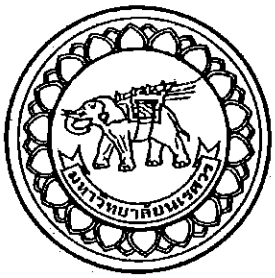
อภินันทนาการ



สำนักหอสมุด

ระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้

WAREHOUSE STOCKPILING AND SPECIFIED-ITEM FETCHING SYSTEM

นายฑีระพล ศรีกำแหง รหัส 56362690
นายพีระเดช เถ้าสุวรรณกุล รหัส 56363000
นายวรนาถ กอนโพชน์ รหัส 56363147

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 24 ส.ค. 2561
เลขทะเบียน 1722024
เลขเรียกหนังสือ ปร
ท ๔๙๕
๒๕๕๙
CD-STL 49

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2559

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายฑีระพล ศรีกำแหง	รหัส 56362690
	นายพีระเดช เล้าสุวรรณกุล	รหัส 56363000
	นายวรนาถ กอนโพชน์	รหัส 56363147
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2559	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริพร เดชะศิลารักษ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายฑีระพล ศรีกำแหง	รหัส 56362690
	นายพีระเดช เล้าสุวรรณกุล	รหัส 56363000
	นายวรนาถ กอนโพชน์	รหัส 56363147
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2559	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการพัฒนาระบบจัดเก็บสินค้าและเลือกชิ้นนำออกได้ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในกรณีที่มีสินค้าต่างชนิดกันโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของชุดอุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วยชุดการเคลื่อนที่ช่องลิฟต์ ชุดลิฟต์ และชุดแท่นขนย้ายสินค้าเพื่อจัดเก็บหรือนำสินค้าออกจากคลัง แบบจำลองคลังสินค้าที่มี 2 ชั้น แต่ละชั้นแบ่งเป็น 3 แถว แต่ละแถวเก็บสินค้าได้ 3 ชิ้นถูกนำมาใช้ประกอบการนำเสนอโดยติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของชุดอุปกรณ์ ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ถูกสร้างขึ้นเพื่อบันทึกรายละเอียดของลูกค้าและสินค้าและรับคำสั่งจากผู้ใช้รวมทั้งแสดงผลการทำงานของระบบ ผู้ใช้สามารถกำหนดขนาดของคลังสินค้าได้และเลือกรูปแบบการทำงานได้ 2 แบบวิธีคือแบบวิธีการจัดเก็บและแบบวิธีการนำออก การทำงานในแบบวิธีการจัดเก็บจะพิจารณาตำแหน่งจัดเก็บโดยเรียงลำดับจากตำแหน่งที่ใกล้จุดรับสินค้ามากที่สุดก่อนและเหมาะสมกับคลังที่มีจำนวนแถวมากกว่าจำนวนชั้น ในขณะที่การทำงานในแบบวิธีการนำออกสามารถเลือกชิ้นสินค้าที่ต้องการนำออกได้ซึ่งหากมีสินค้าชิ้นอื่นขวางอยู่ระบบจะย้ายชิ้นที่ขวางนั้นไปเก็บในตำแหน่งใหม่โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเคลื่อนย้าย นอกจากนี้ในขณะที่ทำงานในแบบวิธีการจัดเก็บระบบสามารถเปลี่ยนการทำงานเป็นแบบวิธีการนำออกได้หลังจากจัดเก็บสินค้าในตำแหน่งที่ต้องการแล้วตรวจพบว่ามีคำสั่งให้นำออก

Project title	Warehouse Stockpiling and Specified-Item Fetching System	
Name	Mr. Teerapon Srikamhaeng	ID. 56362690
	Mr. Peeradech Lausuwanagul	ID. 56363000
	Mr. Woranaat Kornpoch	ID. 56363147
Project advisor	Asst. Prof. Niphat Jantharamin, Ph.D.	
Major	Electrical Engineering	
Department	Electrical and Computer Engineering	
Academic year	2016	

Abstract

This thesis presents the development of a warehouse stockpiling and specified-item fetching system, which is suitable for dealing with different products that could be kept in the warehouse. A model of this system which has 2 floors, each floor has 3 rows, each of which can stock 3 items, is used for presentation. Hereby, a microcontroller controls motors that drive three transporting parts, namely a lift shaft, a lift and a transporting platform for stockpiling and fetching processes. Movement of each transporting part is regulated by limit switches. A graphical user interface has been developed for saving details of customers and products and inputting user requirements and displaying operating states of the system. The user can determine the size of the warehouse and the system operating mode- i. e. Stockpiling mode or Fetching mode. In the Stockpiling mode, the system sequentially determined the storing positions regarding the distance from the hand-in point, and is therefore suitable for warehouses having higher number of rows than that of floors. In the Fetching mode, on the other hand, any items of stored products can be specified for being retrieved. Products that blocking the specified item are relocated whereas the energy saving aspect is taken into account. In addition, while the system is working in the Stockpiling mode and the product has already been placed in the desired position, the system operation can be instantly changed over to the fetching mode if the fetching command is available.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ซึ่งเอาใจใส่ในรายละเอียดทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงงาน โดยให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องจนกระทั่งโครงงานสำเร็จลุล่วง รวมถึงแนะนำหลักการเขียนปริญญานิพนธ์และตรวจทานแก้ไขอย่างละเอียดจนได้ปริญญานิพนธ์เป็นรูปเล่มสมบูรณ์

ขอขอบคุณกรรมการสอบโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริพร เดชะศิลารักษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินโครงงาน

และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานขึ้น โดยเฉพาะว่าที่ร้อยตรีธานี โกสุม (พี่ต้น) ซึ่งเป็นรุ่นพี่สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและปัจจุบันเป็นครูช่างของภาควิชาฯที่อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการและการยืมใช้เครื่องมือจนกระทั่งสร้างชิ้นงานเสร็จสิ้นลง

รวมทั้งขอขอบคุณรัฐบาลไทยที่จัดตั้งกองทุนเงินให้กู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.) ซึ่งสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ให้แก่นายทีระพล ศรีกำแหง ตลอดระยะเวลา 2 ปีการศึกษาในระดับปริญญาตรี และนายพีระเดช เล้าสุวรรณกุล ตลอดระยะเวลาการศึกษาในระดับปริญญาตรี

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านเกี่ยวกับการศึกษาของผู้ดำเนินโครงงาน รวมทั้งมอบความรัก ความเมตตา และคอยเป็นกำลังใจให้จนประสบความสำเร็จในวันนี้

นายทีระพล ศรีกำแหง
นายพีระเดช เล้าสุวรรณกุล
นายวรนาถ กอนโพชน์

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญรูป ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 งบประมาณ 3

บทที่ 2 รูปแบบการจัดเก็บสินค้าและอุปกรณ์ในแบบจำลอง 4
2.1 รูปแบบการจัดเก็บสินค้า 4
2.1.1 ระบบการจัดเก็บโดยไร้รูปแบบ 4
2.1.2 ระบบการจัดเก็บโดยกำหนดตำแหน่งตายตัว 4
2.1.3 ระบบการจัดเก็บโดยจัดเรียงตามรหัสสินค้า 5
2.1.4 ระบบการจัดเก็บสินค้าตามประเภทของสินค้า 5
2.1.5 ระบบการจัดเก็บที่ไม่ได้กำหนดตำแหน่งตายตัว 5
2.1.6 ระบบการจัดเก็บแบบผสม 5
2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในแบบจำลอง 6
2.2.1 มอเตอร์กระแสตรง 6
2.2.2 รีเลย์ 9
2.2.3 สวิตช์จำกัดระยะ 12
2.2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมควบคุมและปรับปรุงแบบจำลอง 17

3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้ 17

3.2 การพัฒนาโปรแกรมสำหรับจัดเก็บสินค้า 18

3.3 แนวคิดการหาสมการเลือกชิ้นนำสินค้าออกได้ 22

3.4 การสร้างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ 24

3.4.1 การสร้างจียูไอเพื่อใช้ควบคุมระบบ 25

3.4.2 การใช้งานของโปรแกรม 26

3.5 การออกแบบการเชื่อมต่อวงจร 30

3.6 การปรับปรุงโครงสร้างแบบจำลองคลังสินค้า 31

3.6.1 ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลิฟต์ 31

3.6.2 จุดศูนย์ถ่วงของช่องลิฟต์ 31

3.6.3 การติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะและก้านสัมผัส 33

3.6.4 กล่องควบคุมการทำงานของระบบ 37

3.7 แบบจำลองโครงสร้างระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้ 38

บทที่ 4 ผลการทดสอบ 39

4.1 แบบวิธีการจัดเก็บ 39

4.1.1 การทดสอบการจัดเก็บในคลังที่มีโครงสร้างขนาด (3,2,3) 39

4.1.2 การทดสอบการจัดเก็บในคลังที่มีโครงสร้างขนาด (3,1,3) 41

4.1.3 การทดสอบการจัดเก็บในคลังที่มีโครงสร้างขนาด (2,2,2) 42

4.2 แบบวิธีการนำออก 43

4.2.1 การทดสอบการนำสินค้าออกจากคลังที่มีโครงสร้างขนาด (3,2,3) 43

4.2.2 การทดสอบการนำสินค้าออกจากคลังที่มีโครงสร้างขนาด (3,1,3) 49

4.2.3 การทดสอบการนำสินค้าออกจากคลังที่มีโครงสร้างขนาด (2,2,2) 53

4.3 การสั่งนำสินค้าออกในระหว่างการจัดเก็บ 56

4.3.1 การสั่งนำสินค้าออกก่อนที่แท่นขนย้ายถอยกลับเข้ามาในช่องลิฟต์ 56

4.3.2 การสั่งนำสินค้าออกหลังจากที่แท่นขนย้ายถอยกลับเข้ามาในช่องลิฟต์ 60

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 63
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....63
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข.....64
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป.....64

เอกสารอ้างอิง.....66

ภาคผนวก ก รายละเอียดข้อมูลของ Arduino MEGA 2560.....67
ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลของรีเลย์.....72

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน.....75

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง 6
2.2 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงด้วยตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟส 7
2.3 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงด้วยตัวแปลงผันกำลังกระแสตรง 7
2.4 แผนภาพวงจรการกลับขั้วขดลวดอาร์เมเจอร์ 9
2.5 แผนภาพวงจรการกลับขั้วขดลวดสนาม 9
2.6 สัญลักษณ์ภายในโครงสร้างของรีเลย์ 10
2.7 สภาวะการทำงานของรีเลย์ 10
2.8 แผงวงจรรีเลย์แบบมีตัวเชื่อมต่อทางแสง 11
2.9 แผนภาพวงจรการทำงานของรีเลย์แบบมีตัวเชื่อมต่อทางแสง 12
2.10 สัญลักษณ์ของสวิตช์จำกัดระยะ 13
2.11 กลไกลการทำงานภายในของสวิตช์จำกัดระยะ 13
2.12 แผงวงจร Arduino Mega 2560 14
2.13 หน่วยประมวลผลกลางของ ATmega2560 ขนาด 100 ขา 16
3.1 แผนภาพกรอบแสดงส่วนประกอบและการเชื่อมต่อในระบบ 18
3.2 ลำดับการจัดเก็บและตำแหน่งช่องเก็บในคลังขนาด (3,2,3) 19
3.3 ลำดับการจัดเก็บในคลังขนาด (5,5,2) 19
3.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้ 20
3.5 ขั้นตอนการทำงานในแบบวิธีการจัดเก็บสินค้า 21
3.6 ลำดับการค้นหาตำแหน่งช่องว่างสำหรับย้ายสินค้าที่ขวาง 22
3.7 ขั้นตอนการทำงานในแบบวิธีการนำออกโดยเลือกชิ้นสินค้าได้ 23
3.8 ขั้นตอนการทำงานในกรณีสั่งนำสินค้าออกในระหว่างการจัดเก็บ 24
3.9 หน้าต่างในโปรแกรมวิชวลสตูดิโอสำหรับออกแบบจียูไอ 25
3.10 หน้าต่างจียูไอสำหรับควบคุมการทำงานของระบบ 26
3.11 หน้าต่างในโปรแกรมวิชวลสตูดิโอสำหรับเขียนรหัสคำสั่ง 26
3.12 หน้าต่างจียูไอขณะเริ่มใช้ควบคุมการทำงานของระบบ 27
3.13 หน้าต่างสำหรับกำหนดขนาดโครงสร้างของคลังสินค้า 27
3.14 การแสดงผลบนจียูไอหลังกำหนดขนาดโครงสร้างที่ต้องการ 28
3.15 สถานะการทำงานขณะจัดเก็บสินค้า นำสินค้าออก และย้ายสินค้า 29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.16 การบันทึกรายละเอียดของลูกค้าและสินค้าก่อนจัดเก็บ....29
3.17 การค้นหาสินค้าเพื่อเลือกชิ้นนำออก....30
3.18 การเชื่อมต่อใช้งานรีเลย์เพื่อควบคุมทิศการหมุนของมอเตอร์....30
3.19 การติดตั้งตุ้มถ่วงน้ำหนักของลิฟต์....32
3.20 การติดตั้งไม้ยึดเพื่อปรับจุดศูนย์ถ่วงของช่องลิฟต์ให้คงที่....32
3.21 การเพิ่มโหลดน้ำหนักที่ฐานของช่องลิฟต์....33
3.22 ตำแหน่งหลังหยุดของสวิตช์จำกัดระยะในโครงงานปีการศึกษา 2558....34
3.23 ตำแหน่งหลังหยุดของสวิตช์จำกัดระยะในโครงงานปัจจุบัน....34
3.24 การติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะของช่องลิฟต์....35
3.25 การติดตั้งก้านสัมผัสของช่องลิฟต์....35
3.26 การติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะของลิฟต์ในโครงงานปีการศึกษา 2558....36
3.27 การติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะและก้านสัมผัสของลิฟต์ในโครงงานปัจจุบัน....36
3.28 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในกล่องวงจรควบคุม....37
3.29 แบบจำลองโครงสร้างระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้....38
4.1 ลำดับการจัดเก็บสินค้าของคลังที่มีขนาด (3,2,3) (3,1,3) และ (2,2,2)....39
4.2 การจัดเก็บสินค้าชิ้นแรกและชิ้นสุดท้ายของคลังที่มีขนาด (3,2,3)....40
4.3 การจัดเก็บสินค้าชิ้นแรกและชิ้นสุดท้ายของคลังที่มีขนาด (3,1,3)....41
4.4 การจัดเก็บสินค้าชิ้นแรกและชิ้นสุดท้ายของคลังที่มีขนาด (2,2,2)....42
4.5 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ A ในคลังที่มีขนาด (3,2,3)....44
4.6 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ B ในคลังที่มีขนาด (3,2,3)....46
4.7 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ B และ C ในคลังที่มีขนาด (3,2,3)....48
4.8 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ A ในคลังที่มีขนาด (3,1,3)....50
4.9 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ A และ B ในคลังที่มีขนาด (3,1,3)....52
4.10 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ A ในคลังที่มีขนาด (2,2,2)....54
4.11 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ B ในคลังที่มีขนาด (2,2,2)....55
4.12 การสั่งนำสินค้าออกขณะทำงานในแบบวิธีการจัดเก็บก่อนแท่นถอยเข้าช่องลิฟต์
และเป็นสินค้าชิ้นเดียวกับที่กำลังจัดเก็บ....57

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.13 การสั่งนำสินค้าออกขณะทำงานในแบบวิธีการจัดเก็บก่อนแท่นถอยเข้าช่องลิฟต์
โดยเป็นสินค้าต่างชิ้นกับที่กำลังจัดเก็บ.....59
4.14 การสั่งนำสินค้าออกขณะทำงานในแบบวิธีการจัดเก็บหลังจากแท่นถอยเข้าช่องลิฟต์
และเป็นสินค้าชิ้นเดียวกับที่กำลังจัดเก็บ.....62

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการจัดเก็บสินค้าในโรงงานขนาดใหญ่หรือในระบบรับฝากที่มีโครงสร้างของคลังจัดเก็บในลักษณะเป็นช่องสี่เหลี่ยมมีหลายชั้นแต่ละชั้นมีหลายแถวและในแต่ละแถวถูกแบ่งเป็นช่อง โดยมีการเก็บสินค้าตั้งแต่หนึ่งชนิดขึ้นไป เช่น ระบบจัดเก็บสินค้าอุปโภคและบริโภค ระบบจัดเก็บอะไหล่สำรองของรถยนต์ ระบบรับฝากรถอัตโนมัติ เป็นต้น ในการจัดเก็บลักษณะนี้ไม่เหมาะกับการใช้แรงงานคนเนื่องจากมีขีดจำกัดทางด้านร่างกายได้แก่ ความสามารถในการยกสินค้า ความเร็วและระยะเวลาในการทำงาน นอกจากนี้การใช้รถยกช่วยในการขนย้ายสินค้าทำให้เสียพื้นที่ของคลังส่วนหนึ่งเพื่อให้คนหรือรถยกสามารถเข้าถึงสินค้าได้ ในกระบวนการนำสินค้าออกจากคลังมักเกิดความยุ่งยากในการนำชิ้นสินค้าที่ถูกจัดเก็บอยู่ในช่องด้านในของแต่ละแถวออกเนื่องจากมีสินค้าชิ้นอื่นขวางอยู่และอาจเกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้ ดังนั้นการจัดเก็บในโรงงานหรือระบบรับฝากควรมีระบบควบคุมการจัดเก็บและนำสินค้าออกที่ทำงานรวดเร็วและถูกต้อง ให้ความสะดวกกับผู้ใช้ ปรับใช้งานได้กับการเพิ่มหรือลดขนาดของคลังและใช้พื้นที่จัดเก็บให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ในโครงงานนี้จึงได้จัดทำระบบจัดเก็บสินค้าแบบอัตโนมัติโดยมีรูปแบบการจัดเก็บที่เหมาะสมกับโครงสร้างที่มีจำนวนแถวมากกว่าจำนวนชั้นโดยการกำหนดให้เก็บไว้ในตำแหน่งใกล้จุดรับสินค้าที่สุดก่อน และการนำสินค้าออกสามารถเลือกชิ้นที่ต้องการได้ คลังสินค้าสามารถจัดเก็บสินค้าได้มากกว่าหนึ่งประเภท โดยใช้แบบจำลองของโครงงานเรื่อง ระบบจัดเก็บสินค้าและนำออกจากคลัง ปีการศึกษา 2558 ในการแสดงผลการทำงานของระบบ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อพัฒนาโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมระบบจัดเก็บและนำสินค้าออกจากคลังโดยผู้ใช้สามารถกำหนดขนาดของคลังสินค้าที่ต้องการควบคุมและสามารถเลือกชิ้นสินค้าที่ต้องการนำออกได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) เขียนโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดจำนวนชั้น จำนวนแถวในแต่ละชั้น และจำนวนช่องในแต่ละแถวของคลังสินค้าที่ต้องการได้

2) เขียนโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการจัดเก็บและนำสินค้าออกโดยเลือกชิ้นที่ต้องการนำออกได้

3) ปรับโครงสร้างแบบจำลองคลังสินค้าให้สอดคล้องกับกลไกการควบคุมที่ออกแบบ

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	พ.ศ. 2559					พ.ศ. 2560			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1) ออกแบบการทำงานของระบบ									
2) สร้างจียูไอสำหรับติดต่อควบคุมการทำงาน									
3) เขียนโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมการทำงานของแบบจำลอง									
4) ทดสอบการทำงานและปรับปรุงโปรแกรมและโครงสร้างแบบจำลอง									
5) สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้ที่พัฒนาขึ้นในโครงงานนี้สามารถจัดเก็บสินค้าได้รวดเร็วและสามารถนำสินค้าออกโดยสามารถระบุชิ้นที่ต้องการได้โดยตรง นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถกำหนดจำนวนชั้น จำนวนแถวในแต่ละชั้น และจำนวนช่องในแต่ละแถวของคลังสินค้าที่ต้องการควบคุมได้ ทั้งนี้ระบบที่พัฒนาขึ้นยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบอื่น ๆ ที่มีโครงสร้างเป็นทรงสี่เหลี่ยม

1.6 งบประมาณ

1) ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560	600 บาท
2) สวิตช์จำกัดระยะจำนวน 2 ตัว	100 บาท
3) ไม้ทำก้านสัมผัสจำนวน 6 ชิ้น	100 บาท
4) ไม้ยึดโครงสร้างจำนวน 2 ชิ้น	100 บาท
5) แบบจำลองกล่องสินค้าจำนวน 18 กล่อง	200 บาท
6) ค่าวัสดุและอุปกรณ์ในการปรับปรุงแบบจำลอง	300 บาท
7) หนังสือการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์	600 บาท
8) ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	1,000 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สามพันบาทถ้วน)	3,000 บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
รูปแบบการจัดเก็บสินค้าและอุปกรณ์ในแบบจำลอง

เนื่องจากโครงงานนี้ได้พัฒนาระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้ โดยรูปแบบการจัดเก็บสินค้ามี 6 แนวคิด และแนวคิดที่ใช้เพื่อพิจารณากำหนดเงื่อนไขและสร้างสมการในโครงงานนี้คือ ระบบการจัดเก็บที่ไม่ได้กำหนดตำแหน่งตายตัว ในการแสดงผลการทำงานใช้แบบจำลองของโครงงาน เรื่อง ระบบจัดเก็บสินค้าและนำออกจากคลัง ซึ่งประกอบด้วย มอเตอร์กระแสตรง รีเลย์ สวิตช์จำกัดระยะ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และคอมพิวเตอร์

2.1 รูปแบบการจัดเก็บสินค้า

James A. Tompkins และ Jerry D. Smith ได้กล่าวเกี่ยวกับการจัดเก็บสินค้าไว้ในหนังสือ The Warehouse Management Handbook; the second edition ในเรื่อง Stock Location Methodology ถึงรูปแบบการจัดเก็บสินค้าโดยแบ่งออกเป็น 6 แนวคิด ดังนี้

2.1.1 ระบบการจัดเก็บโดยไร้รูปแบบ

การจัดเก็บสินค้าโดยไร้รูปแบบจะไม่มีการบันทึกตำแหน่งการจัดเก็บไว้ในระบบ นั่นคือสินค้าทุกชนิดสามารถจัดเก็บไว้ที่ตำแหน่งใดในคลังสินค้าก็ได้ ซึ่งพนักงานที่ปฏิบัติงานในคลังสินค้านั้นจะต้องเป็นผู้ที่จดจำรายละเอียดในการจัดเก็บ เช่น ตำแหน่งและจำนวนของสินค้าที่จัดเก็บ ซึ่งรูปแบบการจัดเก็บนี้เหมาะสำหรับคลังสินค้าที่มีขนาดเล็ก มีจำนวนสินค้าและตำแหน่งที่จัดเก็บน้อย โดยโครงสร้างคลังสินค้าของระบบดังกล่าวไม่มีส่วนเคลื่อนไหวทางกลจึงไม่ต้องการการบำรุงรักษา อีกทั้งยังมีความยืดหยุ่นในการเก็บสินค้า นั่นคือสามารถจัดเก็บสินค้าในตำแหน่งใดก็ได้ อย่างไรก็ตามวิธีการจัดเก็บสินค้าแบบนี้มีความยุ่งยากในการค้นหาสินค้าที่ต้องการนำออกถ้าไม่มีพนักงานที่รับผิดชอบอยู่ ณ จุดนั้นหรือพนักงานลืมตำแหน่งที่จัดเก็บสินค้า

2.1.2 ระบบการจัดเก็บโดยกำหนดตำแหน่งตายตัว

การจัดเก็บโดยกำหนดตำแหน่งตายตัวมีการกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนให้กับสินค้าทุกชนิดหรือทุกประเภททำให้ง่ายต่อการระบุตำแหน่งในการจัดเก็บและการนำสินค้าออก การจัดเก็บรูปแบบนี้เหมาะสำหรับคลังสินค้าขนาดเล็ก อย่างไรก็ตาม ถ้าสินค้าชนิดแรกมีปริมาณมากจนเกินกว่าส่วนจัดเก็บที่กำหนดไว้ให้ในขณะที่สินค้าชนิดที่สองมีจำนวนน้อยจนเหลือพื้นที่ว่าง ระบบนี้ไม่สามารถนำสินค้าชนิดแรกไปเก็บในส่วนที่กำหนดไว้สำหรับจัดเก็บสินค้าชนิดที่สองได้แม้ยังว่างอยู่ก็ตาม จะเห็นว่าระบบนี้ไม่มีความยืดหยุ่นในการใช้ประโยชน์ของพื้นที่จัดเก็บ

2.1.3 ระบบการจัดเก็บโดยจัดเรียงตามรหัสสินค้า

การจัดเก็บโดยจัดเรียงตามรหัสสินค้ามีการจัดเก็บโดยเรียงลำดับตามรหัสของสินค้า เช่น รหัสสินค้าหมายเลข A1 นั้นจะมีลำดับจัดเก็บก่อนรหัสสินค้าหมายเลข A2 เป็นต้น การจัดเก็บรูปแบบนี้จะเหมาะกับคลังสินค้าที่มีการจัดเก็บและนำสินค้าออกจำนวนคงที่ การจัดเก็บแบบใช้รหัสสินค้าทำให้พนักงานรู้ตำแหน่งของสินค้าได้ง่าย สามารถเลือกสินค้าออกได้อย่างแม่นยำโดยระบบไม่จำเป็นต้องมีการบันทึกตำแหน่งของสินค้า อย่างไรก็ตามการจัดเก็บสินค้ารูปแบบนี้ไม่มีความยืดหยุ่นเนื่องจากพื้นที่การจัดเก็บจะใช้ได้เฉพาะพื้นที่ตามรหัสสินค้าที่กำหนดไว้เท่านั้นทำให้การปรับพื้นที่เพื่อให้เหมาะสมตามการปรับปริมาณสินค้ามีความยุ่งยาก อีกทั้งการปรับเปลี่ยนรหัสการจัดเก็บสินค้าใหม่อาจมีผลกระทบต่อการจัดเก็บสินค้าเดิมทั้งหมด

2.1.4 ระบบการจัดเก็บสินค้าตามประเภทของสินค้า

การจัดเก็บสินค้าที่จัดแบ่งตามประเภทของสินค้ามีการจัดตำแหน่งการจัดเก็บสินค้าประเภทเดียวกันไว้ในตำแหน่งที่ใกล้กันซึ่งทำให้พนักงานสามารถเลือกนำสินค้าออกทำได้อย่างมีประสิทธิภาพจากตำแหน่งสินค้าตามประเภทนั้น ๆ อย่างไรก็ตามถ้าสินค้าประเภทหนึ่งมีหลายขนาดหรือหลายรูปแบบอาจทำให้การเลือกนำสินค้าออกไม่ตรงตามสินค้าต้องการได้ อีกทั้งพื้นที่จัดเก็บมีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์เพราะสามารถจัดเก็บสินค้าได้ตามประเภทที่กำหนดไว้เท่านั้นไม่สามารถจัดเก็บในพื้นที่ของประเภทอื่นได้แม้พื้นที่ดังกล่าวจะว่างอยู่ก็ตาม

2.1.5 ระบบการจัดเก็บที่ไม่ได้กำหนดตำแหน่งตายตัว

การจัดเก็บที่ไม่ได้กำหนดตำแหน่งตายตัวมีการจัดเก็บโดยไม่มีการกำหนดตำแหน่งจัดเก็บที่แน่นอนทำให้สินค้าแต่ละชนิดสามารถถูกจัดเก็บไว้ในตำแหน่งใดก็ได้ โดยมีระบบสารสนเทศในการบันทึกข้อมูลการจัดเก็บ ทำให้การจัดเก็บรูปแบบนี้เหมาะกับคลังสินค้าทุกขนาดเพราะสามารถใช้พื้นที่จัดเก็บได้เกิดประโยชน์สูงสุดและง่ายต่อการปรับเปลี่ยนจำนวนสินค้าที่ต้องการจัดเก็บ อย่างไรก็ตามต้องมีระบบบันทึกข้อมูลการจัดเก็บสินค้าอย่างละเอียด แม่นยำและระบบต้องมีการปรับปรุงข้อมูลอยู่ตลอดเวลา

2.1.6 ระบบการจัดเก็บแบบผสม

การจัดเก็บแบบผสมมีการจัดเก็บโดยพิจารณาจากเงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสินค้าชนิดนั้น ๆ เช่น หากคลังสินค้านั้นมีสินค้าที่เป็นวัตถุอันตรายหรือสารเคมีต่าง ๆ รวมอยู่กับสินค้าประเภทอาหาร การจัดเก็บจะแยกสินค้าอันตรายและสินค้าเคมีดังกล่าวให้อยู่ห่างจากสินค้าประเภทอาหารเป็นต้น โดยการจัดเก็บดังกล่าวไม่มีการกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนจึงเหมาะสำหรับคลังสินค้าทุก ๆ แบบ โดยเฉพาะคลังสินค้าที่มีขนาดใหญ่และสินค้าที่จัดเก็บมีความหลากหลายเพราะการจัดเก็บรูปแบบนี้มีความยืดหยุ่นสามารถใช้พื้นที่ได้เกิดประโยชน์สูงเนื่องจากมีการจัดเก็บสินค้าแบบแบ่ง

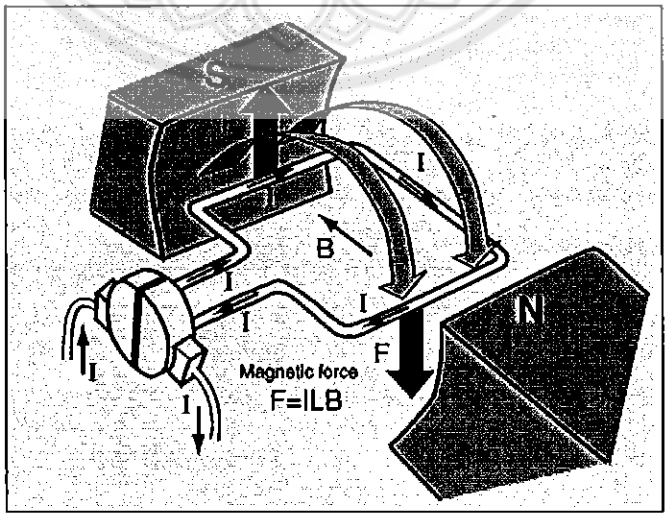
ประเภทและมีการใช้พื้นที่จัดเก็บให้เกิดประโยชน์สูงสุดซึ่งเป็นการประสานข้อดีจากทุกระบบทำให้สามารถปรับเปลี่ยนการจัดเก็บได้ตามรูปแบบของคลังสินค้าและสามารถควบคุมการจัดเก็บได้จากการแบ่งตามประเภทของสินค้า อย่างไรก็ตามระบบการจัดเก็บนี้ใช้ระบบการจัดเก็บมากกว่า 1 วิธีทำให้ระบบมีความซับซ้อนและพนักงานอาจเกิดความสับสนในการทำงานได้ [1]

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในแบบจำลอง

2.2.1 มอเตอร์กระแสตรง

ก) หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

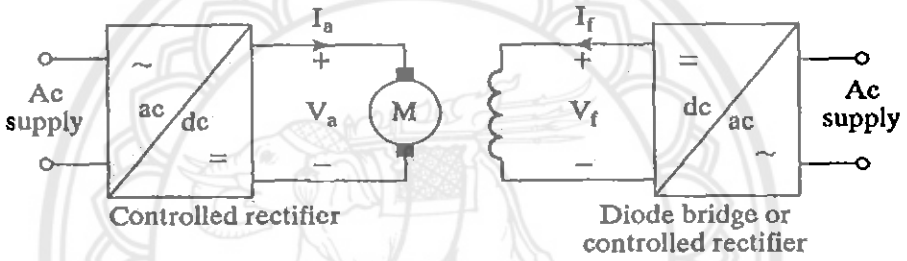
มอเตอร์กระแสตรง (DC motor) เป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลโดยอาศัยหลักการที่ว่า เมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวนำที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงกระทำกับลวดตัวนำนั้นจึงเกิดการเคลื่อนที่ดังแสดงในรูปที่ 2.1 เมื่อมีแรงดันไฟฟ้าจ่ายผ่านแปรงถ่านไปคอมมิวเตเตอร์และขดลวดตัวนำที่อาร์เมเจอร์ ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ทางด้านขวามือเป็นขั้วเหนือ (N) และด้านซ้ายมือเป็นขั้วใต้ (S) เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ ๆ กันทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กผลักดันกัน อาร์เมเจอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา พร้อมกับคอมมิวเตเตอร์หมุนตามไปด้วย แปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตเตอร์เปลี่ยนไปในอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่อาร์เมเจอร์เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ ๆ อีกครั้ง ทำให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตลอดเวลา ส่งผลให้เกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์ ซึ่งหมายถึงเครื่องจักรกลกำลังทำงานเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า



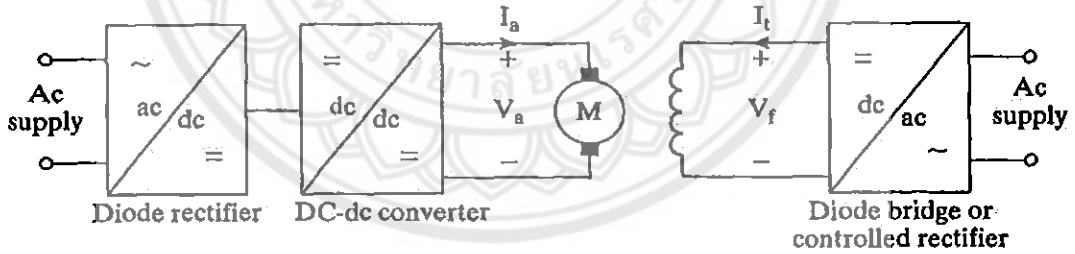
รูปที่ 2.1 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง [2]

ข) การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง

การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงจากตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟสสร้างแรงดันด้านออกกระแสตรงที่ปรับค่าได้จากแรงดันไฟกระแสสลับที่มีค่าคงที่ ในขณะที่ตัวแปลงผันกำลังกระแสตรงสร้างแรงดันไฟกระแสตรงที่ปรับค่าได้จากแรงดันกระแสตรงที่มีค่าคงที่ ด้วยคุณสมบัติในการสร้างแรงดันไฟกระแสตรงที่ปรับค่าได้อย่างต่อเนื่อง ตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟสและตัวแปลงผันกำลังกระแสตรงจึงก่อให้เกิดวิวัฒนาการทางด้านอุปกรณ์ควบคุมและการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบปรับความเร็วรอบได้ในอุตสาหกรรมสมัยใหม่ที่มีระดับกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ไม่กี่แรงม้าจนถึงหลายเมกะวัตต์ ตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟสนิยมใช้ในการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสตรงดังรูปที่ 2.2 อีกหนึ่งทางเลือกคือการใช้ตัวเรียงกระแสแบบไดโอดร่วมกับตัวแปลงผันกำลังกระแสตรงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงด้วยตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟส [3]



รูปที่ 2.3 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงด้วยตัวแปลงผันกำลังกระแสตรง [3]

สมการที่เกี่ยวข้องกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้แก่

$$E_g = k \cdot I_f \cdot \omega \tag{2.1}$$

$$V_a = R_a I_a + E_g = R_a I_a + k \cdot I_f \cdot \omega \tag{2.2}$$

$$T_d = k \cdot I_f \cdot I_a = B\omega + T_L \tag{2.3}$$

กำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์สร้างขึ้นคำนวณหาได้จาก

$$P_d = T_d \omega \tag{2.4}$$

จากสมการที่ (2.2) เราสามารถเขียนสมการความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ดังนี้

$$\omega = \frac{V_a - R_a I_a}{k \cdot I_f} \tag{2.5}$$

โดยที่

E_g คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าตีกลับ (Back emf) มีหน่วย V

