

การออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ
Instant Cup Noodle Vending Machine Design



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instant Cup Noodle Vending Machine Design

MS. Nattheeporn Rakngam

MS. Monsikan Pareerattanasakul



**A THESIS SUMMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN
PRODUCTION DESIGD AND MATERIALS ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาโท


หัวข้อปริญญาโท การออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ
Instant Cup Noodle Vending Machine Design

นักศึกษา นางสาว ณิชฐิพร รังงาม รหัสนักศึกษา 62010258

นางสาว มนสิกาณ เกียรติสุนทร รหัสนักศึกษา 62010735

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท



(ดร. พลชัย โชติปรายนกุล)

หัวข้อปริญญาโท การออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ

Instant Cup Noodle Vending Machine Design

นักศึกษา นางสาว ณัฐพร รักงาม

นางสาว มนสิกาณ เกียรติ์นสกุล

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมออกแบบการผลิตและวัสดุ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาโท ดร. พลชัย โชติปรายนกุล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ นักศึกษา ได้มีการลงมือจัดทำเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ ได้มีการศึกษาในเรื่องของการออกแบบเครื่อง อุปกรณ์ในการประกอบตัวเครื่อง รวมถึงระบบควบคุมตัวเครื่อง ในเรื่องของการออกแบบทางนักศึกษาได้ใช้โปรแกรม Solidworks ในการออกแบบและการจำลองในการทำงาน นักศึกษาได้มีการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับตัวแบบ มีการเลือกวัสดุในการทำส่วนประกอบของตัวเครื่อง เลือกตัวขับเคลื่อนการทำงาน ในส่วนของการควบคุม ทางนักศึกษาได้มีการศึกษาการทำงานของระบบ Microcontroller และนำมาประยุกต์ทำเป็นระบบควบคุมการจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วย ในส่วนของการใช้งานจริงในตัวเครื่องของนักศึกษา

คำสำคัญ : บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วย, Solidworks, Microcontroller

Thesis Title	Instant Cup Noodle Vending Machine Design
Student	MS. Nattheeporn Rakngam MS. Monsikan Pareerattanasakul
Degree	Bachelor of Engineering in Production Design and Materials Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2022
Thesis Advisor	Dr. Pholchai Chotiprayanakul

ABSTRACT

In this research, the students have made an automatic instant noodle cup vending machine. The design of the machine has been studied. equipment for assembling the machine Including the machine control system In terms of design, students have used Solidworks to design and simulate in their work. The students had to choose the right equipment for the model. There is a selection of materials to make the components of the machine. Choose a driver in terms of control The students have studied the operation of the Microcontroller system. and applied to make a control system for instant noodle cup dispensing in terms of actual use in the machine of students

Keywords: Instant Noodle Cup, Solidworks, Microcontroller

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์เรื่องการออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณดร. พลชัย โชติปรายนกุล อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ได้สละเวลาสำหรับการให้คำแนะนำในการ ดำเนินงาน ความเอาใจใส่ และแก้ไขข้อบกพร่องระหว่างการปฏิบัติงาน ตลอดจนการจัดทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จนสามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในส่วน of สถานที่และห้องปฏิบัติการ รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ ขอขอบคุณ นายกำธร สุขพิมาย และบุคลากรท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ผู้ซึ่งคอยช่วยเหลือ ให้ความอนุเคราะห์ให้ข้อมูลในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดีจึงจนปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัวที่คอยสนับสนุน และให้การช่วยเหลือ อีกทั้งเพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจและความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย คณะผู้จัดทำหวังว่า ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อวงการการศึกษาและผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

นางสาว ณัฐฐิพร รักษาม

นางสาว มนสิกาณ เกียรติตันสกุล

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตปริญญาานิพนธ์.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้เกี่ยวกับเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ.....	4
2.2 การออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ	5
2.2.1 โปรแกรม SOLIDWORKS.....	5
2.2.2 องค์ประกอบหลักของโครงสร้างเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ..	5
2.2.3 โปรแกรมที่ใช้ควบคุมเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ	12
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	
3.1 ขั้นตอนการออกแบบ	15
3.2 หน้าที่และการทำงานของอุปกรณ์.....	16
3.3 หลักการทำงานของระบบ	17
3.4 ออกแบบสายพานและโครงสร้างเครื่อง.....	18
3.4.1 โครงเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอัตโนมัติ	18
3.4.2 สายพานลำเลียงบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วย.....	19
3.5 การต่อวงจรไฟฟ้า	20
3.6 ภาษาC++	21
บทที่ 4 การทดลองและวิเคราะห์ผล	
4.1 การเตรียมการทดลองของเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ.....	23
4.2 ขั้นตอนการทดลอง.....	23
4.3 ผลการทดลอง	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผล

5.1 สรุปผลการทดลอง.....	25
5.2 การนำไปใช้ประโยชน์.....	25
บรรณานุกรม	26
ภาคผนวก	28



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานของโครงการวิจัย	3
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์	15
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง	23



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 หม้อแปลงไฟฟ้า.....	5
รูปที่ 2.2 สายพาน	6
รูปที่ 2.3 มอเตอร์.....	6
รูปที่ 2.4 TCRT5000 Infrared Reflective Sensor.....	7
รูปที่ 2.5 เอาร์ทพุตทำงานเมื่อลำแสงที่ถูกส่งออกไปจากตัวส่งไม่กระทบวัตถุใดๆ	8
รูปที่ 2.6 เอาร์ทพุตทำงานเมื่อลำแสงที่ถูกส่งออกไปจากตัวส่งกระทบวัตถุใดๆ.....	9
รูปที่ 2.7 Relay 12v.....	9
รูปที่ 2.8 : ในสภาวะปกติที่ไม่มีการกดสวิตช์ แบทเตอรีไม่จ่ายไฟให้ขดลวด (coil)	10
รูปที่ 2.9 : เมื่อกดสวิตช์ แบทเตอรีจ่ายไฟให้ขดลวด(coil)	10
รูปที่ 2.10 Push Button switch.....	10
รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของสวิตช์.....	11
รูปที่ 2.12 Arduino UNO	12
รูปที่ 2.13 หลักการทำงานของคอมไพเลอร์	13
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงาน.....	14
รูปที่ 3.2 หลักการทำงานของเครื่องขยำบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ	16
รูปที่ 3.3 โครงตู้.....	17
รูปที่ 3.4 ฝาหน้าตู้.....	17
รูปที่ 3.5 โครงสายพาน	18
รูปที่ 3.6 ลีคโรลเลอร์.....	18
รูปที่ 3.7 โรลเลอร์	18
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการทำงาน.....	19

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ และขอบเขตการศึกษาของปริญญาโท เรื่อง การออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ ดังแสดงในหัวข้อต่อไปนี้

- 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา
- 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา
- 1.3 ขอบเขตปริญญาโท
- 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
- 1.5 แผนการดำเนินงาน

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันมีการใช้ตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติกันมากมาย พบได้ตามห้างสรรพสินค้า ตามมหาวิทยาลัย ตามสนามบิน หลายธุรกิจเริ่มมีการนำตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ มาจำหน่ายสินค้าของตนเอง เช่น 7-Eleven, เตาบิน, เทสโก้ โลตัส เป็นต้น ข้อดีของตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ คือ สะดวกสบายในการจำหน่าย ไม่ต้องใช้พื้นที่ในการขายเยอะ ประหยัดต้นทุน ในบางครั้งราคาสินค้าถูกกว่าหน้าร้าน ประเทศที่นิยมใช้ตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ที่ได้รับความนิยมเพราะในประเทศญี่ปุ่น ในการซื้อจากตู้จำหน่ายอัตโนมัติไม่ต้องเสียภาษีมูลค่าเพิ่มอีก ทั้งตู้กดในประเทศญี่ปุ่นยังสามารถพยากรณ์อากาศได้อีกด้วยซึ่งสะดวกสบายอย่างมาก

ทางผู้จัดทำมีความสนใจตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติและเล็งเห็นถึงความต้องการสั่งอำนวยความสะดวกในการแจกบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยที่ตีภาควิชาอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จึงได้จัดทำโครงการที่จะประดิษฐ์ตู้กดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วย โดยวิธีการที่นักศึกษาจะได้บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เราจะใช้วิธีการแตะบัตรนักศึกษา โดยหนึ่งคนสามารถกดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปได้วันละหนึ่งครั้ง ทางผู้จัดทำจึงต้องศึกษาถึงกลไกของตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติเพื่อนำมาปรับใช้ในเครื่องกดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วย ศึกษาวิธีการควบคุมตัว รวมถึงการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการควบคุมการแตะบัตร จุดมุ่งหมายในการทำโครงการครั้งนี้ ทางผู้จัดทำหวังว่า ตู้กดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปจะทำให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกสบายมากขึ้น[1]

