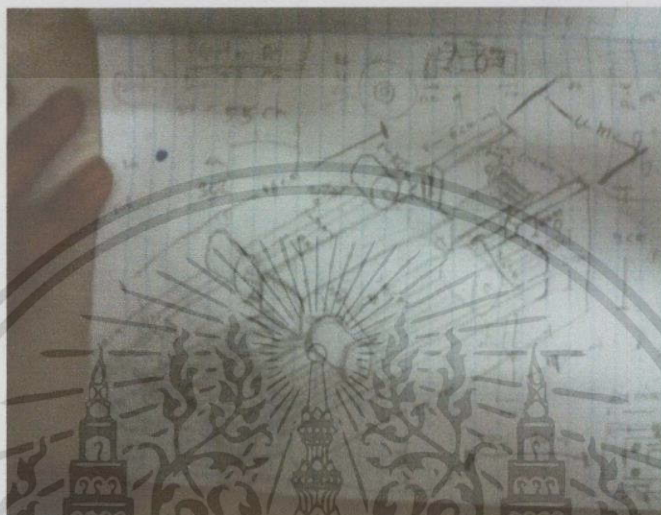
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างโครงสร้างสแตกเกอร์เครน

#### 2. การออกแบบ

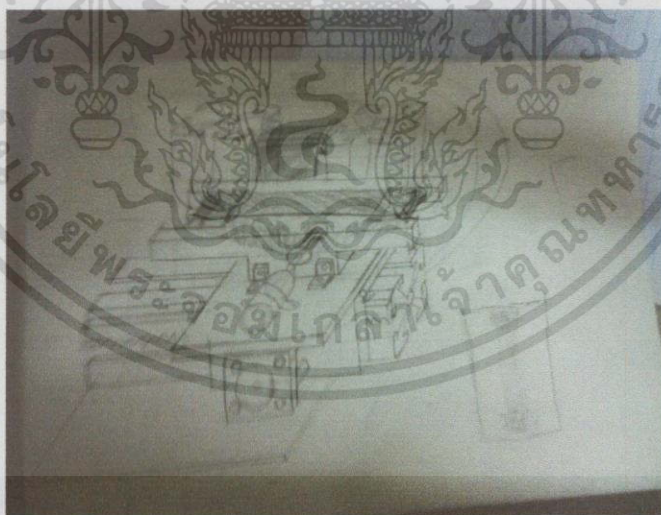
สำหรับขั้นตอนการออกแบบสแตกเกอร์เครนนี้เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าและศึกษาจากอินเทอร์เน็ตมาออกแบบเป็นโครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนของสแตกเกอร์เครนที่มีความเหมาะสมกับตัวคลังสินค้าและส่วนอื่น ๆ โดยการออกแบบโครงสร้างและกลไกของสแตกเกอร์เครนนี้จะเริ่มจากการเขียนภาพร่างด้วยมือลงบนกระดาษ ซึ่งจะเป็นการร่างภาพแนวทางของโครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนที่พอจะเป็นไปได้และในภาพร่างนี้จะมีการกำหนดระยะความกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูง หนา ของรายละเอียดต่าง ๆ ของกลไกการขับเคลื่อนดังรูปที่ 3.3-3.4 สำหรับการออกแบบ โครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนของฮาร์ดแวร์ส่วนนี้ปัญหาหลักที่พบคือการทำที่ต้องลดขนาดจาก สแตกเกอร์เครนที่มีขนาดใหญ่ลงมาเป็นขนาดที่เล็กกว่าเดิมส่งผลให้ต้องปรับเปลี่ยนกลไกการ ขับเคลื่อนบางส่วนใหม่แต่ให้คงไว้ซึ่งจุดประสงค์เดิม



รูปที่ 3.3 โครงร่างกลไกการขับเคลื่อนของสแตกเกอร์เครน



รูปที่ 3.4 โครงร่างกลไกการขับเคลื่อนของฟอร์คลิฟต์

จากรูปที่ 3.3 ซึ่งเป็นภาพร่างของโครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนของสแตกเกอร์เครน ในส่วนการเคลื่อนที่แนวราบ ผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบให้การเคลื่อนที่ในแนวนอนนี้เกิดจากการนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์มาขับสายพานและยึดสายพานนั้นเข้ากับฐานของสแตกเกอร์คอน ซึ่งเมื่อมอเตอร์หมุนก็จะทำให้สายพานหมุนตามและสายพานนั้นก็พาให้สแตกเกอร์คอนเคลื่อนที่ตามไปด้วย สำหรับการจำกัดทิศทางการเคลื่อนที่ในแนวราบของสแตกเกอร์คอนนั้นทางผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบโดยใช้ล้อที่มีรัศมีของขอบล้อทั้ง 2 ขอบกว้างกว่าส่วนอื่นดังรูปที่ 3.5 และให้ล้อทั้ง 2 ล้อของแต่ละข้างหมุนอยู่บนแท่งลูมิเนียมโพรไฟล์ ซึ่งขอบของล้อที่กว้างกว่าปกตินี้จะช่วยให้สแตกเกอร์คอนไม่วิ่งออกจากเส้นทางที่ได้ออกแบบ

จากรูปที่ 3.4 ซึ่งเป็นภาพร่างกลไกการขับเคลื่อนของฟอร์คลิฟต์ ผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบกลไกการขับเคลื่อนของฮาร์ดแวร์ส่วนนี้ให้สามารถเคลื่อนที่เข้า-ออกได้ทั้ง 2 ด้านเพื่อให้สามารถรับสินค้าจากอีกด้านและนำไปวางในช่องวางสินค้าที่อยู่อีกด้านซึ่งทำให้การออกแบบกลไกการขับเคลื่อนส่วนนี้เป็นการออกแบบที่ยากมาก ผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบกลไกการขับเคลื่อนคร่าวๆโดยให้ฟอร์คลิฟต์แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ชั้นแรกจะเป็นชั้นที่ไม่มีการเคลื่อนที่ ชั้นที่ 2 และ 3 จะเป็นชั้นที่มีการเคลื่อนที่โดยเมื่อเคลื่อนที่ออกมาแล้วชั้นที่ 3 จะต้องออกมามากกว่าชั้นที่ 2 เพื่อให้เกิดระยะยึดมากที่สุดและจะได้อธิบายเกี่ยวกับกลไกนี้ในส่วนถัดไป

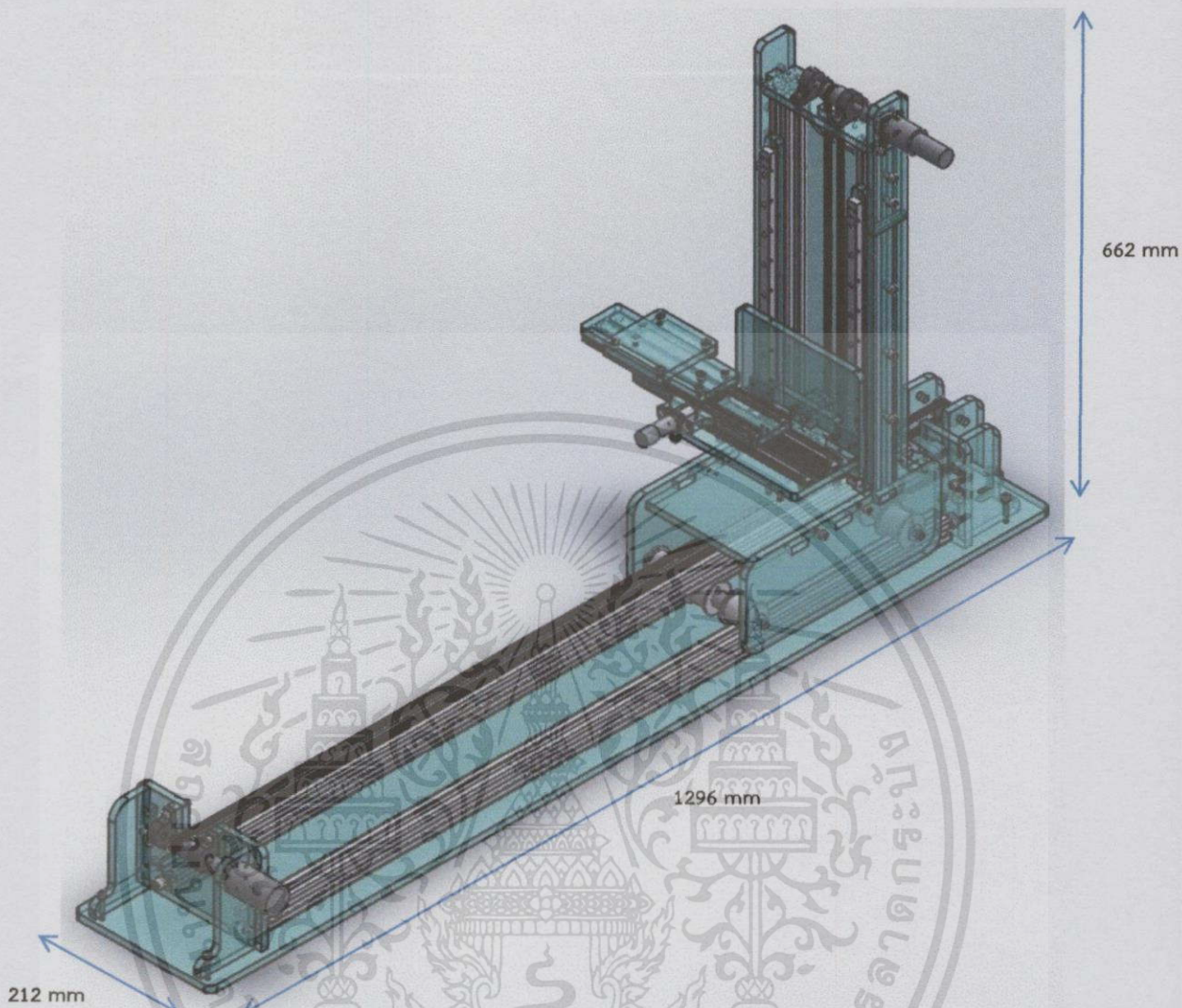
หลังจากทราบแนวทางของโครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนต่าง ๆ ที่จะสร้างขึ้นมาแล้วต่อไปจะเป็นการนำภาพโครงสร้างนั้นมาวาดเป็นภาพจำลอง 3 มิติด้วยโปรแกรมเขียนภาพจำลอง 3 มิติที่ชื่อว่า “SolidWorks” ซึ่งการที่วาดภาพจำลองด้วยโปรแกรมนี้นั้นขึ้นมาดูก่อนจะช่วยให้มองเห็นภาพรวมทั้งหมดของงานที่จะสร้างรวมถึงเห็นปัญหาต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยลดเวลาในส่วนนี้ไปได้เป็นอย่างมาก สำหรับขั้นตอนการเขียนภาพจำลองด้วยโปรแกรม SolidWorks ผู้จัดทำโครงการจะเริ่มจากการเขียนอุปกรณ์ชิ้นส่วนทุกชิ้นที่จะใช้ในการประกอบสแตกเกอร์คอนขึ้นมาดังรูปที่ 3.5 โดยจะต้องระบุขนาดจริง ๆ ของชิ้นส่วนอุปกรณ์ทุกชิ้น



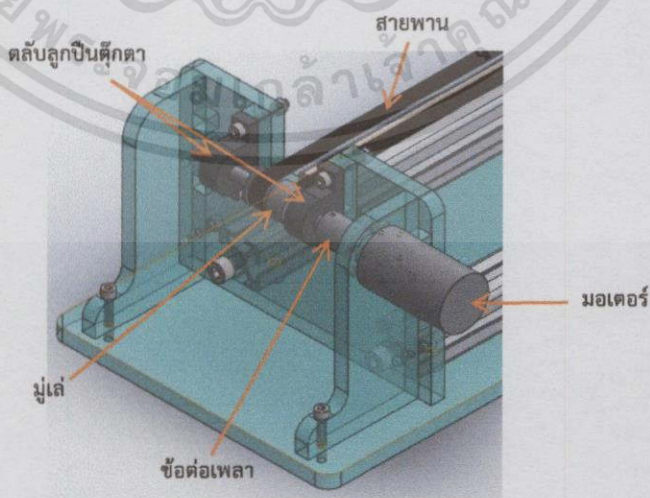
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างภาพจำลองของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับสแตกเกอร์คอน

หลังจากที่เขียนภาพจำลอง 3 มิติของชิ้นส่วนอุปกรณ์ทุกชิ้นเรียบร้อยแล้วต่อไปเป็นการนำภาพจำลองเหล่านั้นมาประกอบกันขึ้นซึ่งจะมีระยะต่าง ๆ แสดงโดยคร่าว ๆ ดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



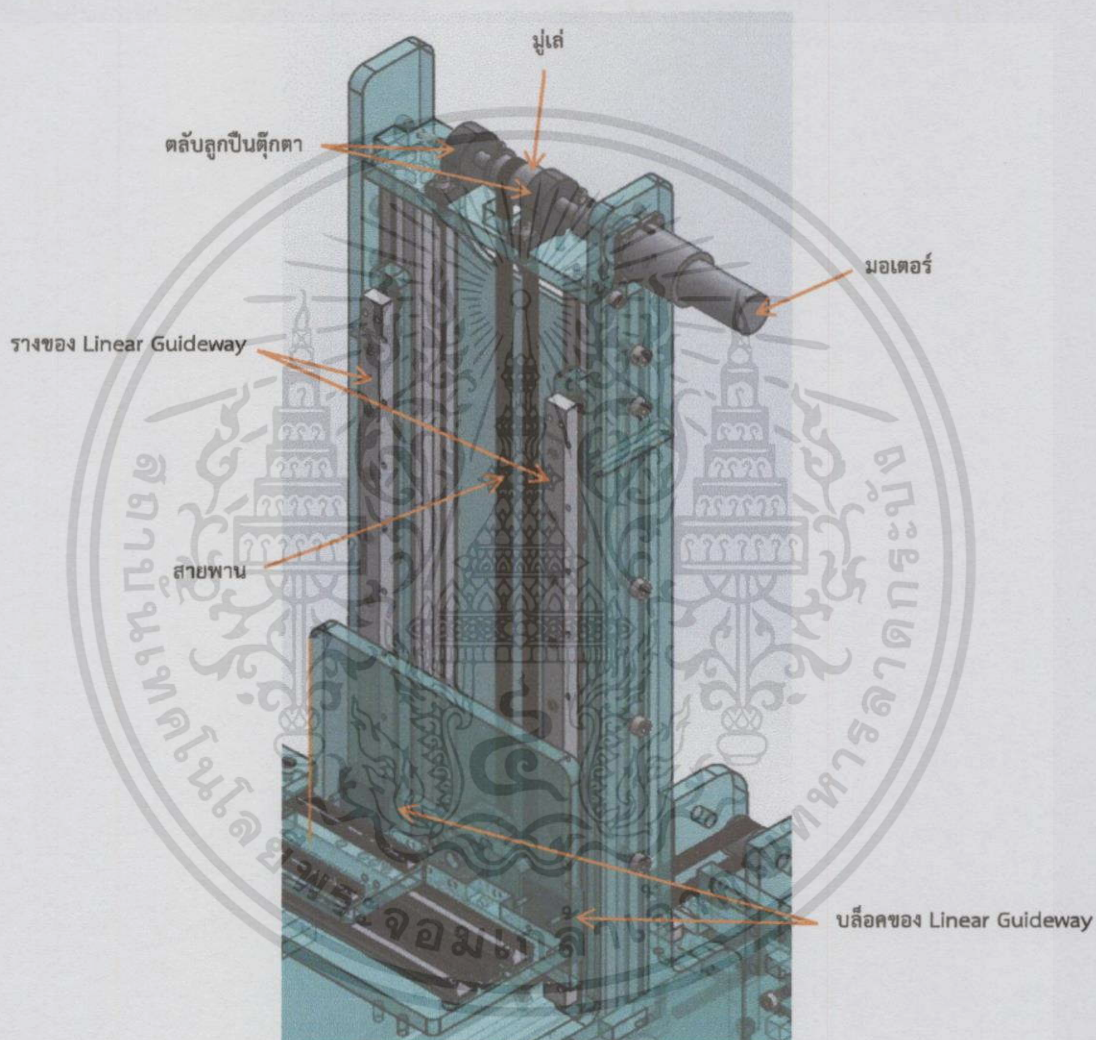
รูปที่ 3.6 ภาพจำลองสแตกเกอร์เครน



รูปที่ 3.7 ส่วนประกอบคร่าว ๆ ของกลไกการขับเคลื่อนแนวราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่ากลไกการขับเคลื่อนแนวราบนั้นผู้จัดทำโครงการได้ใช้กลไกตามแบบเค้าโครงที่ร่างไว้บนกระดาษโดยใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนสายพานและให้สายพานนำพาให้สแตเกอร์เคลื่อนที่ตามดังรูปที่ 3.7 และสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวราบนั้นสแตเกอร์เคลื่อนที่จากปลายสุดของฝั่งหนึ่งไปยังปลายสุดของอีกฝั่งหนึ่งเป็นระยะ 774 มิลลิเมตรซึ่งระยะนี้ได้อ้างอิงมาจากความยาวของคลังเก็บสินค้าที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไป



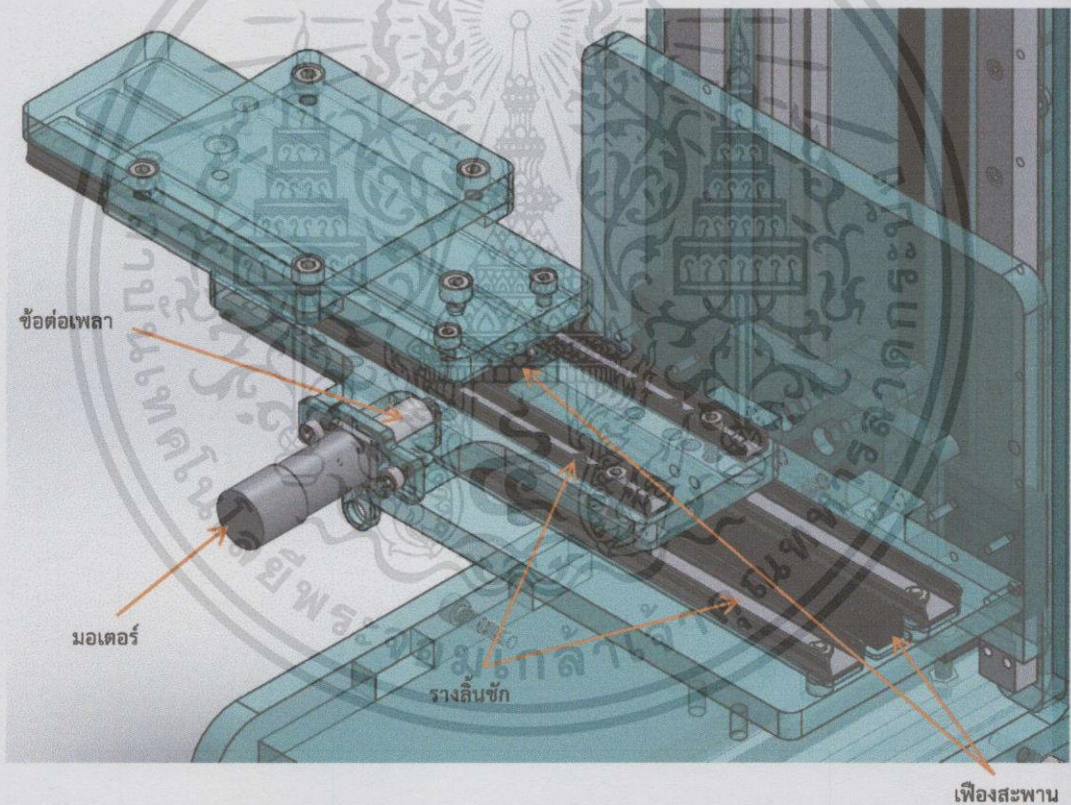
รูปที่ 3.8 ส่วนประกอบคร่าว ๆ ของกลไกการขับเคลื่อนในแนวดิ่ง

สำหรับกลไกการขับเคลื่อนในแนวดิ่งนั้นผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบให้มีกลไกลักษณะเดียวกันกับกลไกการขับเคลื่อนแนวราบ กล่าวคือใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานและให้สายพานนำพาฟอร์คลิฟต์ให้เคลื่อนที่สูงขึ้นโดยใช้ Linear Guideway โดยยึดส่วนที่เป็นรางเข้ากับเสาอลูมิเนียมโปรไฟล์และยึดส่วนบล็อกเข้ากับฟอร์คลิฟต์เพื่อกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตั้งนั้นสแตกเกอร์คอนสามารถขับเคลื่อนฟอร์คลิฟต์จากจุดปลายสุดด้านหนึ่งไปยังปลายสุดอีกด้านหนึ่งเป็นระยะ 300 มิลลิเมตรซึ่งระยะนี้ก็ได้อ้างอิงมาจากความสูงของคลังเก็บสินค้าเช่นกัน

และสุดท้ายคือส่วนโครงสร้างและกลไกการขับเคลื่อนของของฟอร์คลิฟต์ ซึ่งดังที่ได้กล่าวไว้ว่าผู้จัดทำโครงการต้องการสร้างในส่วนฟอร์คลิฟต์ให้สามารถเคลื่อนที่เข้า-ออกได้ 2 ทิศทางและต้องสามารถสร้างระยะยัดออกไปได้ไกลที่สุด ดังนั้นจึงออกแบบให้ฟอร์คลิฟต์ประกอบด้วย 3 ชั้น ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งจะเห็นได้ว่าชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 จะเคลื่อนที่ออกไปด้วยระยะที่สัมพันธ์กันและผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบให้ชั้นที่ 2 สามารถเคลื่อนที่จากตำแหน่งเริ่มต้น(ตรงกลาง)ไปจนสุดเป็นระยะ 80 มิลลิเมตรซึ่งแสดงว่าชั้นที่ 3 ก็จะสามารถเคลื่อนที่ออกไปเป็นระยะ 80 มิลลิเมตรเช่นเดียวกัน ดังนั้นฟอร์คลิฟต์นี้จึงสามารถยัดได้ยาวที่สุด 160 มิลลิเมตรที่ด้านใดด้านหนึ่งโดยอ้างอิงตำแหน่งเริ่มต้นจากตรงกลาง