V_a คือ แรงดันตกคร่อมอาร์เมเจอร์ มีหน่วย V

k คือ ค่าคงที่ของมอเตอร์ มีหน่วย V/A·rad/s

I_f คือ กระแสสนาม (Field current) มีหน่วย A

I_a คือ กระแสอาร์เมเจอร์ (Armature current) มีหน่วย A

ω คือ ความเร็วเชิงมุมของมอเตอร์ มีหน่วย rad/s

R_a คือ ความต้านทานของขดลวดอาร์เมเจอร์ มีหน่วย Ω

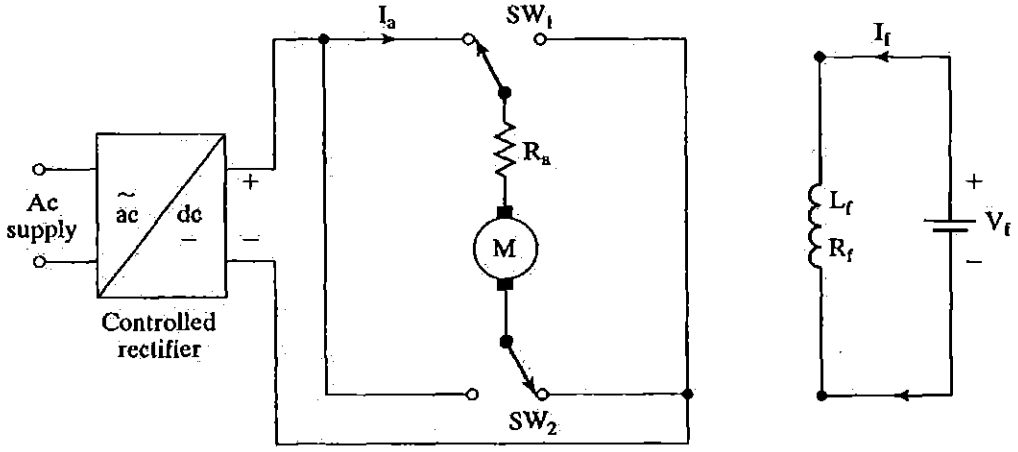
T_d คือ แรงบิด (Developed torque) มีหน่วย N·m

T_L คือ แรงบิดโหลด (Load torque) มีหน่วย N·m

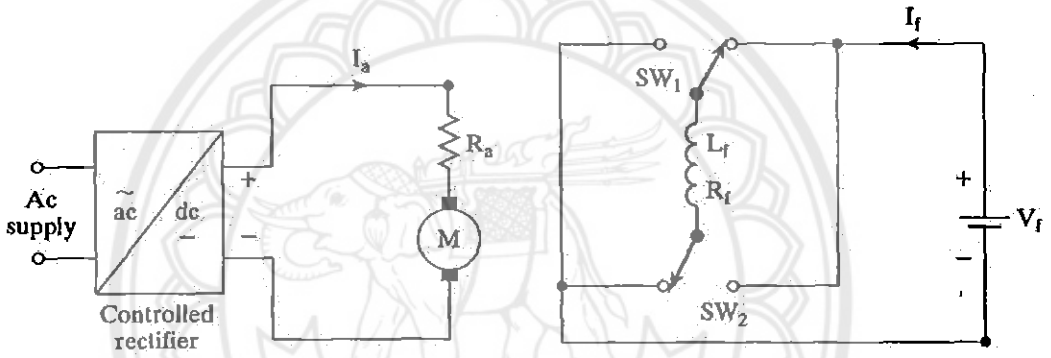
B คือ ค่าคงที่แรงเสียดทาน มีหน่วย N·m/rad/s

ค) การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์

การกลับทิศการหมุนของมอเตอร์กระแสตรงสามารถทำได้โดยการกลับขั้วของขดลวดอาร์เมเจอร์ดังรูปที่ 2.4 หรือกลับขั้วขดลวดสนามดังรูปที่ 2.5 ซึ่งควรทำในขณะที่กระแสอาร์เมเจอร์มีค่าเป็นศูนย์เพื่อเลี่ยงการกระชากของแรงดันเหนี่ยวนำ (Inductive voltage surge) โดยปกติมุมยิง (Firing angle) ของตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟส (Controlled rectifier) จะถูกปรับเพื่อให้เกิดจังหวะที่กระแสในวงจรมีค่าเป็นศูนย์และจะทำให้มีช่วงเวลาไร้ผลตอบสนอง (Dead time) ประมาณ 2-10 ms เพื่อให้แน่ใจว่ากระแสอาร์เมเจอร์มีค่าเท่ากับศูนย์ เนื่องจากขดลวดสนามมีค่าคงตัวทางเวลาค่อนข้างมาก การกลับขั้วขดลวดสนามจึงใช้เวลานานกว่า โดยในการทำงานสามารถใช้รีเลย์เป็นสวิตช์ในการกลับขั้วของขดลวดอาร์เมเจอร์เพื่อกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์กระแสตรงได้



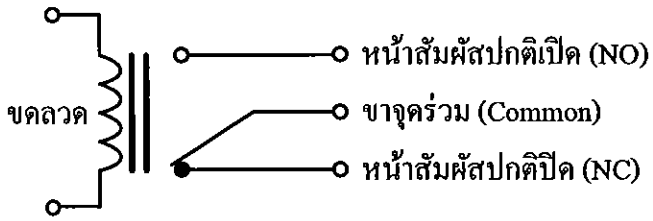
รูปที่ 2.4 แผนภาพวงจรการกลับขั้วขดลวดอาร์เมเจอร์ [3]



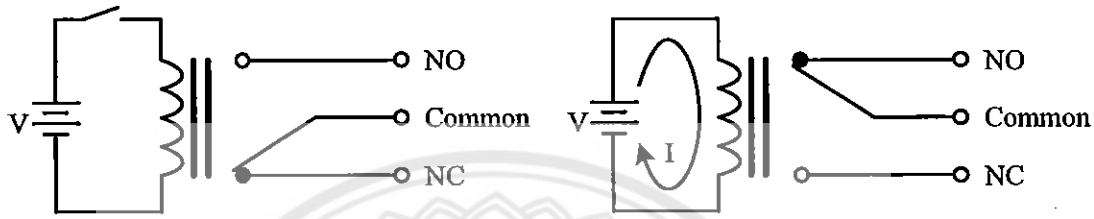
รูปที่ 2.5 แผนภาพวงจรการกลับขั้วขดลวดสนาม [3]

2.2.2 รีเลย์

รีเลย์ (Relay) มีทำหน้าที่ตัดต่อวงจรเช่นเดียวกับสวิตช์ รีเลย์มีหลายชนิดและหลายขนาดขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน เช่น รีเลย์ขนาดเล็ก ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รีเลย์ขนาดใหญ่ ใช้ในระบบไฟฟ้ากำลัง เป็นต้น โครงสร้างภายในของรีเลย์โดยทั่วไปประกอบด้วยขดลวด หน้าสัมผัสปกติปิด (Normally Close หรือ NC) และหน้าสัมผัสปกติเปิด (Normally Open หรือ NO) ในสภาวะปกติ หน้าสัมผัสปกติปิดเชื่อมต่ออยู่กับขาจุดร่วม (Common) [4] ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ในขณะที่ยังไม่มีการจ่ายกระแสให้ขดลวดของรีเลย์ หน้าสัมผัสปกติปิดกับขาจุดร่วมยังต่อถึงกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดของรีเลย์ อำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดึงขาจุดร่วมมาต่อกับหน้าสัมผัสปกติเปิดทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลจากหน้าสัมผัสปกติเปิดไปยังขาจุดร่วมได้ และเมื่อกระแสที่จ่ายให้ขดลวดหยุดไหลขาจุดร่วมจะถูกสปริงดึงกลับไปติดกับหน้าสัมผัสปกติปิดดังเดิม [5] ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์ภายในโครงสร้างของรีเลย์

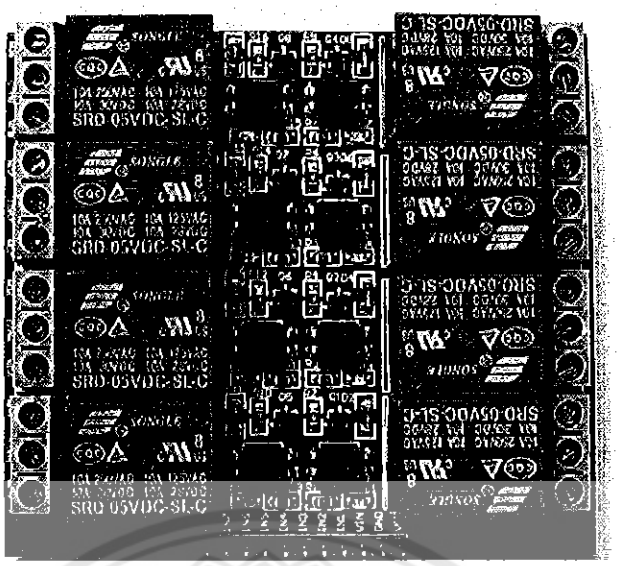


(ก) สภาวะปกติ (ข) สภาวะทำงาน

รูปที่ 2.7 สภาวะการทำงานของรีเลย์

ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้แผงวงจรรีเลย์แบบมีตัวเชื่อมต่อทางแสง (Opto-isolator) สำหรับตัดต่อวงจรในโครงงานประกอบด้วยรีเลย์ 8 ตัวดังรูปที่ 2.8 ซึ่งแต่ละตัวสามารถรองรับกระแสได้สูงถึง 10 A และใช้งานได้ทั้งกับไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ซึ่งรับแรงดันกระแสตรง 5 V และมีหลอดแอลอีดีแสดงสถานะการทำงานของรีเลย์แต่ละตัว ซึ่งมีการป้องกันวงจรควบคุมออกจากวงจรกำลังด้วยตัวเชื่อมต่อด้วยแสงเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจากการทำงานของอุปกรณ์

การใช้งานที่แผงวงจรของรีเลย์จะมีตัวเชื่อมสำหรับเชื่อมต่อไฟเลี้ยงวงจรของวงจรควบคุม (VCC) เข้ากับไฟเลี้ยงชุดรีเลย์ (JD - VCC) ซึ่งหากอุปกรณ์ที่ไปควบคุมโหลดต่าง ๆ นั้นไม่ได้สร้างสัญญาณรบกวนมากนัก สามารถใช้งานโมดูลนี้โดยตรงได้ทันทีด้วยการป้อน VCC IN1 IN2 และ GND จากวงจรควบคุมได้ทันที อย่างไรก็ตามจากการใช้ VCC ของวงจรควบคุม ป้อนให้กับ JD - VCC ทำให้ทั้งระบบยังคงต้องใช้กราวด์อ้างอิงร่วมกัน ซึ่งหากใช้งานเพื่อควบคุมไฟสูงกระแสสูง หรืออุปกรณ์ประเภทขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งเกิดการรบกวนได้ง่ายควรทำการแยกไฟเลี้ยงรีเลย์ออกจากไฟเลี้ยงวงจรด้วยการปลดตัวเชื่อมต่อไฟเลี้ยง ดังกล่าว แล้วทำการจ่ายไฟเลี้ยงที่เป็นอิสระต่อวงจรควบคุมเข้าสู่ขา JD-VCC และ GND แทน โดยในการควบคุมของภาคควบคุมจะป้อนสัญญาณควบคุมผ่านขา IN1-IN8 และขา VCC โดยไม่ต้องเชื่อมต่อ GND ของฝั่งควบคุม



รูปที่ 2.8 แผงวงจรรีเลย์แบบมีตัวเชื่อมต่อทางแสง

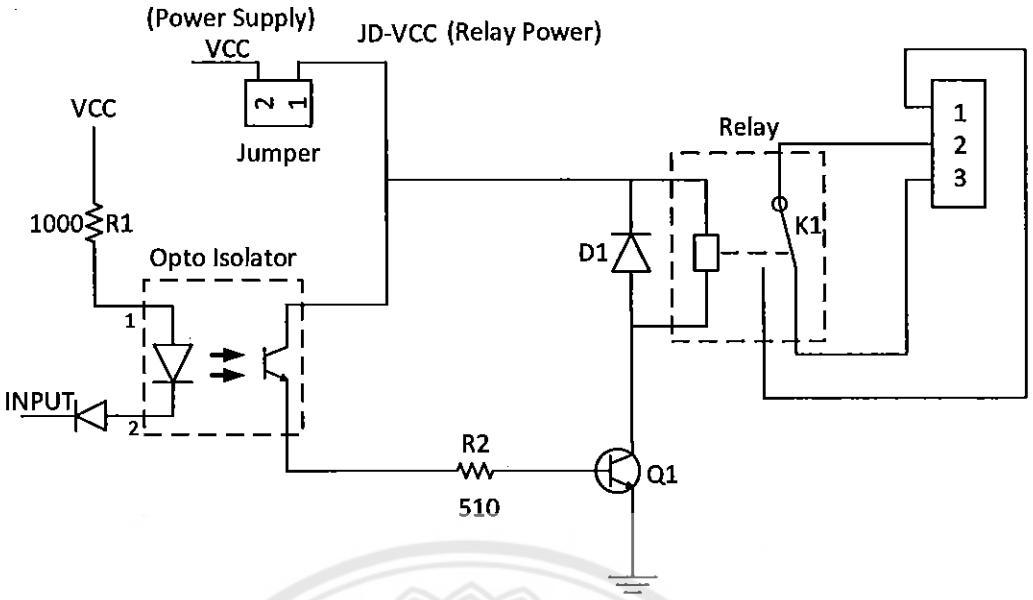
ที่มา https://goo.gl/8bXaQh

การใช้งานรีเลย์โดยทั่วไปคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้

1) ชนิดและจำนวนหน้าสัมผัสภายในตัวรีเลย์

2) แรงดันใช้งานหรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ สามารถดูได้ที่ตัวรีเลย์ ซึ่งจะระบุค่าแรงดันใช้งานไว้ เช่น 12 VDC หมายถึงต้องใช้แรงดันที่ 12 VDC เท่านั้น ซึ่งหากใช้มากกว่านี้จะส่งผลให้ขดลวดภายในตัวรีเลย์อาจขาดได้หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก ๆ อาจทำให้รีเลย์ไม่ทำงาน ในส่วนของการต่อวงจรนั้นสามารถต่อเข้ากับขั้วใดก็ได้ เพราะรีเลย์จะไม่ระบุขั้วต่อไว้ (นอกจากรีเลย์ชนิดพิเศษ)

3) การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส จะมีการระบุค่าไว้ที่ตัวรีเลย์ เช่น 10 A 220 VAC หมายถึง หน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถทนกระแสได้ 10 A ที่ 220 VAC แต่ในการใช้งานจริง ควรให้รีเลย์ทำงานต่ำกว่าระดับกระแสพิกัด เนื่องจากหากมีกระแสมากจะยิ่งมีผลทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นเสียหายได้เร็วขึ้น แผนภาพการเชื่อมต่อของแผงวงจรรีเลย์แบบมีตัวเชื่อมต่อทางแสงแสดงได้ดังรูปที่ 2.9



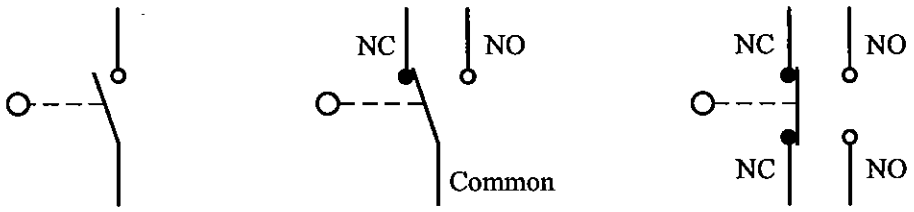
รูปที่ 2.9 แผนภาพวงจรการทำงานของรีเลย์แบบมีตัวเชื่อมต่อทางแสง

ที่มา: https://arduino-info.wikispaces.com/RelayIsolation

การทำงานของรีเลย์ เริ่มด้วยการจ่ายไฟเลี้ยงเข้าที่ตัวเชื่อมต่อทางแสง (Opto-isolator) และขดลวดของรีเลย์ การป้อนอินพุตด้วยลอจิก 0 ทำให้วงจรภายในตัวเชื่อมต่อทางแสงเริ่มทำงาน นั่นคือมีความต่างศักย์ตกคร่อมไดโอดเปล่งแสง ทำให้เกิดการไบแอสไปหน้า ส่งผลทำให้ไดโอดเกิดการเปล่งแสงไปตกกระทบกระตุ้นที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ที่อยู่ภายในตัวเชื่อมต่อทางแสง ทรานซิสเตอร์จึงนำกระแส เกิดกระแสไหลผ่านตัวต้านทาน R2 เข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 ส่งผลให้เกิดการนำกระแส จึงเกิดความต่างศักย์ที่ขดลวดของรีเลย์ ทำให้มีกระแสไหลผ่านขดลวด ส่งผลให้รีเลย์มีการเปลี่ยนสถานะของหน้าสัมผัส

2.2.3 สวิตช์จำกัดระยะ

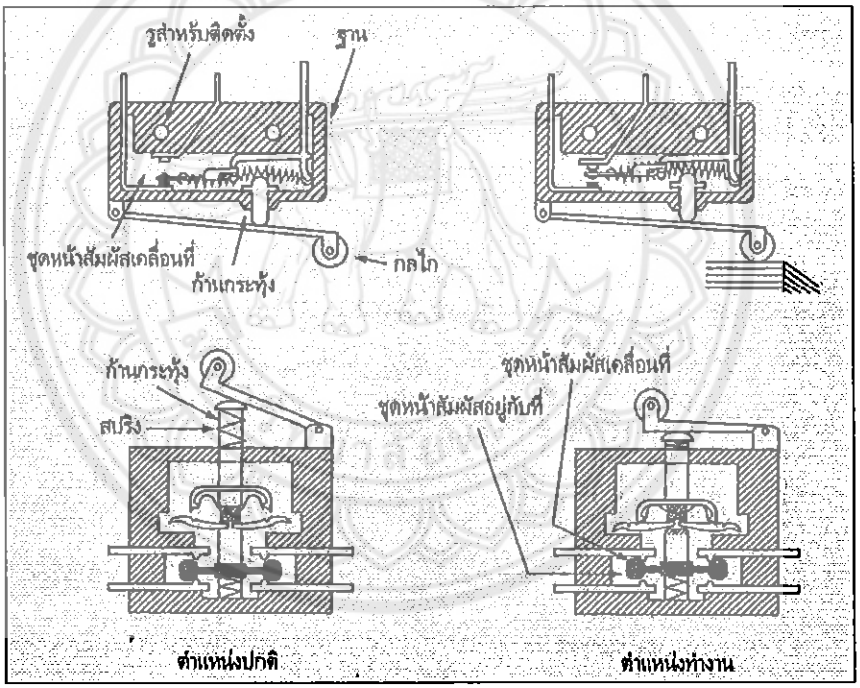
การทำงานของสวิตช์จำกัดระยะ (Limit switch) อาศัยการชนของวัตถุกับลูกล้อ (Roller) แล้วส่งผลให้หน้าสัมผัสที่ต่ออยู่กับก้านชนเปิดหรือปิดตามจังหวะของการชน จะเห็นว่าการทำงานดังกล่าวอาศัยแรงกดจากภายนอกมากระทำ เช่น วางของทับที่ปุ่มกดหรือลูกเบี้ยวมาชนที่ปุ่มกด และเป็นผลทำให้หน้าสัมผัสที่ต่ออยู่กับก้านชน เปิดและปิดตามจังหวะของการชนสัญลักษณ์ของสวิตช์จำกัดระยะแสดงดังรูปที่ 2.10 สวิตช์จำกัดระยะมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย เช่น ลิฟต์โดยสาร ลิฟต์ขนของ ประตูที่ทำงานด้วยไฟฟ้า ระบบสายพานลำเลียง เป็นต้น [6, 7]



(ก) แบบ 2 ขั้วต่อ (ข) แบบ 3 ขั้วต่อ (ค) แบบ 4 ขั้วต่อ

รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์ของสวิตช์จำกัดระยะ

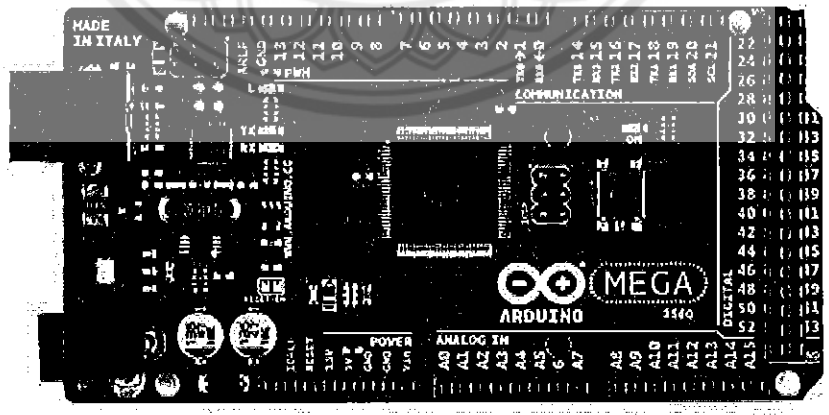
สวิตช์จำกัดระยะเปรียบได้กับสวิตช์ตัดวงจร ทำหน้าที่หลักในการหยุดการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ในแนวแกนต่าง ๆ ของเครื่องจักรที่ถูกออกแบบมา ในกรณีที่เป็นเครื่องจักรทำงานแบบอัตโนมัติ เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ไปแตะกับสวิตช์จำกัดระยะ ทำให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกันดังแสดงในรูปที่ 2.11 วงจรจะไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปที่มอเตอร์ขับเคลื่อน [8]



รูปที่ 2.11 กลไกลการทำงานภายในของสวิตช์จำกัดระยะ [8]

2.2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นแผงวงจร Arduino จัดอยู่ในตระกูล AVR ขนาด 100 ขา ซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์หมายเลข ATmega2560 แสดงดังรูปที่ 2.12 เป็นแผงวงจร Arduino ที่ออกแบบมาสำหรับงานที่ต้องใช้อินพุตและเอาต์พุตมากกว่า Arduino รุ่นอื่น ๆ เช่น งานที่ต้องรับสัญญาณจากตัวรับรู้ หรือควบคุมมอเตอร์เซอร์โวหลาย ๆ ตัว โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นแพลตฟอร์ม (Platform) ของอินพุตและเอาต์พุต (I/O) ที่เพียงพอกับการใช้งานและมีการพัฒนาแบบ Open source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ แผงวงจรถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นใช้งาน ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวแผงวงจร หรือโปรแกรมต่อได้ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกเข้ามาที่ขา I/O ของแผงวงจร หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับแผงวงจรเสริม (Shield) ประเภทต่าง ๆ เช่น X Bee Shield, Music Shield, Relay Shield, Wireless Shield, GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับแผงวงจร Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้โดยตัวแผงวงจรมีคำสั่งที่ใช้ควบคุมพอร์ต อินพุตและเอาต์พุต ไม่ว่าจะเป็นพอร์ตดิจิตอล พอร์ตแอนะล็อก พีดับเบิลยูเอ็มและพอร์ตอนุกรมซึ่งแผงวงจร Arduino ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรับสัญญาณจากภายนอกและส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ตัวแผงวงจรออกแบบจากไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยวและมีโปรแกรมพัฒนาสำหรับเขียนโปรแกรมให้แผงวงจร Arduino สามารถรับสัญญาณจากสวิตช์หรือตัวรับรู้และควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่น ๆ แผงวงจร Arduino สามารถทำงานอิสระหรือทำงานติดต่อกับโปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ [9]



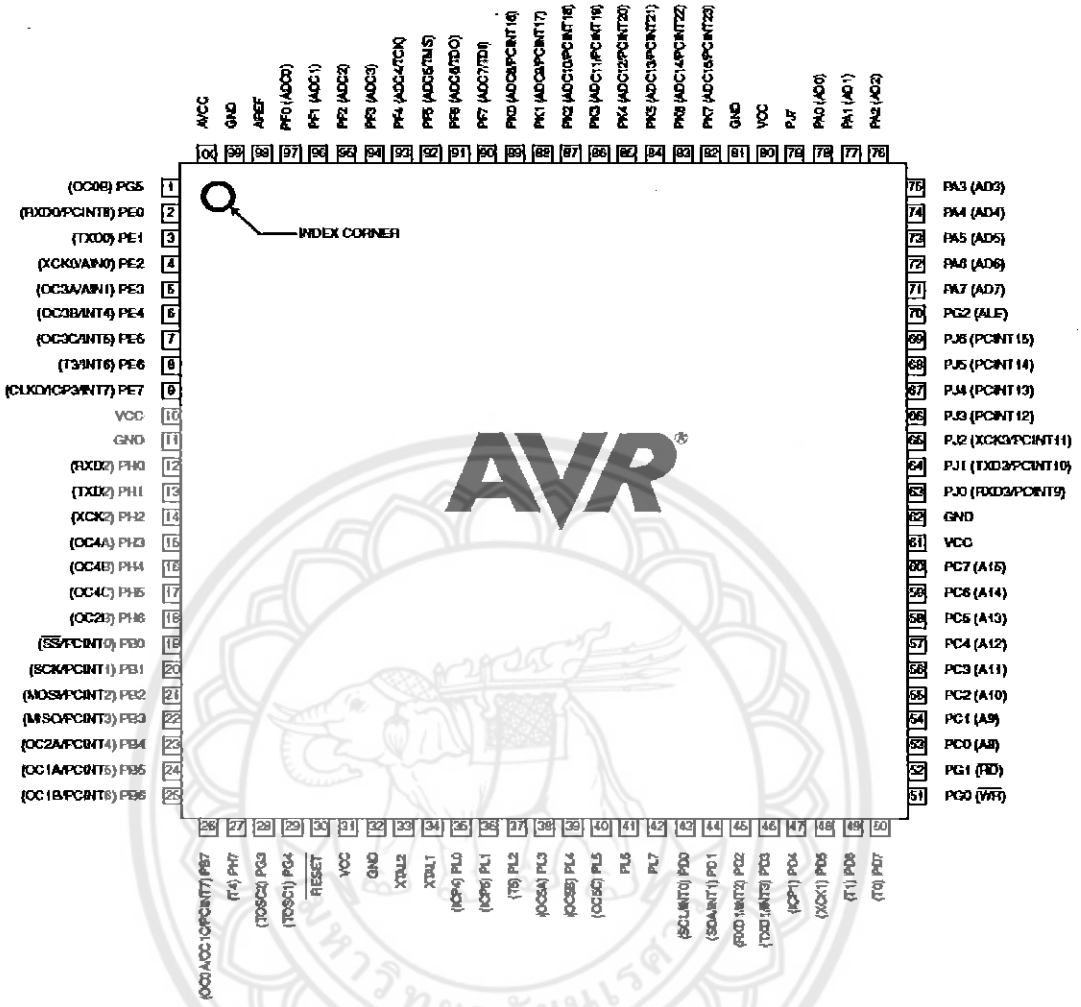
รูปที่ 2.12 แผงวงจร Arduino Mega2560

ที่มา: www.arduitronics.com

แผงวงจร Arduino ซึ่งมีจุดเด่นในเรื่องของความง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน เนื่องจากมีการออกแบบคำสั่งต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการใช้งานด้วยรูปแบบที่ไม่ซับซ้อนคือเน้นการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหลักแผงวงจร Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ AVR ขนาดเล็กซึ่งเป็นตัวประมวลผลและสั่งงานที่เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการศึกษาเรียนรู้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และนำไปประยุกต์เพื่อใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมอุปกรณ์ อินพุตและเอาต์พุตต่าง ๆ ได้มากมายทั้งในแบบที่เป็นการทำงานตัวเดียวอิสระ หรือเชื่อมต่อสั่งงานร่วมกับอุปกรณ์อื่น เช่น คอมพิวเตอร์ทั้งนี้เนื่องมาจากว่า Arduino สนับสนุนการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตได้มากมาย ทั้งแบบดิจิตอล (Digital) และแอนะล็อก (Analog) เช่น การรับค่าจากสวิตช์หรือตัวรับรู้แบบต่าง ๆ รวมไปถึงการควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตต่าง ๆ ส่วนภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมลงบนแผงวงจร Arduino นั้นจะใช้ภาษา C++ ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรมภาษาซีประยุกต์แบบหนึ่ง ทีมโครงสร้างของตัวภาษาโดยรวมใกล้เคียงกันกับภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) แต่ได้มีการปรับปรุงรูปแบบในการเขียนโปรแกรมบางส่วนที่ผิดเพี้ยนไปจาก ANSI-C เล็กน้อย เพื่อช่วยลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมและยังสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากขึ้นกว่าการเขียนภาษาซีตามแบบมาตรฐานของ ANSI-C โดยตรง

ตัวแผงวงจร Arduino ที่ใช้ในโครงงานนี้จะกล่าวถึงสถาปัตยกรรมของเอวีอาร์ (AVR) ขนาด 8 bits โดยเป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit, CPU) แบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) มีสถาปัตยกรรมการต่อหน่วยความจำแบบฮาวาร์ด (Harvard) ซึ่งแยกหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลออกจากกันโดยเด็ดขาดดังแสดงในรูปที่ 2.13 โดยใช้หน่วยความจำแบบแฟลช (Flash) สำหรับเป็นหน่วยความจำโปรแกรม ซึ่งมีความจุมากกว่ารุ่น Arduino Uno R3 ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปได้มากกว่าในความเร็วของ MCU ที่เท่ากัน และใช้หน่วยความจำแบบ SRAM สำหรับหน่วยความจำข้อมูลและนอกจากนี้ยังมีหน่วยความจำแบบ EEPROM ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลเอาไว้ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีไฟเลี้ยงอีกด้วย แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560 มีคุณสมบัติเด่น ดังนี้ [9]

1) ทำงานได้ตั้งแต่ย่านแรงดัน 1.8-5.5 V แรงดันของระบบอยู่ที่ 5 V
2) หน่วยความจำข้อมูลแบบ SRAM ขนาด 8 kb
3) หน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM ขนาด 4 kb
4) สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบ I2C bus
5) พอร์ตอินพุตเอาท์พุตแบบดิจิตอลจำนวน 54 ช่อง
6) พอร์ตเอาท์พุตแบบแอนะล็อกจำนวน 16 ช่อง
7) วงจรสื่อสารอนุกรม
8) สนับสนุนช่องสัญญาณสำหรับสร้าง สัญญาณพีดับเบิลยูเอ็ม (PWM) จำนวน 14 ช่อง



รูปที่ 2.13 หน่วยประมวลผลกลางของ ATmega2560 ขนาด 100 ขา

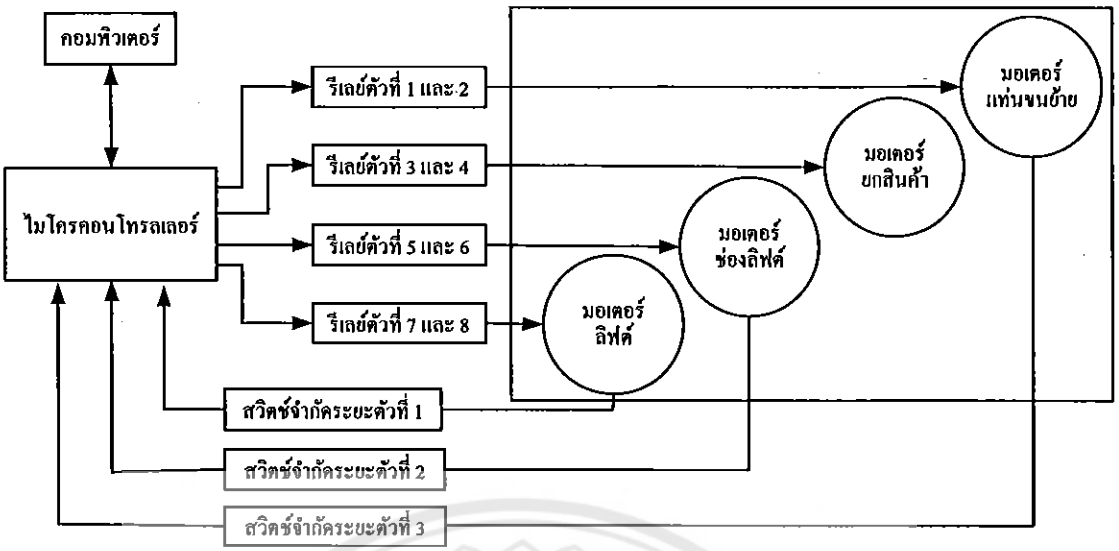
ที่มา: www.atmel.com

บทที่ 3
การพัฒนาโปรแกรมควบคุมและปรับปรุงแบบจำลอง

ในระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้จะใช้ระบบการจัดเก็บที่ไม่ได้กำหนดตำแหน่งตายตัวซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการจัดเก็บสินค้าและนำสินค้าออกของโครงงานนี้ นั่นคือสามารถจัดเก็บสินค้าในตำแหน่งใดก็ได้ ทำให้สามารถใช้ประโยชน์ของพื้นที่คลังสินค้าได้สูงสุด มีความรวดเร็วในการจัดเก็บเนื่องจากมีการจัดเก็บไว้ในตำแหน่งที่ใกล้จุดรับสินค้าก่อนทำให้ประหยัดพลังงานเนื่องจากชุดอุปกรณ์มีการเคลื่อนที่น้อยและใช้คนจำนวนน้อยในการทำงานของระบบ มีความสะดวกและปลอดภัยต่อผู้ใช้งานเพราะไม่ต้องจัดเก็บและนำสินค้าออกด้วยตนเอง

3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้

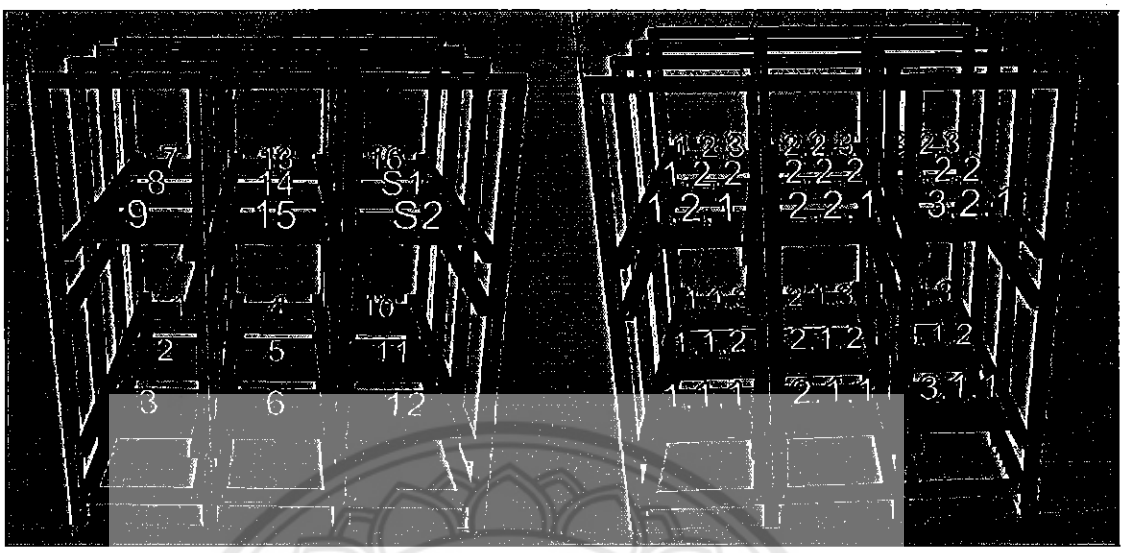
ส่วนประกอบและหลักการทำงานของระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้แสดงดังรูปที่ 3.1 ซึ่งควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับการสั่งการทำงานจากคอมพิวเตอร์ โดยระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้สามารถจัดเก็บสินค้าเดียวกันหรือต่างกันได้และสามารถเลือกชิ้นสินค้าที่ต้องการนำออกได้ ซึ่งมีการควบคุมการทำงานด้วยการเชื่อมต่อของอุปกรณ์หลักด้วยกัน 3 ส่วน คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ แผงวงจรรีเลย์ควบคุม และคอมพิวเตอร์ โดยการทำงานของระบบจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้เพื่อรับคำสั่งต่าง ๆ ในการควบคุมการทำงานทั้งกรณีการกำหนดขนาดคลัง การจัดเก็บและการนำออก แล้วส่งสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลค้นหาตำแหน่งช่องว่างภายในคลังสินค้าสำหรับการจัดเก็บและการย้ายสินค้า หรือการหาตำแหน่งของสินค้าสำหรับชิ้นที่ต้องการนำออก แล้วส่งสัญญาณให้คอมพิวเตอร์เพื่อแสดงสถานะการทำงานและบันทึกข้อมูลตำแหน่งสินค้าและสั่งงานให้อุปกรณ์ทำงาน โดยส่งสัญญาณให้รีเลย์ทำการตัดต่อวงจรของมอเตอร์ทั้งมอเตอร์ลิฟต์ มอเตอร์ช่องลิฟต์ มอเตอร์ยกสินค้าและมอเตอร์แท่นขนย้าย เมื่อมอเตอร์หมุนจะทำให้ชุดอุปกรณ์ดังกล่าวเคลื่อนที่และสวิตช์จำกัดระยะชนกับก้านสัมผัสซึ่งจะส่งเป็นสัญญาณอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมอเตอร์จะหยุดทำงานหลังจากที่มีการกระตุ้นของสัญญาณอินพุตครบตามจำนวนครั้งที่เกิดจากการประมวลผลของโปรแกรม



