



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม  
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ ชุคชาติการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า  
 Demonstration Model to Haul Goods in Warehouse

ชื่อนักศึกษา 1. นางสาวกรทิพย์ ดิษนัม รหัสประจำตัว 44035393  
 2. นายอดิศักดิ์ เผือกน้อย รหัสประจำตัว 44035429

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
2. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	
3. อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	
4. ผศ. วิสุทธิ์ อธิพรธรรม	
5. อาจารย์อำพล ทองระอา	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันศุกร์ที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 เวลา 14.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิหารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 30 เดือน 12 พ.ศ. 2546



<BT4503012>

ชุคชาติการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

ชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า

DEMONSTRATION MODEL TO HAUL GOODS IN WAREHOUSE



นางสาวกรทิพย์ ดิษนิม  
นายอดิศักดิ์ เผือกน้อย

เลขหม.....  
เลขทะเบียน 48314  
วัน, เดือน, ปี 10 ต.ค. 2546

.b.....  
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม  
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเพื่อการศึกษาระดับ 2545 อิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10/10/2546

## ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ชุตสาริตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า  
Demonstration Model to Haul Goods in Warehouse

### วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

- 1) เพื่อศึกษาระบบขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า และการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
- 2) เพื่อออกแบบระบบขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า
- 3) เพื่อสร้างระบบขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า
- 4) เพื่อทดลองและปรับปรุงแก้ไขระบบให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ
- 5) เพื่อสามารถลำเลียงสินค้าไปประยุกต์ใช้งานได้

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) เข้าใจระบบการขนถ่ายลำเลียงสินค้าการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้
- 2) ได้วงจรเพื่อสร้างระบบการทำงานได้
- 3) ได้เครื่องต้นแบบของระบบการขนถ่ายสินค้าได้
- 4) ได้ผลการทดลองปรับปรุงแก้ไขระบบการขนถ่ายสินค้าให้มีประสิทธิภาพดี
- 5) ได้ระบบการลำเลียงสินค้านำไปประยุกต์ใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## I

ชื่อหัวข้อ	ชุดสาริตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า
นักศึกษา	นางสาวกรทิพย์ ดิษนัม นายอดิศักดิ์ เผือกน้อย
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พระวุฒิ สุวรรณจันทร์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2545

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอ การนำเอาอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์, ไฟฟ้า และเครื่องกล นำมาสร้างเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติในกระบวนการชุดสาริตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า โดยใช้อุปกรณ์หลักๆ อันได้แก่ มอเตอร์กระแสตรง, ไมโครคอนโทรลเลอร์ ฯลฯ จุดประสงค์เพื่อที่จะศึกษาถึงการนำเอาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ มาประยุกต์เข้ากับระบบเครื่องทางกล เพื่อนำมาสร้างเป็นระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม โดยขีดความสามารถของโครงการมีดังนี้คือ สามารถสาริตการลำเลียงสินค้าขนาด 3X3 ช่องได้ สามารถขนถ่ายสินค้าไปเก็บอย่างถูกต้องแม่นยำ สามารถแสดงจำนวนสินค้าที่มีอยู่ในคลังสินค้าได้ถูกต้อง และสามารถสาริตการขนถ่ายสินค้าได้น้ำหนัก 200 กรัม โดยหัวใจหลักของระบบนี้คือไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มาใช้เป็นตัวควบคุมระบบดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## II

<b>Thesis Title</b>	Demonstration model to haul goods in warehouse	
<b>Students</b>	Miss Kornthip	Ditnim
	Mr.Adisak	Phuknoi
<b>Advisor</b>	Mr.Peerawut	Suwanjan
<b>Co-Advisor</b>	Mr.Surapong	Siripongdee
<b>Education Level</b>	Bachelor of Science in Industrial Education	
<b>Program in</b>	Industrial Instrument Technology	
<b>Academic Year</b>	2002	

### ABSTRACT

This thesis presents a provide device of Electronics ,Electrical and Machanic take to build automatic control system. in presents of Demonstration model to haul goods in warehouse by using main devide such as Direct current moter , Microcontroller etc. The objective for studied toaddition Microcontroller system to apply in Machanic system for the industrial automatic system.By limited of project as it can demonstate transportable goods 3x3 block, it can haul to store rightly, it can show all number of goods that it have in warehouse rightly and it can haul goods that weigh 200g. The Main purpose to used Microcontroller MCS-51 family for control system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะความร่วมมือ ร่วมใจของสมาชิกภายในกลุ่มซึ่งทุ่มเททั้งกำลังกายกำลังใจ กำลังสมองและกำลังทรัพย์เป็นเวลานานกว่าจะถึงวันนี้ รวมทั้งได้รับความช่วยเหลือจากท่าน อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี และอาจารย์ในภาควิชาทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้คำปรึกษา แนะนำอำนวยความสะดวกในการทำปริญญานิพนธ์อย่างเต็มที่และที่สำคัญหาที่เปรียบมิได้คือ บพการีที่ให้กำเนิดอบรมเลี้ยงดูให้โอกาสทางการศึกษารวมทั้งเพื่อนๆ ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญาโท	1
1.2 ชี้วัดความสามารถของโครงการ	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ทฤษฎีการขนถ่ายสินค้า	3
2.2.1 องค์ประกอบของการขนถ่ายสินค้า	4
2.2.2 ขอบเขตของการขนถ่ายสินค้า	5
2.2.3 จุดมุ่งหมายและประโยชน์ของการขนถ่ายสินค้า	7
2.3 รูปแบบคลังสินค้า	9
2.3.1 แบบไคร์ฟอินพาลทเรค	9
2.3.2 แบบไคร์ฟทรู	10
2.3.3 แบบซีเร็คทีฟพาลทเรค	11
2.3.4 แบบโมบายซีเร็คทีฟเรค	12
2.3.5 แบบพูชแบคเรค	13
2.3.6 แบบพาลท	14
2.3.7 แบบสไลด์เรค	15
2.3.8 แบบลองสแปนเชลวิ่งซีสเต็ม	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.10 แบบปีกฟลอนแรก	18
2.3.11 แบบมีเดียมแรก	19
2.3.12 แบบไมโครแรก	20
2.3.13 แบบเมซซะนินฟลอร์	21
2.4 ทฤษฎีเกลิยวส่งกำลัง	22
2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	26
2.5.1 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์กระแสตรง	26
2.5.2 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์แบบขนาน	27
2.5.3 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์แบบอนุกรม	29
2.5.4 คุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์แบบผสม	32
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้างและการทำงาน	34
3.1 กล่าวนำ	34
3.2 ขั้นตอนการทำงาน	34
3.2.1 การเก็บสินค้าเข้า	35
3.2.2 การนำสินค้าออก	36
3.2.1 การทำงานของแผนผังวงจรควบคุม	36
3.3 การออกแบบชุดสวิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า	37
3.3.1 การออกแบบตัวขับเคลื่อน	37
3.3.2 การออกแบบช่องวางสินค้า	38
3.4 การทำงานของวงจรต่างๆ	39
3.4.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	39
3.4.2 วงจรขับมอเตอร์	41
3.4.3 วงจรลิมิตสวิตช์	42
3.4.4 วงจรเซนเซอร์	42
3.4.5 วงจรแสดงผล	43

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 3.4.6 วงจรควบคุมการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น 45  
 ไม่ว่ากรณีใด 3.5 การสร้างเครื่องต้นแบบชุดสวิตการขนถ่ายสินค้าถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ 46

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	47
4.1 การทดลองวงจรขั้วมอเตอร์	47
4.2 การทดลองเซนเซอร์	48
4.3 การทดลองวงจรลิมิตสวิตช์	50
4.4 การทดลองวงจรควบคุม	52
4.5 การทดลองวงจรแสดงผล	53
4.6 รูปสำเร็จชุดสวิตติการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า	54
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหาแนวทางแก้ไข และพัฒนา	55
5.1 บทสรุป	55
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	55
5.3 แนวทางการพัฒนา	56
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	58
ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์	60
ภาคผนวก ค พังการทำงานและโปรแกรมควบคุมการทำงาน	63
ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	80
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	89
บรรณานุกรม	92
ประวัติผู้แต่ง	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.1 การทดลองวงจรเซนเซอร์	49
ตารางที่ 4.2 การทดลองวงจรลิมิตสวิตช์	51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 การขนถ่ายสินค้ากับองค์ประกอบที่สำคัญ	5
รูปที่ 2.2 สถานที่ทำงาน	6
รูปที่ 2.3 สายงานผลิต	6
รูปที่ 2.4 การขนถ่ายระหว่างแผนก	7
รูปที่ 2.5 การขนถ่ายภายในโรงงาน	7
รูปที่ 2.6 แบบไดร์ฟอินพาเลทแทรก	9
รูปที่ 2.7 แบบไดร์ฟทुरु	10
รูปที่ 2.8 แบบชีเร็คทีฟพาเลทแทรก	11
รูปที่ 2.9 แบบโมบายชีเร็คทีฟแทรก	12
รูปที่ 2.10 แบบพูชแบคแทรก	13
รูปที่ 2.11 แบบระบบการจัดเก็บพาเลทเป็นลูกล้อเลื่อนได้	14
รูปที่ 2.12 แบบสโลิค์แทรก	15
รูปที่ 2.13 แบบลองสเปนเชลวิ่งชีสเต็ม	16
รูปที่ 2.14 แบบคานติลิเวอร์แทรก	17
รูปที่ 2.15 แบบปีคฟลอนแทรก	18
รูปที่ 2.16 แบบมีเดียมแทรก	19
รูปที่ 2.17 แบบไมโครแทรก	20
รูปที่ 2.18 แบบเมชชะนินฟลอร์	21
รูปที่ 2.19 ส่วนต่างๆ ของเกลิยวส่งกำลัง	22
รูปที่ 2.20 แผนผังแรงที่กระทำกับเกลิยว	22
รูปที่ 2.21 ส่วนต่างๆ ของเกลิยวส่งกำลังอยู่ภายใต้ทอล์ก	26
รูปที่ 2.22 แรงบิด (T) กับกระแสอาร์เมเจอร์ (Ia) ของมอเตอร์แบบขนาน	27
รูปที่ 2.23 ความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนาน	28
รูปที่ 2.24 แรงบิดกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ควบคุม	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 2.25 ความเร็วรอบกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบอนุกรม	31
รูปที่ 2.26 ความเร็วรอบกับแรงบิดของมอเตอร์แบบอนุกรม	32
รูปที่ 2.27 เส้นแรงแม่เหล็กและลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์ขนานและมอเตอร์อนุกรม	33
อนุกรม	
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานการเก็บสินค้าเข้าของ โครงการงาน	35
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานการนำสินค้าออกของ โครงการงาน	36
รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของวงจรควบคุม	37
รูปที่ 3.4 โครงสร้างตัวขับเคลื่อน	38
รูปที่ 3.5 โครงสร้างช่องวางสินค้า	39
รูปที่ 3.6 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	40
รูปที่ 3.7 วงจรขับมอเตอร์	41
รูปที่ 3.8 วงจรลิมิตสวิตช์	42
รูปที่ 3.9 วงจรเซนเซอร์	43
รูปที่ 3.10 วงจรแสดงผลแอลซีดี	44
รูปที่ 3.11 วงจรแสดงผลแอลอีดี	44
รูปที่ 3.12 วงจรควบคุม	45
รูปที่ 3.13 โครงสร้างของชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้า	46
รูปที่ 4.1 การทดลองวงจรขับมอเตอร์	47
รูปที่ 4.2 การทดลองวงจรเซนเซอร์	48
รูปที่ 4.3 การทดลองวงจรลิมิตสวิตช์	50
รูปที่ 4.4 การทดลองวงจรควบคุม	52
รูปที่ 4.5 การทดลองวงจรแสดงผล	53
รูปที่ 4.6 ชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า	54
รูปที่ ก.1 รูปสำเร็จของชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า	59
รูปที่ ข.1 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์	61

เอกสารรูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแสดงผลแอลอีดี ารศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านก 61 คำ  
 ไม่ว่ารูปที่ ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ ้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ 62

## สารบัญญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ข.4 แผนวงจรพิมพ์วงจรลิตสวีตซ์ วงจรควบคุมเซนเซอร์ วงจรวงจรวจรสวีตซ์ เมตริกซ์ วงจรแสดงผลแอลซีดี และวงจรควบคุม	62
รูปที่ ค.1 โปรแกรมการทำงาน	79
รูปที่ จ.1 กล่องควบคุมการทำงาน	90



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ โดยทั่วไปการขนถ่ายวัสดุและลำเลียงวัสดุ ตลอดจนการจัดหมวดหมู่ของวัสดุที่เก็บเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบันนี้มีการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมมากมาย ซึ่งก่อให้เกิดการแข่งขันระหว่างผู้ประกอบการด้วยกันเอง โดยจะใช้ราคาของผลิตภัณฑ์มาเป็นเครื่องมือในการแข่งขัน ทำให้ผู้ประกอบการต้องการลดต้นทุนในการผลิตสินค้าลง ปัญหาที่เกี่ยวกับการขนส่งและจัดเก็บสินค้าก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ต้นทุนในการผลิตสินค้าเพิ่มขึ้น ตัวอย่างของปัญหาเหล่านี้คือ จะขนถ่ายวัสดุอย่างไร จะใช้อุปกรณ์ชนิดใดจึงจะเหมาะสม ต้องใช้คนงานจำนวนเท่าไรในการขนส่ง เป็นต้น

โดยโครงการที่จัดทำขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการขนถ่ายสินค้าและจัดเก็บสินค้าที่ไร้ประสิทธิภาพในคลังสินค้าเพื่อลดต้นทุนในการผลิตลง โดยโครงการนี้จะควบคุมการขนถ่ายสินค้าและจัดเก็บสินค้า ตลอดจนการเบิกสินค้าภายในคลังสินค้าโดยอัตโนมัติ โดยชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้านี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มาโปรแกรมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งสามารถควบคุมความเร็ว ทิศทาง อัตราเร่ง และจำนวนสเต็ปที่ต้องการเคลื่อนที่ได้ ผู้ใช้สามารถทำการป้อนข้อมูลที่สวิตช์เมตริกซ์ ที่จะทำการจัดเก็บหรือเบิกจ่ายสินค้าแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ก็จะทำการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงให้ทำงานตามคำสั่งในการจัดเก็บหรือเบิกจ่ายสินค้าโดยจะมีลิimitsวิตช์ช่วยในการเช็คสินค้าในคลังสินค้าว่ามีหรือไม่ ผู้ใช้สามารถจัดเก็บสินค้าหรือเบิกจ่ายสินค้าได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

### 1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงการนี้มีขีดความสามารถดังนี้

- 1) สามารถสาธิตการลำเลียงสินค้าขนาด 3x3 ช่องได้
- 2) สามารถขนถ่ายสินค้าไปเก็บอย่างถูกต้องแม่นยำ
- 3) สามารถแสดงจำนวนสินค้าที่มีอยู่ในคลังสินค้าได้ถูกต้อง
- 4) สามารถสาธิตการขนถ่ายสินค้าได้น้ำหนัก 200 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญญาพันธบัตรฉบับนี้แบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้คือ ทฤษฎีการขนถ่ายสินค้า, รูปแบบคลังสินค้า, ทฤษฎีเกลิยวส่งกำลัง และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโรงงาน ได้แก่ วงจรแหล่งจ่ายไฟ, วงจรขับมอเตอร์, วงจรลิมิตสวิตช์, วงจรควบคุมเซนเซอร์, วงจรสวิตช์เมตริกซ์, วงจรแสดงผล และวงจรควบคุม

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง มีเนื้อหาเกี่ยวกับการทดลองและผลการทดลองของ วงจรขับมอเตอร์, วงจรเซนเซอร์, วงจรลิมิตสวิตช์, วงจรควบคุม และวงจรแสดงผล

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไขและพัฒนา ประกอบด้วยขั้นตอนการสรุปผล ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดทำโครงการรวมทั้งแนวทางในการพัฒนา เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในภาคผนวกจะแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่จัดทำโครงการนี้

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค ผังการทำงานและโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ภาคผนวก ง รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ คู่มือและการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

#### 2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญาบัตรในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการ ที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงการโดยประกอบด้วยทฤษฎีและหลักการของ ทฤษฎีการขนถ่ายสินค้า รูปแบบคลังสินค้า ทฤษฎีเกิดิวส่งกำลัง และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งทฤษฎีและหลักการเหล่านี้จะกล่าวถึงดังต่อไปนี้

#### 2.2 ทฤษฎีการขนถ่ายสินค้า

ระบบขนถ่ายลำเลียงสินค้าสามารถจำแนกออกเป็นลักษณะต่างๆ กันแล้วแต่ผู้ออกแบบจะเห็นว่าระบบที่จำแนกและเรียกจะเหมาะสมกับงานของตนเพียงใด ระบบการขนถ่ายลำเลียงสินค้าโดยทั่วไปอาจจำแนกออกตามประเภทของเครื่องมือขนถ่ายลำเลียงสินค้า ตามประเภทของวัสดุที่ขน ตามวิธีขนหรือตามหน้าที่การขนถ่ายลำเลียงสินค้า โดยทั่วไปสามารถจำแนกได้ดังนี้

1) จำแนกตามประเภทเครื่องมือ ระบบการขนถ่ายลำเลียงสินค้า อาจจำแนกตามประเภทเครื่องมือกลขนถ่ายลำเลียงสินค้า เช่น สายพานลำเลียง รอก และรถขนถ่ายสินค้า เป็นต้น

2) จำแนกตามประเภทของวัสดุที่ขน เช่น ระบบการขนถ่ายลำเลียงหน่วยขนย้าย ระบบขนถ่ายลำเลียงวัสดุกอง ระบบขนถ่ายลำเลียงของเหลว และก๊าซ

3) จำแนกตามวิธีที่ขน ได้แก่ ระบบที่ใช้แรงงาน เครื่องจักรกลขนถ่ายลำเลียงแบบอัตโนมัติ ระบบการขนถ่ายลำเลียงสำหรับการผลิตเป็นปริมาณมากและเป็นปริมาณน้อย

4) จำแนกตามหน้าที่การขนถ่ายลำเลียง ได้แก่ ระบบการขนส่ง ยก ลำเลียง ส่งต่อ เป็นต้น สำหรับการขนถ่ายที่จะขอแนะนำเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการขนถ่ายลำเลียงในที่นี้จะยึดถือรูปแบบในการเคลื่อนย้ายที่แตกต่างกันเป็นเกณฑ์ ส่วนการจำแนกตามที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะทำให้สะดวกในการเลือกเครื่องมือขนถ่ายลำเลียงขึ้น

การหาเนื้อที่ที่ต้องการของขนาดคลังสินค้าเนื้อที่ของคลังสินค้าในการออกแบบแผนผังของโรงงานจะเป็นเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลจากการวางแผนการผลิต นอกจากนี้ก็ขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บเครื่องมือที่ใช้ช่วยในการเก็บ นโยบายการเก็บ เมื่อได้ข้อมูลต่างๆ ไว้พร้อมก็สามารถหาเนื้อ

เอกสารที่ของคลังสินค้าได้ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเป็นโรงงานเก่าขนาดเนื้อที่ของคลังสินค้าจะถูกจำกัดด้วยสิ่งต่างๆ มากมาย เช่น ความสูงของเพดาน ช่วงห่างระหว่างเสา เป็นต้น แต่ถ้าเป็นโรงงานใหม่แล้ว ย่อมมีโอกาสจัดได้ดีกว่า การพิจารณาเนื้อที่ของโรงงานนั้นไม่เพียงแต่มีการพิจารณาเฉพาะเนื้อที่ทางกว้างยาวเท่านั้น หากแต่ต้องพิจารณาทางสูงด้วย

วิธีการเก็บ การเก็บสิ่งของหรือสินค้าอาจเก็บในโรงงานหรือนอกโรงงานก็ได้ ในกรณีของวัตถุดิบหรือชิ้นงานที่ไม่มีผลเสียหายจากสภาพอากาศก็มักจะเก็บนอกโรงงาน และไม่ต้องการสิ่งปกปิดแต่สำหรับวัตถุดิบหรือสินค้าที่อาจเสียหายได้จากสภาพอากาศก็จะต้องมีการสร้างอาคารเป็นคลังสินค้าขึ้นมาที่มีหลังคาและกำแพงปกปิด เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่เกิดขึ้นได้

ระบบการขนถ่ายสินค้าเป็นระบบที่ใช้ทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมปัจจุบันซึ่งการขนถ่ายสินค้าในอุตสาหกรรมนั้นจะเริ่มตั้งแต่การขนถ่ายวัตถุดิบ จากแหล่งวัตถุดิบไปยังโรงงานผลิตเมื่อผลิตเป็นสินค้าเสร็จ ก็ขนถ่ายสินค้าไปเก็บที่คลังสินค้า แล้วจึงส่งออกไปสู่ผู้บริโภคต่อไป ซึ่งจะเห็นระบบการขนถ่ายสินค้าเป็นระบบที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมเป็นอย่างมากระบบหนึ่ง ซึ่งระบบการขนถ่ายสินค้าจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นขึ้นอยู่กับการวางระบบที่ถูกต้องและอุปกรณ์ขนถ่ายที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานในระบบนั้นๆ

อุปกรณ์การขนถ่ายสินค้านั้นมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็มีความเหมาะสมในการขนถ่ายสินค้าต่างกันไป ในการจำแนกประเภทของอุปกรณ์การขนถ่ายสินค้า จำแนกได้ดังนี้

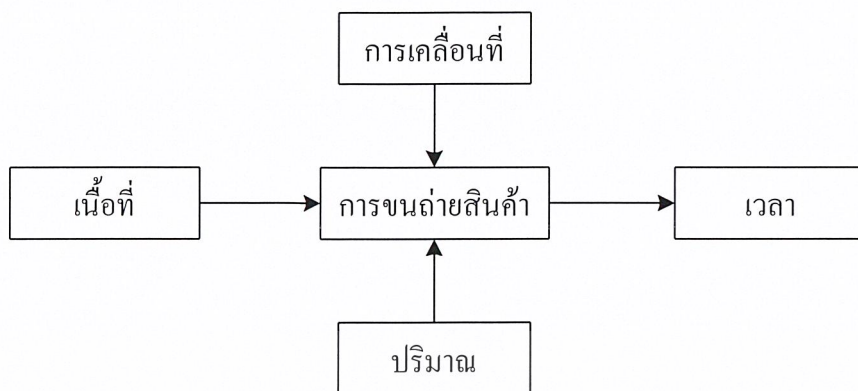
- 1) จำแนกตามการติดตั้ง แบ่งได้คือการติดตั้งแบบตายตัวและแบบเคลื่อนย้ายได้
- 2) จำแนกตามการขับเคลื่อน แบ่งได้ดังนี้คือแบบขนถ่ายต่อเนื่องและแบบขนถ่ายเป็นช่วงๆ

### 2.2.1 องค์ประกอบของการขนถ่ายสินค้า

ในระบบการขนถ่ายสินค้า ควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการคือ

- 1) การเคลื่อนที่ (Motion)
- 2) เวลา (Time)
- 3) ปริมาณ (Quantity)
- 4) เนื้อที่ (Space)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การขนถ่ายสินค้ากับองค์ประกอบที่สำคัญ

1) **การเคลื่อนที่** เป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุ-สินค้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หรือคือการเคลื่อนย้ายวัสดุ-สินค้าจากจุดต้นทาง (จุดที่เอาของขึ้น) ไปยังจุดปลายทาง (จุดที่เอาของลง) ซึ่งการเคลื่อนย้ายของวัสดุ-สินค้าแต่ละประเภท ย่อมมีการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกันไปทำอย่างไรจึงจะให้วิธีการเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า

2) **เวลา** นับเป็นปัจจัยที่สำคัญตัวหนึ่ง เป็นตัวที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่ว่าสูงต่ำแค่ไหน ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตต่างก็อาศัยเวลาเป็นตัวกำหนดการทำงาน ทั้งการป้อนวัตถุดิบและเอาชิ้นงานออกที่มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นเวลายังเป็นกำหนดการของการเคลื่อนที่ โดยอาจควบคุมที่จุดต้นทางหรือจุดปลายทางก็ได้แล้วแต่กรณี

3) **ปริมาณ** วัสดุ-สินค้าที่ต้องเคลื่อนที่ ต้องสัมพันธ์กับปริมาณความต้องการของจุดต่างๆ ต้องสอดคล้องกับเวลาที่เหมาะสมของระบบและประหยัดค่าใช้จ่าย

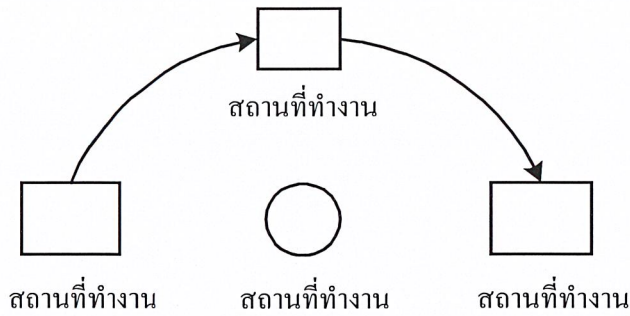
4) **เนื้อหา** เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเคลื่อนที่ เพราะว่าการเคลื่อนที่หรือการขนถ่ายสินค้าจำเป็นต้องใช้เนื้อหาที่สำคัญติดตั้งกลไกของระบบการขนถ่าย เนื้อที่สำหรับวางของหรือวัสดุสินค้าที่รอการขนถ่ายหรือหลังจากการขนถ่าย

องค์ประกอบสำคัญทั้ง 4 ประการดังกล่าวต้องนำมาพิจารณาร่วมกัน เพราะเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการขนถ่ายสินค้าที่จะนำไปสู่ระบบการขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพ

## 2.2.2 ขอบเขตของการขนถ่าย

1) **สถานที่ทำงาน (Work Place)** เป็นการเคลื่อนย้ายหรือขนถ่ายในตำแหน่งหรือบริเวณที่ทำงาน ดังเช่นงานประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 สถานที่ทำงาน

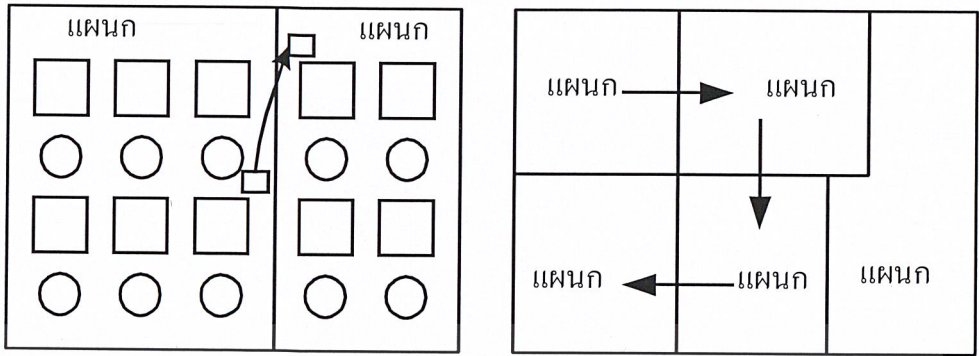
2) สายงานผลิต (Line) เป็นลักษณะการเคลื่อนย้ายหรือขนถ่ายในสายงานผลิตที่ติดต่อกันอย่างต่อเนื่องจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง ในแต่ละตำแหน่งก็ทำหน้าที่ประกอบเฉพาะอย่างเมื่อประกอบชิ้นส่วนนั้นเสร็จแล้วก็ส่งไปให้คนอื่นประกอบชิ้นส่วนอื่นอีกต่อไป



รูปที่ 2.3 สายงานผลิต

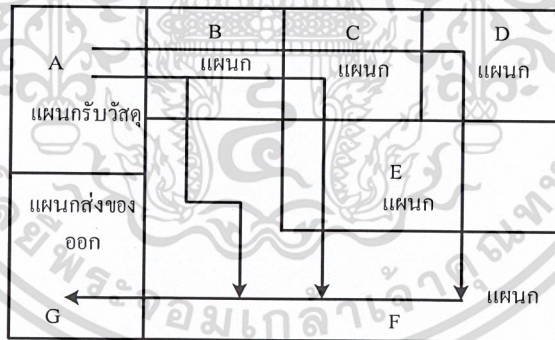
3) การขนถ่ายระหว่างแผนก (Inter Department) เป็นการขนถ่ายระหว่างแผนก โดยไม่คำนึงว่าในแต่ละแผนกจะขนถ่ายอย่างไรทำให้มองเห็นภาพกว้างๆ ของระบบการขนถ่ายของโรงงานว่ามี การขนถ่ายเกิดขึ้นระหว่างแผนกอะไร วัสดุอะไร ใช้อุปกรณ์ใดเป็นตัวขนถ่าย และใช้ภาชนะใดเป็นตัวรองรับหรือไม่ ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแผนกต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การขนถ่ายระหว่างแผนก

4) การขนถ่ายภายในโรงงาน (Intra Plant) เป็นวิธีการขนถ่ายภายในโรงงาน กล่าวคือในโรงงานหนึ่งๆ แบ่งออกเป็นแผนกต่างๆ โดยขึ้นอยู่กับขนาดของโรงงานและธรรมชาติของกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ แต่แผนกที่สำคัญก็คือ แผนกรับวัสดุที่สั่งซื้อเข้ามาแล้วแจกจ่ายวัสดุเหล่านั้นไปยังแผนกต่างๆ เพื่อเข้ากระบวนการผลิตจนได้เป็นสินค้าออกมา จากนั้นก็ส่งไปยังแผนกส่งของออกซึ่งมุ่งเฉพาะการขนถ่ายภายในโรงงานเท่านั้น



รูปที่ 2.5 การขนถ่ายภายในโรงงาน

### 2.2.3 จุดมุ่งหมายและประโยชน์ของการขนถ่ายสินค้า

จุดมุ่งหมายและประโยชน์ของการขนถ่ายวัสดุที่มีประสิทธิภาพดีกว่า สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประการคือ

- 1) การลดต้นทุน คือลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของอุปกรณ์ที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุ และลดค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนการผลิตที่จะส่งเสริมให้ระบบการผลิตใช้เวลาการผลิตน้อยที่สุด สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อการลดต้นทุนคือ

ไม่ว่าการในแต่ละครั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1) ลดการขนถ่ายวัสดุที่ใช้แรงงานแล้วใช้อุปกรณ์ทำงานแทน  
 1.2) ลดแรงงานที่ทำการขนถ่ายโดยตรงแต่จะใช้คนมาควบคุมการใช้อุปกรณ์แทน  
 1.3) ลดแรงงานรองที่ใช้ในการขนถ่ายออกบ้าง เช่น พนักงานตรวจรับ-ส่งของ พนักงานควบคุมการผลิต พนักงานตรวจสอบด้านคุณภาพ พนักงานซ่อมบำรุง คือพวกที่ไม่ได้ทำการขนถ่ายโดยตรง