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการทำงานของตู้จ่ายสินค้าอัตโนมัติ
- 2) เพื่อศึกษาการควบคุมกลไก ระบบ ในตู้กดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์

- 1) ศึกษากลไกของสายพานแบบนในการขนส่งบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วย
- 2) ศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถอำนวยความสะดวกแก่นักศึกษา
- 2) ทราบถึงกลไกการควบคุมตู้กดบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอัตโนมัติ
- 3) ทราบถึงการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.5 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินโครงการวิจัยนี้มีระยะในการดำเนินงาน โดยเริ่มจากเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 และจะสิ้นสุดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2566 ซึ่งมีรายละเอียด และขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังแผนการดำเนินงานจะเรียงตามลำดับขั้นตอนที่แสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานของโครงการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พ.ศ. 2565					พ.ศ. 2566				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง										
2.กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขตและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ										
3.ออกแบบรูปร่างชิ้นงาน										
4.จัดเตรียมอุปกรณ์และวัสดุ										
5.เตรียมส่วนประกอบชิ้นงานต่างๆ										
6.ประกอบชิ้นส่วนต่างๆของชิ้นงาน										
7.เขียนโปรแกรมและวางระบบไมโครคอนโทรลเลอร์										
8.ทดสอบและแก้ไขชิ้นงาน										
9.เรียบเรียงเนื้อหาและทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์										

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ ได้พิจารณาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจกับอุปกรณ์ และสามารถประยุกต์การทำงาน ลงมือปฏิบัติตามความสามารถและความสนใจ โดยอาศัยหลักสูตรและทฤษฎีการเรียนรู้เป็นแนวทางในการสร้าง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนี้เป็นการกล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับการออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติดังต่อไปนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับเครื่องจ่ายสินค้าอัตโนมัติ

ประวัติเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ถูกเริ่มต้นโดย เฮอร์แห่งอะเล็กซานเดรีย (Heron of Alexandria) นักคณิตศาสตร์ วิศวกรชาวกรีก และอาจารย์สอนในท้องสมุดแห่งอะเล็กซานเดรีย ผู้คิดค้นอุปกรณ์นี้เพื่อแก้ไขปัญหาในช่วงเวลาศตวรรษที่ 1 ก่อนคริสตกาลในอียิปต์ช่วงที่ถูกปกครองโดยโรมัน เวลาที่ชาวบ้านเข้ามาทำพิธีกรรมในโบสถ์แต่ละคนจะตักน้ำมนต์ศักดิ์สิทธิ์กันเยอะเกินไป และใช้เวลานาน เขาได้สร้างอุปกรณ์ตัวนี้มาเพื่อแก้ไขปัญหา โดยอุปกรณ์ตัวนี้จะปล่อยน้ำมนต์ศักดิ์สิทธิ์มาจำนวนหนึ่งเมื่อหยอด เหรียญเข้าไป

ช่วงปี 1615 ในประเทศอังกฤษ มีบันทึกเกี่ยวกับเครื่องจำหน่ายบูหรี่โดยดัดแปลงจากเครื่องจำหน่ายน้ำมนต์ศักดิ์สิทธิ์อัตโนมัติในอียิปต์มาใช้ ต่อมาในปี 1822 เมื่อนักขายหนังสือชื่อ “ริชาร์ด คาร์ลี” (Richard Cartie) ได้ประดิษฐ์เครื่องขายหนังสือพิมพ์อัตโนมัติขึ้นมา โดยมีเป้าหมายที่จะขายหนังสือที่ถูกแบนโดยรัฐบาลสมัยนั้นอย่าง “The Age of Reason” (ยุคสมัยของเหตุผล) ของโทมัส เพน(Thomas Paine) ซึ่งเป็นหนังสือที่พูดถึงความเสื่อมโทรมของศาสนาคริสต์ โดยกล่าวถึง พระคัมภีร์ว่าเป็นเพียงวรรณกรรมชิ้นหนึ่งเท่านั้นเอง หนังสือเล่มนี้สร้างแรงกระเพื่อมและตอบรับดีมากในอเมริกา แต่ในอังกฤษถูกต่อต้านและห้ามขาย เขาจึงสร้างเครื่องนี้มาเพื่อหลีกเลี่ยงการขายแบบตรงๆ ต่อจากนั้น มีเครื่องจำหน่ายแสดมปีอัตโนมัติเกิดขึ้นในปี 1867 เป็นจุดเริ่มต้นของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติในยุคปัจจุบัน หลังจากนั้นก็มีเครื่องจำหน่ายโปสการ์ด วงจทดหมาย และกระดาษโน้ต ตามสถานีรถไฟและไปรษณีย์ในลอนดอนเมื่อปี 1883 หลังจากนั้น บริษัท Sweetmeat Automatic Delivery Co. ที่ดูแลจัดการตู้อัตโนมัติถูกก่อตั้งขึ้นในปี 1887 และในปีต่อมา Adams Gun Company ได้เปิดตัวตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติเครื่องแรกในสหรัฐอเมริกา ติดตั้งบนขบวนขบวนรถไฟใต้ดินในนิวยอร์ก โดยมีสินค้าเป็นหมากฝรั่ง Tutti-Fruiti ตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติมีความนิยมขึ้นเรื่อยๆจนมาถึงปัจจุบัน ที่ได้พัฒนาจนสามารถรับทั้งเหรียญ ธนบัตร หรือจ่ายแบบออนไลน์ มีสินค้าให้จำหน่ายมากมาย กลายเป็นอุตสาหกรรมมูลค่า 30000 ล้านดอลลาร์[2]

ในฝั่งเอเชียประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศที่โด่งดังในเรื่องของตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ จำนวนเครื่องขายอัตโนมัติในญี่ปุ่น มีจำนวนเครื่องมากที่สุดในโลก สำหรับในประเทศไทยไม่ค่อยมีข้อมูลระบุแน่ชัดว่าเครื่องจำหน่ายเข้ามาในประเทศไทยได้อย่างไร เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติถูกนำเข้ามาโดยบริษัท ไอ.ซี.ซี. อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด เป็นเครื่องขายสินค้าอัตโนมัติของ ฟุจิ อิเลคทริกเข้ามาในปี พ.ศ. 2535 ธุรกิจดำเนินไป อัตราการเจริญเติบโตของตลาดปีละ 100% จากแนวโน้มการดำรงชีวิตของที่ต้องการความสะดวกรวดเร็ว จึงดึงดูดให้หลายบริษัทให้ความสนใจในธุรกิจนี้ ในช่วงปี พ.ศ. 2538 มีผู้ประกอบการรายใหม่เข้าสู่ธุรกิจนี้หลายราย ซึ่งได้แก่ บริษัท รอยัล เวนดิง แมชชีนส์ ผู้แทนจำหน่ายตู้หยอด โกลสตาร์ บริษัทไทย-โบนันซ่า และรายเล็กอีกหลายแห่ง เช่น บริษัทบางกอกเวนดิง บริษัทอินเพรซิเด็นท์ ส่งผลให้ธุรกิจนี้มีการแข่งขันกันมากขึ้น จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2552 มีบริษัทที่อยู่ในธุรกิจเครื่องขายสินค้าอัตโนมัติรายสำคัญได้แก่ บริษัทชินร้อยแปด เวนดิง จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทในเครือของสหพัฒน์ และบริษัทอิเซเทค บางกอก จำกัด [3]

2.2 การออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ

2.2.1 โปรแกรมช่วยในการออกแบบ SOLIDWORKS

SOLIDWORKS คือโปรแกรมในตระกูล CAD (Computer Aided Design and Drafting) เป็นโปรแกรมจำลองการสร้างชิ้นงานออกมาในรูปแบบ 3 มิติ ที่มีความละเอียดสูง และสามารถวิเคราะห์ส่วนต่างๆของชิ้นงานในเรื่องของความแข็งแรง อุณหภูมิ อายุการใช้งาน

ในการทำโครงการของทางนักศึกษาได้ใช้โปรแกรม SOLIDWORKS ในการออกแบบโครงสร้างของเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วย รวมถึงใช้โปรแกรม จำลองการทำงานของสายพาน มีการกำหนดความเร็วของสายพานตามความเหมาะสมตามการใช้งาน

2.2.2 องค์ประกอบหลักของโครงสร้างเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ

1. หม้อแปลงไฟฟ้า

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าในวงจรหนึ่งให้เป็นพลังงานไฟฟ้าที่มีความถี่เท่ากันในอีกรวงจรหนึ่ง ซึ่งจะแปลงด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ นอกจากนี้หม้อแปลงไฟฟ้ายังสามารถทำหน้าที่ในการเพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้าภายในวงจร แต่ไม่สามารถเพิ่มหรือลดกำลังไฟฟ้าและความถี่ได้ โดยหม้อแปลงไฟฟ้าจะทำงานบนหลักการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้าเมื่อแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับถูกนำไปใช้กับขดลวดปฐมภูมิ แรงดันไฟฟ้าจะถูกเหนี่ยวนำไปยังขดลวดทุติยภูมิส่งผลให้มีกระแสไฟฟ้าออกมาให้ใช้งานได้ โดยการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับอัตราการหมุนของขดลวดทั้งสองนี้



รูปที่ 2.1 หม้อแปลงไฟฟ้า[4]

2. สายพาน

สายพาน คือวัสดุที่ยืดหยุ่นที่เป็นตัวคล่องระหว่างตัวขับเคลื่อนและตัวตามหรือที่เรียกว่ามู่เลย์ (pulley) ซึ่งจะเชื่อมต่อได้ตั้งแต่ 2 มู่เลย์ ขึ้นไป โดยจะส่งกำลังจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งเช่นเดียวกับหลักการเฟืองกับโซ่ แต่สายพานจะรับการสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง และยังสามารถส่งกำลังเพื่อเปลี่ยนทิศทางได้ด้วย หรือใช้เพื่อเป็นส่วนรองรับวัสดุสิ่งของต่าง ๆ ทำให้วัสดุขนถ่ายที่อยู่บนสายพานนั้นเคลื่อนที่ตามสายพานไปด้วยนั่นเอง



รูปที่ 2.2 สายพาน[5]

3. มอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มอเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน แต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปต้องการความเร็ว รอบหรือกำลังงานที่แตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัน ซึ่งมอเตอร์แต่ละชนิด จะแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือมอเตอร์กระแสสลับ และ มอเตอร์กระแสตรง แบ่งตามลักษณะการใช้งานกระแสไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่าเอ.ซี มอเตอร์ (A.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับส่วนมากจะใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ มีแรงม้าไม่สูง ส่วนใหญ่ตามบ้านเรือน และ แบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส (A.C. Three phase Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมต้องใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ใช้แรงดัน 380 โวลต์ มีสายไฟเข้ามอเตอร์ 3 สาย

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดี.ซี มอเตอร์ (D.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกได้ดังนี้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)

มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันทมอเตอร์ (Shunt Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)



รูปที่ 2.3 มอเตอร์[6]

โดยในโครงการนี้เลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12V มาใช้ในการขับเคลื่อนทั้งหมด

4. Photo sensor

เซนเซอร์ชนิดใช้แสง (photo sensor) หรือ optical sensor โดยทั่วไปใช้ในการตรวจจับ การเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุ และการตรวจสอบขนาดรูปร่างของวัตถุ เซนเซอร์ชนิดนี้ทำงานโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาศัยหลักการส่งและรับแสง มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ ตัวส่งแสง (emitter) และตัวรับแสง (receiver) ลักษณะการตรวจจับเกิดจากการที่ลำแสงจากตัวส่งแสง ส่งไปสะท้อนกับวัตถุหรือถูกขวางกั้นด้วยวัตถุ ส่งผลให้ตัวรับแสงรู้สภาวะที่เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงสถานะของสัญญาณทางด้านเอาต์พุตเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

อุปกรณ์ที่เป็นตัวรับแสงส่วนใหญ่นิยมใช้โฟโตไดโอด (photo diode) หรือโฟโตทรานซิสเตอร์ (photo transistor) ส่วนตัวส่งแสงนั้นโดยทั่วไปใช้ LED (Light Emitting Diode) เนื่องจากการต่อใช้งานร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำได้ง่าย สะดวกในการบำรุงรักษา ใช้กระแสไฟฟ้าต่ำ และไม่ได้รับผลกระทบจากสภาวะรอบข้างไม่ว่าจะเป็นสนามแม่เหล็ก ความถี่ ความร้อน ความชื้น หรือการสั่นสะเทือน



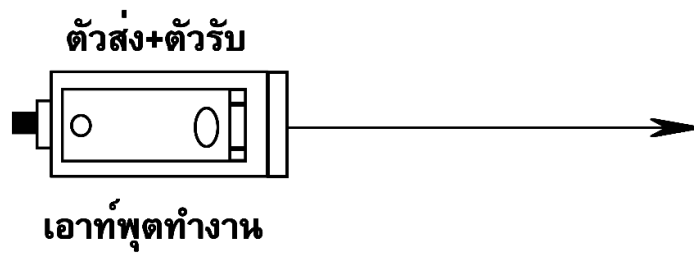
รูปที่ 2.4 TCRT5000 Infrared Reflective Sensor

ประเภทของเซนเซอร์ชนิดใช้แสง สามารถแบ่งตามลักษณะการตรวจจับและตำแหน่งการติดตั้งตัวรับแสงและตัวส่งแสงได้ 3 ประเภท[7]

- ประเภทตรวจจับโดยตรง (diffuse-reflective optical sensor)
- ประเภทลำแสงสะท้อนกลับ (retro - reflective optical sensor)
- ประเภทลำแสงผ่านตลอด (through - beam optical sensor)

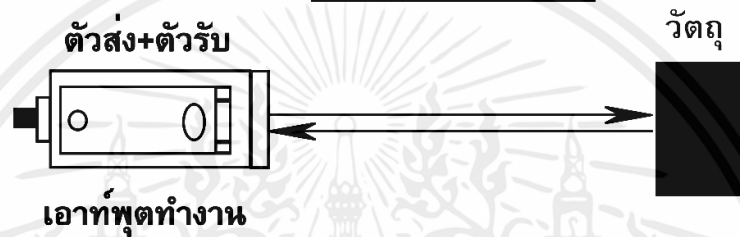
การทำงานDiffuse Reflective

Diffuse Reflective



รูปที่ 2.5 เซนเซอร์แสงประเภทตรวจจับโดยตรง เมื่อไม่มีวัตถุสะท้อนสัญญาณ

Diffuse Reflective



รูปที่ 2.6 เซนเซอร์แสงประเภทตรวจจับโดยตรง เมื่อมีวัตถุสะท้อนสัญญาณ

5. Relay

รีเลย์จะทำงานโดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก สำหรับใช้ดึงดูดหน้าสัมผัส(contact)ให้เปลี่ยนทิศทางการไหลของไฟฟ้า เพื่อควบคุมการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆคล้ายกับสวิตช์ [9]

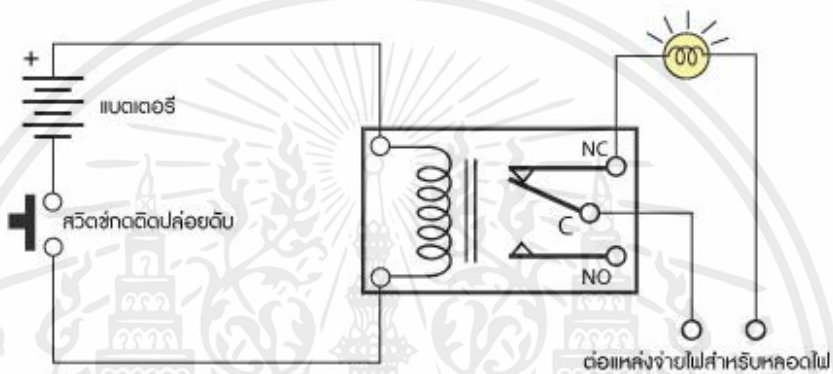


รูปที่ 2.7 Relay 12v

จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย

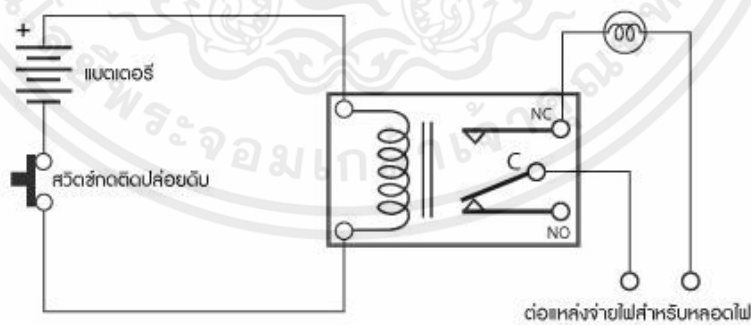
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลาเช่น
- จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่นคอมไฟสนามหน้าบ้าน
- จุดต่อ C ย่อมาจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 2.8 : ในสภาวะปกติที่ไม่มีการกดสวิตช์ แบตเตอรี่ไม่จ่ายไฟให้ขดลวด (coil)