รูปที่ 3.1 แผนภาพกรอบแสดงส่วนประกอบและการเชื่อมต่อในระบบ

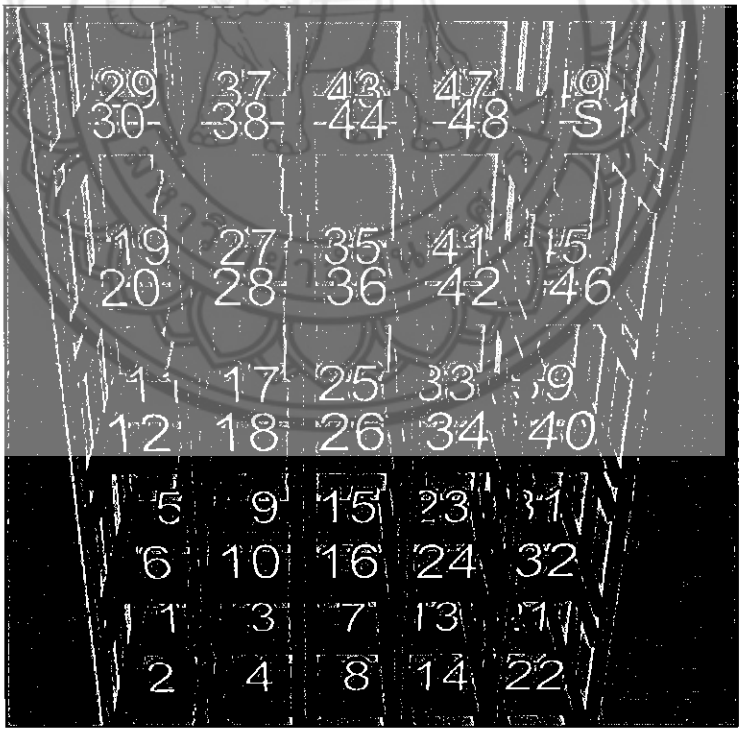
3.2 การพัฒนาโปรแกรมสำหรับจัดเก็บสินค้า

เนื่องจากโครงสร้างของคลังสินค้ามี 3 มิติ ทำให้ต้องมีการเคลื่อนที่ของชุดอุปกรณ์ 3 ส่วน โดยแต่ละส่วนเคลื่อนที่ในแนวแกน X Y และ Z ของระบบพิกัดฉาก ดังนั้นการระบุตำแหน่งต่าง ๆ ในคลังสินค้าจะต้องใช้ค่าตัวเลข 3 ค่าในการระบุตำแหน่ง คือ (X,Y,Z) เมื่อ (X) คือแถวในแต่ละชั้น (Y) คือชั้น และ (Z) คือช่องในแต่ละแถวของคลังสินค้า ซึ่งสมการที่ใช้ระบุตำแหน่งในคลังจะต้องใช้ค่าตัวแปรทั้ง 3 ค่า ในการจัดเก็บสินค้าจะพิจารณาช่องว่างในแถวและชั้นที่อยู่ใกล้กับจุดรับสินค้ามากที่สุดโดยเริ่มจัดเก็บจากช่องว่างด้านในสุด ซึ่งการหาสมการดังกล่าวพิจารณาจากความสัมพันธ์ของลำดับการค้นหาช่องว่างในการจัดเก็บและตำแหน่งในคลังสินค้าจากโครงสร้างตัวอย่างที่มีขนาด (3,2,3) และ (5,5,2) ซึ่งคลังที่มีโครงสร้างขนาด (3,2,3) จะมีลำดับการจัดเก็บดังรูปที่ 3.2(ก) และมีตำแหน่งช่องเก็บดังรูปที่ 3.2(ข) และคลังที่มีโครงสร้างขนาด (5,5,2) จะมีลำดับการจัดเก็บดังรูปที่ 3.3 จะเห็นว่าตัวเลขตำแหน่งในแนวแกน (Z) เริ่มจากค่าสูงสุด (zmax) แล้วลดลงทีละหนึ่งจนมีค่าเท่ากับ 1 แล้วจะมีการเปลี่ยนตัวเลขตำแหน่งในแนวแกน (X) และ (Y) ที่มีความสัมพันธ์กันของตัวเลขตำแหน่งคือ เมื่อตัวเลขในแนวแกน (X) มีค่าลดลงหนึ่ง ตัวเลขในแนวแกน (Y) จะมีค่าเพิ่มขึ้นหนึ่ง โดยค่าสูงสุดของโครงสร้างผู้ใช้สามารถกำหนดได้ โดยขั้นตอนการทำงานของระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้จะแสดงได้ดังรูปที่ 3.4 และขั้นตอนการทำงานในในแบบวิธีการจัดเก็บสินค้ามีรายละเอียดการทำงานดังรูปที่ 3.5

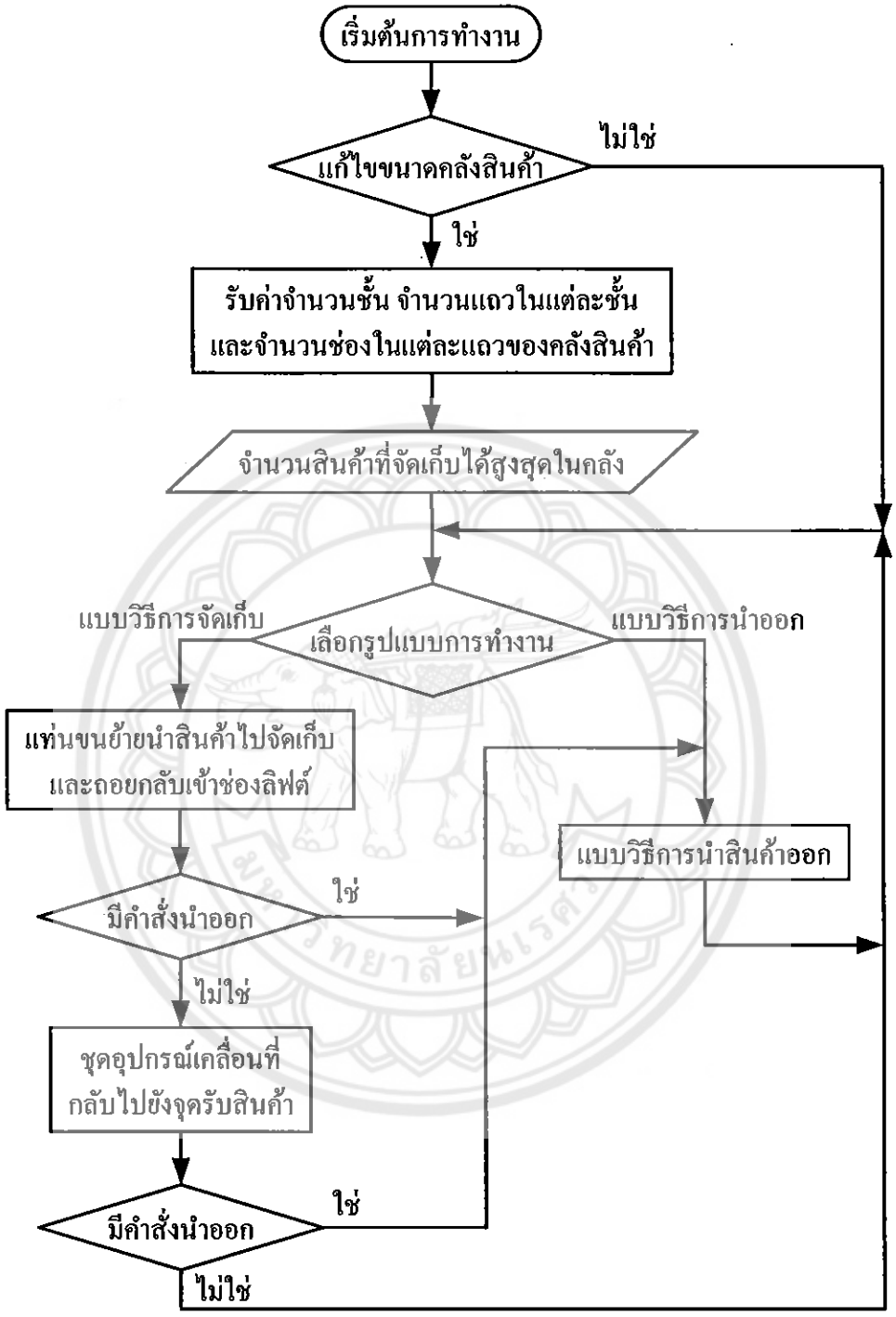


(ก) ลำดับการจัดเก็บ (ข) ตำแหน่งช่องเก็บ

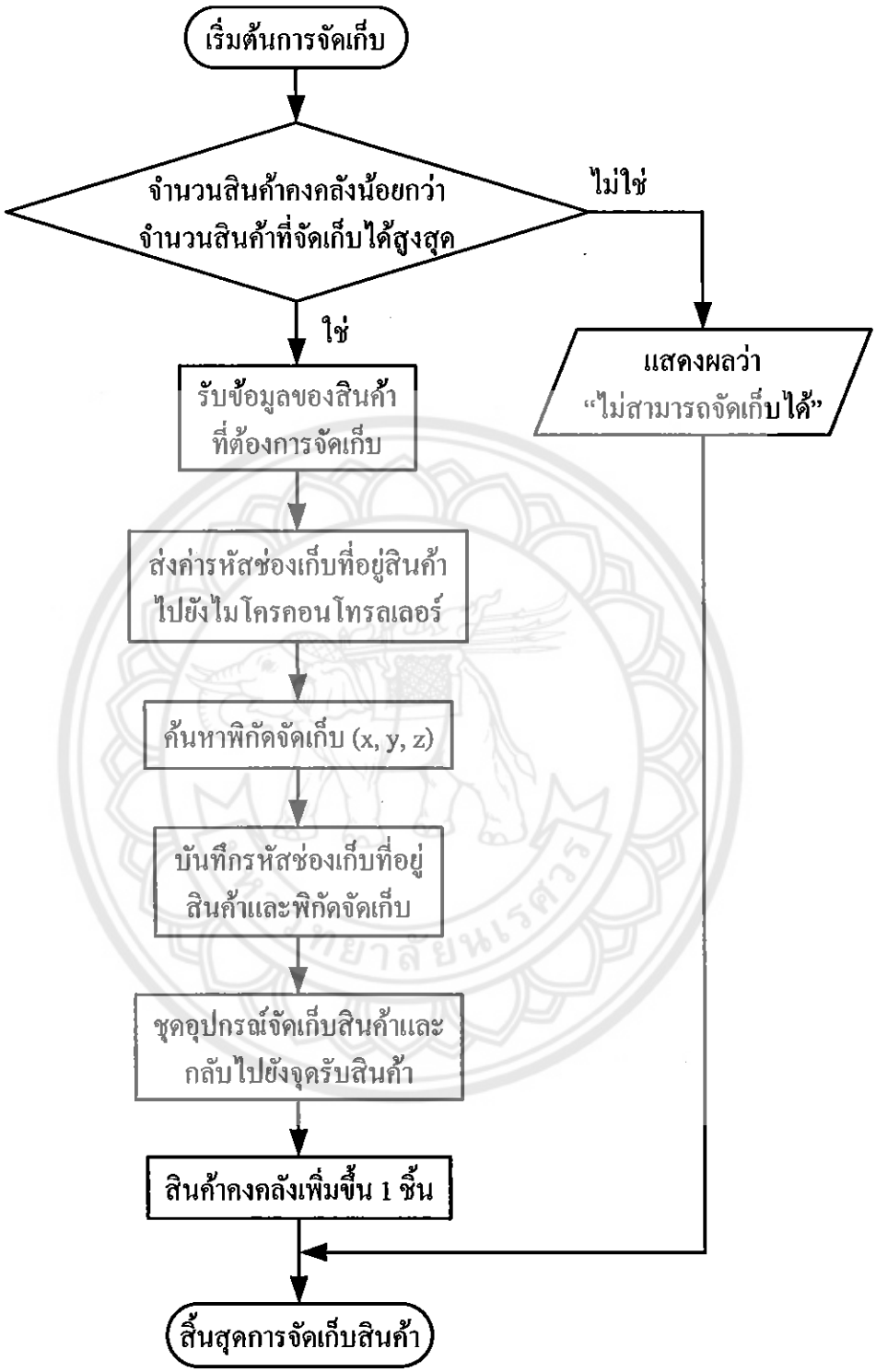
รูปที่ 3.2 ลำดับการจัดเก็บและตำแหน่งช่องเก็บในคลังขนาด (3,2,3)



รูปที่ 3.3 ลำดับการจัดเก็บในคลังขนาด (5,5,2)



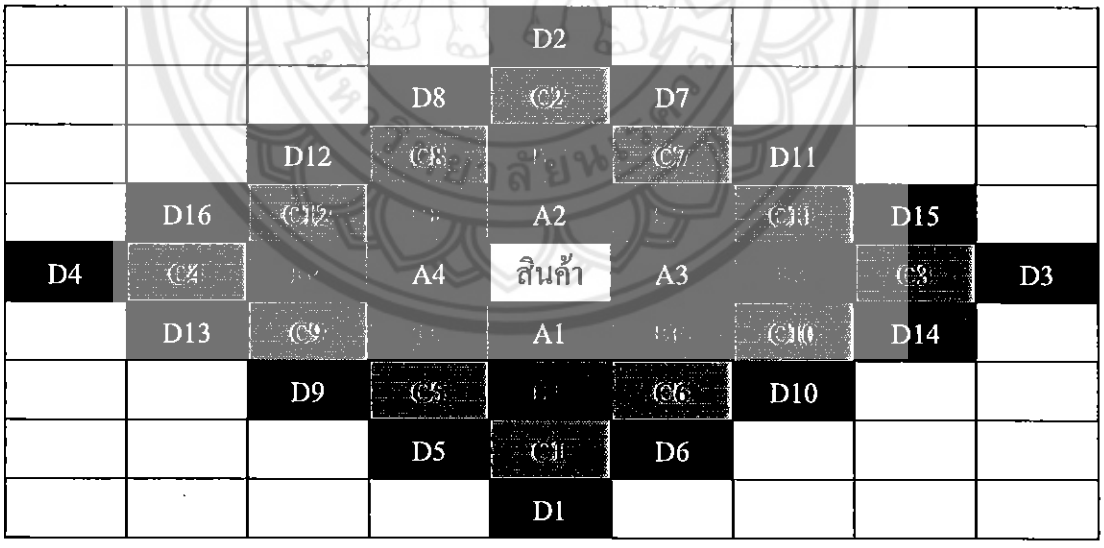
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้



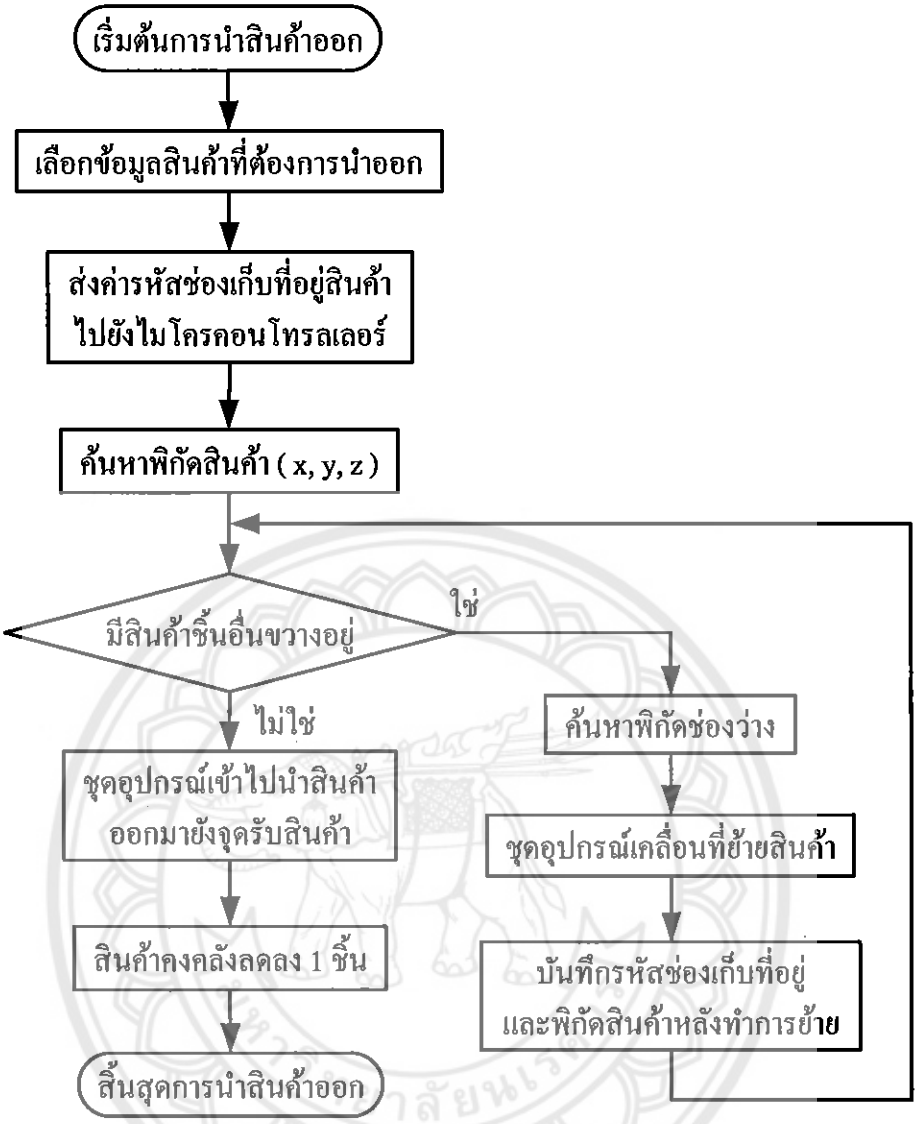
รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการทำงานในแบบวิธีการจัดเก็บสินค้า

3.3 แนวคิดการหาสมการเลือกชิ้นนำสินค้าออกได้

การจัดเก็บสินค้ามีการบันทึกตำแหน่งและรหัสช่องเก็บของสินค้าไว้แล้ว การนำสินค้าที่ต้องการออกจึงต้องพิจารณาจากรหัสช่องจัดเก็บของสินค้าแล้วประมวลผลค้นหาตำแหน่งของสินค้าในพิกัด (X,Y,Z) จากรหัสช่องจัดเก็บดังกล่าว ซึ่งจะมีการตรวจสอบว่ามีสินค้าชิ้นอื่นขวางอยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีระบบจะนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมายังจุดรับสินค้าทันที ถ้าหากมีสินค้าชิ้นอื่นขวางอยู่ระบบจะทำการย้ายสินค้าที่ขวางอยู่แล้วนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมา โดยการค้นหาช่องว่างสำหรับย้ายสินค้าที่ขวางไปจัดเก็บจะพิจารณาจากชั้นและแถวที่อยู่ใกล้และความต่อเนื่องในการเคลื่อนที่ของชุดอุปกรณ์ ซึ่งลำดับการค้นหาตำแหน่งช่องว่างสำหรับย้ายสินค้าที่ขวางแสดงดังรูปที่ 3.6 โดยเริ่มตรวจสอบจากวงรอบ A (วงรอบสีดำใกล้สินค้า) ถัดไป คือ วงรอบ B (สีเทา) วงรอบ C (สีเทาอ่อน) และวงรอบ D (สีดำด้านนอกสุด) ตามลำดับ โดยในแต่ละวงรอบจะตรวจสอบจากลำดับเลขน้อยไปมาก เช่น A1, A2, A3 และ A4 เป็นต้น เมื่อระบบตรวจสอบพบมีช่องว่างในเป็นพิกัดแถวและชั้นของคลังแล้วค้นหาช่องว่างโดยเริ่มตรวจสอบจากด้านในสุดของคลังสินค้าก่อน เมื่อได้พิกัดตำแหน่งของช่องว่าง ระบบจะทำการย้ายสินค้าชิ้นที่ขวางอยู่ไปจัดเก็บในพิกัดดังกล่าว เมื่อย้ายสินค้าที่ขวางหมดแล้ว ระบบจะนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมายังจุดรับสินค้า โดยขั้นตอนการทำงานในแบบวิธีการนำออกโดยเลือกชิ้นสินค้าได้แสดงดังรูปที่ 3.7

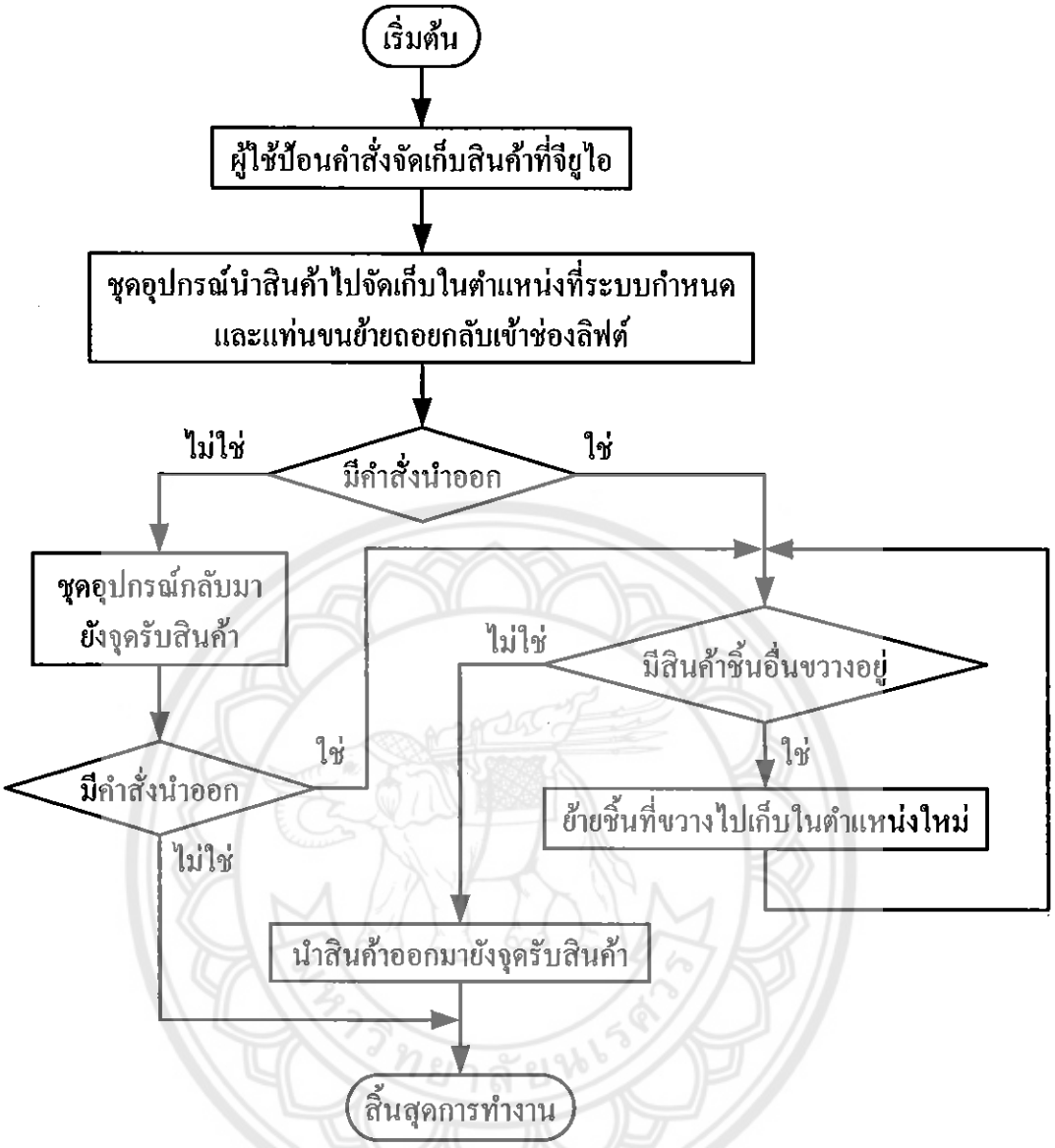


รูปที่ 3.6 ลำดับการค้นหาตำแหน่งช่องว่างสำหรับย้ายสินค้าที่ขวาง



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการทำงานในแบบวิธีการนำออกโดยเลือกชิ้นสินค้าได้

ในโครงงานนี้ได้ออกแบบให้ผู้ใช้สามารถป้อนคำสั่งนำสินค้าออกในระหว่างการจัดเก็บได้ซึ่งขั้นตอนการทำงานสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.8 โดยหลังจากที่แท่นขนย้ายได้นำสินค้าไปจัดเก็บยังตำแหน่งที่ต้องการในคลังและถอยกลับเข้ามาในช่องลิฟต์แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะตรวจสอบกับจียูไอว่าผู้ใช้ได้ป้อนคำสั่งนำสินค้าออกหรือไม่ หากมีคำสั่งนำสินค้าออก ระบบจะเปลี่ยนรูปแบบการทำงานเป็นแบบวิธีการนำออกโดยชุดอุปกรณ์ไม่ต้องเคลื่อนที่กลับไปยังจุดรับสินค้าก่อน แต่ถ้าไม่พบคำสั่งนำสินค้าออกชุดอุปกรณ์จะเคลื่อนที่กลับไปยังจุดรับสินค้าก่อนจะตรวจสอบกับจียูไออีกครั้ง หากมีคำสั่งนำสินค้าออกระบบจะเปลี่ยนรูปแบบการทำงานเป็นแบบวิธีการนำออก และเมื่อทำงานเสร็จสิ้นระบบจะรอรับคำสั่งจากผู้ใช้ต่อไป



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงานในกรณีสั่งนำสินค้าออกในระหว่างการจัดเก็บ

3.4 การสร้างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้หรือจียูไอ (Graphical User Interface, GUI) คือ ส่วนของระบบปฏิบัติการที่ผู้ใช้สามารถควบคุมระบบปฏิบัติการซึ่งผู้ใช้สามารถติดต่อหรือโต้ตอบกับระบบปฏิบัติการได้ โดยผ่านทางภาพหรือแผนภูมิที่เข้าใจได้ง่ายแทนการพิมพ์คำสั่งโดยตรง เพื่อให้ชุดอุปกรณ์ทำงานตามที่ต้องการ การใช้งานผ่านระบบจียูไอ เช่น การใช้เมาส์กดเลือกไอคอน (Icon) หรือปุ่มคำสั่งที่ต้องการ หรือการเลือกคำสั่งตามรายการที่อยู่ในเมนูประเภทต่าง ๆ ที่ซอฟต์แวร์ดังกล่าว โดยในโครงงานนี้จะใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์วิชวลสตูดิโอ (Microsoft Visual Studio) ในการสร้างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

17220224

25

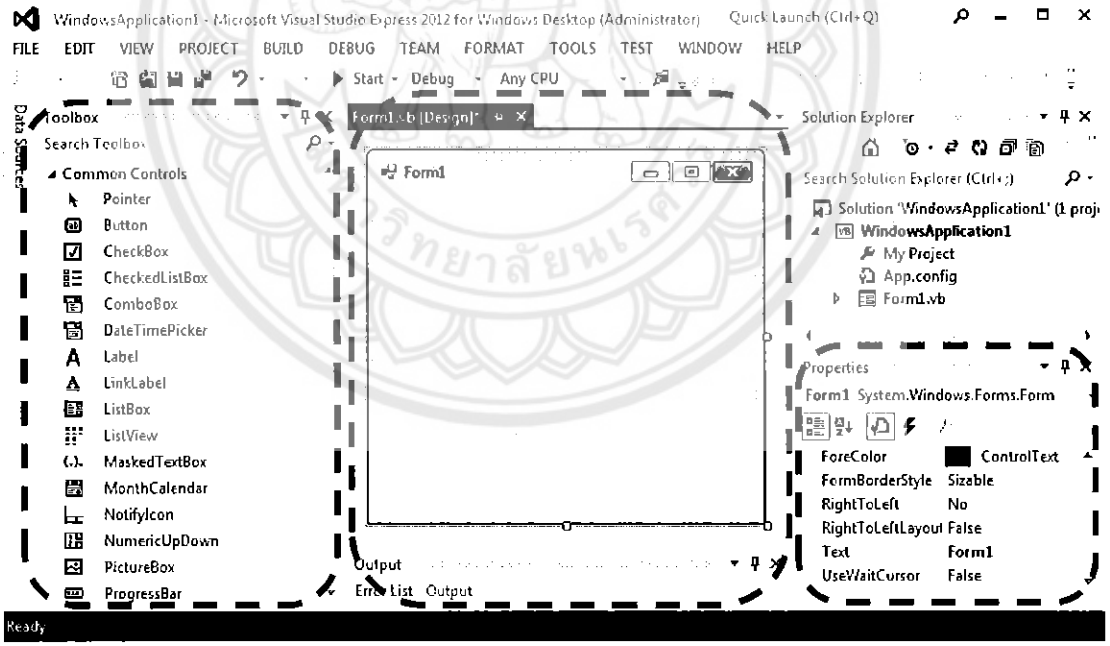
24 มิ.ย. 2561

3.4.1 การสร้างจียูไอเพื่อใช้ควบคุมระบบ

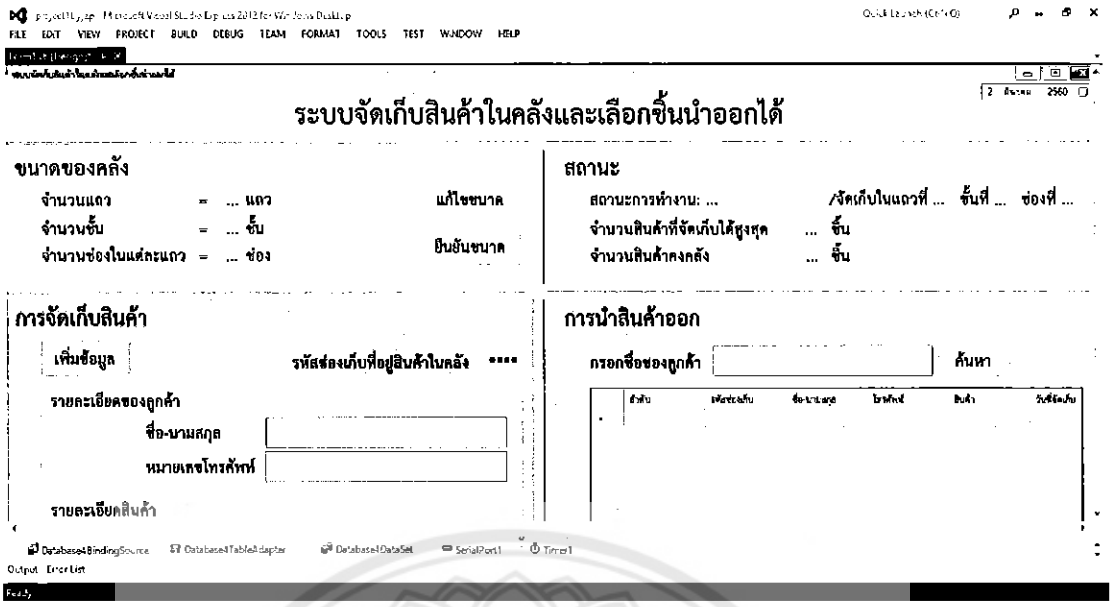
ในระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้ มีการออกแบบจียูไอเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานโดยดำเนินการสร้างไอคอนในขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมวิชวลสตูดิโอและทำการสร้างไอคอนตามที่ต้องการโดยเลือกไอคอนต่าง ๆ ภายใน Toolbox ทำการคลิกค้างไว้แล้วลากลงไปวางบนพื้นที่สำหรับออกแบบหน้าต่างจียูไอ Form1 จัดรูปแบบหรือตำแหน่งไอคอนตามความต้องการ ซึ่งไอคอนที่นำมาใช้งานสามารถเปลี่ยนข้อความและรูปแบบของตัวอักษรที่แสดงบนไอคอนได้ใน Properties โดยหน้าต่างเริ่มต้นของจียูไอที่ออกแบบจะเป็นดังรูปที่ 3.9 และหน้าต่างจียูไอที่ออกแบบเสร็จแล้วจะเป็นดังรูปที่ 3.10

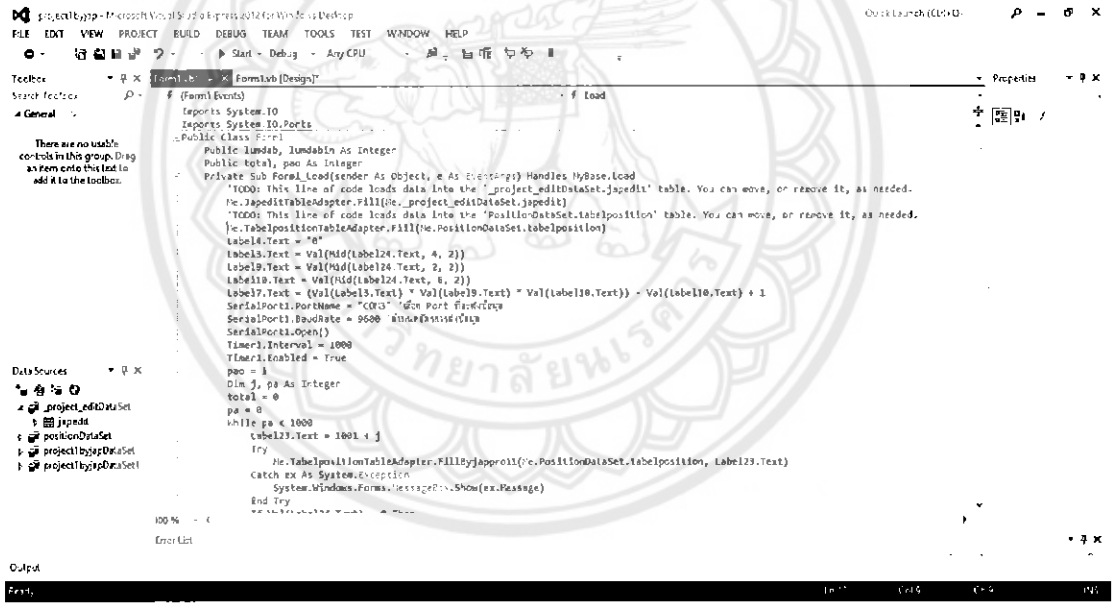
ขั้นที่ 2 ทำการเขียนรหัสคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานและเชื่อมต่อโปรแกรมกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยทำการดับเบิลคลิกในส่วนที่ต้องการกำหนด ซึ่งหน้าต่างสำหรับการเขียนรหัสคำสั่งจะเป็นดังรูปที่ 3.11 เมื่อทำการเขียนรหัสคำสั่งเสร็จสิ้นให้ทำการกดปุ่ม Start จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.9 หน้าต่างในโปรแกรมวิชวลสตูดิโอสำหรับออกแบบจียูไอ