1.4) ลดปริมาณความสูญเสียหรือความเสียหายของวัสดุ โดยการขนถ่ายอย่างระมัดระวัง

1.5) ลดพนักงานบัญชี เสมียนที่เกี่ยวข้องและช่วยในระบบงานขนถ่ายวัสดุให้เหลือน้อยที่สุด

1.6) ลดจำนวนวัสดุที่ค้างอยู่ในระบบการผลิตให้เหลือน้อยที่สุด โดยพยายามให้วัสดุไหลผ่านไปเร็วที่สุด

1.7) ลดอุปกรณ์ช่วยบางอย่างออกบ้าง เช่น ภาชนะบรรจุ อุปกรณ์ป้องกันถาด ชั้น นั่นคือการที่ใส่ของในภาชนะบรรจุหลายๆ ที่ต้องเสียเวลาการตรวจสอบหลายๆ

## 2) การเพิ่มขีดความสามารถในการทำงาน

2.1) สามารถใช้เนื้อที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น พื้นที่ 1 ตารางเมตร สามารถวางของซ้อนกันได้หลายๆ ชั้น เป็นการใช้น้ำในแนวสูงด้วย

2.2) ปรับปรุงผังโรงงานเพื่อลดระยะทางการขนถ่ายวัสดุ และยังเป็น การลดความสูญเสียเนื้อที่ด้วย

2.3) สามารถใช้ประโยชน์ของอุปกรณ์ให้สูงที่สุด เช่น รถบรรทุก ควรมีวัสดุ-สินค้าบรรทุกทั้งขาไปและขากลับ และไม่ควรถือเวลาในการจอดรอคอยเพื่อการเอาของขึ้น-ลง นานเกินไป

2.4) การเอาของขึ้นและลงจากเครื่องกลขนถ่ายโดยเร็วที่สุด

## 3) การปรับปรุงสภาพแวดล้อมการทำงาน

3.1) ปรับปรุงด้านความปลอดภัยของคนงาน วัสดุ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3.2) ปรับสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมให้การทำงานง่ายและสะดวกสบาย

3.3) สภาพของงานเบาอาจใช้พนักงานหญิง ทำให้ค่าแรงถูกกว่า

## 4) การปรับปรุงเพื่อส่งเสริมการขาย

4.1) การให้บริการที่รวดเร็วถูกต้องและตรงกำหนดเวลาของลูกค้า

4.2) เป็นการช่วยเหลือลูกค้าโดยลดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

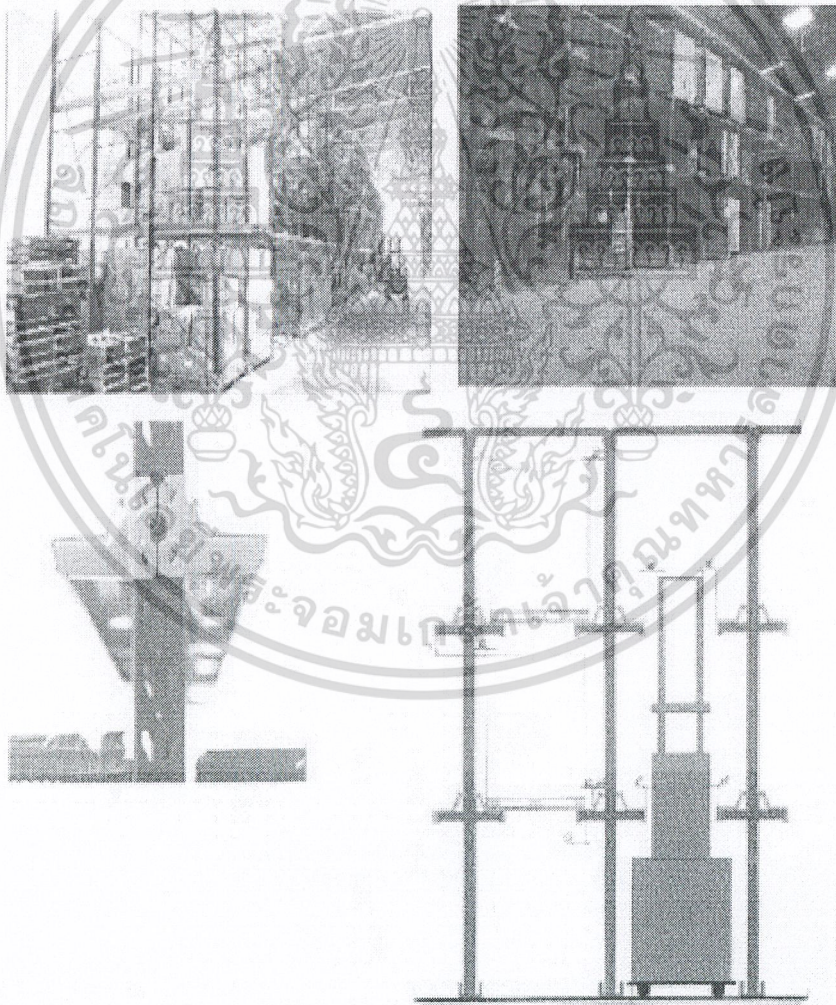
4.3) ช่วยเพิ่มปริมาณการขาย โดยการจัดตั้งสาขาหรือตัวแทนให้อยู่ใกล้ตลาดมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 รูปแบบคลังสินค้า

### 2.3.1 แบบไคร์ฟอินพาเลทแทรก (Drive-In Pallet Rack)

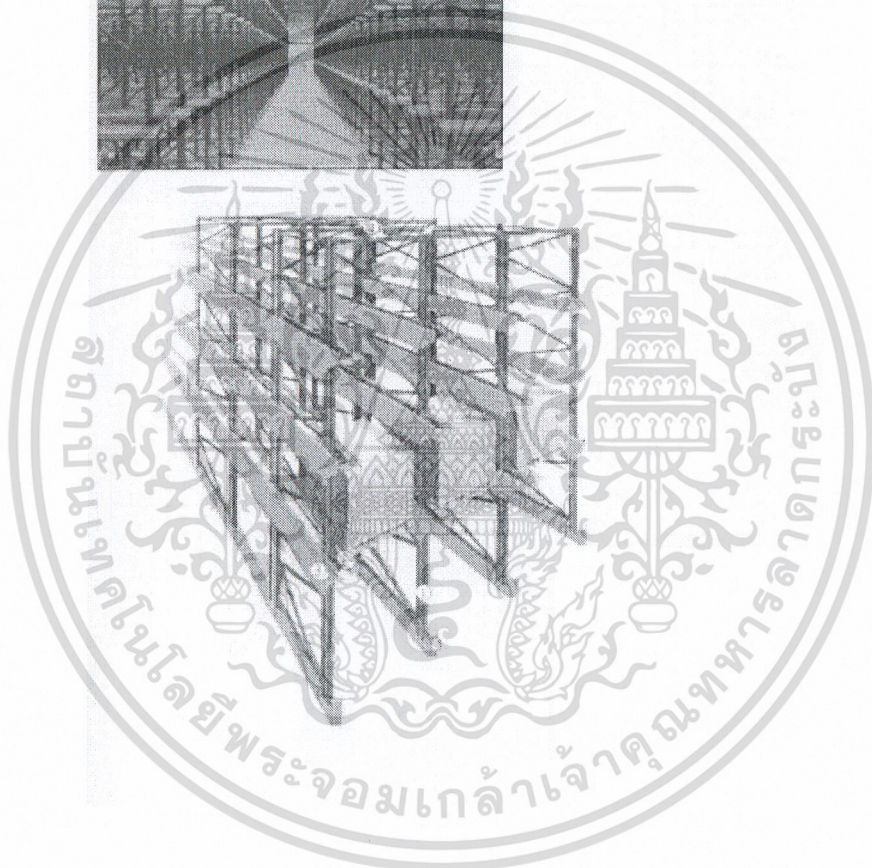
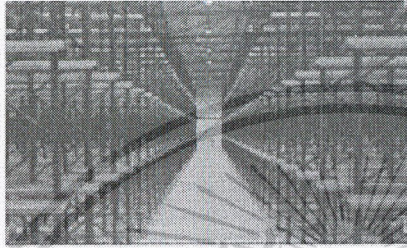
ได้รับการออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสมกับการจัดเก็บสินค้าที่เหมือนกัน หรือรายการสินค้าที่ไม่มากนักแต่มีจำนวนมากต่อรายการ ลักษณะของการจัดเก็บสินค้านั้นๆ คือให้สินค้าที่มีลักษณะเดียวกันอยู่ช่องเดียวกัน การใช้งานใช้กับสินค้าที่เก็บโดยแผ่นรองกองเท่านั้นเหมาะสำหรับการจัดเก็บสินค้าที่มีพื้นที่น้อยแต่ต้องการจัดเก็บของจำนวนมากๆ และเป็นสินค้าประเภทเดียวกันหรือไม่ก็ประเภท หรือสินค้าที่ผลิตเป็นล็อต และจ่ายเป็นล็อตด้วยวิธีดังกล่าวก็จะช่วยประหยัดพื้นที่ได้มากดังรูปที่ 2.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงรูปที่ 2.6 แบบไคร์ฟอินพาเลทแทรกของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 แบบไคร์ฟทรู (Drive-Through)

ได้มีการออกแบบดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมในการจัดเก็บสินค้าให้เป็นระเบียบและมีความแข็งแรงทนทานในการใช้งาน ลักษณะเด่นของการใช้งานจะแตกต่างจากระบบไคร์ฟอินพาเลทแทรค สินค้าจะมีการจัดเก็บเข้าทางด้านหน้า นำออกทางด้านหลังตามกฎ เข้าก่อน-ออกก่อนดังรูปที่ 2.7

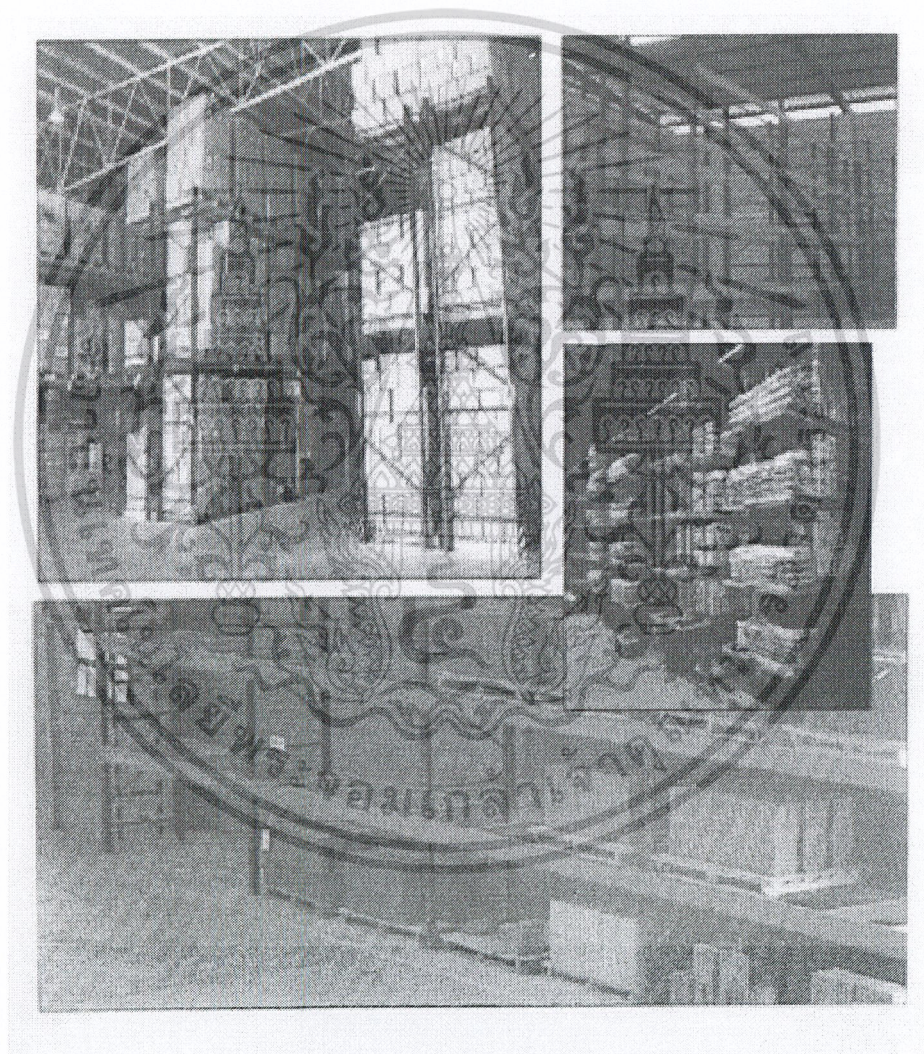


รูปที่ 2.7 แบบไคร์ฟทรู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.3 แบบชีเร็คทีฟพาเลทแทรก (Selective Pallet Rack)

เป็นชั้นจัดเก็บสินค้าที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับการเก็บสินค้าที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากๆ เกินกว่ากำลังของตุนจะยกได้จึงต้องใช้รถยก ลักษณะเด่นของชีเร็คทีฟพาเลทแทรกคือมีความแข็งแรงคงทน ปกติจะจัดเก็บโดยใช้แผ่นรองกอง สามารถดัดแปลงเพื่อจัดเก็บสินค้าในลักษณะอื่นๆ ได้ง่ายต่อการติดตั้งสามารถใช้งานได้ที่พื้นที่เหมาะสมอย่างยิ่งกับการจัดเก็บภายในโรงงานอุตสาหกรรมไว้เก็บสินค้าหรือวัตถุดิบที่รอการขนถ่าย มีเหล็กกันชนและยังมีราคาถูกรูปที่ 2.8

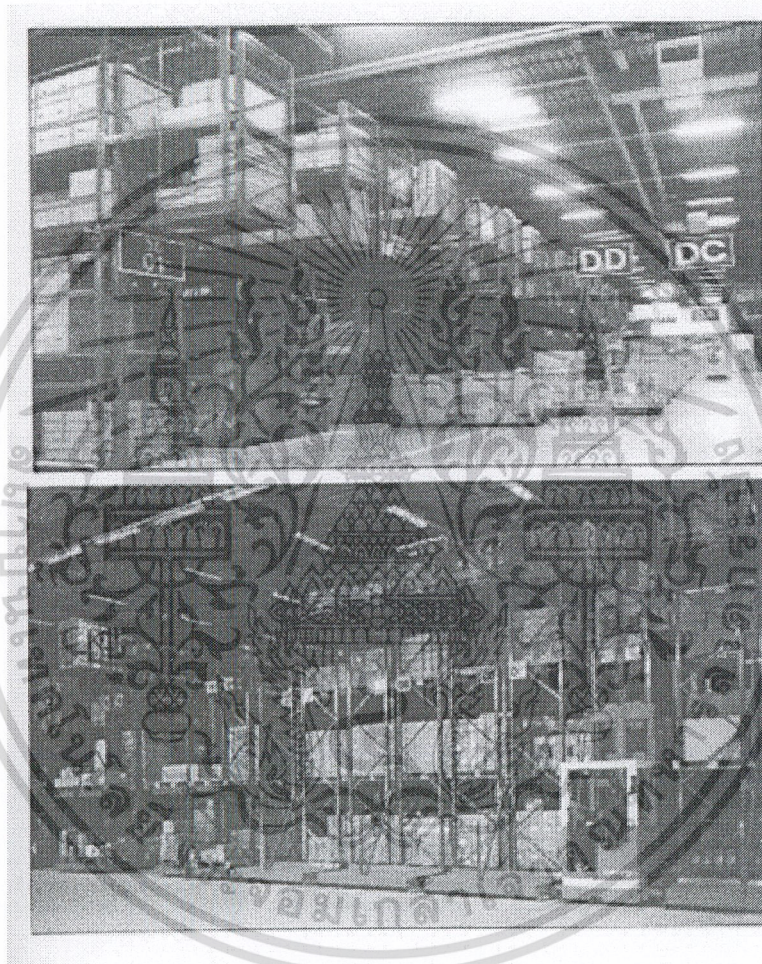


รูปที่ 2.8 แบบชีเร็คทีฟพาเลทแทรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4 แบบโมบายซีเร็คทีฟแรค (Mobile Selective Rack)

ได้ออกแบบเพื่อแก้ไขพื้นที่ แต่ต้องการเก็บสินค้าอย่างหนาแน่นจำนวนมาก ดังนั้นจึงต้องให้แรคเคลื่อนได้โดยหลักการที่ว่าเมื่อนำแผ่นรองกองเข้าจัดเก็บและนำออก โดยใช้รถยกเพียงคันเดียว จึงเว้นว่างหนึ่งช่องทางเดินดังรูปที่ 2.9

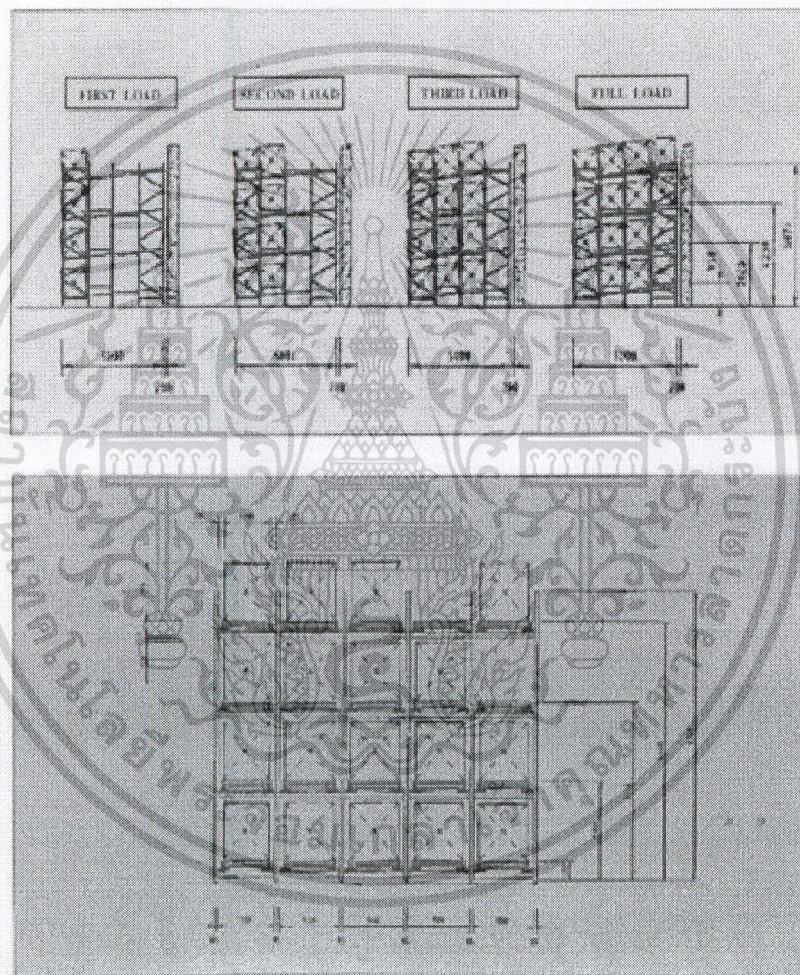


รูปที่ 2.9 แบบโมบายซีเร็คทีฟแรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.5 แบบพูนแบคเรค (Push Back Rack)

เป็นชั้นจัดเก็บสินค้าที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้สามารถใช้งานได้โดยรถยกไม่ต้องวิ่งเข้าไปตักเหมือนไดร์ฟอินพาเลทเรค เพียงแต่ปลั๊กแผ่นรองกองที่วางบนแคร่ทำให้ไหลเข้าไปตามราง ลักษณะของรางซึ่งมีลักษณะหน้าต่ำ-หลังสูง ในแต่ละรางสามารถเก็บได้ถึง 4 แผ่นรองกองทั้ง 4 ไม้ให้ไหลย้อนกลับดังรูปที่ 2.10

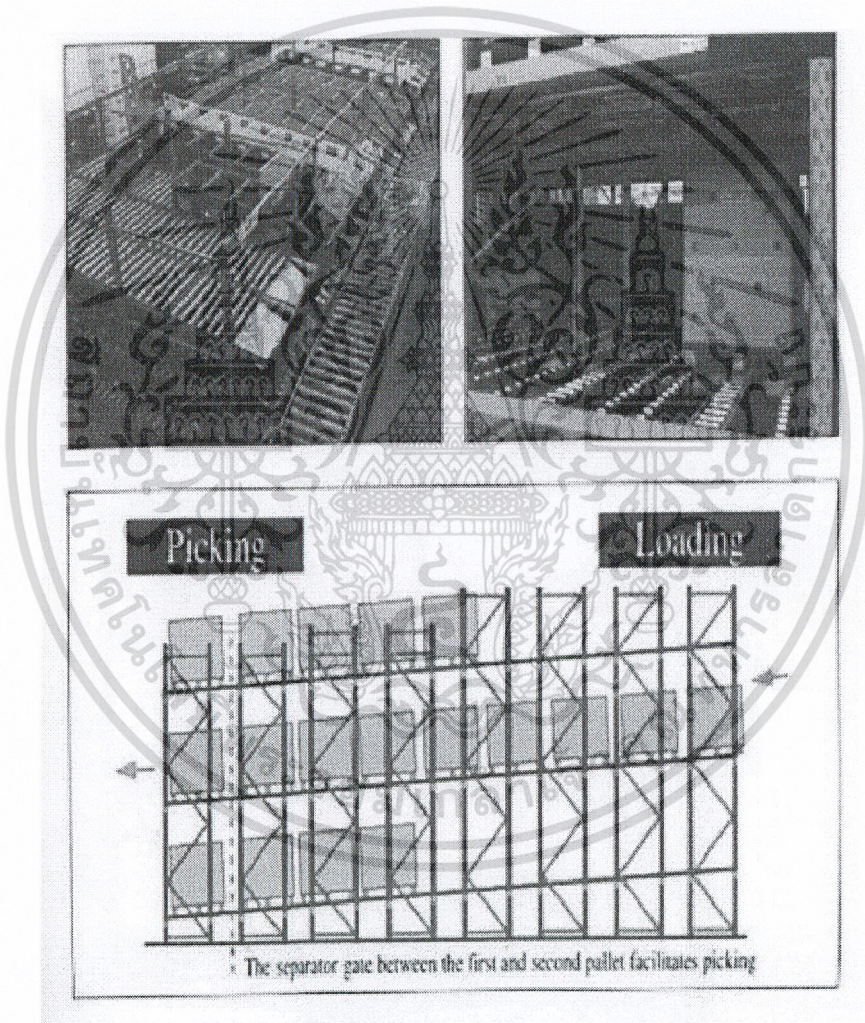


รูปที่ 2.10 แบบพูนแบคเรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.6 แบบพาเลท (Pallet)

ระบบการจัดเก็บแบบเข้าก่อน-ออกก่อน เป็นวงจรในแต่ละชั้นสามารถจัดเก็บผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของการรับน้ำหนักของแผ่นรองกองและคุณภาพของแผ่นรองกอง การควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ของแผ่นรองกองเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับชนิดนี้ การทำงานของระบบนี้มีความเร็วเปลี่ยนมาก เพราะการติดตั้งระบบโรลเลอร์และการติดตั้งยังมีระบบการพักช่วงสปีดแอดจัสเตอร์และมีการแยกช่องสเปียร์เรเตอร์ระหว่างแผ่นรองกองที่ 1 และ 2 ดังรูปที่ 2.11

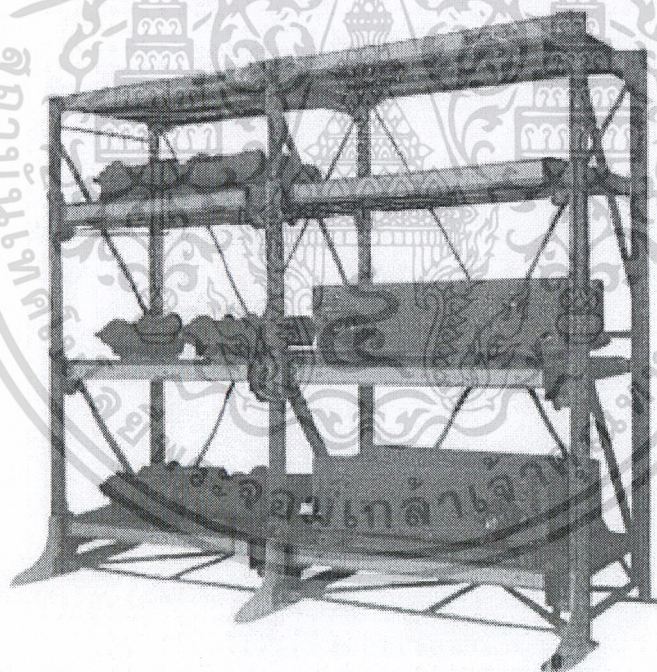
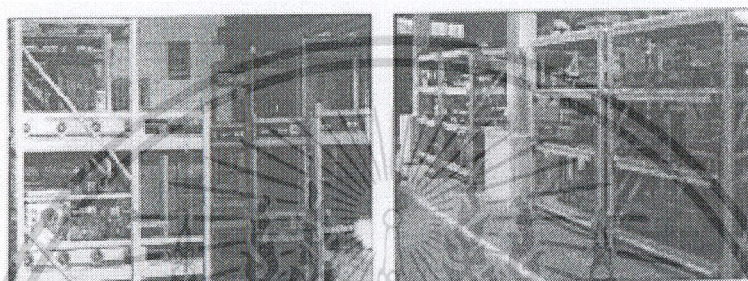


รูปที่ 2.11 แบบระบบการจัดเก็บพาเลทเป็นลูกล้อเลื่อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.7 แบบสไลด์แรค (Slide Rack)

เป็นชั้นวางสิ่งของที่มีน้ำหนักมากๆ แต่มีขนาดชั้นของเล็กหรือปานกลาง เช่นแม่พิมพ์หรือเครื่องจักรมีความสะดวกต่อการหยิบชิ้นงาน แผ่นชั้นสามารถเลื่อนเข้าออกได้เมื่อต้องการขนถ่ายย้ายสิ่งของชั้นใดชั้นหนึ่ง ส่วนชั้นที่เหลือสามารถที่จะล็อกป้องกันมิให้ไหลออกมาได้ ใช้ดีอคในการยกเข้าออก ดังรูปที่ 2.12

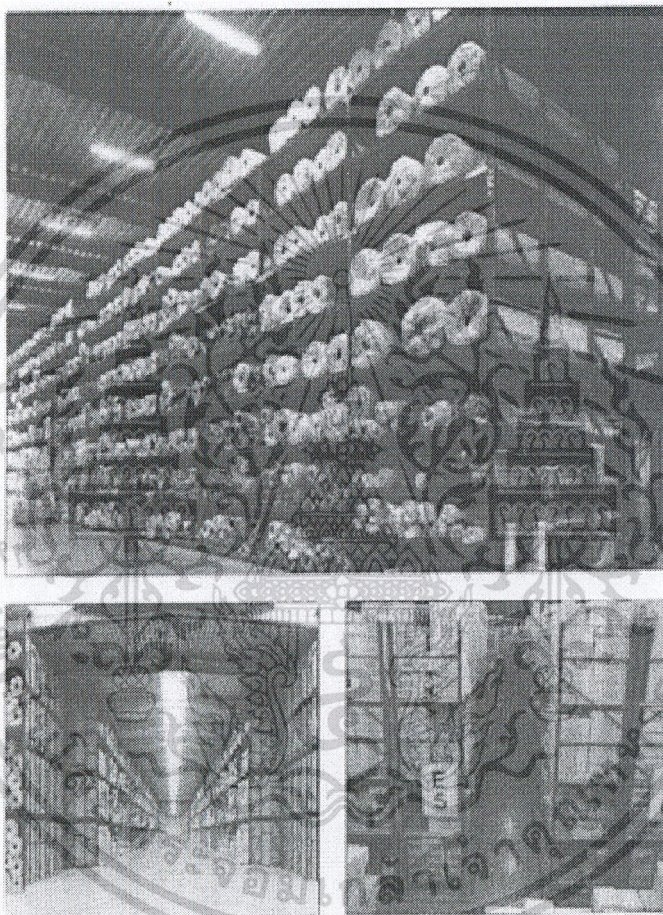


รูปที่ 2.12 แบบสไลด์แรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.8 แบบลองสเปนเชลวิ่งชีสเต็ม (Long Span Shelving System)

ได้ทำการดัดแปลงมาจากซีเร็คทีฟพาเลทแทรค สำหรับวางสินค้าที่ไม่ต้องอาศัยแผ่นรองกอง ในการจัดเก็บเพียงแค่นิ่วไม้อัดหรือแผ่นเหล็กงบนคานเหล็ก และเสริมความแข็งแรงด้วยคานลึก เพื่อช่วยในการจัดเก็บสินค้าที่ไม่ต้องวางบนแผ่นรองกอง ดังรูปที่ 2.13

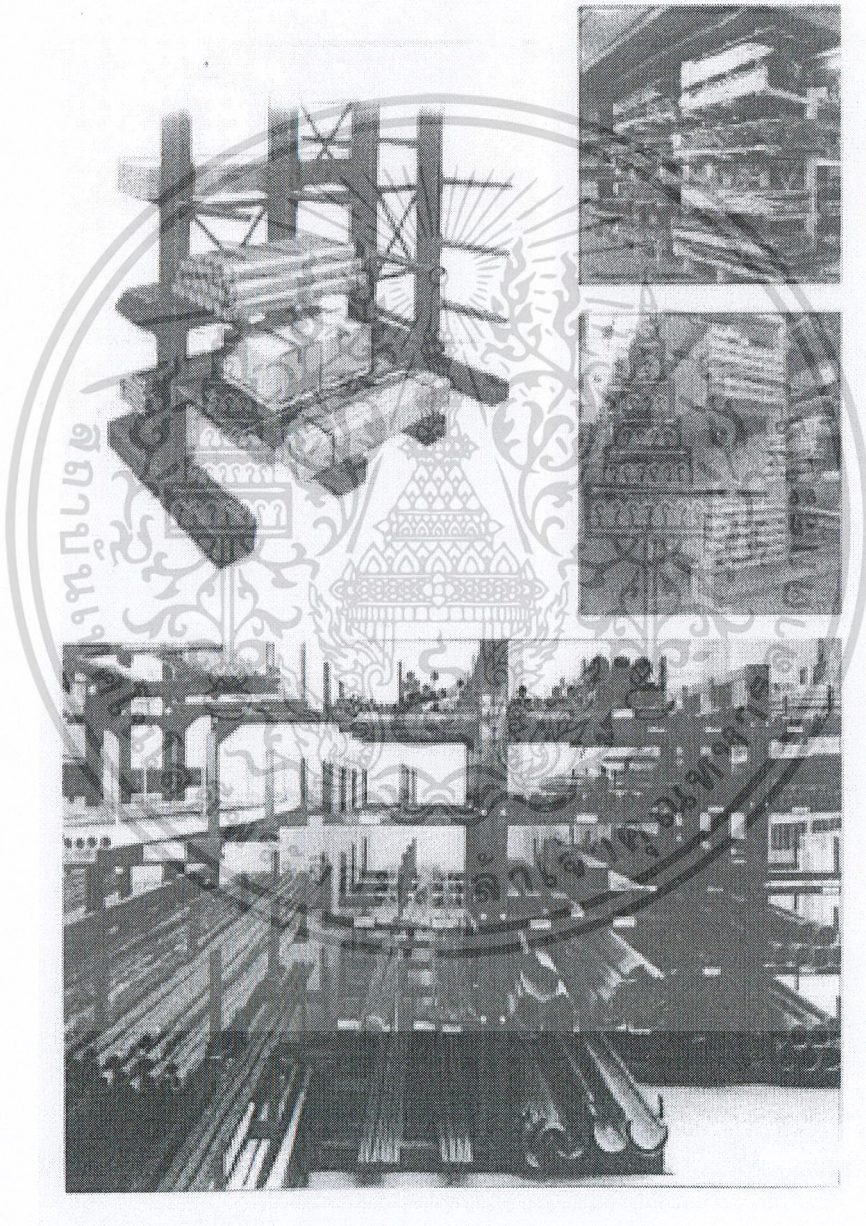


รูปที่ 2.13 แบบลองสเปนเชลวิ่งชีสเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.9 แบบคานติลิวเออร์แรค (Cantilever Rack)