ทำให้ไม่เกิดการเหนี่ยวนำหน้าสัมผัส (contact) จึงอยู่ในสภาวะปกติปิด (NC) ไฟติด



รูปที่ 2.9 : เมื่อกดสวิตช์ แบตเตอรี่จ่ายไฟให้ขดลวด (coil)

ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำส่งผลให้หน้าสัมผัส(contact) เปลี่ยนสถานะเป็นสภาวะปกติเปิด (NO) ทำให้ไฟดับ[10]

6. Push Button switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

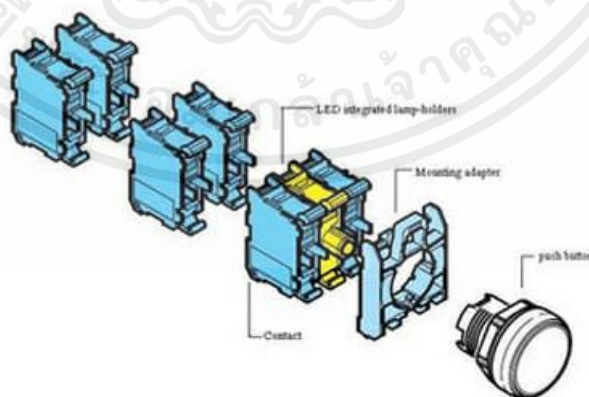
เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ตัดและต่อวงจรทางไฟฟ้าและ ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ หรือการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ เป็นเหมือนอุปกรณ์พื้นฐาน ใช้ได้กับอุตสาหกรรมทั่วไป มีทั้งแบบมีไฟ และทึบแสง



รูปที่ 2.10 Push Button switch[11]

โดยโครงสร้างของสวิตช์ปุ่มกดสามารถแยกได้ 4 ส่วน ได้แก่

1. ปุ่มกดทำด้วยโลหะหรือพลาสติกซึ่งจะมีหลายหลายสีให้เลือกใช้งาน
2. ฐานยึดระหว่างปุ่มกดและตัวล๊อคหน้าสัมผัส โดยจะมีเกลียวที่ฐานเพื่อไว้สำหรับยึดอุปกรณ์กับชิ้นงานด้วย
3. หน้าสัมผัส NO และ NC
4. หลอดไฟ LED ที่ใช้แสดงสถานะ



รูปที่ 2.11 ส่วนประกอบของสวิตช์

Push button Switch สามารถแบ่งได้ 2 ประเภทคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบกดติดปล่อยดับ

แบบกดติดปล่อยดับ หรือ ที่เรียกว่าแบบสปริงรีเทิร์น เป็นประเภทที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากมีฟังก์ชันการทำงานที่ไม่ยุ่งยาก นิยมใช้กับ ตู้ MDB ตู้ DB และ ตู้ control เครื่องจักร เป็นต้น เมื่อมีการกด Push button Switch หน้าสัมผัสดังกล่าวจะเปลี่ยนสถานะ จาก NO เป็น NC หรือ จาก NC จะเป็น NO แต่เมื่อปล่อยมือออกจาก Push button Switch หน้าสัมผัสจะกลับสู่สภาวะปกติในตำแหน่งเดิมโดยมีแรงผลักดันจากสปริงให้ Push button Switch เข้าสู่สภาวะปกติ

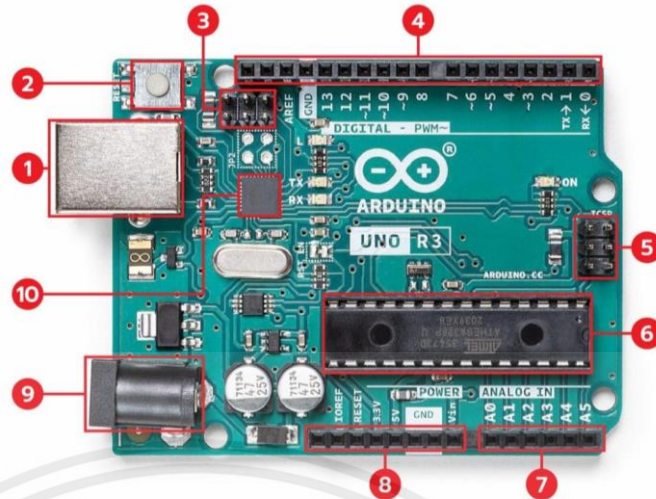
แบบกดติดกดดับ

แบบกดติดกดดับ หรือ แบบ push on / push off เป็นประเภทที่นิยมใช้ในฟังก์ชันการทำงานแบบไม่ซับซ้อน เช่น Start/stop สายพานลำเลียง เป็นต้น เมื่อมีการกด Push button Switch หน้าสัมผัสดังกล่าวจะเปลี่ยนสถานะ จาก NO เป็น NC หรือ จาก NC จะเป็น NO แต่เมื่อปล่อยมือออกจาก Push button Switch หน้าสัมผัสจะถูกล็อกไว้โดยกลไกของสวิตช์ ซึ่งสามารถกลับสู่สภาวะปกติในตำแหน่งเดิมได้โดยกด Push button Switch อีกครั้งทำให้คลายล็อก จะมีแรงผลักดันจากสปริงให้ Push button Switch เข้าสู่สภาวะปกติ

2.2.3 โปรแกรมที่ใช้ควบคุมเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ

Arduino

บอร์ด Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สามารถอ่านอินพุตจากตัวตรวจจับแสง, ใช้นี้วกดบนปุ่ม หรือส่งข้อความไปยัง Twitter และเปลี่ยนเป็นเอาต์พุตเปิดใช้งานมอเตอร์, เปิดไฟ LED หรือเผยแพร่ข้อมูลไปยังระบบอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย ซึ่งผู้ใช้งานสามารถควบคุมบอร์ดว่าต้องทำอะไร โดยส่งชุดคำสั่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์บนบอร์ด ในการทำเช่นนั้นคุณต้องใช้ภาษา Arduino ซึ่งมีคำสั่งเพิ่มขึ้นมาเพื่อเขียนในรูปแบบภาษา C++ และใช้ซอฟต์แวร์ Arduino IDE เป็นหลักในการประมวลผล[12]



รูปที่ 2.12 Arduino UNO[13]

1. USB Port (ในบางตัวอาจจะเป็น Micro USB ก็ได้นะ เหมือนกัน): เป็น Port ที่เอาไว้สำหรับเชื่อมต่อกับ Computer เพื่อ Upload ตัวโปรแกรมที่เราเขียนเข้า MCU และรวมถึงการจ่ายไฟให้กับ Board ด้วยนะ
2. Reset Button: เป็นปุ่มที่กดเพื่อให้ MCU เริ่มทำงานใหม่
3. ICSP Port (Atmega16U2): เป็น Port ที่ใช้โปรแกรมตัว Visual Com Port บน Atmega16U2
4. I/O Digital Port: เป็น I/O Port สำหรับการส่งรับข้อมูลแบบ Digital ตั้งแต่ขา D0 – D13 และบาง Pin จะสามารถทำหน้าที่อื่น ๆ ได้ด้วย เช่น Pin0 กับ Pin1 เป็นขา Tx, Rx Serial
5. ICSP Port (Atmega328): เป็น Port ที่ไว้ใช้โปรแกรมเจ้าตัว Bootloader
6. MCU (Atmega328): เป็น MCU ที่ใช้บน Arduino Board
7. I/O Analog Port: เป็น I/O Port ที่พิเศษ เพราะสามารถส่งและรับค่า Analog ได้ด้วย
8. Power Port: เป็น Port ที่สามารถจ่ายไฟเลี้ยงให้กับ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่เชื่อมกับ Arduino Board ได้ด้วย
9. Power Jack: เป็น Port ที่เอาไว้รับไฟจากภายนอก โดยใช้แรงดันอยู่ระหว่าง 7 – 12 V
10. MCU (Atmega16U2): เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2 นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษา C++

C++ คือ ภาษา C programming language รุ่นใหม่ เป็นภาษาในการเขียนโปรแกรม ถูกพัฒนาโดย Dr.Bjarne Stroustrup ซึ่งเป็นนักวิจัยอยู่ที่ห้องปฏิบัติการ Bell Labs ประเทศสหรัฐอเมริกา เกิดจากแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพภาษา CC โดยได้นำความสามารถของ ภาษา C มาพัฒนา ให้เป็นโปรแกรมภาษาที่มีความเป็น Object Oriented Programming (โปรแกรมเชิงวัตถุ) ภาษา C++ เป็นภาษาที่ถูกออกแบบมาในการเขียนโปรแกรมระบบ ซึ่งมีประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นในการออกแบบโปรแกรมสูง C++ เป็นภาษาที่ต้องคอมไพล์ก่อนที่จะนำไปใช้งาน[14]