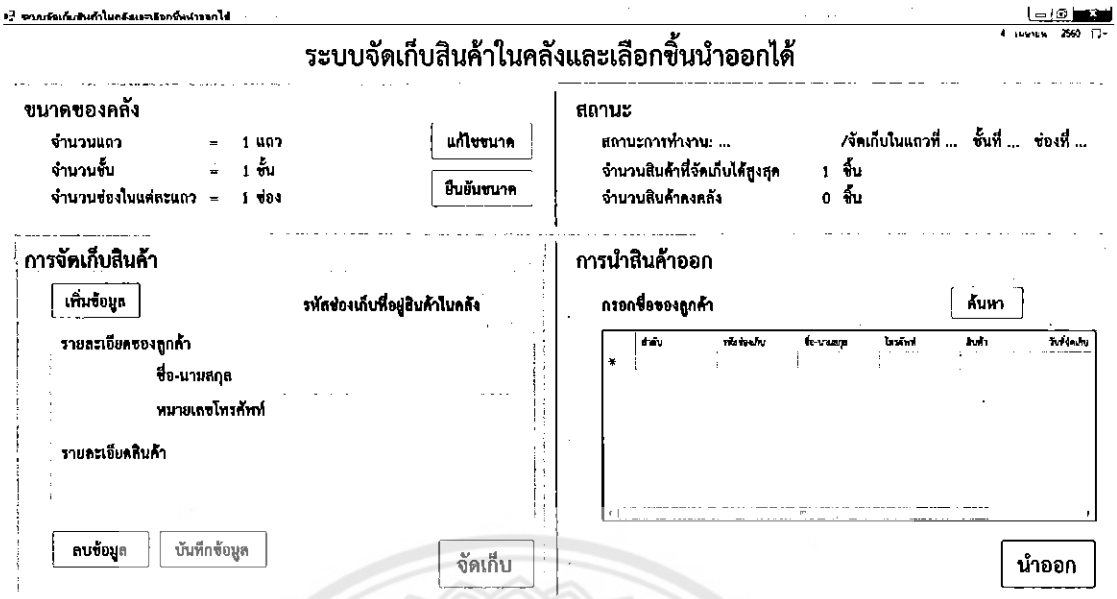
รูปที่ 3.10 หน้าต่างจียูไอสำหรับควบคุมการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.11 หน้าต่างในโปรแกรมวิชวลสตูดิโอสำหรับเขียนรหัสคำสั่ง

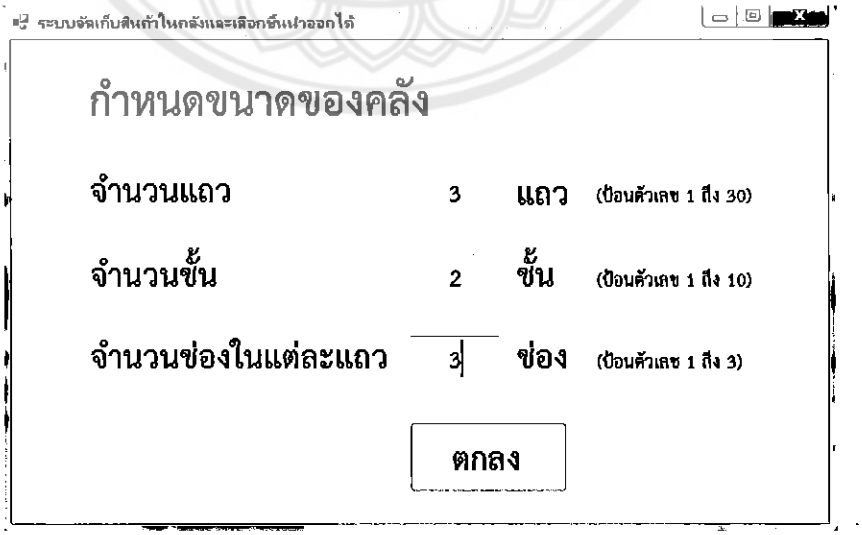
3.4.2 การใช้งานของโปรแกรม

หน้าจอจียูไอที่สร้างขึ้นแบ่งการใช้งานเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนขนาดของคลัง ส่วนสถานะ ส่วนการจัดเก็บสินค้า และส่วนการนำสินค้าออก ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.12

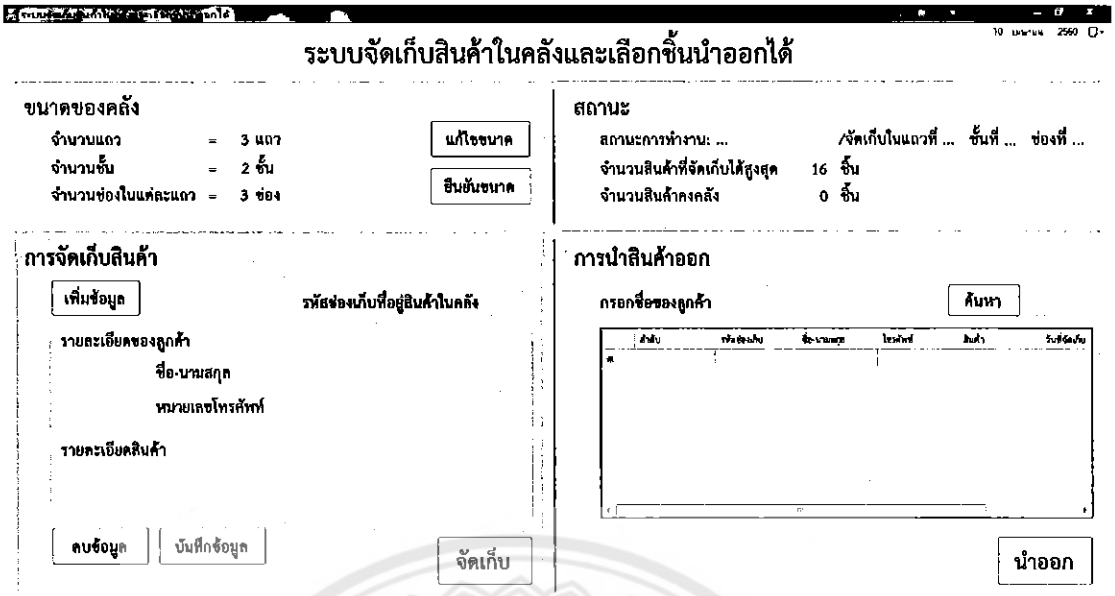


รูปที่ 3.12 หน้าต่างจียูไอขณะเริ่มใช้ควบคุมการทำงานของระบบ

ส่วนขนาดของคลังจะใช้ในการแสดงและกำหนดขนาดของคลัง เมื่อเริ่มต้นการใช้งานระบบให้กดปุ่ม "ยืนยันขนาด" ทุกครั้ง โดยในการใช้งานครั้งแรกหน้าจอควบคุมจะแสดงขนาดของคลังเป็น (1,1,1) ซึ่งในการใช้งานครั้งถัดไปโปรแกรมจะแสดงขนาดของคลังเป็นขนาดล่าสุดที่กำหนดไว้ก่อนปิดการใช้งานระบบ หากต้องการแก้ไขขนาดของคลังให้กดปุ่ม "แก้ไขขนาด" จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาดังรูปที่ 3.13 เพื่อให้ผู้ใช้กำหนดขนาดของคลัง เมื่อใส่ข้อมูลครบแล้วให้กดปุ่ม "ตกลง" จะได้หน้าจอดังแสดงในรูปที่ 3.14 เมื่อได้ขนาดของโครงสร้างตามที่ต้องการแล้วให้กดปุ่ม "ยืนยันขนาด" เป็นอันสิ้นสุดกระบวนการกำหนดขนาดของโครงสร้างคลังสินค้า



รูปที่ 3.13 หน้าต่างสำหรับกำหนดขนาดโครงสร้างของคลังสินค้า



รูปที่ 3.14 การแสดงผลบนจียูไอหลังกำหนดขนาดโครงสร้างที่ต้องการ

ส่วนสถานะจะใช้แสดงสถานะการทำงานขณะจัดเก็บ นำสินค้าออกหรือขณะย้ายสินค้าพร้อมกับตำแหน่งที่กำลังดำเนินการซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.15 นอกจากนั้นยังแสดงจำนวนสินค้าที่จัดเก็บได้สูงสุดและจำนวนสินค้าคงคลัง ซึ่งจำนวนสินค้าที่จัดเก็บได้สูงสุดจะคำนวณด้วยโปรแกรมจากค่าขนาดของคลังที่ผู้ใช้กำหนดจากสมการที่ (3.1)

จำนวนสินค้าที่เก็บได้สูงสุด = (จำนวนชั้น × จำนวนแถว × จำนวนช่อง) – จำนวนช่อง + 1 (3.1)

การใช้งานส่วนการจัดเก็บสินค้าบนจียูไอเริ่มจากการกดปุ่ม “เพิ่มข้อมูล” และทำการป้อนข้อมูลรายละเอียดของลูกค้าเป็นชื่อ-นามสกุลและหมายเลขโทรศัพท์พร้อมกับรายละเอียดของสินค้าดังกล่าวซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.16 แล้วทำการตรวจสอบข้อมูลและแก้ไขให้ถูกต้องครบถ้วนแล้วจึงกดปุ่ม “บันทึก” หลังจากนั้นทำการกดปุ่ม “จัดเก็บ” เพื่อสั่งให้ระบบทำการจัดเก็บสินค้า

การใช้งานส่วนการนำสินค้าออกบนจียูไอเริ่มจากกรอกชื่อของลูกค้าและทำการกดปุ่ม “ค้นหา” ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.17 แล้วตรวจสอบข้อมูลของสินค้าเนื่องจากชื่อที่ค้นหาอาจมีซ้ำกัน จากนั้นเลือกข้อมูลสินค้าชิ้นที่ต้องการนำออกแล้วกดปุ่ม “นำออก” เพื่อให้ระบบนำสินค้าชิ้นดังกล่าวออกมาจากคลัง

สถานะ

สถานะการทำงาน: กำลังจัดเก็บ /จัดเก็บในแถวที่ 1 ชั้นที่ 1 ช่องที่ 1
จำนวนสินค้าที่จัดเก็บได้สูงสุด 16 ชิ้น
จำนวนสินค้าคงคลัง 13 ชิ้น

(ก) ขณะจัดเก็บสินค้า

สถานะ

สถานะการทำงาน: กำลังนำสินค้าออก /นำมาจากแถวที่ 1 ชั้นที่ 1 ช่องที่ 1
จำนวนสินค้าที่จัดเก็บได้สูงสุด 16 ชิ้น
จำนวนสินค้าคงคลัง 14 ชิ้น

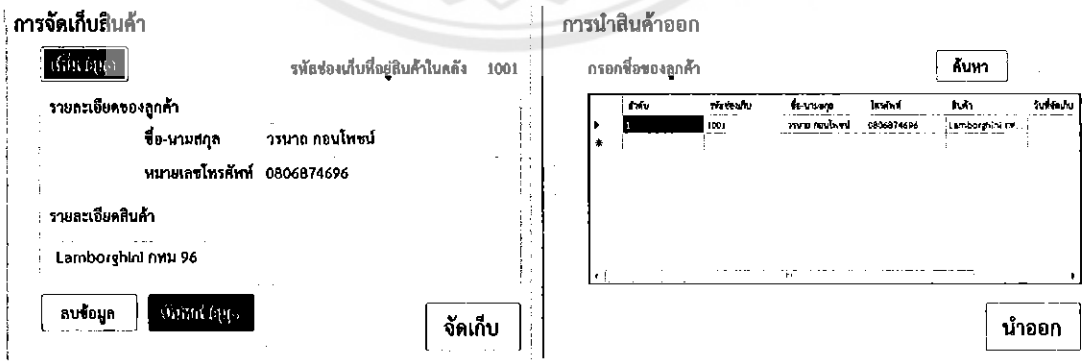
(ข) ขณะนำสินค้าออก

สถานะ

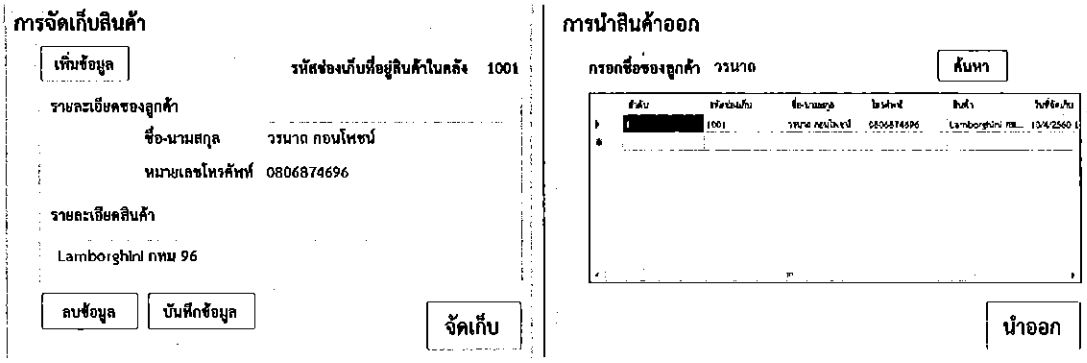
สถานะการทำงาน: กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง /จัดเก็บในแถวที่ 1 ชั้นที่ 2 ช่องที่ 3
จำนวนสินค้าที่จัดเก็บได้สูงสุด 16 ชิ้น
จำนวนสินค้าคงคลัง 14 ชิ้น

(ค) ขณะย้ายสินค้า

รูปที่ 3.15 สถานะการทำงานขณะจัดเก็บสินค้า นำสินค้าออก และย้ายสินค้า



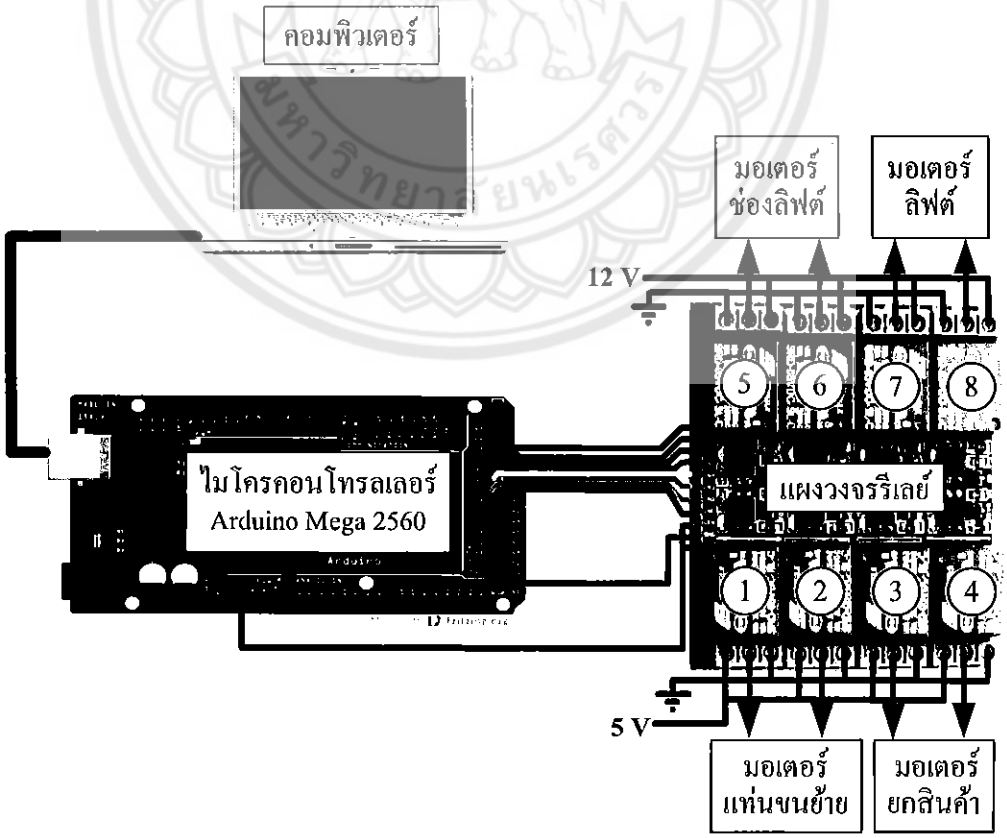
รูปที่ 3.16 การบันทึกรายละเอียดของลูกค้าและสินค้าก่อนจัดเก็บ



รูปที่ 3.17 การค้นหาสินค้าเพื่อเลือกชิ้นนำออก

3.5 การออกแบบการเชื่อมต่อวงจร

ในระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์หลักที่ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ แผงวงจรรีเลย์ และคอมพิวเตอร์ แสดงการต่อวงจรดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 การเชื่อมต่อใช้งานรีเลย์เพื่อควบคุมทิศการหมุนของมอเตอร์

การทำงานของระบบจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้เพื่อรับค่าคำสั่งควบคุมการทำงานทั้งกรณีการกำหนดขนาดคลัง การจัดเก็บและการนำออก แล้วส่งสัญญาณให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลหาตำแหน่งที่ว่างภายในคลังสินค้าสำหรับการจัดเก็บหรือการย้ายสินค้าและการหาตำแหน่งของสินค้าสำหรับชิ้นที่ต้องการนำออกและสั่งงานให้อุปกรณ์ทำงาน โดยส่งสัญญาณให้รีเลย์ทำการตัดต่อวงจรของมอเตอร์กระแสตรงที่ระดับแรงดัน 12 V (มอเตอร์ลิฟต์และมอเตอร์ช่องลิฟต์) และมอเตอร์กระแสตรงที่ระดับแรงดัน 5 V (มอเตอร์ยกสินค้าและมอเตอร์แท่นขนย้าย) นอกจากนั้นแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ยังส่งสัญญาณให้คอมพิวเตอร์เพื่อแสดงสถานะการทำงานและบันทึกข้อมูลตำแหน่งสินค้า

3.6 การปรับปรุงโครงสร้างแบบจำลองคลังสินค้า

ในโครงงานปัจจุบัน ได้ปรับปรุงและเพิ่มอุปกรณ์บางส่วนเข้าไปยังแบบจำลองคลังสินค้าของโครงงานปีการศึกษา 2558 เพื่อให้ทำงานได้สอดคล้องกับกลไกการควบคุมที่ออกแบบไว้โดยการปรับเปลี่ยนการติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะและก้านสัมผัสของลิฟต์และช่องลิฟต์ นอกจากนี้ยังปรับความเร็วการเคลื่อนที่ของลิฟต์ ปรับจุดศูนย์ถ่วงของช่องลิฟต์ และปรับเปลี่ยนการต่อวงจรควบคุมการทำงาน

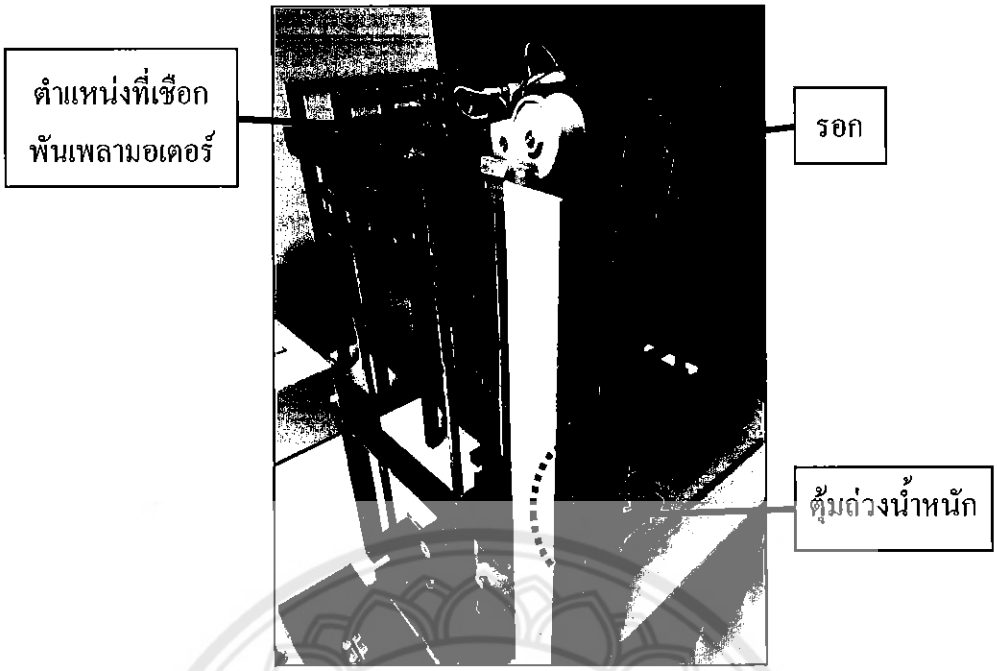
3.6.1 ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลิฟต์

ตุ้มถ่วงน้ำหนักจะติดตั้งไว้ด้านหลังของช่องลิฟต์แสดงดังรูปที่ 3.19 ซึ่งมีปลายด้านหนึ่งผูกเชือกพันไว้กับเพลาของมอเตอร์ลิฟต์ เพื่อทำให้เกิดแรงโมเมนต์ด้านตรงข้ามกับแรงโมเมนต์ที่เกิดจากน้ำหนักของตัวลิฟต์ซึ่งช่วยให้ลิฟต์สามารถหยุดนิ่งที่ระดับชั้นที่ต้องการได้ นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มตุ้มถ่วงน้ำหนักยังทำให้ลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้นและลงด้วยความเร็วที่ใกล้เคียงกัน แต่มีผลเสียคือทำให้จุดศูนย์ถ่วงของช่องลิฟต์สูงขึ้นและจุดศูนย์ถ่วงไม่ได้อยู่ในแนวดิ่งที่อยู่กึ่งกลางของช่องลิฟต์โดยค่อนไปทางที่ติดตั้งตุ้มถ่วงซึ่งทำให้เกิดการแกว่งขณะที่หยุดเคลื่อนที่มากขึ้นรวมถึงช่องลิฟต์อาจเกิดการล้ม

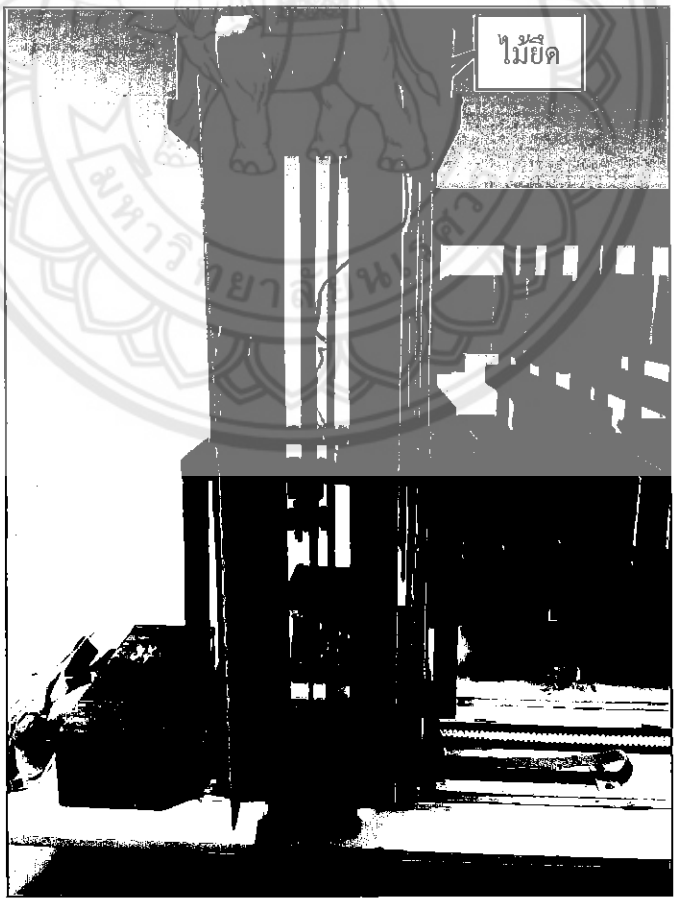
3.6.2 จุดศูนย์ถ่วงของช่องลิฟต์

ก) การปรับจุดศูนย์ถ่วงให้คงที่

การปรับจุดศูนย์ถ่วงให้คงที่ทำโดยติดตั้งแผ่นไม้ขนาดกว้าง 4 cm ยาว 55 cm หนา 2 cm จำนวนสองชิ้นไว้หลังช่องลิฟต์แสดงดังรูปที่ 3.20 เพื่อยึดส่วนบนและส่วนล่างให้เป็นชิ้นเดียวกันเพื่อทำให้จุดศูนย์ถ่วงของช่องลิฟต์อยู่ตำแหน่งเดิมในขณะที่ระบบทำงาน



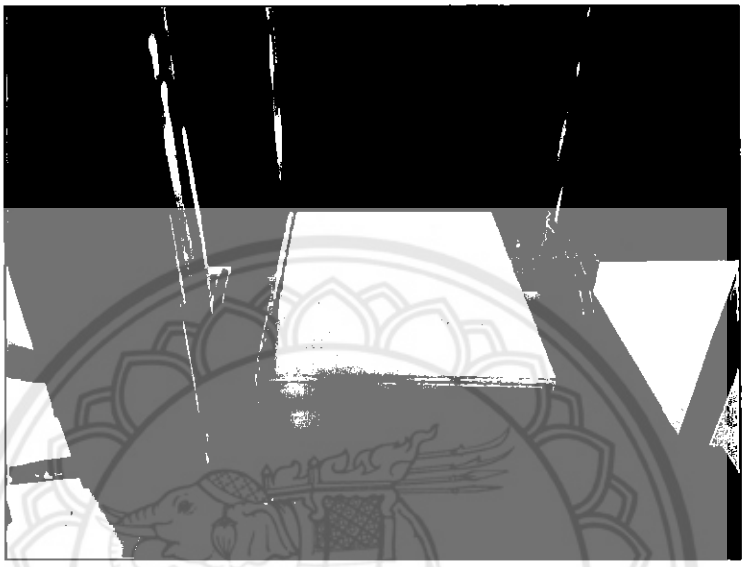
รูปที่ 3.19 การติดตั้งตุ้มถ่วงน้ำหนักของลิฟต์



รูปที่ 3.20 การติดตั้งไม้ยึดเพื่อปรับจุดศูนย์ถ่วงของช่องลิฟต์ให้คงที่

ข) การลดความสูงของจุดศูนย์ถ่วง

การลดความสูงของจุดศูนย์ถ่วงทำด้วยวิธีเพิ่มน้ำหนักไว้ที่ฐานของช่องลิฟต์ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.21 เพื่อลดระดับความสูงของจุดศูนย์ถ่วงช่วยลดการโยกของช่องลิฟต์เมื่อหยุดเคลื่อนที่และลดโอกาสที่ช่องลิฟต์จะล้ม



รูปที่ 3.21 การเพิ่มโหลดน้ำหนักที่ฐานของช่องลิฟต์

3.6.3 การติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะและก้านสัมผัส

ก) ช่องลิฟต์

ในโครงงานปีการศึกษา 2558 สินค้าที่ถูกจัดเก็บพิจารณาให้ทุกชิ้นเป็นสินค้าเดียวกัน ในการพิจารณาสินค้าที่นำออกจึงเรียงลำดับจากชิ้นที่อยู่ใกล้จุดรับสินค้ามากที่สุดโดยไม่มีการย้ายสินค้าที่ขวางออก การติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะและก้านสัมผัสจึงพิจารณาการเคลื่อนที่ของช่องลิฟต์ให้หยุดตรงตามแถวของโครงสร้างในกรณีเคลื่อนที่ไปหน้าเพียงอย่างเดียว ส่วนในกรณีเคลื่อนที่ย้อนจะพิจารณาจำนวนครั้งการชนก้านสัมผัสเท่านั้น จึงใช้ก้านสัมผัสในลักษณะสามเหลี่ยม เพราะเมื่อสวิตช์จำกัดระยะของช่องลิฟต์ชนกับก้านสัมผัส ช่องลิฟต์จะเคลื่อนที่ต่อระยะหนึ่งเนื่องจากความเฉื่อยแล้วจึงจะหยุด ซึ่งตำแหน่งของสวิตช์จำกัดระยะหลังจากหยุดกรณีเคลื่อนที่ไปหน้าแสดงดังรูปที่ 3.22(ก) และถ้ามีกรณีเคลื่อนที่ย้อนแสดงดังรูปที่ 3.22(ข)

ในโครงงานปัจจุบัน สินค้าที่ถูกจัดเก็บพิจารณาให้ทุกชิ้นต่างกัน การนำออกจึงต้องพิจารณาตำแหน่งของสินค้าชิ้นที่ต้องการนำออกว่ามีชิ้นอื่นขวางอยู่หรือไม่ หากมีต้องทำการย้ายสินค้าที่ขวางอยู่ออกก่อนซึ่งอาจเป็นการย้ายจากแถวหนึ่งไปยังอีกแถวหนึ่งที่มีช่องว่างอยู่ การติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะและก้านสัมผัสจึงพิจารณาการเคลื่อนที่ของช่องลิฟต์ให้หยุดตรงตามแถวของ

โครงสร้างในกรณีเคลื่อนที่ไปหน้าและย้อน จึงได้ทำการเปลี่ยนก้านสัมผัสให้ปลายมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู เพราะเมื่อสวิตช์จำกัดระยะของช่องลิฟต์ชนกับก้านสัมผัส ช่องลิฟต์จะเคลื่อนที่ต่อระยะหนึ่งเนื่องจากความเฉื่อยแล้วจึงจะหยุด การใช้ก้านสัมผัสที่ปลายมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมคางหมูจึงช่วยให้สวิตช์จำกัดระยะของช่องลิฟต์หยุดอยู่ตรงตำแหน่งเดียวกันที่กึ่งกลางของก้านสัมผัส ซึ่งตำแหน่งของสวิตช์จำกัดระยะหลังจากหยุดกรณีเคลื่อนที่ไปหน้าแสดงดังรูปที่ 3.23(ก) และกรณีเคลื่อนที่ย้อนแสดงดังรูปที่ 3.23(ข)

(ก) กรณีเคลื่อนที่ไปหน้า (ข) ถ้ามีกรณีเคลื่อนที่ย้อน

รูปที่ 3.22 ตำแหน่งหลังหยุดของสวิตช์จำกัดระยะในโครงงานปีการศึกษา 2558

(ก) กรณีเคลื่อนที่ไปหน้า (ข) กรณีเคลื่อนที่ย้อน

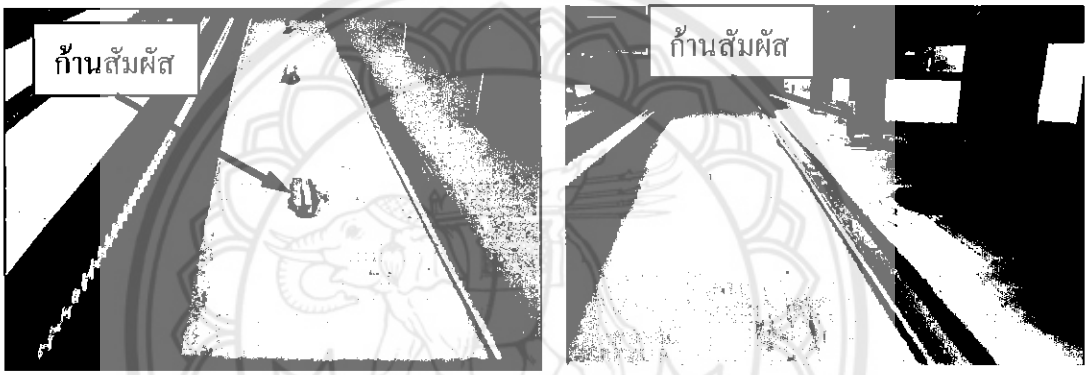
รูปที่ 3.23 ตำแหน่งหลังหยุดของสวิตช์จำกัดระยะในโครงงานปัจจุบัน

การติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะและก้านสัมผัสของช่องลิฟต์ในโครงงานปีการศึกษา 2558 พิจารณาการเคลื่อนที่ของช่องลิฟต์ให้หยุดตรงตามแถวของโครงสร้างในกรณีเคลื่อนที่ไปหน้าเพียงอย่างเดียว จึงทำการติดตั้งก้านสัมผัสโดยให้สวิตช์จำกัดระยะช่องลิฟต์เคลื่อนที่ชนกับก้านสัมผัสก่อนที่ช่องลิฟต์จะหยุดตรงแถวของโครงสร้างตามระยะทางที่เกิดจากแรงเฉื่อย ซึ่งการติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะแสดงดังรูปที่ 3.24(ก) และก้านสัมผัสแสดงดังรูปที่ 3.25(ก)

การติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะและก้านสัมผัสของช่องลิฟต์ในโครงงานปัจจุบันได้พิจารณาการเคลื่อนที่ของช่องลิฟต์ให้หยุดตรงตามแถวของโครงสร้างในกรณีเคลื่อนที่ไปหน้าและย้อนจึงทำการติดตั้งก้านสัมผัสโดยให้สวิตช์จำกัดระยะช่องลิฟต์หยุดอยู่ตรงกึ่งกลางของก้านสัมผัสแล้วทำให้แท่นขนย้ายสามารถเคลื่อนที่เข้าคลังได้ ซึ่งการติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะแสดงดังรูปที่ 3.24(ข) และก้านสัมผัสแสดงดังรูปที่ 3.25(ข)

(ก) ในโครงงานปีการศึกษา 2558 (ข) ในโครงงานปัจจุบัน

รูปที่ 3.24 การติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะของช่องลิฟต์



(ก) ในโครงงานปีการศึกษา 2558 (ข) ในโครงงานปัจจุบัน

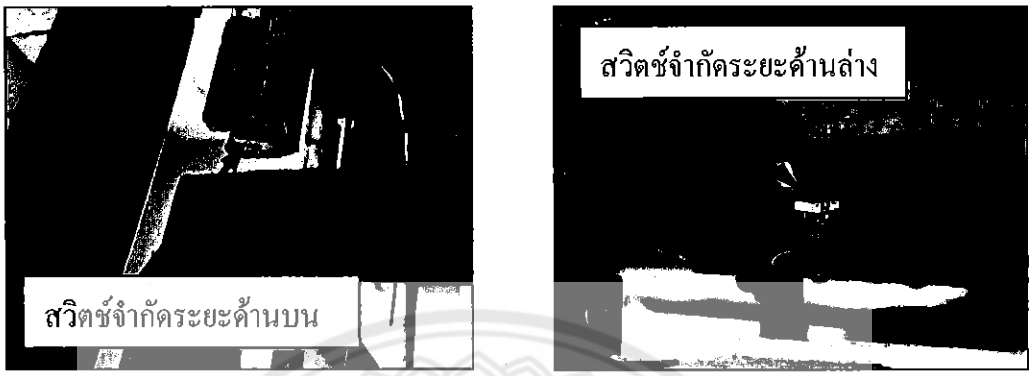
รูปที่ 3.25 การติดตั้งก้านสัมผัสของช่องลิฟต์