คานติลิวเออร์แรค หมายถึงชั้นที่ได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่เหมาะสมกับการวางของยาวๆ ประเภทท่อ แป๊ปโลหะต่างๆ ไม้หรือเหล็กรูปพรรณ ด้วยวิธีดังกล่าวก็จะช่วยประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าสะดวกต่อการใช้งาน ดังรูปที่ 2.14

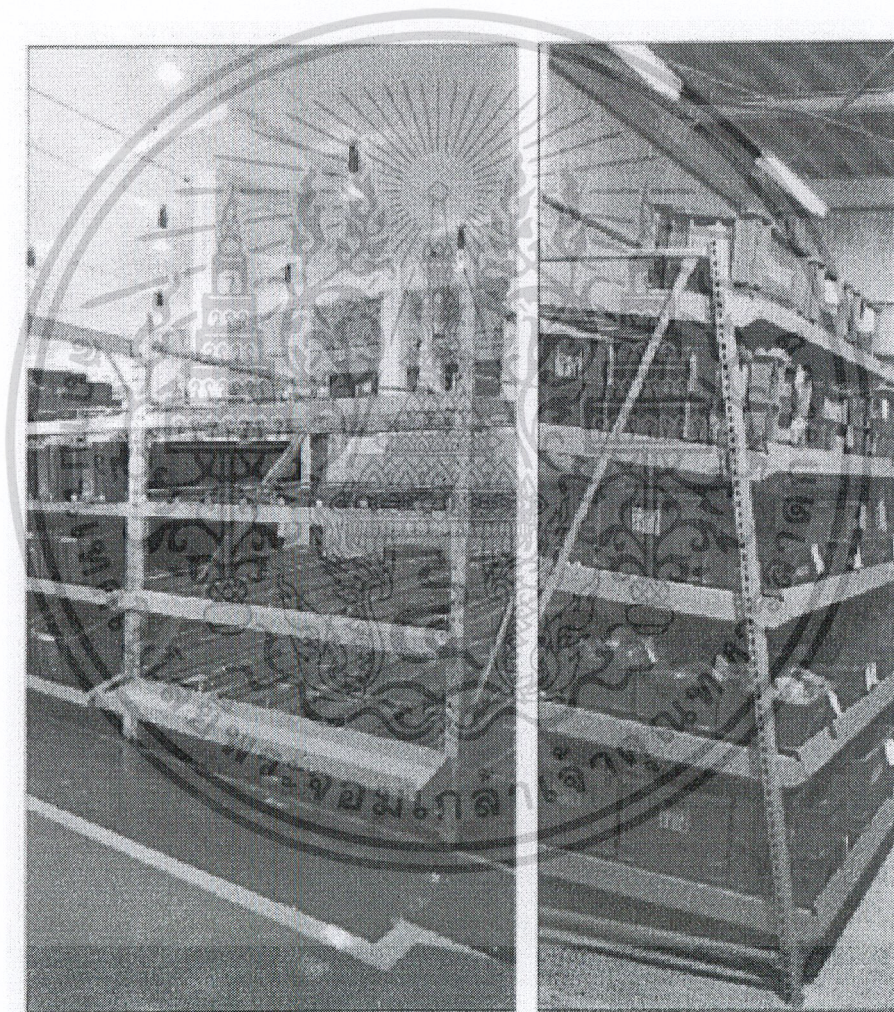


รูปที่ 2.14 แบบคานติลิวเออร์แรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.10 แบบปิคฟลอนแรค (Pick Flon Rack)

ออกแบบมาเพื่อลดค่าใช้จ่ายในด้านการจัดเก็บ และประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมสต็อกสินค้าทำให้การตรวจเช็คเป็นไปอย่างถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว ด้วยระบบเข้าก่อน-ออกก่อน คุณสมบัติคือสามารถตรวจสอบสินค้าได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เพิ่มประสิทธิภาพของพื้นที่ในการจัดเก็บ มีความสะดวกในการเคลื่อนย้ายสินค้า และสามารถเลือกจัดเก็บให้เหมาะสมกับลักษณะสินค้า ดังรูปที่ 2.15

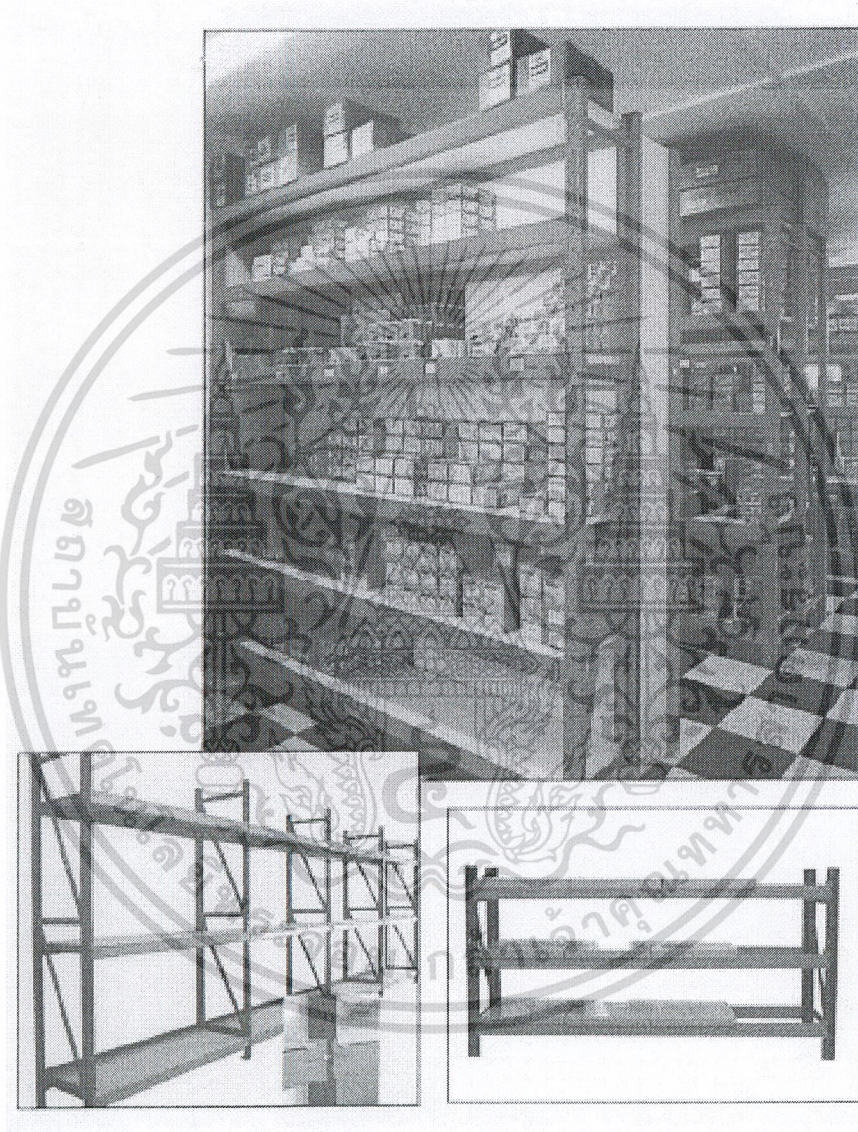


รูปที่ 2.15 แบบปิคฟลอนแรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.11 แบบมีเดียมแรค (Medium Rack)

เป็นชั้นที่ออกแบบให้เหมาะสมกับการรับน้ำหนักขนาดกลาง สามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 350-500 กิโลกรัมต่อชั้น ช่วยเพิ่มปริมาณในการจัดเก็บได้มาก ดังรูปที่ 2.16

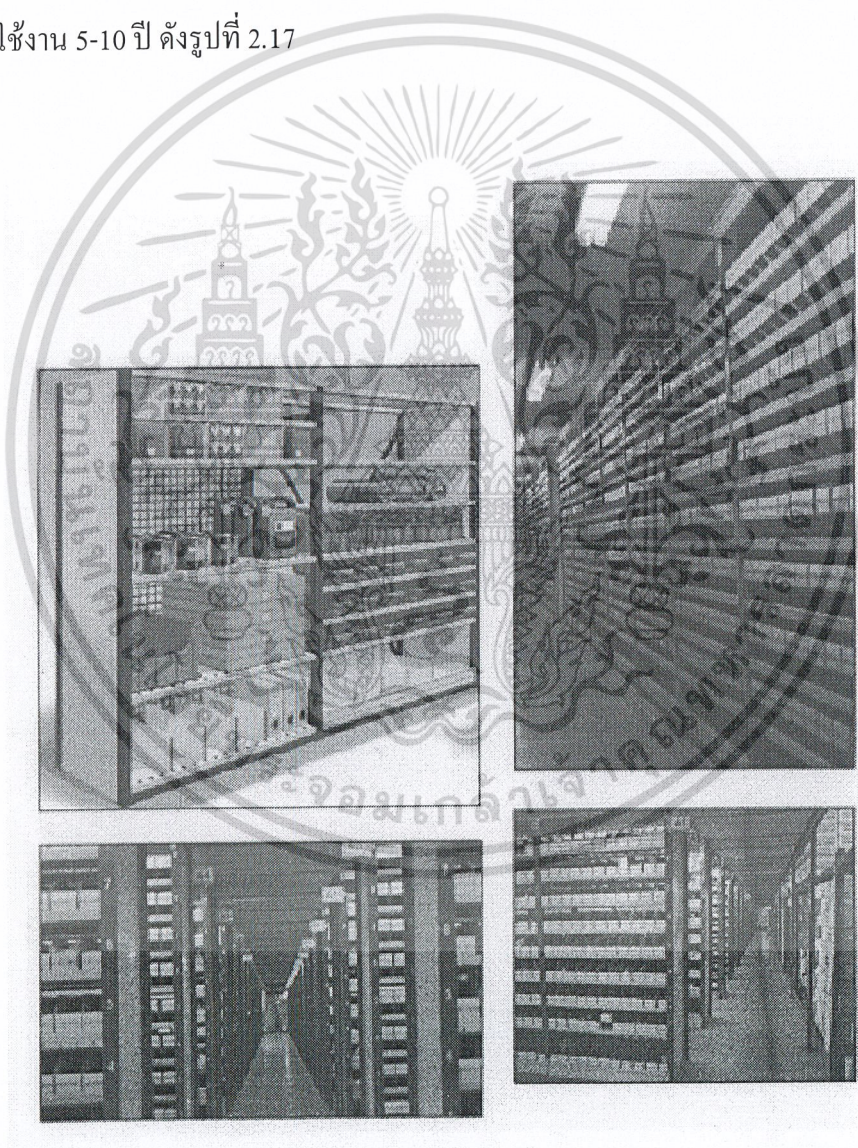


รูปที่ 2.16 แบบมีเดียมแรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.12 แบบไมโครแรค (Micro Rack)

เป็นชั้นสำหรับจัดเก็บสินค้าที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อเหมาะสมกับการจัดเก็บขนาดเล็ก สามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 100-150 กิโลกรัมต่อชั้น เป็นชั้นขนาดเบาที่ทำการพัฒนาที่ช่วยเสริมประสิทธิภาพการทำงาน ลดการใช้เนื้อที่ให้มากที่สุดและสามารถปรับระดับชั้นได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือในการประกอบ และการติดตั้งไม่ยุ่งยากใช้เพียงประแจมือเท่านั้นสามารถขยายต่อเติมเป็นแนวตั้งเป็น 3 ชั้น ซึ่งจะมีอุปกรณ์เข้ามาช่วย เช่น บันได และแผ่นปูทางเดินและราวกันตก ในแต่ละช่องสามารถแบ่งความกว้างของช่องได้โดยใช้แผ่นกั้นของเป็นอุปกรณ์เสริมที่มีสีสันทสวยงาม อายุการใช้งาน 5-10 ปี ดังรูปที่ 2.17

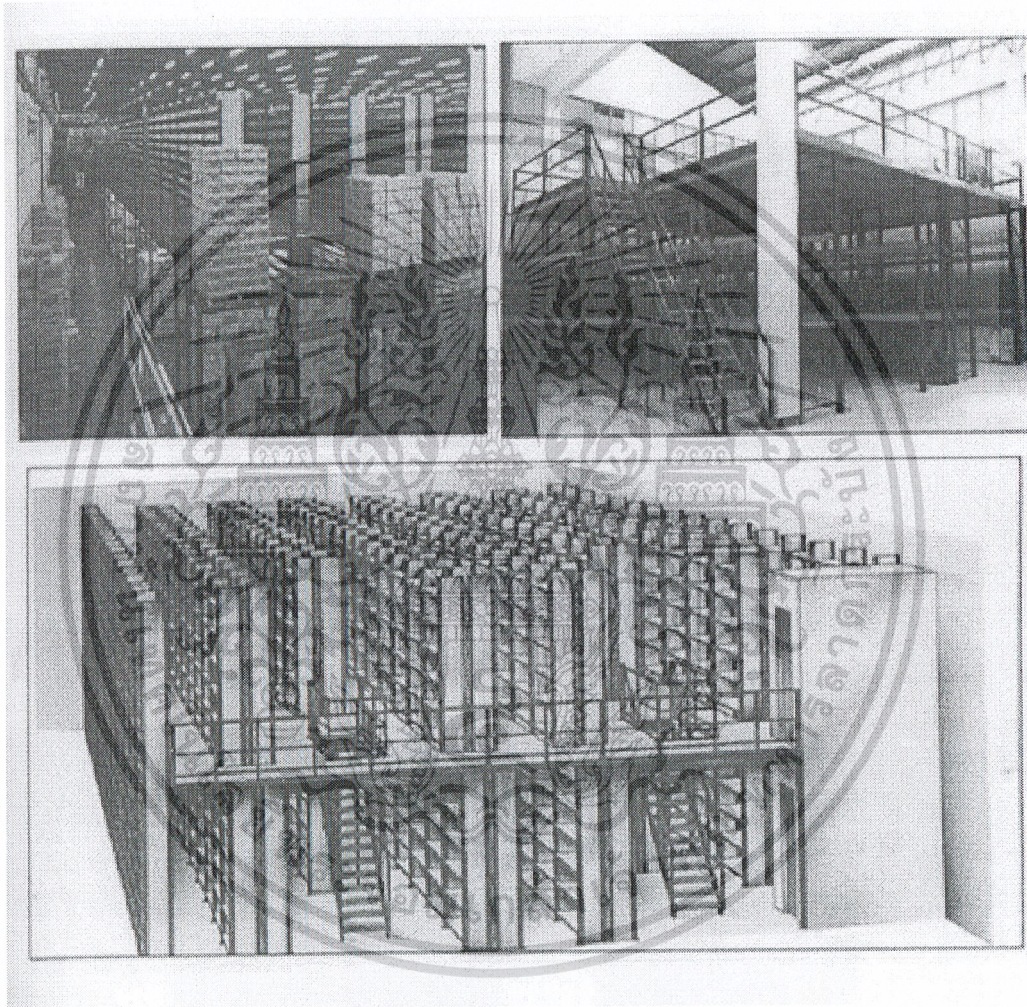


รูปที่ 2.17 แบบไมโครแรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.13 แบบเมซซะนินฟลอร์ (Mezzanine Floor)

เหมาะสำหรับการเก็บวัสดุชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์อย่างเป็นระบบ ช่วยเพิ่มพื้นที่ในการทำงานให้มากขึ้น โดยการทำเป็นชั้นลอยขึ้นไปการขยายพื้นที่ทำได้ง่ายตามความต้องการ สามารถค้นหาสินค้าได้ง่าย โล่ง โปร่ง อากาศถ่ายเทสะดวก ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แบบเมซซะนินฟลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4 ทฤษฎีเกลียวส่งกำลัง (The Mechanics Power Screws)

ลักษณะของเกลียวส่งกำลัง เกลียวส่งกำลังเป็นกลไกอย่างหนึ่งที่ใช้ในเครื่องจักรกล เพื่อทำหน้าที่เปลี่ยนการเคลื่อนที่เชิงมุมเป็นไปตามการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง และทำหน้าที่เป็นตัวส่งกำลังในเครื่องจักรกลที่พบเห็นกันอยู่ทั่วไปได้แก่ เกลียวนำของเครื่องกลึง เกลียวของปากกา เครื่องอัด และแม่แรง

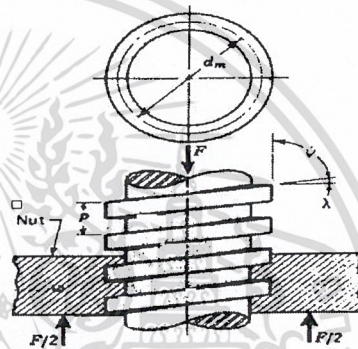
ในรูปที่ 2.19 เกลียวส่งกำลัง ซึ่งเป็นเกลียวปากเดียวส่วนต่างๆ ได้เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ ดังนี้

$d_m = \text{mean diameter}$

$P = \text{pitch}$

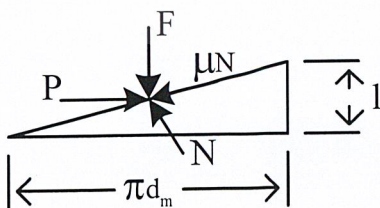
$\lambda = \text{lead angle}$

$F = \text{axial compressive force}$

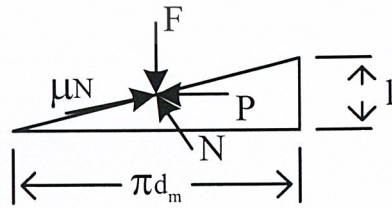


รูปที่ 2.19 ส่วนต่างๆ ของเกลียวส่งกำลัง

การหาค่าโมเมนต์บิดและค่าอื่นๆ เมื่อเกลียวอยู่ภายใต้แรง เมื่อพิจารณาจากเกลียวปากเดียวที่มีความเที่ยงตรงสูงใน 1 เกลียวหรือ 1 ระยะพิทช์ เมื่อเคลื่อนออกมาจะเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยด้านฐานจะเท่ากับความยาวเส้นรอบวงของขนาดของเกลียว และมีความสูงเท่ากับระยะนำเกลียว ดังรูปที่ 2.20



(ก) แรงยกภาระขึ้น



(ข) แรงเลื่อนภาระลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดทอนเปลี่ยนแปลงและดัดแปลงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.20 แผนผังแรงที่กระทำกับเกลียว

เมื่อเราพิจารณาผลรวมของแรงตามแนวแกนเกลียวที่เกิดจากแรง ( $F$ ) ในการยกภาระขึ้นจะมีแรง ( $P$ ) กระทำไปทางขวามือ ดังรูป (ก) ในการเลื่อนภาระลง จะมีแรง ( $P$ ) กระทำไปทางซ้ายมือดังรูป (ข) แรงเสียดทาน ซึ่งเกิดจากสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของผิวเกลียว ( $\mu$ ) กับแรงปกติ ( $N$ ) และมีทิศทางตรงกันข้ามกับแรง ( $P$ ) จากการสมดุลของแรงเราจะได้ว่า

แรงยกภาระขึ้น

$$\Sigma F_H = P - N \sin \lambda - \mu N \cos \lambda = 0 \quad (2.1)$$

$$\Sigma F_V = F + \mu N \sin \lambda - N \cos \lambda = 0 \quad (2.2)$$

แรงเลื่อนภาระลง

$$\Sigma F_H = -P - N \sin \lambda + \mu N \cos \lambda = 0 \quad (2.3)$$

$$\Sigma F_V = F - \mu N \sin \lambda - N \cos \lambda = 0 \quad (2.4)$$

ขณะนี้เราไม่สนใจกับแรงปกติ ( $N$ ) จากสมการ (2.1) – (2.4) เราสามารถหาแรง ( $P$ ) ได้คือ

แรงยกภาระขึ้น

$$P = \frac{F(\sin \lambda + \mu \cos \lambda)}{\cos \lambda - \mu \sin \lambda} \quad (2.5)$$

แรงเลื่อนภาระลง

$$P = \frac{F(\mu \cos \lambda - \sin \lambda)}{\cos \lambda + \mu \sin \lambda} \quad (2.6)$$

จากสมการ (2.5) และ (2.6) ทำ  $\cos \lambda$  และ  $\sin \lambda$  ให้หมดไป โดยใช้ความสัมพันธ์ของ

$$\tan \lambda = \frac{1}{\pi dm}$$

จากรูปที่ 2.20 จะได้

เนื่องจาก  $P \cdot \frac{dm}{2}$  ก็คือโมเมนต์บิด  $T$  ที่กระทำกับเกลียว ดังนั้นสมการ  $T$  จะมีค่าดังนี้

$T$  สำหรับยกภาระขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T = F \frac{dm}{2} \left( \frac{1 + \pi \mu dm}{\pi dm - \mu l} \right) \quad (2.7)$$

$T$  สำหรับการเลื่อนภาระลง

$$T = F \frac{dm}{2} \left( \frac{\pi \mu dm - 1}{\pi dm + \mu l} \right) \quad (2.8)$$

ค่า  $T$  จากสมการ(2.8) เป็นค่าที่เอาชนะความฝืดที่ผิวสัมผัสของเกลียวในการทำให้เกลียวเลื่อนภาระลง เกลียวอาจจะคลายเลื่อนออกเองได้ ถ้าหากระยะ 1 ของเกลียวมีค่ามากขึ้น หรือค่าความฝืดน้อยหรืออาจจะเกิดจากเกลียวหมุนเองโดยไม่มีโมเมนต์จากภายนอกใดๆ มากระทำ ถ้าเป็นเช่นนั้น  $T$  จากสมการ (2.8) ต้องเป็นลบหรือมีค่าเป็น 0 แต่ในเมื่อ  $T$  จากสมการนี้มีค่าเป็นบวก ก็หมายถึงเกลียวสามารถแน่นด้วยตัวมันเอง ดังนั้นเงื่อนไขสำหรับการแน่นด้วยตัวมันเองของเกลียวคือ

ค่า  $\pi \mu dm$  จะต้องมากกว่าค่า 1

$$\pi \mu dm > 1 \quad (2.9)$$

หารด้วย  $\pi dm$  ทั้งสองข้างจะได้

$$\mu > \frac{1}{\pi dm} \quad (2.10)$$

$$\mu > \tan \lambda \quad (2.11)$$

ความสัมพันธของสภาวะการแน่นด้วยตัวเองของเกลียวนี้ จะเป็นจริงได้ก็ต่อเมื่อสัมประสิทธิ์ของเกลียว ( $\mu$ ) มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า  $\tan \lambda$

สำหรับค่าประสิทธิภาพของเกลียวมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการประเมินค่าของเกลียวส่งกำลัง

จากสมการ (2.7) ถ้าให้  $\mu = 0$  เราจะได้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ (2.12)  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อไม่คิดค่าความฝืดแล้ว  $T_0$  ก็คือ โมเมนต์บิดที่ต้องการยกภาระขึ้นเท่านั้น ถ้าให้  $e$  คือประสิทธิภาพ ดังนั้นประสิทธิภาพของเกลียวคือ

$$e = \frac{T_0}{T} = \frac{F_1}{2\pi T} \quad (2.13)$$

สมการที่กล่าวมาข้างต้นนั้นจะใช้สำหรับเกลียวสี่เหลี่ยมจัตุรัส สำหรับเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูหรือเกลียวอื่นๆ นั้นผิวของเกลียวจะเอียง แรงหรือภาระที่กระทำกับเกลียวจะเอียงทำมุมกับแกนเกลียวอันเนื่องจากเกลียวมีมุม  $\lambda$  และมุม  $2\alpha$  เมื่อเกลียวมีมุม  $\alpha$  น้อย ก็จะไม่ต้องนำมาคิดจะคิดเฉพาะผลที่เกิดจาก  $2\alpha$  เท่านั้นดังรูปที่ 2.21 (ก) ผลที่เกิดจากมุม  $\alpha$  จะทำให้แรงเสียดทานเพิ่มขึ้น

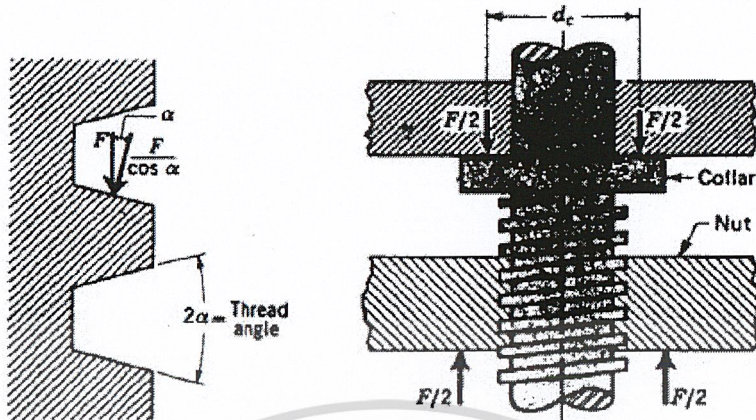
ดังนั้น จากสมการ (2.7) ค่า  $\mu$  จะต้องหารด้วย  $\cos \alpha$  จะได้ว่า

$$T = \frac{Fdm}{2} \left( \frac{1 + \pi\mu dm / \cos \alpha}{\pi dm - \mu l / \cos \alpha} \right) \quad (2.14)$$

หรือ

$$T = \frac{Fdm}{2} \left( \frac{1 + \pi\mu dm \sec \alpha}{\pi dm - \mu l \sec \alpha} \right) \quad (2.15)$$

ค่าที่ได้จากสมการ (2.15) นี้จะเป็นค่าประมาณเท่านั้นเพราะผลที่เกิดจากมุม  $\lambda$  ได้ตัดทิ้งไปแล้ว ในการออกแบบเกลียวส่งกำลังนั้น เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูจะมีประสิทธิภาพไม่เท่ากับเกลียวสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพราะว่าเกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูจะมีความฝืดเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากมุม  $\alpha$  แต่ก็นิยมใช้ในการออกแบบเช่นเดียวกันเพราะง่ายต่อการสร้าง และสามารถนำเอาเกลียวตัวเมียแบบแบ่งครึ่งมาใช้ได้ซึ่งก็สามารถเปลี่ยนเกลียวตัวเมียได้เมื่อมีการสึกหรอ



(ก) แรงปกติในเกลียวเพิ่มขึ้นเนื่องจากมุม  $\alpha$  (ข) ปลอกเกลียวขนาดความโตเท่ากับ  $d_c$

รูปที่ 2.21 ส่วนต่างๆ ของเกลียวส่งกำลังอยู่ภายใต้ทอลค์

และโดยปกติเมื่อเกลียวส่งกำลังอยู่ภายใต้ทอลค์ และทำให้เกิดภาวะตามแนวแกนปลอกเกลียว จะต้องนำมาใช้คั่นระหว่างชิ้นส่วนที่หมุนกับชิ้นส่วนที่หยุดนิ่งเพื่อช่วยรับแรงตามแนวแกน ในรูปที่ 2.21 (ข) แสดงให้เห็นแบบของปลอกซึ่งรองรับภาระโดยให้กระทำที่แนวความโตผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของปลอก ( $d_c$ ) ถ้าให้  $\mu_c$  เป็นสัมประสิทธิ์ของระหว่างผิวของปลอกโมเมนต์ปัดที่ เกิดขึ้นคือ

$$T_c = \frac{F\mu_c d_c}{2} \tag{2.16}$$

## 2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

### 2.5.1 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์กระแสตรง

คุณลักษณะประจำของมอเตอร์ก็คือ เส้นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ที่จะพิจารณามีดังนี้

1) แรงบิดและกระแสอาร์เมเจอร์ คือ ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบิดกับกระแส ( $T / I_a$ ) นั้นเองคุณลักษณะชนิดนี้รู้จักในรูปของ “คุณลักษณะทางไฟฟ้า”

2) ความเร็วและกระแสอาร์เมเจอร์ คือความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกระแสที่ไหลในอาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 เมเจอร์ นั่นคือคุณลักษณะของ ( $S / I_a$ )  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ความเร็วและแรงบิด คือการแสดงความสัมพันธ์ โดยใช้เส้นกราฟระหว่างความเร็วกับแรงบิด ( $S/T$ ) คุณลักษณะนี้เรียกว่า “คุณลักษณะทางกล” คุณลักษณะข้อนี้หาได้จาก ข้อ1 และ ข้อ2 จากด้านบน

ในการอธิบายหรือวิจารณ์เกี่ยวกับเรื่องคุณลักษณะของมอเตอร์นี้ เราควรที่จะคำนึงถึงความสัมพันธ์ของปริมาณที่ควรสนใจเอาไว้ดังนี้