คอมไพเลอร์

คอมไพเลอร์คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือกลุ่มของโปรแกรมที่แปลงซอร์สโค้ดที่เขียนขึ้นในภาษา C++ ไปเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ (Target language) หลังจากที่ทำการแปลงแล้วจะได้ข้อมูลในรูปแบบของฐานสอง (Binary) ที่เรียกกันว่า Object code เหตุผลที่ต้องแปลงโปรแกรมจากภาษาเขียนโปรแกรมไปเป็นภาษาเครื่องโดยคอมไพเลอร์ก็เพื่อสร้างโปรแกรมที่สามารถทำงานได้ (Executable program) คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจแค่ภาษาเครื่อง ภาษาที่ประกอบไปด้วยตัวเลข 1 และ 0 เราจำเป็นต้องใช้คอมไพเลอร์เพื่อแปลงโปรแกรมที่เราเขียนไปเป็นภาษาเครื่องที่ให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้



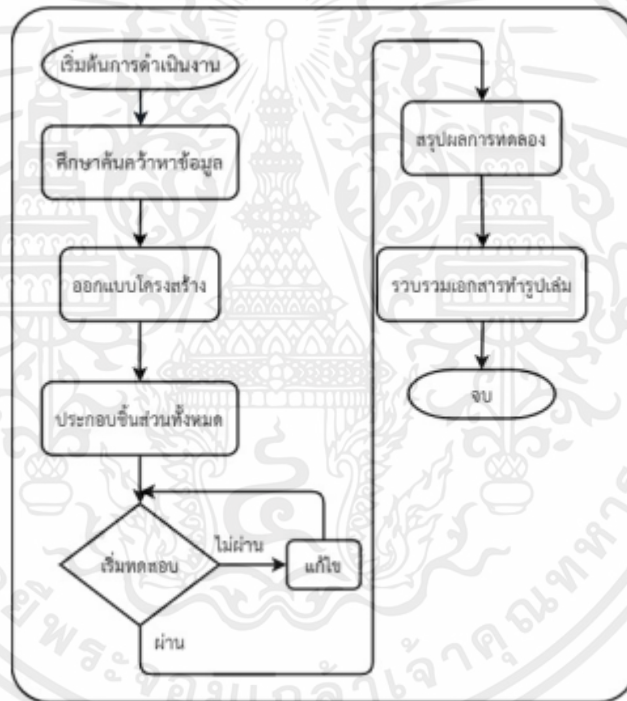
รูปที่ 2.13 หลักการทำงานของคอมไพเลอร์[15]

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติใช้บอร์ดอาตูดิวโนในการควบคุมและประมวลผลต่างๆ เขียนคำสั่งควบคุมการทำงานด้วยภาษา C++ การออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติมีกระบวนการดังนี้

3.1 ขั้นตอนการออกแบบ




รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงาน

เริ่มขั้นการดำเนินงานคณะผู้จัดทำได้ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาจากนั้น ทำการศึกษาคว้าข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่จะทำ ขั้นตอนถัดไปทางคณะผู้จัดทำต้องทำการออกแบบ โครงสร้างของตัวเครื่อง และตำแหน่งการจัดวางเพื่อให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย และดำเนินการ สั่งซื้ออุปกรณ์ต่างๆเพื่อใช้ในการประกอบเข้าด้วยกัน เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วทางคณะผู้จัดทำจึงได้ทำเขียนคำสั่งควบคุมตัวเครื่องและต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆเข้ากับตัวเครื่อง หลังจากนั้นเริ่มทำการทดสอบตามกระบวนการเพื่อที่จะสามารถสรุปผลการทดลองให้ตรงตามมาตรฐานเพื่อนำไปใช้ในการรวบรวมเอกสารทำเป็นรูปเล่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

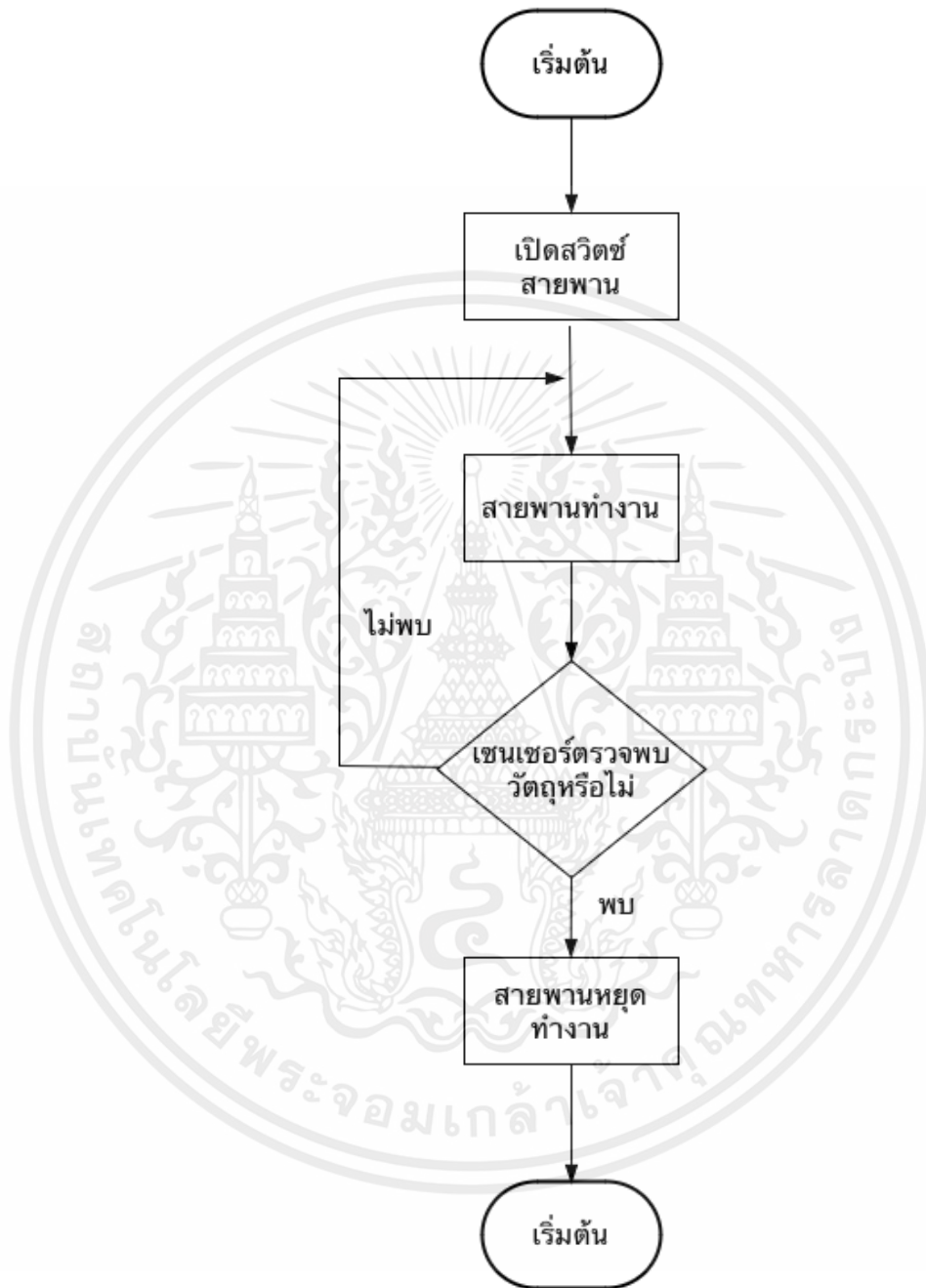
3.2 หน้าทีและการทำงานของอุปกรณ์

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์

อุปกรณ์	หน้าที่
<p>สายพาน</p> 	ทำหน้าที่ในการลำเลียงวัสดุหรือสินค้าที่ถูกวางไว้บนสายพาน แล้วนำวัสดุหรือสินค้าเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งผ่านมอเตอร์ในการขับเคลื่อนสายพาน
<p>มอเตอร์</p> 	ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ประกอบด้วยขดลวดที่พันรอบแกนโลหะที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก โดยเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่อยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กจะทำให้ขดลวดหมุนไปรอบแกน และเมื่อสลับขั้วไฟฟ้าการหมุนของขดลวดจะหมุนกลับทิศทางเดิม
<p>สวิตช์</p> 	หน้าที่ของสวิตช์ คือ ใช้ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อให้มีการจ่ายแรงดันเข้าวงจร หรือหยุดจ่ายแรงดันเข้าวงจร ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ทางไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องจักรต่าง ๆ
<p>บอร์ดอาดูโน่</p> 	ทำหน้าที่เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สามารถอ่านอินพุตจากการกดสวิตช์และควบคุมการทำงานของเครื่องตามคำสั่ง(C++)ที่กำหนดไว้
<p>เซนเซอร์</p> 	ทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุเมื่อวัตถุตกลงจากสายพาน
<p>รีเลย์</p> 	ทำหน้าที่ตัดกระแสไฟของมอเตอร์เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 หลักการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.2 หลักการทำงานของเครื่องขายเบหมีกิ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ

3.4 ออกแบบสายพานและโครงสร้างเครื่อง

องค์ประกอบของเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ จะมี 2 ส่วนหลัก ได้แก่

3.4.1 โครงเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอัตโนมัติ

1. โครงตู้หลัก



รูปที่ 3.3 โครงตู้

2. ฝาหน้าตู้



รูปที่ 3.4 ฝาหน้าตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

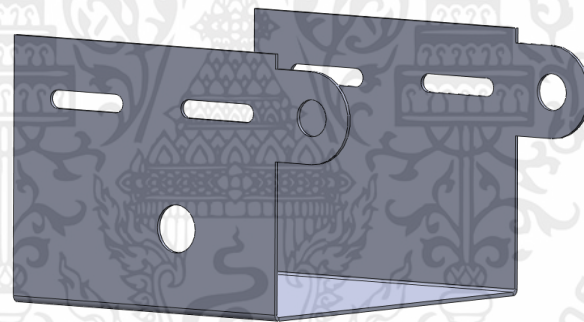
3.4.2 สายพานลำเลียงแบบหมีก็งสำเร็จรูปแบบถัวย

1. โครงสร้างหลักของสายพาน (Conveyor Structure)



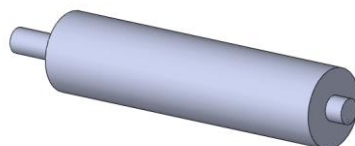
รูปที่ 3.5 โครงสายพาน

2. ล็อคโรลเลอร์ (Lock Roller)



รูปที่ 3.6 ล็อคโรลเลอร์

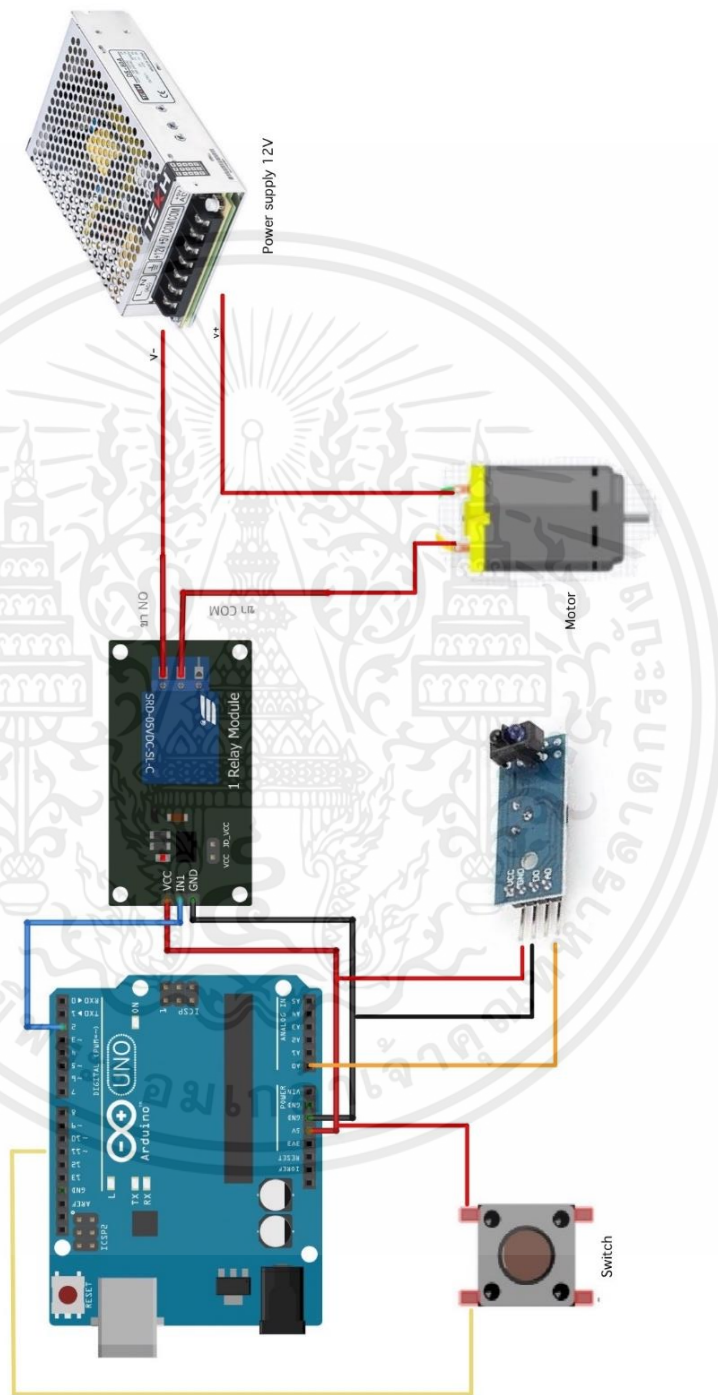
3. โรลเลอร์ (Roller)



รูปที่ 3.7 โรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การต่อวงจรไฟฟ้า



รูปที่ 3.8 การต่อวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ภาษาC++

```
int relay1 = 2; // กำหนดขาควบคุม Relay1
int relay2 = 3; // กำหนดขาควบคุม Relay2
int relay3 = 4; // กำหนดขาควบคุม Relay3
int relay4 = 5; // กำหนดขาควบคุม Relay4
int relay5 = 6; // กำหนดขาควบคุม Relay5

int sw1 = 7; // กำหนดขาควบคุม sw1
int sw2 = 8; // กำหนดขาควบคุม sw2
int sw3 = 9; // กำหนดขาควบคุม sw3
int sw4 = 10; // กำหนดขาควบคุม sw4
int sw5 = 11; // กำหนดขาควบคุม sw5

int ir1 = A0; // กำหนดขาควบคุม Ir1
int ir2 = A1; // กำหนดขาควบคุม Ir2
int ir3 = A2; // กำหนดขาควบคุม Ir3
int ir4 = A3; // กำหนดขาควบคุม Ir4
int ir5 = A4; // กำหนดขาควบคุม Ir5

bool state_relay1 = false;
bool state_relay2 = false;
bool state_relay3 = false;
bool state_relay4 = false;
bool state_relay5 = false;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(relay1, OUTPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา 2 เป็น OUTPUT
  pinMode(relay2, OUTPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา 3 เป็น OUTPUT
  pinMode(relay3, OUTPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา 4 เป็น OUTPUT
  pinMode(relay4, OUTPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา 5 เป็น OUTPUT
  pinMode(relay5, OUTPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา 6 เป็น OUTPUT

  pinMode(sw1, INPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา 7 เป็น OUTPUT
  pinMode(sw2, INPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา 8 เป็น OUTPUT
  pinMode(sw3, INPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา 9 เป็น OUTPUT
  pinMode(sw4, INPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา 10 เป็น OUTPUT
  pinMode(sw5, INPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา 11 เป็น OUTPUT

  pinMode(ir1, INPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา A0 เป็น OUTPUT
  pinMode(ir2, INPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา A1 เป็น OUTPUT
  pinMode(ir3, INPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา A2 เป็น OUTPUT
  pinMode(ir4, INPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา A3 เป็น OUTPUT
  pinMode(ir5, INPUT); // กำหนดขาทำหน้าที่ให้ขา A4 เป็น OUTPUT
```

```

}
void loop() {
  if (digitalRead(sw1) == 1) {
    state_relay1 = true;
    delay(100);
  }
  if (digitalRead(sw2) == 1) {
    state_relay2 = true;
    delay(100);
  }
  if (digitalRead(sw3) == 1) {
    state_relay3 = true;
    delay(100);
  }
  if (digitalRead(sw4) == 1) {
    state_relay4 = true;
    delay(100);
  }
  if (digitalRead(sw5) == 1) {
    state_relay5 = true;
    delay(100);
  }

  if (analogRead(ir1) > 512) {
    state_relay1 = false;
  }
  if (analogRead(ir2) > 512) {
    state_relay2 = false;
  }
  if (analogRead(ir3) > 512) {
    state_relay3 = false;
  }
  if (analogRead(ir4) > 512) {
    state_relay4 = false;
  }
  if (analogRead(ir5) > 512) {
    state_relay5 = false;
  }
}
}

```

บทที่ 4

การทดลองและวิเคราะห์ผล

การทดลองเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติจะทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง และทำการประเมินความพึงพอใจจากตัวเครื่อง หาความพึงพอใจจากผู้ใช้เพื่อหาข้อบกพร่องของการใช้งานว่าตรงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้หรือไม่

4.1 การเตรียมการทดลองของเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ
2. แบบฟอร์มการประเมิน

4.2 ขั้นตอนการทดลอง

1. เชื่อมต่อบอร์ดอาตุโนเข้ากับคอมพิวเตอร์
2. เปิดการทำงานของเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วย
3. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ
4. การทำงานของสายพานแต่ละชั้นและเซนเซอร์ว่าทำงานสอดคล้องกันหรือไม่

4.3 ผลการทดลอง

การทดลองผู้จัดทำได้ทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง เพื่อหาสมรรถนะและข้อบกพร่องของเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลอง

ผลการทดลอง	รอบที่				
	1	2	3	4	5
ชั้นที่ 1					
1. การหมุนของสายพาน	✓	✓	✓	X	✓
2. การลำเลียงถ้วยบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป	✓	✓	✓	✓	✓
3. การทำงานของเซนเซอร์	✓	✓	✓	✓	✓
ชั้นที่ 2					
1. การหมุนของสายพาน	X	✓	✓	✓	✓
2. การลำเลียงถ้วยบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป	✓	✓	✓	✓	✓
3. การทำงานของเซนเซอร์	✓	✓	✓	✓	✓
ชั้นที่ 3					
1. การหมุนของสายพาน	X	✓	✓	✓	✓
2. การลำเลียงถ้วยบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป	X	✓	✓	✓	✓
3. การทำงานของเซนเซอร์	✓	✓	✓	✓	✓
ชั้นที่ 4					
1. การหมุนของสายพาน	✓	✓	✓	✓	✓
2. การลำเลียงถ้วยบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป	X	✓	✓	✓	✓
3. การทำงานของเซนเซอร์	✓	✓	✓	✓	✓
ชั้นที่ 5					
1. การหมุนของสายพาน	✓	✓	✓	✓	✓
2. การลำเลียงถ้วยบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป	✓	✓	✓	✓	✓
3. การทำงานของเซนเซอร์	✓	✓	✓	✓	✓

เครื่องหมาย X คือ ไม่สำเร็จ

เครื่องหมาย ✓ คือ สำเร็จ

จากผลการทดลองพบว่าในการทดลองรอบที่ 1 นั้นการหมุนของตัวสายพานชั้นที่ 2 และ 3 ไม่หมุนตามโรลเลอร์ และถ้วยบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปไม่สามารถเคลื่อนที่ออกมาจากชั้นที่ 3 และ 4 ได้ อีกทั้งในการทดสอบรอบที่ 4 สายพานชั้นที่ 1 นั้นไม่หมุนตามโรลเลอร์อีกด้วย

บทที่ 5

สรุปผล

การวิจัยเรื่อง การออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งแบบถ้วยอัตโนมัติ สามารถสรุปผลการดำเนินการ วิจัย และบ่งชี้ข้อเสนอแนะ โดยมีการสรุปผลดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในการออกแบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งแบบถ้วยอัตโนมัติ ผลที่ได้คือเครื่องสามารถบรรจุบะหมี่กึ่งได้ทั้งหมด 25 ถ้วย และเซนเซอร์สามารถหยุดการทำงานของเครื่องได้ทันทีเมื่อบะหมี่กึ่งแบบถ้วยตกลงมาสู่ช่องรับสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การหมุนของสายพานและการลำเลียงถ้วยบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปนั้นยังพบปัญหาอยู่บ้าง เนื่องจากสายพานยังมีความตึงไม่พอที่จะหมุนตามโรลเลอร์ของเครื่องและการเว้นระยะห่างระหว่างชั้นสายพานที่เล็กเกินไปทำให้ถ้วยบะหมี่กึ่งเกิดการติดในช่วงท้ายสายพาน ทางผู้จัดจึงแก้ปัญหาด้วยการขยับรูสล๊อตด้านข้างเพื่อให้สายพานตึงขึ้นและทำการติดตั้งชั้นสายพานใหม่โดยเว้นระยะห่างให้มากขึ้น

5.2 การนำไปใช้ประโยชน์

1. เป็นสื่อในการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรม
2. อำนวยความสะดวกภาคในตึกภาควิชาอุตสาหกรรม
3. นำไปประยุกต์ต่อในอนาคตได้

บรรณานุกรม

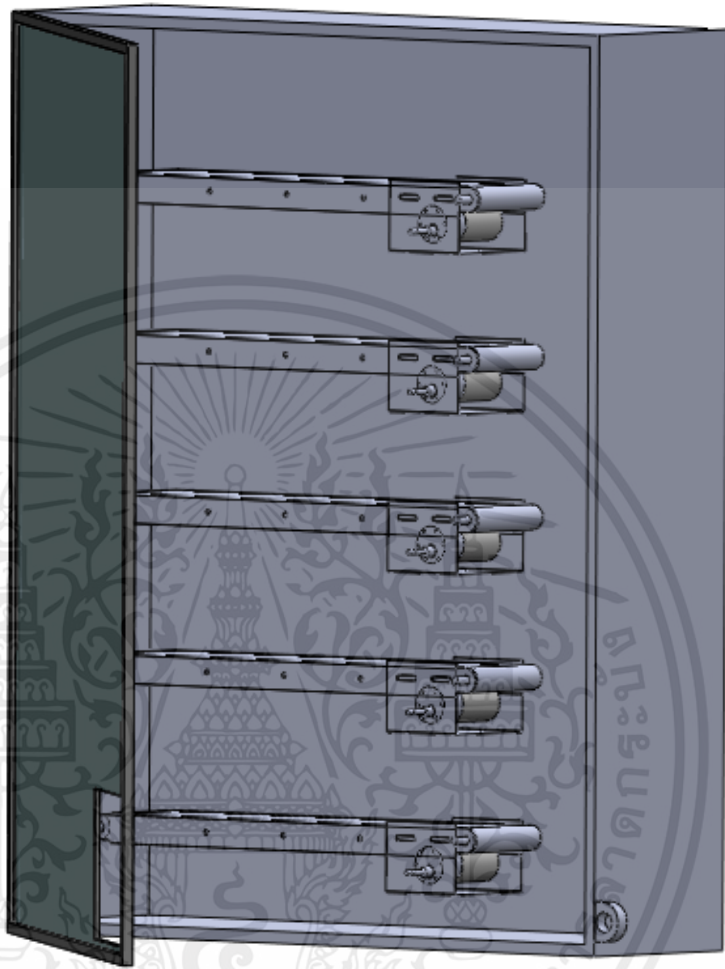
- [1] Poi. (2021). 7 เหตุผลที่ทำให้ใครคนถึงนิยมใช้บริการตู้ขายเครื่องดื่มอัตโนมัติที่ญี่ปุ่น. ค้นหามือวันที่ 20/11/2565: <https://www.jpankakkoi.com/lifestyle/vending-machine-in-japan-popular/>
- [2] โสภณ ศุภมั่งมี. (2022). น่าทึ่ง! **Vending Machine** เกิดขึ้นมานานกว่า **2,000** ปี และชาย 'ห้ามนต์' เป็นอย่างแรก. ค้นหามือวันที่ 24/11/2565: <https://www.beartai.com/brief/1022345>
- [3] ศิริพร แสงอรุณ. (2013). การศึกษาความต้องการใช้บริการธุรกิจเครื่องขายสินค้าอัตโนมัติของผู้บริโภค. ค้นหามือวันที่ 2/12/2565: http://etheses.aru.ac.th/PDF/1255661312_05.PDF
- [4] บริษัท มิซูมิ (ไทยแลนด์) จำกัด. (2016). หม้อแปลงไฟฟ้า ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหาย. ค้นหามือวันที่ 5/1/2566: https://th.misumi-ec.com/th/pr/recommend_category/transformer201905/
- [5] บริษัท นอร์ทพาวเวอร์ จำกัด. (2023). สายพานคืออะไร ทำหน้าที่อะไร มีกี่ประเภท?. ค้นหามือวันที่ 5/1/2565: <https://shorturl.asia/S9sPA>
- [6] บริษัท พีเอสพี เทค จำกัด. (2015). มอเตอร์ (**Motor**) คืออะไร?. ค้นหามือวันที่ 5/1/2565: <https://shorturl.asia/D3qVb>
- [7] ผศ.ดร.นวกัทธา หนูนาค. (2012). **photo sensor / เซนเซอร์ชนิดใช้แสง**. ค้นหามือวันที่ 10/1/2565: <https://shorturl.asia/B4uJz>
- [8] pa automation. (2017). โหมดการทำงานของ **Photo Sensor**. ค้นหามือวันที่ 12/1/2565: <https://shorturl.asia/uhzqg>
- [9] บุลวัชร (ป้อม) เจริญยืนนาน. (2021). รีเลย์ คืออะไร มีหลักการทำงานอย่างไรบ้าง. ค้นหามือวันที่ 15/1/2565: <https://misumitechnical.com/technical/electrical/relay-working-principles/#relay>
- [10] บริษัท พีเอสพี เทค จำกัด. (2014). รีเลย์ (**Relay**) คืออะไร?. ค้นหามือวันที่ 16/1/2565: <https://shorturl.asia/1JS64>
- [11] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด. (2017). หลักการทำงานของ **Push Button Switch**. ค้นหามือวันที่ 1/2/2565: <https://mall.factomart.com/principle-of-push-button-switch/>