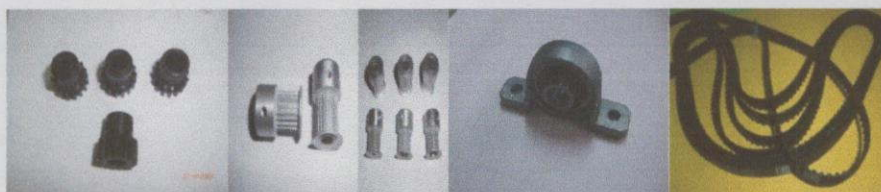


รูปที่ 3.9 ส่วนประกอบคร่าว ๆ ของกลไกการขับเคลื่อนฟอร์คลิฟต์

### 3. การจัดหาอุปกรณ์

ในขั้นตอนการจัดหาอุปกรณ์นี้คือการจัดหาอุปกรณ์ทุกอย่างตามที่ได้ออกแบบไว้ซึ่งทางผู้จัดทำโครงการได้ทำการจัดหาอุปกรณ์ชิ้นส่วนส่วนใหญ่จากตลาดบ้านหม้อและตลาดคลองถมเป็นหลักและในบางอุปกรณ์ชิ้นส่วนจากร้านขายสินค้าเฉพาะด้านดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) เฟืองตรง (ข) มู่เล่ (ค) ตลับลูกปืนตุ๊กตา (ง) สายพาน

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบส่วนสแตกเกอร์เครน

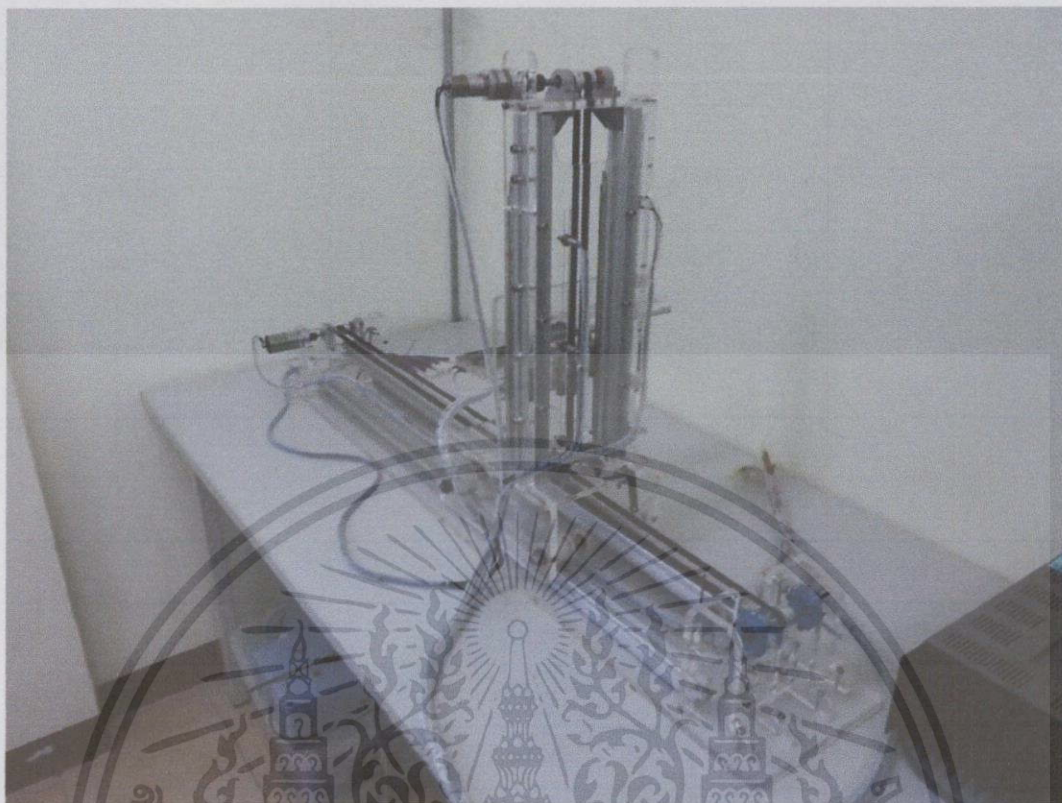
#### 4. การประกอบ

ขั้นตอนการดำเนินงานลำดับสุดท้ายก็คือขั้นตอนการประกอบสแตกเกอร์เครนขึ้นมาเป็นชิ้นงานจริงตามที่ได้เขียนภาพจำลอง 3 มิติไว้บนโปรแกรม ซึ่งทางผู้จัดทำโครงการจัดว่าการประกอบสแตกเกอร์เครนนั้นเป็นการทำงานที่ยากมากเนื่องจากแค่เฉพาะส่วนโครงสร้างของสแตกเกอร์เครนก็ยังแบ่งออกเป็นหลายส่วนประกอบย่อย อีกทั้งการติดตั้งกลไกการขับเคลื่อนที่ต้องใช้ความประณีตเป็นอย่างมากและยังรวมไปถึงการที่จะต้องศึกษาและใช้เครื่องมือหลาย ๆ อย่าง เช่น มิลลิ่ง สว่านมือหรือการทำเกลียว เป็นต้น ซึ่งที่ได้ยกตัวอย่างมาแล้วแต่เป็นสิ่งใหม่ที่ผู้จัดทำโครงการไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน แต่ทางผู้จัดทำโครงการก็พยายามที่จะศึกษาและฝึกฝนการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ให้เกิดความชำนาญและสุดท้ายผลลัพธ์ของงานฮาร์ดแวร์ก็ออกมาสวยงามดังรูปที่ 3.11-3.12



รูปที่ 3.11 การประกอบสแตกเกอร์เครนมุมมองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 การประกอบสแตกเกอร์โครนมุมมองที่ 2

### 3.2.2 คลังสินค้า

คลังสินค้าเป็นที่สำหรับพักสินค้าเพื่อรอกระบวนการในอนาคต เช่น ขยายให้กับลูกค้า คินให้กับลูกค้าหรือรอส่งเข้ากระบวนการประกอบ เป็นต้น คลังสินค้าประกอบด้วยชั้นวางของจำนวนมากเพื่อให้สามารถจัดเก็บสินค้าได้ในจำนวนมาก ซึ่งโครงสร้างของชั้นวางสินค้าอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสินค้าที่จะนำมาจัดเก็บ สำหรับการสร้างคลังสินค้าขึ้นมาจะแบ่งชั้นตอนออกเป็น 4 ชั้นตอนดังนี้

#### 1. การรวบรวมและศึกษาข้อมูล

ในส่วนการรวบรวมและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของคลังเก็บสินค้านั้นทางผู้จัดทำโครงการได้เน้นไปที่การค้นคว้าผ่านอินเทอร์เน็ตเป็นหลักเช่นเดียวกับขั้นตอนในส่วนการสร้างสแตกเกอร์โครน โดยสำหรับคลังเก็บสินค้านั้นผู้จัดทำโครงการได้เริ่มต้นศึกษาตั้งแต่ประเภทของคลังสินค้า ลักษณะเด่นของแต่ละประเภท ประเภทสินค้าที่จัดเก็บและโครงสร้างของคลังสินค้า ซึ่งโดยส่วนใหญ่ ชั้นวางสินค้านั้นนิยมเปิดโล่งเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบและสำหรับสินค้าที่มีกลิ่นยังช่วยถ่ายเทกลิ่นเหล่านั้นดังแสดงในรูปที่ 3.13

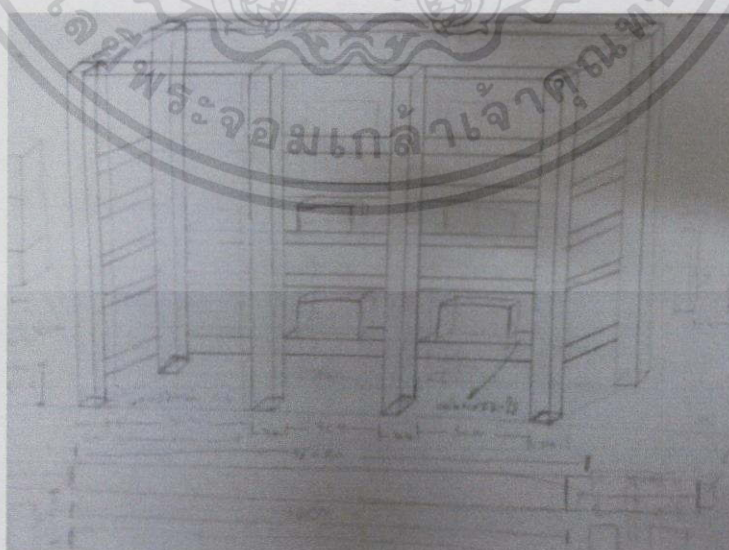
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ตัวอย่างโครงสร้างคลังเก็บสินค้า

## 2. การออกแบบ

หลังจากศึกษาข้อมูลและสรุปว่าจะสร้างคลังเก็บสินค้าประเภทใดแล้วจึงนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการออกแบบ โดยสำหรับการเริ่มต้นนั้นจะเป็นการเขียนภาพร่างด้วยมือลงบนกระดาษ เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการเขียนภาพจำลองด้วยโปรแกรมต่อไป ซึ่งการเขียนภาพร่างด้วยมือ นั้นไม่ได้ระบุรายละเอียดความยาว กว้าง ลึก มากมายแต่เป็นเพียงการวางเค้าโครงของคลังเก็บสินค้าที่จะสร้างดังรูปที่ 3.14

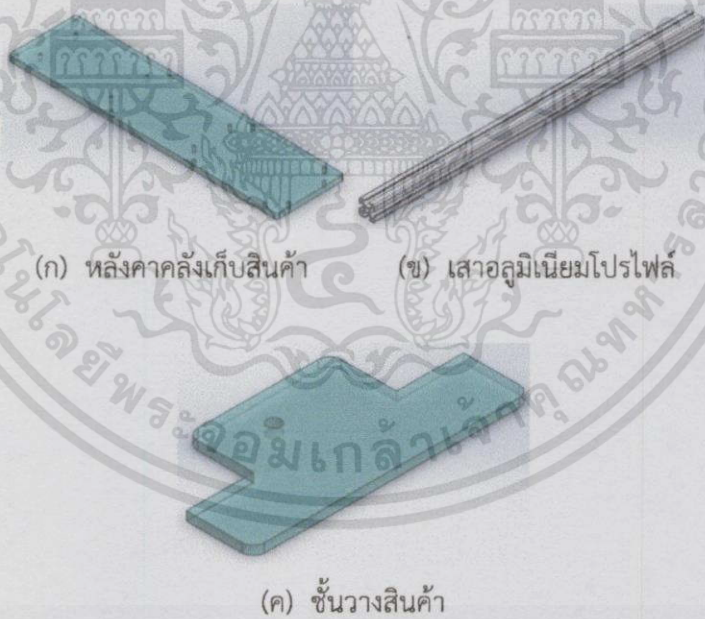


รูปที่ 3.14 ภาพร่างคลังเก็บสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการเริ่มต้นนั้นผู้จัดทำโครงการเริ่มจากการกำหนดจำนวนช่องของชั้นวางสินค้า โดยสรุปว่าจะสร้างคลังเก็บสินค้าที่มีชั้นวางสินค้าจำนวน 9 ช่อง โดยได้ออกแบบให้เป็นคลังเก็บสินค้าที่มี 3 ชั้น ๆ ละ 9 ช่องดังรูปที่ 3.14 เพราะคณะผู้จัดทำโครงการลงความเห็นเห็นว่าจำนวน 9 ช่องนี้ถือว่าเป็นจำนวนที่มีความเหมาะสมกับการเป็นแบบจำลองและยังทำให้จำนวนของเซนเซอร์ที่ใช้เพื่อระบุตำแหน่งของชั้นวางสินค้าไม่มากและไม่น้อยจนเกินไป ซึ่งหลักจากทราบจำนวนช่องของชั้นวางสินค้าแล้วก็จะเป็นการออกแบบโครงสร้าง จากรูปที่ 3.14 จะเห็นได้ว่าผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบให้มีเสาทั้งหมด 8 ต้น(ด้านหน้า 4 ต้นและด้านหลัง 4 ต้น)เนื่องจากต้องสร้างชั้นวางสินค้าจำนวน 9 ช่องโดยให้แต่ละช่องมีเสาคันกลางเพื่อสร้างความแข็งแรงให้กับตัวคลังเก็บสินค้า ที่สำคัญในส่วนการร่างเค้าโครงของคลังเก็บสินค้าจะไม่ได้ระบุระยะต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวไว้

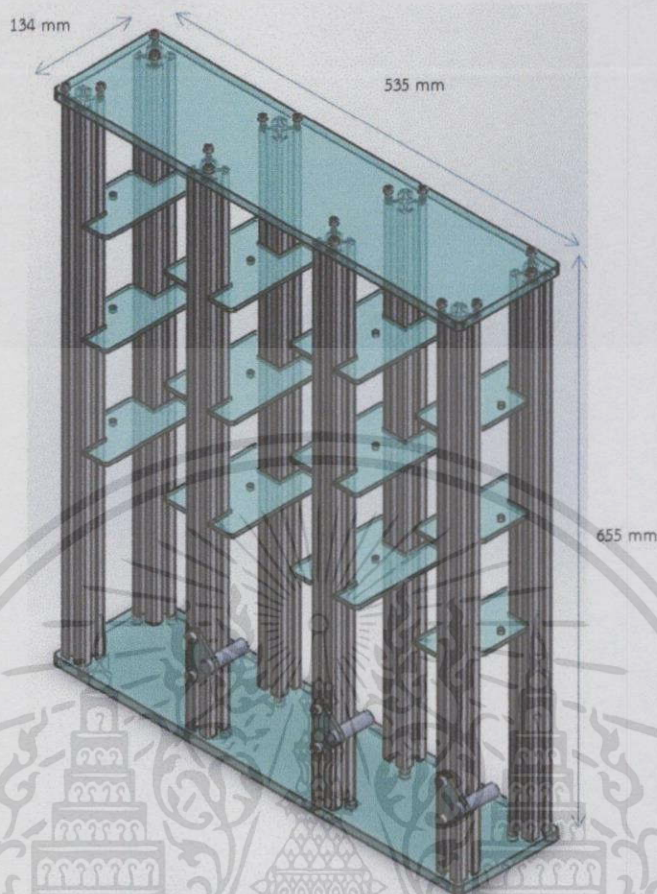
หลังจากได้แนวทางการสำหรับการสร้างคลังเก็บสินค้าแล้วต่อไปเป็นจะกล่าวถึงการเขียนภาพจำลอง 3 มิติด้วยโปรแกรม SolidWorks เพื่อลงรายละเอียดในเบื้องต้น ซึ่งการเขียนภาพจำลองนี้จะเริ่มจากการเขียนภาพจำลองของทุกชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่จะใช้เป็นส่วนประกอบสำหรับคลังเก็บสินค้า เช่น เสา ชั้นวางสินค้า หลังคาและฐาน เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ดังรูปที่ 3.15 โดยทุกภาพจำลองของแต่ละชิ้นส่วนอุปกรณ์จะมีต้องกำหนดระยะความกว้าง ยาว ลึกตามที่ได้ออกแบบไว้



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างภาพจำลองของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับคลังสินค้า

และเมื่อเขียนภาพจำลอง 3 มิติของทุกอุปกรณ์ชิ้นส่วนเรียบร้อยแล้วต่อไปจะเป็นการนำชิ้นส่วนเหล่านั้นมาประกอบเป็นภาพประกอบจำลอง 3 มิติด้วยโปรแกรม SolidWorks ดังรูปที่ 3.16 ซึ่งภายในรูปได้อธิบายเพียงระยะที่เป็นภาพรวม ซึ่งสำหรับระยะภายในและเหตุการณ์การออกแบบระยะเหล่านั้นจะได้อธิบายต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

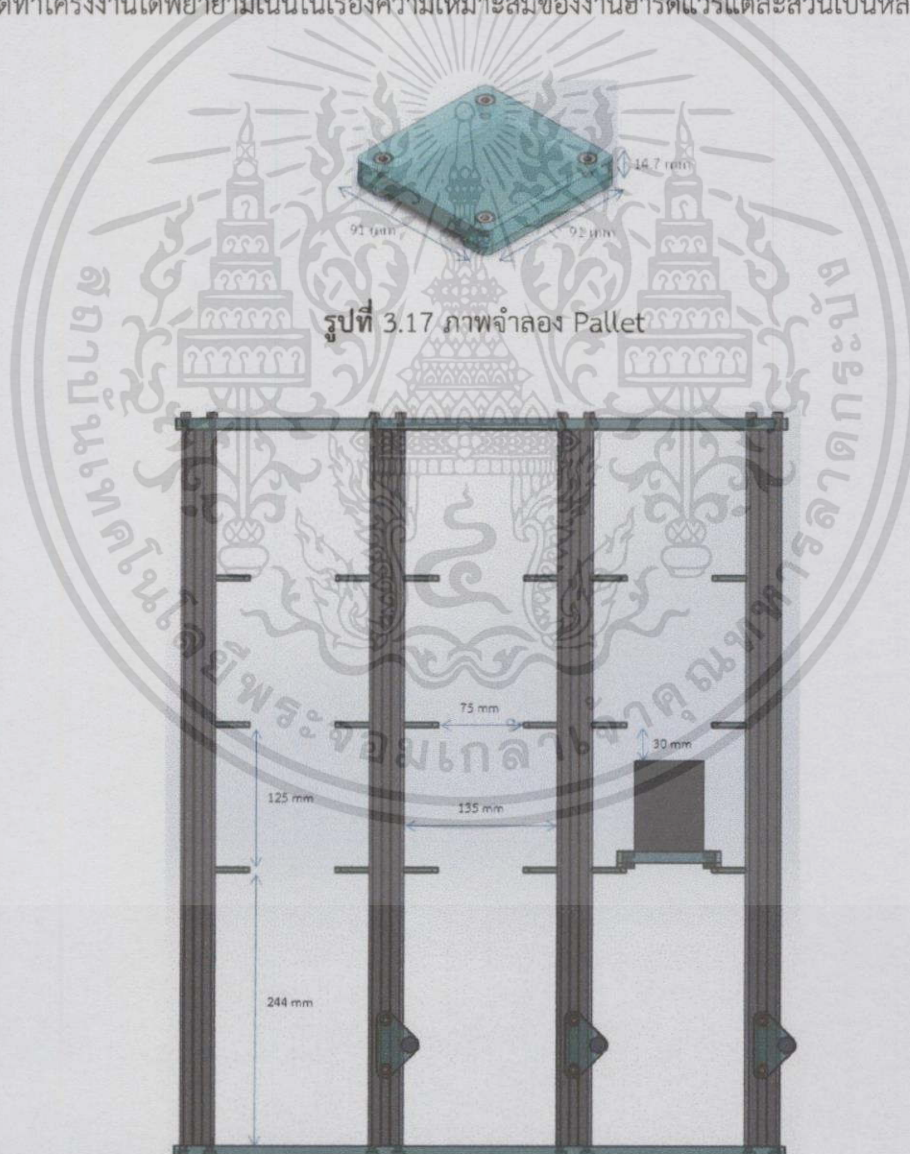


รูปที่ 3.16 ภาพจำลองคลังเก็บสินค้า

จากรูปที่ 3.18 จะเห็นว่าความสูงจากฐานคลังเก็บสินค้าไปจนถึงชั้นวางสินค้าชั้นแรกมีขนาด 240 มิลลิเมตร ความสูงนี้ได้อ้างอิงจากความสูงของ Pallet ที่ได้ออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.17 จากฐานคลังเก็บสินค้าขณะถูกวางอยู่บนฟอร์คลิฟต์ขณะที่ฟอร์คลิฟต์ที่สูงกว่าอยู่ตำแหน่งต่ำที่สุด 15 มิลลิเมตร โดยสมมติเหตุการณ์ให้เป็นกระบวนการที่สแตคเกอร์เคลื่อนมาหยุดตรงช่องวางสินค้านั้นแล้วสแตคเกอร์เคลื่อนจะต้องยกฟอร์คลิฟต์ให้สูงกว่าช่องเก็บสินค้าประมาณ 10 มิลลิเมตร (สูงกว่าชั้นวางสินค้า 10 มิลลิเมตร) เมื่อยกฟอร์คลิฟต์เสร็จเรียบร้อยแล้วฟอร์คลิฟต์จึงจะเคลื่อนที่ออกไปหาช่องวางสินค้าเพื่อนำสินค้าเข้าไปวาง ซึ่งเมื่อฟอร์คลิฟต์เคลื่อนที่ออกไปจนสุดแล้วสแตคเกอร์เคลื่อนก็ต้องลดระดับฟอร์คลิฟต์ลงให้ต่ำลง 20 มิลลิเมตร (ต่ำกว่าชั้นวางสินค้า 10 มิลลิเมตร) นั่นแสดงว่าจะเหลือระยะระหว่างความสูงของฟอร์คลิฟต์ ณ ตอนนี้กับความสูงของฟอร์คลิฟต์เมื่ออยู่ในระดับต่ำที่สุด 5 มิลลิเมตร ซึ่งผู้จัดทำโครงการได้เผื่อระยะอีก 5 มิลลิเมตรนี้ไว้เพื่อกันความผิดพลาดจากกรณีต่าง ๆ สำหรับความสูงระหว่างช่องวางสินค้าแต่ละชั้นนั้นผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบได้มีระยะห่างเท่ากับ 129 มิลลิเมตรดังรูปที่ 3.19 ซึ่งเป็นระยะที่ได้ที่เผื่อสำหรับกรณีที่ขบวนสแตคเกอร์ยกฟอร์คลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นสูงกว่าชั้นวางสินค้าแล้วสินค้าที่วางอยู่บนบนฟอร์คลิฟต์จะไม่ชนกับชั้นวางสินค้าที่อยู่สูงกว่า ในเรื่องของการวางตัวของช่องเก็บสินค้านั้นผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบให้ขอบของชั้นวางสินค้าทั้ง 2 ที่อยู่ภายในช่องเก็บสินค้ามีระยะห่างจากกัน 75 มิลลิเมตรดังรูปที่ 3.19 เหตุผลของระยะนี้เนื่องจากตั้งที่กล่าวไว้ว่าขณะฟอร์คลิฟต์นำสินค้าเข้าไปจัดเก็บนั้นสแตคเกอร์เครนต้องมีการยก-ลดระดับฟอร์คลิฟต์ซึ่งแสดงว่าภายในช่องเก็บสินค้าจะต้องมีพื้นที่ให้ส่วนที่ยื่นเข้าไปในคลังเก็บสินค้าของฟอร์คลิฟต์เคลื่อนที่ผ่านไปได้ ซึ่งในที่นี้ฟอร์คลิฟต์ที่ได้ออกแบบไว้มีความกว้างประมาณ 70 มิลลิเมตรดังนั้นระยะ 75 มิลลิเมตรที่ได้กล่าวไว้จึงเป็นระยะความกว้างของฟอร์คลิฟต์รวมกับระยะเผื่อกรณีผิดพลาด สำหรับความกว้างของแต่ละช่องเก็บสินค้าที่มีขนาด 135 มิลลิเมตรนั้นส่วนหนึ่งก็ให้เป็นระยะพอดีที่ Pallet จะสามารถวางอยู่บนชั้นวางสินค้าได้และอีกหนึ่งเหตุผลก็คือความสวยงามที่ผู้จัดทำโครงการได้พยายามเน้นในเรื่องความเหมาะสมของงานฮาร์ดแวร์แต่ละส่วนเป็นหลัก