ข) ลิฟต์

ในโครงงานปีการศึกษา 2558 มีการติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะของลิฟต์ไว้ด้านบนของช่องลิฟต์แสดงดังรูปที่ 3.26(ก) และด้านล่างของช่องลิฟต์แสดงดังรูปที่ 3.26(ข) เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อให้ลิฟต์หยุดเคลื่อนที่เมื่อถึงชั้นที่ต้องการ โดยการติดตั้งสามารถทำได้ง่ายและใช้กับคลังที่มีความสูง 2 ชั้นเท่านั้น

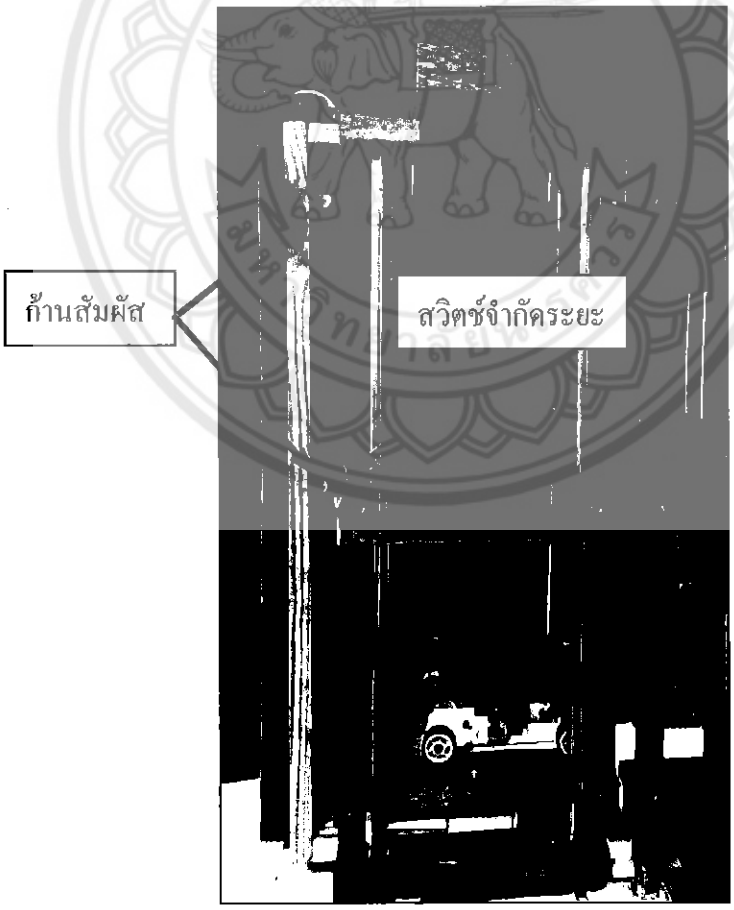
ในโครงงานปัจจุบัน มีการออกแบบให้ระบบสามารถใช้ได้กับคลังสินค้าที่ขนาดต่างกันได้ โดยการเคลื่อนที่ของลิฟต์เพื่อให้หยุดในชั้นต่าง ๆ ออกแบบให้อาศัยการส่งสัญญาณจากสวิตช์จำกัดระยะของลิฟต์เมื่อเคลื่อนที่ผ่านในแต่ละชั้น จึงได้ทำการเปลี่ยนการติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะของลิฟต์ จากเดิมใช้สองตัว ติดตั้งที่ด้านบนและด้านล่างของช่องลิฟต์ เป็นการใช้สวิตช์จำกัดระยะหนึ่งตัวติดตั้งไว้กับตัวลิฟต์และมีก้านสัมผัสติดตั้งไว้ที่แต่ละชั้นของช่องลิฟต์ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับคลังสินค้าที่มีความสูงมากกว่า 1 ชั้น

การปรับโครงสร้างคลังในกรณีทำการเพิ่มจำนวนชั้น จำเป็นจะต้องมีการติดตั้งก้านสัมผัสเพิ่มในแต่ละชั้นที่เพิ่มขึ้นมา เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง ซึ่งการติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะและก้านสัมผัสแสดงดังรูปที่ 3.27



(ก) สวิตช์จำกัดระยะด้านบน (ข) สวิตช์จำกัดระยะด้านล่าง

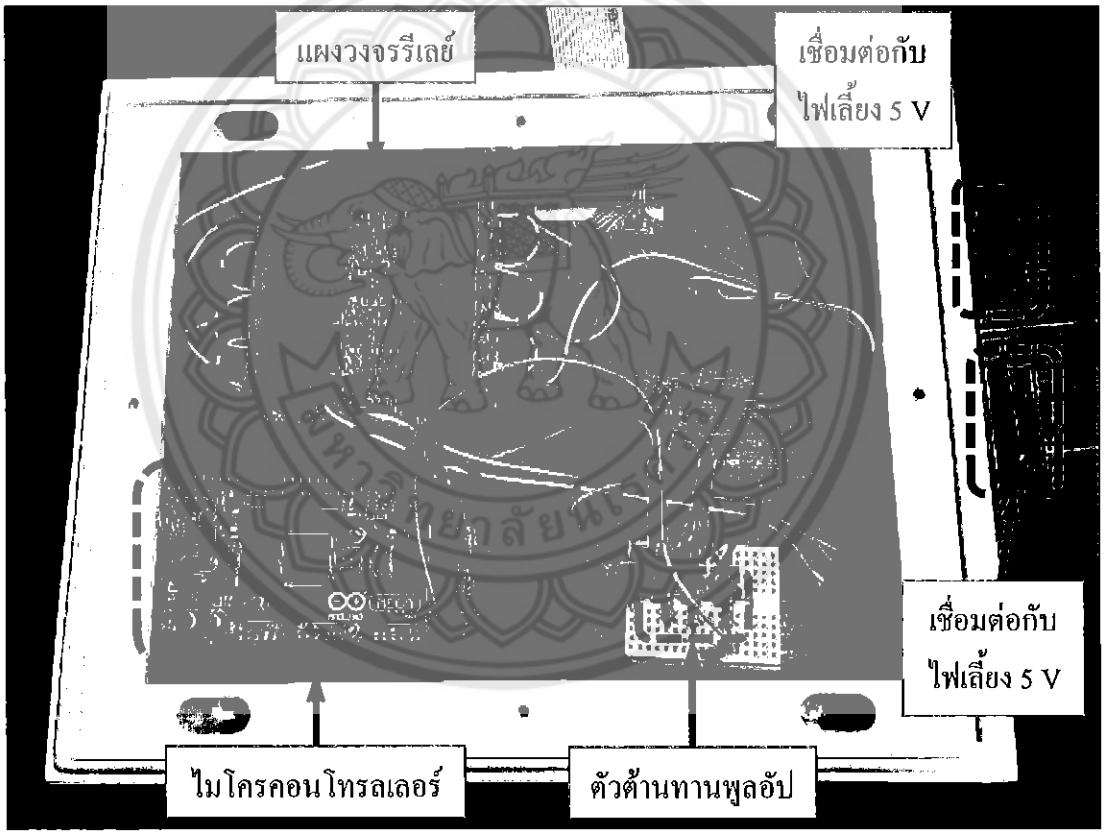
รูปที่ 3.26 การติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะของลิฟต์ในโครงงานปีการศึกษา 2558



รูปที่ 3.27 การติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะและก้านสัมผัสของลิฟต์ในโครงงานปัจจุบัน

3.6.4 กล่องควบคุมการทำงานของระบบ

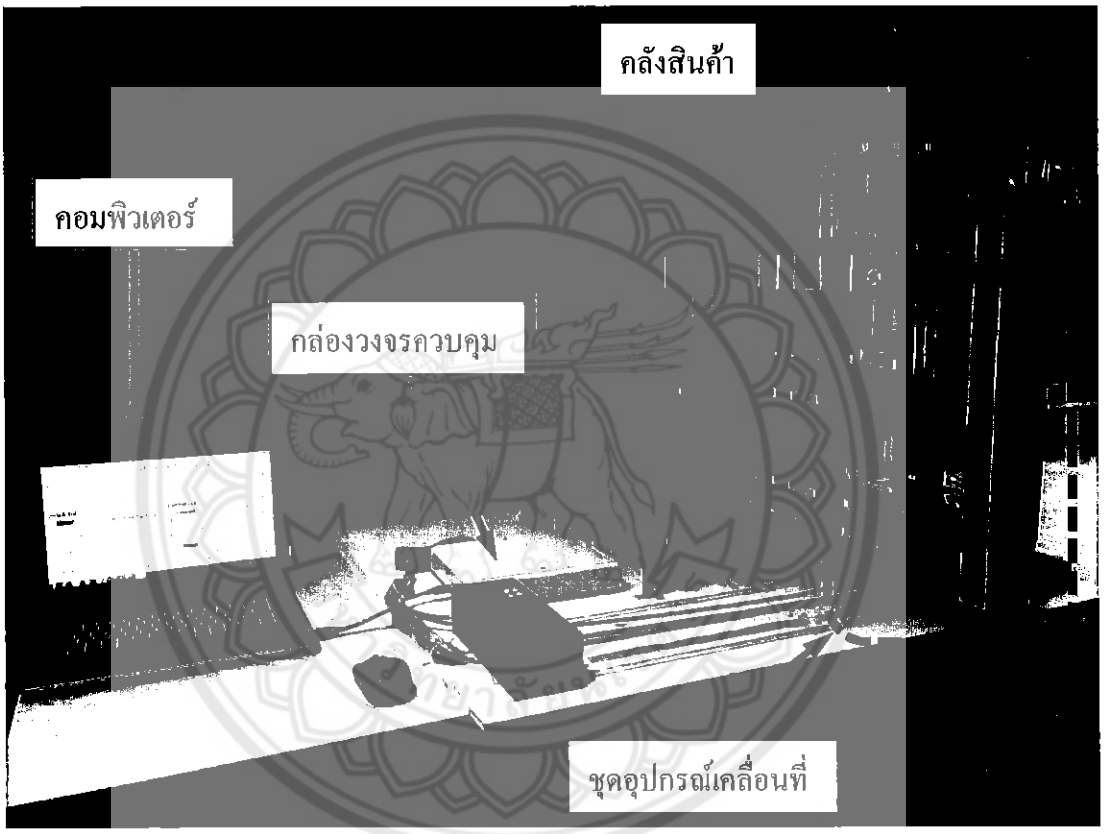
ภายในกล่องควบคุมแสดงในรูปที่ 3.28 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น MEGA 2560 แผงวงจรรีเลย์ และวงจรของสวิตช์จำกัดระยะให้เป็นแบบพูลอัป (Pull-up) ซึ่งการต่อแบบพูลอัปเพื่อเป็นอินพุตให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นการกำหนดสัญญาณอินพุตที่แน่นอนจึงป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นหากเปิดวงจรที่ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังนั้นในช่วงเวลาที่สวิตช์จำกัดระยะยังไม่ชนก้านสัมผัสจะมีแรงดัน 5 V ป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อสวิตช์จำกัดระยะชนกับก้านสัมผัสจะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับแรงดัน 0 V ซึ่งในที่นี้ถูกใช้สำหรับการนับจำนวนครั้งของการชนให้ครบตามเงื่อนไขเพื่อควบคุมให้อุปกรณ์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ



รูปที่ 3.28 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในกล่องวงจรควบคุม

3.7 แบบจำลองโครงสร้างระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้

หลังจากที่ปรับปรุงแบบจำลองคลังเก็บสินค้าจะมีการประกอบชุดการเคลื่อนที่ช่องลิฟต์ ชุดการเคลื่อนที่ลิฟต์ แท่นขนย้ายสินค้า และกล่องควบคุมแต่ละส่วนเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังสร้างตัวอย่างกล่องสินค้าทำจากกระดาษแข็ง แต่ละกล่องมีขนาดกว้าง 12 cm ยาว 12 cm และสูง 8 cm ซึ่งแต่ละกล่องใช้แสดงความแตกต่างของสินค้าแต่ละชิ้น โดยแบบจำลองโครงสร้างระบบจัดเก็บสินค้าและเลือกชิ้นนำออกได้แสดงดังรูปที่ 3.29



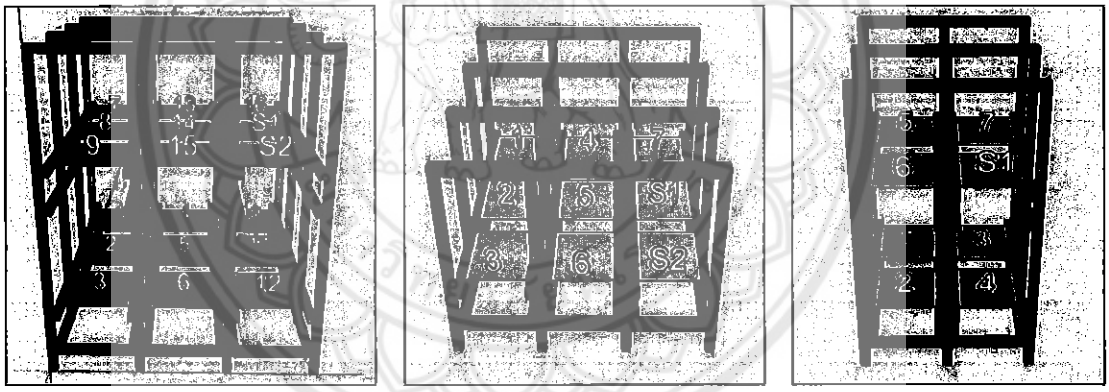
รูปที่ 3.29 แบบจำลองโครงสร้างระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

ในการทดสอบการทำงานของระบบจะทดสอบในแบบวิธีการจัดเก็บ แบบวิธีการนำออก และการสั่งนำสินค้าออกในระหว่างการจัดเก็บเพื่อสังเกตผลที่เกิดขึ้นว่าอุปกรณ์มีการทำงานที่ถูกต้องตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ โดยมีรายละเอียดของการทดสอบมีดังต่อไปนี้

4.1 แบบวิธีการจัดเก็บ

การทดสอบการจัดเก็บสินค้าเพื่อสังเกตผลการทำงานว่าระบบมีการจัดเก็บสินค้าเป็นไปตามลำดับที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่ โดยการทดสอบการจัดเก็บสินค้าในโครงงานนี้มีการทดสอบกับโครงสร้างที่มีขนาด (3,2,3) มีลำดับการจัดเก็บดังรูปที่ 4.1(ก) โครงสร้างที่มีขนาด (3,1,3) มีลำดับการจัดเก็บดังรูปที่ 4.1(ข) และโครงสร้างที่มีขนาด (2,2,2) มีลำดับการจัดเก็บดังรูปที่ 4.1(ค)



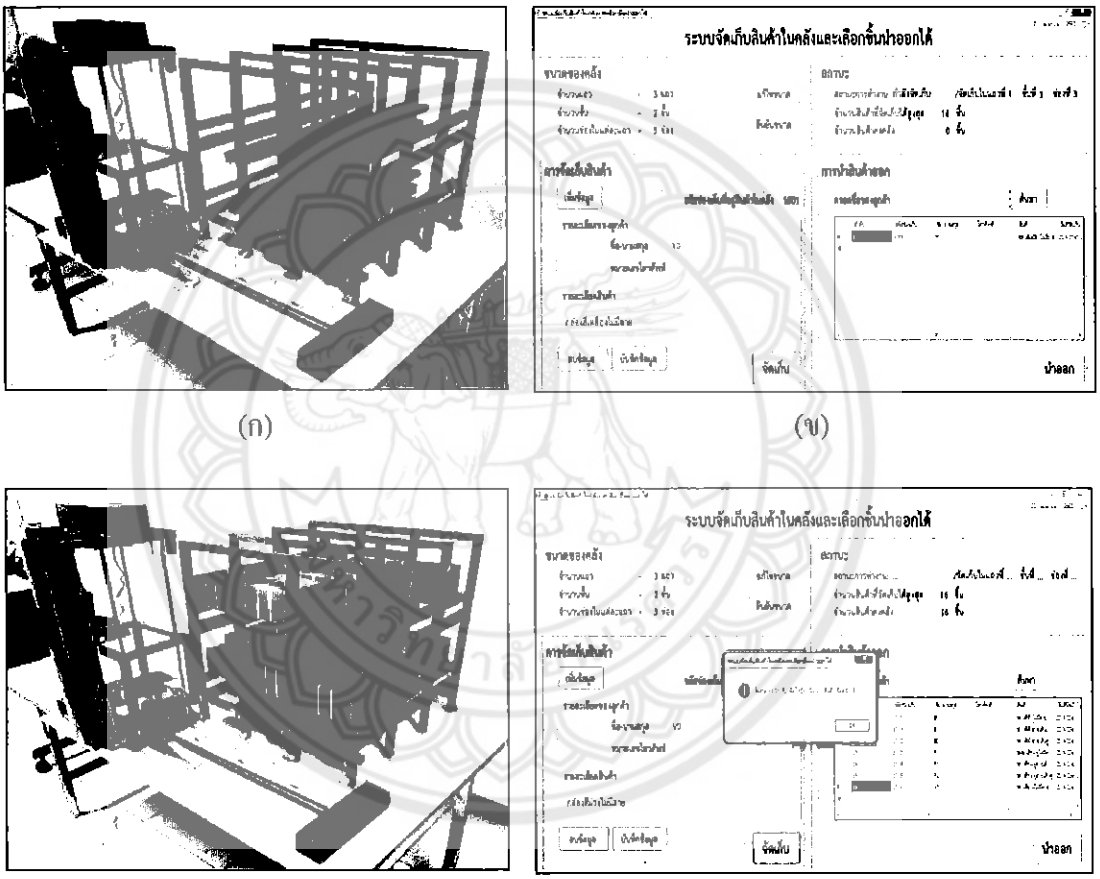
(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.1 ลำดับการจัดเก็บสินค้าของคลังที่มีขนาด (3,2,3) (3,1,3) และ (2,2,2)

4.1.1 การทดสอบการจัดเก็บในคลังที่มีโครงสร้างขนาด (3,2,3)

การทดสอบการจัดเก็บสินค้าในคลังที่มีขนาด (3,2,3) ดังรูปที่ 4.2(ก) การจัดเก็บสินค้าจะเริ่มจากการกดปุ่ม “เพิ่มข้อมูล” แล้วพิมพ์กรอกรายละเอียดของลูกค้าและของสินค้าลงในจียูไอดังรูปที่ 4.2(ข) โดยในขณะนี้ลูกค้าชื่อ Y0 และสินค้าคือกล่องสีเหลืองไม่มีลาย จากนั้นกดปุ่ม “บันทึกข้อมูล” แล้วกดปุ่ม “จัดเก็บ” ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเพื่อค้นหาตำแหน่งในคลังที่จะนำสินค้าไปเก็บ (ในที่นี้คือ แถวที่ 1 ชั้นที่ 1 และช่องที่ 3 ซึ่งเป็นตำแหน่งของลำดับการจัดเก็บที่ 1 ในรูปที่ 4.1(ก)) จากนั้นสั่งให้ชุดอุปกรณ์เคลื่อนที่นำสินค้าเข้าไปเก็บในตำแหน่งดังกล่าว ในขณะเดียวกันจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า “กำลังจัดเก็บ” และแสดง

ตำแหน่งในคลังที่จะนำสินค้าไปเก็บรวมถึงบันทึกข้อมูลของการจัดเก็บเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับการนำออกต่อไป เมื่ออุปกรณ์จัดเก็บสินค้าในแต่ละชิ้นเสร็จเรียบร้อยแล้วจำนวนสินค้าคงคลังบนหน้าจอคอมพิวเตอร์จะเพิ่มขึ้น 1 ชิ้น ขั้นตอนการเก็บสินค้าชิ้นถัดไปจะเป็นรูปแบบเดียวกันกับที่ได้อธิบายมาข้างต้นและตำแหน่งจัดเก็บสินค้าจะเป็นไปตามลำดับเลขที่ออกแบบไว้ในรูปที่ 4.1(ก) หลังจากที่จัดเก็บสินค้าเต็มคลังแล้วดังรูปที่ 4.2(ค) จียูไอจะแสดงจำนวนสินค้าคงคลังเท่ากับจำนวนสินค้าสูงสุดที่สามารถจัดเก็บได้และจียูไอจะแสดงกล่องข้อความแจ้งว่า “ไม่สามารถจัดเก็บเพิ่มได้อีกเนื่องจากสินค้าเต็มคลังแล้ว” ดังรูปที่ 4.2(ง)



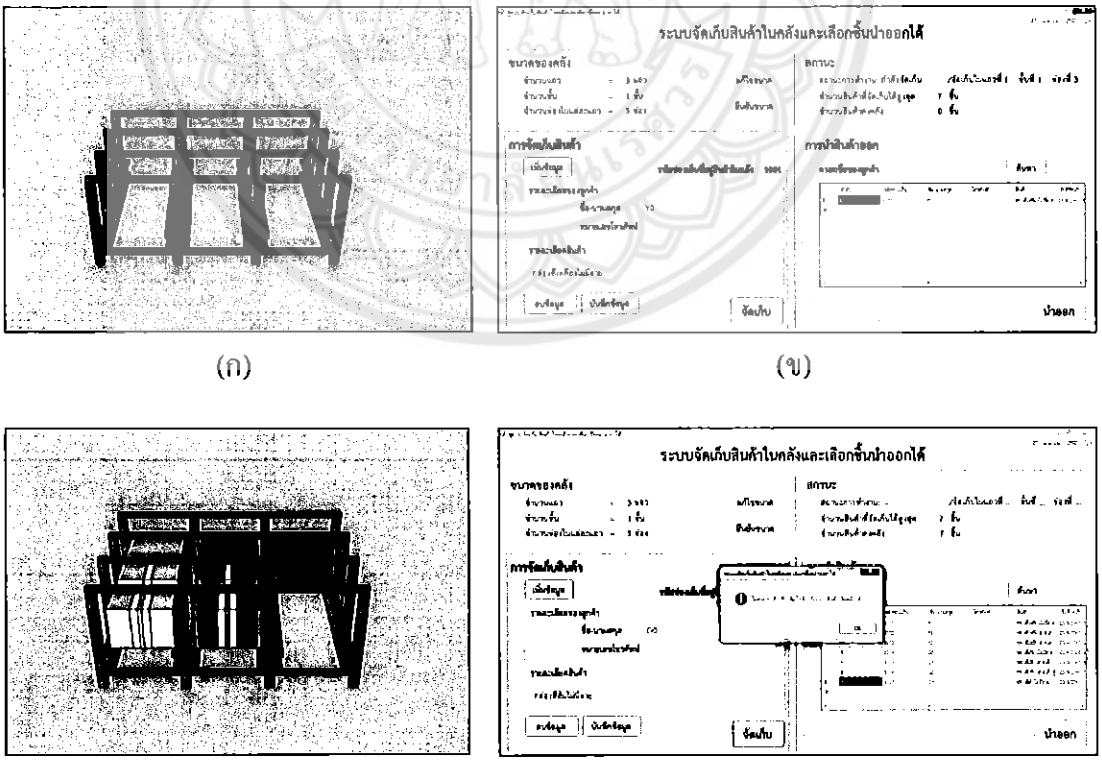
(ก) (ข)

(ค) (ง)

รูปที่ 4.2 การจัดเก็บสินค้าชิ้นแรกและชิ้นสุดท้ายของคลังที่มีขนาด (3,2,3)

4.1.2 การทดสอบการจัดเก็บในคลังที่มีโครงสร้างขนาด (3,1,3)

การทดสอบการจัดเก็บสินค้าในคลังที่มีขนาด (3,1,3) ดังรูปที่ 4.3(ก) การจัดเก็บสินค้าจะเริ่มจากการกดปุ่ม "เพิ่มข้อมูล" แล้วพิมพ์กรอกรายละเอียดของลูกค้าและของสินค้าลงในจียูไอดังรูปที่ 4.3(ข) โดยในขณะนี้ลูกค้าชื่อ Y0 และสินค้าคือกล่องสีเหลืองไม่มีลาย จากนั้นกดปุ่ม "บันทึกข้อมูล" แล้วกดปุ่ม "จัดเก็บ" ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเพื่อค้นหาตำแหน่งในคลังที่จะนำสินค้าไปเก็บ (ในที่นี้คือ แถวที่ 1 ชั้นที่ 1 และช่องที่ 3 ซึ่งเป็นตำแหน่งของลำดับการจัดเก็บที่ 1 ในรูปที่ 4.1(ข)) จากนั้นสั่งให้ชุดอุปกรณ์เคลื่อนที่นำสินค้าเข้าไปเก็บในตำแหน่งดังกล่าว ในขณะเดียวกันจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังจัดเก็บ" และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำสินค้าไปเก็บรวมถึงบันทึกข้อมูลของการจัดเก็บเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับการนำออกต่อไป เมื่ออุปกรณ์จัดเก็บสินค้าในแต่ละชิ้นเสร็จเรียบร้อยแล้วจำนวนสินค้าคงคลังบนหน้าจอคอมพิวเตอร์จะเพิ่มขึ้น 1 ชิ้น ขั้นตอนการเก็บสินค้าชิ้นถัดไปจะเป็นรูปแบบเดียวกันกับที่ได้อธิบายมาข้างต้นและตำแหน่งจัดเก็บสินค้าจะเป็นไปตามลำดับเลขที่ออกแบบไว้ในรูปที่ 4.1(ข) หลังจากที่จัดเก็บสินค้าเต็มคลังแล้วดังรูปที่ 4.3(ค) จียูไอจะแสดงจำนวนสินค้าคงคลังเท่ากับจำนวนสินค้าสูงสุดที่สามารถจัดเก็บได้และจียูไอจะแสดงกล่องข้อความแจ้งว่า "ไม่สามารถจัดเก็บเพิ่มได้อีกเนื่องจากสินค้าเต็มคลังแล้ว" ดังรูปที่ 4.3(ง)



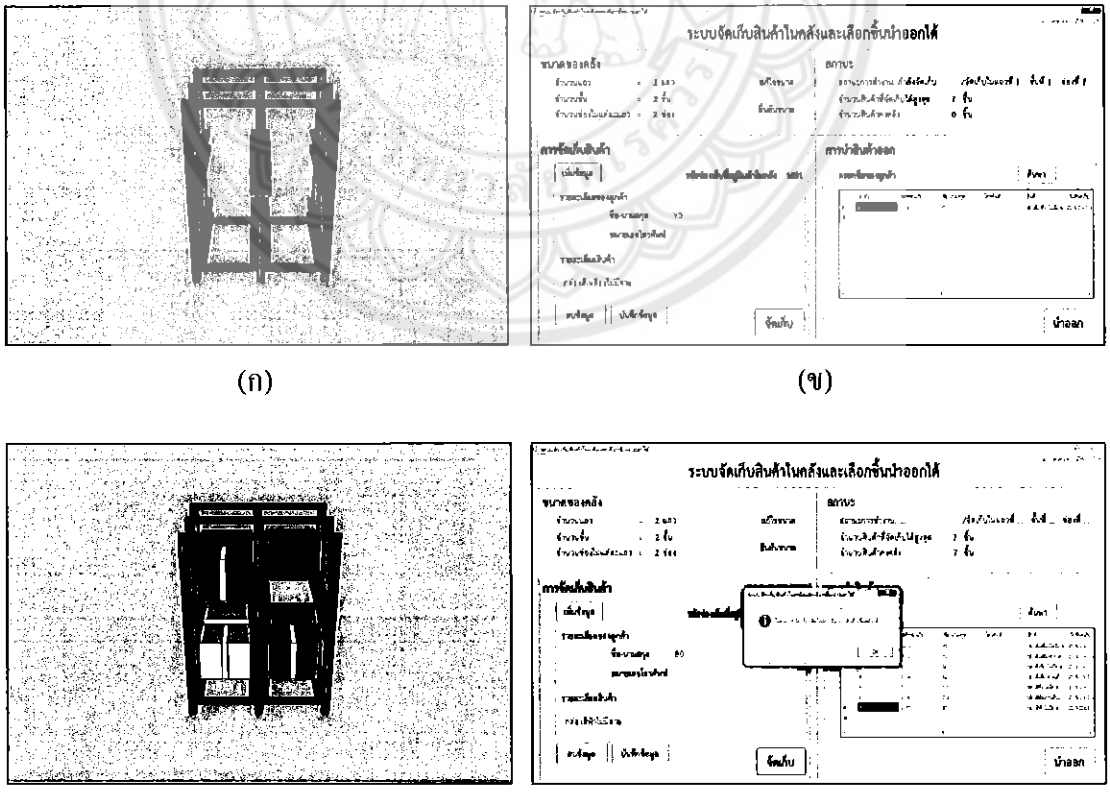
(ก) (ข)

(ค) (ง)

รูปที่ 4.3 การจัดเก็บสินค้าชิ้นแรกและชิ้นสุดท้ายของคลังที่มีขนาด (3,1,3)

4.1.3 การทดสอบการจัดเก็บในคลังที่มีโครงสร้างขนาด (2,2,2)

การทดสอบการจัดเก็บสินค้าในคลังที่มีขนาด (2,2,2) ดังรูปที่ 4.4(ก) การจัดเก็บสินค้าจะเริ่มจากการกดปุ่ม “เพิ่มข้อมูล” แล้วพิมพ์กรอกรายละเอียดของลูกค้าและของสินค้าลงในจียูไอดังรูปที่ 4.4(ข) โดยในขณะนี้ลูกค้าชื่อ Y0 และสินค้าคือกล่องสีเหลืองไม่มีลาย จากนั้นกดปุ่ม “บันทึกข้อมูล” แล้วกดปุ่ม “จัดเก็บ” ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเพื่อค้นหาตำแหน่งในคลังที่จะนำสินค้าไปเก็บ (ในที่นี้คือ แถวที่ 1 ชั้นที่ 1 และช่องที่ 2 ซึ่งเป็นตำแหน่งของลำดับการจัดเก็บที่ 1 ในรูปที่ 4.1(ค)) จากนั้นสั่งให้ชุดอุปกรณ์เคลื่อนที่นำสินค้าเข้าไปเก็บในตำแหน่งดังกล่าว ในขณะเดียวกันจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า “กำลังจัดเก็บ” และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำสินค้าไปเก็บรวมถึงบันทึกข้อมูลของการจัดเก็บเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับการนำออกต่อไป เมื่ออุปกรณ์จัดเก็บสินค้าในแต่ละชิ้นเสร็จเรียบร้อยแล้วจำนวนสินค้าคงคลังบนหน้าจอคอมพิวเตอร์จะเพิ่มขึ้น 1 ชิ้น ขั้นตอนการเก็บสินค้าชิ้นถัดไปจะเป็นรูปแบบเดียวกันกับที่ได้อธิบายมาข้างต้นและตำแหน่งจัดเก็บสินค้าจะเป็นไปตามลำดับเลขที่ออกแบบไว้ในรูปที่ 4.1(ค) หลังจากที่จัดเก็บสินค้าเต็มคลังแล้วดังรูปที่ 4.4(ค) จียูไอจะแสดงจำนวนสินค้าคงคลังเท่ากับจำนวนสินค้าสูงสุดที่สามารถจัดเก็บได้และจียูไอจะแสดงกล่องข้อความแจ้งว่า “ไม่สามารถจัดเก็บเพิ่มได้อีกเนื่องจากสินค้าเต็มคลังแล้ว” ดังรูปที่ 4.4(ง)



(ก) (ข)

(ค) (ง)

รูปที่ 4.4 การจัดเก็บสินค้าชิ้นแรกและชิ้นสุดท้ายของคลังที่มีขนาด (2,2,2)

4.2 แบบวิธีการนำออก

การทดสอบการนำสินค้าออกจากคลังสินค้าที่มีขนาด (3,2,3) , (3,1,3) และ (2,2,2) ในกรณีที่มีสินค้าอื่นขวางอยู่และทดสอบการค้นหาตำแหน่งช่องว่างว่าเป็นไปตามลำดับดังรูปที่ 3.6 หรือไม่

4.2.1 การทดสอบการนำสินค้าออกจากคลังที่มีโครงสร้างขนาด (3,2,3)

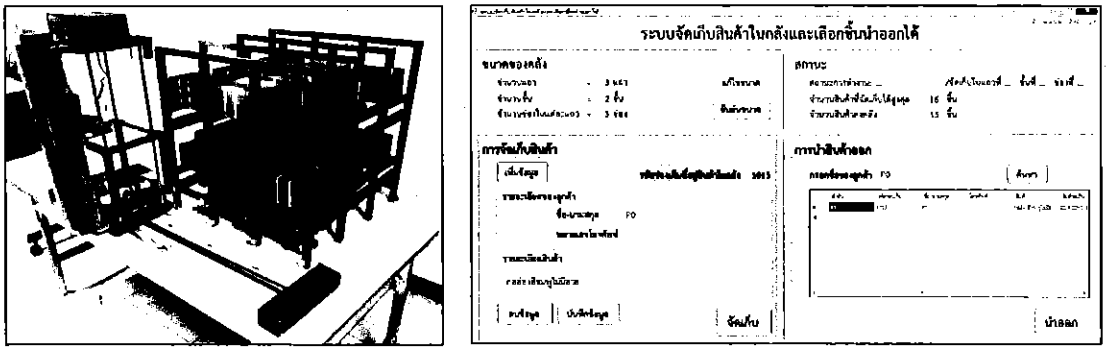
กรณีที่ 1 เมื่อมีสินค้าขวางอยู่ 2 ชิ้นและมีช่องว่างอยู่ในวงรอบ A ในรูปที่ 3.6

การทดสอบการนำสินค้าออกในกรณีที่มีสินค้า 2 ชิ้นขวางชิ้นที่ต้องการอยู่และมีช่องว่างสำหรับย้ายสินค้าที่ขวางนั้นไปจัดเก็บในวงรอบ A ของรูปที่ 3.6 ตัวอย่างตำแหน่งของสินค้าที่ถูกจัดเก็บในคลังซึ่งส่งผลให้การนำออกสอดคล้องกับกรณีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 4.5(ก) ในการนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมาเริ่มจากการพิมพ์ชื่อเจ้าของสินค้าลงในช่องค้นหาดังแสดงในรูปที่ 4.5(ข) โดยในที่นี้ชื่อของลูกค้าคือ "P0" ซึ่งเป็นเจ้าของสินค้าที่ต้องการนำออก นั่นคือกล่องสีชมพูไม่มีลาย จากนั้นกดปุ่ม "ค้นหา" หากปรากฏสินค้ามากกว่าหนึ่งรายการภายใต้ชื่อที่ระบุให้ใช้เมาส์กดเลือกชิ้นที่ต้องการจากนั้นกดปุ่ม "นำออก"

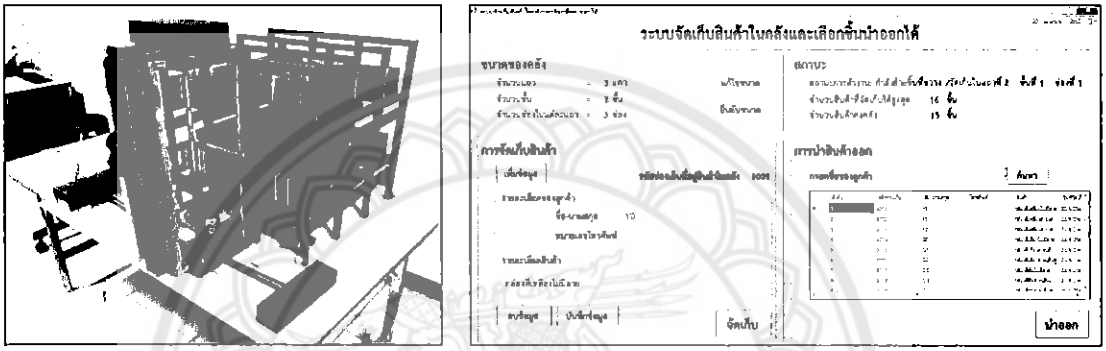
ในขั้นตอนการนำออกระบบจะตรวจสอบตำแหน่งของสินค้าที่ต้องการ ซึ่งในกรณีนี้พบว่ามีสินค้าขวางอยู่ 2 ชิ้นคือกล่องสีชมพูลายเส้นเดี่ยวและลายเส้นคู่ ดังนั้นระบบจะย้ายชิ้นที่อยู่ด้านนอกสุดก่อน (ในที่นี้คือกล่องสีชมพูลายเส้นคู่) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง A1 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 2 ชั้นที่ 1 ช่องที่ 1 ดังรูปที่ 4.5(ค) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่ระบบจะนำกล่องสีชมพูลายเส้นคู่ไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.5(ง) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีชมพูลายเส้นคู่ใหม่