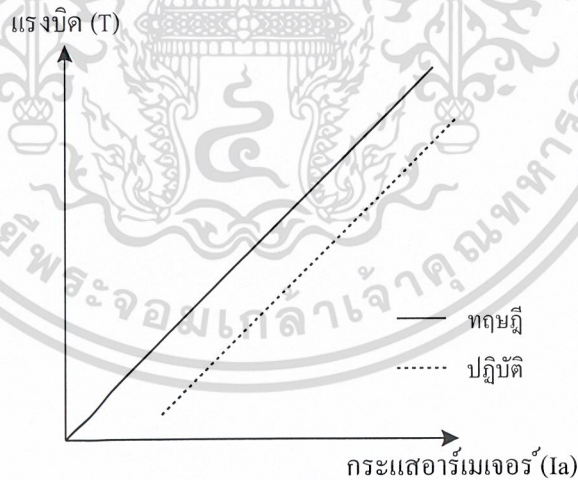
$$T \propto \phi I_a \quad (2.17)$$

$$S \propto E_b / \phi \quad (2.18)$$

### 2.5.2 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์แบบขนาน

คุณลักษณะที่พิจารณามีดังนี้

1) คุณลักษณะระหว่าง แรงบิด  $T$  กับกระแสอาร์เมเจอร์  $I_a$  ในการพิจารณาคุณสมบัติเช่นนี้ จะกำหนดให้ว่าเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากการกระตุ้นมีค่าคงที่ตลอดไป แม้ว่าเมื่อมอเตอร์ได้รับภาระมาก  $\phi$  จะทำให้  $\phi$  ลดลงไปตามนั้นคือให้  $\phi$  เป็นค่าคงที่กับ ( $I_a$ ) คือ

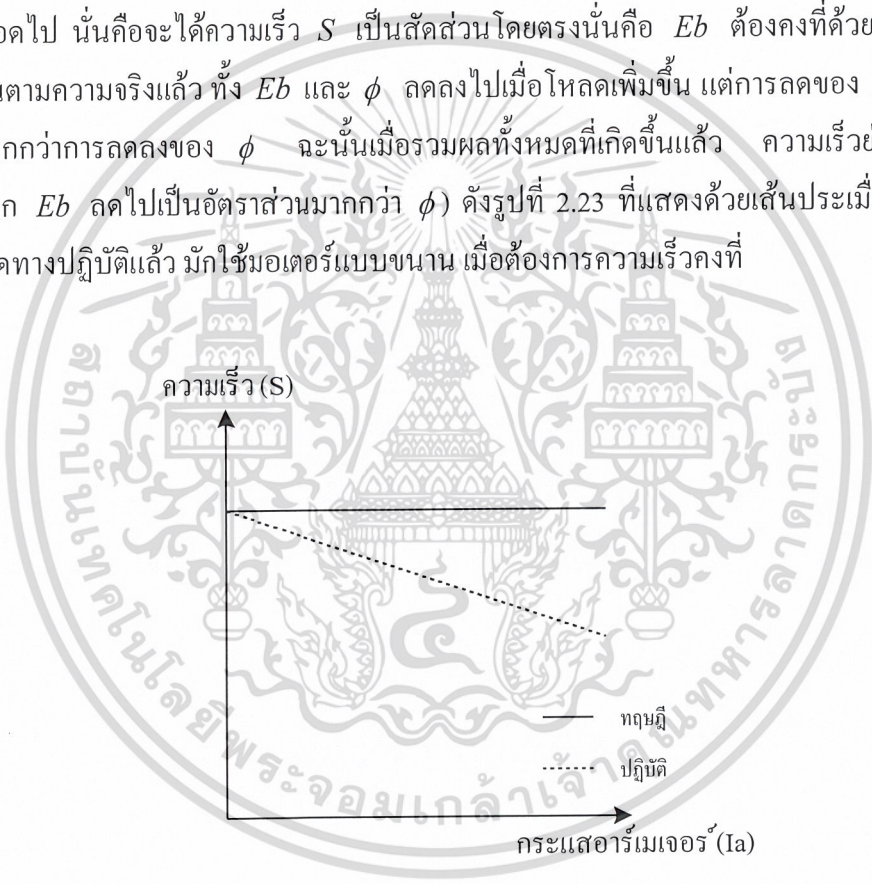


รูปที่ 2.22 แรงบิด (T) กับกระแสอาร์เมเจอร์ ( $I_a$ ) ของมอเตอร์แบบขนาน

$T \propto \phi I_a$  ( $\phi =$  คงที่) นั่นคือเมื่อพล็อตกราฟระหว่าง ( $T$ ) กับ ( $I_a$ ) ได้กราฟเป็นเส้นตรง โดยเริ่มต้นจากค่าศูนย์ด้วยกันทั้งคู่ ดังรูปที่ 2.22 เส้นกราฟที่ได้นี้เป็นเส้นตรงผ่านจุดเริ่มต้นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับครูอาจารย์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้วยประการใด แรงบิด  $T$  ที่พล็อตนี้เป็นแรงบิดที่เกิดขึ้นที่อาร์เมเจอร์ ดังนั้นแรงบิดที่เกิดที่แกนของมอเตอร์เมื่อส่งไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกมายังภายนอกนั้นจึงต้องมีค่าน้อยกว่าแรงบิดที่เกิดขึ้น  $T$  ณ ที่ค่ากระแส  $I_a$  เดียวกัน ซึ่งเห็นได้ในรูปที่ 2.22 ดังเส้นประ การที่แรงบิดน้อยกว่า  $T$  ที่ค่ากระแสเดียวกันนี้เนื่องจากต้องสูญเสียแรงบิดจำนวนหนึ่งไปเพื่อเอาชนะแรงเสียดทานที่แกนได้รับค่าแรงเสียดทานนี้ถือว่าคงที่ตลอดไป ดังนั้น เส้นกราฟของแรงบิดจึงมีความชันเท่ากับเส้นกราฟของ  $T$  จากรูปนี้พบว่าเราไม่อาจใช้มอเตอร์แบบขนานสตาร์ทในขณะที่มีโหลดมากๆ ได้เพราะการทำเช่นนี้ย่อมทำให้มอเตอร์ต้องดึงกระแสจำนวนมากเข้าไปใช้ด้วย นั่นคือมอเตอร์แบบขนานจะไม่ใช้ในการสตาร์ทที่มาก

2) คุณลักษณะระหว่างความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ ในการพิจารณากรณีนี้ ก็ยังคงให้  $\phi$  คงที่ตลอดไป นั่นคือจะได้อัตราเร็ว  $S$  เป็นสัดส่วนโดยตรงนั่นคือ  $E_b$  ต้องคงที่ด้วย แต่ถ้าจะกล่าวกันตามความจริงแล้ว ทั้ง  $E_b$  และ  $\phi$  ลดลงไปเมื่อโหลดเพิ่มขึ้น แต่การลดของ  $E_b$  นี้จะลดลงไปมากกว่าการลดลงของ  $\phi$  ฉะนั้นเมื่อรวมผลทั้งหมดที่เกิดขึ้นแล้ว ความเร็วย่อมลดลงไป (เนื่องจาก  $E_b$  ลดไปเป็นอัตราส่วนมากกว่า  $\phi$ ) ดังรูปที่ 2.23 ที่แสดงด้วยเส้นประเมื่อมอเตอร์ได้รับโหลดทางปฏิบัติแล้ว มักใช้มอเตอร์แบบขนาน เมื่อต้องการความเร็วคงที่



รูปที่ 2.23 ความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนาน

เนื่องจากมอเตอร์แบบขนานนี้ไม่มีการเปลี่ยนหรือลดความเร็วไปมากนักจากเมื่อตอนมีภาระเต็มที่ ดังนั้นจึงต่อเข้าหรือตัดออกได้ภาระโดยไม่ต้องเกรงว่าจะมีความเร็วสูง มากเกินไปจนเป็นอันตราย อย่างไรก็ตามมอเตอร์แบบนี้ให้แรงบิดเริ่มแรกต่ำ ฉะนั้นจึงไม่นิยมใช้กับโหลดที่ต้องการ

แรงบิดเริ่มแรกสูง แต่เนื่องจากว่าเป็นมอเตอร์แบบที่มีความเร็วค่อนข้างจะคงที่มากดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำไปใช้ขับแกนของเครื่องกลึง และเครื่องจักรชนิดต่างๆ ที่ต้องการความเร็วคงที่คุณลักษณะไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปดลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประจำของเครื่องระหว่างความเร็ว แรงบิดนี้ก็อาศัยจากหลักการที่ได้ใน ข้อ 1 และข้อ 2 ข้างบนนั่นเอง ข้อ 1 ทราบว่าแรงบิดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสอาร์เมเจอร์

### 2.5.3 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์แบบอนุกรม

เป็นคุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์ในเรื่องของแรงบิดกระแสในอาร์เมเจอร์ และความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้เช่นกัน โดยแบ่งการพิจารณาความสัมพันธ์แต่ละอย่างได้ดังนี้

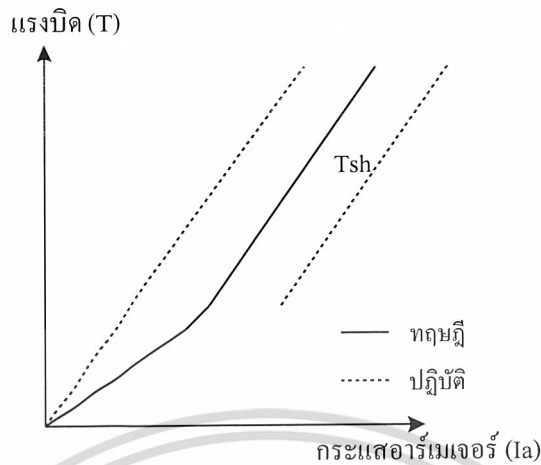
1) คุณลักษณะประจำแรงบิดและกระแสอาร์เมเจอร์ ในการพิจารณานี้ สามารถพิจารณาได้จากสมการที่ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด กับกระแสจากสมการที่ได้พิสูจน์มาแล้วในตอนต้นคือ

$$T \propto \phi I_a \quad (2.19)$$

แต่  $\phi \propto I_a \quad (2.20)$

$$T \propto I_a^2 \quad (2.21)$$

นั่นคือ  $T / I_a^2$  จะเป็นพาราโบลา ดังรูปที่ 2.25 ฉะนั้นขณะที่โหลดน้อย  $I_a$  ก็จะมีน้อยและ  $\phi$  ก็จะมีน้อย และเมื่อโหลดมากขึ้นจะได้แรงบิดเพิ่มขึ้นเป็นอัตราส่วนกับกระแสอาร์เมเจอร์กำลังสองแต่เมื่อโหลดเพิ่มมากขึ้นจนทำให้เส้นแรงแม่เหล็กเกิดการอิ่มตัวแล้วก็จะพบว่าแรงบิดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสที่เพิ่มขึ้นเพียงอย่างเดียว นั่นคือได้เส้นกราฟระหว่างแรงบิด กับกระแสอาร์เมเจอร์เป็นเส้นตรง ส่วนแรงบิดที่จ่ายออกมาที่แกน ( $T_{sh} = \text{Shaft torque}$ ) นั้น มีค่าน้อยกว่าแรงบิดที่เกิดขึ้น เพราะมีการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานแรงลม และค่าสูญเสียที่ทั้งที่อื่นๆ อีก ค่าสูญเสียเหล่านี้คือ “Stray losses” แรงบิด  $T_{sh}$  นี้แสดงไว้ในรูปด้วยเส้นประแล้ว



รูปที่ 2.24 แรงบิดกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ควบคุม

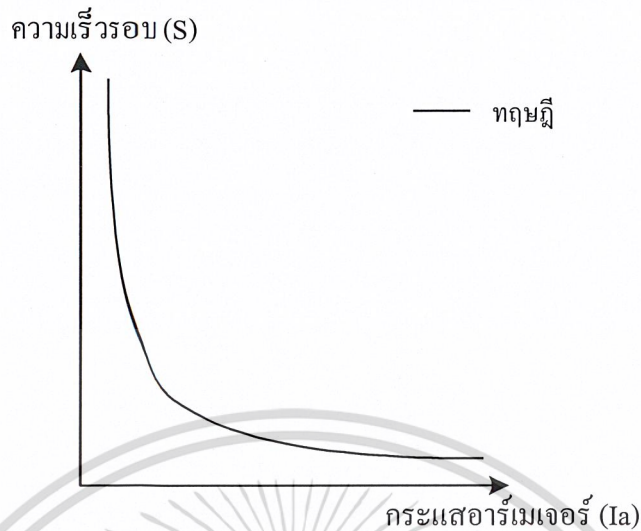
จากคุณลักษณะระหว่างแรงบิด กับกระแสอาร์เมเจอร์ ที่กล่าวมาแล้วจากข้างบนนี้ จึงสรุปได้ว่า มอเตอร์แบบอนุกรมนี้เหมาะสำหรับที่จะจุดโหลด เริ่มแรกที่มีโหลดหนักๆ ได้ (ในขณะที่ยังไม่มีอาการอิ่มตัวของเส้นแรงแม่เหล็ก) ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้กับโหลดหนักๆ ในขณะเริ่มแรก เช่น ปั่นจั่น รถไฟฟ้า เป็นต้น

2) คุณลักษณะประจำระหว่างความเร็ว กับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ ทำโครงการนี้เป็นการศึกษาเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกระแสที่อาร์เมเจอร์ได้รับเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงลักษณะประจำตัวของมอเตอร์แบบนี้ เพื่อนำไปใช้งานนั่นเอง อย่างไรก็ตามคุณลักษณะเช่นนี้สามารถดูได้จากความสัมพันธ์ของสมการ คือ

$$S \propto E_b / \phi \quad (2.22)$$

จากสมการ พบว่าความเร็ว  $S$  เป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงเคลื่อนสวนกลับ  $E_b$  แต่ที่  $E_b$  นี้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ไม่ว่าจะค่าภาระทางกลใดๆ ก็ตาม และพบว่าความเร็วแปรผกผันกับเส้นแรงแม่เหล็ก แต่เส้นแรงแม่เหล็กนี้แปรผกผัน โดยตรงกับกระแสที่ผ่านอาร์เมเจอร์นั้น คือความเร็วแปรผกผันกับกระแสอาร์เมเจอร์ ฉะนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโหลดจึงทำให้ความเร็วมีการแปรผกผันกับเส้นแรงแม่เหล็กมากกว่า  $E_b$  นั่นคือ ความเร็วแปรผกผันกับกระแสอาร์เมเจอร์ โดยตรงนั่นเอง ดังรูปที่ 2.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

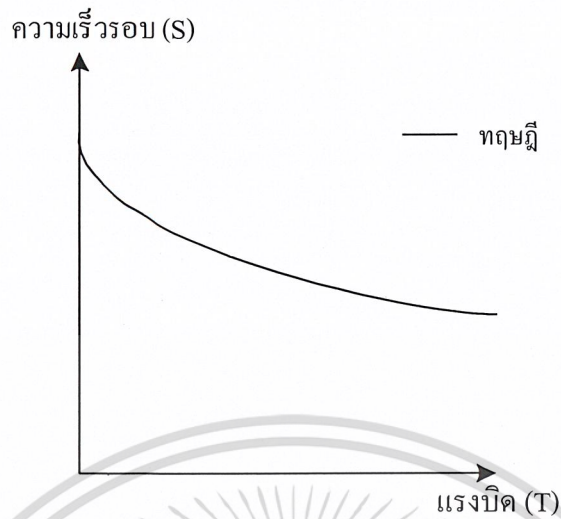


รูปที่ 2.25 ความเร็วรอบกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบอนุกรม

เมื่อมีโหลดมากๆ จะทำให้มอเตอร์ใช้กระแสอาร์เมเจอร์มากๆ ด้วย ดังนั้นความเร็วของมอเตอร์แบบนี้จะลดลงอย่างรวดเร็ว (ซึ่งทำให้โหลด  $E_b$  ลงไปด้วย และนั่นก็คือ กระแสอาร์เมเจอร์ไหลเข้าไปในมอเตอร์มากขึ้น) แต่ในกรณีที่มอเตอร์มีโหลดน้อยๆ กระแสอาร์เมเจอร์จะน้อย เส้นแรงแม่เหล็กก็จะน้อยลง ไปด้วยจำนวนมาก ดังนั้นความเร็วก็จะสูงขึ้นจนอาจเป็นอันตรายต่อมอเตอร์ได้ นั่นคือ สำหรับมอเตอร์แบบอนุกรมนี้ต้องไม่สตาร์ทหรือให้เริ่มหมุนในขณะที่ไม่มีโหลด มิฉะนั้นแล้วจะทำให้มีความเร็วสูงมากจนเกินไปจนเป็นอันตรายกับมอเตอร์ได้อันเนื่องมาจากแรงหนีศูนย์กลางที่เกิดขึ้นในที่นี้ควรจะสังเกตว่ามอเตอร์แบบนี้ เป็นมอเตอร์แบบที่มีความเร็วเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของโหลด

3) **คุณลักษณะทางกลของเครื่อง ( Mechanical Characteristic )** หรือความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว  $S$  กับแรงบิด  $T$  ที่เกิดขึ้น ความสัมพันธ์ในกรณีนี้ อาศัยหลักเกณฑ์จากข้อ 1 และข้อ 2 ที่กล่าวมาแล้วข้างบน โดยพบว่า  $T$  เป็นสัดส่วนโดยตรงกับ  $Ia^2$  เมื่อตอนที่เส้นแรงแม่เหล็กยังไม่อิ่มตัว แต่เมื่อเส้นแรงแม่เหล็กอิ่มตัวแล้ว ก็จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสอาร์เมเจอร์เท่านั้น และยังพบจากข้อ 2 อีกว่า เมื่อความเร็วสูงๆ โหลดน้อยส่วนความเร็วต่ำ โหลดมาก ดังนั้นจึงนับได้ว่าเมื่อความเร็วสูง มอเตอร์ก็ให้แรงบิดต่ำและในทำนองกลับกันเมื่อความเร็วต่ำก็ให้แรงบิดสูง ดังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด กับความเร็วไว้ในรูปที่ 2.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



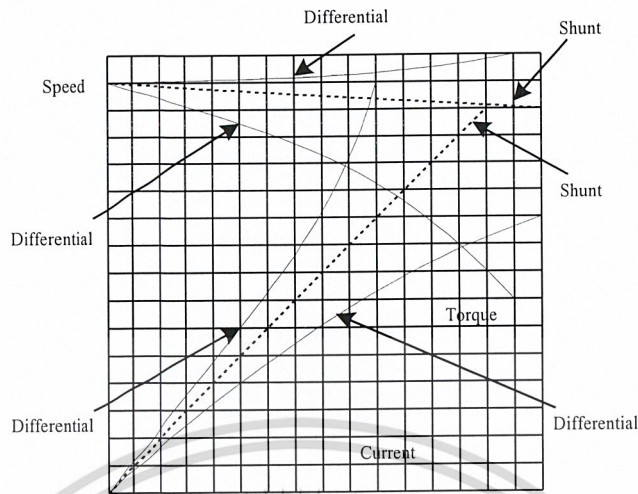
รูปที่ 2.26 ความเร็วรอบกับแรงบิดของมอเตอร์แบบอนุกรม

#### 2.5.4 คุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์แบบผสม

ลักษณะประจำตัวของมอเตอร์แบบนี้ก็คือ การนำเอาคุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์ทั้ง 2 แบบมาผสมกันทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

1) มอเตอร์แบบผสมชนิดสะสมหรือเสริมสนามแม่เหล็กให้มาก มอเตอร์แบบนี้จะต่อสนามอนุกรมเพิ่มเข้าไปโดยให้มีสนามแม่เหล็กที่ต่อเพิ่มเข้าไปนี้ไปช่วยเพิ่ม หรือเสริมกับสนามแม่เหล็กขานานของมอเตอร์แบบขานานดังนี้ จึงทำให้มอเตอร์แบบนี้รวมคุณลักษณะของมอเตอร์ที่เป็นทั้งแบบอนุกรมและขานานเข้าด้วยกัน นั่นคือขณะมอเตอร์ได้รับโหลดสนามอนุกรมเพิ่มสนามแม่เหล็กขึ้น จึงทำให้เกิดแรงบิดมากขึ้นกว่าเมื่อเป็นมอเตอร์แบบขานาน อาจกล่าวไปในทางอื่นก็ได้คือจากการเพิ่มสนามแม่เหล็กนี้ย่อมทำให้ความเร็วลดลงไปรวดเร็วมากกว่าเมื่อเป็นมอเตอร์แบบขานาน นั่นคือเมื่อเพิ่มเส้นแรงแม่เหล็กเข้าไปที่สนามแม่เหล็กทำให้ความเร็วนั้นลดลงรวดเร็ว เมื่อเป็นมอเตอร์แบบขานาน ดังรูปที่ 2.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 เส้นแรงแม่เหล็กและลักษณะคุณสมบัติของมอเตอร์ขนานและมอเตอร์อนุกรม

มอเตอร์แบบนี้เกิดแรงบิดที่อาร์เมเจอร์สูงในขณะที่ได้รับโหลดในทันทีทันใด และยังมีความเร็วค่าหนึ่งในขณะที่ไม่มีภาระหรือโหลดนั้นก็คือแม้ว่าจะไม่มีภาระก็ไม่ทำให้มอเตอร์มีความเร็วสูงเกินไปจนอันตรายได้ ในการนำมอเตอร์ชนิดนี้ไปใช้งานนั้นมักนำไปใช้ในการขับโหลดที่หนักๆ เช่น เครื่องโม่หิน เครื่องตัดเหล็ก เครื่องอัดยี้ หรือลิฟท์ เป็นต้น เครื่องจักรกลต่างๆ เหล่านี้มักไม่สะดวกในการนำมอเตอร์อนุกรมมาใช้เพราะมอเตอร์อนุกรมนี้ต้องต่อกับโหลดตลอดเวลา ข้อดีอีกอย่างหนึ่งของมอเตอร์แบบนี้ก็คือสามารถปรับความเร็วของตัวเองให้ลดลงโดยอัตโนมัติในขณะที่ได้รับโหลดทันที ในการเพิ่มพลังงานกลสะสมของเครื่องแบบนี้ทำได้โดยการต่อสายพานเข้าไปซึ่งจะช่วยให้มีเสถียรภาพในการใช้งานดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

#### 3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบและสร้างชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้าจะประกอบด้วยโครงสร้างวงจรต่างๆ ได้แก่ วงจรแหล่งจ่ายไฟ วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ วงจรลิมิตสวิตช์ วงจรควบคุมเซนเซอร์ วงจรสวิตช์เมตริกซ์ วงจรแสดงผล และวงจรควบคุม ซึ่งวงจรทั้งหมดนี้มีส่วนช่วยในการแสดงการทำงานทั้งหมด

#### 3.2 ขั้นตอนการทำงาน

ขั้นตอนการทำงานของโครงการแสดงแผนผังการทำงานดังนี้

การทำงานของแผนผังโครงการการเก็บสินค้าเข้า เริ่มจากนำสินค้าวางรอที่จุดรับสินค้าเข้า สินค้าเข้า ทำการป้อนรหัสสินค้าเพื่อประมวลผลชนิด เช็คว่าสินค้าเต็มหรือไม่หากสินค้าเต็มก็จะแสดงผลสินค้าเต็มแล้ว และเช็คสินค้าแล้วไม่เต็มก็จะนำไปเก็บตามช่อง โดยตัวขับเคลื่อนมอเตอร์แกน Z ก็จะขึ้นไปรับสินค้าที่จุดเริ่มต้นจากนั้นมอเตอร์ขับเคลื่อนแกน Y ก็จะหมุนเลื่อนขึ้นตามชนิดของสินค้า มอเตอร์ขับเคลื่อนแกน X ที่เลื่อนทางด้านแนวนอนก็จะเลื่อนไปที่ชนิดของสินค้านั้นอยู่จากนั้นมอเตอร์ขับเคลื่อนแกน Z ก็จะเลื่อนสินค้าไปวางตามชนิดของสินค้าในคลังสินค้านั้นแล้วมอเตอร์ก็จะหมุนมารอที่จุดเริ่มต้นอีกครั้ง

การทำงานของแผนผังโครงการการนำสินค้าออก เริ่มจากทำการป้อนรหัสสินค้าเพื่อประมวลผลชนิดของสินค้า หากสินค้าไม่มีก็จะทำการแสดงผลสินค้าหมด และหากสินค้ามีก็จะไปรับสินค้าตามชนิดของสินค้าจากช่อง โดยให้มอเตอร์หมุนไปยังชั้นวางสินค้านั้น มอเตอร์ขับเคลื่อนแกน Z ก็จะเลื่อนเข้าไปรับสินค้า จากนั้นมอเตอร์ขับเคลื่อนแกน Y ก็จะเลื่อนสินค้าลงมา และจากนั้นมอเตอร์ขับเคลื่อนแกน X ก็จะเลื่อนมาที่จุดส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.1 การเก็บสินค้าเข้า



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานการเก็บสินค้าเข้าของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 การนำสินค้าออก

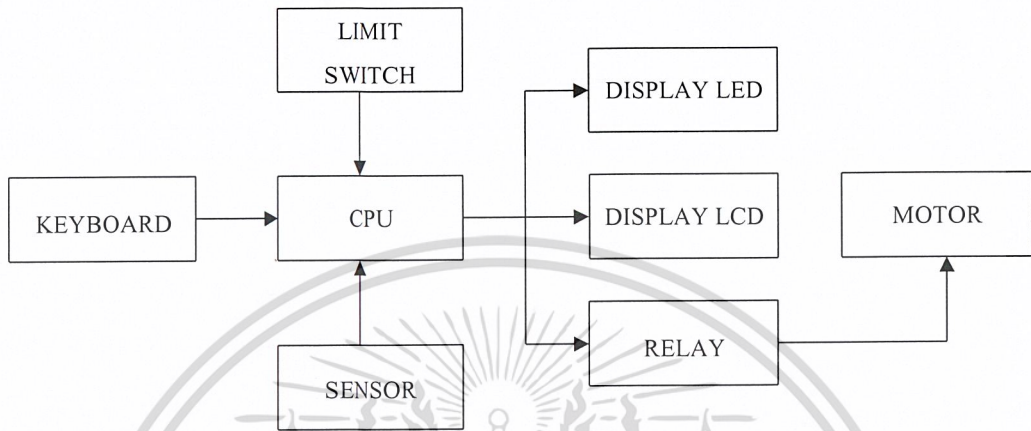


รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานการนำสินค้าออกของโครงการ

### 3.2.3 การทำงานของแผนผังวงจรควบคุม

เมื่อทำการป้อนรหัสสินค้าทางคีย์บอร์ด ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะประมวลผลว่าเป็นสินค้าชนิดใด ให้เก็บสินค้าเข้าหรือนำสินค้าออก และจะดูว่าสินค้านั้นมีอยู่หรือไม่มีจากนั้นก็ส่งงานไปที่รีเลย์ให้มอเตอร์ทำงานแล้วไปหยุดตามเซนเซอร์และลิมิตสวิทช์ที่กำหนดไว้ ซึ่งตัวแสดงผลจะแสดงการป้อนรหัสและแสดงว่ามีสินค้าหรือไม่ โดยจะมีแอลซีดีแสดงรหัสของสินค้าและ

แอลอีดี 9 ดวง แสดงสินค้าในแต่ละช่อง จะเห็นได้ว่าไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวรับและควบคุมการทำงานทั้งหมด



รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของวงจรควบคุม

### 3.3 การออกแบบชุดสาริตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า

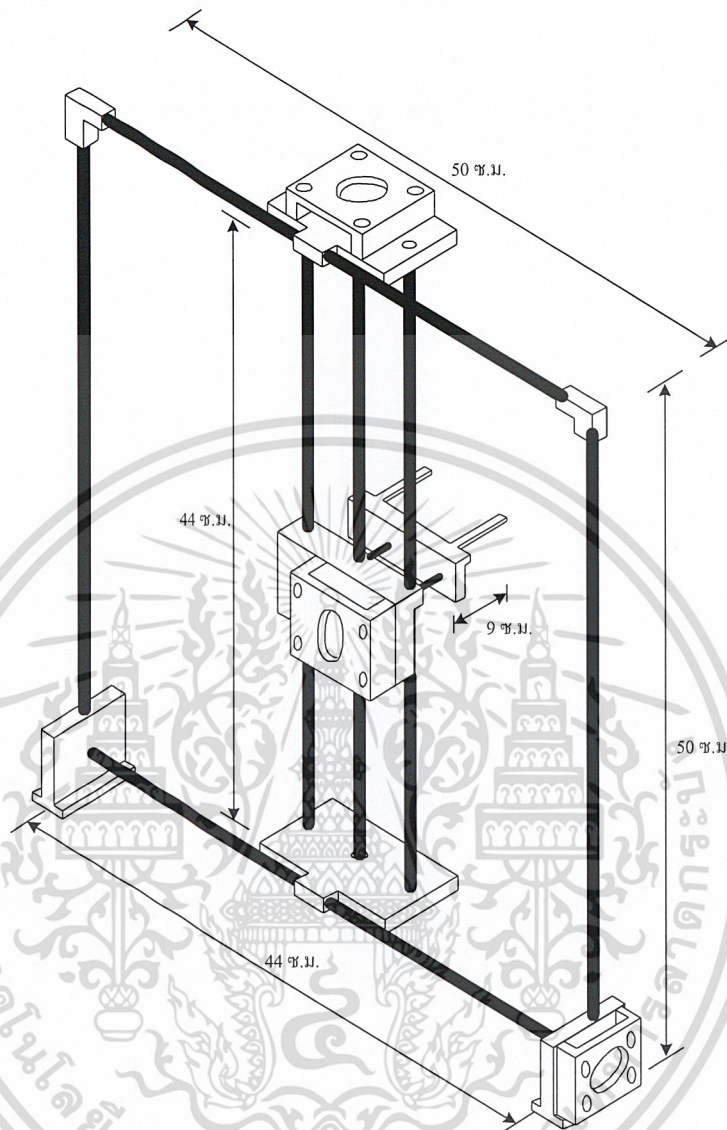
ในตัวเครื่องของชุดสาริตการขนถ่ายสินค้าแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

- 1) ตัวขับเคลื่อนแกน X, Y, Z
- 2) ช่องวางของ

#### 3.3.1 การออกแบบตัวขับเคลื่อน

ตัวขับเคลื่อนจะมีส่วนประกอบ 3 ส่วนด้วยกันคือ ชุดขับเคลื่อนแกน X หรือทางแนวนอน, ชุดขับเคลื่อนแกน Y หรือในแนวตั้ง และชุดขับเคลื่อนแกน Z หรือตัวยื่นสินค้าเข้าและออก ทั้ง 3 แกนจะใช้ในลักษณะนำแกนมอเตอร์ต่อกับชุดเกียร์ เมื่อมอเตอร์หมุนตัวเกียร์ก็จะหมุนด้วย ทำให้สามารถเลื่อนไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