รูปที่ 3.17 ภาพจำลอง Pallet

รูปที่ 3.18 ระยะภายในของภาพจำลองคลังเก็บสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การจัดหาอุปกรณ์

ในขั้นตอนการจัดหาอุปกรณ์นี้คือการจัดหาอุปกรณ์ทุกอย่างตามที่ได้ออกแบบไว้ซึ่งทางผู้จัดทำโครงการได้ทำการจัดหาอุปกรณ์ชิ้นส่วนส่วนใหญ่จากตลาดบ้านหม้อและตลาดคลองถมเป็นหลักและในบางอุปกรณ์ชิ้นส่วนจากร้านขายสินค้าเฉพาะทางดังรูปที่ 3.19

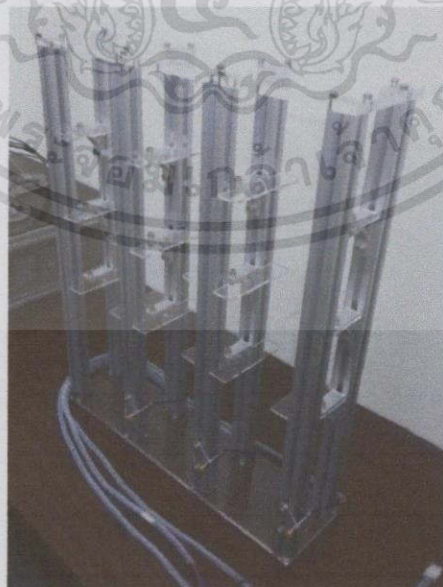


(ก) แท่งอลูมิเนียมโปรไฟล์ (ข) เหล็กฉากสำหรับอลูมิเนียมโปรไฟล์

รูปที่ 3.19 ตัวอย่างชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบคลังเก็บสินค้า

### 4. การประกอบ

สำหรับขั้นตอนสุดท้ายของการสร้างคลังสินค้าขึ้นมานั้นก็คือขั้นตอนของการประกอบซึ่งเป็นการนำอุปกรณ์ ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ได้จัดสร้างขึ้นมาและเตรียมไว้มาประกอบขึ้นเป็นรูปร่างตามที่ได้เขียนภาพจำลอง 3 มิติไว้ในโปรแกรม SolidWorks โดยในส่วนขั้นตอนของการประกอบชิ้นงานนั้นถือว่าเป็นขั้นตอนที่ยากพอสมควร เนื่องจากชิ้นส่วนบางชิ้นส่วนที่จะนำมาประกอบจะต้องมีการนำไปปรับปรุงให้มีลักษณะตามที่ได้ออกแบบไว้ เช่น การคว้านรูบนแผ่นอะคริลิกเพื่อฝังหัวสกรู เป็นต้น ซึ่งต้องใช้ความสามารถ ประสบการณ์และเครื่องมือที่หลากหลายเพื่อให้งานที่ออกมามีความสวยงามดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การประกอบคลังสินค้า

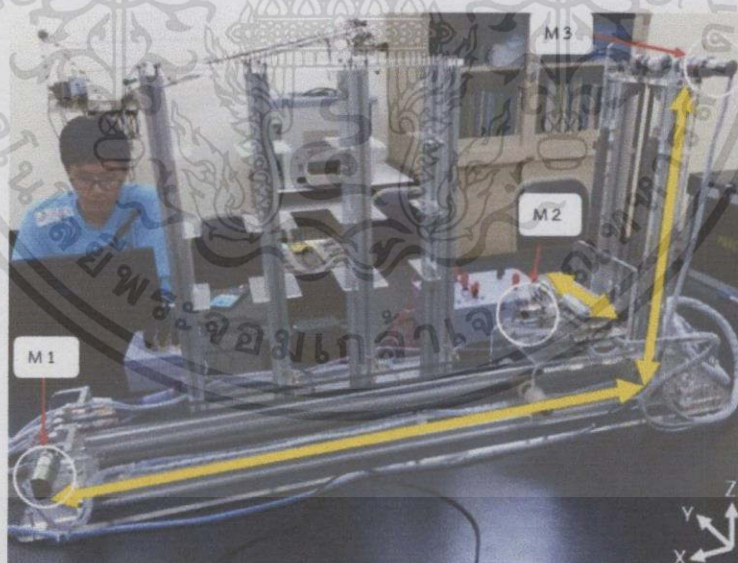
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครน

จากหัวข้อที่ 2.5 สแตกเกอร์เครน คือ เครนที่ใช้ในระบบคลังสินค้าอัตโนมัติโดยเฉพาะซึ่งมีหน้าที่ในการลำเลียงสินค้าเข้าไปจัดเก็บในคลังสินค้าและนำสินค้าออกจากคลังสินค้า สำหรับโครงการนี้ทางผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบและสร้างสแตกเกอร์เครนที่มีระบบควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าให้ทำงานจะมีวงจรไฟฟ้าสำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์เพื่อทำให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา และเมื่อนำมอเตอร์เหล่านั้นมาประกอบกับสแตกเกอร์เครนจะสามารถควบคุมการขับเคลื่อนสแตกเกอร์เครนได้ 3 ทิศทางโดยแต่ละทิศทางจะมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อนซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

#### 3.3.1 รูปแบบการขับเคลื่อนของสแตกเกอร์เครน

การที่นำมอเตอร์ไฟฟ้าทั้งหมด 3 ตัวมาประกอบเข้ากับสแตกเกอร์เครนนั้นจะสามารถควบคุมการขับเคลื่อนสแตกเกอร์เครนได้ 3 ทิศทางโดยแต่ละทิศทางจะมีมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อนดังนี้ มอเตอร์ตัวที่ 1 ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของสแตกเกอร์เครนในส่วนการเคลื่อนที่แนวราบมอเตอร์ตัวที่ 2 ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของฟอร์คลิฟต์มอเตอร์ตัวที่ 3 ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งโดยการขับเคลื่อนมอเตอร์แต่ละแกนมีการติดตั้งและลักษณะการขับเคลื่อนตามรูปดังนี้



รูปที่ 3.21 การขับเคลื่อนมอเตอร์แต่ละแกน

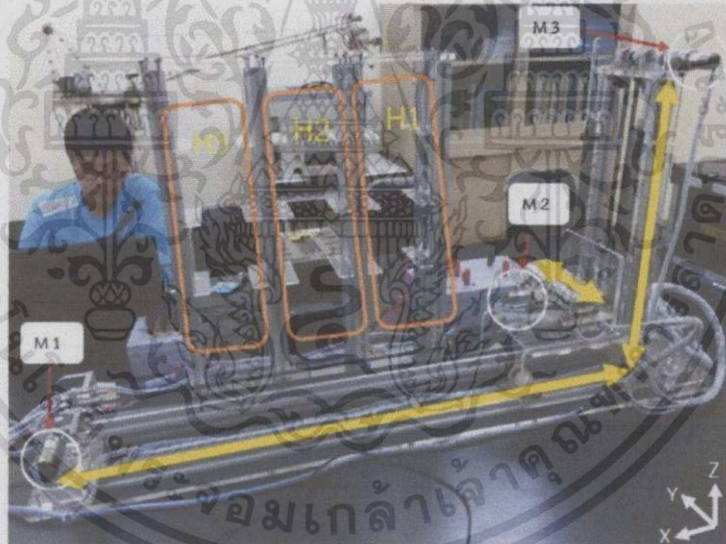
จากรูปที่ 3.21 เป็นการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าของสแตกเกอร์เครนซึ่งการขับเคลื่อนนี้ประกอบไปด้วยมอเตอร์ทั้งหมด 3 ตัวโดยที่มอเตอร์ทั้ง 3 ตัวมีคุณสมบัติต่างกันเช่น อัตราเร็วรอบต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาที่ กระแสที่มอเตอร์ต้องใช้เป็นต้น แต่เนื่องจากมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวที่ได้กล่าวมานั้นเป็นมอเตอร์มือสองทำให้ไม่สามารถหาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติต่าง ๆ ของมอเตอร์ได้ ด้วยเหตุนี้ทางผู้จัดทำโครงการจึงต้องใช้การทดลองเพื่อหาคุณสมบัติของมอเตอร์เช่น กระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องใช้กรณีที่ไม่มีโหลด หรือกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องใช้กรณีที่มีโหลดเป็นต้น การประมาณค่าหากระแสเบื้องต้นก็เพราะมีผลต่อการเลือกใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงของวงจร ซึ่งการเลือกใช้แหล่งจ่ายของวงจรมานั้นจะต้องเลือกแหล่งจ่ายที่มีค่ากระแสไฟฟ้ามากกว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ต้องใช้ขณะมีโหลด เพื่อสามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ขณะที่มอเตอร์ต้องขับโหลดสูงขึ้น

การขับเคลื่อนมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของสแตกเกอร์เครน 3 ทิศทาง โดยแต่ละทิศทางมีหน้าที่การทำงานดังนี้

- มอเตอร์ตัวที่ 1 หรือ M1 ดังรูปที่ 3.22 นั้นทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของสแตกเกอร์เครนในส่วนการเคลื่อนที่แนวราบ โดยมอเตอร์ M1 จะควบคุมให้สแตกเกอร์เครนหยุดตามตำแหน่งหมายเลข H1 หมายเลข H2 หรือหมายเลข H3 ในแนวราบตามรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ในแนวราบ

#### คุณสมบัติของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12Vdc 20RPM

ผลการทดลองจากการจ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 Vdc ให้แก่มอเตอร์ทำให้สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ได้ 100 mA และเมื่อเอามือจับที่แกนเพลลาของมอเตอร์เสมือนว่ามีการขับโหลดเพิ่มขึ้นจะสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ 700 mA

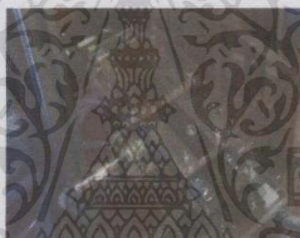
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมการเคลื่อนที่แนวราบ

- มอเตอร์ตัวที่ 2 หรือ M2 ดังรูปที่ 3.24 ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของฟอล์คลิฟต์

โดยมอเตอร์ M2 จะควบคุมฟอล์คลิฟต์ให้ทำหน้าที่จัดเก็บสินค้าตามช่องการจัดเก็บสินค้าที่ตำแหน่งต่างๆของชั้นวางสินค้า ซึ่งการทำงานของมอเตอร์ M2 ส่วนนี้ขึ้นอยู่กับสแต็กเกอร์เคลื่อนด้วยว่าสแต็กเกอร์เคลื่อนอยู่ตำแหน่งใดและต้องการเก็บที่ช่องวางสินค้าใด ตามรูปที่ 3.24 คือการทำงานของฟอล์คลิฟต์ที่นำสินค้าเข้าไปจัดเก็บที่ช่องวางสินค้าที่ตำแหน่งใดๆ



รูปที่ 3.24 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M2 ฟอล์คลิฟต์สำหรับการจัดเก็บสินค้า

#### คุณสมบัติของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 Vdc 15 RPM

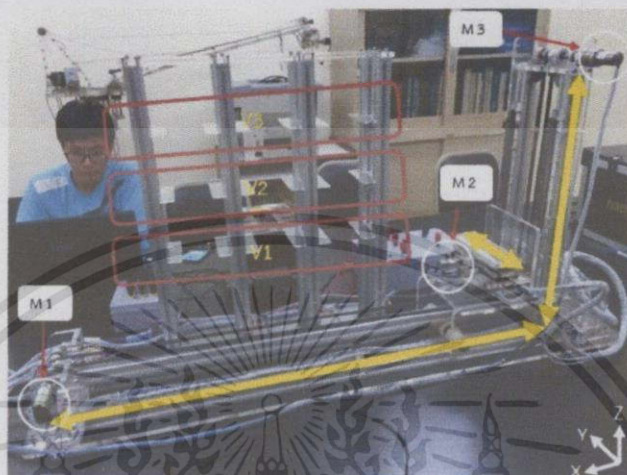
ทดลองจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ประมาณ 12 Vdc ซึ่งจากการทดลองทำให้ทราบว่าเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้า 12 Vdc จะสามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ได้ 40 mA และเมื่อทำการจับที่แกนเพลลาของมอเตอร์เปรียบเสมือนเป็นการเพิ่มโหลดจะทำให้วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ได้ 400 mA



รูปที่ 3.25 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมฟอล์คลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มอเตอร์ตัวที่ 3 หรือ M3 ดังรูปที่ 3.26 ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง โดยมอเตอร์ M3 จะควบคุมให้ฟอร์คลิฟต์ของสแตกเกอร์เคลื่อนตามตำแหน่งหมายเลข V1 หมายเลข V2 หรือหมายเลข V3 ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ในแนวตั้งตามรูปที่ 3.26

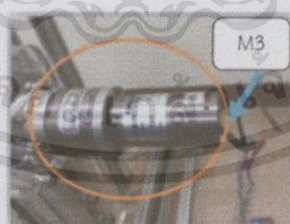


รูปที่ 3.26 การขับเคลื่อนมอเตอร์ M3 ในแนวตั้ง

#### คุณสมบัติของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12Vdc 30RPM

ผลการทดลองจากการจ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 Vdc ให้แก่มอเตอร์ทำให้สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้ได้ 100 mA และเมื่อเอามือจับที่แกนเพลลาของจะสามารถวัดค่ากระแสได้ 900 mA



รูปที่ 3.27 มอเตอร์ไฟฟ้าควบคุมการเคลื่อนที่แนวตั้ง

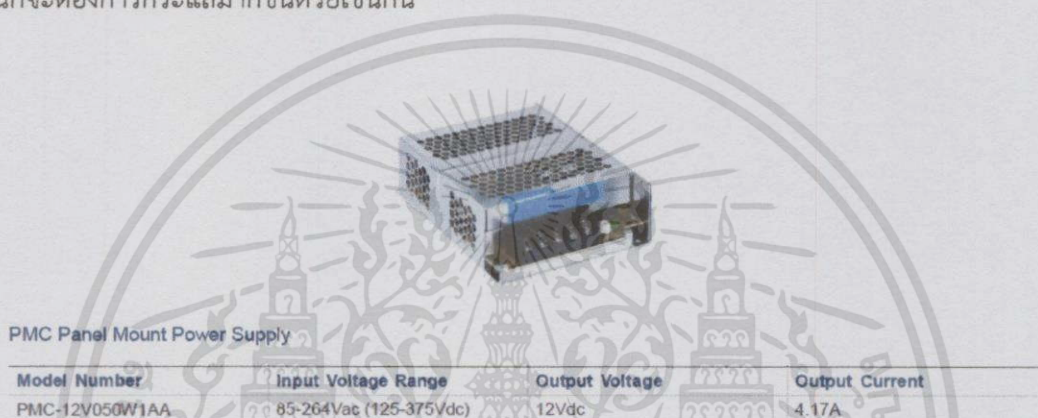
การประมาณกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์เพื่อเลือกใช้แหล่งจ่าย

เมื่อนำผลการทดลองการวัดค่ากระแสไฟฟ้าทั้ง 3 มอเตอร์ขณะเพิ่มโหลดมารวมกันเพื่อประมาณกระแสที่แหล่งจ่ายต้องจ่ายให้แก่มอเตอร์ ( $400+900+700 = 2,000 \text{ mA}$ ) ทำให้สามารถเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอกได้ว่าต้องสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 12Vdc และกระแสไฟฟ้าอย่างน้อย 2,000 mA ขึ้นไปเพื่อสามารถขับมอเตอร์ขณะมีโหลดได้

การคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ใช้จากการทดลองและวัดค่าจริงนั้นมีผลโดยตรงต่อการเลือกแหล่งจ่ายซึ่งจากการคำนวณกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 2,000 mA ที่แรงดันไฟฟ้าขนาด 12 Vdc เพราะฉะนั้นการเลือกใช้งานต้องเลือกแหล่งจ่ายที่จ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากกว่า 2,000 mA โดยในที่นี้ผู้จัดทำโครงงานได้เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอกที่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ 4.17 A ที่แรงดันไฟฟ้าขนาด 12Vdc ดังแสดงในรูปที่ 3.45 เพราะหากมอเตอร์ไฟฟ้าขับโหลดเยอะขึ้นมากกว่านี้ก็ต้องการกระแสมากขึ้นด้วยเช่นกัน



รูปที่ 3.28 แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอก

จากรูปที่ 3.28 แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอกนี้สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าในช่วง 0-12 Vdc โดยมีตัวต้านทานปรับค่าได้เป็นตัวปรับขนาดแรงดันไฟฟ้าตามต้องการ

ตารางที่ 3.1 เวลาที่สแตกเกอร์เครนใช้ในการเคลื่อนที่แต่ละทิศทาง

จำนวนมอเตอร์	จำนวนรอบต่อวินาที	การทำงานของมอเตอร์	ระยะห่างของจุดเริ่มต้นกับจุดสุดท้าย (mm)	เวลาที่สแตกเกอร์เครนในแต่ละทิศทางใช้ในการเคลื่อนที่ (s)
M1	20RPM	ควบคุมการเคลื่อนที่แนวราบ	80	32.72
M2	15RPM	ควบคุมการเคลื่อนที่ของฟอร์คลิฟต์	1074	6.33
M3	30RPM	ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง	460	32.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.1 สามารถสรุปหาอัตราเร็วที่มอเตอร์ใช้ในการขับเคลื่อนสแตกเกอร์เครนในแต่ละทิศทางจากสูตร

$$v = \frac{s}{t}$$

;  $v$  คือ อัตราเร็วที่มอเตอร์ใช้ในการขับเคลื่อนสแตกเกอร์เครน  
 ;  $S$  คือ ระยะห่างของจุดเริ่มต้นกับจุดสุดท้าย(cm)  
 ;  $t$  คือ เวลาที่สแตกเกอร์เครนในแต่ละทิศทางใช้ในการเคลื่อนที่ (s)

- 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

$$s = 460\text{mm}, t = 32.13\text{s}$$

$$v = \frac{460}{32.13} = 14.32 \text{ mm/s}$$

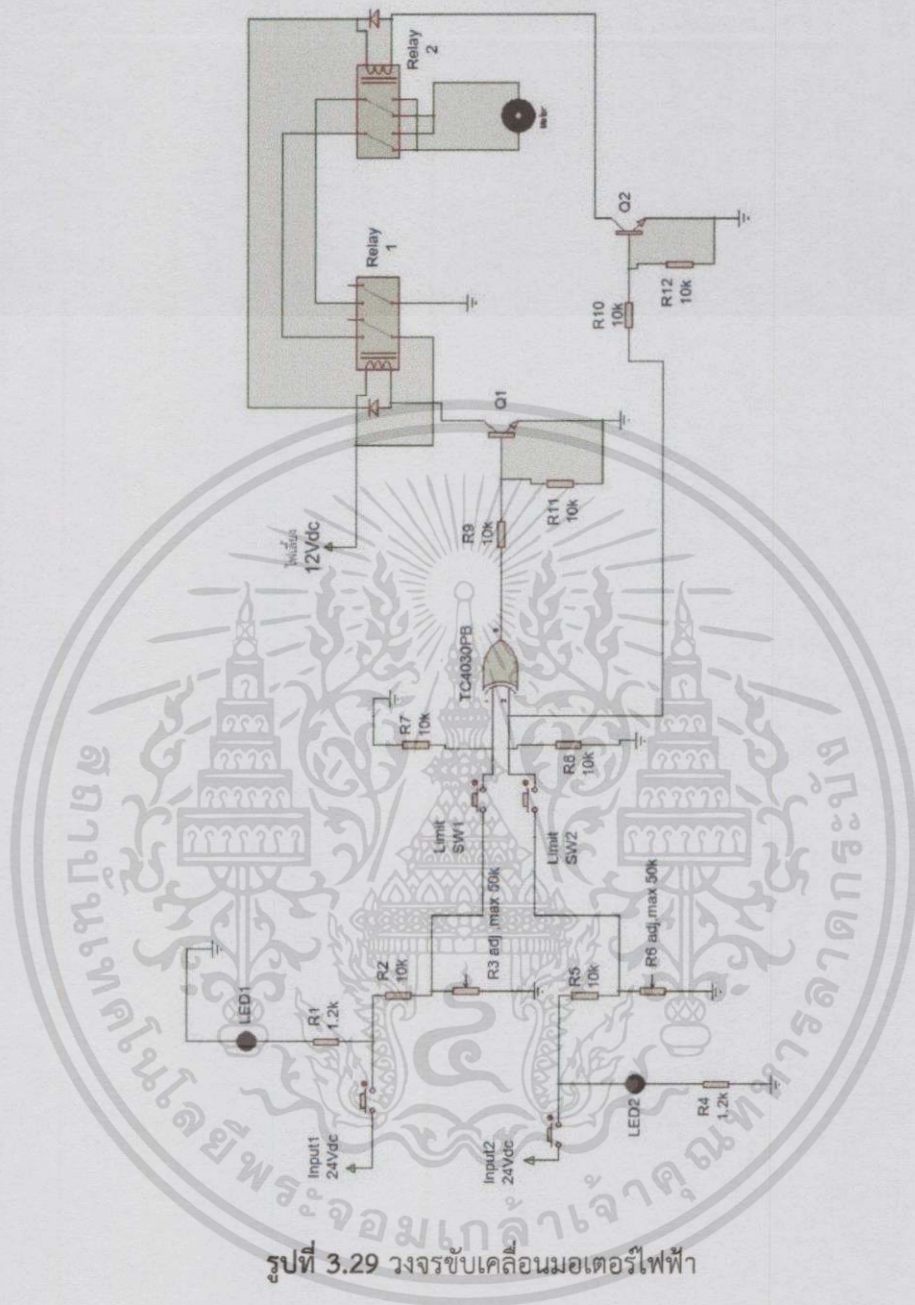
### 3.3.2 รูปแบบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งาน