- [12] มาโนชญ์ แสงศิริ. (2019). **Arduino** ผู้นำด้านฮาร์ดแวร์และระบบนิเวศซอฟต์แวร์แบบเปิดระดับโลก. ค้นหามือวันที่ 5/2/2565: <https://www.scimath.org/article-technology/item/9815-arduino>
- [13] Natakorn Hongharn. (2020). **The Arduino Series ตอนที่ 1: มาทำความรู้จักกับ Arduino กันหน !!!**. ค้นหามือวันที่ 10/2/2565: <https://shorturl.asia/X5ZxW>
- [14] C++ คืออะไร. (2017). **C++ คืออะไร**. ค้นหามือวันที่ 18/2/2565: <http://surl.li/jjvzi>
- [15] MarcusCode. (2015). **แนะนำภาษา C++**. ค้นหามือวันที่ 18/2/2565: <http://marcuscode.com/lang/cpp/introduction>





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

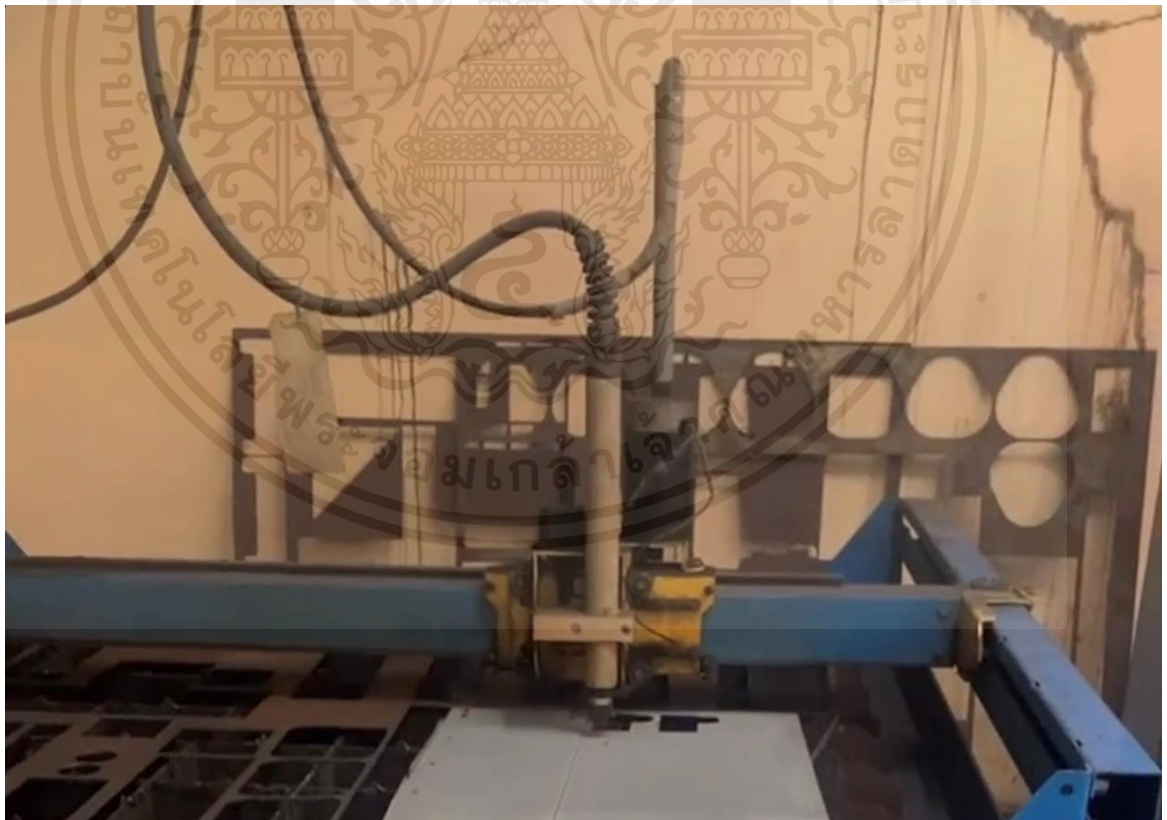


แบบเครื่องจ่ายบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การกลึงส่วนโรลเลอร์



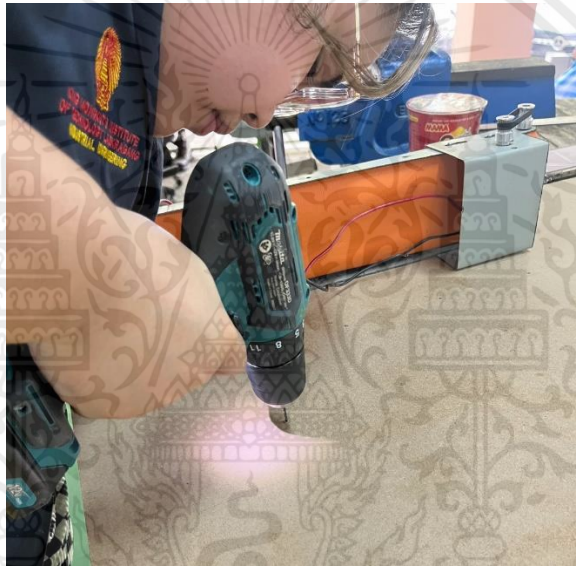
การตัดพลาสติกส่วนเฟรมสายพานและล้อโรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



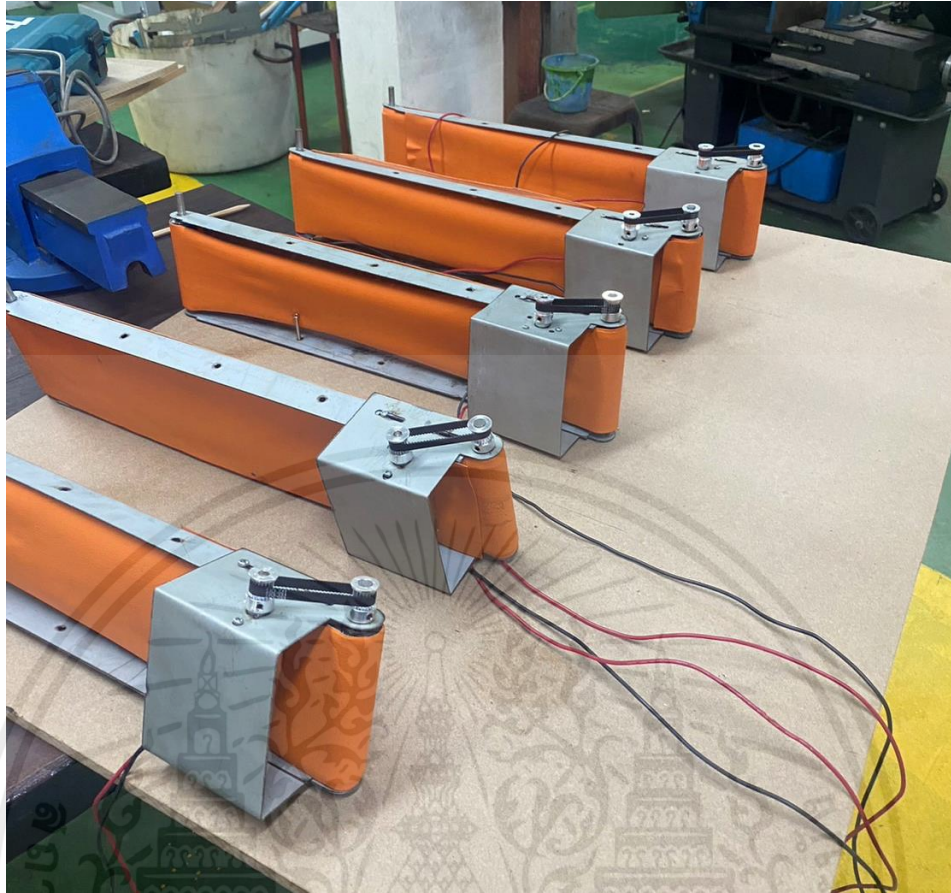
การตัดขนาดสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การเจาะรูยึดชุดสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การยัดชุดสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้