หลังจากนั้นระบบจะย้ายสินค้าชิ้นถัดไปที่ขวางอยู่ (ในที่นี้คือกล่องสีชมพูลายเส้นเดี่ยว) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง A3 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 3 ชั้นที่ 2 ช่องที่ 2 ดังรูปที่ 4.5(จ) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำกล่องสีชมพูลายเส้นเดี่ยวไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.5(ฉ) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีชมพูลายเส้นเดี่ยวใหม่

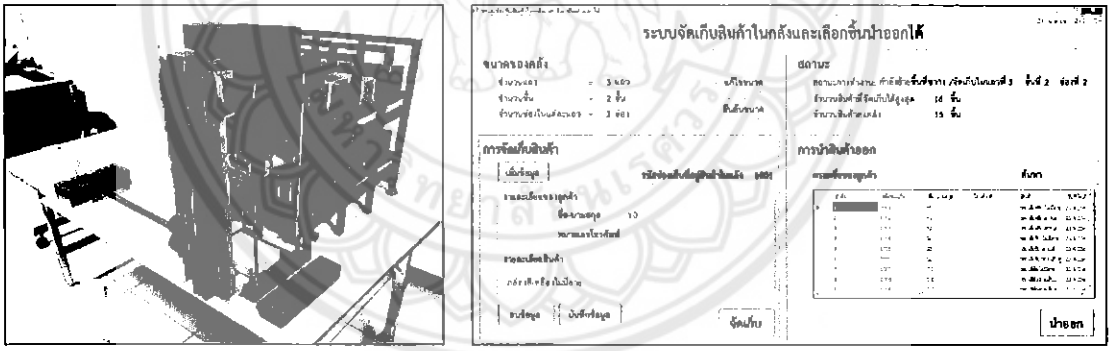
หลังจากที่ย้ายสินค้าที่ขวางอยู่ทั้งหมดแล้วระบบจะนำสินค้าที่ต้องการออกมา (ในที่นี้คือกล่องสีชมพูไม่มีลาย) ในระหว่างนั้นจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังนำสินค้าออก" และแสดงว่าสินค้าถูกนำออกมาจากตำแหน่งใด (ในที่นี้คือ แถวที่ 2 ชั้นที่ 2 และช่องที่ 3) หลังจากนำสินค้าที่ต้องการออกมาจากคลังแล้วดังรูปที่ 4.5(ช) จียูไอแสดงจำนวนสินค้าคงคลังดังรูปที่ 4.5(ซ) ซึ่งมีค่าลดลง 1 ชิ้นจากจำนวนที่แสดงก่อนการนำออก (รูปที่ 4.5(ข))



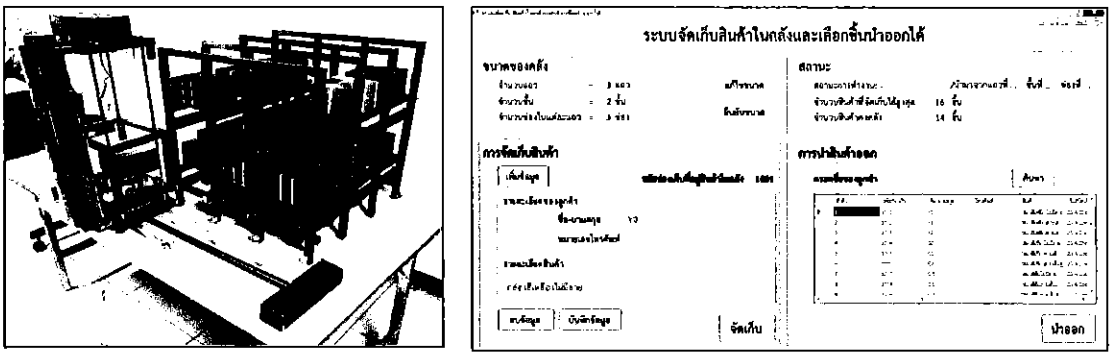
(ก) (ข)



(ค) (ง)



(จ) (ฉ)



(ช) (ซ)

รูปที่ 4.5 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ A ในคลังที่มีขนาด (3,2,3)

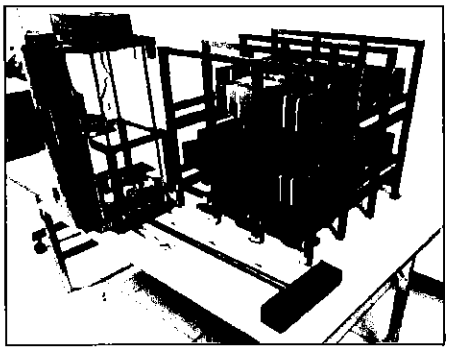
กรณีที่ 2 เมื่อมีสินค้าขวางอยู่ 2 ชิ้นและมีช่องว่างอยู่ในวงรอบ B ในรูปที่ 3.6

การทดสอบการนำสินค้าออกในกรณีที่มีสินค้า 2 ชิ้นขวางชิ้นที่ต้องการอยู่และมีช่องว่างสำหรับย้ายสินค้าที่ขวางนั้นไปจัดเก็บในวงรอบ B ของรูปที่ 3.6 ตัวอย่างตำแหน่งของสินค้าที่ถูกจัดเก็บในคลังซึ่งส่งผลให้การนำออกสอดคล้องกับกรณีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 4.6(ก) ในการนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมาเริ่มจากการพิมพ์ชื่อเจ้าของสินค้าลงในช่องค้นหาดังแสดงในรูปที่ 4.6(ข) โดยในที่นี้ชื่อของลูกค้าคือ "V0" ซึ่งเป็นเจ้าของสินค้าที่ต้องการนำออก นั่นคือกล่องสีม่วงไม่มีลาย จากนั้นกดปุ่ม "ค้นหา" หากปรากฏสินค้ามากกว่าหนึ่งรายการภายใต้ชื่อที่ระบุให้ใช้เมาส์กดเลือกชิ้นที่ต้องการจากนั้นกดปุ่ม "นำออก"

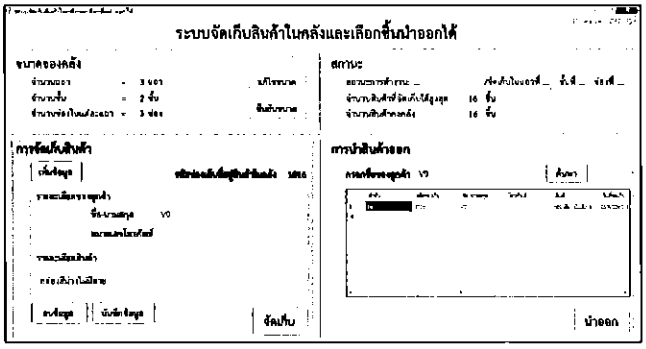
ในขั้นตอนการนำออกระบบจะตรวจสอบตำแหน่งของสินค้าที่ต้องการ ซึ่งในกรณีนี้พบว่ามีสินค้าขวางอยู่ 2 ชิ้นคือกล่องสีม่วงลายเส้นเดี่ยวและลายเส้นคู่ ดังนั้นระบบจะย้ายชิ้นที่อยู่ด้านนอกสุดก่อน (ในที่นี้คือกล่องสีม่วงลายเส้นคู่) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง B4 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 1 ชั้นที่ 2 ช่องที่ 1 ดังรูปที่ 4.6(ค) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่ระบบจะนำกล่องสีม่วงลายเส้นคู่ไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.6(ง) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีม่วงลายเส้นคู่ใหม่

หลังจากนั้นระบบจะย้ายสินค้าชิ้นถัดไปที่ขวางอยู่ (ในที่นี้คือกล่องสีม่วงลายเส้นเดี่ยว) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง B5 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 2 ชั้นที่ 1 ช่องที่ 1 ดังรูปที่ 4.6(จ) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำกล่องสีม่วงลายเส้นเดี่ยวไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.6(ฉ) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีม่วงลายเส้นเดี่ยวใหม่

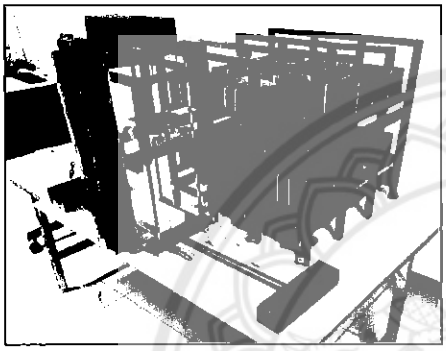
หลังจากที่ย้ายสินค้าที่ขวางอยู่ทั้งหมดแล้วระบบจะนำสินค้าที่ต้องการออกมา (ในที่นี้คือกล่องสีม่วงไม่มีลาย) ในระหว่างนั้นจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังนำสินค้าออก" และแสดงว่าสินค้าถูกนำออกมาจากตำแหน่งใด (ในที่นี้คือ แถวที่ 3 ชั้นที่ 2 และช่องที่ 3) หลังจากนำสินค้าที่ต้องการออกมาจากคลังแล้วดังรูปที่ 4.6(ช) จียูไอแสดงจำนวนสินค้าคงคลังดังรูปที่ 4.6(ซ) ซึ่งมีค่าลดลง 1 ชิ้นจากจำนวนที่แสดงก่อนการนำออก (รูปที่ 4.6(ข))



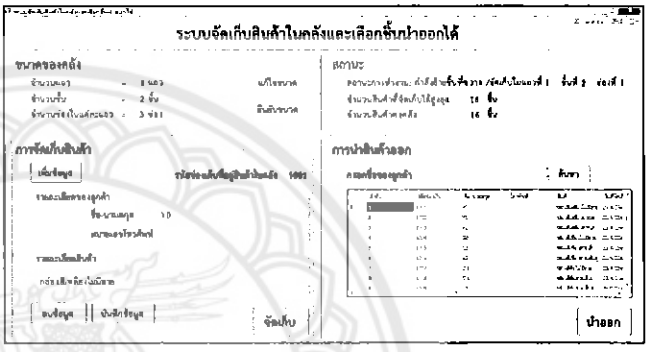
(ก)



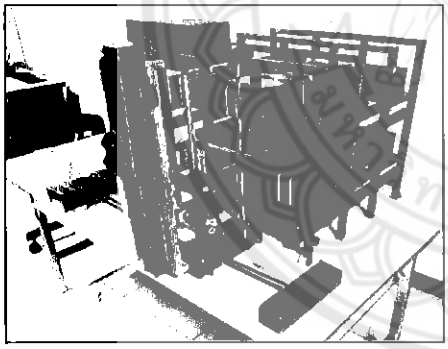
(ข)



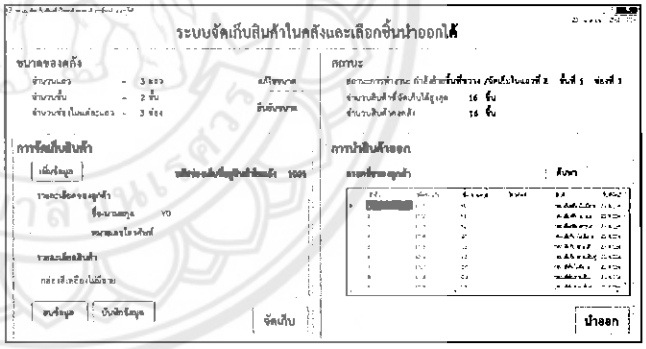
(ค)



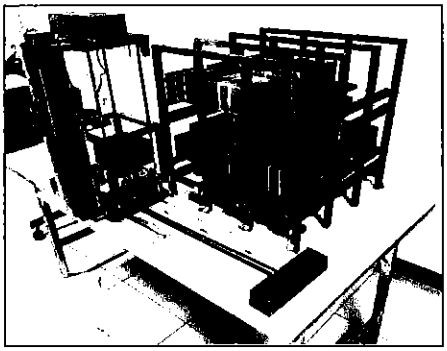
(ง)



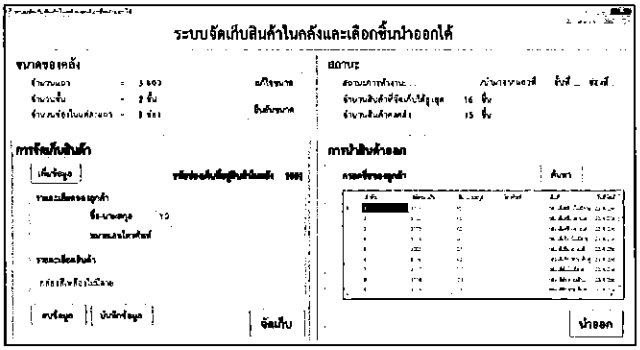
(จ)



(ฉ)



(ช)



(ซ)

รูปที่ 4.6 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ B ในคลังที่มีขนาด (3,2,3)

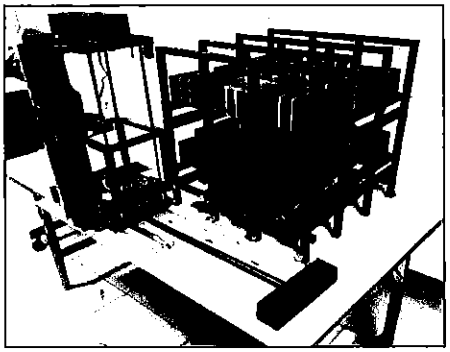
กรณีที่ 3 เมื่อมีสินค้าขวางอยู่ 2 ชิ้นและมีช่องว่างอยู่ในวงรอบ B และ C ในรูปที่ 3.6

การทดสอบการนำสินค้าออกในกรณีที่มีสินค้า 2 ชิ้นขวางชิ้นที่ต้องการอยู่และมีช่องว่างสำหรับย้ายสินค้าที่ขวางนั้นไปจัดเก็บในวงรอบ B และ C ของรูปที่ 3.6 ตัวอย่างตำแหน่งของสินค้าที่ถูกจัดเก็บในคลังซึ่งส่งผลให้การนำออกสอดคล้องกับกรณีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 4.7(ก) ในการนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมาเริ่มจากการพิมพ์ชื่อเจ้าของสินค้าลงในช่องค้นหาดังแสดงในรูปที่ 4.7(ข) โดยในที่นี้ชื่อของลูกค้าคือ "O0" ซึ่งเป็นเจ้าของสินค้าที่ต้องการนำออก นั่นคือกล่องสีส้มไม่มีลาย จากนั้นกดปุ่ม "ค้นหา" หากปรากฏสินค้ามากกว่าหนึ่งรายการภายใต้ชื่อที่ระบุให้ใช้เมาส์กดเลือกชิ้นที่ต้องการจากนั้นกดปุ่ม "นำออก"

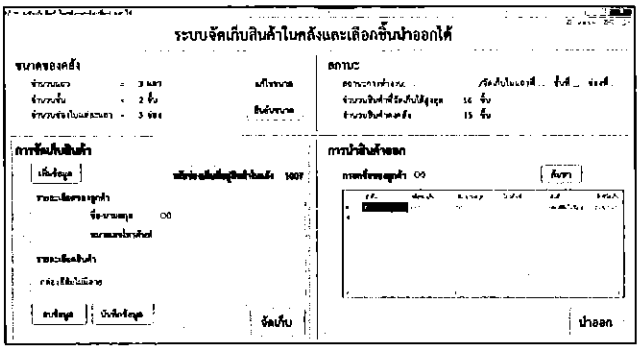
ในขั้นตอนการนำออกระบบจะตรวจสอบตำแหน่งของสินค้าที่ต้องการ ซึ่งในกรณีนี้พบว่ามีสินค้าขวางอยู่ 2 ชิ้นคือกล่องสีส้มลายเส้นเดี่ยวและลายเส้นคู่ ดังนั้นระบบจะย้ายชิ้นที่อยู่ด้านนอกสุดก่อน (ในที่นี้คือกล่องสีส้มลายเส้นคู่) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง B6 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 2 ชั้นที่ 1 ช่องที่ 1 ดังรูปที่ 4.7(ค) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่ระบบจะนำกล่องสีส้มลายเส้นคู่ไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.7(ง) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีส้มลายเส้นคู่ใหม่

หลังจากนั้นระบบจะย้ายสินค้าชิ้นถัดไปที่ขวางอยู่ (ในที่นี้คือกล่องสีส้มลายเส้นเดี่ยว) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง C10 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 3 ชั้นที่ 1 และช่องที่ 2 ดังรูปที่ 4.7(จ) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำกล่องสีส้มลายเส้นเดี่ยวไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.7(ฉ) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีส้มลายเส้นเดี่ยวใหม่

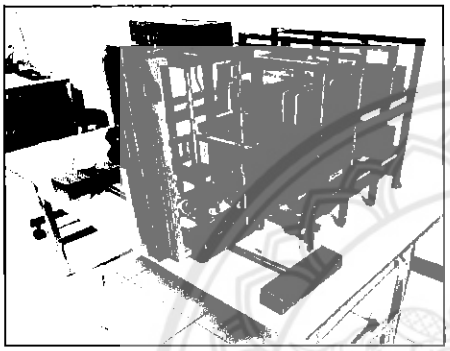
หลังจากที่ย้ายสินค้าที่ขวางอยู่ทั้งหมดแล้วระบบจะนำสินค้าที่ต้องการออกมา (ในที่นี้คือกล่องสีส้มไม่มีลาย) ในระหว่างนั้นจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังนำสินค้าออก" และแสดงว่าสินค้าถูกนำออกมาจากตำแหน่งใด (ในที่นี้คือ แถวที่ 1 ชั้นที่ 2 และช่องที่ 3) หลังจากนำสินค้าที่ต้องการออกมาจากคลังแล้วดังรูปที่ 4.7(ช) จียูไอแสดงจำนวนสินค้าคงคลังดังรูปที่ 4.7(ซ) ซึ่งมีค่าลดลง 1 ชิ้นจากจำนวนที่แสดงก่อนการนำออก (รูปที่ 4.7(ข))



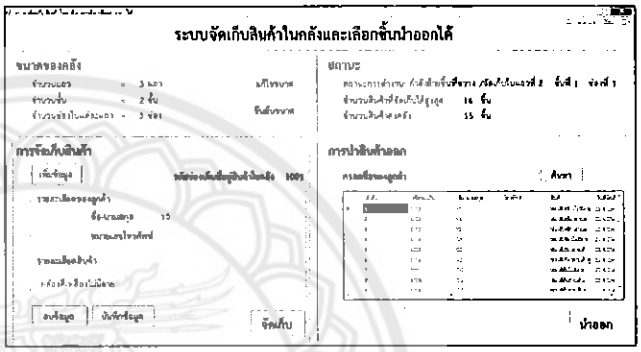
(ก)



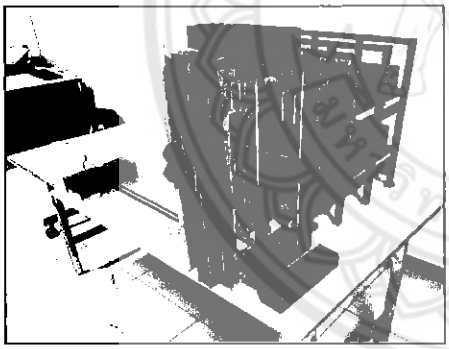
(ข)



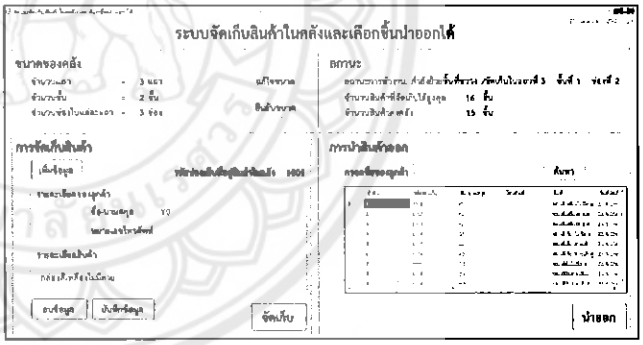
(ค)



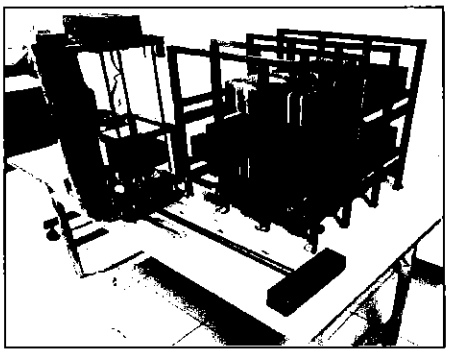
(ง)



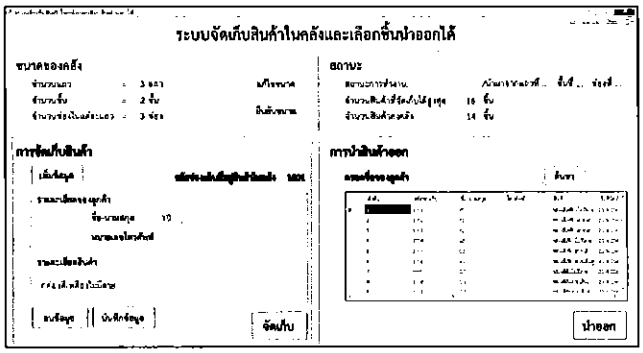
(จ)



(ฉ)



(ช)



(ซ)

รูปที่ 4.7 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ B และ C ในคลังที่มีขนาด (3,2,3)

4.2.2 การทดสอบการนำสินค้าออกจากคลังที่มีโครงสร้างขนาด (3,1,3)

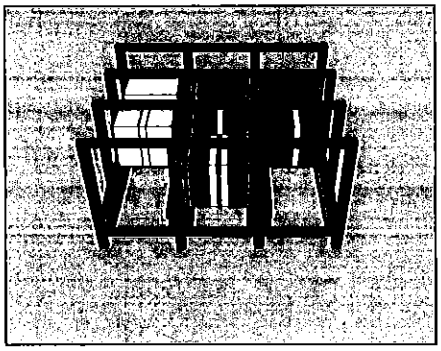
กรณีที่ 1 เมื่อมีสินค้าขวางอยู่ 2 ชิ้นและมีช่องว่างอยู่ในวงรอบ A ในรูปที่ 3.6

การทดสอบการนำสินค้าออกในกรณีที่มีสินค้า 2 ชิ้นขวางชิ้นที่ต้องการอยู่และมีช่องว่างสำหรับย้ายสินค้าที่ขวางนั้นไปจัดเก็บในวงรอบ A ของรูปที่ 3.6 ตัวอย่างตำแหน่งของสินค้าที่ถูกจัดเก็บในคลังซึ่งส่งผลให้การนำออกสอดคล้องกับกรณีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 4.8(ก) ในการนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมาเริ่มจากการพิมพ์ชื่อเจ้าของสินค้าลงในช่องค้นหาดังแสดงในรูปที่ 4.8(ข) โดยในที่นี้ชื่อของลูกค้าคือ "G0" ซึ่งเป็นเจ้าของสินค้าที่ต้องการนำออก นั่นคือกล่องสีเขียวไม่มีลาย จากนั้นกดปุ่ม "ค้นหา" หากปรากฏสินค้ามากกว่าหนึ่งรายการภายใต้ชื่อที่ระบุให้ใช้เมาส์กดเลือกชิ้นที่ต้องการจากนั้นกดปุ่ม "นำออก"

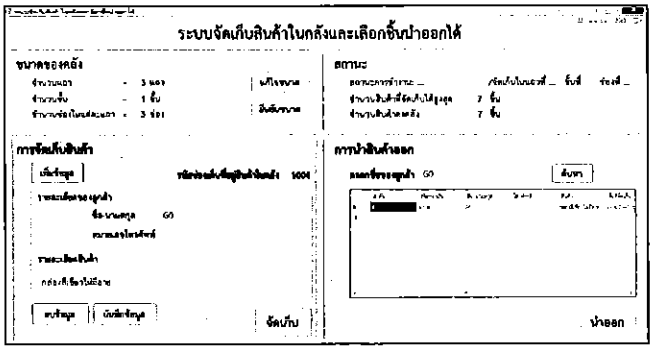
ในขั้นตอนการนำออกระบบจะตรวจสอบตำแหน่งของสินค้าที่ต้องการ ซึ่งในกรณีนี้พบว่ามีสินค้าขวางอยู่ 2 ชิ้นคือกล่องสีเขียวลายเส้นเดี่ยวและลายเส้นคู่ ดังนั้นระบบจะย้ายชิ้นที่อยู่ด้านนอกสุดก่อน (ในที่นี้คือกล่องสีเขียวลายเส้นคู่) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง A3 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 3 ชั้นที่ 1 ช่องที่ 1 ดังรูปที่ 4.8(ค) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่ระบบจะนำกล่องสีเขียวลายเส้นคู่ไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.8(ง) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีเขียวลายเส้นคู่ใหม่

หลังจากนั้นระบบจะย้ายสินค้าชิ้นถัดไปที่ขวางอยู่ (ในที่นี้คือกล่องสีเขียวลายเส้นเดี่ยว) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง A4 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 1 ชั้นที่ 1 ช่องที่ 1 ดังรูปที่ 4.8(จ) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำกล่องสีเขียวลายเส้นเดี่ยวไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.8(ฉ) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีเขียวลายเส้นเดี่ยวใหม่

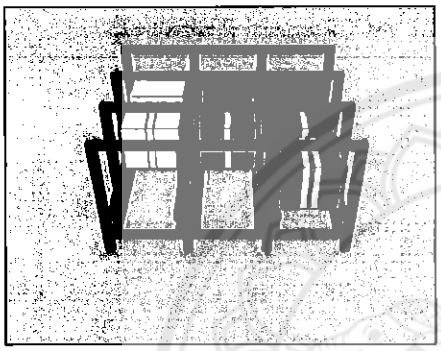
หลังจากที่ย้ายสินค้าที่ขวางอยู่ทั้งหมดแล้วระบบจะนำสินค้าที่ต้องการออกมา (ในที่นี้คือกล่องสีเขียวไม่มีลาย) ในระหว่างนั้นจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังนำสินค้าออก" และแสดงว่าสินค้าถูกนำออกมาจากตำแหน่งใด (ในที่นี้คือ แถวที่ 2 ชั้นที่ 1 และช่องที่ 3) หลังจากนำสินค้าที่ต้องการออกมาจากคลังแล้วดังรูปที่ 4.8(ช) จียูไอแสดงจำนวนสินค้าคงคลังดังรูปที่ 4.8(ซ) ซึ่งมีค่าลดลง 1 ชิ้นจากจำนวนที่แสดงก่อนการนำออก (รูปที่ 4.8(ข))



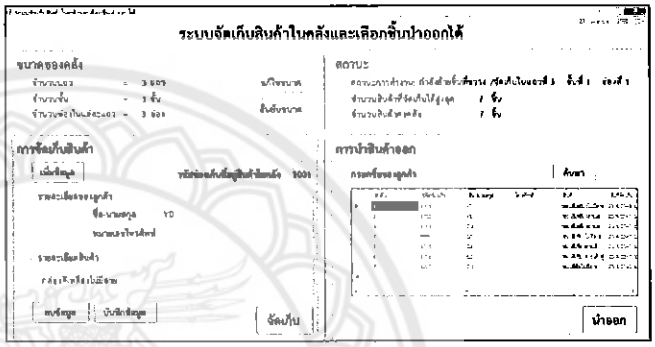
(ก)



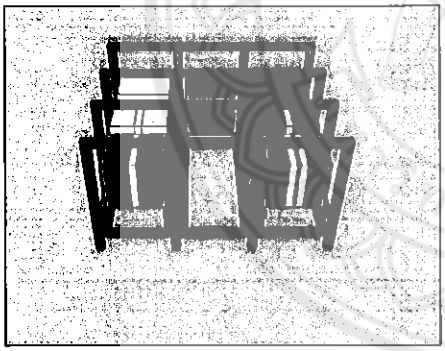
(ข)



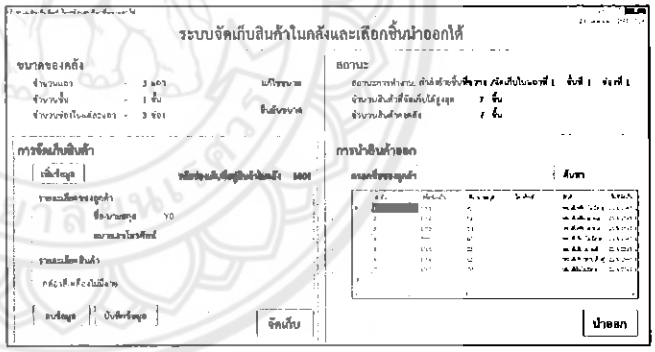
(ค)



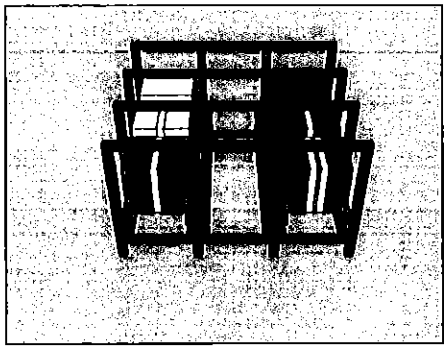
(ง)



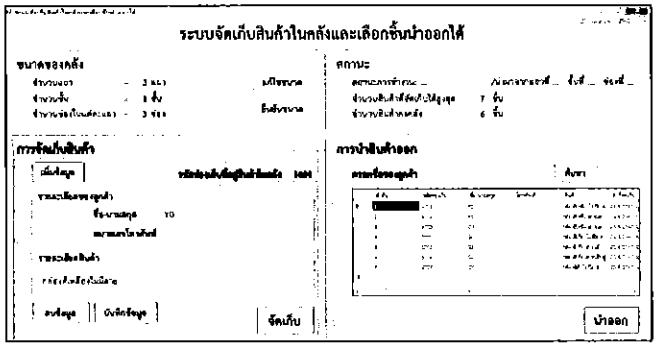
(จ)



(ฉ)



(ช)



(ซ)

รูปที่ 4.8 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ A ในคลังที่มีขนาด (3,1,3)

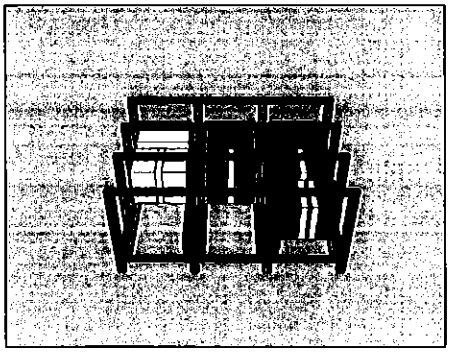
กรณีที่ 2 เมื่อมีสินค้าขวางอยู่ 2 ชิ้นและมีช่องว่างอยู่ในวงรอบ A และ B ในรูปที่ 3.6

การทดสอบการนำสินค้าออกในกรณีที่มีสินค้า 2 ชิ้นขวางชิ้นที่ต้องการอยู่และมีช่องว่างสำหรับย้ายสินค้าที่ขวางนั้นไปจัดเก็บในวงรอบ A และ B ของรูปที่ 3.6 ตัวอย่างตำแหน่งของสินค้าที่ถูกจัดเก็บในคลังซึ่งส่งผลให้การนำออกสอดคล้องกับกรณีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 4.9(ก) ในการนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมาเริ่มจากการพิมพ์ชื่อเจ้าของสินค้าลงในช่องค้นหาดังแสดงในรูปที่ 4.9(ข) โดยในที่นี้ชื่อของลูกค้าคือ "O0" ซึ่งเป็นเจ้าของสินค้าที่ต้องการนำออก นั่นคือกล่องสีส้มไม่มีลาย จากนั้นกดปุ่ม "ค้นหา" หากปรากฏสินค้ามากกว่าหนึ่งรายการภายใต้ชื่อที่ระบุให้ใช้เมาส์กดเลือกชิ้นที่ต้องการจากนั้นกดปุ่ม "นำออก"

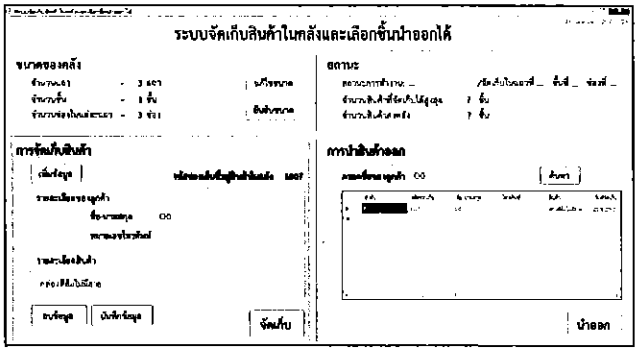
ในขั้นตอนการนำออกระบบจะตรวจสอบตำแหน่งของสินค้าที่ต้องการ ซึ่งในกรณีนี้พบว่ามีสินค้าขวางอยู่ 2 ชิ้นคือกล่องสีส้มลายเส้นเดี่ยวและลายเส้นคู่ ดังนั้นระบบจะย้ายชิ้นที่อยู่ด้านนอกสุดก่อน (ในที่นี้คือกล่องสีส้มลายเส้นคู่) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง A4 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 2 ชั้นที่ 1 ช่องที่ 1 ดังรูปที่ 4.9(ค) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่ระบบจะนำกล่องสีส้มลายเส้นคู่ไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.9(ง) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีส้มลายเส้นคู่ใหม่

หลังจากนั้นระบบจะย้ายสินค้าชิ้นถัดไปที่ขวางอยู่ (ในที่นี้คือกล่องสีส้มลายเส้นเดี่ยว) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง B4 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 1 ชั้นที่ 1 และช่องที่ 1 ดังรูปที่ 4.9(จ) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำกล่องสีส้มลายเส้นเดี่ยวไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.9(ฉ) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีส้มลายเส้นเดี่ยวใหม่

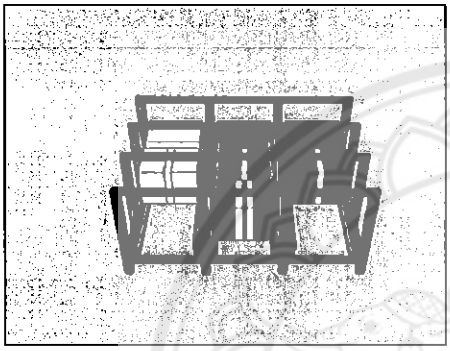
หลังจากที่ย้ายสินค้าที่ขวางอยู่ทั้งหมดแล้วระบบจะนำสินค้าที่ต้องการออกมา (ในที่นี้คือกล่องสีส้มไม่มีลาย) ในระหว่างนั้นจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังนำสินค้าออก" และแสดงว่าสินค้าถูกนำออกมาจากตำแหน่งใด (ในที่นี้คือ แถวที่ 3 ชั้นที่ 1 และช่องที่ 3) หลังจากนำสินค้าที่ต้องการออกมาจากคลังแล้วดังรูปที่ 4.9(ช) จียูไอแสดงจำนวนสินค้าคงคลังดังรูปที่ 4.9(ซ) ซึ่งมีค่าลดลง 1 ชิ้นจากจำนวนที่แสดงก่อนการนำออก (รูปที่ 4.9(ข))