การที่สแตกเกอร์เครนจะเคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่จะจัดเก็บสินค้าตามเป้าหมายได้นั้น ต้องอาศัยการขับเคลื่อนมอเตอร์แต่ละตัวตามรูปแบบการทำงานของมอเตอร์ที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไป ก่อนที่จะกล่าวถึงรูปแบบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้านั้นจำเป็นต้องศึกษาวิธีการในการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวเสียก่อน ซึ่งการที่จะขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าจะต้องมีวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเสมือนกลไกการขับเคลื่อนสแตกเกอร์เครนโดยมีรายละเอียดดังนี้

#### วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครน

วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครนในที่นี้คือ คือ วงจรไฟฟ้าที่ทำให้มอเตอร์สามารถหมุนได้ 2 ทิศทาง กล่าวคือมีการออกแบบวงจรไฟฟ้าให้สามารถจ่ายแรงดันแบบ +,- หรือ -,+ ให้กับมอเตอร์ซึ่งมีลายของวงจรถูกที่ 3.29 แต่เนื่องจากสแตกเกอร์เครนมีการขับเคลื่อน 3 ทิศทางซึ่งทำให้ต้องใช้มอเตอร์ในการขับเคลื่อน 3 ตัว ดังนั้นจึงทำให้ต้องสร้างวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีลายวงจรแบบเดียวกันขึ้นมา 3 วงจรและในที่นี้จึงขออธิบายเพียงวงจรเดียว

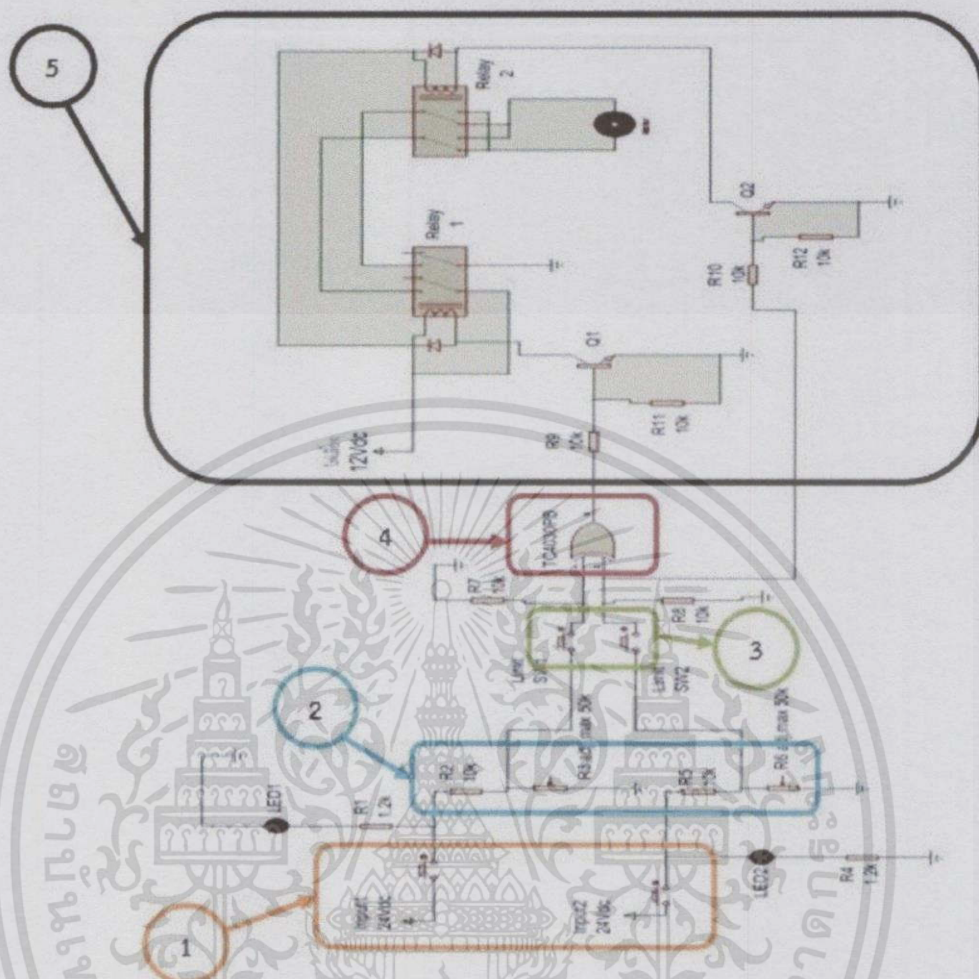
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากรูปที่ 3.30 เป็นวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า โดยจะแบ่งส่วนหลัก ๆ ออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ ส่วนอินพุตของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ส่วนวงจรแบ่งแรงดัน ส่วนวงจรป้องกันการชน ส่วนอิเล็กทรอนิกส์ฟออร์เกด และส่วนวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ โดยแต่ละส่วนมีการทำงานดังนี้

- หมายเลข 1 ส่วนแรงดันไฟฟ้าที่เป็นอินพุตของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า โดยเป็นส่วนที่รับแรงดันไฟฟ้าเข้าสู่วงจรซึ่งแรงดันไฟฟ้าที่รับมานั้นอาจเป็นแรงดันไฟฟ้าจากเอาต์พุตของ PLC สำหรับการควบคุมแบบอัตโนมัติ หรืออาจเป็นแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอก ในกรณีที่ต้องการควบคุมแบบ Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

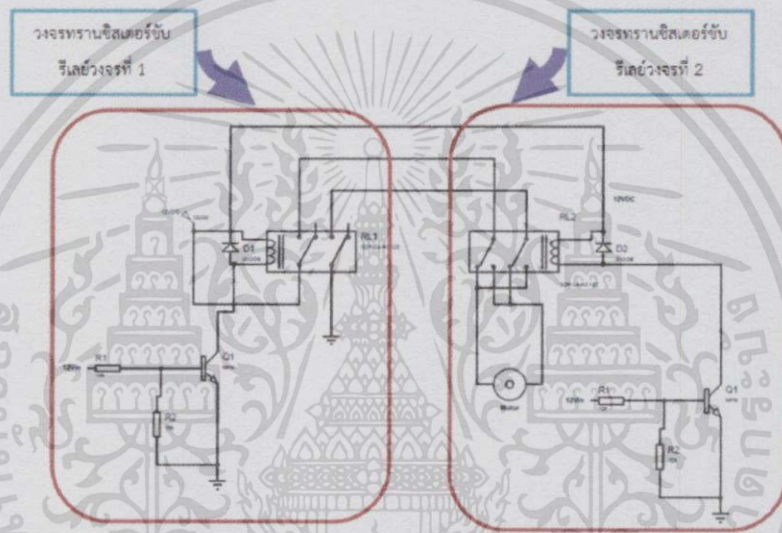


รูปที่ 3.30 ส่วนการทำงานต่าง ๆ ของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า

- หมายเลข 2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าซึ่งเป็นวงจรที่จะแบ่งแรงดันไฟฟ้าจาก 24 Vdc ที่รับมาจากเอาต์พุตของ PLC หรือแหล่งจ่ายไฟฟ้านอก ให้ลดลงเหลือเพียง 12 Vdc เพื่อป้องกันความเสียหายกับเอ็กซ์คลูซีฟพอร์ตเกต เนื่องจากเป็นประเภท CMOS ซึ่งขาอินพุตของมันสามารถรับแรงดันไฟฟ้าได้เพียง 20 Vdc
- หมายเลข 3 ส่วนวงจรป้องกันการชน หมายถึง ส่วนที่ป้องกันความเสียหายของสแต็กเกอร์เครนในกรณีที่เกิดความผิดพลาดทางการควบคุม เช่น PLC ไม่สั่งตัดการทำงานของมอเตอร์ หรืออาจเป็นเซนเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมเกิดเสียใช้การไม่ได้ เป็นต้น ดังนั้นวงจรนี้จึงมีความสำคัญเพราะเป็นส่วนที่จะช่วยตัดการทำงานของมอเตอร์โดยตรงถึงแม้ PLC จะสั่งให้มอเตอร์ทำงาน ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานคือลิมิตสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หมายเลข 4 ส่วนเอ็กซ์คลูซีฟออร์กเกต เป็นส่วนที่พิจารณาเงื่อนไขของแรงดันไฟฟ้าอินพุตที่เข้ามาในวงจรโดยมีลักษณะการทำงานโดยถ้ามีแรงดันไฟฟ้าอินพุตเข้ามาเพียง 1 แรงดันเอ็กซ์คลูซีฟออร์กเกตจึงจะจ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยังส่วนถัดไปแต่ถ้ามีแรงดันไฟฟ้าอินพุตเข้ามา 2 แรงดันจะไม่มีแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตออกจากเอ็กซ์คลูซีฟออร์กเกต
- หมายเลข 5 ส่วนวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ เป็นส่วนหลักของวงจรขับเคลื่อนโดยการนำวงจรทรานซิสเตอร์มาประยุกต์ใช้งานเพื่อขับรีเลย์ ซึ่งจะใช้รีเลย์ 2 ตัวในการสร้างวงจรกลับทางหมุนมอเตอร์ดังรูปที่ 3.31



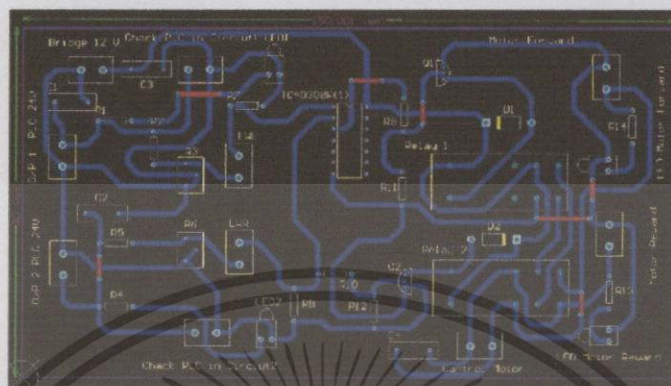
รูปที่ 3.31 วงจรกลับทางหมุนมอเตอร์

จากรูปที่ 3.31 เป็นวงจรกลับทางหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้วงจรทรานซิสเตอร์มาประยุกต์ใช้เป็นสวิตช์เพื่อขับรีเลย์และมีลักษณะการทำงานดังนี้ จากรูปจะเห็นได้ว่าการต่อใช้งานวงจรทรานซิสเตอร์ขับรีเลย์ 2 วงจรเพราะฉะนั้นวงจรจะรับ 2 แรงดันไฟฟ้าอินพุตที่จากภายนอก โดยที่วงจรทรานซิสเตอร์ขับรีเลย์วงจรที่ 1 จะทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยังรีเลย์เพื่อให้รีเลย์เปลี่ยนสถานะและจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับมอเตอร์อีกทีและสำหรับวงจรที่ 2 นั้นก็มีหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับรีเลย์เช่นกัน แต่ต่างกันตรงที่รีเลย์ตัวนี้จะจ่ายแรงดันที่กลับขั้วเมื่อเปรียบเทียบกับรีเลย์ในวงจรที่ 1 เพื่อให้มอเตอร์หมุนในทางตรงกันข้าม

หลังจากออกแบบการเชื่อมต่อของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์คอนเสร็จแล้วขั้นตอนต่อมาคือการออกแบบสายทองแดงด้วยโปรแกรม Altium Designer ซึ่งการจะออกแบบในขั้นตอนนี้ได้จะต้องมีการออกแบบการเชื่อมต่อของวงจรดังที่ได้กล่าวมาเสียก่อนจึงจะสามารถออกแบบสายทองแดงได้ ซึ่งขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนสำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งเพราะ

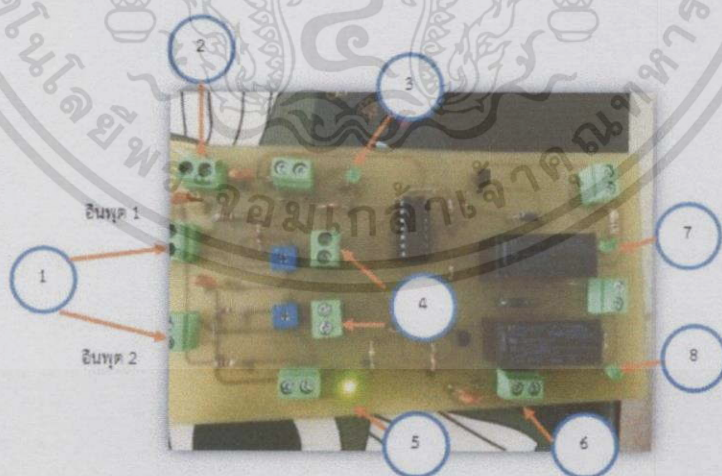
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลายทองแดงจะปรากฏบนแผ่นปริ้นตามลักษณะเส้นทองแดงที่ออกแบบไว้ ไม่ว่าจะเส้นทางเดินของลายทองแดงหรือขนาดของลายทองแดงดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 ลายทองแดง

จากรูปที่ 3.32 จะเห็นว่ามีลายทองแดงหลายสีซึ่งแต่ละสีมีความสำคัญต่างกัน คือ เส้นสีน้ำเงินคือลายทองแดงที่จะปรากฏด้านล่างของแผ่นปริ้น เส้นสีแดงคือลายทองแดงที่จะปรากฏด้านบนของแผ่นปริ้น และเส้นสีเหลืองแสดงตำแหน่งการจัดวางของอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ หลังจากสั่งทำแผ่นปริ้นเสร็จเรียบร้อยขั้นตอนต่อมาคือการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น รีเลย์ ตัวต้านทานแบบต่าง ๆ แอลอีดี เป็นต้น ตามที่ได้ออกแบบไว้มาประกอบลงบนแผ่นปริ้นดังรูปที่ 3.33

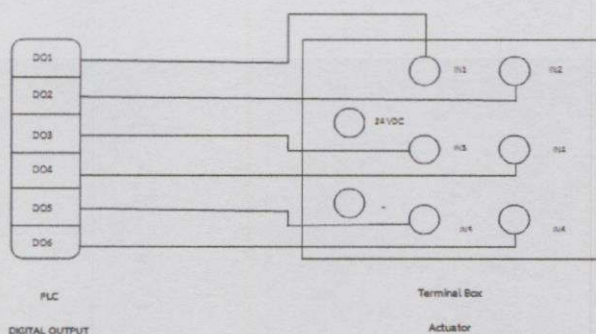


รูปที่ 3.33 แผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์คอน

จากรูปที่ 3.33 แสดงการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นปริ้นโดยที่แต่ละตำแหน่งมีความสำคัญดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

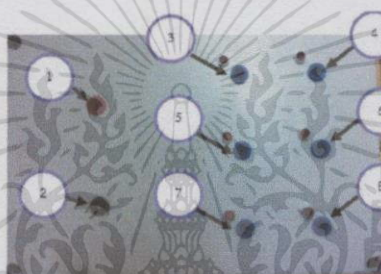
- หมายเลข 1 คือ ส่วนแรงดันไฟฟ้าอินพุตของวงจรที่จะรับแรงดันไฟฟ้าขนาด 24Vdc ที่อาจมาจากเอาต์พุตของ PLC หรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอก
- หมายเลข 2 คือ ส่วนแรงดันไฟฟ้าสำหรับเลี้ยงวงจรขนาด 12 Vdc
- หมายเลข 3 คือ ส่วนแสดงสถานะว่ามีแรงดันไฟฟ้าอินพุตที่ 1 เข้ามาสู่วงจรแล้วซึ่งได้ใช้ แอลอีดีเป็นตัวแสดงผล
- หมายเลข 4 คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายของสแตกเกอร์คอนอันเกิดจากความผิดพลาดของ PLC โดยจะเชื่อมต่อระหว่างเทอร์มินัลในแผงวงจรกับลิมิตสวิตช์ที่ติดไว้กับสแตกเกอร์คอน
- หมายเลข 5 คือ ส่วนแสดงสถานะว่ามีแรงดันไฟฟ้าอินพุตที่ 2 เข้ามาในวงจรแล้วและได้ใช้ แอลอีดีเป็นตัวแสดงผลเช่นกัน
- หมายเลข 6 คือ ส่วนแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตของวงจรที่มาจากรีเลย์ไปยังเทอร์มินัลและเชื่อมต่อไปยังขั้วมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อน
- หมายเลข 7 คือ แอลอีดีที่จะสว่างเมื่อมอเตอร์หมุน
- หมายเลข 8 คือ แอลอีดีที่จะสว่างเมื่อมอเตอร์หมุนเช่นกันกับแอลอีดีหมายเลข 7 แต่จะต่างกันตรงที่ถ้าสมมติให้แอลอีดีหมายเลข 7 สว่างเมื่อมอเตอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาแล้วแอลอีดีตัวนี้จะสว่างเมื่อมอเตอร์ตัวนั้นหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
- หลังจากออกแบบแผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์คอนเสร็จแล้วทั้งหมด 3 แผงวงจร ขั้นตอนต่อมาคือการออกแบบและสร้างเทอร์มินัลบล็อกเพื่อให้สามารถเชื่อมต่อสายกับ PLC ได้โดยง่ายและเพื่อให้ผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงงานยุ่งเกี่ยวกับแผงวงจรสำหรับเทอร์มินัลบล็อกนั้นภายในกล่องประกอบไปด้วยแผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์คอนทั้งหมด 3 แผง ซึ่งมีลักษณะการเชื่อมต่อภายนอกกับ PLC ดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 การเชื่อมต่อภายนอกระหว่างดิจิทัลเอาต์พุตของ PLC กับเทอร์มินัลบล็อกของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

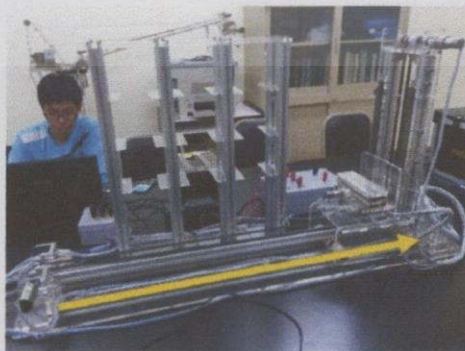
จากรูปที่ 3.34 เป็นการเชื่อมต่อภายนอกระหว่างดิจิทัลเอาต์พุตของ PLC กับเทอร์มินัลบล็อกของมอเตอร์โดยที่ PLC จะใช้ดิจิทัลเอาต์พุตทั้งหมด 6 เอาต์พุตเชื่อมต่อกับแต่ละอินพุตของเทอร์มินัลบล็อกทั้งหมด 6 อินพุตเช่นกัน บนเทอร์มินัลบล็อกจะมีแอลอีดีที่แต่ละช่องซึ่งจะสว่างตามสัญญาณไฟฟ้าที่มาจากดิจิทัลเอาต์พุตแต่ละช่อง ส่วนช่องสำหรับต่อแรงดันไฟฟ้า 24 Vdc และ Ground ที่อยู่บนเทอร์มินัลบล็อกนั้นมีไว้สำหรับหากต้องการควบคุมสแตเกอร์แบบ Manual ซึ่งหลังจากออกแบบลักษณะการเชื่อมต่อภายนอกแล้วจึงสามารถออกแบบเทอร์มินัลบล็อกโดยแต่ละช่องการเชื่อมต่อของเทอร์มินัลบล็อกภายในกล่องจะมีการเชื่อมต่อเข้ากับส่วนอินพุตของแผงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าและส่วนภายนอกของเทอร์มินัลบล็อกจะเชื่อมต่อเข้ากับ PLC โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 เทอร์มินัลบล็อกมอเตอร์

จากรูปที่ 3.35 แสดงช่องการเชื่อมต่อของเทอร์มินัลบล็อกโดยที่แต่ละช่องการเชื่อมต่อมีลักษณะการทำงานดังนี้