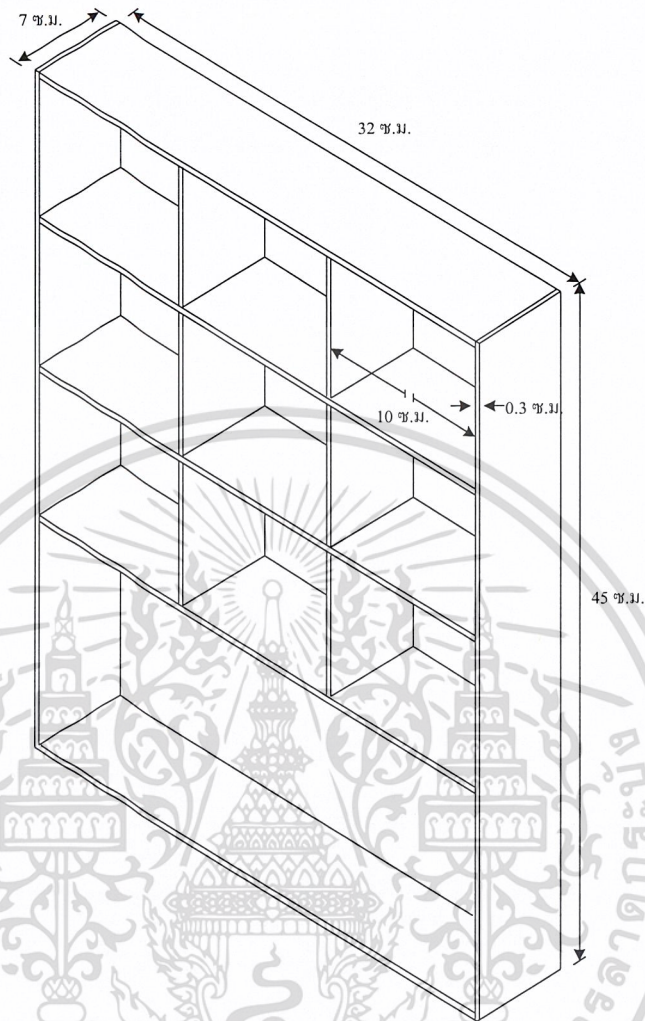


รูปที่ 3.4 โครงสร้างตัวขับเคลื่อน

### 3.3.2 การออกแบบช่องวางสินค้า

ช่องวางของจะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ขนาด 3X3 ช่อง ซึ่งจะมีขนาดช่องวางของใหญ่กว่าสินค้าเล็กน้อยเพื่อให้สินค้าเข้าไปเก็บได้และจะมีลิ้มิตสวิตซ์ติดอยู่ที่ช่องวางของทุกช่องเพื่อเช็คว่ามีสินค้าอยู่ในช่องหรือไม่เพื่อจะส่งข้อมูลให้ส่วนควบคุมอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 โครงสร้างช่องวางสินค้า

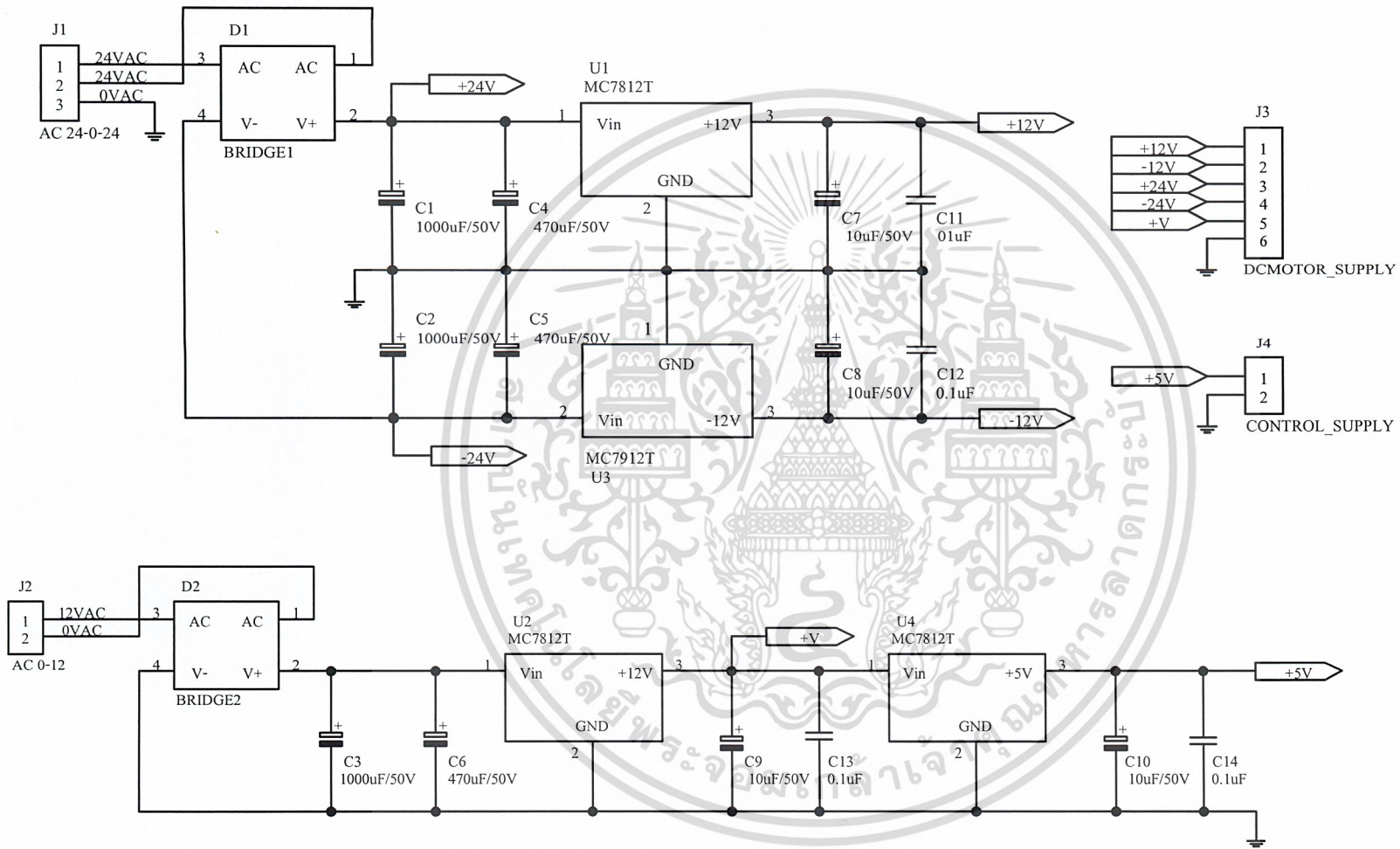
### 3.4 การทำงานของวงจรต่างๆ

#### 3.4.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

วงจรแหล่งจ่ายไฟ จะทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับทุกวงจร ซึ่งจะมีแหล่งจ่ายไฟ +12 โวลต์, 0 โวลต์, -12 โวลต์, +5 โวลต์, +24 โวลต์ และ -24 โวลต์

รายละเอียดของแหล่งจ่ายไฟประกอบไปด้วยหม้อแปลงจะทำหน้าที่แปลงไฟสลับจาก 220 โวลต์ เป็น 24 โวลต์ ให่วงจรบริดจ์เพื่อเปลี่ยนแรงดันไฟสลับจากหม้อแปลงเป็นแรงดันไฟตรงโดย

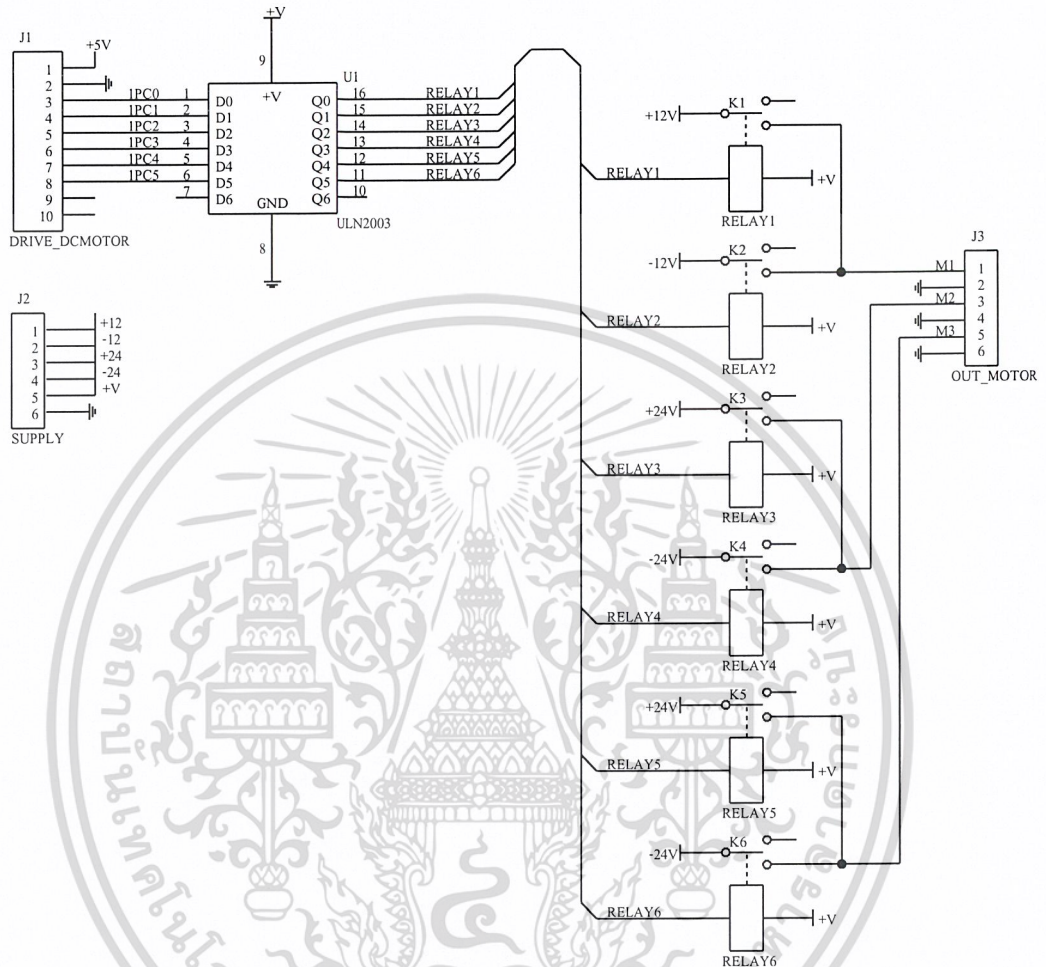
ที่ตัวเก็บประจุทำหน้าที่กรองแรงดันให้เรียบก่อนเข้าไอซีเรกูเรเตอร์ ไอซีเรกูเรเตอร์ทำหน้าที่รักษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

ระดับแรงดันให้หม้อแปลงที่ต้องการและตัวเก็บประจุทางต้านทานเอาต์พุตของไอซี ทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนก่อนนำไปใช้งาน

### 3.4.2 วงจรขับมอเตอร์

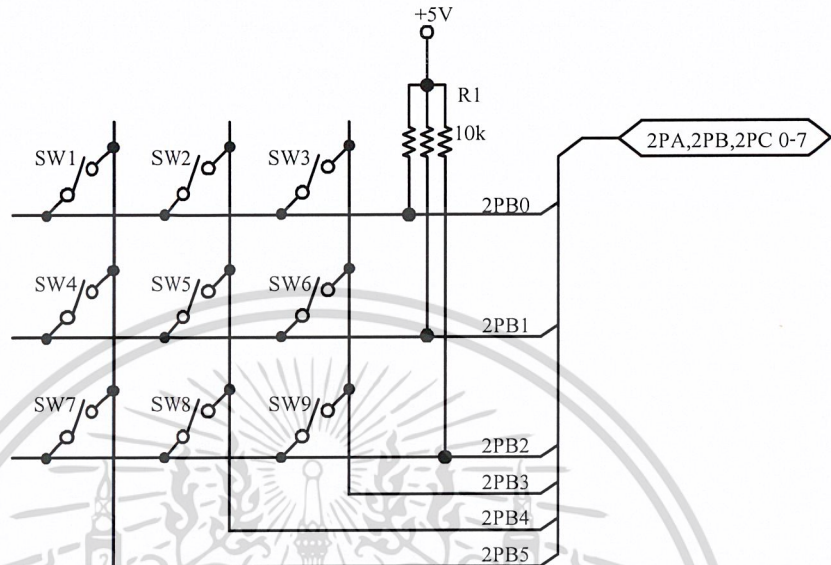


รูปที่ 3.7 วงจรขับมอเตอร์

วงจรนี้จะประกอบด้วย รีเลย์และพอร์ตควบคุมจากจุดควบคุม โดยจะมีไฟ 12 โวลต์จากวงจรแหล่งจ่ายไฟให้กับรีเลย์ ทำให้มอเตอร์หมุนตามสัญญาณที่มาควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.3 วงจรลิมิตสวิตช์



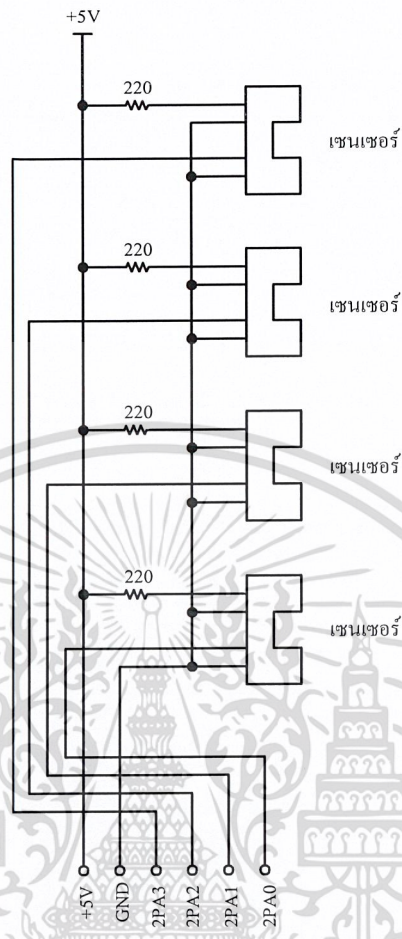
รูปที่ 3.8 วงจรลิมิตสวิตช์

วงจรนี้จะเป็นลักษณะไมโครสวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ โดยนำไปติดที่ช่องวางของซึ่งเมื่อมีของมาทับที่สวิตช์ก็จะส่งสัญญาณไปยังพอร์ตที่ชุดควบคุมทำให้ชุดควบคุมรู้ว่า เป็นสัญญาณจากช่องไหนและนำไปประมวลผลได้

### 3.4.4 วงจรเซนเซอร์

วงจรนี้จะเป็นเซนเซอร์รูปตัวยู วงจรภายในจะมีลักษณะเหมือนออปโตทรานซิสเตอร์ จะทำหน้าที่ส่งงานให้มอเตอร์หยุดตามตำแหน่งที่ติดตั้งไว้ โดยจะมีวงจรควบคุมเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

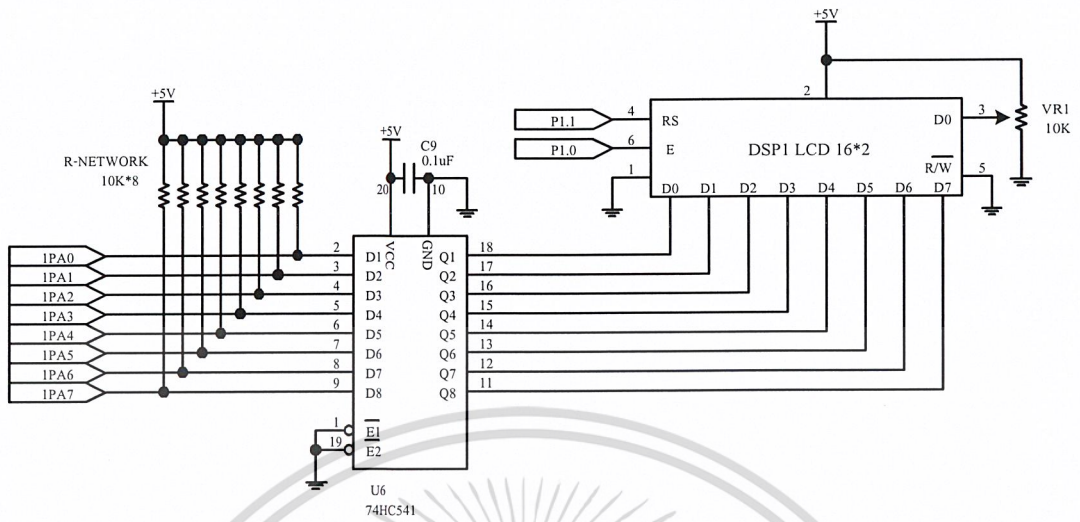


รูปที่ 3.9 วงจรเซนเซอร์

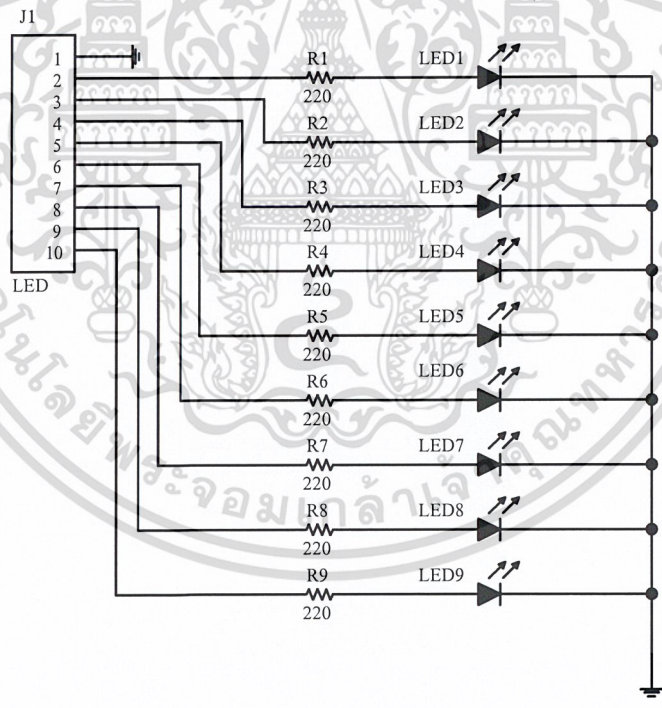
### 3.4.5 วงจรแสดงผล

วงจรมีลักษณะเป็นจอแอลซีดี ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด ทำหน้าที่แสดงผลการทำงานของระบบคือ รหัสสินค้าที่ป้อนถูกต้องหรือไม่ แสดงว่ามีสินค้าอยู่หรือไม่ และจะมีแอลอีดี 9 ดวงแสดงช่องไหนมีสินค้าอยู่บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



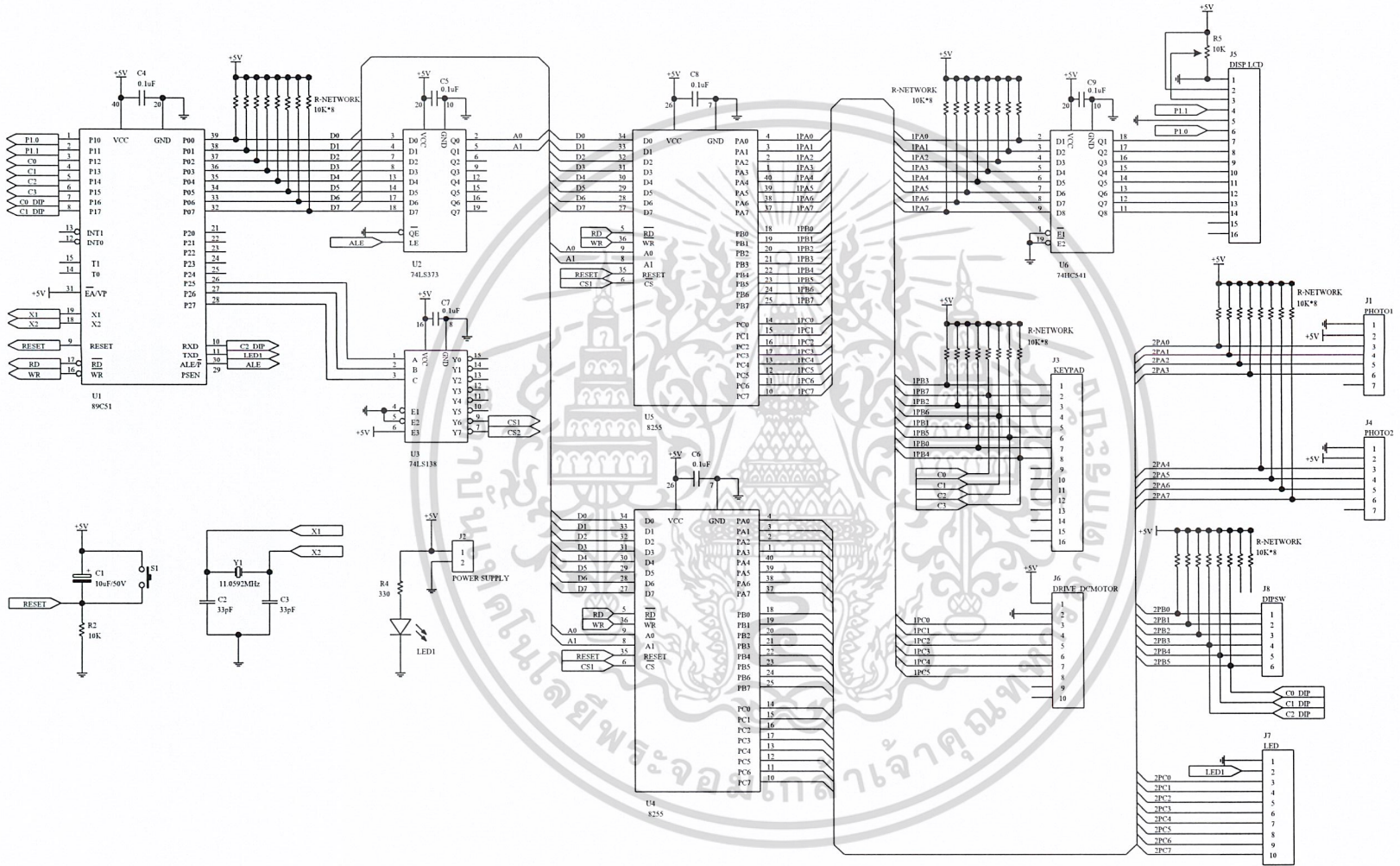
รูปที่ 3.10 วงจรแสดงผลแอลซีดี



รูปที่ 3.11 วงจรแสดงผลแอลอีดี

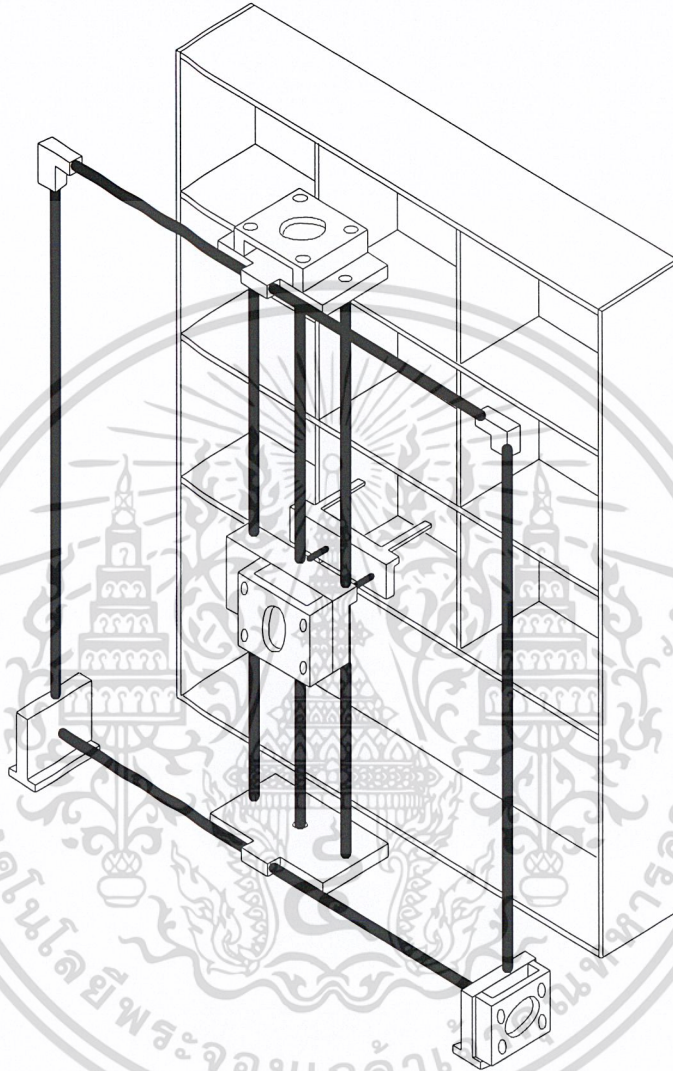
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.6 วงจรควบคุม



รูปที่ 3.12 วงจรควบคุม

### 3.5 การสร้างเครื่องต้นแบบชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้า



รูปที่ 3.13 โครงสร้างของชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้า

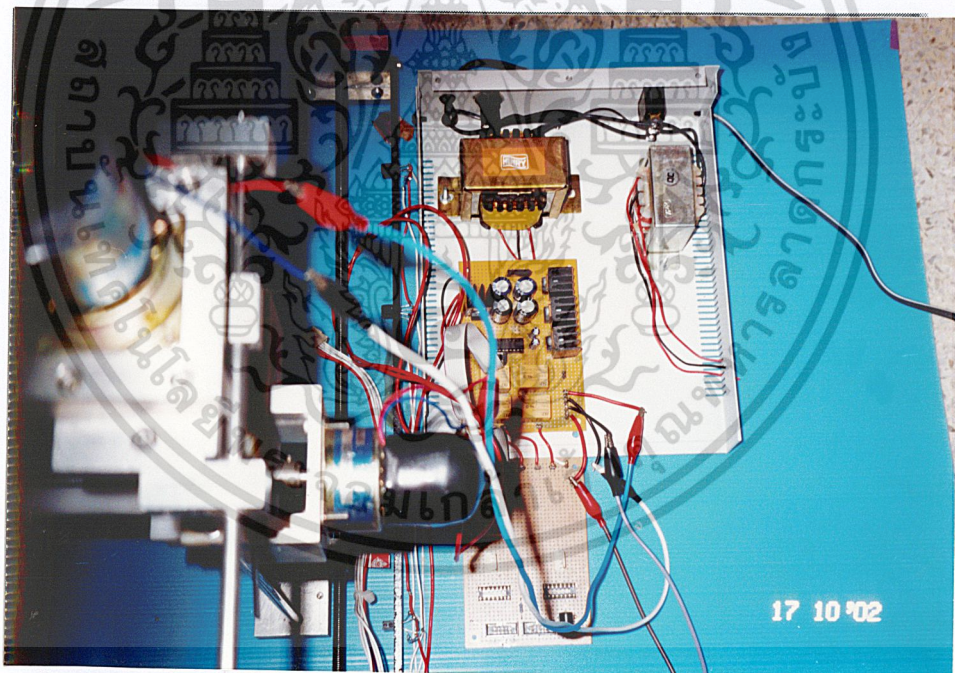
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

โครงการนี้คือชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า ซึ่งมีวงจรดังนี้คือ วงจรแหล่งจ่ายไฟ วงจรขับมอเตอร์ วงจรลิมิตสวิตช์ วงจรควบคุมเซนเซอร์ วงจรสวิตช์เมตริกซ์ วงจรแสดงผลและวงจรควบคุม วงจรแต่ละส่วนสามารถทำงานแยกกันหรือนำมารวมกันเป็นระบบได้โดยใช้ตัวควบคุม ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม ในการทดลองจึงแยกกันในการทดลองก่อนแล้วค่อยนำแต่ละวงจรมารวมกันเป็นระบบได้ ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

#### 4.1 การทดลองวงจรขับมอเตอร์

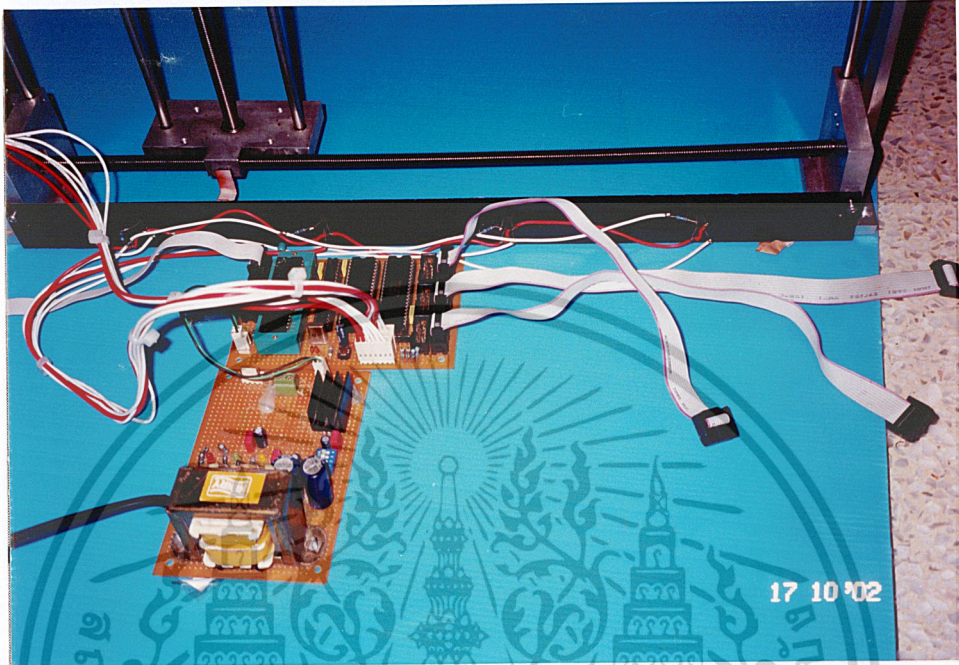


รูปที่ 4.1 การทดลองวงจรขับมอเตอร์

##### 4.1.1 ผลการทดลอง

หลังจากใช้รีเลย์มาต่อเป็นตัวขับให้มอเตอร์ทำงาน โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวสั่งงานให้คอยรีเลย์ทำงาน มอเตอร์ก็หยุดได้ดี รีเลย์ไม่ร้อนสามารถรับโหลดที่เป็นมอเตอร์ได้

## 4.2 การทดลองเซนเซอร์



รูปที่ 4.2 การทดลองวงจรเซนเซอร์

### 4.2.1 ผลการทดลอง

เซนเซอร์ที่ใช้จะเป็นเซนเซอร์แบบอินฟราเรดรูปตัวยู วงจรภายในจะคล้ายกับออฟดีทรานซิสเตอร์ โดยเมื่อมีของมาบังที่ช่องตัวยูก็จะทำให้เอาต์พุตเป็น 1 ก็จะเอาสถานะไปใช้ในการควบคุมการทำงาน สามารถควบคุมการทำงานได้