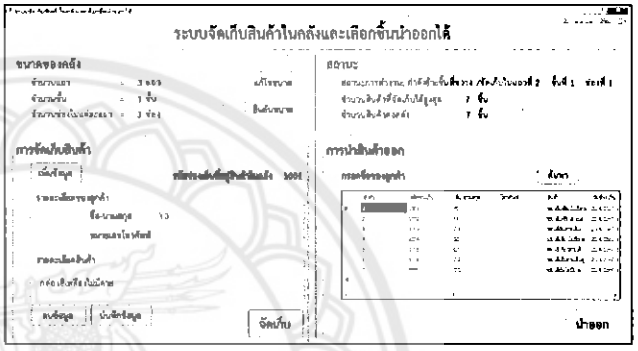
(ก)



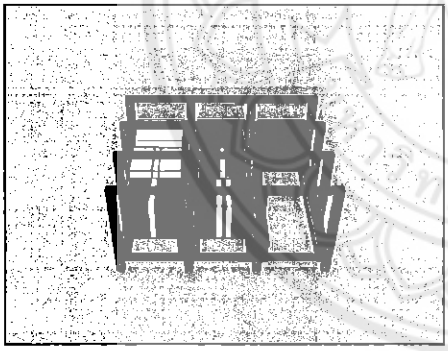
(ข)



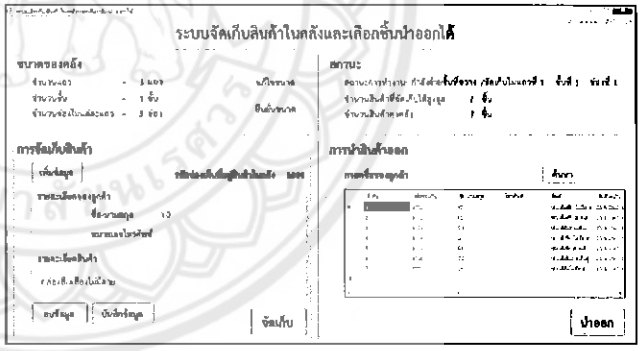
(ค)



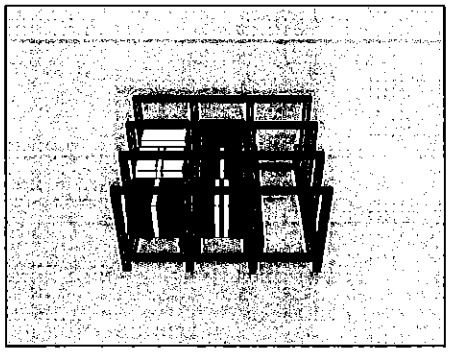
(ง)



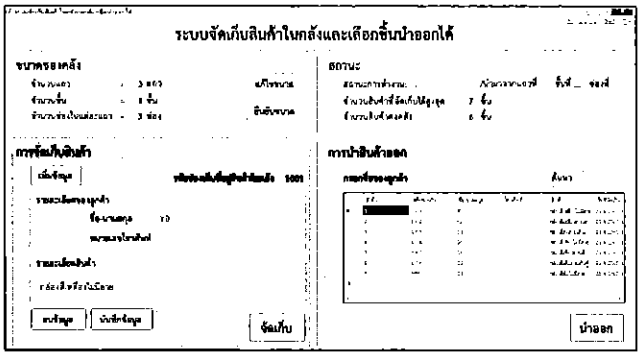
(จ)



(ฉ)



(ช)



(ซ)

รูปที่ 4.9 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ A และ B ในคลังที่มีขนาด (3,1,3)

4.2.3 การทดสอบการนำสินค้าออกจากคลังที่มีโครงสร้างขนาด (2,2,2)

กรณีที่ 1 เมื่อมีสินค้าขวางอยู่ 1 ชิ้นและมีช่องว่างอยู่ในวงรอบ A ในรูปที่ 3.6

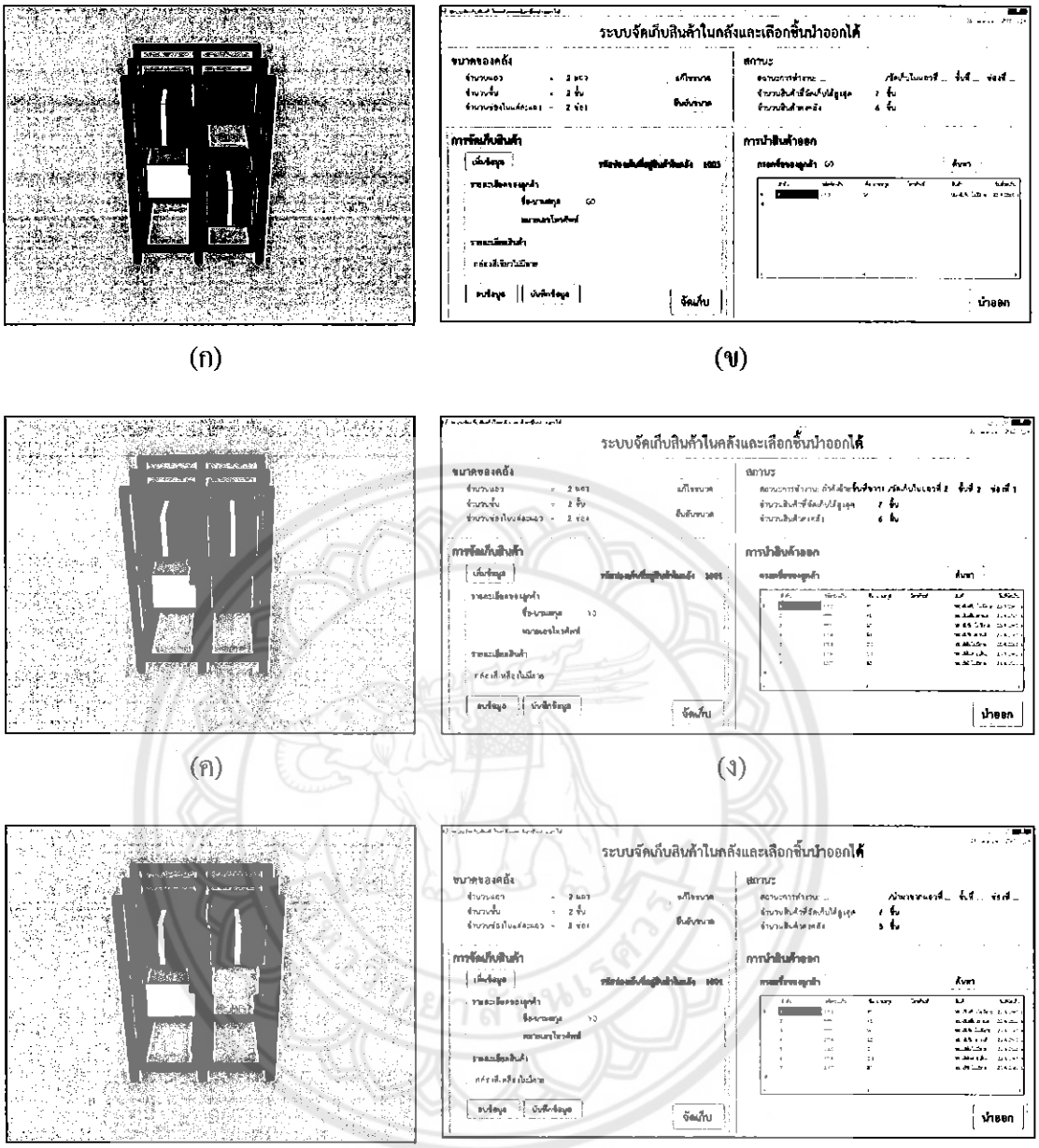
การทดสอบการนำสินค้าออกในกรณีที่มีสินค้า 1 ชิ้นขวางชิ้นที่ต้องการอยู่และมีช่องว่างสำหรับย้ายสินค้าที่ขวางนั้นไปจัดเก็บในวงรอบ A ของรูปที่ 3.6 ตัวอย่างตำแหน่งของสินค้าที่ถูกจัดเก็บในคลังซึ่งส่งผลให้การนำออกสอดคล้องกับกรณีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 4.10(ก) ในการนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมาเริ่มจากการพิมพ์ชื่อเจ้าของสินค้าลงในช่องค้นหาดังแสดงในรูปที่ 4.10(ข) โดยในที่นี้ชื่อของลูกค้าคือ "G0" ซึ่งเป็นเจ้าของสินค้าที่ต้องการนำออก นั่นคือกล่องสีเขียวไม่มีลาย จากนั้นกดปุ่ม "ค้นหา" หากปรากฏสินค้ามากกว่าหนึ่งรายการภายใต้ชื่อที่ระบุให้ใช้เมาส์กดเลือกชิ้นที่ต้องการจากนั้นกดปุ่ม "นำออก"

ในขั้นตอนการนำออกระบบจะตรวจสอบตำแหน่งของสินค้าที่ต้องการ ซึ่งในกรณีนี้พบว่ามีสินค้าขวางอยู่ 1 ชิ้นคือกล่องสีเขียวลายเส้นเดี่ยว ดังนั้นระบบจะย้ายชิ้นที่ขวางอยู่ออก (ในที่นี้คือกล่องสีเขียวลายเส้นเดี่ยว) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง A1 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 2 ชั้นที่ 2 ช่องที่ 1 ดังรูปที่ 4.10(ค) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำกล่องสีเขียวลายเส้นเดี่ยวไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.10(ง) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีเขียวลายเส้นเดี่ยวใหม่

หลังจากที่ย้ายสินค้าที่ขวางอยู่ทั้งหมดแล้วระบบจะนำสินค้าที่ต้องการออกมา (ในที่นี้คือกล่องสีเขียวไม่มีลาย) ในระหว่างนั้นจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังนำสินค้าออก" และแสดงว่าสินค้าถูกนำออกมาจากตำแหน่งใด (ในที่นี้คือ แถวที่ 2 ชั้นที่ 1 และช่องที่ 2) หลังจากนำสินค้าที่ต้องการออกมาจากคลังแล้วดังรูปที่ 4.10(จ) จียูไอจะแสดงจำนวนสินค้าคงคลังดังรูปที่ 4.10(ฉ) ซึ่งมีค่าลดลง 1 ชิ้นจากจำนวนที่แสดงก่อนการนำออก (รูปที่ 4.10(ข))

กรณีที่ 2 เมื่อมีสินค้าขวางอยู่ 1 ชิ้นและมีช่องว่างอยู่ในวงรอบ B ในรูปที่ 3.6

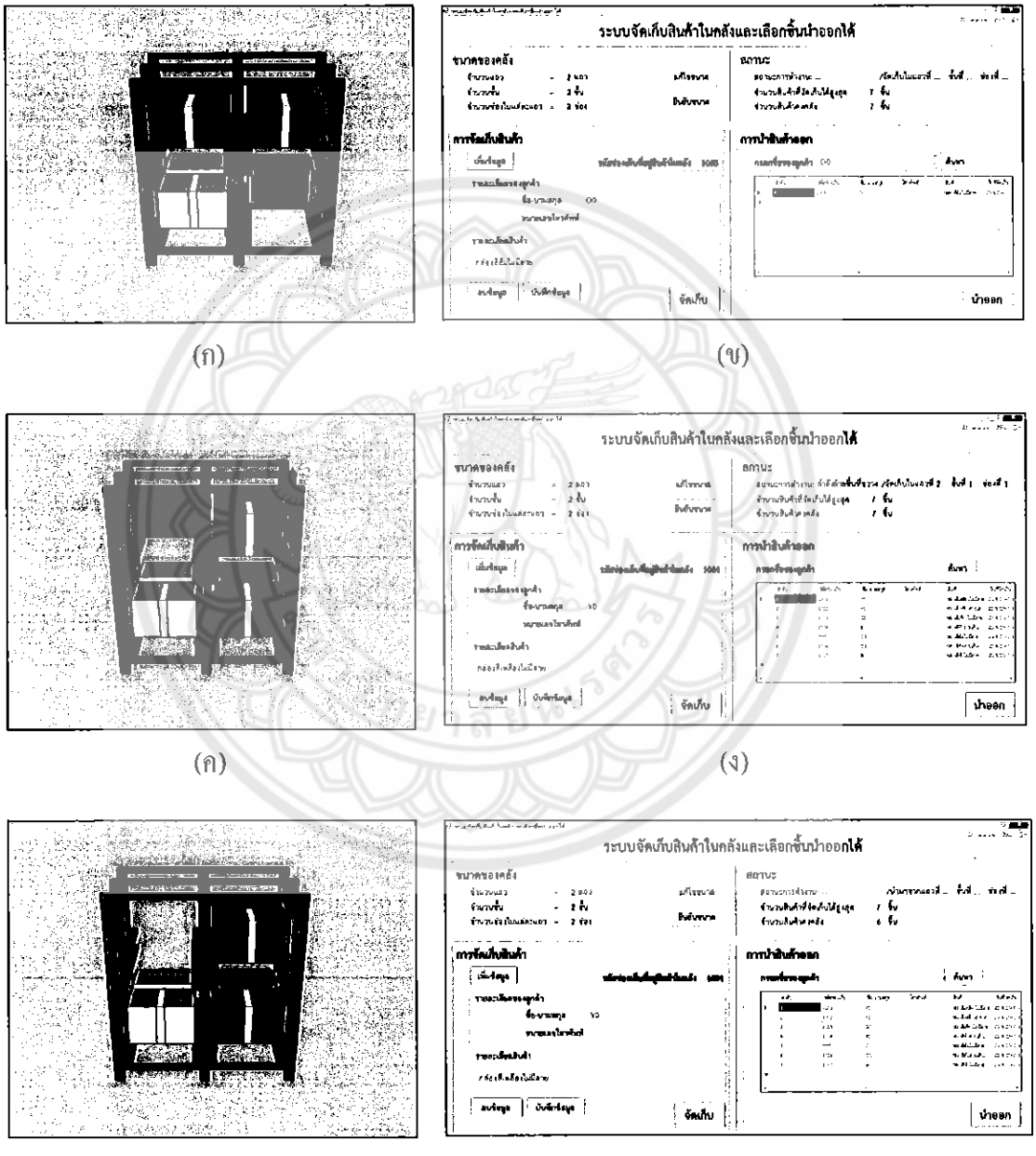
การทดสอบการนำสินค้าออกในกรณีที่มีสินค้า 1 ชิ้นขวางชิ้นที่ต้องการอยู่และมีช่องว่างสำหรับย้ายสินค้าที่ขวางนั้นไปจัดเก็บในวงรอบ B ของรูปที่ 3.6 ตัวอย่างตำแหน่งของสินค้าที่ถูกจัดเก็บในคลังซึ่งส่งผลให้การนำออกสอดคล้องกับกรณีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 4.10(ก) ในการนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมาเริ่มจากการพิมพ์ชื่อเจ้าของสินค้าลงในช่องค้นหาดังแสดงในรูปที่ 4.10(ข) โดยในที่นี้ชื่อของลูกค้าคือ "G0" ซึ่งเป็นเจ้าของสินค้าที่ต้องการนำออก นั่นคือกล่องสีเขียวไม่มีลาย จากนั้นกดปุ่ม "ค้นหา" หากปรากฏสินค้ามากกว่าหนึ่งรายการภายใต้ชื่อที่ระบุให้ใช้เมาส์กดเลือกชิ้นที่ต้องการจากนั้นกดปุ่ม "นำออก"



รูปที่ 4.10 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ A ในคลังที่มีขนาด (2,2,2)

ในขั้นตอนการนำออกระบบจะตรวจสอบตำแหน่งของสินค้าที่ต้องการ ซึ่งในกรณีนี้พบว่ามีสินค้าขวางอยู่ 1 ชิ้นคือกล่องสีเขียวลายเส้นเดี่ยว ดังนั้นระบบจะย้ายชิ้นที่ขวางอยู่ออก (ในที่นี้คือกล่องสีเขียวลายเส้นเดี่ยว) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง B6 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 2 ชั้นที่ 1 ช่องที่ 1 ดังรูปที่ 4.10(ค) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า “กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง” และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำกล่องสีเขียวลายเส้นเดี่ยวไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.10(ง) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีเขียวลายเส้นเดี่ยวใหม่

หลังจากที่ย้ายสินค้าที่ขวางอยู่ทั้งหมดแล้วระบบจะนำสินค้าที่ต้องการออกมา (ในที่นี้คือกล่องสีเขียวไม่มีลาย) ในระหว่างนั้นจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า “กำลังนำสินค้าออก” และแสดงว่าสินค้าถูกนำออกมาจากตำแหน่งใด (ในที่นี้คือ แถวที่ 1 ชั้นที่ 2 และช่องที่ 2) หลังจากนำสินค้าที่ต้องการออกมาจากคลังแล้วดังรูปที่ 4.10(จ) จียูไอจะแสดงจำนวนสินค้าคงคลังดังรูปที่ 4.10(ฉ) ซึ่งมีค่าลดลง 1 ชิ้นจากจำนวนที่แสดงก่อนการนำออก (รูปที่ 4.10(ข))



รูปที่ 4.11 การนำออกและย้ายสินค้าไปไว้ในวงรอบ B ในคลังที่มีขนาด (2,2,2)

4.3 การสั่งนำสินค้าออกในระหว่างการจัดเก็บ

โครงงานนี้ได้ออกแบบให้ผู้ใช้สามารถป้อนคำสั่งนำสินค้าออกผ่านจียูไอได้ในระหว่างการจัดเก็บ โดยหลังจากที่แท่นขนย้ายได้นำสินค้าไปจัดเก็บยังตำแหน่งที่ต้องการในคลังและถอยกลับเข้ามาในช่องลิฟต์แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะตรวจสอบกับจียูไอว่าผู้ใช้ได้ป้อนคำสั่งนำสินค้าออกหรือไม่ หากมีคำสั่งนำสินค้าออกระบบเปลี่ยนรูปแบบการทำงานเป็นแบบวิธีการนำออกโดยชุดอุปกรณ์ไม่ต้องเคลื่อนที่กลับไปยังจุดรับสินค้าก่อน แต่ถ้าไม่พบคำสั่งนำสินค้าออกชุดอุปกรณ์จะเคลื่อนที่กลับไปยังจุดรับสินค้าก่อนจะตรวจสอบกับจียูไออีกครั้งเพื่อรับคำสั่งจากผู้ใช้ต่อไป โดยจะเห็นว่าจังหวะเวลาของการป้อนคำสั่งนำสินค้าออกที่อาจเกิดขึ้นก่อนหรือหลังจากแท่นขนย้ายถอยกลับเข้าในช่องลิฟต์นั้นส่งผลต่อรูปแบบการเคลื่อนที่ของชุดอุปกรณ์ซึ่งในที่นี้ได้แสดงผลการทดสอบกับโครงสร้างของคลังที่มีขนาด (3,2,3)

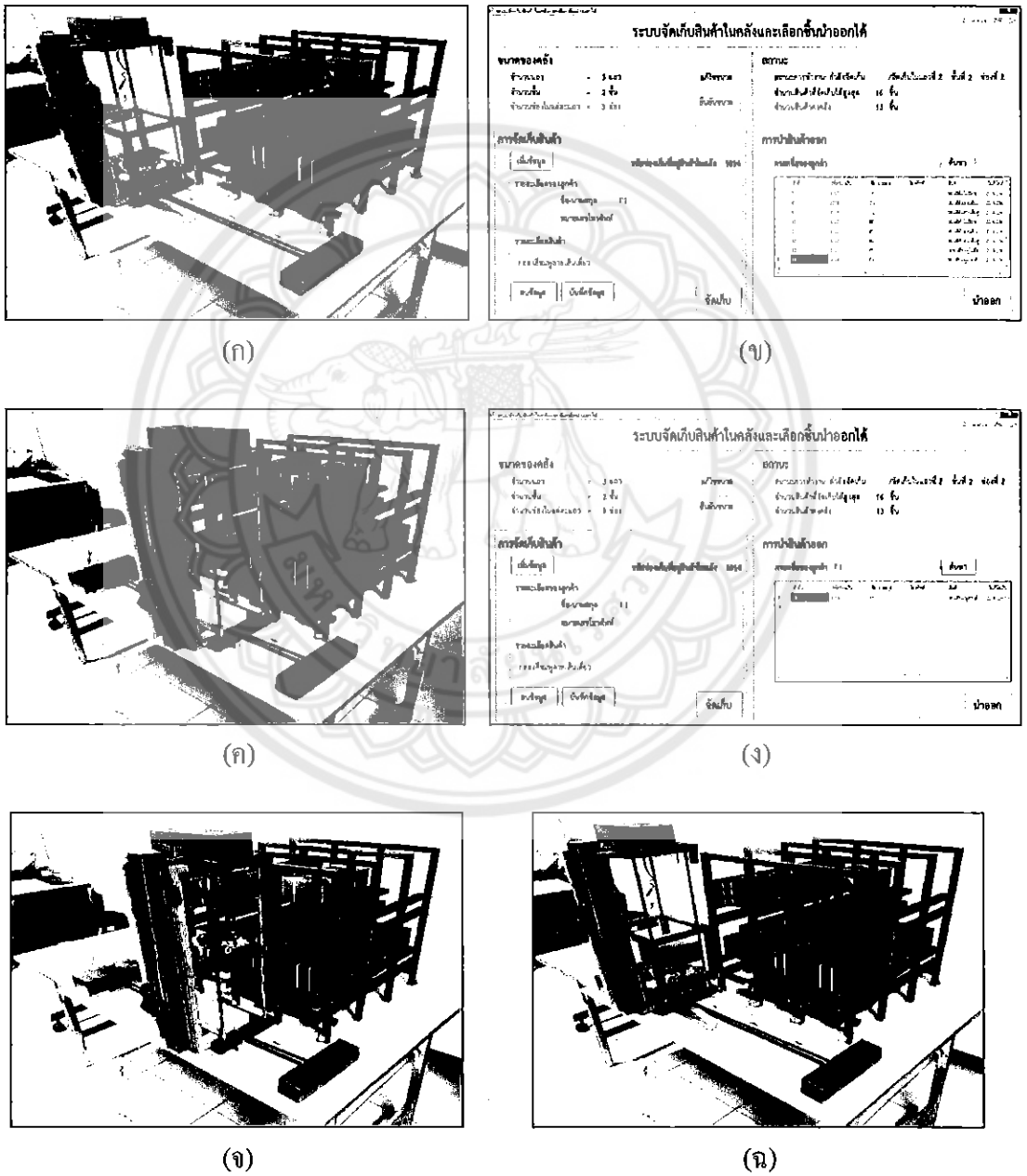
4.3.1 การสั่งนำสินค้าออกก่อนที่แท่นขนย้ายถอยกลับเข้ามาในช่องลิฟต์

กรณีที่ 1 เมื่อสินค้าที่ต้องการนำออกเป็นชิ้นเดียวกับชิ้นที่กำลังจัดเก็บ

การทดสอบการสั่งนำสินค้าออกก่อนที่แท่นขนย้ายจะเคลื่อนที่กลับเข้าช่องลิฟต์หลังจากจัดเก็บสินค้าเสร็จ ตัวอย่างตำแหน่งของสินค้าที่ถูกจัดเก็บในคลังซึ่งส่งผลให้การนำออกสอดคล้องกับกรณีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 4.12(ก) การทดสอบเริ่มจากการจัดเก็บสินค้าโดยกดปุ่ม "เพิ่มข้อมูล" แล้วพิมพ์กรอกรายละเอียดของลูกค้าและของสินค้าลงในจียูไอดังรูปที่ 4.12(ข) โดยในขณะนี้ลูกค้าชื่อ P1 และสินค้าคือกล่องสีชมพูลายเส้นเดี่ยว จากนั้นกดปุ่ม "บันทึกข้อมูล" แล้วกดปุ่ม "จัดเก็บ" ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเพื่อค้นหาตำแหน่งในคลังที่จะนำสินค้าไปเก็บ (ในที่นี้คือ แถวที่ 2 ชั้นที่ 2 และช่องที่ 2) จากนั้นสั่งให้ชุดอุปกรณ์เคลื่อนที่นำสินค้าเข้าไปเก็บในตำแหน่งดังกล่าวดังรูปที่ 4.12(ค) ในขณะเดียวกันจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังจัดเก็บ" และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำสินค้าไปเก็บรวมถึงบันทึกข้อมูลของการจัดเก็บเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับการนำออกต่อไป

ในขณะจัดเก็บถ้ามีการสั่งนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมาก่อนที่แท่นขนย้ายถอยกลับเข้ามาในช่องลิฟต์ โดยการสั่งนำออกเริ่มจากการพิมพ์ชื่อเจ้าของสินค้าลงในช่องค้นหาดังแสดงในรูปที่ 4.12(ง) โดยในที่นี้ชื่อของลูกค้าคือ "P1" ซึ่งเป็นเจ้าของสินค้าที่ต้องการนำออกซึ่งเป็นชิ้นเดียวกับชิ้นที่กำลังจัดเก็บ นั่นคือกล่องสีชมพูลายเส้นเดี่ยว จากนั้นกดปุ่ม "ค้นหา" และใช้เมาส์กดเลือกชิ้นที่ต้องการจากนั้นกดปุ่ม "นำออก" หลังจากที่แท่นขนย้ายนำสินค้าไปจัดเก็บยังตำแหน่งที่ต้องการในคลังและถอยเข้าช่องลิฟต์ดังรูปที่ 4.12(จ) แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะตรวจสอบกับจียูไอว่าผู้ใช้ได้ป้อนคำสั่งนำสินค้าออกหรือไม่ หากพบคำสั่งนำออกระบบจะเปลี่ยนรูปแบบการทำงานเป็นแบบวิธีการนำออกโดยชุดอุปกรณ์ไม่ต้องเคลื่อนที่กลับไปยังจุดรับสินค้าก่อน

ในขั้นตอนการนำออกระบบจะตรวจสอบตำแหน่งของสินค้าที่ต้องการ ซึ่งในกรณีนี้พบว่าไม่มีสินค้าขวางอยู่ แท่นขนย้ายสินค้าจะเคลื่อนที่เข้าไปนำสินค้าที่ต้องการออกมา (ในที่นี้คือกล่องสีชมพูลายเส้นเดี่ยว) ในระหว่างนั้นจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังนำสินค้าออก" และแสดงว่าสินค้าถูกนำออกมาจากตำแหน่งใด (ในที่นี้คือ แถวที่ 2 ชั้นที่ 1 และช่องที่ 2) หลังจากนำสินค้าที่ต้องการออกมาจากคลังแล้วดังรูปที่ 4.12(ฉ) จียูไอแสดงจำนวนสินค้าคงคลังลดลง 1 ชิ้น จากจำนวนที่แสดงก่อนการนำออก



รูปที่ 4.12 การสั่งนำสินค้าออกขณะทำงานในแบบวิธีการจัดเก็บก่อนแท่นถอยเข้าช่องลิฟต์และเป็นสินค้าชิ้นเดียวกับที่กำลังจัดเก็บ

กรณีที่ 2 เมื่อสินค้าที่ต้องการนำออกไม่ใช่ชิ้นเดียวกับชิ้นที่กำลังจัดเก็บ

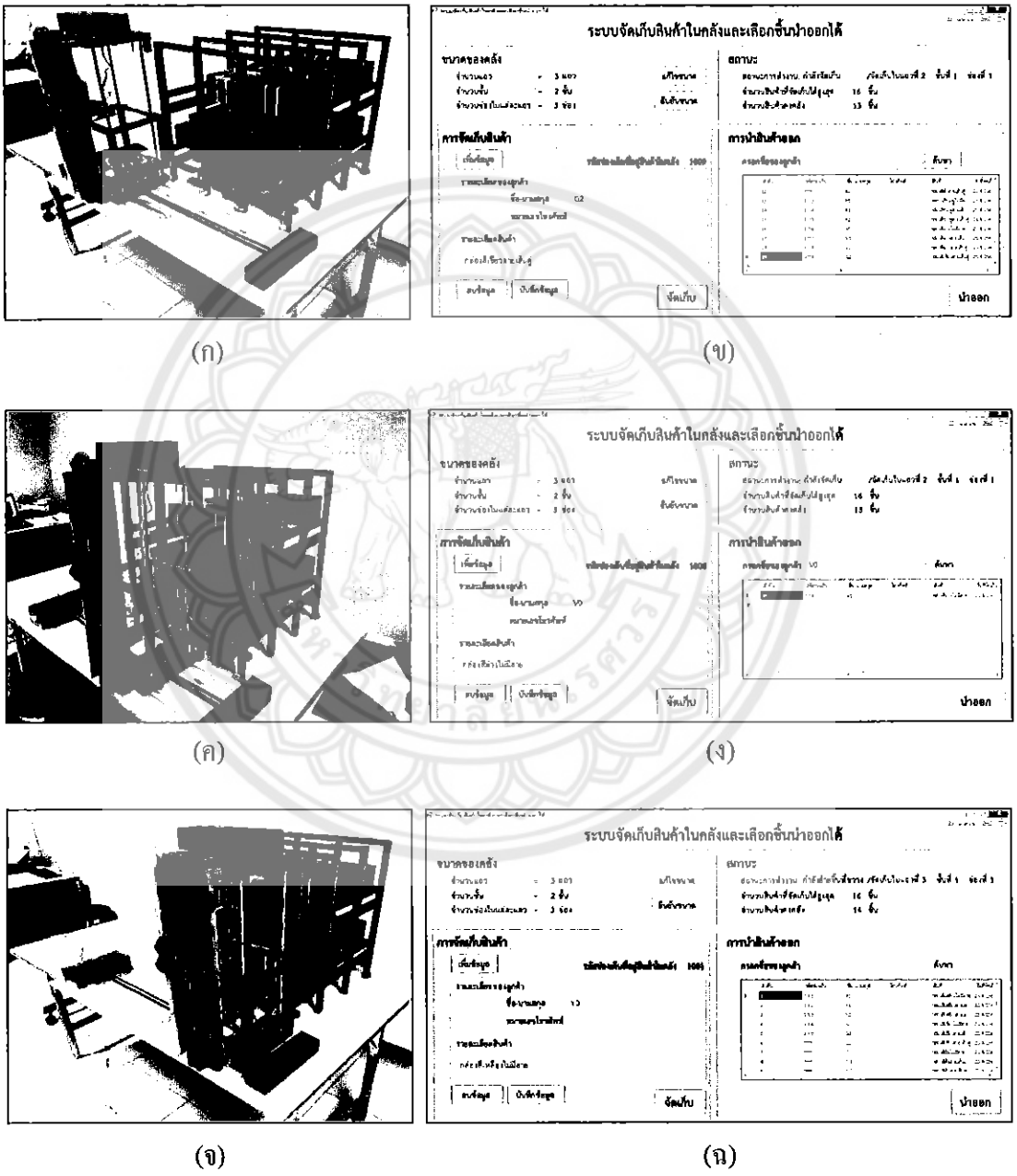
การทดสอบการสั่งนำสินค้าออกก่อนที่แท่นขนย้ายจะเคลื่อนที่กลับเข้าช่องลิฟต์หลังจากจัดเก็บสินค้าเสร็จ ตัวอย่างตำแหน่งของสินค้าที่ถูกจัดเก็บในคลังซึ่งส่งผลให้การนำออกสอดคล้องกับกรณีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 4.13(ก) การทดสอบเริ่มจากการจัดเก็บสินค้าโดยกดปุ่ม "เพิ่มข้อมูล" แล้วพิมพ์กรอกรายละเอียดของลูกค้าและของสินค้าลงในจียูไอดังรูปที่ 4.13(ข) โดยในขณะนี้ลูกค้าชื่อ G2 และสินค้าคือกล่องสีเขียวลายเส้นคู่ จากนั้นกดปุ่ม "บันทึกข้อมูล" แล้วกดปุ่ม "จัดเก็บ" ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเพื่อค้นหาตำแหน่งในคลังที่จะนำสินค้าไปเก็บ (ในที่นี้คือ แถวที่ 2 ชั้นที่ 1 และช่องที่ 1) จากนั้นสั่งให้ชุดอุปกรณ์เคลื่อนที่นำสินค้าเข้าไปเก็บในตำแหน่งดังกล่าวดังรูปที่ 4.13(ค) ในขณะเดียวกันจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังจัดเก็บ" และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำสินค้าไปเก็บรวมถึงบันทึกข้อมูลของการจัดเก็บเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับการนำออกต่อไป

ในขณะจัดเก็บถ้ามีการสั่งนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมาก่อนที่แท่นขนย้ายถอยกลับเข้ามาในช่องลิฟต์ โดยการสั่งนำออกเริ่มจากการพิมพ์ชื่อเจ้าของสินค้าลงในช่องค้นหาดังแสดงในรูปที่ 4.13(ง) โดยในที่นี้ชื่อของลูกค้าคือ "V0" ซึ่งเป็นเจ้าของสินค้าที่ต้องการนำออกซึ่งไม่ใช่ชิ้นเดียวกับชิ้นที่กำลังจัดเก็บ ในที่นี้คือกล่องสีม่วงไม่มีลาย จากนั้นกดปุ่ม "ค้นหา" และใช้เมาส์กดเลือกชิ้นที่ต้องการจากนั้นกดปุ่ม "นำออก" หลังจากที่แท่นขนย้ายได้นำสินค้าไปจัดเก็บยังตำแหน่งที่ต้องการในคลังและถอยกลับเข้ามาในช่องลิฟต์แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะตรวจสอบกับจียูไอว่าผู้ใช้ได้ป้อนคำสั่งนำสินค้าออกหรือไม่ หากพบคำสั่งนำออกระบบจะเปลี่ยนรูปแบบการทำงานเป็นแบบวิธีการนำออกโดยชุดอุปกรณ์ไม่ต้องเคลื่อนที่กลับไปยังจุดรับสินค้าก่อน

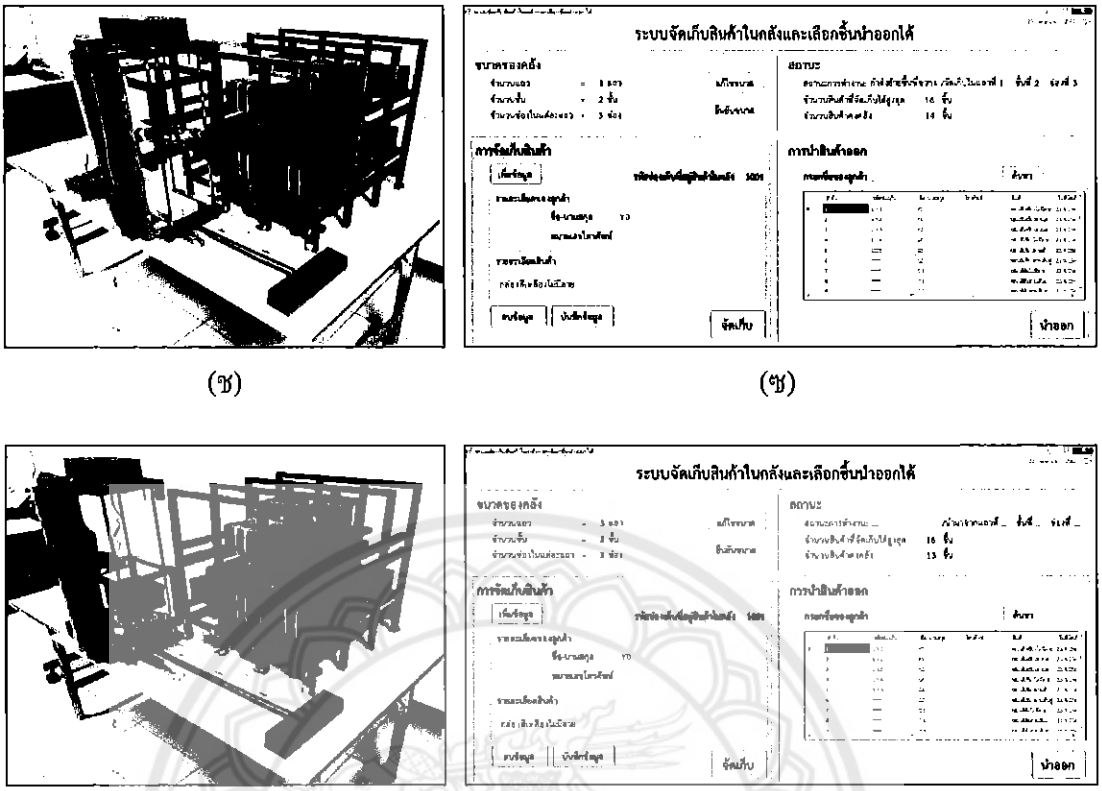
ในขั้นตอนการนำออกระบบจะตรวจสอบตำแหน่งของสินค้าที่ต้องการ ซึ่งในกรณีนี้พบว่ามีสินค้าขวางอยู่ 2 ชิ้นคือกล่องสีม่วงลายเส้นเดี่ยวและลายเส้นคู่ ดังนั้นระบบจะย้ายชิ้นที่อยู่ด้านนอกสุดก่อน (ในที่นี้คือกล่องสีม่วงลายเส้นคู่) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง A2 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 3 ชั้นที่ 1 ช่องที่ 1 ดังรูปที่ 4.13(จ) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำกล่องสีม่วงลายเส้นคู่ไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.13(ฉ) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีม่วงลายเส้นคู่ใหม่