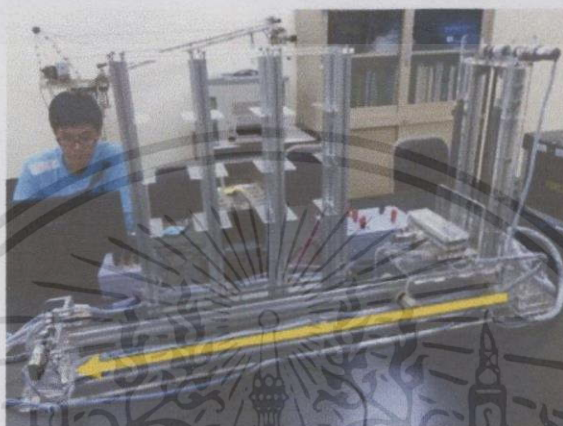
- หมายเลข 1 คือ ช่องสำหรับการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 24Vdc ซึ่งจะใช้เมื่อต้องการควบคุมการเคลื่อนที่ของสแตเกอร์แบบ Manual และใช้สำหรับเป็นแรงดันไฟฟ้าเพื่อเลี้ยงวงจรของเซนเซอร์ดังกล่าวในหัวข้อต่อไป
- หมายเลข 2 คือ ช่องการเชื่อมต่อ Ground ร่วมของวงจร



รูปที่ 3.36 การเคลื่อนที่ไปทางขวาของสแตเกอร์แบบ

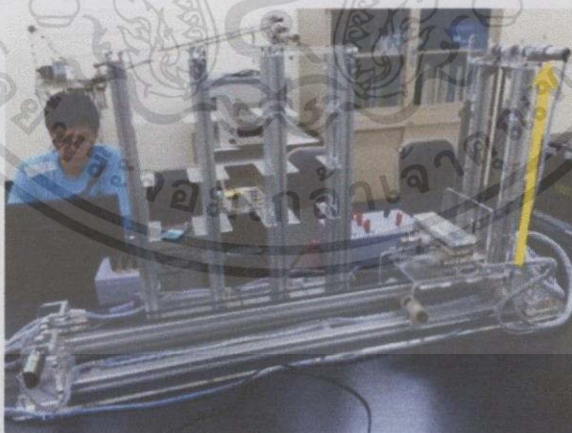
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หมายเลข 3 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้สแตกเกอร์เคลื่อนที่ในแนวราบไปทางขวาดังรูปที่ 3.36
- หมายเลข 4 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้สแตกเกอร์เคลื่อนที่ในแนวราบไปทางซ้ายดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 การเคลื่อนที่ไปทางซ้ายของสแตกเกอร์

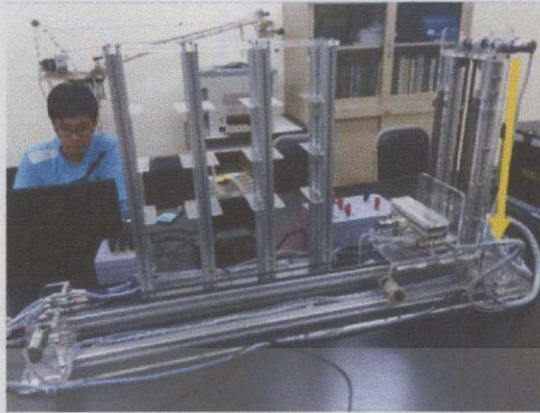
- หมายเลข 5 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้สแตกเกอร์ยกฟอคลิฟต์ขึ้นดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 การยกฟอคลิฟต์ขึ้น

- หมายเลข 6 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้สแตกเกอร์ยกฟอคลิฟต์ลงดังรูปที่ 3.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

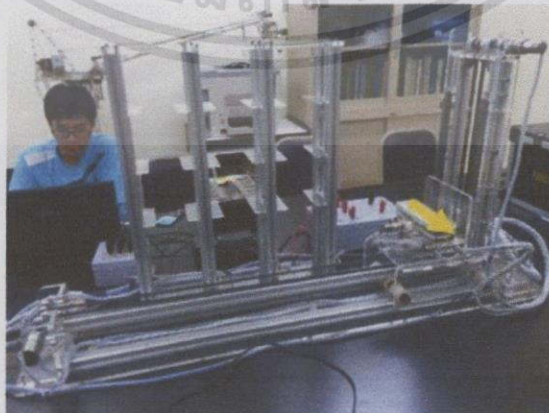


รูปที่ 3.39 การยกฟอร์คลิฟต์ลง

- หมายเลข 6 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้ฟอร์คลิฟต์เลื่อนเข้าหาช่องเก็บสินค้าดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 การเคลื่อนที่เข้าหาช่องเก็บสินค้าของฟอร์คลิฟต์



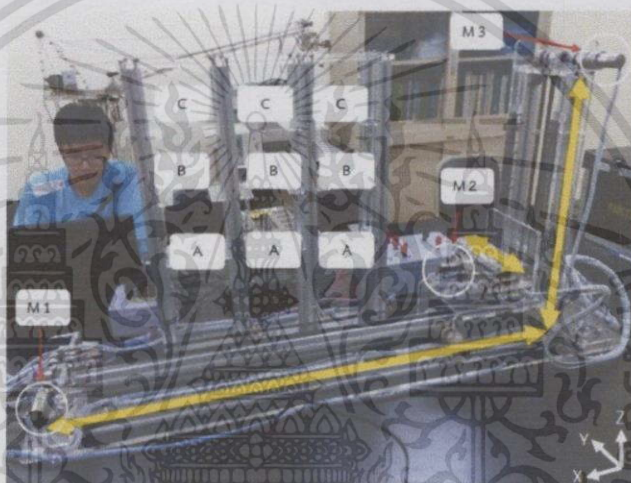
รูปที่ 3.41 การเคลื่อนที่ออกจากช่องเก็บสินค้าของฟอร์คลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หมายเลข 8 คือ ช่องการเชื่อมต่อกับแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 Vdc เพื่อขับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้ฟอล์คลิฟต์เคลื่อนออกจากช่องเก็บสินค้าดังรูปที่ 3.41

### รูปแบบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งาน

ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นว่าการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับสแตกเกอร์เครนประกอบด้วยมอเตอร์ทั้งหมด 3 ตัว 3 ทิศทาง โดยมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวจะมีการควบคุมที่เป็นอิสระต่อกันตามภาพลักษณะการควบคุมมอเตอร์ดังนี้



รูปที่ 3.42 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งาน

จากรูปที่ 3.42 เป็นการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งานในการขับเคลื่อนสแตกเกอร์เครน โดยมีรูปแบบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำให้สแตกเกอร์เครนสามารถนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บในคลังสินค้าที่ตำแหน่งที่ปรากฏบนภาพได้ ซึ่งมีรูปแบบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าดังนี้ ช่องวางสินค้า A

การที่สแตกเกอร์เครนจะนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บบนช่องวางสินค้า A ได้นั้นจะต้องมีรูปแบบการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า คือ ป้อนแรงดันที่อินพุตใดอินพุตหนึ่งให้กับมอเตอร์ M1 ซึ่งการป้อนแรงดันที่อินพุตใดนั้นจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของสแตกเกอร์เครนว่าปัจจุบันสแตกเกอร์เครนอยู่ที่ตำแหน่งแนวราบใด แต่การที่จะนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บที่ช่องวางสินค้า A นั้นจะต้องขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 แล้วตามด้วยมอเตอร์ M2 ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ควบคุมฟอล์คลิฟต์ ตามรูปที่ 3.43 ซึ่งในกรณีดังกล่าวเป็นกรณีที่ฟอล์คลิฟต์อยู่ที่จุดเริ่มต้นนั้นหมายถึงฟอล์คลิฟต์อยู่ที่ตำแหน่งล่างสุดของสแตกเกอร์เครน แต่หากฟอล์คลิฟต์ไม่ได้อยู่ตำแหน่งเริ่มต้นหรือตำแหน่งล่างสุดก็สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมการเคลื่อนที่แนวระนาบ กับมอเตอร์ M3 ซึ่งควบคุมมอเตอร์แนวตั้งให้ขับเคลื่อนพร้อมกันได้ เช่นกันตามรูปที่ 3.44



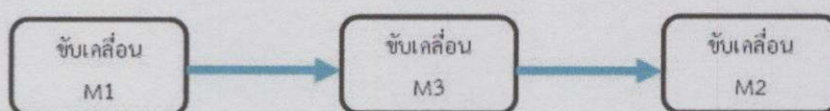
รูปที่ 3.43 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับช่องวางสินค้า A



รูปที่ 3.44 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมกัน 2 ตัว สำหรับช่องวางสินค้า A

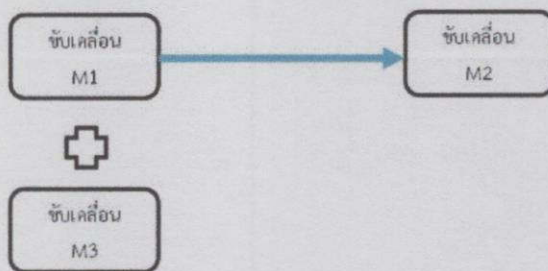
ช่องวางสินค้า B

การที่สแตกเกอร์เครนจะนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บบนช่องวางสินค้า B ได้นั้นจะต้องมีรูปแบบการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า คือ ป้อนแรงดันที่อินพุตไดอินพุตหนึ่งให้กับมอเตอร์ M1 ซึ่งการป้อนแรงดันที่อินพุตไดนั้นจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของสแตกเกอร์เครนว่าปัจจุบันสแตกเกอร์เครนอยู่ที่ตำแหน่งแนวราบใด แต่การที่จะนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บที่ช่องวางสินค้า A นั้นจะต้องขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ตามด้วยมอเตอร์ M3 ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ควบคุมในแนวตั้ง แล้วตามด้วย มอเตอร์ M2 ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ควบคุมฟอร์คลิฟต์ ตามรูปที่ 3.45 ซึ่งในกรณีดังกล่าวเป็นกรณีที่ฟอร์คลิฟต์อยู่ที่จุดเริ่มต้นนั้นหมายถึงฟอร์คลิฟต์อยู่ที่ตำแหน่งล่างสุดของสแตกเกอร์เครน แต่หากฟอร์คลิฟต์ไม่ได้อยู่ตำแหน่งเริ่มต้นหรือตำแหน่งล่างสุดก็สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ซึ่งควบคุมการเคลื่อนที่แนวระนาบ กับมอเตอร์ M3 ซึ่งควบคุมมอเตอร์แนวตั้งให้ขับเคลื่อนพร้อมกันได้เช่นกันตามรูปที่ 3.46



รูปที่ 3.45 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าทีละตัวสำหรับช่องวางสินค้า B

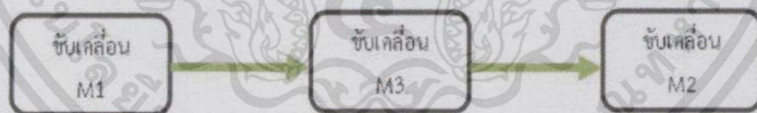
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



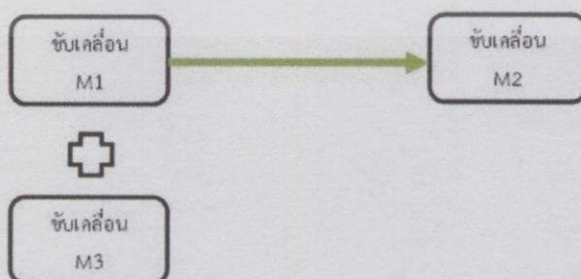
รูปที่ 3.46 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมกัน 2 ตัว สำหรับช่องวางสินค้า B

### ช่องวางสินค้า C

การที่สแตกเกอร์เครนจะนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บบนช่องวางสินค้า A ได้นั้นจะต้องมีรูปแบบการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า คือ ป้อนแรงดันที่อินพุตไดอินพุตหนึ่งให้กับมอเตอร์ M1 ซึ่งการป้อนแรงดันที่อินพุตไดนั้นจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของสแตกเกอร์เครนว่าปัจจุบันสแตกเกอร์เครนอยู่ที่ตำแหน่งแนวราบใด แต่การที่จะนำสินค้าเข้าไปจัดเก็บที่ช่องวางสินค้า A นั้นจะต้องขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ตามด้วยมอเตอร์ M3 ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ควบคุมในแนวตั้ง แล้วตามด้วยมอเตอร์ M2 ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ควบคุมฟอร์คลิฟต์ ตามรูปที่ 3.47 ซึ่งในกรณีดังกล่าวเป็นกรณีที่ฟอร์คลิฟต์อยู่ที่จุดเริ่มต้นนั้นหมายถึงฟอร์คลิฟต์อยู่ที่ตำแหน่งล่างสุดของสแตกเกอร์เครน แต่หากฟอร์คลิฟต์ไม่ได้อยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้นหรือตำแหน่งล่างสุดก็สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ M1 ซึ่งควบคุมการเคลื่อนที่แนวระนาบ กับมอเตอร์ M3 ซึ่งควบคุมมอเตอร์แนวตั้งให้ขับเคลื่อนพร้อมกันได้เช่นกันตามรูปที่ 3.48



รูปที่ 3.47 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่ละตัวสำหรับช่องวางสินค้า C



รูปที่ 3.48 การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมกัน 2 ตัวสำหรับช่องวางสินค้า C

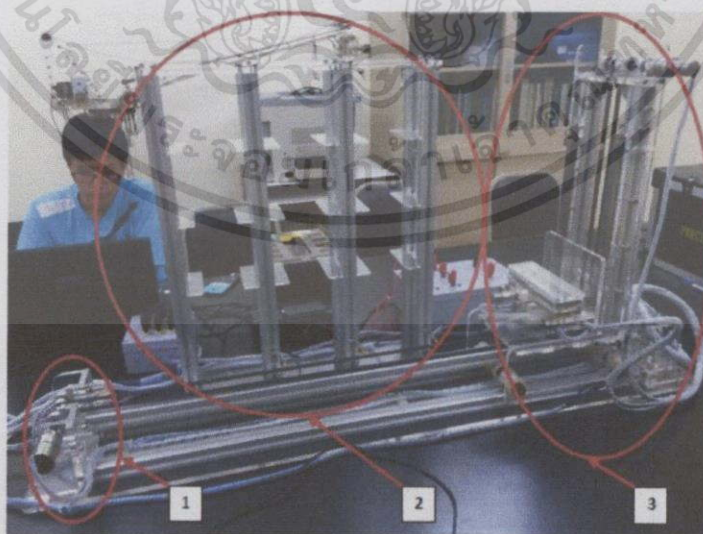
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 ระบบควบคุม

ระบบควบคุมกระบวนการจัดเก็บและค้นหาสินค้าสำหรับสแตกเกอร์เครนนั้นประกอบด้วยหลายส่วนที่สำคัญ เริ่มตั้งแต่ส่วนการตรวจสอบตำแหน่งของสแตกเกอร์เครนซึ่งได้ใช้เซนเซอร์ประเภทพรีอิกซิมิตีเซนเซอร์ในการตรวจจับและยังรวมไปถึงโครงสร้างของระบบควบคุม (Network Architecture) ซึ่งทุกส่วนเหล่านี้จะได้อธิบายต่อไป

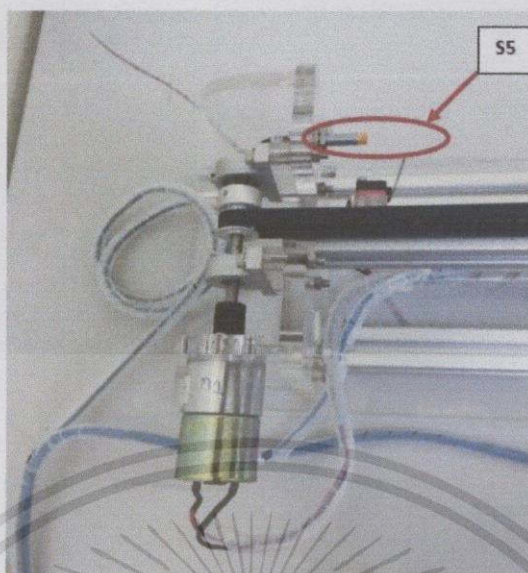
#### 3.4.1 การติดตั้งตำแหน่งของพรีอิกซิมิตีเซนเซอร์

เมื่อฟอร์คลิฟต์ของสแตกเกอร์เครนรับสินค้ามาแล้วขั้นตอนต่อไปคือการนำสินค้าไปจัดเก็บที่ชั้นวางสินค้าซึ่งการที่จะทำให้สแตกเกอร์เครนหยุดได้ตรงตามช่องของชั้นวางสินค้าที่ต้องการนั้นจึงมีการนำพรีอิกซิมิตีเซนเซอร์มาประยุกต์ใช้งานเพื่อตรวจจับตำแหน่งแล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยัง PLC เพื่อนำสัญญาณเหล่านั้นไปประมวลผลตามตรรกะที่ได้ระบุไว้ใน Ladder Diagram และส่งแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตออกไปเพื่อสั่งหรือหยุดการทำงานของมอเตอร์เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของสแตกเกอร์เครนอีกทีหนึ่ง ซึ่งการที่จะสั่งงานให้สแตกเกอร์เครนนำสินค้าไปวางไปยังช่องเก็บสินค้าที่ต้องการนั้นจะขึ้นอยู่กับทางเลือกตำแหน่งช่องวางสินค้าที่หน้าจอ HMI ซึ่งเมื่อทำการเลือกช่องเก็บสินค้าที่หน้าจอ HMI แล้วสแตกเกอร์เครนก็จะเริ่มกระบวนการทันทีและถ้าสแตกเกอร์เครนยังเคลื่อนที่ไม่ถึงตำแหน่งของพรีอิกซิมิตีเซนเซอร์ที่ตรวจจับตำแหน่งของชั้นวางสินค้าที่ได้เลือกไว้แล้ว สแตกเกอร์เครนจะยังคงเคลื่อนที่ต่อถึงแม้จะมีพรีอิกซิมิตีเซนเซอร์ตัวอื่นตรวจจับได้ก็ตามและเมื่อพรีอิกซิมิตีเซนเซอร์นั้นตรวจจับได้และส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังอินพุตของ PLC แล้ว Ladder Diagram จะหยุดจ่ายแรงดันไฟฟ้าเพื่อหยุดการทำงานของมอเตอร์ซึ่งจะทำให้สแตกเกอร์เครนหยุดการเคลื่อนที่ด้วย



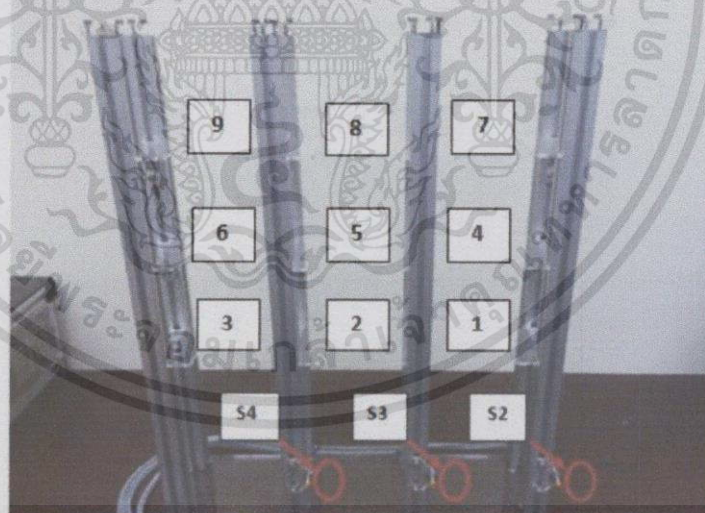
รูปที่ 3.49 ตำแหน่งที่ติดตั้งพรีอิกซิมิตีเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.50 หมายเลข 1 ของรูปที่ 3.49

พรีอ็อกซิมีตีเซนเซอร์ตัวที่ห้า (S5) ติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งสุดท้ายของสแตกเกอร์คอน มีหน้าที่ในการตรวจสอบว่าสแตกเกอร์คอนอยู่ในตำแหน่งสุดท้ายเพื่อนำสินค้าออก



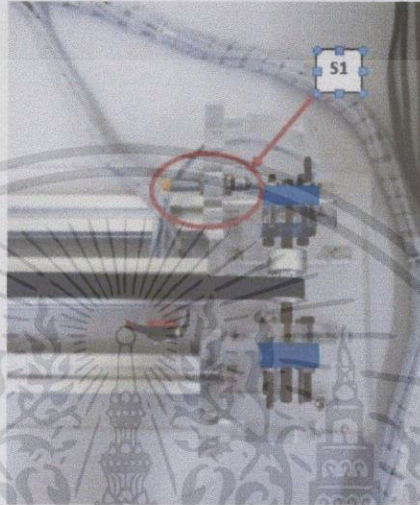
รูปที่ 3.51 หมายเลข 2 ของรูปที่ 3.49

พรีอ็อกซิมีตีเซนเซอร์ตัวที่สอง (S2) ติดตั้งอยู่ที่เสาต้นแรกของคลังสินค้าซึ่งมีหน้าที่ในการระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์คอนหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 1 และ 4 และ 7

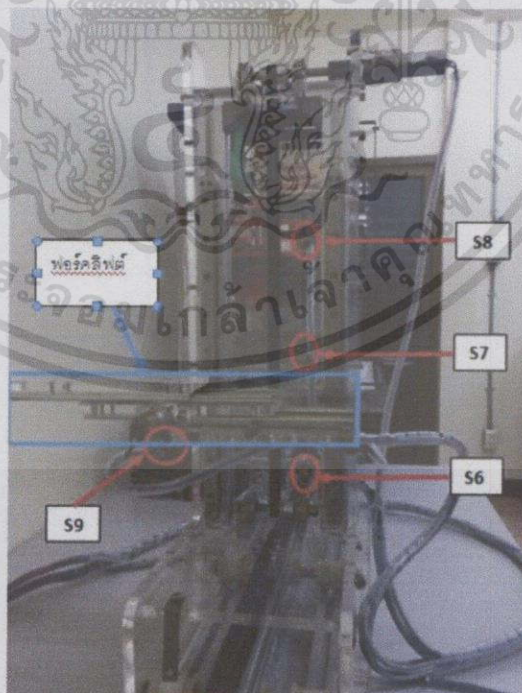
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่สาม (S3) ติดตั้งอยู่ที่เสาต้นที่สองของคลังสินค้าซึ่งมีหน้าที่ในการระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์เครนหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 2 และ 5 และ 8

พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่สี่ (S4) ติดตั้งอยู่ที่เสาต้นที่สามของคลังสินค้าซึ่งมีหน้าที่ในการระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์เครนหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 3 และ 6 และ 9



รูปที่ 3.52 หมายเลข 3 ของรูปที่ 3.49 เฉพาะพรีอักษิมิตีตัวที่ 1



รูปที่ 3.53 หมายเลข 3 ของรูปที่ 3.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่หนึ่ง (S1) ติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้นของสแตกเกอร์คอน มีหน้าที่ในการตรวจสอบว่าสแตกเกอร์คอนอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้นเพื่อรับสินค้า

พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่หก (S6) ติดตั้งอยู่ที่บริเวณของหลังของฟอร์คลิฟต์และอยู่ข้างล่างสุด มีหน้าที่ในการระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์คอนยกฟอร์คลิฟต์ไปหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 1 และ 2 และ 3

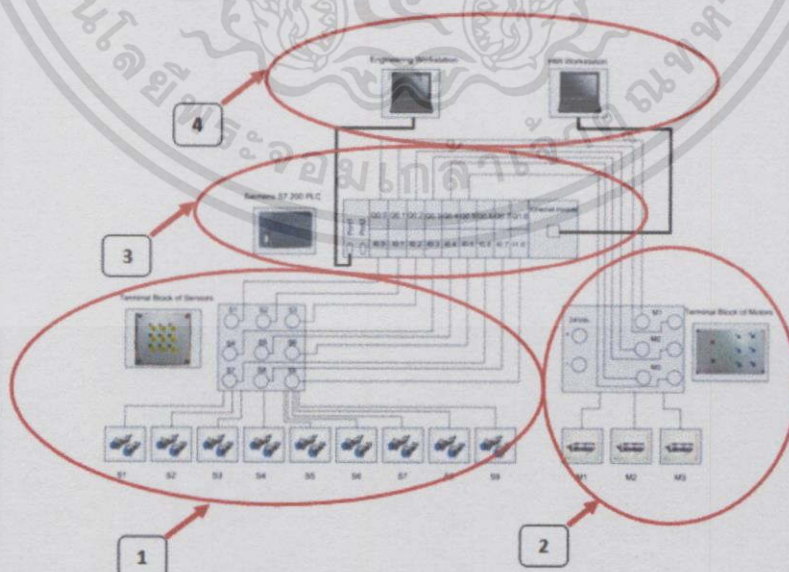
พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่เจ็ด (S7) ติดตั้งอยู่ที่บริเวณของหลังของฟอร์คลิฟต์และอยู่ตรงกลาง มีหน้าที่ในการระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์คอนยกฟอร์คลิฟต์ไปหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 4 และ 5 และ 6

พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่แปด (S8) ติดตั้งอยู่ที่บริเวณของหลังของฟอร์คลิฟต์และอยู่ข้างล่างสุด มีหน้าที่ในการระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์คอนยกฟอร์คลิฟต์ไปหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 7 และ 8 และ 9

พรีอักษิมิตีเซนเซอร์ตัวที่เก้า (S9) ติดตั้งอยู่ข้างใต้ของฟอร์คลิฟต์และมีหน้าที่ในการตรวจสอบตำแหน่งการยัดเข้า-ออกของถาด

### 3.4.2 โครงสร้างระบบการควบคุม

สำหรับโครงสร้างระบบการควบคุมนั้นจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1.เทอร์มินัลบล็อก ส่วนพรีอักษิมิตีเซนเซอร์ 2.เทอร์มินัลบล็อกส่วนมอเตอร์ 3.PLC 4.Engineering Work station และ HMI Workstation ซึ่งแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3.54

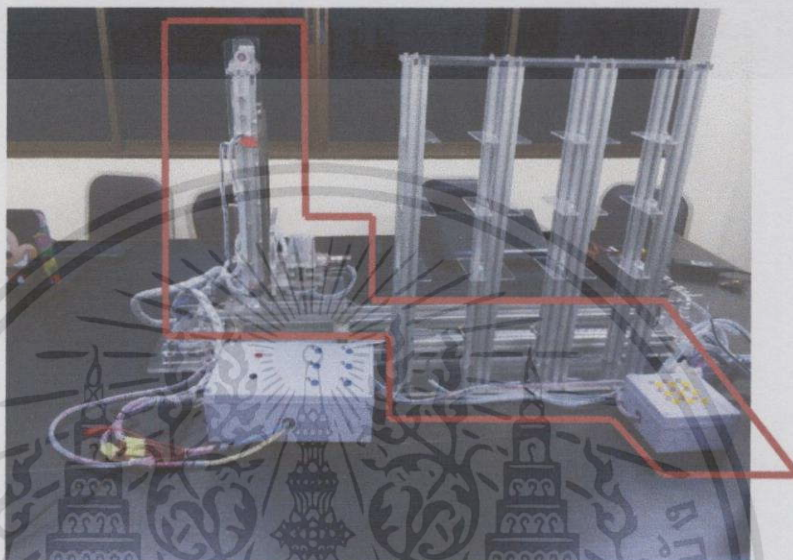


รูปที่ 3.54 โครงสร้างระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

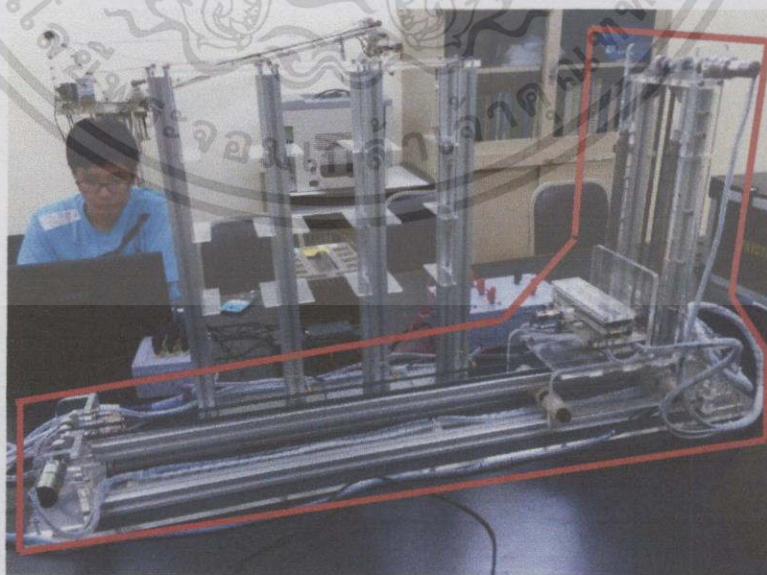
จากรูป 3.54 เป็นโครงสร้างของระบบควบคุมกระบวนการการจับเก็บสินค้าซึ่งแบ่งย่อยเป็นส่วนหลัก ๆ ได้ 4 ส่วนและมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- หมายเลข 1 คือการเชื่อมต่อสายไฟระหว่างพรีอักษิมีตี้เซนเซอร์ทั้ง 9 ตัวเข้ากับเทอร์มินัลบล็อกส่วน พรีอักษิมีตี้เซนเซอร์และส่วนอินพุตของ PLC ดังรูปที่ 3.55



รูปที่ 3.55 การเชื่อมต่อสายไฟส่วนอินพุตของ PLC

- หมายเลข 2 คือ การเชื่อมต่อสายระหว่างมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวเข้ากับเทอร์มินัลบล็อกส่วนมอเตอร์ส่วนเอาต์พุตของ PLC ดังรูปที่ 3.56



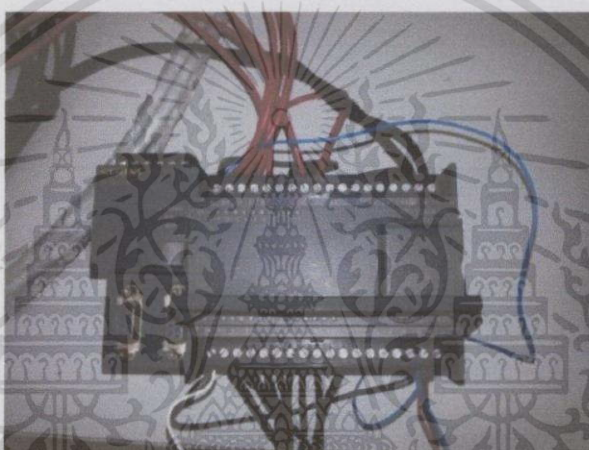
รูปที่ 3.56 การเชื่อมต่อสายไฟส่วนเอาต์พุตของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หมายเลข 3 คือ PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-200 ที่ใช้ ซึ่งเป็น PLC ชนิดบล็อกที่มีส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC อยู่ในบล็อกเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นตัวประมวลผล (CPU) หน่วยความจำ ส่วนอินพุต-เอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟ โดยสามารถแบ่งรายละเอียดที่สำคัญออกที่เกี่ยวข้องกับ PLC ออกได้ดังนี้

#### 1. CPU224XP CN AC/DC/Relay

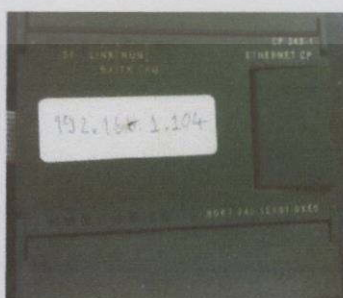
คือตัวประมวลผลที่ทรานซิสเตอร์หรือรีเลย์ที่อยู่ภายในสามารถทำงานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ซึ่งสำหรับตัวประมวลผลนี้สามารถรับ-ส่งอินพุต-เอาต์พุตได้ 14 DI 10 DO 2 AI และ 1 AO ซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 3.57



รูปที่ 3.57 CPU224XP CN AC/DC/Relay

#### 2. Module Ethernet CP243-1

คือโมดูลเสริมของ PLC รุ่น S7-20 ซึ่งทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลระหว่างส่วน PLC กับส่วน Engineering Work Station ผ่านสายอีเทอร์เน็ตเพื่อให้สามารถเขียนหรือกำหนดค่าตลอดไปจนถึงการวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ผ่าน Ladder ได้ในระยะเวลาใกล้เคียง ซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 3.58

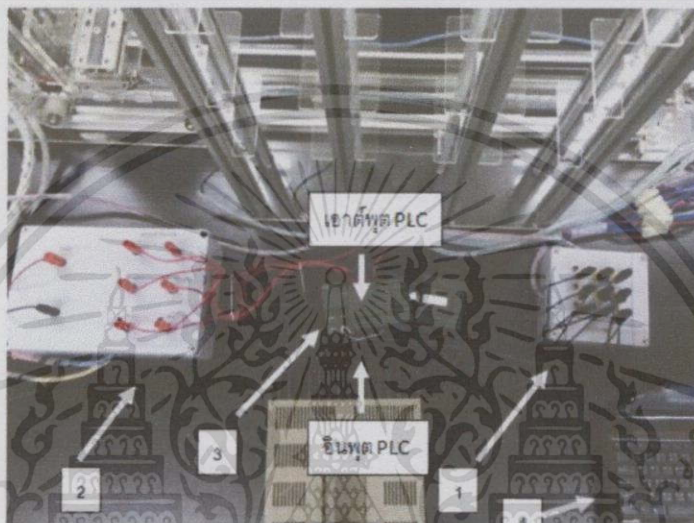


รูปที่ 3.58 Module Ethernet CP243-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.การเชื่อมต่อเข้ากับ PLC

การเชื่อมต่อแต่ละส่วนเข้ากับ PLC เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกัน เช่น สัญญาณไฟฟ้าจากการตรวจจับของฟร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ที่ถูกส่งไปยัง PLC หรือจะเป็น สัญญาณไฟฟ้าจาก PLC ที่ถูกส่งไปเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ เป็นต้น ซึ่งจะแสดง ดังรูปที่ 3.59

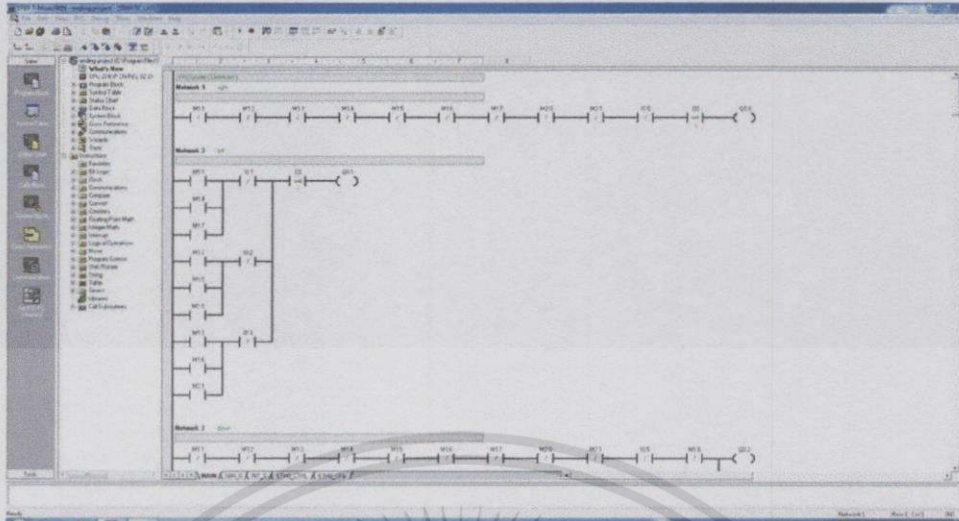


รูปที่ 3.59 การเชื่อมต่อส่วนต่าง ๆ เข้ากับ PLC

จากรูปที่ 3.59 สามารถอธิบายแต่ละส่วนได้ดังนี้

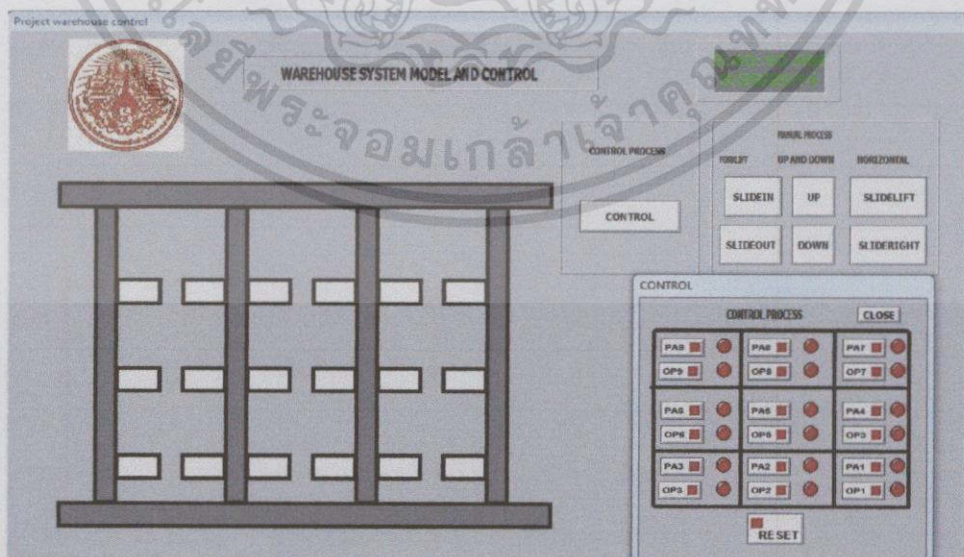
- หมายเลข 1 คือ เทอร์มินัลบล็อกของฟร็อกซิมีตี้เซนเซอร์เชื่อมต่อเข้ากับอินพุตของ PLC
  - หมายเลข 2 คือ เทอร์มินัลบล็อกของมอเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับเอาต์พุตของ PLC
  - หมายเลข 3 คือ PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-200
  - หมายเลข 4 คือ ส่วนของ Engineering Work Station กับ Operation Working
- หมายเลข 4 คือ ส่วนที่อยู่บนสุดของโครงสร้างระบบ (Network Architecture) ประกอบด้วย 2 ส่วนดังนี้
- Engineering Work Station ใช้ในการเขียน Ladder Diagram ของตรรกะสำหรับการควบคุมกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 3.60 ซึ่งเมื่อเขียนเสร็จจะทำการดาวน์โหลดเข้ากับตัว PLC ผ่านสาย MPI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



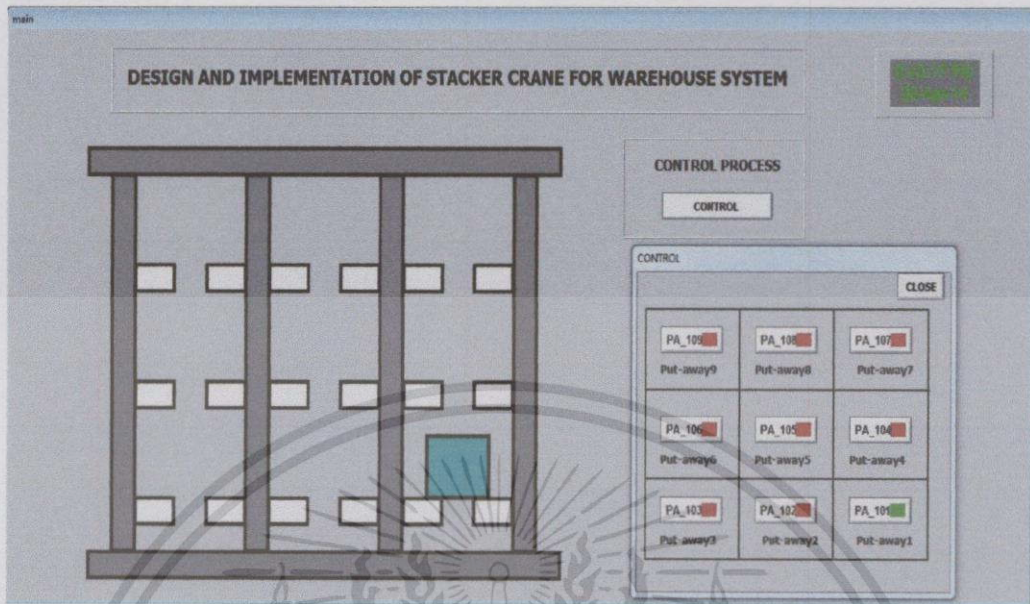
รูปที่ 3.60 Engineering Work Station

- Operation Working หรือส่วน HMI มีหน้าที่รับคำสั่งเพื่อให้สแตเกอร์เคลื่อนนำสินค้าไปยังช่องวางสินค้าที่ต้องพร้อมทั้งสามารถดูสถานะของชั้นวางสินค้าว่ามีสินค้าอยู่ในชั้นวางสินค้าหรือไม่ดังแสดงในรูปที่ 3.54-3.55 ซึ่งหลักการทำงานเมื่อกดปุ่มไปยังช่องจัดเก็บสินค้าข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยังตัว PLC ผ่านสาย LAN เพื่อให้ตัว PLC ประมวลผลและสั่งให้มอเตอร์ทำงานต่อเมื่อผ่าน ฟร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ที่ไม่ใช่ตำแหน่งของช่องวางสินค้าที่ต้องการหรือสั่งให้มอเตอร์หยุดเมื่อถึงตำแหน่งช่องวางสินค้าที่ต้องการซึ่งทั้งมอเตอร์และฟร็อกซิมีตี้เซนเซอร์จะทำงานสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน



รูปที่ 3.61 กราฟิกHMI ขณะไม่มีสินค้า

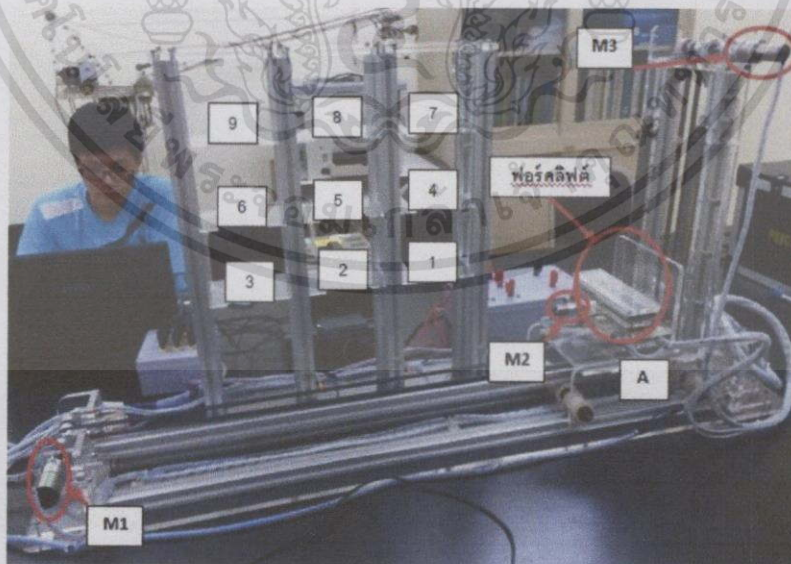
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.62 กราฟิกHMI ขณะมีสินค้า