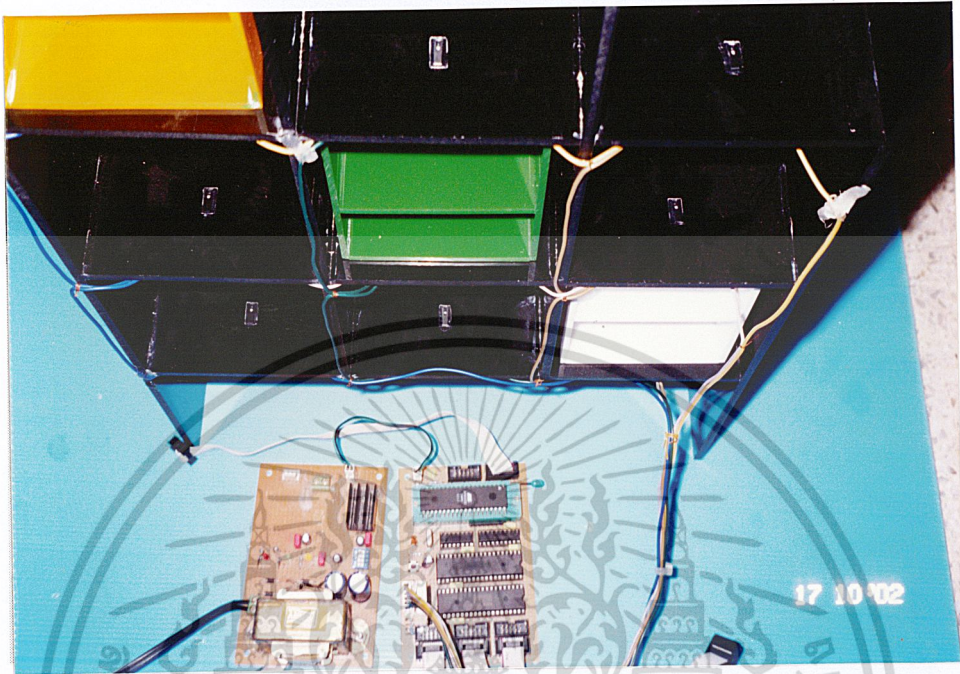
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรเซนเซอร์

เลขไบนารี	คำสั่ง
0001 0001	จุดเริ่มรับสินค้า
1000 0001	เคลื่อนสินค้าไปชั้นที่ 1
0000 0010	เคลื่อนสินค้าไปช่องที่ 11
0000 0100	เคลื่อนสินค้าไปช่องที่ 12
0000 1000	เคลื่อนสินค้าไปช่องที่ 13
0100 0001	เคลื่อนสินค้าไปชั้นที่ 2
0000 0010	เคลื่อนสินค้าไปช่องที่ 21
0000 0100	เคลื่อนสินค้าไปช่องที่ 22
0000 1000	เคลื่อนสินค้าไปช่องที่ 23
0010 0001	เคลื่อนสินค้าไปชั้นที่ 3
0000 0010	เคลื่อนสินค้าไปช่องที่ 31
0000 0100	เคลื่อนสินค้าไปช่องที่ 32
0000 1000	เคลื่อนสินค้าไปช่องที่ 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 การทดลองวงจรลิมิตสวิตช์



รูปที่ 4.3 การทดลองวงจรลิมิตสวิตช์

#### 4.3.1 ผลการทดลอง

จะนำตัวลิมิตสวิตช์มาต่อลักษณะเดียวกับเมตรริกซ์ โดยเมื่อมีของมาวางทับก็เหมือนสวิตช์โดนกด ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่าเป็นสัญญาณของช่องสินค้าช่องไหนก็สามารถควบคุมการทำงานได้

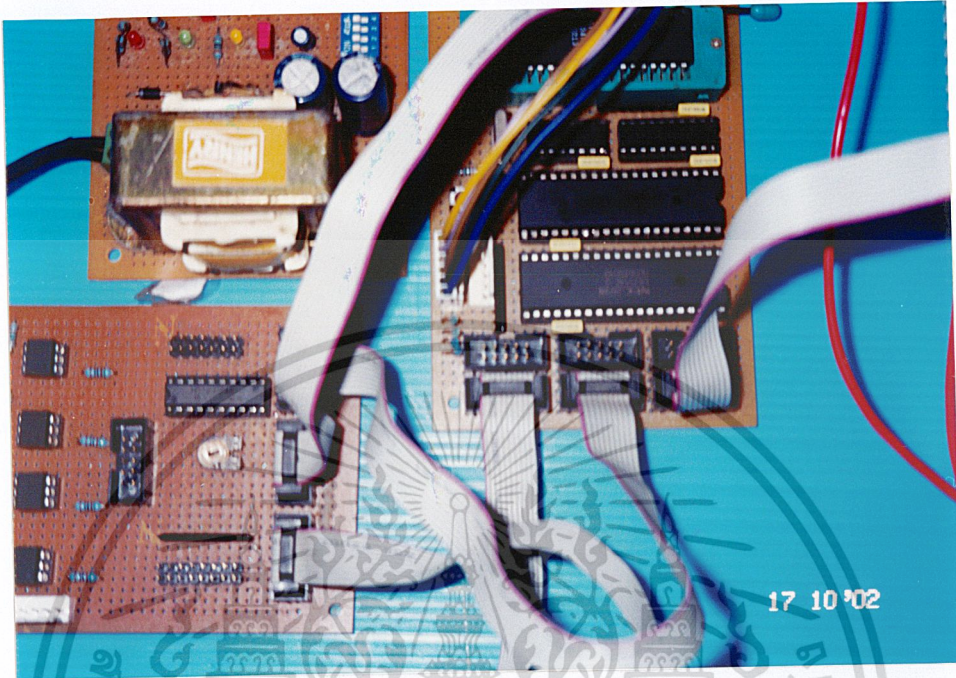
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรลิมิตสวิทช์

เลขไบนารี									คำสั่ง
2PB0	2PB1	2PB2	2PB3	2PB4	2PB5	2PB6	2PB7	P3.3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	ไม่มีลีนค้ำในชั้นวาง
0	1	1	1	1	1	1	1	1	มีลีนค้ำในช่องที่ 11
1	0	1	1	1	1	1	1	1	มีลีนค้ำในช่องที่ 12
1	1	0	1	1	1	1	1	1	มีลีนค้ำในช่องที่ 13
1	1	1	0	1	1	1	1	1	มีลีนค้ำในช่องที่ 21
1	1	1	1	0	1	1	1	1	มีลีนค้ำในช่องที่ 22
1	1	1	1	1	0	1	1	1	มีลีนค้ำในช่องที่ 23
1	1	1	1	1	1	0	1	1	มีลีนค้ำในช่องที่ 31
1	1	1	1	1	1	1	0	1	มีลีนค้ำในช่องที่ 32
1	1	1	1	1	1	1	1	0	มีลีนค้ำในช่องที่ 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 การทดลองวงจรควบคุม



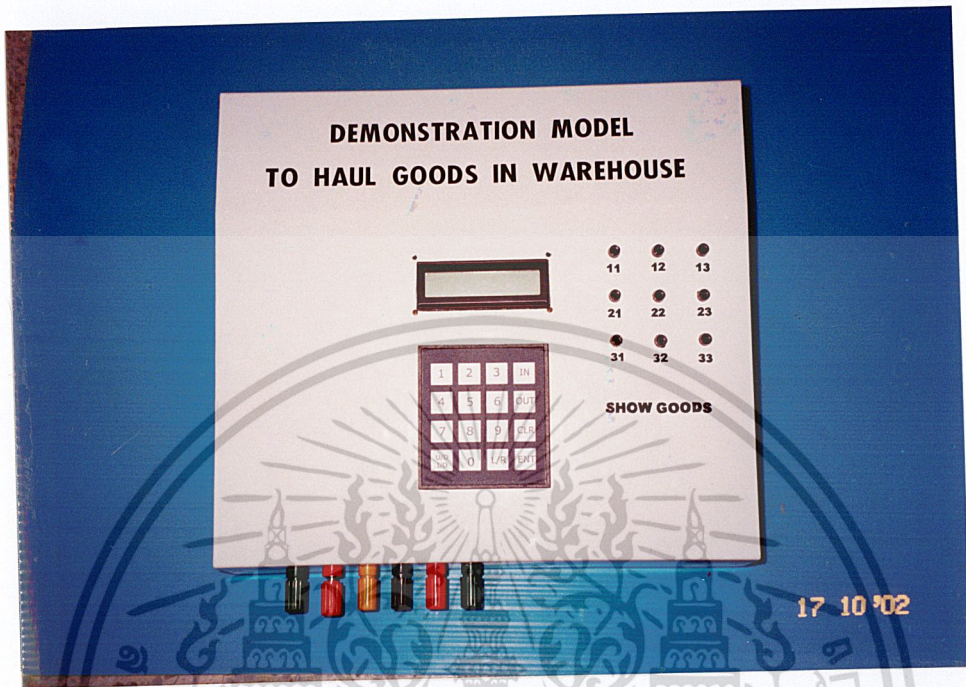
รูปที่ 4.4 การทดลองวงจรควบคุม

##### 4.4.1 ผลการทดลอง

เมื่อทำการต่อวงจรควบคุมเสร็จก็ทดลองเขียนโปรแกรมไฟวิ่งก่อน ก็สามารถทำงานได้ จากนั้นก็นำมาเขียนโปรแกรมควบคุม การทำงานของวงจรแต่ละส่วนก็สามารถทำงานได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.5 การทดลองวงจรแสดงผล



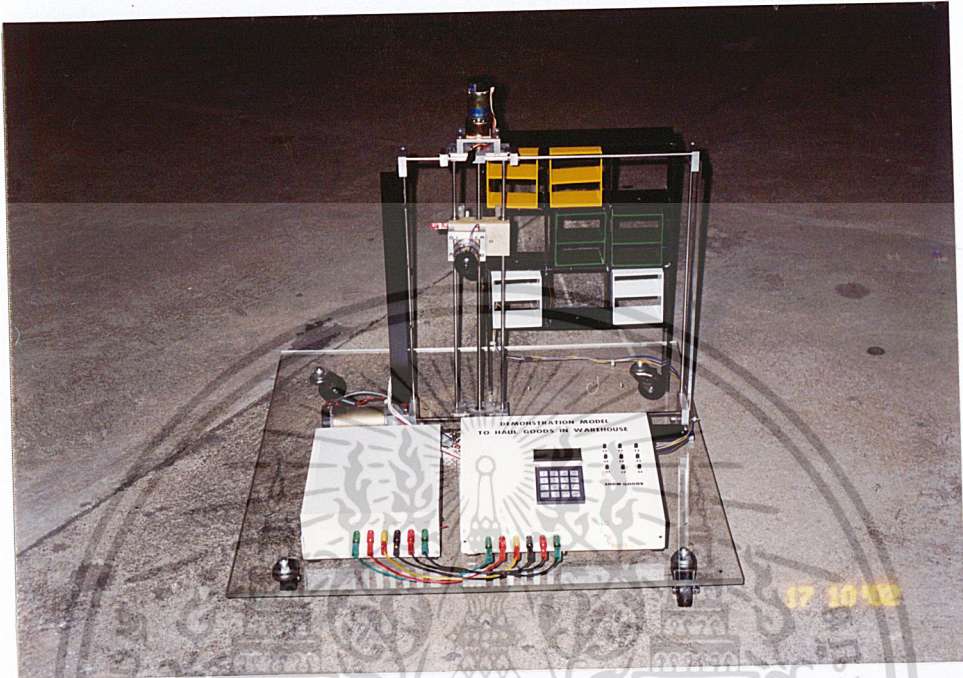
รูปที่ 4.5 การทดลองวงจรแสดงผล

### 4.5.1 ผลการทดลอง

หลังจากการทดลองใช้โปรแกรมรับค่าจากสวิตช์และให้แสดงผล มีการทำงานได้ดีแสดงผลออกมาชัดเจนเป็นที่น่าพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.6 รูปสำเร็จชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า



รูปที่ 4.6 ชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

### 5.1 บทสรุป

ในการศึกษาวิธีออกแบบและสร้างชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้าอัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานจริงแทนรถโฟล์คลิฟท์ซึ่งมีข้อจำกัดในด้านของพื้นที่ที่จำกัด และยังสามารถประหยัดพนักงานทำให้อลดต้นทุนในการผลิต เพราะสามารถควบคุมการทำงานได้เมื่อโครงการนี้เสร็จสมบูรณ์ สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องต้นแบบในการสร้างชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้าที่ใช้งานจริงในอนาคต

จากการศึกษาและได้ลงมือสร้างโครงการนี้ทำให้รู้และเข้าใจถึงรายละเอียด คุณสมบัติและการทำงานของวงจรตรวจจับอินฟราเรด วงจรแหล่งจ่ายไฟ วงจรขับเคลื่อน วงจรแสดงผล การใช้งานสวิตช์เมตริกซ์ การนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมการทำงานของระบบ และสิ่งที่ได้จากโครงการนี้คือได้พบปัญหาต่างๆ ในระหว่างลงมือทำโครงการ เมื่อพบปัญหาแล้วก็ต้องหาวิธีแก้ไขให้ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาและการทำงานรวมกันเป็นกลุ่ม การทำโครงการนี้ได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้คือสามารถนำข้อมูลเกี่ยวกับวงจรต่างๆ มาทำการคำนวณออกแบบแล้วนำค่าที่ได้จากการคำนวณมาจัดซื้อหาอุปกรณ์ เพื่อนำมาสร้างวงจรในโครงการนี้ ชี้ความสามารถของโครงการนี้สามารถ แสดงการขนถ่ายสินค้าได้ 3 ชนิดสามารถแสดงจำนวนสินค้าที่มีอยู่ได้โดยสามารถควบคุมการทำงานได้โดยอัตโนมัติ

### 5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

#### 5.2.1 ปัญหาในการสร้างโครงชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า

1) ปัญหาในการออกแบบ เนื่องจากยังไม่มีเครื่องต้นแบบ ที่แสดงการขนถ่ายสินค้ามีแต่รถโฟล์คลิฟท์ที่แสดงให้เห็นการทำงาน

**แนวทางแก้ไข** ทำการศึกษาข้อมูลจากวารสาร ทางอินเทอร์เน็ต ไปดูระบบคลังสินค้าที่โรงงานจริง ถ้ามจากผู้มีประสบการณ์ ดูลักษณะการทำงานของรถโฟล์คลิฟท์แล้วนำมาทำการดัดแปลงทำเป็นโครงชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) **ปัญหามอเตอร์ที่นำมาใช้** เนื่องจากมอเตอร์มีแรงขับน้อยทำให้หมุนเก็ยวไปได้ช้าและความเร็วต่ำ

**แนวทางแก้ไข** ทำการตัดแปลงตัวโครงใหม่โดยใส่ลูกปืนให้มีความหล่อลื่นยิ่งกว่าเดิมทำให้มอเตอร์สามารถขับได้

3) **ปัญหาการออกแบบผิด** เนื่องจากประสบการณ์มีน้อยทำให้เมื่อนำชิ้นส่วนมาประกอบแล้วทำให้ตัวโครงไม่แข็งแรง ทำให้มอเตอร์หมุนได้ไม่คล่อง

**แนวทางแก้ไข** ทำการปรับปรุงแบบโดยเสริมเหล็กเข้าไปที่เสารองยึดกับฐานให้แน่น เพิ่มลูกปืนทำให้โครงเคลื่อนที่ได้คล่องกว่าเดิม

## 5.2.2 ปัญหาทางด้านการควบคุมการทำงาน

1) **ปัญหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงานหาซื้อได้ยาก** เพราะอุปกรณ์ที่ใช้ยังเป็นอุปกรณ์ที่ใหม่กับงานอิเล็กทรอนิกส์และไม่ใช่ที่แพร่หลายในท้องตลาด

**แนวทางแก้ไข** จัดหาอุปกรณ์ตัวอื่นที่มีคุณสมบัติและการทำงานเหมือนกับอุปกรณ์ตัวนั้นๆ หรือเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ทดแทนอุปกรณ์นั้นๆ

2) **ปัญหาข้อมูลที่ใช้ศึกษาในการทำโครงงานนี้หาได้ยาก** เพราะข้อมูลที่ใช้เป็นความรู้ใหม่แหล่งข้อมูลมีน้อย

**แนวทางแก้ไข** ค้นหาหาข้อมูลจากระบบอินเทอร์เน็ต ตามร้านขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หรือตามนิตยสารอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งต้องใช้เวลาในการค้นหาพอสมควร

3) **ปัญหาความก้าวหน้าของโครงงานมีน้อย** เพราะปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้นรวมทั้งมีความรู้และความชำนาญน้อยจึงดูเหมือนว่าไม่มีความก้าวหน้าของโครงงาน

**แนวทางแก้ไข** พยายามศึกษาค้นคว้าให้มากขึ้นกว่าที่มีทำอยู่และต้องเพิ่มเวลามาทำงานที่ห้องโครงงานให้มากกว่าเดิม รวมทั้งเข้าปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

4) **ปัญหาในการสั่งให้มอเตอร์หยุดไม่ตรงตำแหน่งเซนเซอร์** เนื่องจากเมื่อมอเตอร์หมุนจะมีแรงเฉื่อยทำให้หยุดไม่ตรงตำแหน่งเซนเซอร์ ทำให้เกิดค่าผิดพลาดในการรับส่งของ

**แนวทางแก้ไข** ทำการติดตั้งเซนเซอร์ไว้ก่อนระยะที่หยุดจริงทำกับแรงเฉื่อยที่คลาดเคลื่อนออกไป ทำให้ลดข้อผิดพลาดนั้นได้

## 5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้าให้มีความสามารถในการทำงานให้ดี เอกสารชิ้นนี้ถือว่าสามารถพัฒนาโครงงานได้ดังนี้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) สามารถพัฒนาโครงการให้เก็บสินค้าเข้าและนำสินค้าออกได้มากกว่า 3 ชนิด
- 2) สามารถพัฒนาโครงการให้ขนถ่ายสินค้าได้มากกว่า 3X3 ช่องได้
- 3) สามารถพัฒนาให้สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้
- 4) สามารถพัฒนาให้นำข้อมูลจำนวนของสินค้ามาเก็บเป็นฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ได้
- 5) สามารถพัฒนาให้เชื่อมต่อกับรหัสบาร์โค้ดได้
- 6) สามารถพัฒนาโครงการนี้นำไปใช้งานได้จริง

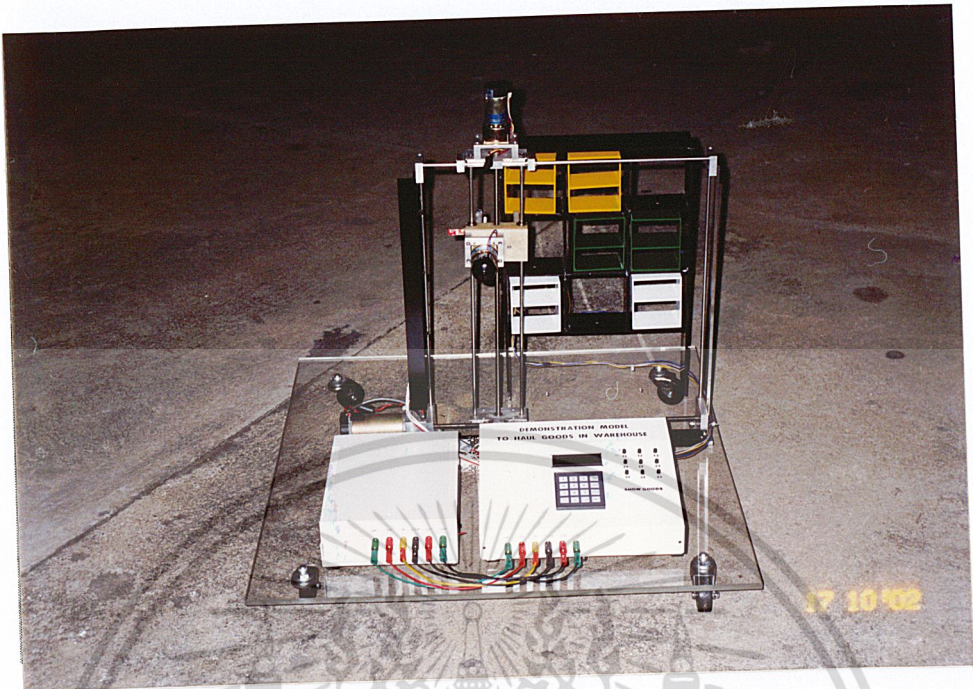


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก  
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



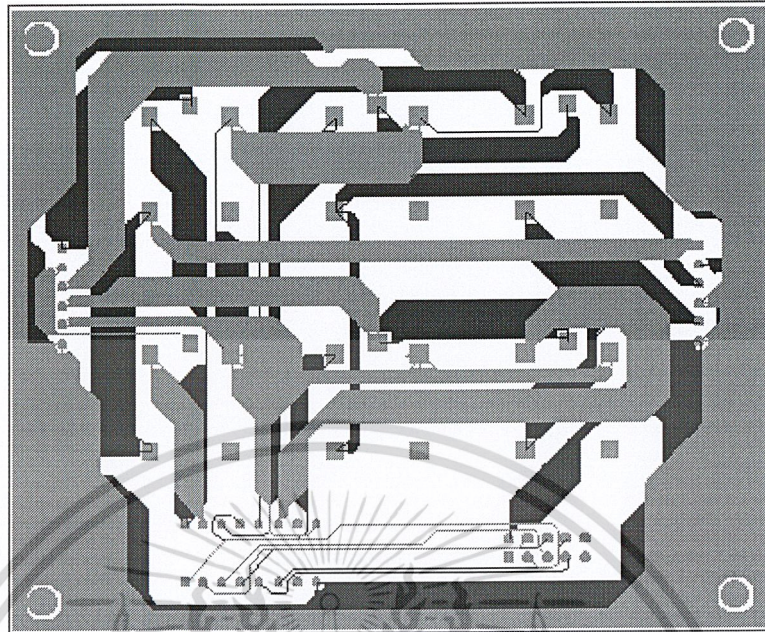
รูปที่ ก.1 รูปสำเร็จของชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

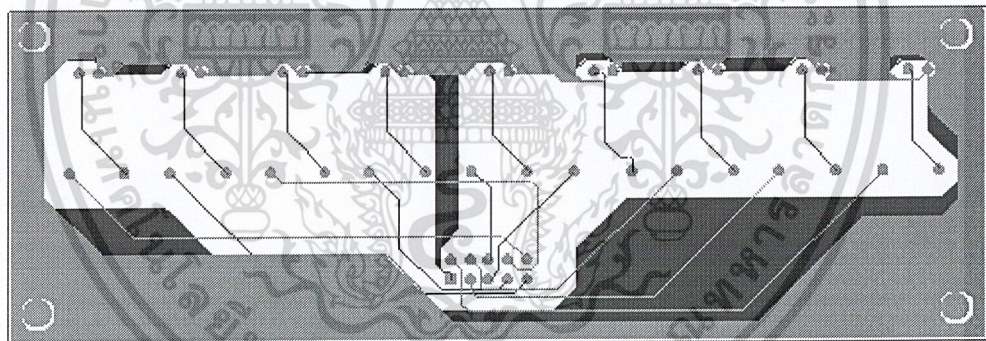


ภาคผนวก ข  
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

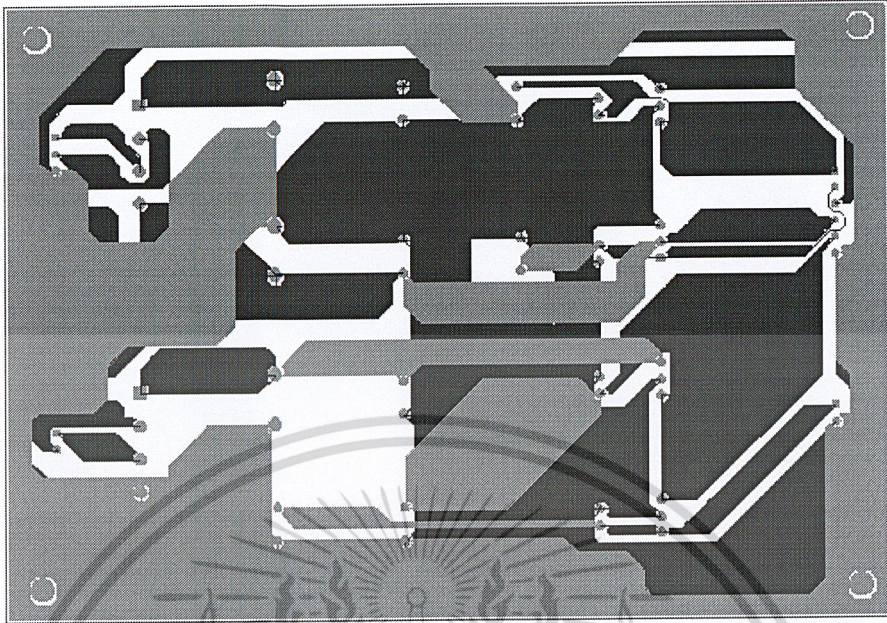


รูปที่ ข.1 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์

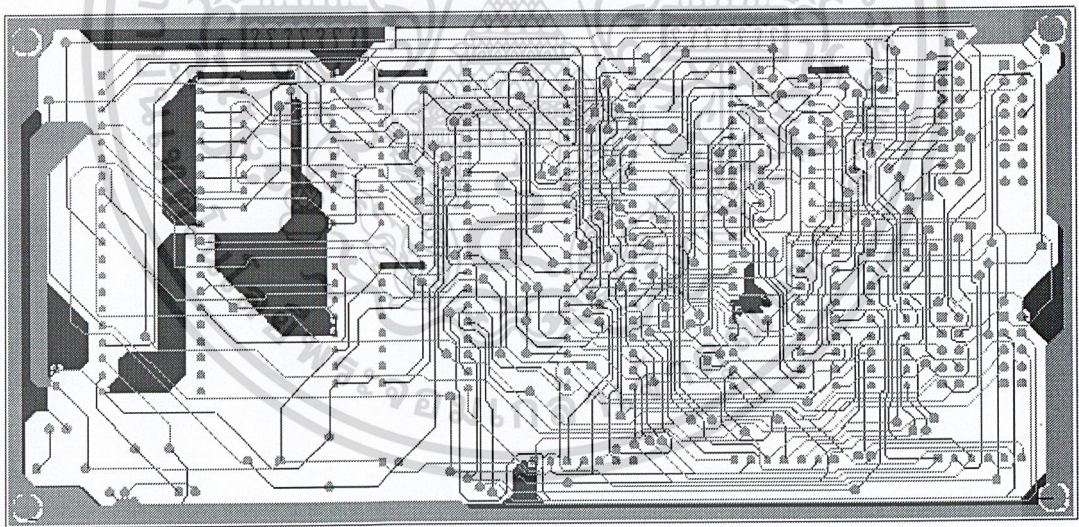


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแสดงผลแอลอีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ ข.4 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรลิมิตสวิตช์ วงจรควบคุมเซนเซอร์ วงจรวงจรสวิตช์เมตริกซ์  
วงจรแสดงผลแอลซีดี และวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ORG      0000H
PORTA1   EQU 0C000H
PORTB1   EQU 0C001H
PORTC1   EQU 0C002H
PORTCON1 EQU 0C003H
PORTA2   EQU 0E000H
PORTB2   EQU 0E001H
PORTC2   EQU 0E002H
PORTCON2 EQU 0E003H
LCD_RS   BIT P1.1
LCD_EN   BIT P1.0
C0       BIT P1.2
C1       BIT P1.3
C2       BIT P1.4
C3       BIT P1.5
LCD_ADDR EQU 30H
LCD_DATA EQU 31H
H_TO_A   EQU 32H
ASCII_LOW EQU 33H
ASCII_HIGH EQU 34H
IN_BUTTON EQU 35H
OUT_BUTTON EQU 36H
KPAD_DATA EQU 32H

;*****
;MAIN PROGRAM
;*****

MAIN:
    MOV DPTR,#PORTCON1
    MOV A,#82H
    MOVX @DPTR,A
    LCALL DELAY_100uS
    MOV DPTR,#PORTCON2
    MOV A,#90H
    MOVX @DPTR,A
    LCALL DELAY_100uS
    MOV DPTR,#PORTA1
    MOV A,#00H
    MOVX @DPTR,A
    MOV DPTR,#PORTC1
    MOV A,#00H
    MOVX @DPTR,A
    SETB C0
    SETB C1
    SETB C2
    SETB C3
    LCALL NIT_LCD

;*****
;SHOW MAIN DISPLAY.
;RECIVE COMMAND FROM COMPUTER.
;TRANSLATE DATA IN RAM TO COMPUTER.
;*****

START:
    MOV IN_BUTTON,#00H
    MOV OUT_BUTTON,#00H
    MOV DPTR,#PORTC1
    MOV A,#00H
    MOVX @DPTR,A
    MOV LCD_ADDR,#00H
    LCALL SET_ADDR_LCD
    MOV DPTR,#MAIN1
    LCALL WRLINE_LCD
    MOV LCD_ADDR,#40H
    LCALL SET_ADDR_LCD
    MOV DPTR,#MAIN2
    LCALL WRLINE_LCD
    LCALL GET_KEYPAD
    LCALL DELAY_100mS
    MOV A,KPAD_DATA
    CJNE A,#0FFH,SHOW_KEY

```

```

SHOW_KEY:      AJMP FINISH
CHK_IN:        MOV A,KPAD_DATA
               CJNE A,#10H,CHK_OUT
               MOV IN_BUTTON,A
               LCALL LCD_CLR
               MOV LCD_ADDR,#01H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV LCD_DATA,#'I'
               LCALL WRCHAR_LCD
               MOV LCD_ADDR,#02H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV LCD_DATA,#'N'
               LCALL WRCHAR_LCD
               MOV LCD_ADDR,#03H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV LCD_DATA,#' '
               LCALL WRCHAR_LCD
               MOV LCD_ADDR,#04H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV LCD_DATA,#'='
               LCALL WRCHAR_LCD
               MOV LCD_ADDR,#05H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV LCD_DATA,#'D'
               LCALL WRCHAR_LCD
CHK_IN_AGAIN:  LCALL GET_KEYPAD
               LCALL DELAY_100mS
               MOV A,KPAD_DATA
               LCALL FIRST_HOLE
CHK_OUT:       AJMP CHK_IN_AGAIN
               CJNE A,#11H,CHK_UP_DOWN
               MOV OUT_BUTTON,A
               LCALL LCD_CLR
               MOV LCD_ADDR,#01H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV LCD_DATA,#'O'
               LCALL WRCHAR_LCD
               MOV LCD_ADDR,#02H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV LCD_DATA,#'U'
               LCALL WRCHAR_LCD
               MOV LCD_ADDR,#03H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV LCD_DATA,#'T'
               LCALL WRCHAR_LCD
               MOV LCD_ADDR,#04H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV LCD_DATA,#' '
               LCALL WRCHAR_LCD
               MOV LCD_ADDR,#05H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV LCD_DATA,#'='
               LCALL WRCHAR_LCD
               MOV LCD_ADDR,#06H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV LCD_DATA,#' '
               LCALL WRCHAR_LCD
CHK_OUT_AGAIN: LCALL GET_KEYPAD
               LCALL DELAY_100mS
               MOV A,KPAD_DATA
               LCALL FIRST_HOLE
               AJMP CHK_OUT_AGAIN
CHK_UP_DOWN:   CJNE A,#14H,CHK_LEFT_RIGHT
               LCALL LCD_CLR
               MOV LCD_ADDR,#00H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV DPTR,#UP_DOWN1
               LCALL WRLINE_LCD
               MOV LCD_ADDR,#40H
               LCALL SET_ADDR_LCD
               MOV DPTR,#UP_DOWN2
               LCALL WRLINE_LCD