หลังจากนั้นระบบจะย้ายสินค้าชิ้นถัดไปที่ขวางอยู่ (ในที่นี้คือกล่องสีม่วงลายเส้นเดี่ยว) โดยย้ายไปเก็บในแถวและชั้นที่สอดคล้องกับตำแหน่ง B4 ของรูปที่ 3.6 นั่นคือแถวที่ 1 ชั้นที่ 2 ช่องที่ 3 ดังรูปที่ 4.13(ช) ในระหว่างการย้ายดังกล่าวจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังย้ายชิ้นที่ขวาง" และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำกล่องสีม่วงลายเส้นเดี่ยวไปจัดเก็บ ดังรูปที่ 4.13(ซ) พร้อมกับบันทึกข้อมูลของกล่องสีม่วงลายเส้นเดี่ยวใหม่

หลังจากที่ย้ายสินค้าที่ขวางอยู่ทั้งหมดแล้วชุดอุปกรณ์จะเคลื่อนที่เข้าไปนำสินค้าที่ต้องการออกมา (ในที่นี้คือกล่องสีม่วงไม่มีลาย) ในระหว่างนั้นจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังนำสินค้าออก" และแสดงว่าสินค้าถูกนำออกมาจากตำแหน่งใด (ในที่นี้คือ แถวที่ 3 ชั้นที่ 2 และช่องที่ 3) หลังจากนำสินค้าที่ต้องการออกมาจากคลังแล้วดังรูปที่ 4.13(ฌ) จียูไอจะแสดงจำนวนสินค้าคงคลังดังรูปที่ 4.13(ญ) ซึ่งมีค่าลดลง 1 ชิ้นจากจำนวนที่แสดงก่อนการนำออก (รูปที่ 4.13(ง))



รูปที่ 4.13 การสั่งนำสินค้าออกขณะทำงานในแบบวิธีการจัดเก็บก่อนแท่นถอยเข้าช่องลิฟต์ โดยเป็นสินค้าต่างชิ้นกับที่กำลังจัดเก็บ



(ช) (ซ)

(ฌ) (ญ)

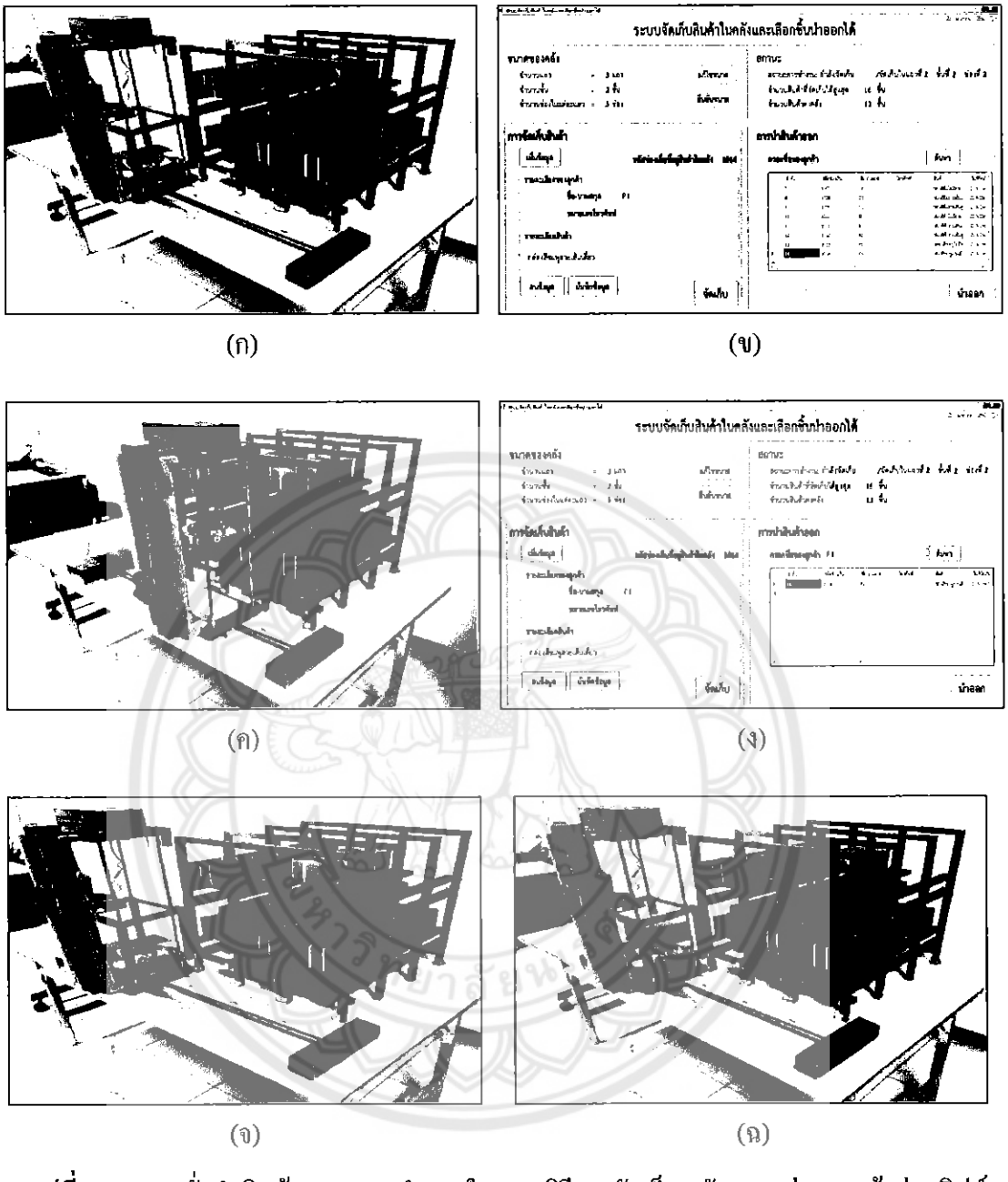
รูปที่ 4.13 (ต่อ) การสั่งนำสินค้าออกขณะทำงานในแบบวิธีการจัดเก็บก่อนแท่นถอยเข้าช่องลิฟต์ โดยเป็นสินค้าต่างชิ้นกับที่กำลังจัดเก็บ

4.3.2 การสั่งนำสินค้าออกหลังจากที่แท่นขนย้ายถอยกลับเข้ามาในช่องลิฟต์

การทดสอบการสั่งนำสินค้าออกหลังจากที่แท่นขนย้ายจะเคลื่อนที่กลับเข้าช่องลิฟต์หลังจากจัดเก็บสินค้าเสร็จเมื่อสินค้าที่ต้องการนำออกเป็นชิ้นเดียวกับชิ้นที่กำลังจัดเก็บ ตัวอย่างตำแหน่งของสินค้าที่ถูกจัดเก็บในคลังซึ่งส่งผลให้การนำออกสอดคล้องกับกรณีนี้แสดงได้ดังรูปที่ 4.14(ก) การทดสอบเริ่มจากการจัดเก็บสินค้าโดยกดปุ่ม “เพิ่มข้อมูล” แล้วพิมพ์กรอกรายละเอียดของลูกค้าและของสินค้าลงในจียูไอดังรูปที่ 4.14(ข) โดยในขณะนี้ลูกค้าชื่อ P1 และสินค้าคือกล่องสีชมพูลายเส้นเดี่ยว จากนั้นกดปุ่ม “บันทึกข้อมูล” แล้วกดปุ่ม “จัดเก็บ” ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเพื่อค้นหาตำแหน่งในคลังที่จะนำสินค้าไปเก็บ (ในที่นี้คือ แถวที่ 2 ชั้นที่ 2 และช่องที่ 2 ซึ่งเป็นตำแหน่งของลำดับการจัดเก็บที่ 14 ในรูปที่ 4.1(ก) จากนั้นสั่งให้ชุดอุปกรณ์เคลื่อนที่นำสินค้าเข้าไปเก็บในตำแหน่งดังกล่าว ในขณะเดียวกันหน้าจอจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า “กำลังจัดเก็บ” และแสดงตำแหน่งในคลังที่จะนำสินค้าไปเก็บรวมถึงบันทึกข้อมูลของการจัดเก็บเพื่อใช้อ้างอิงสำหรับการนำออกต่อไป

หลังจากที่แท่นขนย้ายได้นำสินค้าไปจัดเก็บยังตำแหน่งที่ต้องการในคลังและถอยกลับเข้ามาในช่องลิฟต์ดังรูปที่ 4.14(ค) แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะตรวจสอบกับจียูไอว่าผู้ใช้ได้ป้อนคำสั่งนำสินค้าออกหรือไม่ หากไม่พบคำสั่งนำออก ชุดอุปกรณ์จะเคลื่อนที่กลับไปยังจุดรับสินค้า ในระหว่างนี้ถ้ามีการสั่งนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมาก่อนที่ชุดอุปกรณ์จะเคลื่อนที่ไปถึงจุดรับสินค้า โดยการสั่งนำออกเริ่มจากการพิมพ์ชื่อเจ้าของสินค้าลงในช่องค้นหาดังแสดงในรูปที่ 4.14(ง) โดยในที่นี้ชื่อของลูกค้าคือ "P1" ซึ่งเป็นเจ้าของสินค้าที่ต้องการนำออกซึ่งเป็นชิ้นเดียวกับชิ้นที่กำลังจัดเก็บ นั่นคือกล่องสีชมพูลายเส้นเดี่ยว จากนั้นกดปุ่ม "ค้นหา" หากปรากฏสินค้ามากกว่าหนึ่งรายการภายใต้ชื่อที่ระบุให้ใช้เมาส์กดเลือกชิ้นที่ต้องการจากนั้นกดปุ่ม "นำออก" เมื่อชุดอุปกรณ์จะเคลื่อนที่ถึงจุดรับสินค้าดังรูปที่ 4.14(จ) ไมโครคอนโทรลเลอร์ตรวจสอบกับจียูไออีกครั้งว่าผู้ใช้ได้ป้อนคำสั่งนำสินค้าออกหรือไม่ หากพบคำสั่งนำออกระบบจะเปลี่ยนรูปแบบการทำงานเป็นแบบวิธีการนำออก

ในขั้นตอนการนำออกระบบจะตรวจสอบตำแหน่งของสินค้าที่ต้องการ ซึ่งในกรณีนี้พบว่าไม่มีสินค้าขวางอยู่ ชุดอุปกรณ์จะเคลื่อนที่เข้าไปนำสินค้าชิ้นที่ต้องการออกมา (ในที่นี้คือกล่องสีชมพูลายเส้นเดี่ยว) ในระหว่างนั้นจียูไอแสดงสถานะการทำงานว่า "กำลังนำสินค้าออก" และแสดงว่าสินค้าถูกนำออกมาจากตำแหน่งใด (ในที่นี้คือ แถวที่ 2 ชั้นที่ 1 และช่องที่ 2) หลังจากนำสินค้าที่ต้องการออกมาจากคลังแล้วดังรูปที่ 4.14(ฉ) จียูไอแสดงจำนวนสินค้าคงคลังลดลง 1 ชิ้นจากจำนวนที่แสดงก่อนการนำออก อย่างไรก็ตามหากสินค้าที่ต้องการนำออกไม่ใช่ชิ้นที่กำลังจัดเก็บระบบจะมีการทำงานในลักษณะเดียวกัน นั่นคือชุดอุปกรณ์เคลื่อนที่มายังจุดรับสินค้าก่อนแล้วเคลื่อนที่ไปนำสินค้าที่ต้องการออก



รูปที่ 4.14 การสั่งนำสินค้าออกขณะทำงานในแบบวิธีการจัดเก็บหลังจากแท่นถอยเข้าช่องลิฟต์และเป็นสินค้าชิ้นเดียวกับที่กำลังจัดเก็บ

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงงาน สามารถสรุปผล ชี้แจงปัญหาในการดำเนินงาน รวมทั้งเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไปดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ในโครงงานนี้ได้ทำการออกแบบระบบจัดเก็บสินค้าในคลังและเลือกชิ้นนำออกได้ โดยนำแบบจำลองคลังสินค้าของโครงงานปีการศึกษา 2558 มาปรับปรุงและเพิ่มอุปกรณ์บางส่วนเพื่อให้ทำงานได้สอดคล้องกับกลไกการควบคุมที่ออกแบบ โดยติดตั้งตุ้มถ่วงน้ำหนักไว้ด้านหลังช่องลิฟต์เพื่อให้ลิฟต์สามารถหยุดนิ่งที่ระดับชั้นที่ต้องการรวมทั้งเคลื่อนที่ขึ้นและลงด้วยความเร็วที่ใกล้เคียงกัน และติดตั้งแผ่นไม้จำนวนสองชิ้นไว้ที่ช่องลิฟต์ด้านตรงข้ามกับคลังสินค้าเพื่อทำให้จุดศูนย์ถ่วงของช่องลิฟต์อยู่ตำแหน่งเดิมในขณะที่ระบบทำงาน รวมทั้งยังเพิ่มโหลดน้ำหนักที่ฐานของช่องลิฟต์เพื่อลดระดับความสูงของจุดศูนย์ถ่วงจึงลดการโยกของช่องลิฟต์เมื่อหยุดหลังจากเคลื่อนที่ และติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะที่ตัวลิฟต์และติดตั้งก้านสัมผัสที่แต่ละชั้นเพื่อให้สามารถใช้งานได้กับคลังที่มีความสูงมากกว่า 1 ชั้น นอกจากนี้ยังได้เปลี่ยนตำแหน่งที่ติดตั้งสวิตช์จำกัดระยะและก้านสัมผัสของช่องลิฟต์ซึ่งติดตั้งไว้ที่ด้านหน้าของแต่ละช่องของคลังเพื่อยืดอายุการใช้งานของสวิตช์จำกัดระยะ และใช้ก้านสัมผัสที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมคางหมูโดยติดตั้งในตำแหน่งที่ทำให้ช่องลิฟต์หยุดตรงกับแต่ละช่องของคลังทั้งในระหว่างการเคลื่อนที่ไปหน้าและการเคลื่อนที่ย้อน

ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้หรือจียูไอที่ถูกสร้างขึ้นในโครงงานนี้ถูกพัฒนาขึ้นจากโปรแกรมวิชวลสตูดิโอ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของลูกค้าและตัวสินค้าก่อนการจัดเก็บโดยเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งคำสั่งควบคุมที่ผู้ใช้ป้อนและรับข้อมูลการทำงานของระบบมาแสดงผล ในการใช้งานระบบนี้ผู้ใช้สามารถกำหนดขนาดของคลังได้และควบคุมการทำงานของระบบได้ 2 แบบวิธี คือ แบบวิธีการจัดเก็บสินค้าซึ่งจัดเก็บเรียงตำแหน่งในคลังตามลำดับที่ออกแบบไว้โดยคำนึงถึงระยะใกล้จุดรับสินค้า และแบบวิธีการนำออกซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกชิ้นที่ต้องการนำออกได้ และหากมีสินค้าชิ้นอื่นขวางอยู่ระบบจะย้ายสินค้าชิ้นที่ขวางไปเก็บในตำแหน่งใหม่โดยคำนึงถึงระยะทางและความประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการเคลื่อนที่ของชุดอุปกรณ์ตามลำดับที่ออกแบบไว้ อย่างไรก็ตาม หากตรวจพบว่ามีคำสั่งให้นำสินค้าออกในระหว่างการจัดเก็บสินค้าระบบสามารถเปลี่ยนการทำงานเป็นแบบวิธีการนำออกได้หลังจากจัดเก็บสินค้าดังกล่าวแล้วโดยชุดอุปกรณ์ไม่ต้องเคลื่อนที่กลับมาจุดรับสินค้าก่อน

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

1) พื้นที่ในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์จำกัดขนาดของคลังสินค้าที่ผู้ใช้สามารถกำหนดได้บนหน้าจอจียูไอ ในโครงงานนี้ได้ระบุขนาดคลังสินค้าที่ใหญ่ที่สุดที่ให้ผู้ใช้กำหนดได้ คือมี 10 ชั้น แต่ละชั้นมี 30 แถว และแต่ละแถวมี 3 ช่อง นั่นคือออกแบบให้ผลคูณของจำนวนชั้น จำนวนแถว และจำนวนช่องมีค่าไม่เกิน 1000 ถ้าเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีพื้นที่ในหน่วยความจำมากขึ้นจะทำให้ผู้ใช้สามารถกำหนดขนาดคลังสินค้าให้ใหญ่ขึ้นกว่าที่ระบุไว้ได้

2) แบบจำลองแท่นขนย้ายมีขนาดเล็กจึงมีข้อจำกัดในการเลือกรูปแบบการยกหรือวางสินค้าบนแท่น ซึ่งรูปแบบที่เลือกใช้ในโครงงานนี้คือใช้แกนที่ทำจากน็อตเพื่อหมุนเกลียวให้เกิดการขยับขึ้นลงตามแนวดิ่ง ซึ่งทำให้เกิดปัญหาการโคลงเคลงขณะยกหรือวางสินค้าเนื่องจากเครื่องเจาะมีขีดจำกัดจึงไม่สามารถเจาะแกนหมุนให้ตรงได้ แต่ถ้าสร้างแบบจำลองที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะสามารถใช้น็อตที่มีขนาดใหญ่ขึ้นได้ทำให้ความคลาดเคลื่อนในการเจาะน้อยลงแล้วการโคลงเคลงจะลดลง หรือหากต้องการให้โครงสร้างมีความแน่นหนาและมั่นคงควรสร้างแบบจำลองที่มีขนาดใหญ่พอที่จะติดตั้งระบบนิวเมติกส์ได้แต่จะทำให้ระบบที่ออกแบบมีราคาสูงขึ้น

3) ในกรณีที่จัดเก็บสินค้าในตำแหน่งที่ต้องการแล้วแต่ชุดอุปกรณ์ยังเคลื่อนที่กลับมาไม่ถึงจุดรับสินค้า การกดปุ่ม “นำออก” ไม่สามารถขัดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้มารับคำสั่งนำสินค้าออกผ่านทางพอร์ตอนุกรมได้จนกว่าชุดอุปกรณ์จะเคลื่อนที่กลับมายังจุดรับสินค้าก่อน อย่างไรก็ตามถ้าใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 ตัวโดยตัวที่หนึ่งมีหน้าที่รับทั้งคำสั่งให้จัดเก็บและคำสั่งให้นำออกที่ผู้ใช้ป้อนที่จียูไอแล้วส่งต่อให้กับตัวที่สองซึ่งมีหน้าที่ควบคุมกระบวนการจัดเก็บและนำสินค้าออกรวมทั้งส่งข้อมูลการทำงานมาแสดงผลที่จียูไอ ดังนั้นหลังจากจัดเก็บสินค้าในตำแหน่งที่ต้องการแล้วผู้ใช้กดปุ่ม“นำออก” ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวที่หนึ่งสามารถขัดจังหวะการทำงานของตัวที่สองเพื่อสั่งให้ชุดอุปกรณ์เคลื่อนที่ไปนำสินค้าออกจากคลังได้ทันทีโดยไม่ต้องเคลื่อนที่กลับมายังจุดรับสินค้าก่อน

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

1) รูปแบบการทำงานของชุดการเคลื่อนที่แท่นขนย้ายสามารถเปลี่ยนเป็นแบบไร้สายและติดตั้งแบตเตอรี่ไว้ที่แท่นขนย้ายเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในการขับเคลื่อนมอเตอร์ซึ่งช่วยลดปัญหาในการจัดเก็บสายไฟ

2) การพัฒนาโปรแกรมวิชวลสตูดิโอให้รองรับการเปลี่ยนขนาดของคลังสินค้าได้แม้ว่ายังมีสินค้าคงเหลืออยู่ในคลังก็ตามโดยโปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนตัวเลขที่ระบุตำแหน่งของ

สินค้าที่เหลืออยู่ในคลังให้สอดคล้องกับตำแหน่งในโครงสร้างใหม่จึงทำให้สามารถใช้งานระบบได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องขนย้ายสินค้าออกจากคลังให้หมดก่อน

3) การพัฒนาโปรแกรมวิชวลสตูดิโอเพื่อรองรับการป้อนคำสั่งที่ต่อเนื่องกันโดยจะส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลทีละคำสั่งจนครบซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถป้อนคำสั่งให้จัดเก็บหรือนำออกได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องรอให้สิ้นสุดการทำงานในแต่ละคำสั่ง

เอกสารอ้างอิง

[1] กลยุทธ์การจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้า, สืบค้นเมื่อพฤศจิกายน 2559 จาก goo.gl/JTXJYh.

[2] ซ่อมมอเตอร์.com/การทำงานของมอเตอร์, สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2559.

[3] Muhammad H. Rashid, "Power Electronics Circuits, Devices and Applications", Pearson Education, Inc., Third Edition, 2004.

[4] Smart Learning, "หลักการทางานของรีเลย์ (Relay)", สืบค้นเมื่อพฤศจิกายน 2559 จาก goo.gl/z85mYk.

[5] บ้านอิเล็กทรอนิกส์, "อุปกรณ์ ตอน รีเลย์", สืบค้นเมื่อพฤศจิกายน 2559 จาก goo.gl/kYe4Hx.

[6] goo.gl/pFCLsc, สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2559.

[7] goo.gl/hjaa1y, สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2559.

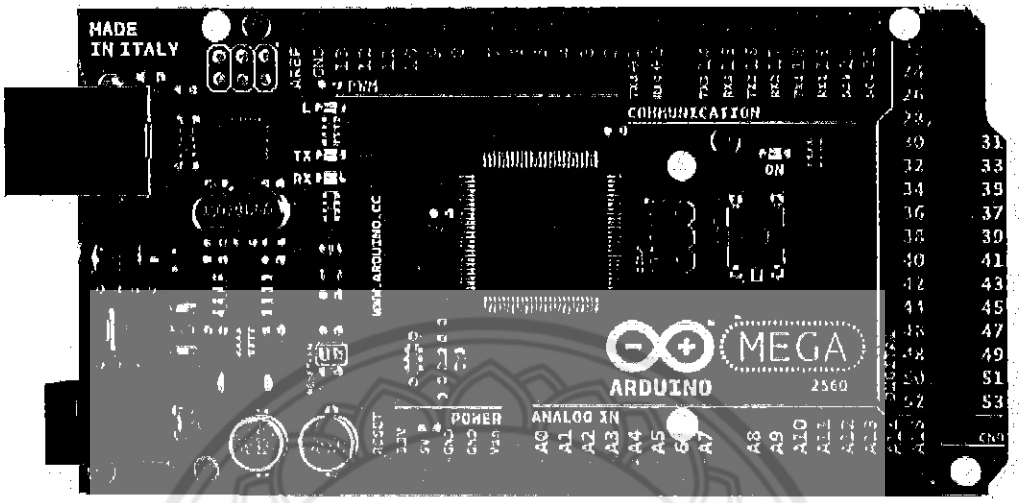
[8] goo.gl/xoP5rd, สืบค้นเมื่อ พฤศจิกายน 2559.

[9] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2559, จาก http://www.ee.buu.ac.th.

ภาคผนวก ก

รายละเอียดข้อมูลของ Arduino MEGA 2560

Arduino MEGA 2560



Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 (datasheet). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Index

Technical Specifications — Page 2
How to use Arduino — Page 6
Terms & Conditions — Page 7
Environmental Policies — Page 7

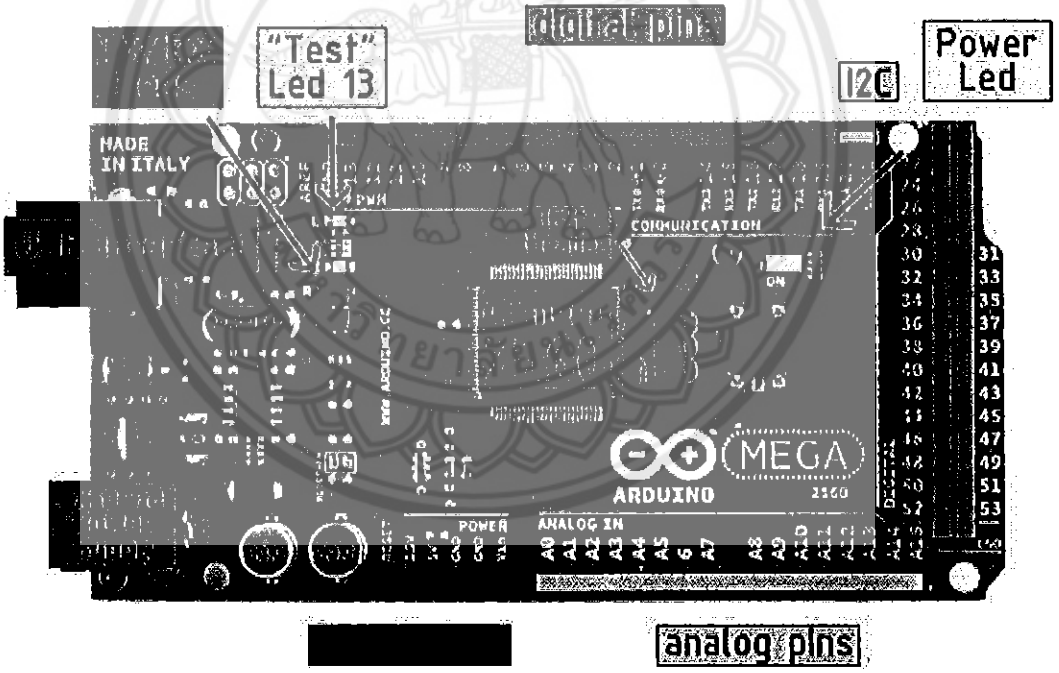
Technical Specification

EAGLE files: arduino-mega2560-reference-design.zip Schematic: arduino-mega2560-schematic.pdf

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



radiospares RADIONICS

Power

The Arduino Mega2560 can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the EEPROM library).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using pinMode(), digitalWrite(), and digitalRead() functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the attachInterrupt() function for details.
- **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the analogWrite() function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- **I²C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the Wire library (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove.

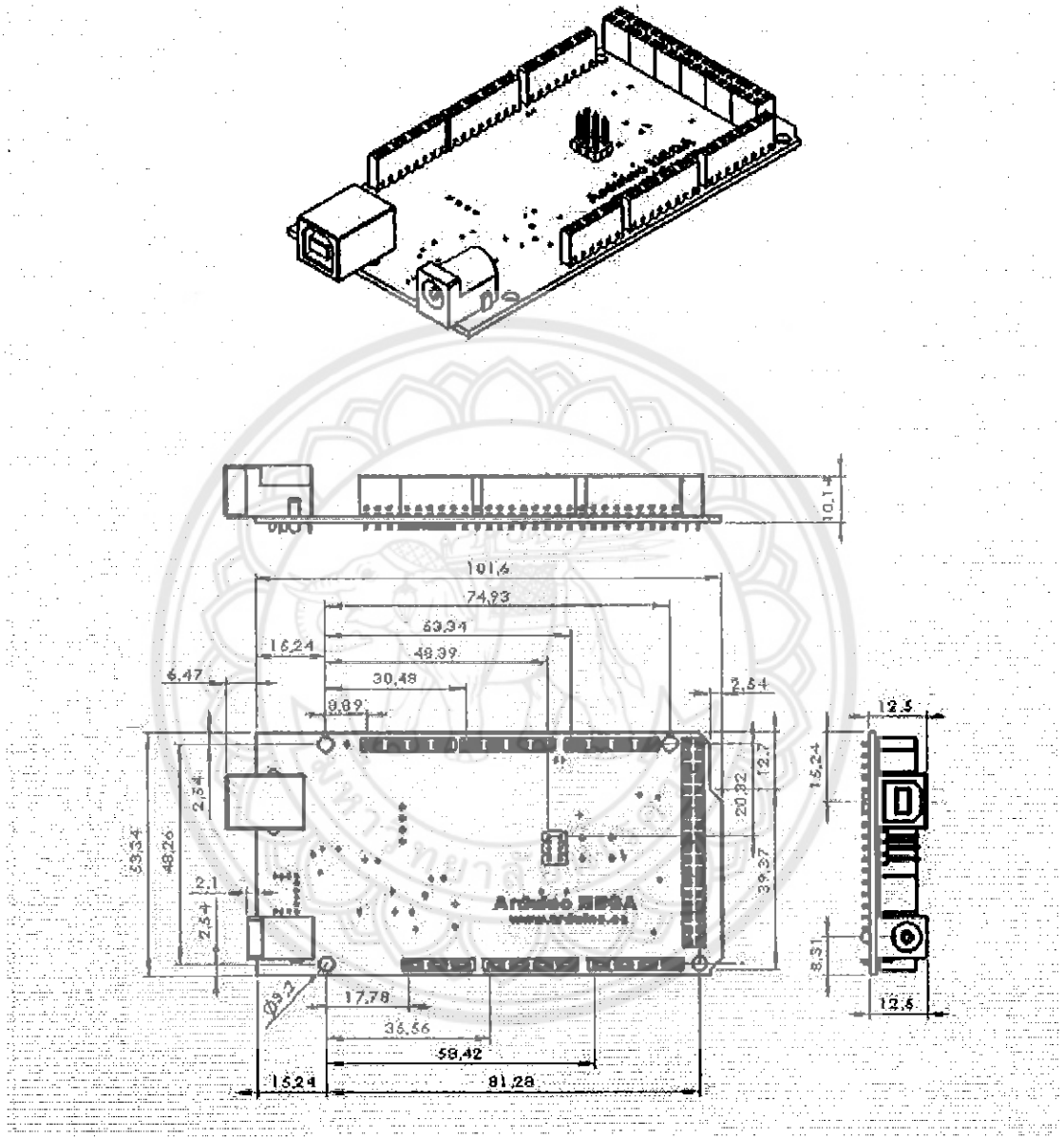
The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and analogReference() function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with analogReference().
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

RS radiospares RADIONICS

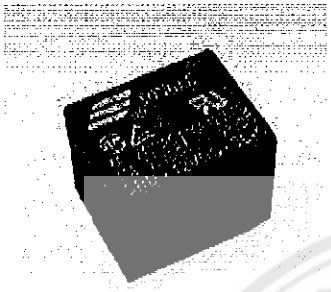
Dimensioned Drawing



ภาคผนวก ข
รายละเอียดข้อมูลของรีเลย์

SONGLE RELAY

松乐继电器 ® SONGLE RELAY	RELAY ISO9002	SRD



1. MAIN FEATURES

- ☐ Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- ☐ UL,CUL,TUV recognized.
- ☐ Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- ☐ Sealed types available.
- ☐ Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

☐ Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.

(Remole control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

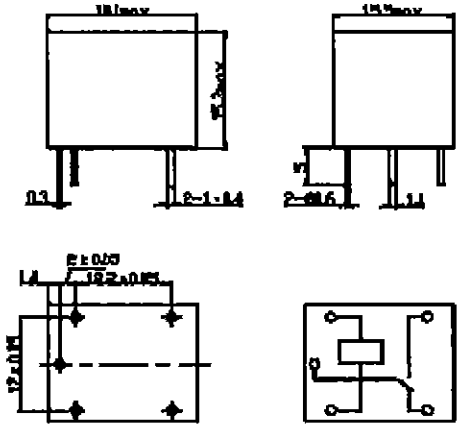
3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil	Contact form
SRD	03|05|06|09|12|24|48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
				B:1 form B
		F:Flux free type	D:0.45W	C:1 form C

4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CQC03001003729	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CQC03001003731	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R50056114	10A/250VAC 30VDC

5. DIMENSION(unit:mm) DRILLING(unit:mm) WIRING DIAGRAM



6. COIL DATA CHART (AT20° C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) ☐ 10%	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
	48	48	7.5	6400				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			

7. CONTACT RATING

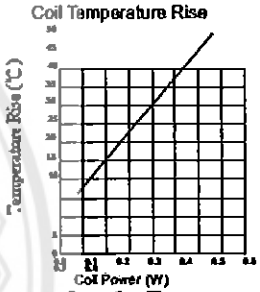
Item \ Type	SRD FORM C	SRD FORM A
Contact Capacity	7A 30VDC	10A 30VDC 10A 240VAC
Resistive Load (cosΦ=1)	10A 125VAC	
Inductive Load (cosΦ=0.4 L/R=7msec)	10A 250VAC 3A 120VAC 3A 28VDC	5A 120VAC 5A 28VDC
Max. Allowable Voltage	250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force	800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material	AgCdO	AgCdO

8. PERFORMANCE (at initial value)

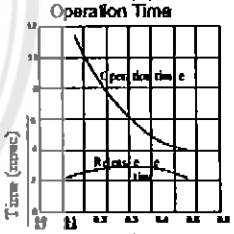
Item \ Type	SRD
Contact Resistance	100mΩ Max.
Operation Time	10msec Max.
Release Time	5msec Max.
Dielectric Strength	
Between coil & contact	1500VAC 50/60HZ (1 minute)
Between contacts	1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance	100 MΩ Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching	
Mechanically	300 operation/min
Electrically	30 operation/min
Ambient Temperature	-25□□ to +70 C
Operating Humidity	45 to 85% RH
Vibration	
Endurance	10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Error Operation	10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock	
Endurance	100G Min.
Error Operation	10G Min.
Life Expectancy	
Mechanically	10^7 operations. Min. (no load)
Electrically	10^5 operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight	abt. 10grs.

9.REFERENCE DATA

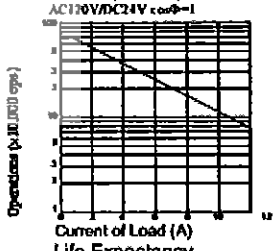
Coil Temperature Rise



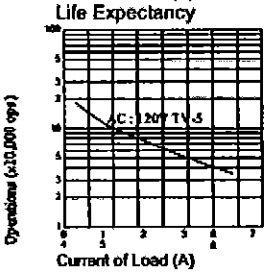
Operation Time



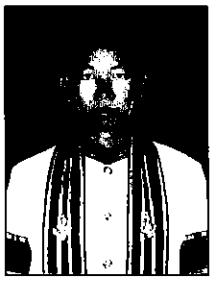
Life Expectancy



Life Expectancy



ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน



ชื่อ นายฑีระพล ศรีกำแหง

ภูมิลำเนา 67 หมู่ 4 ต.วังชะโอน อ.บึงสามัคคี จ.กำแพงเพชร

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนระหานวิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **teerapons56@email.nu.ac.th**

ชื่อ นายพีระเดช เล้าสุวรรณกุล

ภูมิลำเนา 3/1 หมู่ 1 ต.หนองกระทุ่ม อ.ทัพทัน จ.อุทัยธานี

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนทัพทันอนุสรณ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **peeradech156@email.nu.ac.th**

ชื่อ นายวรนาถ กอนโพชน์

ภูมิลำเนา 66/9 ถ.พาดวารี ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุตรดิตถ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **woranaatk56@email.nu.ac.th**