### 3.4.3 การขับเคลื่อนสแตกเกอร์ครนไปยังชั้นวางสินค้าตำแหน่งต่าง ๆ

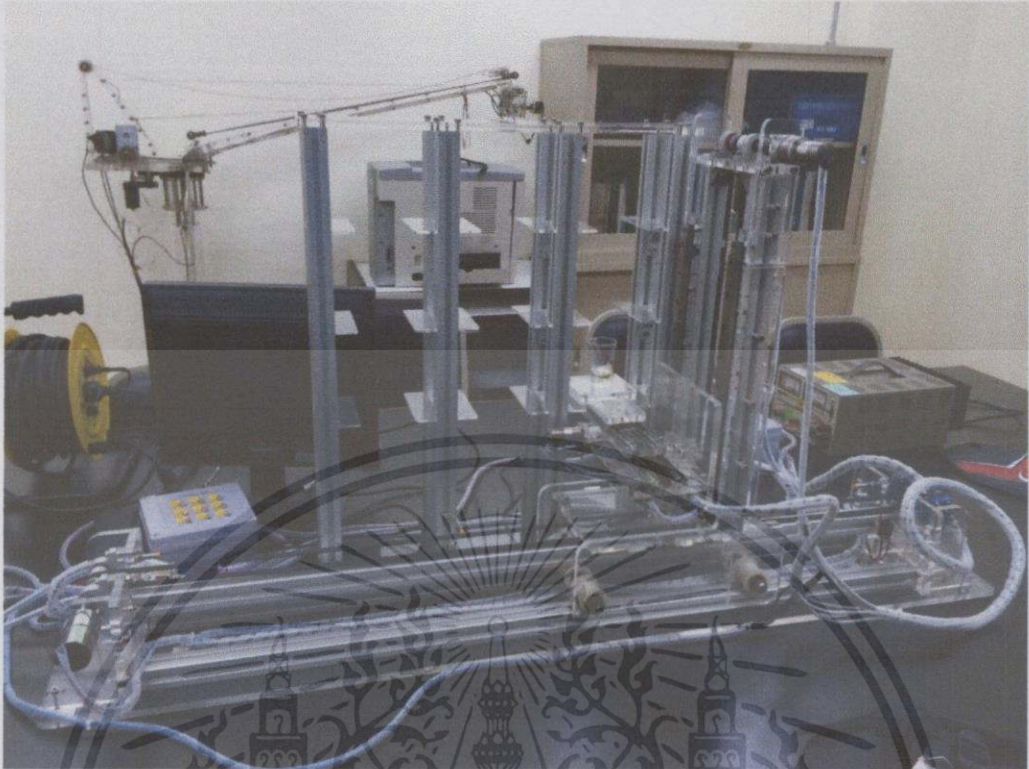
เมื่อทำการสั่งเป็นโหมด Manual สั่งจ่ายแรงดัน 24 Vdc เข้าอินพุตของแผงวงจร โดยตรงไม่ต้องสั่งงานผ่าน PLC ผลที่ได้คือ



รูปที่ 3.63 ตำแหน่งต่างๆของชั้นวางสินค้าและมอเตอร์ต่างๆที่ใช้ขับเคลื่อนสแตกเกอร์ครน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 3.64 ตัวอย่างการเคลื่อนที่ของสแตกเกอร์เครนที่ตำแหน่งชั้นวางสินค้าช่องที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

# การใช้งานสแตกเกอร์เครนเพื่อเป็นสื่อการเรียนในการเขียน โปรแกรม S7-200

### 4.1 กล่าวนำ

บทนี้เป็นตัวอย่างการใช้งานสแตกเกอร์เครนเพื่อเป็นสื่อการเรียนในการเขียน Ladder Diagram ของตัว PLC ในการควบคุมกระบวนการขับเคลื่อนของสแตกเกอร์เครนแบบอัตโนมัติซึ่งก่อนที่จะเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมนั้นต้องมีการวางแผนก่อน ต้องรู้จำนวนอินพุตและเอาต์พุตแต่ละตัวจากนั้นกำหนด I/O ของ PLC ให้กับอินพุตและเอาต์พุตแต่ละตัวจึงมาเขียน Flow Chart แล้วนำ Flow Chart ที่เขียนนี้ไปเขียนเป็น Ladder Diagram สุดท้ายจึงเขียนกราฟิก HMI เพื่อใช้สั่งการและสามารถดูกล่องสินค้าในชั้นวางสินค้าจากหน้าจอ HMI โดยใช้ซอฟต์แวร์ Woderware Intouch ได้อีกด้วย ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวไปนี้จะอธิบายอย่างละเอียดในบทนี้ต่อไป

### 4.2 การกำหนด I/O ของ PLC

สำหรับอินพุตที่ใช้เนื่องจากใช้ติดตั้งฟร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ในการควบคุมสแตกเกอร์เครนมี 9 ตัว จึงใช้ค่าอินพุตแอดเดรส (Input Address) ทั้งหมด 9 ค่า และสำหรับเอาต์พุตที่ใช้เนื่องจากใช้มอเตอร์ 3 ตัวในการควบคุมสแตกเกอร์เครนและแต่ละตัวหมุนได้ 2 ทิศทางจึงใช้ค่าเอาต์พุตแอดเดรสทั้งหมด 6 ค่าในการกำหนด Input Address และ Output Address (หรือ I/O) ของ PLC รุ่น S7-200 ในการใช้งานร่วมกับสแตกเกอร์เครนที่นำเสนอ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 ตามลำดับ

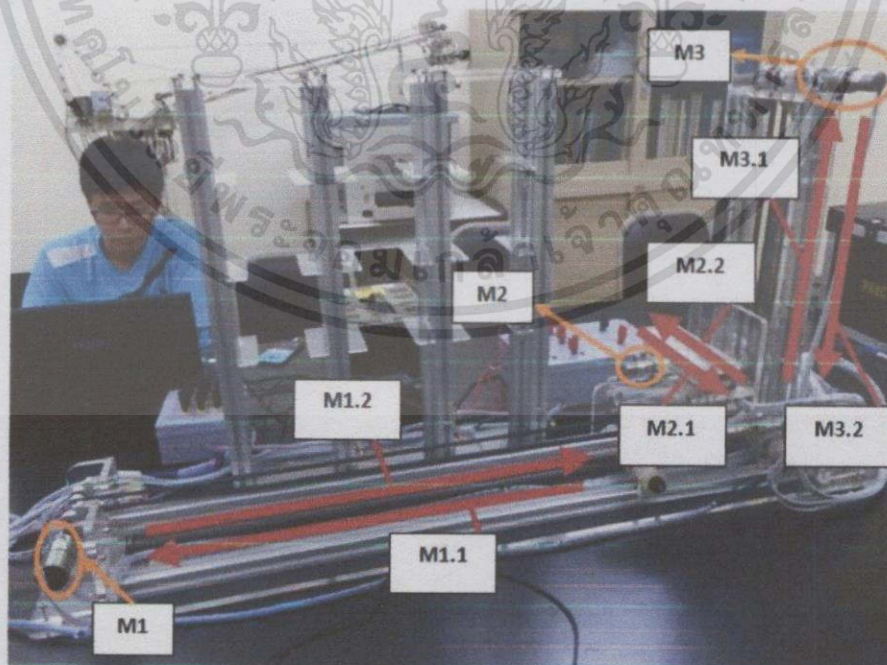
ตารางที่ 4.1 อินพุตแอดเดรสของ PLC รุ่น S7-200 การใช้งานร่วมกับสแตกเกอร์เครนที่นำเสนอ

พรีอกซิมิตีเซนเซอร์	การใช้งาน	อินพุตแอดเดรส
S1	ตรวจสอบว่าสแตกเกอร์เครนอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้นเพื่อรับสินค้า	I 0.0
S2	ระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์เครนหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 1 และ 4 และ 7	I 0.1
S3	ระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์เครนหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 2 และ 5 และ 8	I 0.2
S4	ระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์เครนหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 3 และ 6 และ 9	I 0.3
S5	การตรวจสอบว่าสแตกเกอร์เครนอยู่ในตำแหน่งสุดท้ายเพื่อนำสินค้าออก	I 0.4
S6	ระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์เครนยกฟอร์คลิฟต์ไปหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 1 และ 2 และ 3	I 0.5
S7	ระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์เครนยกฟอร์คลิฟต์ไปหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 4 และ 5 และ 6	I 0.6
S8	ระบุตำแหน่งเพื่อให้สแตกเกอร์เครนยกฟอร์คลิฟต์ไปหยุดตรงช่องวางสินค้าที่ 7 และ 8 และ 9	I 0.7
S9	ตรวจสอบตำแหน่งการยืดเข้า-ออกของฟอร์คลิฟต์	I 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 เอาต์พุตแอดเดรสของ PLC รุ่น S7-200 การใช้งานร่วมกับสแตกเกอร์คอนที่นำเสนอ

มอเตอร์	การใช้งาน	เอาต์พุตแอดเดรส
M1.1	สั่งให้ตัวสแตกเกอร์คอนเคลื่อนที่ไปทางซ้าย	Q 0.0
M1.2	สั่งให้ตัวสแตกเกอร์คอนเคลื่อนที่ไปทางขวา	Q 0.1
M2.1	สั่งให้ฟอร์คลิฟต์ของตัวสแตกเกอร์คอนเคลื่อนที่เข้าหาชั้นวางสินค้า	Q 0.2
M2.2	สั่งให้ฟอร์คลิฟต์ของตัวสแตกเกอร์คอนเคลื่อนที่ออกจากชั้นวางสินค้า	Q 0.3
M3.1	สั่งให้ตัวสแตกเกอร์คอนเคลื่อนที่ขึ้นในแนวตั้ง	Q 0.4
M3.2	สั่งให้ตัวสแตกเกอร์คอนเคลื่อนที่ลงในแนวตั้ง	Q 0.5



รูปที่ 4.1 ตำแหน่งและทิศทางของการขับเคลื่อนสแตกเกอร์คอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

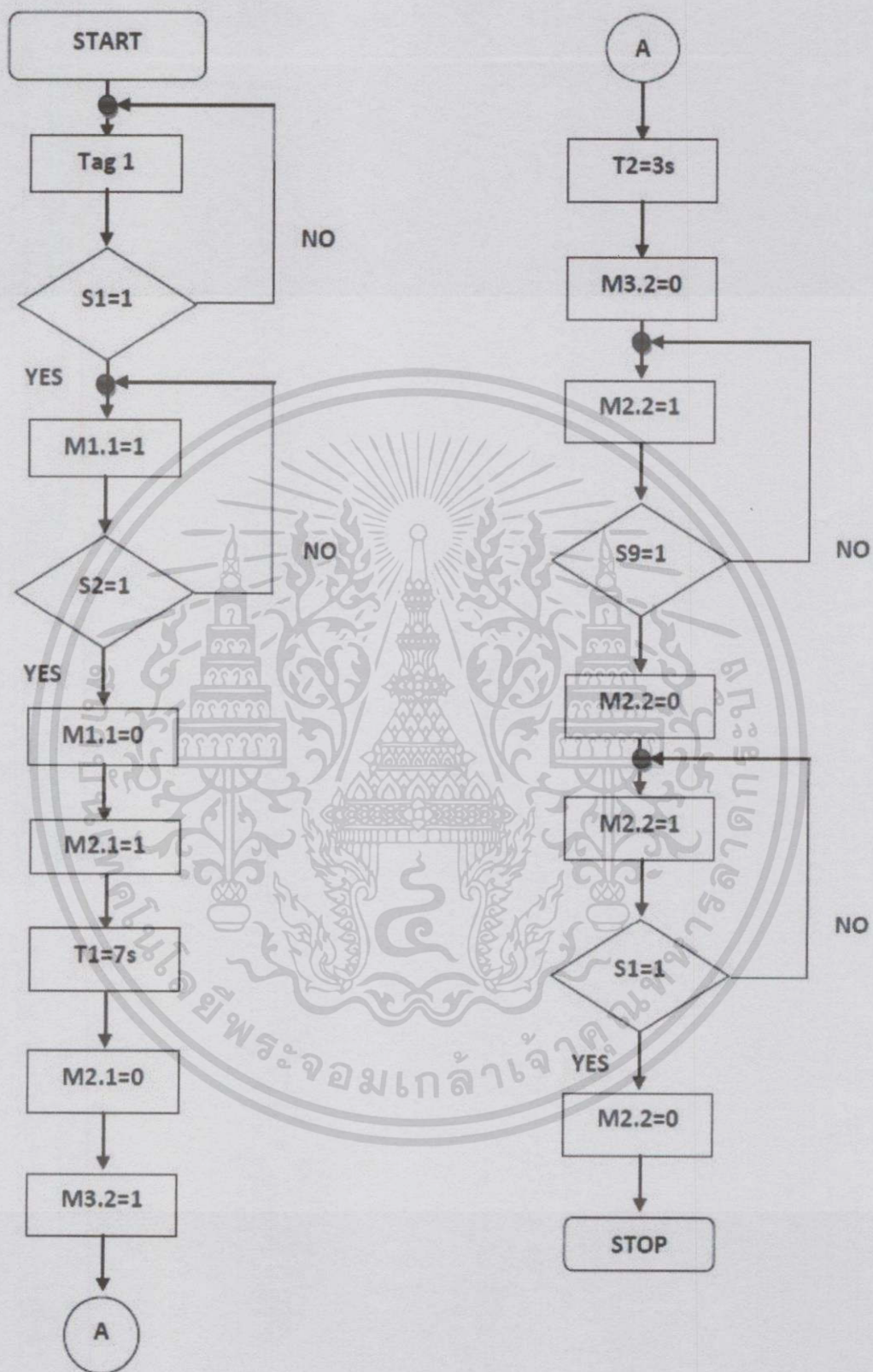
### 4.3 รูปแบบการเขียนโปรแกรมควบคุม

1.เขียน Flow Chart ของทิศทางการขับเคลื่อนสแตกเกอร์เครนซึ่งมีลำดับของกระบวนการดังรูปที่ 4.2

- Tag 1 คือ Tag ที่รับคำสั่งจากหน้าจอ HMI
- T1 คือ ระยะเวลาที่มอเตอร์ตัวที่ 2 (M2) สั่งให้ฟรคลิปต์ขับเคลื่อนเข้าหาชั้นวางสินค้าตาม M2.1
- T2 คือ ระยะเวลาที่มอเตอร์ตัวที่ 3 (M3) สั่งให้ฟรคลิปต์ขับเคลื่อนลงตาม M3.2



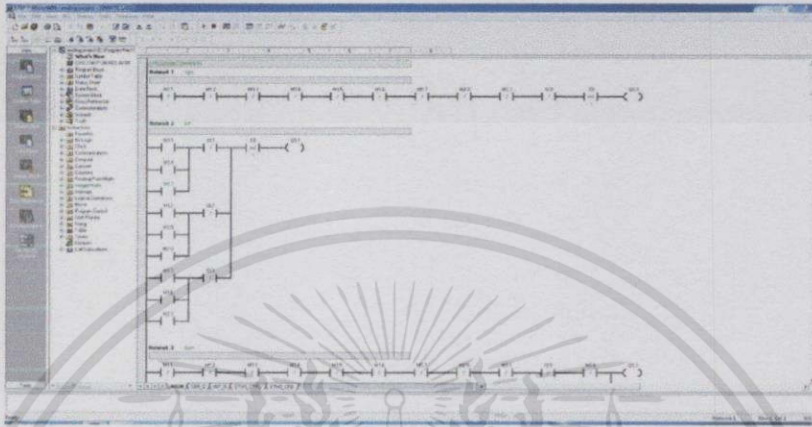
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 Flow Chart แสดงการควบคุมการขับเคลื่อนสแตกเกอร์เครน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

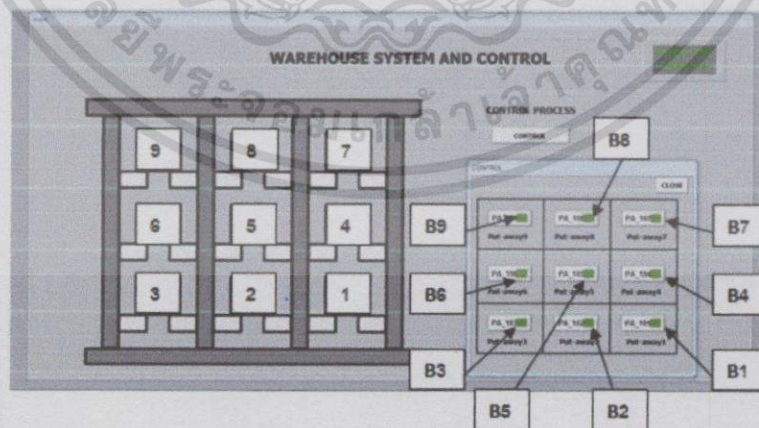
2. สร้าง Ladder Diagram บนโปรแกรม Step7 MicroWin ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์สำหรับ SIEMENS PLC รุ่น S7-200 เท่านั้น เพื่อดาวน์โหลดบน PLC ที่จะถูกใช้เป็นตัวควบคุมในการควบคุมกระบวนการ



รูปที่ 4.3 ตัวอย่าง Ladder Diagram สำหรับควบคุมกระบวนการจัดเก็บสินค้า

#### 4.4 การสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

ในส่วนติดต่อผู้ใช้งานจะใช้การสร้างกราฟิก HMI บนโปรแกรม Wonderware Intouch ดังรูปที่ 4.4 ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์หนึ่งสำหรับสร้างกราฟิก เพื่อให้สามารถเลือกช่องที่ต้องการให้ สแตกเกอร์คอนนำสินค้าไปจัดเก็บและยังมีกราฟิกแสดงผลช่องที่มีสินค้าแล้ว



รูปที่ 4.4 กราฟิก HMI ที่สร้างขึ้นมา

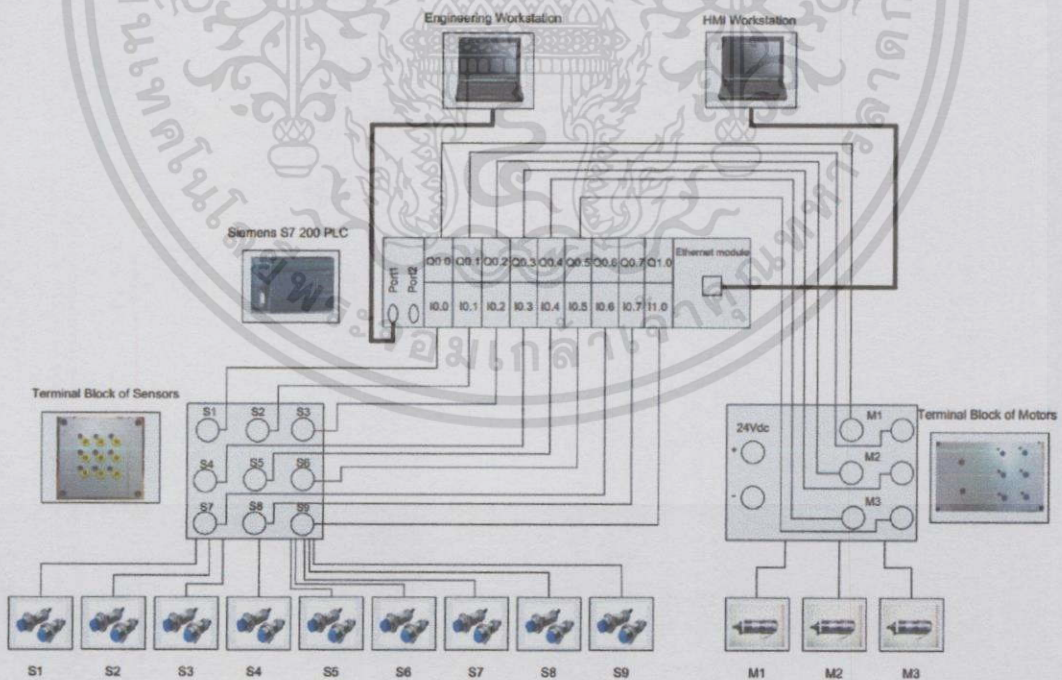
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.4 แต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

- หมายเลข 1-9 คือช่องวางสินค้าทั้ง 9 ช่อง
- B1-B9 คือ ปุ่มสำหรับเลือกช่องวางสินค้าที่ต้องการให้สแตกเกอร์คอนนำสินค้าไปวาง

#### 4.5 ขั้นตอนการทดลอง

1. เมื่อสร้าง Ladder Diagram และ กราฟิก HMI เรียบร้อยแล้วต่อไปเป็นการเชื่อมต่อทั้งสองให้สามารถทำงานร่วมกันได้โดยทำการเปิดโปรแกรมประยุกต์ OPC และต้องทำการอ้างอิง Tag name ของ Ladder Diagram กับกราฟิก HMI ด้วย
2. เมื่อเชื่อมต่อทั้งระบบเข้าด้วยกันแล้วต่อไปเป็นการทดลองระบบการจัดเก็บสินค้าจริงด้วยการเลือกช่องวางสินค้าที่ต้องการจากหน้ากราฟิก HMI โดยเริ่มจากการเลือกช่องวางสินค้าที่ 1 ซึ่งได้แสดงในรูปที่ แล้วบันทึกผล
3. ทำการทดลองซ้ำกับข้อที่ 2 โดยเปลี่ยนการเลือกช่องสินค้าไปเรื่อย ๆ จนครบทุกช่อง