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่สามารถแก้ไข ทั่วทั้งฉบับ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้

```

UD_AGAIN:      MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#00H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL GET_KEYPAD
                LCALL DELAY_100mS
                MOV A,KPAD_DATA
CHK_UP:        CJNE A,#01H,CHK_DOWN
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#04H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL GET_KEYPAD
                MOV A,KPAD_DATA
                AJMP CHK_UP
CHK_DOWN:     CJNE A,#02H,CHK_CLEAR_UD
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#08H
                MOVX @DPTR,A
                MOV DPTR,#PORTA2
                MOVX A,@DPTR
                ANL A,#0FH
                CJNE A,#01H,NO_ZERO_ONE1
                LCALL DELAY_100mS
                LCALL DELAY_100mS
                LCALL DELAY_100mS
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#00H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_1S
                AJMP UD_AGAIN
NO_ZERO_ONE1: LCALL GET_KEYPAD
                MOV A,KPAD_DATA
                AJMP CHK_DOWN
CHK_CLEAR_UD: CJNE A,#12H,UD_AGAIN
                LCALL LCD_CLR
                AJMP FINISH
CHK_LEFT_RIGHT: CJNE A,#15H,CHK_PORTA2
                LCALL LCD_CLR
                MOV LCD_ADDR,#00H
                LCALL SET_ADDR_LCD
                MOV DPTR,#LEFT_RIGHT1
                LCALL WRLINE_LCD
                MOV LCD_ADDR,#40H
                LCALL SET_ADDR_LCD
                MOV DPTR,#LEFT_RIGHT2
                LCALL WRLINE_LCD
LR_AGAIN:     MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#00H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL GET_KEYPAD
                LCALL DELAY_100mS
                MOV A,KPAD_DATA
CHK_LEFT:     CJNE A,#01H,CHK_RIGHT
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#02H
                MOVX @DPTR,A
                MOV DPTR,#PORTA2
                MOVX A,@DPTR
                ANL A,#0F0H
                CJNE A,#10H,NO_ONE_ZERO1
                LCALL DELAY_100mS
                LCALL DELAY_50mS
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#00H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_1S
                ;ACALL LCD_CLR
                AJMP LR_AGAIN
NO_ONE_ZERO1: LCALL GET_KEYPAD
                MOV A,KPAD_DATA
                AJMP CHK_LEFT
CHK_RIGHT:    CJNE A,#02H,CHK_CLEAR_LR
                MOV DPTR,#PORTC1

```

```

MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
LCALL GET_KEYPAD
MOV A,KPAD_DATA
AJMP CHK_RIGHT
CHK_CLEAR_LR: CJNE A,#12H,LR_AGAIN
LCALL LCD_CLR
AJMP FINISH
CHK_PORTA2: CJNE A,#13H,NO_STATUS
LCALL LCD_CLR
MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
MOV H_TO_A,A
LCALL HEX_TO_ASCII2
MOV LCD_ADDR,#00H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA,ASCII_HIGH
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR,#01H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA,ASCII_LOW
LCALL WRCHAR_LCD
LCALL DELAY_1S
LCALL DELAY_1S
NO_STATUS: LCALL LCD_CLR
FINISH: AJMP START

;*****
;CHECK HOLE.
;*****

FIRST_HOLE: CJNE A,#01H,SECOND_HOLE
PUSH ACC
CHK_IN_BUTTON1: MOV A,IN_BUTTON
CJNE A,#10H,CHK_OUT_BUTTON1
POP ACC
LCALL IN_HOLE
LCALL TAKE_BOX
AJMP CONTROL_MOTOR1
CHK_OUT_BUTTON1: MOV A,OUT_BUTTON
CJNE A,#11H,SECOND_HOLE
POP ACC
LCALL OUT_HOLE
SJMP CONTROL_MOTOR1
CONTROL_MOTOR1: MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#04H
MOVX @DPTR,A

CHK_ONE_TWO1: MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#12H,CHK_ONE_TWO1
LCALL DELAY_100mS
LCALL DELAY_100mS
LCALL DELAY_100mS
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_1S
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
CHK_TWO_ZERO1: MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#20H,CHK_TWO_ZERO1
LCALL DELAY_100mS
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_1S
LCALL BOX_IN
LCALL CHK_O_Z_HOR
LCALL CHK_ONE_ONE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษานานาชาติเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่สามารถแก้ไข ตัดต่อ หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                LCALL LCD_CLR
                AJMP FINISH
SECOND_HOLE:   CJNE A, #02H, THIRD_HOLE
                PUSH ACC
CHK_IN_BUTTON2: MOV A, IN_BUTTON
                CJNE A, #10H, CHK_OUT_BUTTON2
                POP ACC
                LCALL IN_HOLE
                LCALL TAKE_BOX
                AJMP CONTROL_MOTOR2
CHK_OUT_BUTTON2: MOV A, OUT_BUTTON
                CJNE A, #11H, THIRD_HOLE
                POP ACC
                LCALL OUT_HOLE
                SJMP CONTROL_MOTOR2
CONTROL_MOTOR2: MOV DPTR, #PORTC1
                MOV A, #04H
                MOVX @DPTR, A
CHK_ONE_TWO2:  MOV DPTR, #PORTA2
                MOVX A, @DPTR
                CJNE A, #12H, CHK_ONE_TWO2
                LCALL DELAY_100mS
                LCALL DELAY_100mS
                LCALL DELAY_100mS
                MOV DPTR, #PORTC1
                MOV A, #00H
                MOVX @DPTR, A
                LCALL DELAY_1S
                MOV DPTR, #PORTC1
                MOV A, #01H
                MOVX @DPTR, A
CHK_FOUR_ZERO2: MOV DPTR, #PORTA2
                MOVX A, @DPTR
                CJNE A, #40H, CHK_FOUR_ZERO2
                LCALL DELAY_100mS
                MOV DPTR, #PORTC1
                MOV A, #00H
                MOVX @DPTR, A
                LCALL DELAY_1S
                LCALL BOX_IN
                LCALL CHK_O_Z_HOR
                LCALL CHK_ONE_ONE
                LCALL LCD_CLR
                AJMP FINISH
THIRD_HOLE:   CJNE A, #03H, FORTH_HOLE
                PUSH ACC
CHK_IN_BUTTON3: MOV A, IN_BUTTON
                CJNE A, #10H, CHK_OUT_BUTTON3
                POP ACC
                LCALL IN_HOLE
                LCALL TAKE_BOX
                AJMP CONTROL_MOTOR3
CHK_OUT_BUTTON3: MOV A, OUT_BUTTON
                CJNE A, #11H, FORTH_HOLE
                POP ACC
                LCALL OUT_HOLE
                SJMP CONTROL_MOTOR3
CONTROL_MOTOR3: MOV DPTR, #PORTC1
                MOV A, #04H
                MOVX @DPTR, A
CHK_ONE_TWO3:  MOV DPTR, #PORTA2
                MOVX A, @DPTR
                CJNE A, #12H, CHK_ONE_TWO3
                LCALL DELAY_100mS
                LCALL DELAY_100mS
                LCALL DELAY_100mS
                MOV DPTR, #PORTC1
                MOV A, #00H
                MOVX @DPTR, A
                LCALL DELAY_1S
                MOV DPTR, #PORTC1
                MOV A, #01H

```

```

CHK_EIGHT_ZERO3:  MOVX @DPTR,A
                   MOV DPTR,#PORTA2
                   MOVX A,@DPTR
                   CJNE A,#80H,CHK_EIGHT_ZERO3
                   LCALL DELAY_100ms
                   MOV DPTR,#PORTC1
                   MOV A,#00H
                   MOVX @DPTR,A
                   LCALL DELAY_1S
                   LCALL BOX_IN
                   LCALL CHK_O_Z_HOR
                   LCALL CHK_ONE_ONE
                   LCALL LCD_CLR
                   AJMP FINISH
FORTH_HOLE:       CJNE A,#04H,FIFTH_HOLE
                   PUSH ACC
CHK_IN_BUTTON4:   MOV A,IN_BUTTON
                   CJNE A,#10H,CHK_OUT_BUTTON4
                   POP ACC
                   LCALL IN_HOLE
                   LCALL TAKE_BOX
                   AJMP CONTROL_MOTOR4
CHK_OUT_BUTTON4:  MOV A,OUT_BUTTON
                   CJNE A,#11H,FIFTH_HOLE
                   POP ACC
                   LCALL OUT_HOLE
                   SJMP CONTROL_MOTOR4
CONTROL_MOTOR4:  MOV DPTR,#PORTC1
                   MOV A,#04H
                   MOVX @DPTR,A
CHK_ONE_FOUR4:    MOV DPTR,#PORTA2
                   MOVX A,@DPTR
                   CJNE A,#14H,CHK_ONE_FOUR4
                   LCALL DELAY_100ms
                   LCALL DELAY_100ms
                   LCALL DELAY_100ms
                   MOV DPTR,#PORTC1
                   MOV A,#00H
                   MOVX @DPTR,A
                   LCALL DELAY_1S
                   MOV DPTR,#PORTC1
                   MOV A,#01H
                   MOVX @DPTR,A
CHK_TWO_ZERO4:    MOV DPTR,#PORTA2
                   MOVX A,@DPTR
                   CJNE A,#20H,CHK_TWO_ZERO4
                   LCALL DELAY_100ms
                   MOV DPTR,#PORTC1
                   MOV A,#00H
                   MOVX @DPTR,A
                   LCALL DELAY_1S
                   LCALL BOX_IN
                   LCALL CHK_O_Z_HOR
                   LCALL CHK_ONE_ONE
                   LCALL LCD_CLR
                   AJMP FINISH
FIFTH_HOLE:       CJNE A,#05H,SIXTH_HOLE
                   PUSH ACC
CHK_IN_BUTTON5:   MOV A,IN_BUTTON
                   CJNE A,#10H,CHK_OUT_BUTTON5
                   POP ACC
                   LCALL IN_HOLE
                   LCALL TAKE_BOX
                   AJMP CONTROL_MOTOR5
CHK_OUT_BUTTON5:  MOV A,OUT_BUTTON
                   CJNE A,#11H,SIXTH_HOLE
                   POP ACC
                   LCALL OUT_HOLE
                   SJMP CONTROL_MOTOR5
CONTROL_MOTOR5:  MOV DPTR,#PORTC1
                   MOV A,#04H
                   MOVX @DPTR,A

```

```

CHK_ONE_FOUR5:    MOV DPTR,#PORTA2
                  MOVX A,@DPTR
                  CJNE A,#14H,CHK_ONE_FOURS
                  LCALL DELAY_100mS
                  LCALL DELAY_100mS
                  LCALL DELAY_100mS
                  MOV DPTR,#PORTC1
                  MOV A,#00H
                  MOVX @DPTR,A
                  LCALL DELAY_1S
                  MOV DPTR,#PORTC1
                  MOV A,#01H
                  MOVX @DPTR,A
CHK_FOUR_ZERO5:  MOV DPTR,#PORTA2
                  MOVX A,@DPTR
                  CJNE A,#40H,CHK_FOUR_ZERO5
                  LCALL DELAY_100mS
                  MOV DPTR,#PORTC1
                  MOV A,#00H
                  MOVX @DPTR,A
                  LCALL DELAY_1S
                  LCALL BOX_IN
                  LCALL CHK_O_Z_HOR
                  LCALL CHK_ONE_ONE
                  LCALL LCD_CLR
                  AJMP FINISH
SIXTH_HOLE:     CJNE A,#06H,SEVENTH_HOLE
                  PUSH ACC
CHK_IN_BUTTON6:  MOV A,IN_BUTTON
                  CJNE A,#10H,CHK_OUT_BUTTON6
                  POP ACC
                  LCALL OUT_HOLE
                  LCALL TAKE_BOX
                  AJMP CONTROL_MOTOR6
CHK_OUT_BUTTON6: MOV A,OUT_BUTTON
                  CJNE A,#11H,SEVENTH_HOLE
                  POP ACC
                  LCALL IN_HOLE
                  SJMP CONTROL_MOTOR6
CONTROL_MOTOR6: MOV DPTR,#PORTC1
                  MOV A,#04H
                  MOVX @DPTR,A
CHK_ONE_FOUR6:  MOV DPTR,#PORTA2
                  MOVX A,@DPTR
                  CJNE A,#14H,CHK_ONE_FOUR6
                  LCALL DELAY_100mS
                  LCALL DELAY_100mS
                  LCALL DELAY_100mS
                  MOV DPTR,#PORTC1
                  MOV A,#00H
                  MOVX @DPTR,A
                  LCALL DELAY_1S
                  MOV DPTR,#PORTC1
                  MOV A,#01H
                  MOVX @DPTR,A
CHK_EIGHT_ZERO6: MOV DPTR,#PORTA2
                  MOVX A,@DPTR
                  CJNE A,#80H,CHK_EIGHT_ZERO6
                  LCALL DELAY_100mS
                  MOV DPTR,#PORTC1
                  MOV A,#00H
                  MOVX @DPTR,A
                  LCALL DELAY_1S
                  LCALL BOX_IN
                  LCALL CHK_O_Z_HOR
                  LCALL CHK_ONE_ONE
                  LCALL LCD_CLR
                  AJMP FINISH
SEVENTH_HOLE:   CJNE A,#07H,EIGHTH_HOLE
                  PUSH ACC
CHK_IN_BUTTON7:  MOV A,IN_BUTTON
                  CJNE A,#10H,CHK_OUT_BUTTON7

```

```

POP ACC
LCALL IN_HOLE
LCALL TAKE_BOX
AJMP CONTROL_MOTOR7
CHK_OUT_BUTTON7:
MOV A,OUT_BUTTON
CJNE A,#11H,EIGHTH_HOLE
POP ACC
LCALL OUT_HOLE
SJMP CONTROL_MOTOR7
CONTROL_MOTOR7:
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#04H
MOVX @DPTR,A
CHK_ONE_EIGHT7:
MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#18H,CHK_ONE_EIGHT7
LCALL DELAY_100mS
LCALL DELAY_100mS
LCALL DELAY_100mS
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_1S
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
CHK_TWO_ZERO7:
MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#20H,CHK_TWO_ZERO7
LCALL DELAY_100mS
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_1S
LCALL BOX_IN
LCALL CHK_O_Z_HOR
LCALL CHK_ONE_ONE
LCALL LCD_CLR
AJMP FINISH
EIGHTH_HOLE:
CJNE A,#08H,NINTH_HOLE
PUSH ACC
CHK_IN_BUTTON8:
MOV A,IN_BUTTON
CJNE A,#10H,CHK_OUT_BUTTON8
POP ACC
LCALL IN_HOLE
LCALL TAKE_BOX
AJMP CONTROL_MOTOR8
CHK_OUT_BUTTON8:
MOV A,OUT_BUTTON
CJNE A,#11H,NINTH_HOLE
POP ACC
LCALL OUT_HOLE
SJMP CONTROL_MOTOR8
CONTROL_MOTOR8:
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#04H
MOVX @DPTR,A
CHK_ONE_EIGHT8:
MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#18H,CHK_ONE_EIGHT8
LCALL DELAY_100mS
LCALL DELAY_100mS
LCALL DELAY_100mS
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_1S
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
CHK_FOUR_ZERO8:
MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#40H,CHK_FOUR_ZERO8
LCALL DELAY_100mS
MOV DPTR,#PORTC1

```

```

MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_1S
LCALL BOX_IN
LCALL CHK_O_Z_HOR
LCALL CHK_ONE_ONE
LCALL LCD_CLR
AJMP FINISH
NINTH_HOLE: CJNE A,#09H,NO_HOLE
PUSH ACC
CHK_IN_BUTTON9: MOV A,IN_BUTTON
CJNE A,#10H,CHK_OUT_BUTTON9
POP ACC
LCALL IN_HOLE
LCALL TAKE_BOX
AJMP CONTROL_MOTOR9
CHK_OUT_BUTTON9: MOV A,OUT_BUTTON
CJNE A,#11H,NO_HOLE
POP ACC
LCALL OUT_HOLE
SJMP CONTROL_MOTOR9
CONTROL_MOTOR9: MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#04H
MOVX @DPTR,A
CHK_ONE_EIGHT9: MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#18H,CHK_ONE_EIGHT9
LCALL DELAY_100mS
LCALL DELAY_100mS
LCALL DELAY_100mS
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_1S
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#01H
MOVX @DPTR,A
CHK_EIGHT_ZERO9: MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#80H,CHK_EIGHT_ZERO9
LCALL DELAY_100mS
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_1S
LCALL BOX_IN
LCALL CHK_O_Z_HOR
LCALL CHK_ONE_ONE
LCALL LCD_CLR
AJMP FINISH
NO_HOLE: RET

;*****
;CHECK START.
;*****

CHK_O_Z_HOR: MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#02H
MOVX @DPTR,A
CHK_O_Z_HOR1: MOV DPTR,#PORTA2
MOVX A,@DPTR
ANL A,#0F0H
CJNE A,#10H,CHK_O_Z_HOR1
LCALL DELAY_100mS
LCALL DELAY_50mS
MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_1S
RET
CHK_ONE_ONE: MOV DPTR,#PORTC1
MOV A,#08H

```

```

CHK_ONE:      MOVX @DPTR,A
              MOV DPTR,#PORTA2
              MOVX A,@DPTR
              CJNE A,#11H,CHK_ONE
              LCALL DELAY_100mS
              LCALL DELAY_100mS
              LCALL DELAY_100mS
              MOV DPTR,#PORTC1
              MOV A,#00H
              MOVX @DPTR,A
              RET

```

```

;*****
;SHOW PRESS ENTER.
;*****

```

```

IN_HOLE:     MOV H TO A,A
              LCALL HEX_TO_ASCII2
              MOV LCD_ADDR,#06H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,ASCII_HIGH
              LCALL WRCHAR_LCD
              MOV LCD_ADDR,#07H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,ASCII_LOW
              LCALL WRCHAR_LCD
              MOV LCD_ADDR,#41H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,#'P'
              LCALL WRCHAR_LCD
              MOV LCD_ADDR,#42H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,#'R'
              LCALL WRCHAR_LCD
              MOV LCD_ADDR,#43H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,#'E'
              LCALL WRCHAR_LCD
              MOV LCD_ADDR,#44H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,#'S'
              LCALL WRCHAR_LCD
              MOV LCD_ADDR,#45H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,#'S'
              LCALL WRCHAR_LCD
              MOV LCD_ADDR,#46H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,#' '
              LCALL WRCHAR_LCD
              MOV LCD_ADDR,#47H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,#'E'
              LCALL WRCHAR_LCD
              MOV LCD_ADDR,#48H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,#'N'
              LCALL WRCHAR_LCD
              MOV LCD_ADDR,#49H
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,#'T'
              LCALL WRCHAR_LCD
              MOV LCD_ADDR,#4AH
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,#'E'
              LCALL WRCHAR_LCD
              MOV LCD_ADDR,#4BH
              LCALL SET_ADDR_LCD
              MOV LCD_DATA,#'R'
              LCALL WRCHAR_LCD
              LCALL GET_KEYPAD
              LCALL DELAY_100mS
CHK_ENTER_IN:

```

```

MOV A, KPAD_DATA
CJNE A, #13H, CHK_CLEAR_IN
AJMP PRESS_ENTER_IN
CHK_CLEAR_IN:
CJNE A, #12H, CHK_ENTER_IN
LCALL LCD_CLR
AJMP FINISH
PRESS_ENTER_IN:
OUT_HOLE:
MOV H_TO_A, A
LCALL HEX_TO_ASCII2
MOV LCD_ADDR, #07H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, ASCII_HIGH
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR, #08H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, ASCII_LOW
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR, #41H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, #'P'
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR, #42H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, #'R'
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR, #43H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, #'E'
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR, #44H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, #'S'
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR, #45H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, #'S'
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR, #46H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, #' '
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR, #47H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, #'E'
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR, #48H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, #'N'
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR, #49H
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, #'T'
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR, #4AH
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, #'E'
LCALL WRCHAR_LCD
MOV LCD_ADDR, #4BH
LCALL SET_ADDR_LCD
MOV LCD_DATA, #'R'
LCALL WRCHAR_LCD
CHK_ENTER_OUT:
LCALL GET_KEYPAD
LCALL DELAY_100mS
MOV A, KPAD_DATA
CJNE A, #13H, CHK_CLEAR_OUT
AJMP PRESS_ENTER_OUT
CHK_CLEAR_OUT:
LCALL LCD_CLR
AJMP FINISH
PRESS_ENTER_OUT:
RET

```

```

;*****
;TAKE_BOX.
;*****

```

```

TAKE_BOX:      MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#10H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_10S
                LCALL DELAY_1S
                LCALL DELAY_1S
                LCALL DELAY_1S
                ; LCALL DELAY_1S
                ; ACALL DELAY_1S
                ; ACALL DELAY_1S
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#00H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_1S
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#04H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_1S
                LCALL DELAY_1S
                LCALL DELAY_1S
                ; ACALL DELAY_1S
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#00H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_1S
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#20H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_10S
                LCALL DELAY_1S
                LCALL DELAY_1S
                LCALL DELAY_1S
                ; LCALL DELAY_1S
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#00H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_1S
                RET

```

```

BOX_IN:        MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#10H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_10S
                LCALL DELAY_1S
                LCALL DELAY_1S
                LCALL DELAY_1S
                ; LCALL DELAY_1S
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#00H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_1S
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#08H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_1S
                LCALL DELAY_1S
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#00H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_1S
                MOV DPTR,#PORTC1
                MOV A,#20H
                MOVX @DPTR,A
                LCALL DELAY_10S
                LCALL DELAY_1S
                LCALL DELAY_1S
                LCALL DELAY_1S
                ; LCALL DELAY_1S
                MOV DPTR,#PORTC1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงบนสื่อออนไลน์และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV A,#00H
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_1S
RET

;*****
;CONVERT HEX TO ASCII.
;*****

HEX_TO_ASCII2:  MOV A,H_TO_A
                 ANL A,#0FH
                 LCALL HEX_TO_ASCII1
                 MOV ASCII_LOW,A
                 MOV A,H_TO_A
                 SWAP A
                 ANL A,#0FH
                 LCALL HEX_TO_ASCII1
                 MOV ASCII_HIGH,A
                 RET

HEX_TO_ASCII1:  PUSH ACC
                 CLR C
                 SUBB A,#0AH
                 POP ACC
                 JC L1
L1:              ADD A,#7
                 ADD A,#30H
                 RET

;*****
;GET KEYPAD.
;*****

GET_KEYPAD:     MOV KPAD_DATA,#0FFH
CHK_CO:         CLR C0
                 MOV DPTR,#PORTB1
                 MOVX A,@DPTR
                 CJNE A,#07EH,CHK_COR1
CHK_COR1:      MOV KPAD_DATA,#01H
                 CJNE A,#07DH,CHK_COR2
CHK_COR2:      MOV KPAD_DATA,#04H
                 CJNE A,#07BH,CHK_COR3
CHK_COR3:      MOV KPAD_DATA,#07H
                 CJNE A,#077H,CHK_C1
CHK_C1:        SETB C0
                 CLR C1
                 MOV DPTR,#PORTB1
                 MOVX A,@DPTR
                 CJNE A,#0BEH,CHK_C1R1
CHK_C1R1:     MOV KPAD_DATA,#02H
                 CJNE A,#0BDH,CHK_C1R2
CHK_C1R2:     MOV KPAD_DATA,#05H
                 CJNE A,#0BBH,CHK_C1R3
CHK_C1R3:     MOV KPAD_DATA,#08H
                 CJNE A,#0B7H,CHK_C2
CHK_C2:       MOV KPAD_DATA,#00H
                 SETB C1
                 CLR C2
                 MOV DPTR,#PORTB1
                 MOVX A,@DPTR
                 CJNE A,#0DEH,CHK_C2R1
CHK_C2R1:    MOV KPAD_DATA,#03H
                 CJNE A,#0DDH,CHK_C2R2
CHK_C2R2:    MOV KPAD_DATA,#06H
                 CJNE A,#0DBH,CHK_C2R3
CHK_C2R3:    MOV KPAD_DATA,#09H
                 CJNE A,#0D7H,CHK_C3
CHK_C3:      MOV KPAD_DATA,#15H
                 SETB C2
                 CLR C3
                 MOV DPTR,#PORTB1
                 MOVX A,@DPTR

```

```

CHK_C3R1:    CJNE A, #0EEH,CHK_C3R1
              MOV  KPAD_DATA,#10H
CHK_C3R2:    CJNE A, #0EDH,CHK_C3R2
              MOV  KPAD_DATA,#11H
CHK_C3R3:    CJNE A, #0EBH,CHK_C3R3
              MOV  KPAD_DATA,#12H
CHK_END:     CJNE A, #0E7H,CHK_END
              MOV  KPAD_DATA,#13H
              SETB C3
              RET

```

```

;*****
;CONTROL LCD
;*****

```

```
INIT_LCD:    LCALL DELAY_100mS
```

```
              CLR  LCD_RS
```

```
              MOV  DPTR,#PORTA1
```

```
              MOV  A,#00111000B
```

```
              MOVX @DPTR,A
```

```
              LCALL LCD_CLK
```

```
              LCALL DELAY_10mS
```

```
              MOV  DPTR,#PORTA1
```

```
              MOV  A,#00111000B
```

```
              MOVX @DPTR,A
```

```
              LCALL LCD_CLK
```

```
              LCALL LCD_OFF
```

```
              LCALL LCD_CLR
```

```
              MOV  DPTR,#PORTA1
```

```
              MOV  A,#00000110B
```

```
              MOVX @DPTR,A
```

```
              LCALL LCD_CLK
```

```
              LCALL LCD_HOME
```

```
LCD_CLR:    CLR  LCD_RS
```

```
              MOV  DPTR,#PORTA1
```

```
              MOV  A,#00000001B
```

```
              MOVX @DPTR,A
```

```
              LCALL LCD_CLK
```

```
              RET
```

```
LCD_HOME:  CLR  LCD_RS
```

```
              MOV  DPTR,#PORTA1
```

```
              MOV  A,#00000010B
```

```
              MOVX @DPTR,A
```

```
              LCALL LCD_CLK
```

```
              RET
```

```
LCD_OFF:   CLR  LCD_RS
```

```
              MOV  DPTR,#PORTA1
```

```
              MOV  A,#00001000B
```

```
              MOVX @DPTR,A
```

```
              LCALL LCD_CLK
```

```
              RET
```

```
LCD_CLK:   SETB LCD_EN
```

```
              LCALL LCD_DELAY
```

```
              CLR  LCD_EN
```

```
              LCALL LCD_DELAY
```

```
              RET
```

```
LCD_ON:    CLR  LCD_RS
```

```
              MOV  DPTR,#PORTA1
```

```
              MOV  A,#00001100B
```

```
              MOVX @DPTR,A
```

```
              LCALL LCD_CLK
```

```
              RET
```

```
SET_ADDR_LCD: CLR  LCD_RS
```

```
              MOV  A,LCD_ADDR
```

```
              SETB ACC.7
```

```
              MOV  DPTR,#PORTA1
```

```
              MOVX @DPTR,A
```

```
              LCALL LCD_CLK
```

```
              RET
```

```
WRCHAR_LCD: SETB LCD_RS
```

```
              MOV  DPTR,#PORTA1
```

```
              MOV  A,LCD_DATA
```

```
              MOVX @DPTR,A
```

```
              LCALL LCD_CLK
```

```
              RET
```

```

MOVX @DPTR,A
LCALL LCD_CLK
LCALL LCD_ON
RET
WRLINE_LCD:
WRLINE_LCD_1:
MOV R0,#0
SETB LCD_RS
CLR A
MOVC A,@A+DPTR
PUSH DPH
PUSH DPL
MOV DPTR,#PORTA1
MOVX @DPTR,A
LCALL LCD_CLK
POP DPL
POP DPH
INC DPTR
INC R0
CJNE R0,#16,WRLINE_LCD_1
LCALL LCD_ON
RET

```

```

;*****
;TIME DELAY
;*****

```

```

SDELAY:
NOP
NOP
RET
DELAY_100uS:
MOV R7,#100
DELAY_100uS1:
NOP
DJNZ R7,DELAY_100uS1
RET
LCD_DELAY:
MOV R7,#2
LCD_DELAY_1:
MOV R6,#0E6H
LCD_DELAY_2:
NOP
DJNZ R6,LCD_DELAY_2
DJNZ R7,LCD_DELAY_1
RET
DELAY_10mS:
MOV R7,#10
DELAY_10mS_1:
MOV R6,#0E6H
DELAY_10mS_2:
NOP
DJNZ R6,DELAY_10mS_2
DJNZ R7,DELAY_10mS_1
RET
DELAY_50mS:
MOV R7,#50
DELAY_50mS_1:
MOV R6,#0E6H
DELAY_50mS_2:
NOP
DJNZ R6,DELAY_50mS_2
DJNZ R7,DELAY_50mS_1
RET
DELAY_100mS:
MOV R7,#100
DELAY_100mS_1:
MOV R6,#0E6H
DELAY_100mS_2:
NOP
DJNZ R6,DELAY_100mS_2
DJNZ R7,DELAY_100mS_1
RET
DELAY_500mS:
MOV R5,#5
DELAY_500mS_1:
ACALL DELAY_100mS
DJNZ R5,DELAY_500mS_1
RET
DELAY_1S:
MOV R5,#10
DELAY_1S_1:
ACALL DELAY_100mS
DJNZ R5,DELAY_1S_1
RET
DELAY_5S:
MOV R4,#5
DELAY_5S_1:
ACALL DELAY_1S
DJNZ R4,DELAY_5S_1
RET
DELAY_10S:
MOV R4,#10
DELAY_10S_1:
ACALL DELAY_1S
DJNZ R4,DELAY_10S_1
RET

```

```

MAIN1:          DB '*MAGNETIC CARD*'
MAIN2:          DB '***CONTROL GATE**'
UP_DOWN1:      DB '** UP PUSH 1 **'
UP_DOWN2:      DB '** DOWN PUSH 2 *'
LEFT_RIGHT1:   DB '* LEFT PUSH 1 **'
LEFT_RIGHT2:   DB '* RIGHT PUSH 2 *'

END

```

### รูปที่ ค.1 โปรแกรมการทำงาน

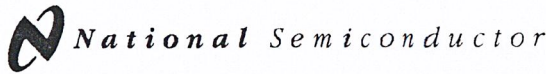


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง  
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



May 1992

# DM54LS373/DM74LS373, DM54LS374/DM74LS374 TRI-STATE® Octal D-Type Transparent Latches and Edge-Triggered Flip-Flops

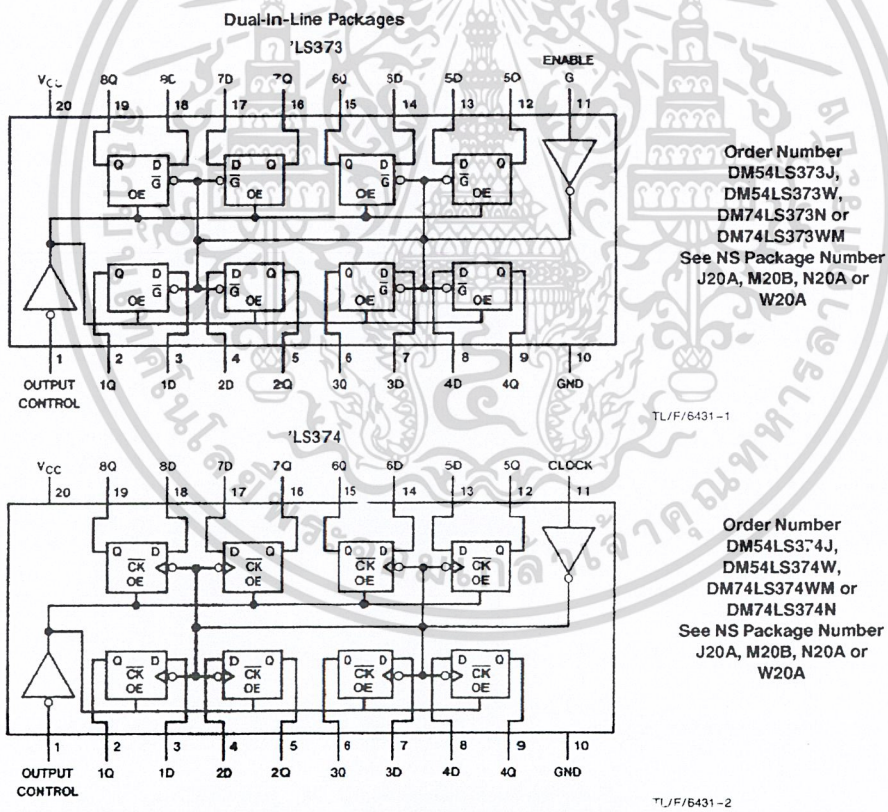
## General Description

These 8-bit registers feature totem-pole TRI-STATE outputs designed specifically for driving highly-capacitive or relatively low-impedance loads. The high-impedance state and increased high-logic level drive provide these registers with the capability of being connected directly to and driving the bus lines in a bus-organized system without need for interface or pull-up components. They are particularly attractive for implementing buffer registers, I/O ports, bidirectional bus drivers, and working registers. (Continued)

## Features

- Choice of 8 latches or 8 D-type flip-flops in a single package
- TRI-STATE bus-driving outputs
- Full parallel-access for loading
- Buffered control inputs
- P-N-P inputs reduce D-C loading on data lines

## Connection Diagrams



TRI-STATE® is a registered trademark of National Semiconductor Corp.