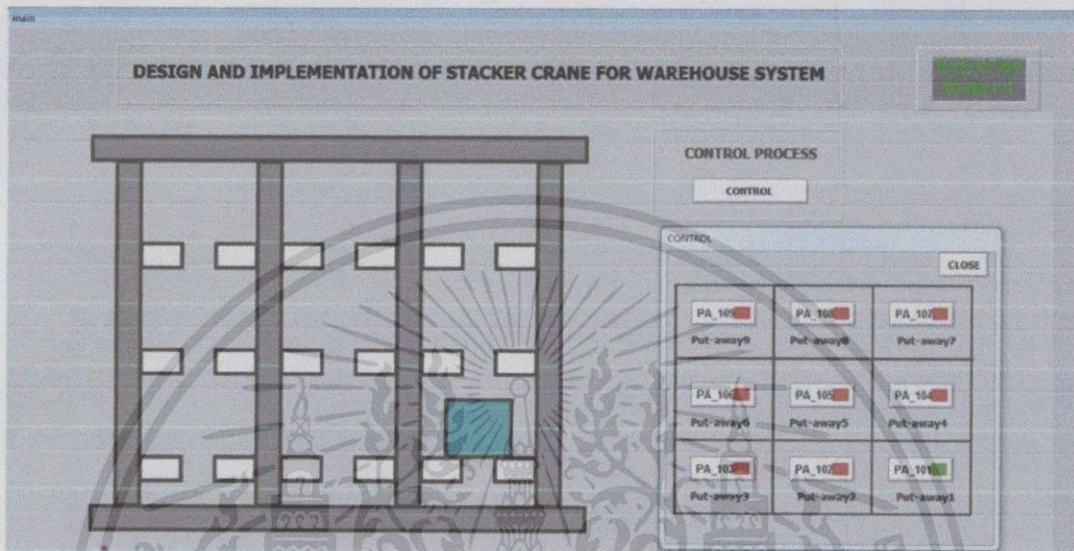


รูปที่ 4.5 การเชื่อมต่อระบบในการควบคุมสแตกเกอร์คอนโดยใช้ PLC S7-200

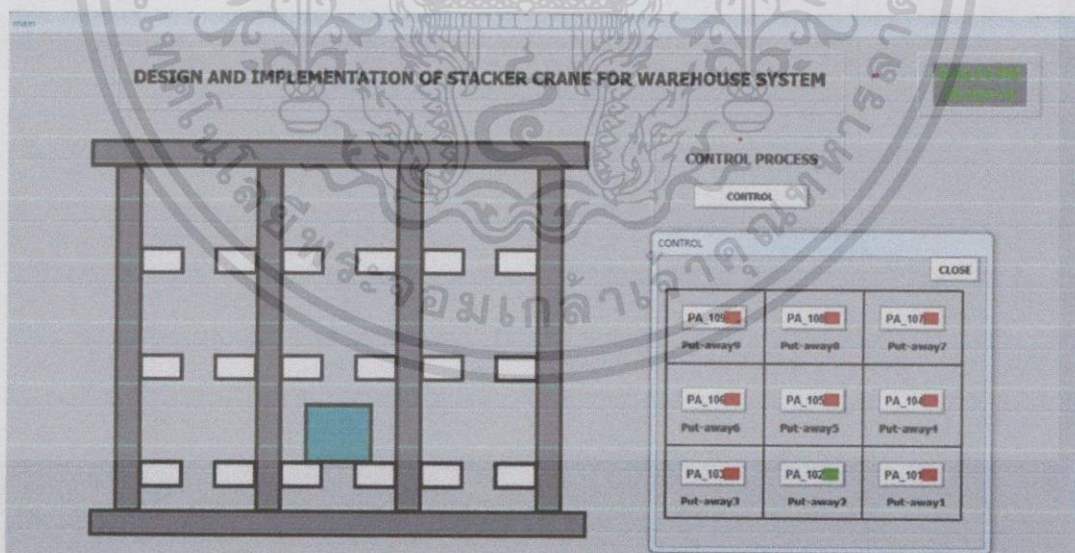
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.6 ผลการทดลอง

เมื่อสแต็กเกอร์เคลื่อนขับเคลื่อนถึงตำแหน่งที่หน้าจอ HMI สั่งการจะมีรูปภาพของกล่องสินค้าแสดงตามรูปที่ 4.5 – 4.13

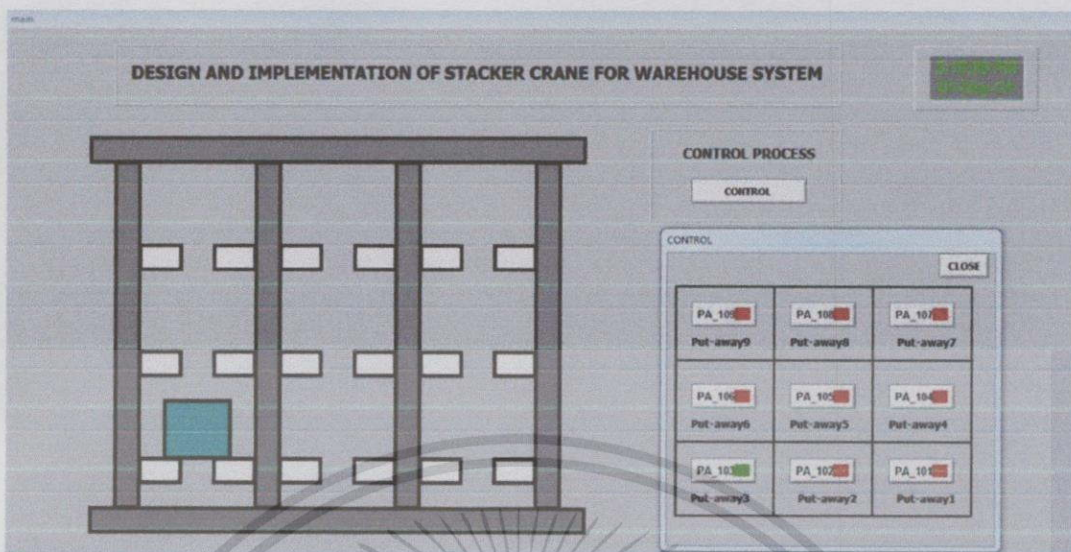


รูปที่ 4.6 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 1

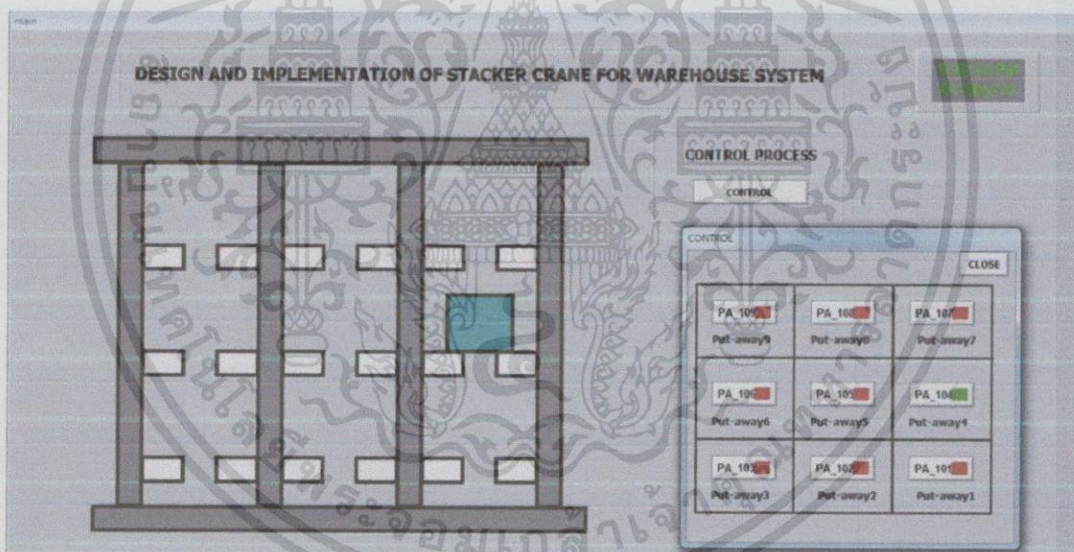


รูปที่ 4.7 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

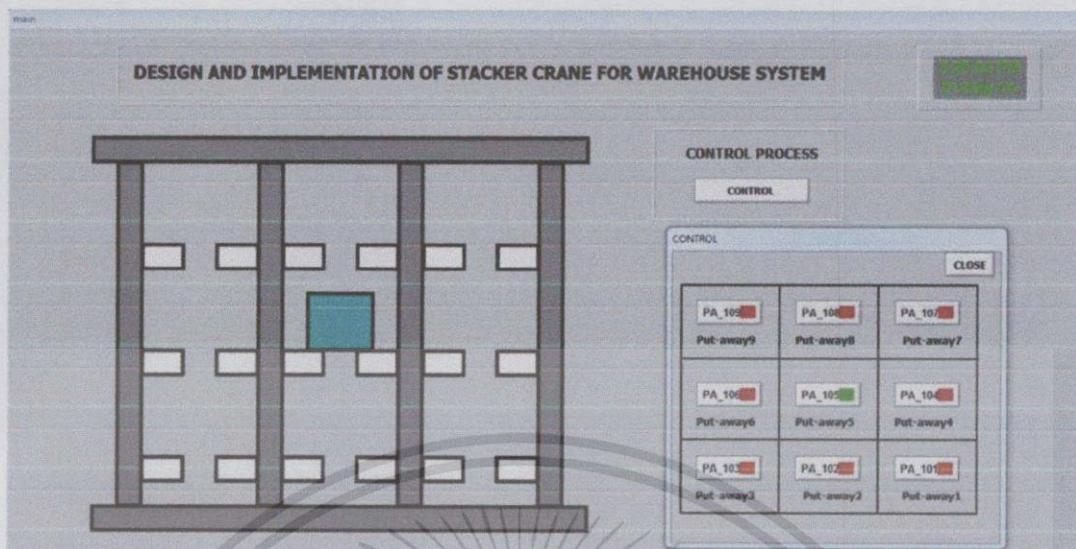


รูปที่ 4.8 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 3

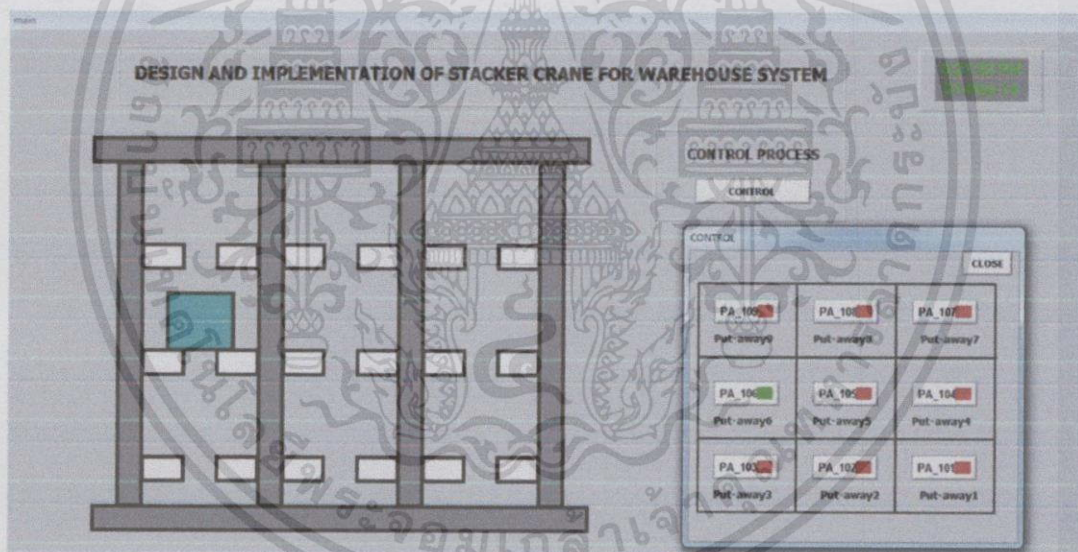


รูปที่ 4.9 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

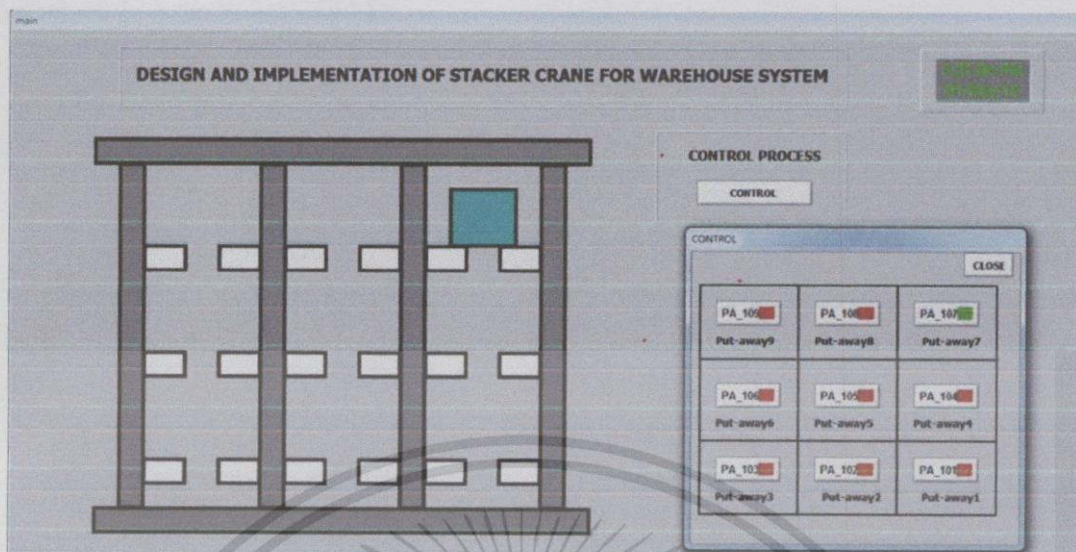


รูปที่ 4.10 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 5

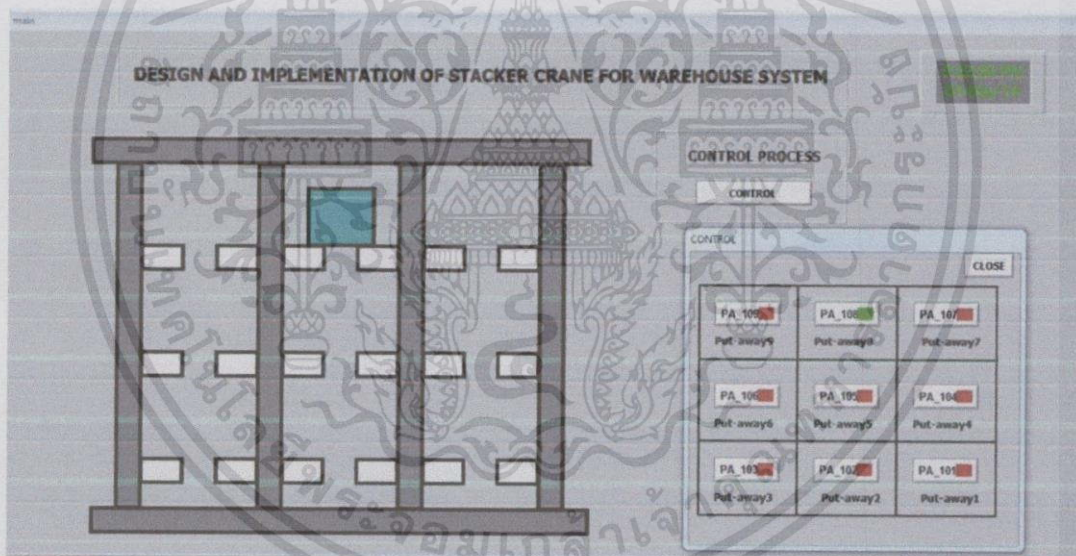


รูปที่ 4.11 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

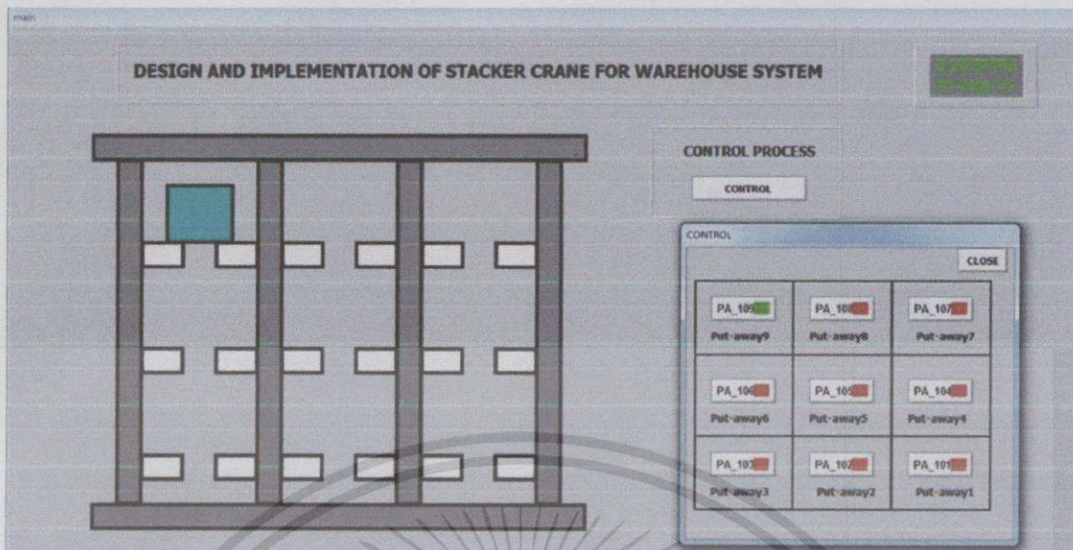


รูปที่ 4.12 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 7



รูปที่ 4.13 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ช่องจัดเก็บสินค้าช่องที่ 9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุป

จากการทำโครงการการออกแบบและสร้างสแตกเกอร์คอนสำหรับระบบคลังสินค้านั้นทำให้ได้ความรู้มากมาย ทั้งเป็นการเพิ่มเติมความรู้ใหม่ในส่วนที่ไม่เคยทราบมาก่อนรวมถึงได้พัฒนาความรู้ในส่วนที่ทราบมาแล้วให้มีความรู้มากขึ้น ซึ่งถึงแม้ชื่อโครงการจะกล่าวถึงเฉพาะส่วนฮาร์ดแวร์แต่สำหรับเนื้อหาของโครงการจริง ๆ นั้นผู้จัดทำโครงการได้ศึกษาและสร้างตั้งแต่วงจรไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์และยังรวมถึงการสร้างระบบควบคุมโดยอาศัยการนำพรีอิกซิมิตีเซนเซอร์มาประยุกต์ใช้งาน ทุกอย่างนี้ล้วนแล้วแต่เป็นความรู้และประสบการณ์ที่ล้ำค่าที่ทางผู้จัดทำโครงการมีความภูมิใจเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งความรู้และประสบการณ์ที่กล่าวถึงนั้นอาจหาไม่ได้ในห้องเรียนหากแต่เป็นการศึกษาด้วยตนเองหรือจากผู้ที่มีประสบการณ์กับเรื่องเหล่านั้นมาก่อน และสำคัญที่สุดก็คือผู้ที่ตั้งโจทย์ปัญหานี้ขึ้นมาให้ผู้จัดทำโครงการได้มีโอกาสค้นคว้าและศึกษาในเรื่องราวเหล่านี้ ผู้จัดทำโครงการจึงขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.พิทยา ปานนิล ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาประจำโครงการนี้และยังขอขอบคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือจนโครงการชิ้นนี้เสร็จสิ้น

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

ตอนนี้โครงการการออกแบบและสร้างสแตกเกอร์คอนสำหรับระบบคลังสินค้ายังขาดระบบลำเลียงเข้าและออกสู่ภายนอกซึ่งอาจเป็นระบบ เช่น ระบบคอนเวเยอร์ ระบบแขนกล เป็นต้น ดังนั้นหากผู้ใดที่มีความประสงค์จะนำโครงการสแตกเกอร์คอนสำหรับระบบคลังสินค้านี้ไปพัฒนาเพิ่มหรือสร้างขึ้นมาใหม่ ทางคณะผู้จัดทำโครงการแนะนำให้สร้างระบบลำเลียงสินค้าเข้าและออกสู่ภายนอกเพิ่มเติมสู่แบบจำลองระบบคลังสินค้า นอกจากนั้นจากการทดลองการใช้งานสแตกเกอร์คอนเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนในการเขียนโปรแกรม S7-200 ทำให้ทราบปัญหาเกี่ยวกับการตรวจจับตำแหน่งของสแตกเกอร์คอนด้วยพรีอิกซิมิตีเซนเซอร์ ซึ่งจากการตรวจสอบทำให้พบว่าปัญหานี้เกิดจากการที่โครงการชิ้นนี้ยังไม่มีฐานยึดตัวคลังสินค้าและสแตกเกอร์คอนตลอดจนเทอร์มินัลบล็อกทั้ง 2 ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เมื่อวางโครงการชิ้นนี้บนโต๊ะหรือฐานรองที่ไม่มีความแข็งแรงจะทำให้เกิดการยุบและโก่งของฐานรองเหล่านั้น ซึ่งจะทำให้สแตกเกอร์คอนและคลังสินค้าวางไม่ได้ระยะที่ถูกต้องและจะส่งผลให้พรีอิกซิมิตีเซนเซอร์ตรวจสอบผิดพลาด ผู้จัดทำโครงการจึงแนะนำให้วางโครงการชิ้นนี้ไว้บนโต๊ะหรือฐานรองที่มีความแข็งแรงและสุดท้ายสำหรับผู้สนใจจะชมสื่อวีดิทัศน์ระบบจัดเก็บและค้นหาคัดเลือกด้วยสแตกเกอร์คอนที่ผู้จัดทำโครงการได้สร้างขึ้นสามารถรับชมได้จากแผ่นซีดีที่แนบมากับปริญญาณิพนธ์เล่มนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] <http://th.wikipedia.org/wiki/คลังสินค้า>
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Warehouse\\_management\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Warehouse_management_system)
- [3] <http://riverplusblog.com/tag/การจัดการคลังสินค้า>
- [4] <http://surasaklogistics.blogspot.com/2013/08/activities-in-warehouse.html>
- [5] <http://www.similantechology.com/news&article/typeofwarehouse.html>
- [6] <http://it.toolbox.com/blogs/wms-essentials/benefits-of-automating-a-warehouse-26584>
- [7] [http://en.wikipedia.org/wiki/Automated\\_storage\\_and\\_retrieval\\_system#Advantages](http://en.wikipedia.org/wiki/Automated_storage_and_retrieval_system#Advantages)
- [8] [http://en.wikipedia.org/wiki/Crane\\_\(machine\)#Stacker\\_crane](http://en.wikipedia.org/wiki/Crane_(machine)#Stacker_crane)
- [9] [http://en.wikipedia.org/wiki/Programmable\\_logic\\_controller](http://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller)
- [10] [http://en.wikipedia.org/wiki/Human-machine\\_interface](http://en.wikipedia.org/wiki/Human-machine_interface)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้