DM54LS373/DM74LS373, DM54LS374/DM74LS374  
TRI-STATE Octal D-Type Transparent Latches and Edge-Triggered Flip-Flops

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Absolute Maximum Ratings** (See Note)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Free Air Temperature Range	
DM54LS	-55°C to +125°C
DM74LS	0°C to +70°C

Note: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the "Electrical Characteristics" table are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

**Recommended Operating Conditions**

Symbol	Parameter	DM54LS373			DM74LS373			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V <sub>IH</sub>	High Level Input Voltage	2			2			V
V <sub>IL</sub>	Low Level Input Voltage			0.7			0.8	V
I <sub>OH</sub>	High Level Output Current			-1			-2.6	mA
I <sub>OL</sub>	Low Level Output Current			12			24	mA
t <sub>w</sub>	Pulse Width (Note 2)	Enable High	15		15			ns
		Enable Low	15		15			
t <sub>SU</sub>	Data Setup Time (Notes 1 & 2)	5 ↓			5 ↓			ns
t <sub>H</sub>	Data Hold Time (Notes 1 & 2)	20 ↓			20 ↓			ns
T <sub>A</sub>	Free Air Operating Temperature	-55		125	0		70	°C

Note 1: The symbol (↓) indicates the falling edge of the clock pulse is used for reference.

Note 2: T<sub>A</sub> = 25°C and V<sub>CC</sub> = 5V.

**LS373 Electrical Characteristics**

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 1)	Max	Units
V <sub>I</sub>	Input Clamp Voltage	V <sub>CC</sub> = Min, I <sub>I</sub> = -18 mA			-1.5	V
V <sub>OH</sub>	High Level Output Voltage	V <sub>CC</sub> = Min I <sub>OH</sub> = Max	DM54	2.4	3.4	V
		V <sub>IL</sub> = Max V <sub>IH</sub> = Min	DM74	2.4	3.1	
V <sub>OL</sub>	Low Level Output Voltage	V <sub>CC</sub> = Min I <sub>OL</sub> = Max	DM54		0.25	V
		V <sub>IL</sub> = Max V <sub>IH</sub> = Min	DM74		0.35	
		I <sub>OL</sub> = 12 mA V <sub>CC</sub> = Min	DM74		0.4	
I <sub>I</sub>	Input Current @ Max Input Voltage	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 7V			0.1	mA
I <sub>IH</sub>	High Level Input Current	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 2.7V			20	μA
I <sub>IL</sub>	Low Level Input Current	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>I</sub> = 0.4V			-0.4	mA
I <sub>OZH</sub>	Off-State Output Current with High Level Output Voltage Applied	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>O</sub> = 2.7V V <sub>IH</sub> = Min, V <sub>IL</sub> = Max			20	μA
I <sub>OZL</sub>	Off-State Output Current with Low Level Output Voltage Applied	V <sub>CC</sub> = Max, V <sub>O</sub> = 0.4V V <sub>IH</sub> = Min, V <sub>IL</sub> = Max			-20	μA
I <sub>OS</sub>	Short Circuit Output Current	V <sub>CC</sub> = Max (Note 2)	DM54	-20	-100	mA
			DM74	-50	-225	
I <sub>CC</sub>	Supply Current	V <sub>CC</sub> = Max, OC = 4.5V, D <sub>1</sub> , Enable = GND		24	40	mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**'LS373 Switching Characteristics** at  $V_{CC} = 5V$  and  $T_A = 25^\circ C$ 

(See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	$R_L = 667\Omega$				Units
			$C_L = 45\text{ pF}$		$C_L = 150\text{ pF}$		
			Min	Max	Min	Max	
$t_{PLH}$	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Data to Q		18		26	ns
$t_{PHL}$	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Data to Q		18		27	ns
$t_{PLH}$	Propagation Delay Time Low to High Level Output	Enable to Q		30		38	ns
$t_{PHL}$	Propagation Delay Time High to Low Level Output	Enable to Q		30		36	ns
$t_{PZH}$	Output Enable Time to High Level Output	Output Control to Any Q		28		36	ns
$t_{PZL}$	Output Enable Time to Low Level Output	Output Control to Any Q		36		50	ns
$t_{PHZ}$	Output Disable Time from High Level Output (Note 3)	Output Control to Any Q		29			ns
$t_{PLZ}$	Output Disable Time from Low Level Output (Note 3)	Output Control to Any Q		25			ns

**Note 1:** All typicals are at  $V_{CC} = 5V$ ,  $T_A = 25^\circ C$ .**Note 2:** Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.**Note 3:**  $C_L = 5\text{ pF}$ .**Recommended Operating Conditions**

Symbol	Parameter	DM54LS374			DM74LS374			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
$V_{CC}$	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
$V_{IH}$	High Level Input Voltage	2			2			V
$V_{IL}$	Low Level Input Voltage			0.7			0.8	V
$I_{OH}$	High Level Output Current			-1			-2.6	mA
$I_{OL}$	Low Level Output Current			12			24	mA
$t_w$	Pulse Width (Note 4)	Clock High	15		15			ns
		Clock Low	15		15			ns
$t_{SU}$	Data Setup Time (Notes 1 & 4)	20 $\uparrow$			20 $\uparrow$			ns
$t_H$	Data Hold Time (Notes 1 & 4)	1 $\uparrow$			1 $\uparrow$			ns
$T_A$	Free Air Operating Temperature	-55		125	0		70	$^\circ C$

**Note 1:** The symbol ( $\uparrow$ ) indicates the rising edge of the clock pulse is used for reference.**Note 4:**  $T_A = 25^\circ C$  and  $V_{CC} = 5V$ .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**'LS374 Electrical Characteristics**

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 1)	Max	Units	
$V_I$	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V	
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$ $I_{OH} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Max}$ $V_{IH} = \text{Min}$	DM54	2.4	3.4	V	
			DM74	2.4	3.1		
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$ $I_{OL} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Max}$ $V_{IH} = \text{Min}$	DM54		0.25	0.4	V
			DM74		0.35	0.5	
			DM74	$I_{OL} = 12 \text{ mA}$ $V_{CC} = \text{Min}$		0.25	
$I_I$	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 7 \text{ V}$			0.1	mA	
$I_{IH}$	High Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 2.7 \text{ V}$			20	$\mu\text{A}$	
$I_{IL}$	Low Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 0.4 \text{ V}$			-0.4	mA	
$I_{OZH}$	Off-State Output Current with High Level Output Voltage Applied	$V_{CC} = \text{Max}, V_O = 2.7 \text{ V}$ $V_{IH} = \text{Min}, V_{IL} = \text{Max}$			20	$\mu\text{A}$	
$I_{OZL}$	Off-State Output Current with Low Level Output Voltage Applied	$V_{CC} = \text{Max}, V_O = 0.4 \text{ V}$ $V_{IH} = \text{Min}, V_{IL} = \text{Max}$			-20	$\mu\text{A}$	
$I_{OS}$	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 2)	DM54	-50	-225	mA	
			DM74	-50	-225		
$I_{CC}$	Supply Current	$V_{CC} = \text{Max}, D_n = \text{GND}, \text{OC} = 4.5 \text{ V}$		27	45	mA	

**'LS374 Switching Characteristics** at  $V_{CC} = 5 \text{ V}$  and  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 

(See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

Symbol	Parameter	$R_L = 667 \Omega$				Units
		$C_L = 45 \text{ pF}$		$C_L = 150 \text{ pF}$		
		Min	Max	Min	Max	
$f_{MAX}$	Maximum Clock Frequency	35		20		MHz
$t_{PLH}$	Propagation Delay Time Low to High Level Output		28		32	ns
$t_{PHL}$	Propagation Delay Time High to Low Level Output		28		38	ns
$t_{PZH}$	Output Enable Time to High Level Output		28		44	ns
$t_{PZL}$	Output Enable Time to Low Level Output		28		44	ns
$t_{PHZ}$	Output Disable Time from High Level Output (Note 3)		20			ns
$t_{PLZ}$	Output Disable Time from Low Level Output (Note 3)		25			ns

**Note 1:** All typicals are at  $V_{CC} = 5 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$ .**Note 2:** Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.**Note 3:**  $C_L = 5 \text{ pF}$ .

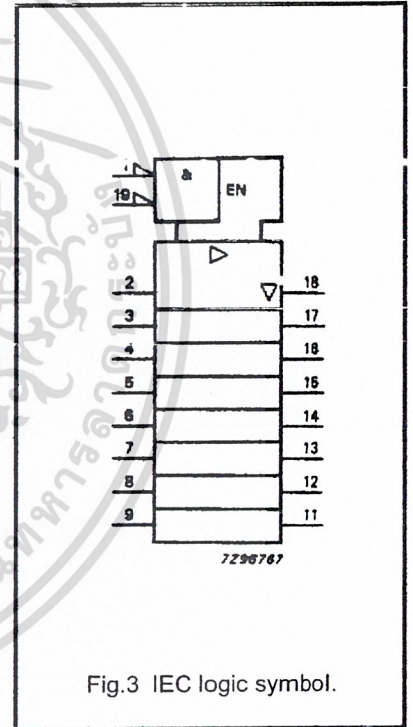
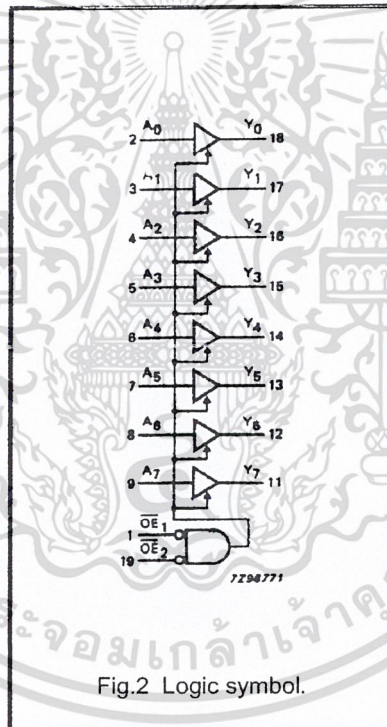
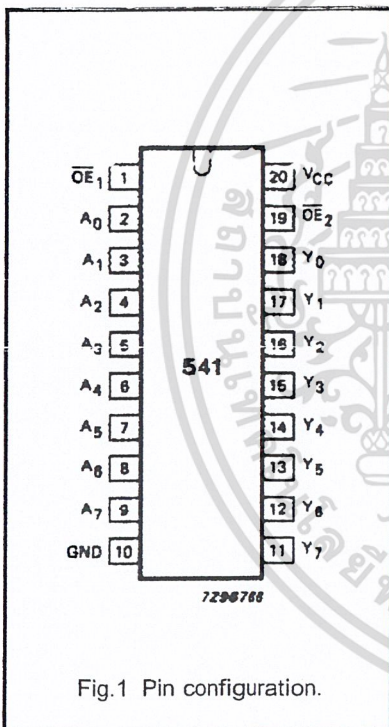
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Octal buffer/line driver; 3-state

74HC/HCT541

## PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1, 19	OE <sub>1</sub> , OE <sub>2</sub>	output enable input (active LOW)
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	A <sub>0</sub> to A <sub>7</sub>	data inputs
10	GND	ground (0 V)
18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11	Y <sub>0</sub> to Y <sub>7</sub>	bus outputs
20	V <sub>CC</sub>	positive supply voltage



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Octal buffer/line driver; 3-state

## 74HC/HCT541

**DC CHARACTERISTICS FOR 74HC**

For the DC characteristics see "74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications".

Output capability: bus driver

I<sub>CC</sub> category: MSI

**AC CHARACTERISTICS FOR 74HC**

GND = 0 V; t<sub>r</sub> = t<sub>f</sub> = 6 ns; C<sub>L</sub> = 50 pF

SYMBOL	PARAMETER	T <sub>amb</sub> (°C)						UNIT	TEST CONDITIONS		
		74HC							V <sub>CC</sub> (V)	WAVEFORMS	
		+25			-40 to +85		-40 to +125				
		min.	typ.	max.	min.	max.	min.				max.
t <sub>PHL</sub> / t <sub>PLH</sub>	propagation delay A <sub>n</sub> to Y <sub>n</sub>	33	115		145		175	ns	2.0	Fig.6	
		12	23		29		35		4.5		
		10	20		25		30		6.0		
t <sub>PZH</sub> / t <sub>PZL</sub>	3-state output enable time OE to Y <sub>n</sub>	55	160		200		240	ns	2.0	Fig.7	
		20	32		40		48		4.5		
		16	27		34		41		6.0		
t <sub>PHZ</sub> / t <sub>PLZ</sub>	3-state output disable time OE to Y <sub>n</sub>	61	160		200		240	ns	2.0	Fig.7	
		22	32		40		48		4.5		
		18	27		34		41		6.0		
t <sub>THL</sub> / t <sub>TLH</sub>	output transition time	14	60		75		90	ns	2.0	Fig.6	
		5	12		15		18		4.5		
		4	10		13		15		6.0		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Octal buffer/line driver; 3-state

74HC/HCT541

**DC CHARACTERISTICS FOR 74HCT**

For the DC characteristics see "74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications".

Output capability: bus driver

I<sub>CC</sub> category: MSI

**Note to HCT types**

The value of additional quiescent supply current ( $\Delta I_{CC}$ ) for a unit load of 1 is given in the family specifications. To determine  $\Delta I_{CC}$  per input, multiply this value by the unit load coefficient shown in the table below.

INPUT	UNIT LOAD COEFFICIENT
$\overline{OE}_1$	1.50
$\overline{OE}_2$	1.00
A <sub>n</sub>	0.70

**AC CHARACTERISTICS FOR 74HCT**

GND = 0 V; t<sub>r</sub> = t<sub>f</sub> = 6 ns; C<sub>L</sub> = 50 pF

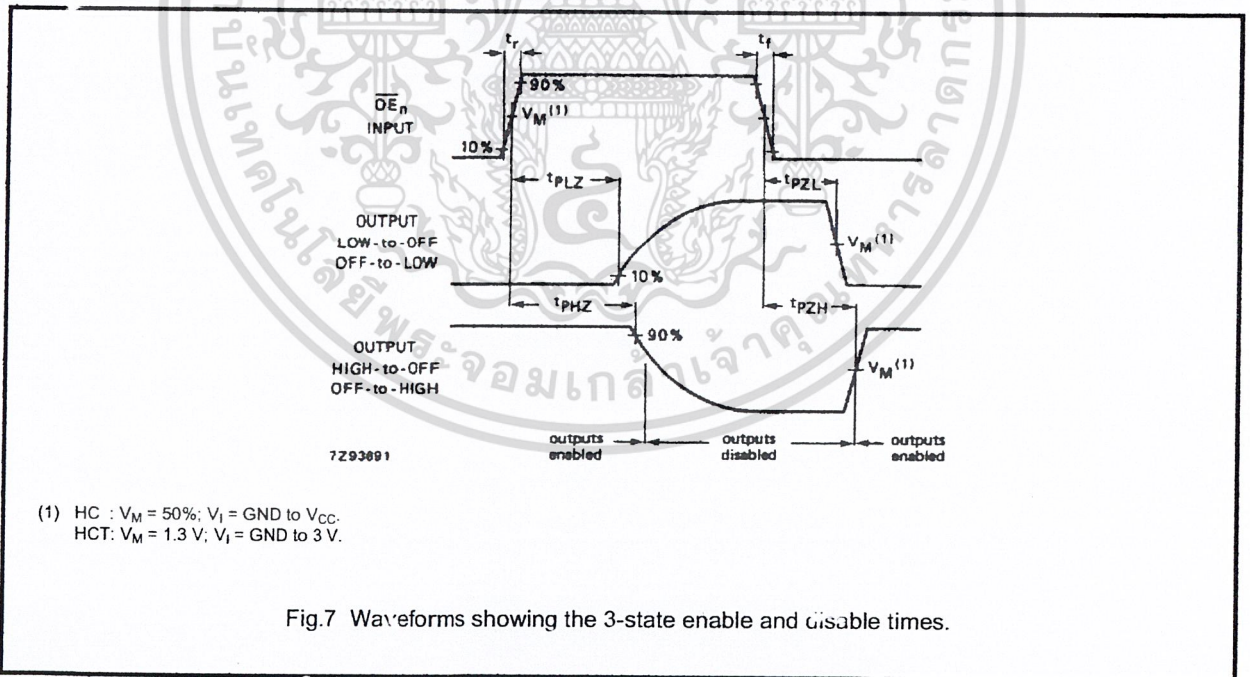
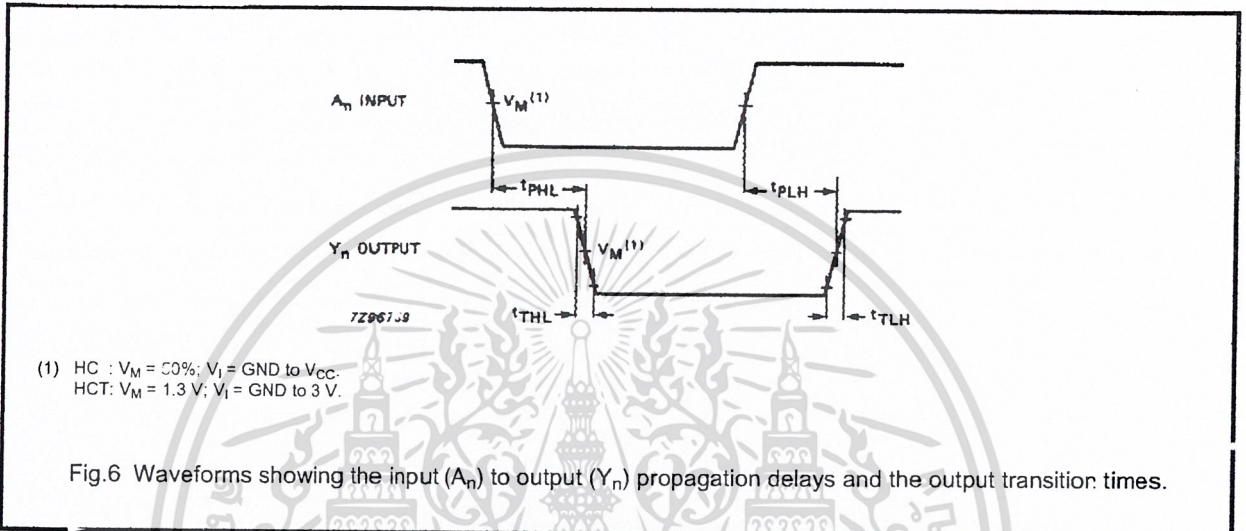
SYMBOL	PARAMETER	T <sub>amb</sub> (°C)						UNIT	TEST CONDITIONS		
		74HCT							V <sub>CC</sub> (V)	WAVEFORMS	
		+25			-40 to +85		-40 to +125				
		min.	typ.	max.	min.	max.	min.				max.
t <sub>PHL</sub> / t <sub>PLH</sub>	propagation delay A <sub>n</sub> to Y <sub>n</sub>		15	28		35		42	ns	4.5	Fig.6
t <sub>PZH</sub> / t <sub>PZL</sub>	3-state output enable time $\overline{OE}$ to Y <sub>n</sub>		21	35		44		53	ns	4.5	Fig.7
t <sub>PHZ</sub> / t <sub>PLZ</sub>	3-state output disable time $\overline{OE}$ to Y <sub>n</sub>		21	35		44		53	ns	4.5	Fig.7
t <sub>THL</sub> / t <sub>TLH</sub>	output transition time		5	12		15		18	ns	4.5	Fig.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Octal buffer/line driver; 3-state

74HC/HCT541

AC WAVEFORMS



PACKAGE OUTLINES

See "74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Outlines".

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ  
คู่มือและการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

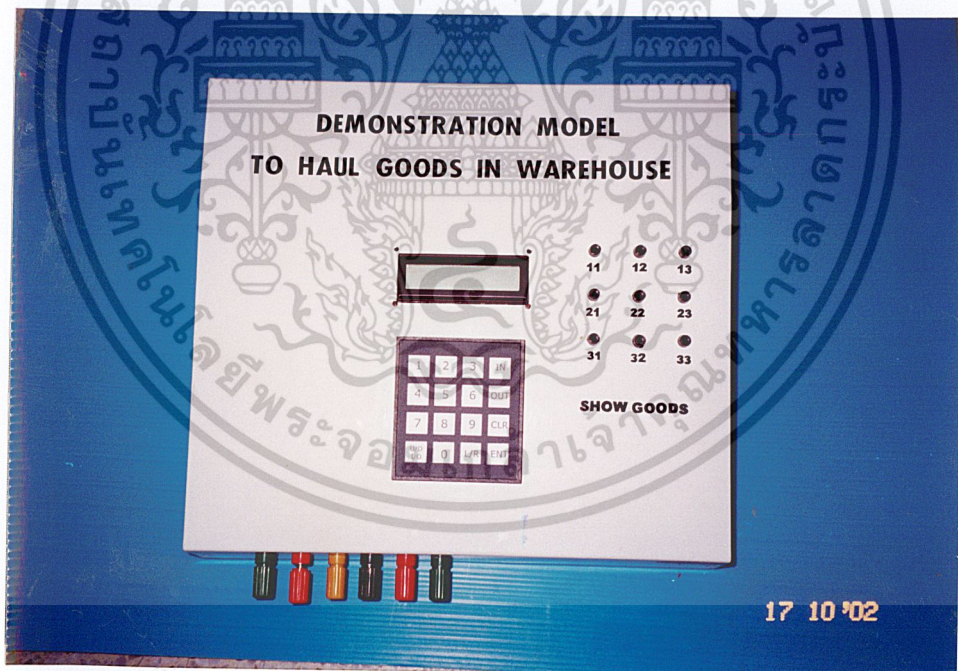
## คู่มือและการใช้งาน ชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า

### Demonstration model to haul goods in warehouse

#### กล่าวนำ

คู่มือนี้ได้นำเสนอการใช้งานและวิธีควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติของชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหัวใจหลักของการทำงานทั้งระบบและสามารถนำไปพัฒนาประยุกต์ใช้งานจริงได้

#### คู่มือการทำงานของชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า



รูปที่ จ.1 ก่อตั้งควบคุมการทำงาน

จากรูปเราจะเห็นกล่องควบคุมข้างบนจะเป็นจอแสดงผลแอลซีดี จะสามารถแสดงตัวอักษรได้ 16 หลัก 2 แถว ด้านข้างจะเป็นแอลอีดี 9 ดวง จะแสดงของที่มีอยู่ในแต่ละช่องสินค้าโดยถ้าไฟดวงไหนติดแสดงว่าในช่องนั้นมีสินค้าอยู่ ถ้าดวงไหนดับแสดงว่าในช่องนั้นไม่มีสินค้า และถัดลง

มาจะเป็นสวิตช์เมตริกซ์ขนาด 4X4 แถว หรือ 16 ปุ่มกดจะใช้ในการป้อนรหัสชนิดของสินค้า โดยจะมีอยู่ 3 ชนิด เมื่อป้อนรหัสเสร็จก็กดปุ่ม IN เพื่อนำสินค้าเข้าหรือกดปุ่ม OUT เพื่อนำสินค้าออก และจะมีปุ่มพิเศษคือปุ่ม I/O, U/D, L/R เพื่อที่จะควบคุมการเข้าออกของสินค้าด้วยมือ

## วิธีการทำงานของชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าในคลังสินค้า

### ลำดับขั้นตอนการทำงานแบบอัตโนมัติ

- 1) เสียบปลั๊กไฟเข้ากับกระแสสลับ 220 โวลต์
- 2) ชุดแอลอีดีจะแสดงสินค้าที่มีอยู่ในช่องสินค้าแต่ละช่อง
- 3) กดปุ่มป้อนรหัสสินค้า ถ้าป้อนผิดพลาดกดปุ่ม CLR ได้
- 4) กด IN ถ้าจะนำสินค้าเก็บ กด OUT ถ้าจะนำสินค้าออก
- 5) กดปุ่ม ENT เพื่อสั่งให้ตัวเครื่องทำงาน โดยถ้าสินค้าชนิดนั้นมีอยู่เต็มหรือไม่มีในกรณีที่จะนำสินค้าออกจอแอลซีดีก็จะแสดงว่าเต็มหรือไม่มีสินค้า

### ลำดับขั้นตอนการทำงานด้วยมือ

- 1) เสียบปลั๊กไฟเข้ากับกระแสสลับ 220 โวลต์
- 2) ชุดแอลอีดีจะแสดงสินค้าที่มีอยู่ในช่องสินค้าแต่ละช่อง
- 3) กดปุ่ม L/R แล้วกด 1 เพื่อเลื่อนสินค้าไปทางซ้าย กด 2 เพื่อเลื่อนสินค้าไปทางขวา
- 4) กดปุ่ม U/D แล้วกด 1 เพื่อเลื่อนสินค้าขึ้น กด 2 เพื่อเลื่อนสินค้าลง
- 5) กดปุ่ม I/O แล้วกด 1 เพื่อเลื่อนสินค้าเข้า กด 2 เพื่อเลื่อนสินค้าออก

**หมายเหตุ** การควบคุมการทำงานของชุดสาธิตการขนถ่ายสินค้าด้วยมือมอเตอร์จะไม่หยุดตามตัวเซนเซอร์ เราจะต้องประมาทระมัดระวังเองเพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

รัชชชัย อัครดิวิบูลย์กุล. เครื่องกลไฟฟ้า ทฤษฎีเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริม  
อาชีวะ. 2538

บุญญศักดิ์ ใจจงกิจ. เครื่องกลขนถ่ายระบบขนถ่ายต่อเนื่อง. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น. 2534

สมศักดิ์ ตรีสัตย์. เทคโนโลยีการขนถ่ายวัสดุ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น. 2536

อนันต์ วงศ์กระจ่าง. ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล. โอเดียนสโตร์. 2533



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญาบัตร	นางสาวกรทิพย์ ดิษนัม
วันเดือนปีเกิด	25 กุมภาพันธ์ 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดพัทลุง
ภูมิลำเนาเดิม	23/2 หมู่7 ตำบลมะกอกเหนือ อำเภอกวนขนุน จังหวัดพัทลุง 93150
ที่อยู่ปัจจุบัน	7/335 หมู่6 แขวงสามวาตะวันตก เขตคลอง สามวา จังหวัดกรุงเทพฯ 10240
โทรศัพท์	0-6021-2334
<b>ประวัติการศึกษา</b>	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านมะกอกใต้ อ.ควนขนุน จ. พัทลุง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนพรหมพิณิตชัยบุรี อ.ควนขนุน จ. พัทลุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนคร เหนือ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-

เอกสารคัดค้านเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาคัดค้านผู้คุณคุณนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปฏิญานิพนธ์	นายอดิศักดิ์ เผือกน้อย
วันเดือนปีเกิด	29 พฤศจิกายน 2524
สถานที่เกิด	จังหวัดสงขลา
ภูมิลำเนาเดิม	127 เพชรเกษม ซ.3 ตำบลหาดใหญ่ อำเภอ หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
ที่อยู่ปัจจุบัน	127 เพชรเกษม ซ.3 ตำบลหาดใหญ่ อำเภอ หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
โทรศัพท์	
<b>ประวัติการศึกษา</b>	
ประถมศึกษา	โรงเรียนเทศบาล 3 อ.หาดใหญ่ จ. สงขลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนแสงทองวิทยา อ.หาดใหญ่ จ. สงขลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	โรงเรียนสงขลาเทคโนโลยี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	โรงเรียนสงขลาเทคโนโลยี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ผลงานที่ได้รับรางวัล	-
ทุนการศึกษา	-
คติพจน์	ท้อแต่ไม่ถอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้